

# Dynamiska avprovningar

Jonathan Hallvede

- En visuell jämförelse mellan virtuella och fysiska avprovningar i rörelse



## Sammanfattning

Utöver att betrakta ett plagg i statiskt tillstånd, erbjuder moderna programvaror för virtuella avprovningar möjligheten att animera den digitala provmodellen. Genom att kombinera denna teknologi med passformsbedömning i rörelse, undersöker studien ett område som ännu inte undersökts i tidigare forskning: likheter och skillnader mellan fysiska och virtuella dynamiska avprovningar.

En damblus provas på en provperson och en virtuell avatar med motsvarande kroppsått i CAD-programvaran *Clo3D*, varefter de båda utför samma rörelse. Med hjälp av videofilmer på de två avprovningarna bedöms sedan likheten mellan dem genom en enkätundersökning.

Resultatet visade en förhållandevis hög grad av likhet mellan det virtuella och det fysiska plagget. Respondenterna uppgav att de två plaggen väl överensstämde med varandra sett till rörelsevidd, silhuett och livets längder. Ärmlängd samt rynkor och dragningar i tyget överensstämde något lägre, medan tråddriktning och skärlinjer var områden som var svåra att utvärdera. Studien visar att virtuella dynamiska avprovningar erbjuder goda möjligheter att utvärdera ett plagg passform i rörelse. För att uppnå ett trovärdigt resultat krävs dock att avatar och material i den virtuella miljön väl överensstämmer mot dess fysiska motsvarighet. Formatet av provningen presenteras på påverkar även möjligheterna att göra en korrekt bedömning av plagget, inte minst när det kommer till en mer detaljerad nivå.

Nyckelord

Virtuell avprovning / Dynamisk avprovning / 3D-simulering / Passform

## Abstract

Modern software for virtual fitting does not just allow the user to view garments in a static state but is also able to animate the digital mannequin. By combining this technology with fit evaluation in movement, the study investigates an area which is still unexamined: the correspondence between dynamic fit evaluation in a virtual and physical format.

A blouse is tried on a fitting model and a virtual avatar with corresponding body measurements, using the CAD-software *Clo3D*, and both perform the same motion. The likeness between the two fittings is then evaluated in a survey using video clips. The result showed a relatively high level of likeness between the virtual and the physical garment. The participants stated that the garments corresponded well to each other regarding ease, silhouette and bodice lengths. Sleeve length and wrinkles had a lower correspondence between the garments, while grainline and seamlines were deemed hard to evaluate. Virtual dynamic fitting offers good possibilities of evaluating the fit of a garment in motion. The result is however dependent on that the avatar and material properties correspond to their physical counterparts. The way the fitting is presented also affects the possibilities of making a correct assessment of the garment.

Nyckelord

Virtual try-on technology / Dynamic fit evaluation / 3D-simulation / Garment fit

## Innehållsförteckning

Terminologi.....	7
Inledning.....	8
Bakgrund.....	8
Tidigare undersökningar och litteratur.....	8
Problemformulering.....	9
Syfte och frågeställningar.....	10
Syfte.....	10
Frågeställningar.....	10
Avgränsningar.....	10
Teoretisk bakgrund.....	11
Passform.....	11
3D-simulering.....	11
Avprovning.....	12
Metod.....	14
Material & utrustning.....	14
Provmodell & avatar.....	15
Avprovningsanalys.....	17
Resultat.....	18
Material & utrustning.....	18
Provmodell & avatar.....	18
Avprovningsanalys.....	19
Diskussion.....	22
Material & utrustning.....	22
Provmodell & avatar.....	22
Avprovningsanalys.....	22
Slutsats.....	24
Slutord.....	25
Referenser.....	26
Bilageöversikt.....	28

## Figurförteckning

Figur 1: Studiens blusmodell placerad på provmodell.....	14
Figur 2: Export/import-process adobe mixamo.....	14
Figur 3: Kroppsmått CLO3D .....	16
Figur 4: Rörelsemönster för ”Yawn”. .....	16
Figur 5: Virtuellt och fysiskt blus.....	18
Figur 6: Originalavatar och uppdaterad avatar (röd) placerade på varandra.....	18
Figur 7: Provmödel (röd) och uppdaterad avatar (blå) placerade på varandra.....	19
Figur 8: En sammanställning av undersökningens inledande två frågor kring likheten mellan avatar och fysisk person.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figur 9: Resultatet från ”I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets rörelsevidd?”. .....	20
Figur 10: Resultatet från "I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets längder?" .....	21

## Förord

Jag vill tillägna ett stort tack till min handledare Niina Hernandez för insiktsfulla råd och ovärderligt stöd under arbetets gång. Jag vill även tacka alla de respondenter som med sitt deltagande i undersökningen gjorde denna studie möjlig.

Sist men absolut inte minst vill jag tacka provmodellen som tålmodigt och metodiskt lade en halv dags obetalt arbete på att lära sig hur en korrekt gäspning ska se ut.

Jonathan Hallvede  
Borås, 2021-06-01

## Terminologi

3D	Tredimensionell, ett objekt med tre dimensioner: höjd, bredd och djup.
2D	Tvådimensionell, ett objekt med två dimensioner: höjd och bredd.
Avatar	Virtuell provperson.
Avprovning	Ett plagg provas på provperson eller -docka och dess utseende och passform utvärderas.
CAD	<i>Computer aided design</i> , programvara som används för att skapa eller ändra olika typer av design.
Clo3D	CAD-programvara riktad mot 3D-simulering av plagg.
Dragningar	Veck som bildas i plagg av att tyget stramar.
Dynamisk	I rörelse, föränderlig.
Rynkor	Överskott av tyg på ett plagg som samlas i veck.
Rörelsevidd	Skillnaden mellan kroppsått och plaggmått.
Statisk	Stillastående, oföränderlig.
Virtuell avprovning	Utvärdering av ett plaggs utseende och passform i 3D-simulerad miljö.

# Inledning

## Bakgrund

I en strävan att minska antalet fysiska provplagg som produceras och skapa möjligheten att tidigt i produktutvecklingsprocessen kunna utvärdera ett plaggs passform, har efterfrågan av att kunna utföra virtuella avprovningar ökat stort de senaste åren (Sayem, Kennon & Clarke, 2010). Detta beror delvis på den teknologiska utveckling som har gjort 3D-simuleringar mer avancerade, med en ständigt ökande mängd funktioner för att efterlikna dess fysiska motsvarighet. Det finns även en möjlighet till att minska negativ miljöpåverkan från transporter, då det snarare är regel än undantag att kontoren för konfektionsföretag befinner sig hundratals mil från produktionsenheterna (Ibid). 3D-simuleringar kan även fungera som ett sätt för kunder att säkerställa att ett plagg kommer att ha önskvärt utseende och passform, vilket sker i så kallade virtuella provrum. Oavsett om det görs med hjälp av en avatar som motsvarar personens kropps mått eller *AR-/VR*-teknologi ger denna typ av provrum ett sätt för kunder att avgöra hur ett plagg sitter på kroppen innan inköp, även om det görs via en webbaserad försäljningskanal (Alfredo & Rodriguez, 2016).

För att undersöka hur ett plagg fungerar med en kropp i rörelse ombeds ofta provmodeller att utföra olika typer av rörelser, vilket används som ett komplement till utvärdering i ett statiskt läge. Dessa dynamiska avprovningar används som ett verktyg för att utvärdera plaggets komfort och analysera konstruktionsmässiga områden som rörelsevidd och balans (Wang, Kwok & Mok, 2011). Precis som all typ av traditionell avprovning kräver de dynamiska avprovningarna även ett fysiskt plagg, vilket kan innebära långa väntetider innan korrekta bedömningar kan göras kring passform. Genom att utnyttja modern 3D-teknologi undersöker denna studie möjligheterna till att förflytta detta avprovningmoment till en virtuell miljö genom CAD-programvaran *Clo3D*.

## Tidigare undersökningar och litteratur

Den ökade användningen av 3D-simulering inom textilindustrin har även präglat akademien, där en rad studier och forskning har undersökt olika aspekter av området. Redan under 1990-talet konstaterade två studier att stora möjligheter fanns inom 3D-teknologi, med möjligheten att kunna effektivisera arbetsmetoder liknande vad som skedde i andra producerande industrier (Collier & Collier, 1990; Hardaker & Fozzard, 1998).

Arbeten som har tagits fram rörande 3D-simulering har framförallt publicerats i vetenskapliga tidskrifter, men återfinns även som tidigare examensarbeten från Högskolan i Borås. Som exempel på det sistnämnda kan Sopjani (2018), Broberg (2018) och Hanson & Lundberg (2020) nämnas, som alla jämförde likheter och skillnader mellan fysiska och virtuella avprovningar. De två senare arbetena utgick från programvaran *Lectra Modaris 3D fit* medan Sopjani använde sig av *Clo3D*, men samtliga utvärderade hur dessa program skulle kunna fungera som en del av produktutvecklingsprocessen. Resultatet från de tre studierna visade bland annat svårigheter med att återskapa korrekta tygegenskaper i 3D-simuleringar, inte minst i stelare material. Sopjani (2018) och Broberg (2018) lyfter även begränsningar i hur de virtuella provpersonerna kan förändras måttmässigt vilket även det påverkar möjligheten till att utvärdera ett plaggs passform på ett korrekt sätt. Samtidigt nämns flera styrkor med detta arbetssätt, inte minst i möjligheten till en effektiv kontroll av flera storlekar på ett plagg utan behov av flera provmodeller (Sopjani, 2018).



Analys av 3D-simulerade avprovningar har även gjorts av Lage et al. (2020) som i en studie undersökte skillnaderna mellan en klänning i fysiskt och virtuellt format. Den fysiska klänningen och provpersonen lästes in med hjälp av en 3D-skanner, varefter tvärsnitt av de två klänningarna jämfördes mot varandra. Resultatet visade, precis som ovan nämnda studier, svårigheter med att återskapa plagg i stelare material. Trots detta menar författarna att 3D kan fungera som ett värdefullt verktyg för att utvärdera rörelsevidd i ett plagg. Det potentiella värdet av virtuella avprovningar lyfts även av Porterfield och Lamar (2016), som lät yrkesaktiva personer med bakgrund inom mönsterkonstruktion utvärdera ett 3D-plagg. Resultatet visade en viss osäkerhet kring trovärdigheten i programmet från respondenternas sida, där de uttryckte att de inte skulle ta beslut kring passform utan att ha gjort en avprovning av ett fysiskt plagg. Samtidigt uppvisades en nyfikenhet och vilja att fortsätta arbeta i 3D-programvaran, då dess möjligheter inför framtiden sågs som stora. Både Lage et al. (2020) och Porterfield och Lamar (2016) betonar vikten av att fortsätta studier inom området krävs för att tydligt kunna kartlägga styrkor och svagheter med virtuella avprovningar.

Passform och avprovning är områden som är väl utforskade, där olika typer av modeller för att utvärdera ett plagg finns att ta del av genom textiltknisk litteratur. En stor del av dessa arbeten utgår från att värdera ett plaggs passform i statisk position, det vill säga utifrån hur plagget faller på kroppen i stillastående tillstånd, vilket kan exemplifieras genom de olika typer av bedömningskriterier som presenteras av Rasband, Liechty & Pottberg-Steineckert (2016). Utöver denna avprovningsbedömning finns det även studier som lyfter värdet av att analysera passform i rörelse för att tydligt kunna avgöra hur ett plagg kommer vara att bära (Huck, Maganga & Kim, 1996; Sohn, 2012; Wang, Mok & Kwok, 2011). Genom att visa hur kroppsmått förändras i rörelse betonas här vikten av dynamiska avprovningar som ett komplement eller alternativ till statiska.

### Problemformulering

Att återskapa fysiska tyger i en virtuell miljö ställer höga krav på både programvara och användare. Hur väl passformen i ett plagg kan utvärderas är i hög grad beroende av att det material som simuleras väl överensstämmer med dess fysiska motsvarighet (Power, 2012). Att de avatarrer som används för avprovning kan anpassas efter kroppsmått på ett trovärdigt sätt är även det en stark bidragande faktor till hur resultatet blir (Sayem, 2019).

Flera företag erbjuder idag CAD-program för att göra virtuella avprovningar, där vissa är kopplade till redan etablerade företag inom branschen medan andra kommer från nyare aktörer. *Lectra Modaris 3D fit* och *Gerber Accumark 3D* är två exempel på marknadsledande lösningar, men andra exempel finns bland annat från *Optitex*, *Browzwear* och *Assyst Vidya 3D*. Tillvägagångssättet dessa företag har valt för att lösa utmaningarna som ställs på deras programvaror skiljer sig något, men målet är detsamma: att på ett realistiskt sätt skapa virtuella plagg. Vissa programvaror, där sydkoreanska Clo3D är ett exempel, sticker ut från mängden genom att möjliggöra animationer där den virtuella provdockan kan röra sig på olika sätt (Clo3D, 2021). Genom att utnyttja möjligheten till att sätta den digitala avataren i rörelse, kan Clo3D fungera som ett verktyg för att utföra dynamiska avprovningar.

Även om det finns studier som analyserat både avprovningar i rörelse och trovärdigheten hos virtuella avprovningar, finns det få studier som kombinerar dessa områden. Genom att bygga vidare på de arbeten som tidigare gjorts kring 3D-simulerade avprovningar och koppla detta till dynamiska avprovningar kan aspekter som ännu inte undersökts lyftas till ytan.

## Syfte och frågeställningar

### Syfte

Denna studie syftar till att undersöka förhållandet mellan passformsanalys vid dynamiska avprovningar i fysiskt och virtuell miljö. En blus av dammodell provas på en fysisk provperson och på en avatar i CLo3D med motsvarande kroppsått, som båda utför samma rörelse. De två avprovningarna bedöms sedan genom en enkätundersökning utförd av respondenter med relevant ämneskunskap.

### Frågeställningar

- Vilka områden av plaggets passform ger ett resultat som överensstämmer mellan den virtuella och fysiska dynamiska avprovningen?
- Vilka orsaker kan ligga till grund till de skillnader som påvisas mellan det fysiska och det virtuella plaggets passform vid dynamiska avprovningar?

### Avgränsningar

Det plagg som kommer att användas som underlag för arbetet är en blus i grundstorleken C38. Eftersom studien syftar till att undersöka passform vid avprovning i rörelse, kommer följande avgränsningar att göras:

- Det är enbart ett damplagg som ligger till grund för undersökningen, där herr- och unisexplagg exkluderas.
- Provpersonens uppfattning kring komfort i plagget kommer inte tas med i studien, som istället riktas mot att bedöma passform genom visuell analys.
- När likheten mellan de två plaggen ska jämföras är det plaggets passformsmässiga aspekter, det vill säga hur det sitter och rör sig på provpersonen eller avataren, som kommer att undersökas. Jämförelser av egenskaper som vävstruktur, färgåtergivning och liknande kommer därför inte inkluderas i undersökningen.
- Jämförelser mellan olika typer av programvaror för 3D-simulering kommer inte utföras, utan allt arbete med virtuella avprovningar sker i CLo3D.

## Teoretisk bakgrund

### Passform

Passform i ett plagg kan utvärderas från en rad olika aspekter, där fyra olika presenteras av Rasband, Liechty & Pottberg-Steineckert (2016): konstruktionslinjer, trådrak, rörelsevidd och rynkor. Den förstnämnda berör olika linjer som utgör plaggets form och balans, vilket inkluderar silhuett, insnitt och andra sömlinjer. Genom att observera plaggets trådrak kan förklaringar ges till hur plagget faller, och om nödvändigt justeras i mönsterkonstruktionen. Rörelsevidd är skillnaden mellan plaggets och kroppens storlek, och bestäms även det i konstruktionsstadiet. Är denna vidd alldeles för liten eller stor kommer plagget få en försämrade passform. Även om det finns olika sätt att klassificera rörelsevidd, där den vanligaste är funktionell kontra designmässig rörelsevidd (Sohn, 2012), kommer dess storlek att påverka ett plaggs slutresultat. Det sistnämnda området utgår från effekten snarare än symptomet till ett problem och vänder blicken mot rynkor som bildas i illasittande plagg. Detta kan, beroende på hur rynkorna ser ut, bero antingen på att plagget är för litet eller för stort (Rasband, Liechty & Pottberg-Steineckert, 2016).

Samtidigt som passform i slutändan utvärderas som antingen bra eller dålig, är begreppet i sig något mer facetterat. Hur en person upplever en viss passform behöver inte nödvändigtvis stämma överens med hur en annan gör det, vilket delvis kan förklaras genom psykologiska och socioekonomiska faktorer (Rasband, Liechty & Pottberg-Steineckert, 2016; Fan, Yu & Hunter, 2000). Det finns även stora skillnader mellan utvärderingar av passform i akademiska miljöer och inom konfektionsindustrin, där den senare tenderar att lägga större tillit till erfarenhet snarare än systematiska tillvägagångssätt (Gill, 2015). Det ryms således en subjektiv aspekt inom begreppet av passform, där den som bär eller utvärderar ett plagg troligen kommer färga omdömet utifrån personligt tycke och erfarenheter.

### 3D-simulering

Traditionellt sett skapas mönster inom konfektionsindustrin i 2D-format, vilket ofta sker utifrån färdiga grundmönster. Till detta grundmönster läggs sedan detaljer till för att skapa önskat plagg, varefter en prototyp produceras för att säkerställa att önskat resultat har uppnåtts (Ancutiene, 2017). Även om det finns 3D-programvaror som arbetar utifrån andra metoder, där vissa erbjuder användaren att arbeta från 3D till 2D (Sayem, Kennon & Clarke, 2010), syftar 3D-simulerade avprovningar oftast till att ersätta eller fungera tillsammans med det sistnämnda steget. Liknande som vid ett fysiskt prov ”sys” mönsterdelar ihop i programvaran för 3D-simulering och draperas sedan kring en kroppsform (Ancutiene, 2017; Porterfield & Lamar, 2017). Denna kroppsform, vilken oftast kallas avatar, går i mer eller mindre alla programvaror att anpassa i form för att efterlikna önskad kroppstorlek (Sayem, Kennon & Clarke, 2010; Clo3D, 2020a).

Användaren ställs dock inför en rad utmaningar i arbetet med att utföra virtuella avprovningar, där två av de viktigaste aspekterna är hur material och provmodell återskapas i digitalt format. Även om avatrar kan förändras efter bestämda kroppsmaat kommer det inte utan komplikationer. I en jämförelse mellan olika programvaror konstaterar Sayem (2019) att digitala provpersoner med samma mått angivna fick en kraftig variation i hur kroppsformen såg ut. Detta menas bero på hur de olika programvarorna sprider ut kroppsmaatens längs avatarrens vidd och längd. En fysisk och virtuell provperson, eller två avatrar i olika programvaror, kan således ha samma mått men olika kroppsform (Ibid). Visserligen är detta

inget som är unikt just för virtuella avprovningar, då samma förhållande kan råda mellan två fysiska personer, men det är en aspekt som är värd att ha i beaktning vid denna typ av arbete.

Simuleringen av textila material blir mer komplicerad genom den bredd av olika typer av tyg som finns tillgängliga (Power, 2012). Tygegenskaper varierar stort utifrån om tyget är en väv eller trikåvara, om det är stelt eller följsamt samt om det är tjockt eller tunt. Dessa egenskaper är inte heller fasta beroende på bestämda faktorer, utan ett vävt material vara kan lika gärna vara mjukt som stelt och så vidare. Återskapandet av textila material i virtuell miljö försvåras ytterligare av att de är elastiska och icke-uniforma material, som beter sig olika beroende på vilken riktning de belastas i (Ibid). Att påfrestningarna på material och avatar skulle öka ytterligare om de sätts i rörelse är därför inte orimligt att anta, men det är inget som har undersökts i ovan nämnda studier.

I en strävan att skapa korrekta tygegenskaper för 3D-simuleringar har ett antal metoder tagits fram för att på ett objektivt sätt avläsa egenskaper hos ett material, vilka sedan kan överföras till CAD-programvaror. *Kawabata Evaluation System* är ett sådant exempel som är tillämpningsbart till ett flertal olika system på marknaden (Power, 2020), medan andra företag själva har tagit fram lösningar till sina egna CAD-system. *Fabric Kit* från Clo3D (2020b) och *Fabric Analyzer* från Browzwear (2020) är två exempel på den sistnämnda typen av produkt. Gemensamt för samtliga metoder är att de utifrån en bestämd serie tester av tygets mekaniska egenskaper tar fram värden som går att mata in i programvaran, vilket syftar till att skapa ett mer verklighetstroget resultat. Samtidigt som dessa ökar möjligheterna att få en god återgivning av ett tygs egenskaper, är de ingen garanti för att få ett perfekt materialåtergivning. I många fall används testmetoder som ej överensstämmer med redan etablerade standarder, vilket kan leda till missvisande mätresultat (Kuijpers, Luible-Bär & Gong, 2020; Power, 2020). Detta stärks även genom den studie som utfördes av Sopjani (2018), där resultatet visade skillnader i passform mellan en fysisk och virtuell variant av samma plagg, trots att en materialinläsning hade gjorts med Clo3D:s *Fabric Kit*. Slutligen har studier visat att det finns ett samband mellan de mer objektiva bedömningsmodellerna och subjektiva sådana. Genom att låta en expertpanel bedöma hur tyger draperades kring ett runt föremål, och sedan jämföra detta mot värden framtagna genom mätningar av materialen, visade Kuijpers (2017) att det finns en tydlig korrelation mellan resultaten. Huruvida denna bedömning skulle påverkas av rörelse tas inte upp som en del av denna studie, där metoden är riktad mot att analysera hur tyg draperas kring ett statistiskt objekt.

## Avprovning

Avprovningar med provmodeller är fortfarande det vanligaste sättet att utvärdera ett plagg inom konfektionsindustrin, trots att det är en förhållandevis dyr process. Olika sätt att strukturera processen och motarbeta subjektivt inflytande på resultatet har gjorts, där bland annat avprovningsprotokol utformats för att tydliggöra vad och hur något ska undersökas (Fan, Yu & Hunter, 2000; Park & Lee 2017). Genom att göra bedömningen med hjälp av sifferskalor, där olika områden på plagget bedöms i separata frågor, ges ett resultat som jämförbara och mätbara (Fan, Yu & Hunter, 2000).

Lage et al. (2020) konstaterar att det finns två olika sätt att utvärdera ett plags passform i virtuell miljö: antingen genom att visuellt bedöma plagget, eller att mäta rörelsevidden. Det senare görs genom att mäta avståndet mellan plagg och avatar på bestämda punkter, vilket ger en insyn i hur mycket större plagget är än bäraren. Detta är inte helt olik en av de metoder som tidigare nämndes för att analysera ett plagg i fysisk form (Rasband, Liechty & Pottberg-Steinecker, 2016), även om själva mätprocessen sker på olika sätt. Den förstnämnda metoden,

att visuellt utvärdera plagget, görs med fördel med hjälp av inbyggda funktioner i programvaran som lättare kan visa hur plagget sitter på kroppen. Dessa funktioner kan (beroende på programvara) uppvisa grafik som underlättar att se hur exempelvis tryck, dragningar och rörelsevidd är utspritt över plagget (Lage et al., 2020).

Trots att större delen av provningar fortfarande sker med fysiska provmodeller, där goda möjligheter finns att undersöka rörelser i plagget, utgår en stor del av facklitteratur inom området utifrån personer i statiska positioner. Även om behovet av att kunna röra sig bekvämt i plagg beskrivs bland annat i Rasband, Liechty & Pottberg-Steinecker (2016), görs det som en del av den subjektiva uppfattningen kring komfort snarare än ett område där det kan objektivt kan bedömas. Visserligen lägger ovan nämnda författare inte fram en tydlig modell för avprovningar, utan ger snarare läsaren olika sätt att se på och analysera passform. I viss kontrast mot detta finns studier som har undersökt hur kroppar förändras när de utför olika typer av rörelser. Wang, Mok & Kwok (2011) är ett exempel på detta, som genom att ta 30 olika mått på provpersoner i statiska kontra dynamiska positioner studerade förändringen i dessa. Med hjälp av resultatet presenterar författarna sedan dels en lista över mått som bär extra vikt i utvärderingen av en kropps förändring vid rörelse, dels ett förslag på en konstruktionsgrund för funktionskläder som bygger på denna. Författarna menar att de kroppsmaått som genomgående hade störst förändring vid olika dynamiska rörelser var armbågens omkrets, ryggbredden samt längden av armens utsida (Ibid). I sin avhandling *Analysis of Upper Body Measurement Change Using Motion Capture* undersöker Sohn (2012) likt tidigare nämnda författare hur kroppsmaått påverkas av olika dynamiska rörelser. Resultatet visar bland annat att förändringen i kroppsmaått på överkroppen har en direkt koppling till hur stor rörelsen är i axlar och skuldror. Precis som i ovan nämnda studie är ryggbredden ett av de områden som påverkas mest, men axelbredden lyfts som ett ytterligare exempel.

## Metod

Arbetet struktureras i tre steg, av vilka det första behandlar programvaror och utrustning som används som studiens grundläggande verktyg. Det andra steget beskriver urvalsprocess och justering av provmodell och avatar, medan det sista behandlar utformning av avprovningsprotokoll.

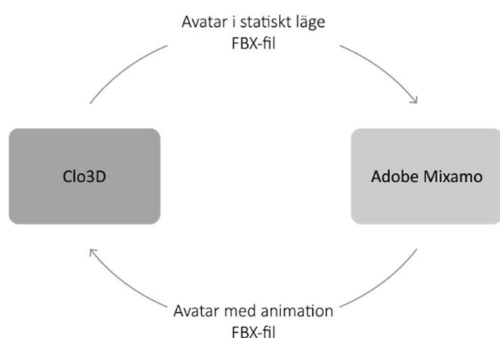
## Material & utrustning

Den plaggmödel som används för studien är en redan befintlig blusmodell med tillhörande mönsterkonstruktion, vilken illustreras med det uppsydda provet i figur 1. Blusens liv har två insnitt fram och stängs med en enkel knäppning, medan bakstycket har ett ok och ett insnitt på vardera sida. Kragen är av klassisk variant med separat kragstånd och ärmen avslutas med en manschett med en smal rynkad volang. Blusen är sydd i en bomullsväv i tuskaftsbindning och har en vikt omkring 100 g/m<sup>2</sup>.



Figur 1. Studiens blusmodell placerad på provmodell.

Sett till CAD-programvaror sker arbetet huvudsakligen i Clo3D. En viss mängd rörelser finns tillgängliga i programvaran, men de är något begränsade i sin variation. Alla animationer är olika varianter av gång, vilka troligen främst riktas mot att användas vid virtuella modevisningar. För att ge studien andra typer av kroppsrörelser att arbeta med används *Adobe Mixamo*, en webbaserad tjänst som tillhandahåller användare med en mängd olika animationer (Adobe, 2021). Dessa är huvudsakligen ämnade att användas för animerade filmer och datorspel, men kan även nyttjas i Clo3D (Clo3D, 2020c). Detta möjliggörs genom att importeras den avatar som används för avprovningarna till Mixamo, där den genom en halvautomatisk ges möjligheten att utföra ett utvalt rörelsemönster. Avataren och dess rörelse kan sedan exporteras till Clo3D, vilket förklaras något förenklat i illustrationen nedan (figur 2).



Figur 2. Export/import-process där en statiskt avatar från Clo3D ges en animation med hjälp av Adobe Mixamo.

För att få en trovärdig återgivning av plaggets tyg vid 3D-simulering väljs ett virtuellt material från programvarans grundutbud som i hög grad överensstämmer mot det fysiska, där urvalsprocessen sker genom att utgå från materialkomposition, vikt och fall/draperingsförmåga. Materialegenskaperna ändras sedan för att få ett mer verklighetstroget resultat, vilket görs med hjälp av att placera det fysiska plagget på provmodellen och jämföra detta mot den virtuella på en avatar och justera den sistnämnda med hjälp av Clo3D:s *Fabric Property Editor* (2018). Metoden grundar sig här i det samband Kuijpers (2017) visade kring objektiva och subjektiva bedömningsmodeller kring tygers draperingsförmåga. Utöver detta tillämpas även funktioner för att efterlikna att ett mellanlägg har sammanfogats med tyget.

Samtliga plaggdelar som har dubbla lager tyg (krage, kragstånd, manschetter och ok) kommer i simuleringen behandlas som ett enkelt lager. Detta görs efter att inledande tester visat svårigheter för programvaran att simulera flera lager tyg, inte minst vid animationer. Detta stärks även genom det resultat som uppvisades av Porterfield och Lamar (2017), som pekade på en viss problematik kring samma område. Beslutet grundas således i en strävan att skapa ett stabilt simulerat plagg inför animering, och minimera risken för tygkollisioner som skulle kunna komma att störa resultatet.

#### Provmodell & avatar

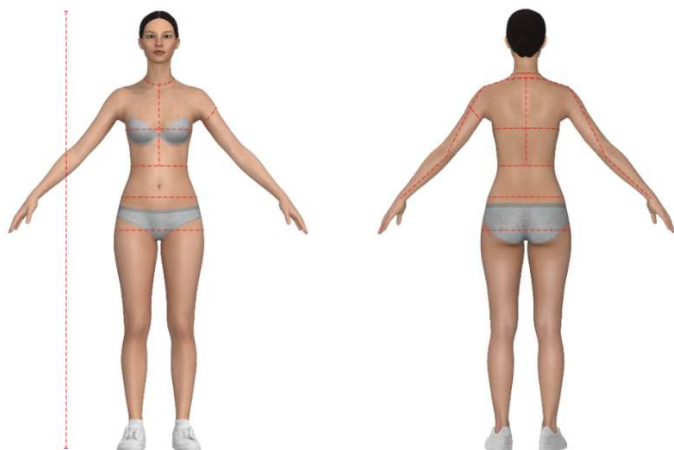
Utifrån en kropps måttlista från STU (1977) görs ett urval av mått som anses vara relevanta för överdelsplagg, vilka kan ses i tabell 1 nedan. Utöver standardmåttan anger tabellen även den utvalda provpersoners kropps mått samt skillnaden mellan dessa.

Kropps mått (cm)	C38	Provmodell	+/-
Bystvidd	88	87	-1,0
Midjevidd	70	69	-1,0
Stussvidd	96	97,5	+1,5

Tabell 1. Standardmått storlek C38, provmodellens kropps mått samt differensen där emellan.

Som tabellen ovan tydligt visar är provmodellen mindre över byst- och midjevidd, medan stussvidden är något större. Dessa måttavvikelser är dock inte tillräckligt stora för att personen i fråga klassificeras som en annan standardstorlek (STU, 1977).

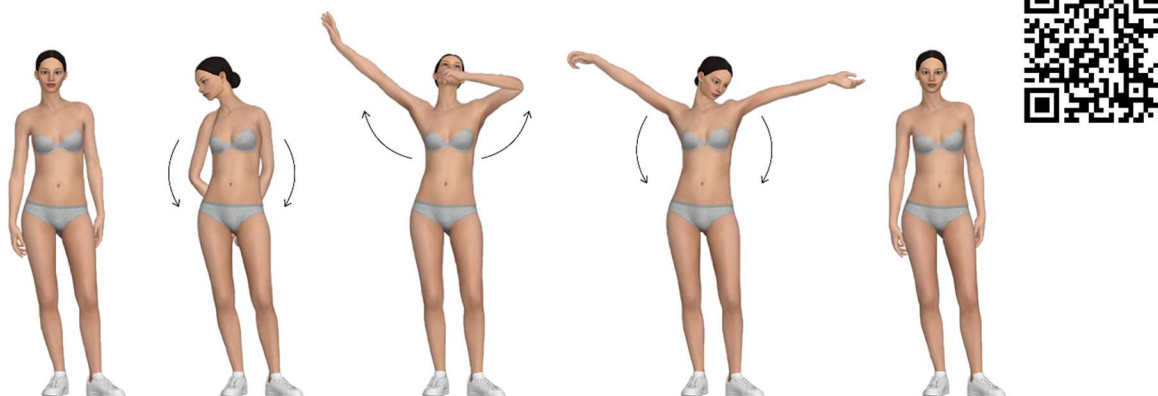
För att få en rättvis jämförelse av det virtuella och det fysiska plagget förändras avataren från sitt grundutförande till att överensstämma med provpersonens kropps mått. Detta görs enligt de mått som används i Clo3D:s *Avatar Editor* (2020a), vilka kan ses i figur 3. Återigen läggs fokus på de mått som är relevanta för ett överdelsplagg, vilka har markerats med röd streckad linje i figuren.



Figur 3. Kroppsmått relevanta för överdelsplagg, från Clo3D:s Avatar Editor.

Dessa mått, vilka sammanlagt är tolv till antalet, mäts på provpersonen vid avprovningstillfället och antecknas i avprovningsprotokollet (se bilaga A). Eftersom studien kräver både filmat och fotografiskt material hämtas även ett samtycke från provmodellen kring användandet av dessa i forskningssyfte.

Sett till rörelse, det vill säga en av studiens grundläggande principer, görs även där ett urval kring vad som ska analyseras. Detta grundas precis som måtten ovan i att det är ett överdelsplagg som utvärderas och riktas därför mot de delar som utgör överkroppen. Med grund i tidigare forskning kring hur människokroppen förändras vid rörelse (Wang, Kwok & Mok, 2011; Sohn, 2008) läggs således krav på att rörelsemönstret ska inkludera förändring i följande kategorier: axlar/skuldror, armar och torso. Utifrån detta valdes en rörelse ut för avprovningarna som i Mixamo kallades *Yawn*. Som namnet avslöjar är rörelsen en (något överdriven) gäspning som inkluderar både böjda och utsträckta armar samt en lätt bakåtböjd överkropp. Genom att armarna inledningsvis placeras bakom kroppen ger rörelsen även en rotation i axeln och förändring i skuldrornas position. I figur 4 nedan visas en förklaring av de rörelsen, där den på grund av formatet har förenklats till en serie stillbilder i kronologisk ordning.



Figur 4. Rörelsemönster för "Yawn". Skanna QR-kod för att visa rörelsen i videoformat.

Med hjälp av videoinstruktioner får provpersonen vid avprovningen efterlikna rörelsen avataren utför, vilket filmas från tre olika vinklar: framifrån, från höger sidan samt bakifrån.



## Avprovningsanalys

Datainsamlingen sker genom att respondenter med hjälp av ett frågeformulär gör bedömningar kring plagget och är riktad till designtekniker eller liknande yrkesroller med erfarenhet av avprovningar. Protokollet kan ses i sin helhet i bilaga B och inkluderar frågor där respondenterna tillåts bedöma likheten mellan det fysiska och det virtuella plagget med hjälp av en ordinalskala. Den femgradiga skalan går från *Överensstämmer inte alls* till *Överensstämmer helt*, med ett extra alternativ om respondenten anser att inte går att avgöra. Det är således en kvantitativ metod som tillämpas, där svarsalternativ är utformade för att skapa ett resultat mät- och jämförbart (Holme & Solvang, 1997). Samtidigt finns kvalitativa inslag där möjligheten finns att i fritextformat kommentera avprovningarna.

Protokollet som används för att utföra datainsamlingen grundas delvis på den modell som användes av Broberg (2018), men även på de bedömningskriterier för passformsanalys som tidigare lyftes (Rasband, Liechty & Pottberg-Steineckert, 2016). Tillsammans ger dessa källor åtta olika områden som fungerar som underlaget för passformsbedömningen: silhuett, rörelsevidd, skärmlinjer, längder, trådriktning, rynkor/dragningar samt krage/manschett. Bedömningen görs utifrån filmer och bilder på det fysiska och det virtuella plagget som visas bredvid varandra från olika vinklar. Enkäten inleds med att deltagarna får fylla i information kring deras yrkes- och utbildningsbakgrund samt deras tidigare erfarenhet av 3D-simulerade avprovningar. Detta fungerar som ett medel för att säkerställa att de som deltar i undersökningen har den förkunskaps som krävs inom avprovningar, oavsett om de sker i fysiskt eller virtuellt format. Resterande del av enkäten är uppdelad i fem olika segment som behandlar följande områden: avatar och provmodell, visuell analys framifrån, från sidan och bakifrån, samt en övergripande passformsbedömning. I de fyra första delarna ställs jämförande frågor mellan det virtuella och det fysiska plagget, medan respondenten i den sistnämnda tillåts ge en analys av det plaggens passform oberoende av varandra. Valet att inkludera ett moment där plaggen inte ställs mot varandra grundades, precis som den tidigare nämnda frågan kring provpersonens uppfattning om passformen, i att ge möjligheten till större förståelse för resultatet. Det inledande och avslutande frågeavsnittet använder bilder på provmodell/avatar och blus i statiskt läge, medan resterande bedömning görs utifrån filmer på de dynamiska avprovningarna.

## Resultat

### Material & utrustning

Det tyg som valdes som utgångspunkt för den virtuella blusen har namnet *Cotton 40s Poplin*, vilket justerades enligt den tidigare beskrivna metoden. Förändringarna som utfördes på tygets mekaniska egenskaper finns att se i sin helhet i bilaga C, och illustreras nedan med en bild på den fysiska blusen samt den virtuella i dess redigerade tyg.

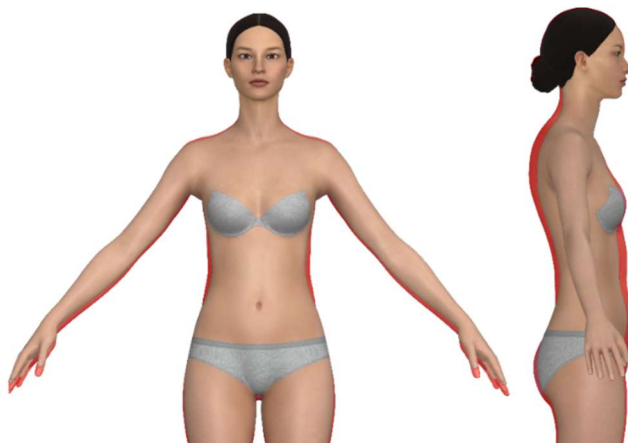


Figur 5. Virtuella och fysisk blus. Den virtuella blusens materialegenskaper har uppdaterats få ett fall som i högre grad överensstämmer mot den fysiska.

För att efterlikna effekten av att ett mellanlägg har applicerats på tyget användes en förinställd variant som i programvaran kallas *Fusing: Common*, vilket gjordes på mönsterdelarna för krage, manschetter samt knappslå. Precis som de övergripande tygegenskaperna gjordes detta genom en visuell analys av i vilken grad berörda mönsterdelar stärktes upp av olika typer av mellanlägg.

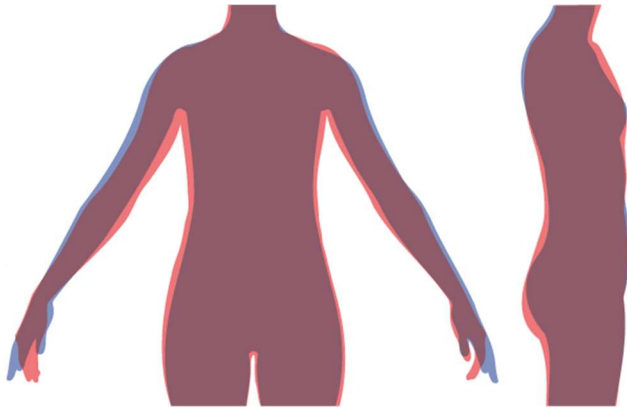
### Provmodell & avatar

Resultatet av den förändrade avataren visas i figur 6 nedan, där den jämförs mot den ursprungliga avataren.



Figur 6. Originalavatar och uppdaterad avatar (röd) placerade på varandra.

Tydligast är här att större delen av viddmåttan har lagts framåt och bakåt istället för åt sidan på kroppen. En viss förändring har även skett i avatarens hållning, där den är något mer krum än tidigare. Troligen är detta ett resultat av hur programvaran väljer att tolka skillnaden mellan livlängd fram och bak, tillsammans med angiven ryggbredd. För att ytterligare undersöka effekten av avatarförändringen jämförs den även mot provpersonen, vilket visas i figur 7.



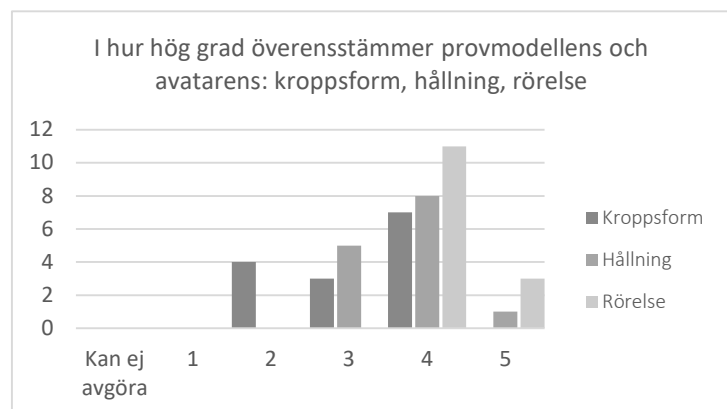
Figur 7. Provmodell (röd) och uppdaterad avatar (blå) placerade på varandra. Där de två kropparna överlappar illustreras med det de lila fälten..

Precis som visades i figur 6 har förändringen i överkroppens viddmått framförallt lagts framåt och bakåt. Jämfört med provmodellen får därför avataren en kroppsform som är smalare sett framifrån, samtidigt som den är bredare sett från sidan. Detta blir tydligast vid överkroppens vidd, där provmodellen är bredare med en mindre byst. Avataren har även en något annorlunda hållning i förhållande till dess fysiska motsvarighet, med en mer markerad svank och högre skulderparti.

#### Avprovningens analys

Studiens undersökning resulterade i svar från femton olika respondenter, vilka hade olika yrkes- och utbildningsmässiga bakgrunder inom det textiltekniska området. En av respondenterna exkluderades när resultatet sammanställdes, då den inte uppgav vare sig yrkestitel eller antal yrkesaktiva år samt ej hade erfarenhet av 3D-simulerade avprovningar. Det fortsatta resultatet som presenteras är således baserat på de fjorton resterande respondenterna.

Likheten mellan provmodell och avatar värderades generellt sett högt, vilket visas i figur 8. I alla av de tre kategorierna, vilka är kroppsform, hållning och rörelse, var det mest förekommande svaret fyra på den femgradiga skalan. Kroppsform sticker ut något, där fyra respondenter ansåg likheten vara förhållandevis låg i förhållande till övriga områden.



Figur 8. En sammanställning av undersökningens inledande två frågor kring likheten mellan avatar och fysisk provperson

Sett till plaggets silhuett tyder resultatet på en hög grad av likhet, oavsett om avprovningen bedömdes framifrån, från sidan eller bakifrån, där det vanligaste värdet var fyra av fem. Resultatet visar även att plaggets rörelsevidd överlag ansågs ha en hög grad av likhet, vilket illustreras i figur 9.



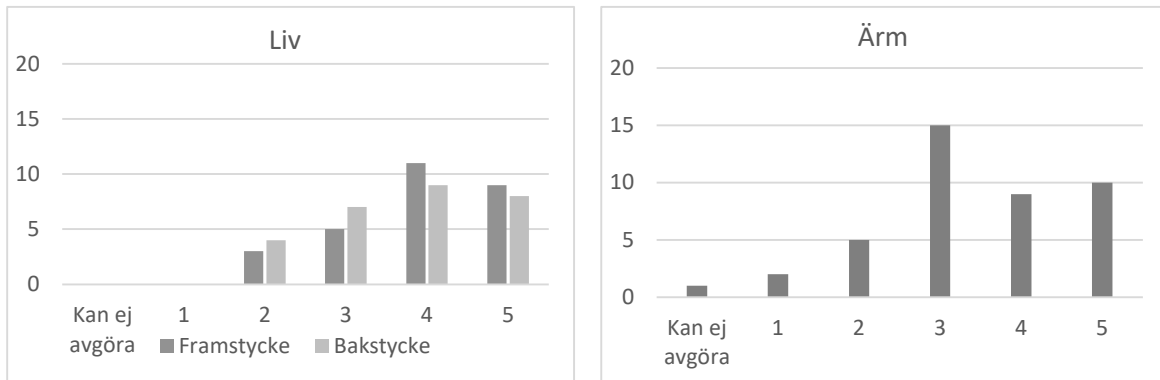
Figur 9. Resultatet för frågan "I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets rörelsevidd?", där svarsalternativen går från 1 (överensstämmer ej) till 5 (överensstämmer helt). Svaren är här sammanställda från avprovningsanalysen framifrån, från sidan och bakifrån.

Det vanligaste svaret är även vid detta område fyra på den femgradiga skalan. Bystviddens rörelsevidd har en något större spridning, vilket stärks med de kommentarer som lämnades kring området. Flera respondenter menade där att rörelsevidden över bysten upplevdes vara mindre vid den virtuella avprovningen i jämfört med den fysiska.

Plaggdelarnas trådriktning visade sig vara ett område som var svårt att utvärdera, där en stor mängd av svaren hamnade under alternativet för *kan ej avgöra*. Samtidigt var det nästan lika många, eller för bedömningen framifrån till och med fler, som menade att den fysiska och den virtuella blusens trådrak överensstämde helt. Ett liknande förhållande, om än inte lika hög grad av svar, gäller även för plaggets skärlinjer. I detta fall ansågs axelsömmen framförallt vara svår att utvärdera, med 36% av svaren på *kan ej avgöra*-alternativet. Insnitt och ok bedömdes överensstämma i en hög grad, med ett medelvärde på 4,1 respektive 4,2.

Sett till hur rynkor och dragning överensstämmer mellan den fysiska och den virtuella blusen visar resultatet en medelhög grad av likhet, där respondenternas svar hade ett snarlikt medelvärde för de två olika fenomenen (3,6 kontra 3,5). Detta står dock något i kontrast till undersökningens avslutande del, där deltagarna fick göra en passformsbedömning på de två versionerna av plagget. I denna fråga anmärkte ett flertal respondenter på att rynkor och dragningar bildades på ett icke önskvärt sätt på den virtuella blusen i förhållande till den fysiska.

Utvärderingen av blusens längder gav ett något åtskilt resultat mellan livdelar och ärm, där den senare bedömdes överensstämma i en något lägre grad än den förstnämnda (se figur 10). Samtidigt anmärkte två respondenter på att provmodell och avatar var klädda på olika sätt. Provmodellen bar ett par åsittande byxor medan avataren enbart hade trosor på sig, vilket lyftes som ett problem då de olika underkroppsplaggen försvårade möjligheten att göra en korrekt bedömning av livdelarnas längd.



Figur 10. Resultatet från frågan "I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets längder?", där svarsalternativen går från 1 (Överensstämmer inte alls) till 5 (Överensstämmer helt). Resultatet är sammanställt från avprovningsanalysen framifrån, från sidan och bakifrån.

Slutligen visar resultatet som berörde kragen och manschettens passform en hög grad av likhet mellan de två versionerna av blusen, med ett medelvärde som för båda av de två plaggdelarna var 4,1. Precis som tidigare frågor blir dock resultatet något mer nyanserat när kommentarerna tas med i beaktning, där en respondent genomgående lyfter svårigheter med att göra en korrekt bedömning av kragens passform och två andra menar att passformen på den virtuella blusens krage lämnar utrymme för förbättring.

## Diskussion

### Material & utrustning

För att bestämma det virtuella tygets materialegenskaper användes ingen av de inläsningsmetoder som finns tillgängliga, likt Clo Fabrik Kit (2020) eller KES (Power, 2020), utan bedömningen gjordes genom en visuell analys. Även om Kuijpers (2017) visade att det finns en tydlig koppling mellan mer subjektiva och objektiva bedömningsmodeller för draperingsförmåga, hade studien troligen gynnats att använda en mer standardiserad metod. Även om denna teknik stundtals brister i hur dess tester är utformade (Kuijpers, Luible-Bär & Gong, 2020) och inte alltid ger ett tillförlitligt resultat (Sopjani, 2018), hade det kunnat skapa förutsättningarna för en högre tillförlitlighet till studien.

Det finns även ett värde i att lyfta hur väl Adobe Mixamo fungerar som ett verktyg vid virtuell avprovning, då varken denna eller tidigare studier har gjort djupare undersökningar av hur den virtuella kroppen förändras under ett rörelsemönster. Om rörelsen som exporteras från Mixamo inte är verklighetstrogen kommer det oundvikligen påverka möjligheten att göra en korrekt passformsbedömning.

### Provmodell & avatar

Justeringen som gjordes på avataren efter provmodellens kroppsmått blir ett tydligt exempel på de begränsningar som finns med avatarredigering. Även om provmodell och avatar överensstämmer mot varandra rent måttmässigt, finns det ändå skillnader i deras kroppsform. I förlängningen får detta konsekvenser för hur passformen kan utvärderas när den ska jämföras mot en fysisk motsvarighet. Vad som är värt att nämna är att denna studie enbart har arbetat utifrån en enskild provmodell, vilket självklart begränsar de slutsatser som här går att dra. Samtidigt är resultatet i linje med det som presenterades av Sayem (2019) angående hur kroppsmått tar sig uttryck i en virtuell miljö. Ett alternativt tillvägagångssätt hade här varit att, likt Lage et al. (2020), tillämpa 3D-skanning för att undvika problematiken kring hur programvaran översatte kroppsmått till avatarens figur.

### Avprovningsanalys

När inspelningarna av den fysiska avprovningen gjordes filmades provmodellen tre gånger, en gång ur varje vinkel. Oavsett hur bra provmodellen lär sig rörelsen, är det orimligt att tänka sig att personen skulle kunna utföra samma rörelse identiskt vid tre tillfällen. Ett alternativt, och troligen bättre, tillvägagångssätt hade varit att filma samma rörelse ur tre olika vinklar samtidigt för att säkerställa att undersökningens respondenter fick ett tillförlitligt material att utgå ifrån. Det är även värt att överväga om utformningen av enkätundersökningens frågor kan ha kommit att påverka resultatet. Flera av frågorna täcker in stora områden på plaggen (se bilaga B), vilket kan ha lett till en komplicerad bedömning. Även om möjligheten fanns att kommentera svaren efter varje avsnitt, blir det ändå en svårighet för respondenten att avgöra vart på den femgradiga skalan bedömningen ska placeras.

Som lyftes i resultatdelen var plaggdelen trådriktning det område som visade sig vara svårast att utvärdera. När undersökningens utformning tas med i åtanke visar detta svårigheter med att utföra en jämförande passformsanalys i videoformat. Att resultatet sett framifrån gav en något lägre grad av *Kan ej avgöra*-alternativ kan troligen förklaras genom plaggets utformning med en knappslå i framkant, vilken ger en utgångspunkt att avgöra trådriktningen ifrån. Ett alternativ här hade varit att markera plaggets trådriktning på respektive plaggdelen, vilket hade underlättat för respondenterna att göra en korrekt bedömning. Detta hade antingen

kunnat göras genom någon typ av markering, men smidigare hade troligen varit att använda ett rutigt eller randigt tyg.

Precis som studiens metod för redigering av det virtuella tyget, grundades även datainsamlingen på subjektiv bedömning. Även om detta förhållningssätt är vanligt förekommande inom konfektionsindustrin (Gill, 2016), hade det ändå funnits ett värde i att kombinera det med mer objektiva bedömningsmodeller. Genom att komplettera den visuella bedömningen med att till exempelvis använda mätverktyg för att undersöka hur rörelsevidden förändrades, liknande vad som tillämpades av Lage et al. (2020), hade en mer fullständig bild av den virtuella avprovningen kunnat tas fram.

## Slutsats

*Vilka områden av plaggets passform ger ett resultat som överensstämmer mellan den virtuella och fysiska dynamiska avprovningen?*

Blusens silhuett och rörelsevidd överensstämmer väl mellan den fysiska och den virtuella avprovningen, medan förhållandet blir något mer varierat för övriga områden. Plaggets längder visade en relativt hög grad av likhet sett till livet, medan ärmen ansågs överensstämma i en något lägre utsträckning. Plaggdelarnas trådriktning visade sig genomgående vara svåra att utvärdera, vilket även var gällande för skärlinjer. I det senare fallet var det framförallt axelsömmen som uppvisade en hög grad av svar i alternativet för *Kan ej avgöra*. De rynkor och dragningar som uppstod i plagget vid rörelse visade en medelhög grad av likhet, medan krage och manschett menades överensstämma väl. Samtidigt blir resultatet något mer tvetydigt när undersökningens kommentarer tas med i beaktning, vilka lyfter passformsrelaterade problem sett till de två ovan nämnda områdena.

*Vilka orsaker kan ligga till grund till de skillnader som påvisas mellan det fysiska och det virtuella plaggets passform vid dynamiska avprovningar?*

Studien visar ett flertal faktorer som kan ha en inverkan på resultatet av de två avprovningarna. Dessa faktorer är dels kopplade till CAD-programvaran, dels till hur analysen av avprovningarna utfördes.

Angående första området visar studien svårigheter med att skapa ett utgångsmaterial som väl överensstämmer mellan den fysiska och den virtuella miljön. Detta handlar delvis om hur avatarredigeringen tar sig uttryck, där programvaran väljer att sprida ut kroppsmåtten på ett sätt som inte återspeglar den fysiska provpersonen. Ytterligare visar resultat och diskussion en viss problematik kring möjligheterna att återskapa korrekta materialegenskaper, vilket kan förklara det resultat som uppvisas för plaggets rynkor och dragningar. Även om studiens metodval hade kunnat kompletteras med en mer standardiserad sådan, får resultatet stöd genom tidigare forskning.

Sett till avprovningsanalysens inverkan på resultatet blir trådrak och axelsöm två tydliga exempel, då de genom formatet blev svåra att utvärdera. Utvärderingen av plaggets längder kan även komma att ha påverkats av hur avatar och provmodell var klädda på underkroppen, där deras olika typer av byxor försvårade möjligheten att göra en korrekt bedömning.



## Slutord

Virtuella programvaror för passformsutvärdering kan fungera som en del i att effektivisera och minska negativ miljöpåverkan från konfektionsindustrin. Denna studie kan förhoppningsvis fungera som en fortsättning av redan befintliga studier och arbetssätt kring området. Även om omfattningen är något begränsad, kan den ändå vara ett första steg i att undersöka ett tidigare utforskat område. Baserat på vad som uppvisas i denna studie kan virtuella avprovningar troligen inte vara den enda verktyg som används för att bedöma ett plaggs passform i rörelse. Samtidigt kan det, genom att användaren blir medveten om både möjligheter och begränsningar i programvaran, fungera som ett komplement till mer traditionella metoder.

Vid fortsatta studier hade möjligheterna till 3D-skannade kroppar varit ett intressant område att undersöka, vilket hade kunnat fungera som ett sätt att skapa ett utgångsmaterial för de två avprovningarna som i högre grad överensstämde mot varandra. Även *motion capture*-teknik, är ett område som är av intresse att utforska, då det skulle kunna låta provmodellen rörelser styra avataren istället för tvärtom.

Eftersom denna studie enbart behandlade ett överdelsplagg för dam, finns det även utrymme för fortsatta studier kring andra plaggtyper och målgrupper. Det finns även ett behov av att undersöka resultatet från virtuella dynamiska avprovningar i andra storlekar och kroppstyper.

## Referenser

- Adobe (2021). *Mixamo*. [https://www.adobe.com/devnet/author\\_bios/Mixamo.html](https://www.adobe.com/devnet/author_bios/Mixamo.html) [2021-05-01]
- Alfredo, Carlos & Rodriguez, Becerra (2016). *Virtual fitting rooms*. Diss. Madrid: Universidad de Politecnica de Madrid.
- Ancutiene, K. (2017). Virtual try-on technologies in the clothing industry. Part 1: investigation of distance ease between body and garment. *The journal of the Textile Institute*. 108(10).
- Broberg, E. (2018). *3D som stöd vid produktutveckling – Undersöker gradering av avatar utifrån kroppsåttlista samt passformsåtergivning i 3D för överdelsplagg herr*. Kandidatuppsats, Institutionen för Textilteknologi. Borås: Högskolan i Borås.
- Browzwear (2020). *Fabric analyzer (FAB)*. <https://browzwear.com/products/fabric-analyzer/> [2021-05-20]
- Clo3D (2018). *A guide to fabrics and physical properties* [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=zYV19dq6NR8> [2021-05-02]
- Clo3D (2020a). *Avatar Edit 6.0*. <https://support.clo3d.com/hc/en-us/articles/360052611653-CLO-Avatar-Editor-Guide> [2021-04-30]
- Clo3D (2020b). *Fabric Kit Manual*. <https://support.clo3d.com/hc/en-us/articles/360041074334-Fabric-Kit-Manual> [2021-03-31]
- Clo3D (2020c). *Animation and Video Creation Tutorial*. [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=18dvBwxkAU8> [2021-05-18]
- Clo3D (2021). *Features*. <https://www.clo3d.com/explore/features> [2021-03-31]
- Gill, S. (2015). A review of research and innovation in garment sizing, prototyping and fitting. *Textile progress*. 47(1), ss. 1-85.
- Hanson & Lundberg (2020). *3D-simulering som arbetsmetod i produktutvecklingen i konfektionsbranschen – En studie om tillförlitligheten i 3D-avprovning*. Kandidatuppsats, Institutionen för Textilteknologi. Borås: Högskolan i Borås.
- Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn (1997). *Forskningsmetodik: om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.
- Hardaker, C. H. M., & Fozzard, G. J. W. (1998). Towards the virtual garment: three-dimensional computer environments for garment design. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 10 (2), ss. 114-127.
- Huck, J., Maganga, O. & Kim, Y. (1996). Protective overalls: evaluation of garment design and fit. *International Journal of Clothing, Science and Technology*. 9(1), ss. 45-61.

- Kuijpers, S., Luible-Bär, C. & Gong, H. (2020). *The measurement of fabric properties for virtual simulation—a critical review*. IEEE SA Industry Connections, ss. 1-43.
- Kuijpers, S. (2017). *Evaluation of physical and virtual fabric drape created from objective properties*. Diss. Manchester: The University of Manchester.
- Lage, A., Ancutiene, K., Pukiene, R., Lapkovska, E. & Dabolina, I. (2020). Comparative Study of Real and Virtual Garment Appearance and Distance Ease. *Material Science*. 26(2).
- Porterfield, A. & Lamar T. (2017). Examining the effectiveness of virtual fitting with 3D garment simulation. *International journal of Fashion design, Technology and Education*. 10(3), ss. 320-330.
- Power, J. (2012). Fabric objective measurements for commercial 3D virtual garment simulation. *International Journal of Clothing, Science and Technology*. 25(6), ss. 423-439.
- Rasband, J., Liechty, E. & Pottberg-Steineckert, D. (2016). *Fitting & Pattern Alteration: A Multi-Method Approach to The Art of Style Selection, Fitting, and Alteration*. New York: Fairchild Books, Bloomsbury Fashion Central.
- Sayem, A. S. M. (2019). Virtual fashion ID: A reality check. *IFFTI Conference*. Manchester, UK 8-11 April 2019.
- Sayem, A S M, Kennon, R. and Clarke, N. (2010). 3D CAD systems for the clothing industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*. 3(2), ss. 45–53.
- Sohn, M. (2012). *Analysis of Upper Body Measurement Change Using Motion Capture*. Diss. Minneapolis: University of Minnesota.
- Svenska textiltforskningsinstitutet, STU (1977). *Storlekssystem för damkläder: måttlistor och marknadsandelstabeller*. Stockholm: Styr. för teknisk utveckling.
- Sopjani, H. (2018). *Virtuell- och fysisk avprovning – En jämförelse mellan virtuell- och fysisk avprovning av överdelsplagg i unisexstorlekar*. Kandidatuppsats, Institutionen för Textilteknologi. Borås: Högskolan i Borås.
- Wang, Kwok & Mok (2011). Body measurements of Chinese males in dynamic postures and applications. *Applied Ergonomics*. 42, ss. 900-912.
- Fan, J., Yu, W. & Hunter, L. (2000). *Clothing appearance and fit: Science and technology*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

## Bilageöversikt

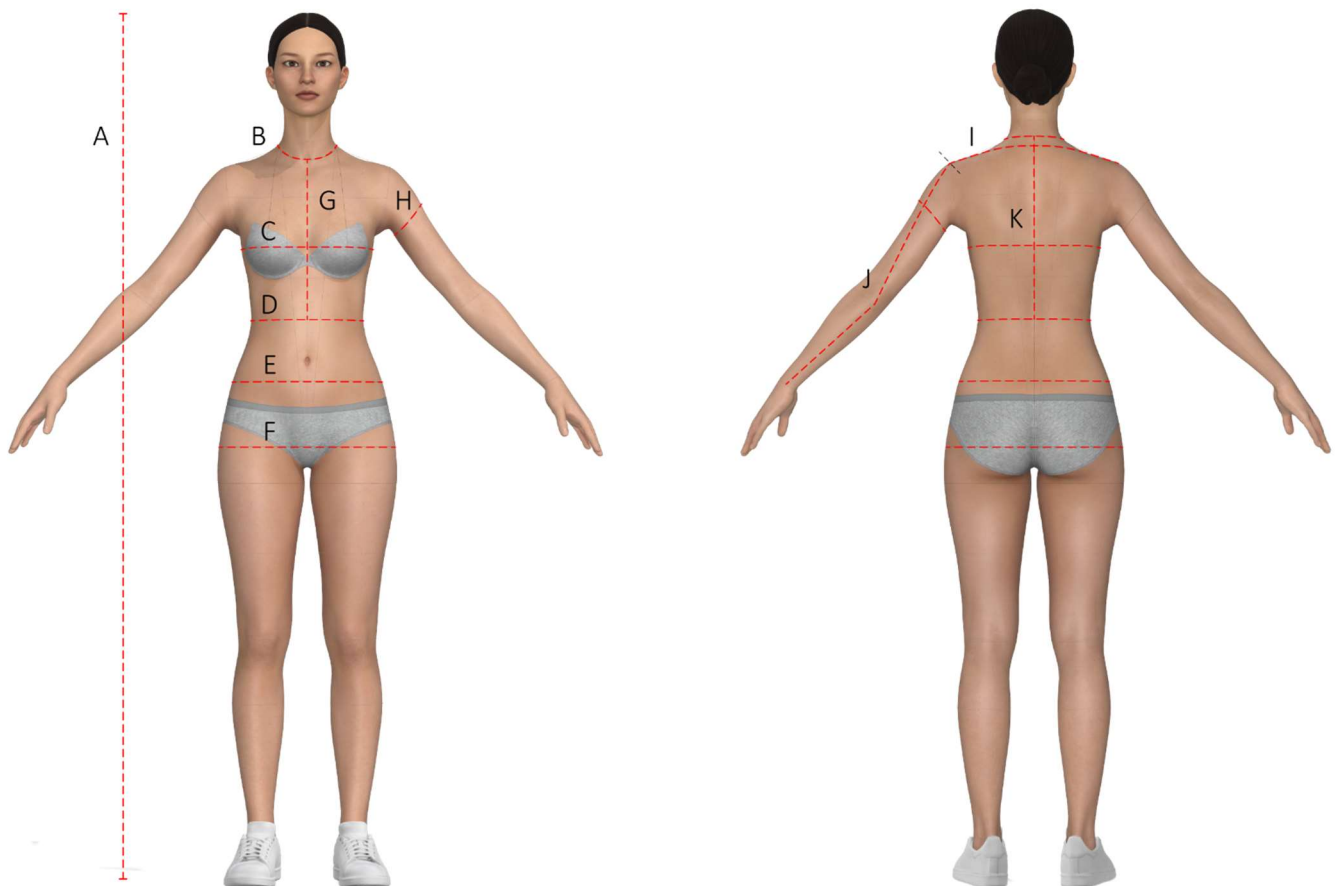
Bilaga A: Avprovningsprotokoll.....	29
Bilaga B: Enkätundersökning.....	31
Bilaga C: Redigering av virtuellt material... ..	19

## Bilaga A: Avprovningsprotokoll

### Dynamiska avprovningar

Avprovningsprotokoll 1/2

Datum: 2021-04-03  
 Dokument upprättat av: Jonathan Hallvede  
 Kod provmodell: A



Code	Name	Measurement (cm)
A	Total height	179
B	Neck base	36
C	Bust circumference	87
D	Waist	69
E	High hip	81
F	Low hip	97,5
G	CF Neck to Waist	35
H	Bicep	25
I	Across shoulder	37
J	CB Neck to wrist	80
K	CB Neck to Waist	39

Dynamiska avprovningar i 3D

Avprovningsprotokoll 2/2

Godkänner du som provmodell att bild- och filmmaterial används i forskningssyfte?

JA  NEJ

Hur upplever du som provmodell plaggets passform och komfort?

---

Skön att röra sig i, finns mycket frihet för rörelse. Den stramar lite vid axlarna, axelsömmen känns lite när jag rör på mig. Jag tycker inte att den sitter så bra över bysten, den är kanske lite stor där. När jag gör större rörelser [förf. anm.: utsträckta armar] känns den tight över ryggen och överarmen. Jag känner mig lite som en trollkarl i den.

---

---

---

## Bilaga B: Enkätundersökning

### Visuell analys av 3D-simulering i rörelse

Som en del av mitt examensarbete vid Designteknikerutbildningen på Högskolan i Borås görs den här enkäten för att skapa ett underlag för studier av 3D-simulerade avprovningar i rörelse.

Studien syftar till att visuellt undersöka skillnader och likheter mellan virtuella och fysiska avprovningar, vilket betyder att enkätens frågor är riktade mot passformsrelaterade områden. Utifrån samma konstruktion har en fysisk och en virtuell blus skapats, som sätts på en provmodell/avatar som utför en viss rörelse. Provmodellen och avataren har samma kroppsått.

Enkäten är riktad till designtekniker och andra yrkesroller där vana finns av att utföra avprovningar. Formuläret är uppdelat i fem delar, där varje del representerar olika fokusområden. Till varje del av enkäten finns det tillhörande filmer och/eller bilder, som du gärna får förstå upp i helskärm för att få en bättre bild av plaggen. Varje avsnitt avslutas med en möjlighet att lämna en kommentar, om det är något som du som respondent vill tillägga eller anmärka på.

Sammanlagt tar studien 10-15 minuter att fylla i. Om du vill är det även möjligt att lämna en mailadress i slutet, som jag kan använda om det finns behov av att kontakta dig i efterhand. Ditt deltagande och hur resultatet presenteras kommer att anonymiseras.

Tack så mycket för ditt deltagande, hör gärna av dig om du skulle ha några frågor!

Jonathan Hallvede  
Designteknikerutbildning, Högskolan i Borås  
070-5300787  
[jonathan.hallvede@gmail.com](mailto:jonathan.hallvede@gmail.com)

**\*Obligatorisk**

#### Deltagarinformation

Informationen används som underlag för studien, men publiceras och används på ett sätt som garanterar anonymiteten hos dig som respondent.

#### 1. Yrkestitel \*

---

#### 2. Yrkesaktiva år (inkl. utbildning) \*

---

#### 3. Högsta textila utbildning/examen: \*

---

#### 4. Har du tidigare erfarenhet av virtuell avprovning? \*

Markera endast en oval.

Ja

Nej *Fortsätt till fråga 6*

#### 5. Om ja, i vilken programvara?

Flera svarsalternativ är möjliga.

Markera alla som gäller.

- Lectra Modaris 3D fit
- Gerber Accumark 3D
- Clo3D
- Optitex
- 3D Vidya
- Browzwear
- Annan programvara

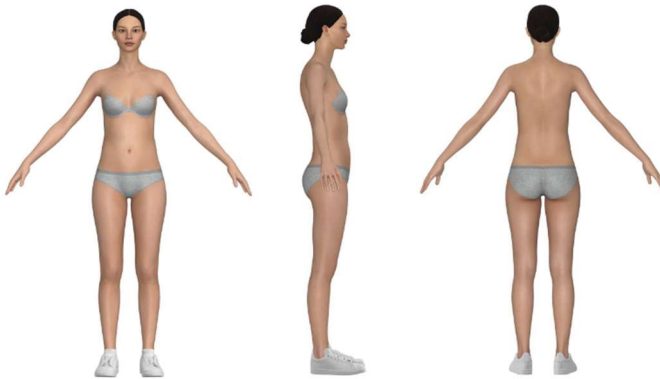
#### 1. Avatar och provmodell

Följande två bilder används som underlag för nästkommande två frågor i detta avsnitt.

## Provmodell



## Avatar



## 6. 1.1 I hur hög grad överensstämmer provmodellens och 3D-avatarens: \*

Markera endast en oval per rad.

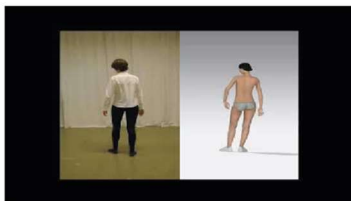
	1. Överensstämmer inte alls	2	3	4	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Kroppsförm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hällning	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Avatar och provmodell

Följande film används som underlag för samtliga frågor i detta avsnitt.

Filmen går att se ett obegränsat antal gånger. Du får gärna trycka på "Youtube"-ikonen för att kunna öppna upp den i helskärm och få en mer detaljerad bild.

## Rörelse



[http://youtube.com/watch?v=x9S46a\\_13uQ](http://youtube.com/watch?v=x9S46a_13uQ)



## 7. 1.2 I hur hög grad överensstämmer provmodellens och 3D-avatarens: \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Rörelse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Visuell analys:  
Framifrån

Följande film används som underlag för samtliga frågor i detta avsnitt.

Filmen går att se ett obegränsat antal gånger. Du får gärna trycka på "Youtube"-ikonen för att kunna öppna upp den i helskärm och få en mer detaljerad bild.

Framifrån



<https://www.youtube.com/watch?v=qNaJfpyzrV4>

## 8. 2.1 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets silhuett? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Framifrån	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 9. 2.2 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets rörelsevidd? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Byst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Midja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stuss	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Överarmsvidd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 10. 2.3 I hur hög grad överensstämmer balansen i det fysiska och det virtuella plaggets skärmlinjer? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Insnitt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Axelsöm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 11. 2.4 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets längder? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Liv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Årm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. 2.5 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets trådrak? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Livdelar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ärm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. 2.6 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets: \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Rynkor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dragningar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. 2.7 I hur hög grad överensstämmer passformen i det fysiska och det virtuella plaggets: \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Krage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manschetter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. 2.8 Kommentar

---



---



---



---



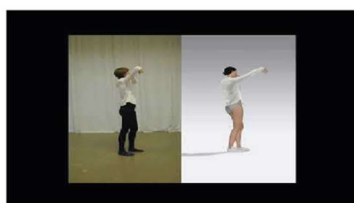
---

## 3. Visuell analys: Från sidan

Följande film används som underlag för samtliga frågor i detta avsnitt.

Filmen går att se ett obegränsat antal gånger. Du får gärna trycka på "Youtube"-ikonen för att kunna öppna upp den i helskärm och få en mer detaljerad bild.

Från sidan


[https://www.youtube.com/watch?v=Ri-4\\_cCOFuM](https://www.youtube.com/watch?v=Ri-4_cCOFuM)

16. 3.1 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets silhuett? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Från sidan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. 3.2 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets rörelsevidd? \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Byst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Midja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stuss	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Överarmsvidd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. 3.3 I hur hög grad överensstämmer balansen i det fysiska och det virtuella plaggets skärlinjer? \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Insnitt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Axelsöm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ok	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. 3.4 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets längder? \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Fram	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ärm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. 3.5 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets trådrak? \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Livdelar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ärm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. 3.6 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets: \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Rynkor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dragningar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. 3.7 I hur hög grad överensstämmer passformen i det fysiska och det virtuella plaggets: \*

*Markera endast en oval per rad.*

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Krage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manschetter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 23. 3.8 Kommentar

---



---



---



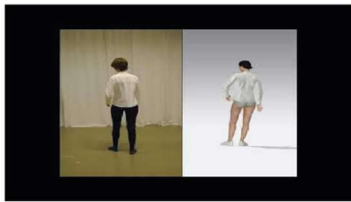
---

4. Visuell analys:  
Bakifrån

Följande film används som underlag för samtliga frågor i detta avsnitt.

Filmen går att se ett obegränsat antal gånger. Du får gärna trycka på "Youtube"-ikonen för att kunna öppna upp den i helskärm och få en mer detaljerad bild.

## Bakifrån



[https://www.youtube.com/watch?v=Ri-4\\_cCOFuM](https://www.youtube.com/watch?v=Ri-4_cCOFuM)

## 24. 4.1 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets silhuett? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Bakifrån	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 25. 4.2 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets rörelsevidd? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Byst	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Midja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stuss	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Överarmsvidd	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 26. 4.3 I hur hög grad överensstämmer balansen i det fysiska och det virtuella plaggets skärmlinjer? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Insnitt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ok	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 27. 4.4 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets längder? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Liv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Årm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. 4.5 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets trådrak? \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Livdelar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ärm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. 4.6 I hur hög grad överensstämmer det fysiska och det virtuella plaggets: \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Rynkor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dragningar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. 4.7 I hur hög grad överensstämmer passformen i det fysiska och det virtuella plaggets: \*

Markera endast en oval per rad.

	1. Överensstämmer inte alls	2.	3.	4.	5. Överensstämmer helt	Kan ej avgöra
Krage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manschetter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. 4.8 Kommentar

---



---



---



---

5. Övergripande  
passformsbedömning

Här ges möjlighet att bedöma passformen i det fysiska och det virtuella plagget oberoende av varandra. Bedömningen görs det vill säga här utan att jämföra de två plaggen.

Hur upplever du att vardera plagg sitter på provmodellen/avataren? Finns det några problemområden i passformen?

32. 5.1 Hur skulle du bedöma passformen i det fysiska plagget?




---



---



---



---

33. 5.2 Hur skulle du bedöma passformen i det virtuella plagget?



---

---

---

---

Kontakt

Om du vill får du gärna lämna en mailadress där jag kan kontakta dig, men det är självklart frivilligt.  
Precis som övrig information behandlas denna anonymt, och kommer inte publiceras eller på annat sätt spridas.

34. Mailadress:

---

Tack för ditt deltagande!

Jonathan Hallvede  
Designsteknikerutbildning, Högskolan i Borås  
070-5300787  
[jonathan.hallvede@gmail.com](mailto:jonathan.hallvede@gmail.com)

Det här innehållet har varken skapats eller godkänts av Google.

Google Formulär

## Bilaga C: Redigering av virtuellt material

PARAMETER	COTTON 40S POPLIN	REDIGERAT TYG
Stretch-weft	57	57
Stretch-warp	49	49
Stretch-bias	22	22
Bending-weft	34	26
Bending-warp	44	36
Bending-bias	38	32
Buckling ratio-weft	30	35
Buckling ratio-warp	30	35
Buckling ratio-bias	30	35
Buckling stiffness-weft	25	30
Buckling stiffness-warp	25	30
Buckling stiffness-bias	25	30
Internal damping	1	1
Density	10	8
Friction	3	3



TEXTILHÖGSKOLAN  
HÖGSKOLAN I BORÅS

Besöksadress: Skaraborgsvägen 3 • Postadress: 501 90 Borås • Hemsida: [www.textilhogskolan.se](http://www.textilhogskolan.se)