

Utvärdering av mjukvaror för editering, visualisering och analys av hållristningsdata i 3D

Rapport från projektet SAMHELL



Länsstyrelsen
Västra Götaland



UNIVERSITETET I BERGEN



Titel: Utvärdering av mjukvaror för editering, visualisering och analys av hållristningsdata i 3D
Utgivare: Länsstyrelsen Västra Götaland
Foto framsida: 3D-modell av hållristning L1967:2724 (RAÄ nr 326:1) söder om Spräcklebäck i Tanum.
Rapport: 2022:44
ISSN: 1403-168X

Förord

SAMHELL är ett svenskt-norskt samarbetsprojekt om hållristningar som har pågått mellan maj 2019 och september 2022. Projektet har genomförts inom ramen för det territoriella samarbetsprogrammet Interreg Sverige-Norge, delområde Gränslöst samarbete, och delvis finansierats av EU-medel genom Europeiska regionala utvecklingsfonden. Länsstyrelsen i Västra Götaland och norska Riksantikvaren har varit projektägare och huvudprojektledare. Arbetet har skett i samverkan med Universitetsmuseet i Bergen. Projektets undertitel - samarbete om hållbilders bevarande, visualisering, dokumentation och förmedling – är en komprimerad beskrivning av dess syfte.

I bidragsansökan redovisas tre övergripande mål för projektet:

1. Ett permanent organiserat gränsöverskridande samarbete om visualisering, bevarande och vård av hållristningar,
2. Gemensamma rutiner och arbetssätt (standarder) för dokumentation, vård och synliggörande av hållristningar och
3. En gemensam praxis för 3D-dokumentation med handhållen laserskanner.

Dessa mål bygger i sin tur på att det finns tillgängliga resultat från följande tre delmål:

1. Projektet har samlad kunskap om de senaste 30 årens forskning om hur man bäst bevarar och vårdar hållristningar,
2. Det finns en utvärdering av olika metoder att tillgängliggöra hållristningar utan att använda skadliga metoder, till exempel målning med färg, och
3. Det finns en utvärdering av utvecklingsarbetet avseende 3D-teknik som dokumentationsmetod för hållristningar.

Som ett led i delmål tre har några av de vanligaste kommersiella samt kostnadsfria mjukvarorna för att redigera, bearbeta, visualisera, och analysera 3D-data utvärderats. Då det inte finns någon programvara specifikt framtagen för visualisering och analys av hållristningar i 3D, har ett urval av befintliga program från exempelvis produktions- och spelindustrin testats på 3D-modeller av ristningar. Resultatet har sammanställts i denna rapport.

Innehåll

Vad är 3D?	4
3D-dokumentation av hållristningar	4
3D-programvaror för dokumentation, redigering och visualisering av hållristningar	5
3D-programvarans funktioner	5
Kommersiella 3D-programvaror	6
Vxelement, Vxmodel och Vxinspect	6
Geomagic Wrap	8
PolyWorks Inspector	9
Kostnadsfria 3D-programvaror	10
MeshLab	10
Blender	11
GOM Inspect	11
Slutsats	12
Referenser	14

Vad är 3D?

Det finns idag ingen särskild mjukvara för att redigera, bearbeta, visualisera, och analysera hållristningsdata i 3D. Vi måste istället använda oss av programvaror som utvecklats inom andra sektorer. Inom projektet har vi därför haft som mål att utvärdera och lyfta fram sådana mjukvaror, men för att göra det måste vi först beskriva vad 3D står för.

3D är förkortning för tredimensionell, som är det rumspektiv där längd, bredd och djup uppfattas.¹ För att kunna skapa en digital tredimensionell kopia av ett föremål krävs en teknik för insamlande av digitaldata. Om man bortser från 3D-skulptering är de två vanligaste teknikerna för datafångst 3D-skanner eller någon form av mjukvara där man kan processa digitalbilder, så kallad digital fotogrammetri. Dataseten inom 3D-databehandling skiljer sig åt både vad gäller struktur och egenskap.² Det finns idag fyra olika sätt att visualisera en 3D-modell på i en dator: som punktmoln, solid, mesh och volymetrisk modell.³

- **Punktmoln** - är en uppsättning datapunkter i ett tredimensionellt koordinatsystem. Punkterna definieras rumsligt av X, Y, Z koordinater och kan ha ett RGB värde (en färg) och ett skalärfält (där ett värde är kopplat till varje punkt) som beskriver deras intensitet och reflektans (hur reflekterande ytan är) med mera. Det finns flera 3D-enheter och digitala kameror med tillhörande mjukvaror som genererar 3D-punktmoln. Sådana exempel är olika former av fotogrammetri eller laserskanning med en terrestrisk skanner.
- **Solid** - Solider används främst inom CAD (Computer Aided Design) och bygger på olika geometriska primitiver så som cylindrar, cirklar, sfärer, block, pyramider som tillsammans används för att uttrycka en bild. Solider har en diameter, höjd, längd och är exakta samt har alltid en skala.
- **Mesh** - (en nätstruktur med noder) används inom modellering och skanning och skapar en yta istället för bara ett punktmoln. Den består av punkter eller noder (eng. vertex), vilka har en inbördes relation och är sammanbundna av kanter (eng. edges) och linjer; mellan dessa linjer bildas ytor som kallas faces. Polygonerna (faces) kan vara trianglar (TRI) eller fyrkanter (Quad). När man skannar med en laserskanner bildas oftast trianglar.
- **Volymetrisk modell** - är massiv till skillnad från mesh och punktmoln; till exempel används den inom sjukvården vid MRI eller CT skanning. Den volymetriska modellen är uppbyggd av voxlar som kan liknas vid byggklossar med en hierarkisk inbördes ordning.

3D-dokumentation av hållristningar

I projektet Samhell används handhållna 3D-skannrar för att dokumentera hållristningar. En 3D-skanner är ett instrument som samlar in ett föremåls form och ibland textur. Insamlade data används för att i en digital miljö skapa en kopia av föremålet i form av ett tredimensionellt objekt, en så kallad 3D-modell. För att skanna ett föremål används vanligtvis laser eller ljus för att mäta avståndet mellan skannern och föremålet. En 3D-skanner kan liknas vid en kamera då den har ett koniskt synfält och samlar information om synliga ytor. En stor skillnad är dock att kameran samlar in färg- och ytinformation inom sitt synfält - bilder, medan 3D-skannern använder de bilder den genererar för att extrahera 3D-data - avståndet och ytan inom sitt synfält. Skannern skapar på så vis ett geometriskt

¹ Nationalencyklopedin, *tredimensionell* [hämtad 2022-03-14].

² 3dp, *Så fungerar 3d-scanning*, 2016 [hämtad 2022-03-14].

³ Creaform, 2014.

punktmoln som avbildar det skannade objektets yta. För att skapa en ytmodell av punktmolnen sätter skannerns mjukvara samman punktmolnet till en mesh (se ovan).

3D-programvaror för dokumentation, redigering och visualisering av hållristningar

När det kommer till att visualisera, modellera och redigera 3D-data behövs en programvara av något slag. En *programvara*, (även mjukvara, software, program, applikation) är en samling kodade instruktioner för en specifik uppgift. Programvaran kan delas in i olika delar; *plattformen* utgör den grundläggande infrastrukturen, till exempel drivrutiner; *applikationer* som uppfyller ett syfte för användaren, exempelvis ordbehandling; *egna program* som skapas av användaren, så som skript.⁴

Det finns en mängd programvaror som visualiserar, modellerar och redigerar 3D-data på Internet. Många av dem är så kallade shareware, freeware, open source eller fri och öppen källkod. En programvara som är *shareware* (sv. spridprogram), får spridas fritt men användaren kan få betala för upprepat bruk. Dessa skyddas oftast av upphovsrätt. Vissa program kan användas inom en bestämd tidsram, andra kan användas tills vidare men där extra funktioner kan köpas till. *Freeware*, (gratisprogram), får användas i befintligt skick utan kostnad och sprids av uphovspersonen som även äger uphovsrätten.⁵

Open source (sv. öppen källkod) innebär att vem som helst kan göra förändringar i ett programs källkod. På så sätt kan tillägg och rättningar göras av användaren.⁶ Benämningen *fri mjukvara* är en striktare variant av öppen källkod. Konceptet betonar användarnas frihet att köra, ändra och sprida programvara, och är kopplad till licenser som förbjuder begränsningar i dessa friheter. Ett sådant program behöver nödvändigtvis inte vara gratis, men alla användare ska ha samma fri- och skyldigheter.⁷ Ett uttryck som sammanlänkar öppen källkod och fri mjukvara är *fri och öppen källkod*. Termen betonar att användaren har tillgång till både källkoden och programmet.⁸

3D-programvarans funktioner

3D dokumentationen av hållristningar ställer vissa krav på programvaran som ska användas. Det är en stor fördel om mjukvarans användargränssnitt är pedagogiskt och begripligt. Det är också av största vikt att mjukvaran visar en bra och exakt presentation av den avbildade hållristningen. Det kallas inom 3D för rendering och kan enkelt beskrivas som den beräkning mjukvaran utför för att framställa en skärmbild på datorn utifrån 3D-modellen. I beräkningen ingår till exempel objektets ytor, reflektioner, skärpedjup, ljuskällor och olika 3D-objekts position och rörelser.⁹ En mycket viktig funktion när det handlar om analys och visualisering av hållristningar i 3D är mjukvarans förmåga att ändra ljussättningen. Då programvaran ska visualisera hållristningar som är vittrade och/eller tunt huggna, är det en fördel om mjukvaran kan skapa ett artificiellt ljus som går att flytta över modellen av den digitala hållristningen. Därigenom kan ristningarna förstärkas och tidigare ej kända figurer, som inte går att se med blotta ögat, framträda. För att få till en sådan förstärkning krävs att både ljuset och modellen går att vrida; släpljuset som då skapas kan via skuggor förstärka ristningarna.

⁴ Internetkunskap, *Mjukvara* [hämtad 2022-03-14].

⁵ Computer Sweden, IT-ord: *freeware*, 2020, [hämtad 2022-03-14].

⁶ Computer Sweden, IT-ord: *öppen källkod*, 2021, [hämtad 2022-03-14].

⁷ Computer Sweden, IT-ord: *fri mjukvara*, 2018, [hämtad 2022-03-14].

⁸ Computer Sweden, IT-ord: *fri och öppen källkod*, 2018, [hämtad 2022-03-14].

⁹ 3D Cloud Marxent, *Essential Guide to 3D Rendering: Process, Techniques, and Examples*, 2022, [hämtad 2022-03-14].

Detta ställer stora krav på navigeringen av 3D-modellen i programvaran. De flesta mjukvaror har snarlika förfaranden där navigeringen utförs med hjälp av datormusens olika funktioner.

När en hållristning dokumenterats med 3D-teknik kan meshen behöva redigeras och bearbetas. Några få redigeringsfunktioner finns oftast med i programvaran som kommer med 3D-skannern, men tyvärr långt ifrån alla som behövs. För att kunna bearbeta, redigera, visualisera och analysera 3D-data från hållristningar krävs ett antal funktioner i mjukvaran. För att kunna arbeta med hållristningar i en 3D-programvara bör man kunna utföra följande moment: radera data, lägga till data, fylla i hål i data, decimera mesher (göra dem mindre), analysera och utvärdera data, exportera data till ett flertal filformat, importera data från olika filformat, sätta samman olika mindre delar av en skannad större mesh och kopiera hela eller delar av modellerna till en ny modell. Att analysera vittringshastigheten ställer höga krav på mjukvaran och här krävs ofta specialprogram.

Som beskrevs inledningsvis finns det ingen mjukvara som speciellt tagits fram för dokumentation av hållristningar i 3D, därför används programvaror som utvecklats inom andra sektorer. Mjukvarorna kan delas in i olika grupper: de kommersiella programvarorna som används inom olika delar av industrin, kostnadsfria mjukvaror som ofta är framtagna inom universitetsvärlden och Viewers. Viewers är mindre mjukvaror som enbart är till för att visualisera 3D-modeller. Samtliga kommersiella mjukvaror som utvärderas här har en Viewer som går att ladda ner gratis från produktsidorna. På så sätt kan en mätfirma utföra ett uppdrag, och kunden kan sedan ladda ned Viewern för att granska slutprodukten.

Kommersiella 3D-programvaror

De kommersiella programvarorna är mycket kraftfulla med mängder av bearbetnings- och editeringsfunktioner, vilket också medför en hög anskaffningskostnad. Vi har valt att utvärdera mjukvarorna Vxmodel och Vxinspect från Creaform samt Geomagic Wrap och PolyWorks.

De två största fristående 3D-programvarorna inom industrin idag är Geomagic och PolyWorks. De är så kallade stand alone-program som inte behöver ha några andra mjukvaror för att fungera, till skillnad från Vxmodel och Vxinspect som är beroende av programmet Vxelement.

Vxelement, Vxmodel och Vxinspect

När man införskaffar en 3D-skanner följer det som regel med en mjukvara som specifikt har tagits fram för skannern. I projektet använder vi Creaforms handhållna skannrar HandyScan 700 och Black Elit med den tillhörande skanningsmjukvaran Vxelements (se figur 1). I den finns det ett antal redigeringsfunktioner så som möjligheten att radera eventuella områden som blivit felaktiga under skanningsarbetet, föra samman mindre skannade delar av ett större objekt, utföra enkla mätningar i modellen med mera.¹⁰ För att uppnå fler redigerings- och mätfunktioner krävs att Vxelements utökas med modulerna VXmodel och Vxinspect¹¹.

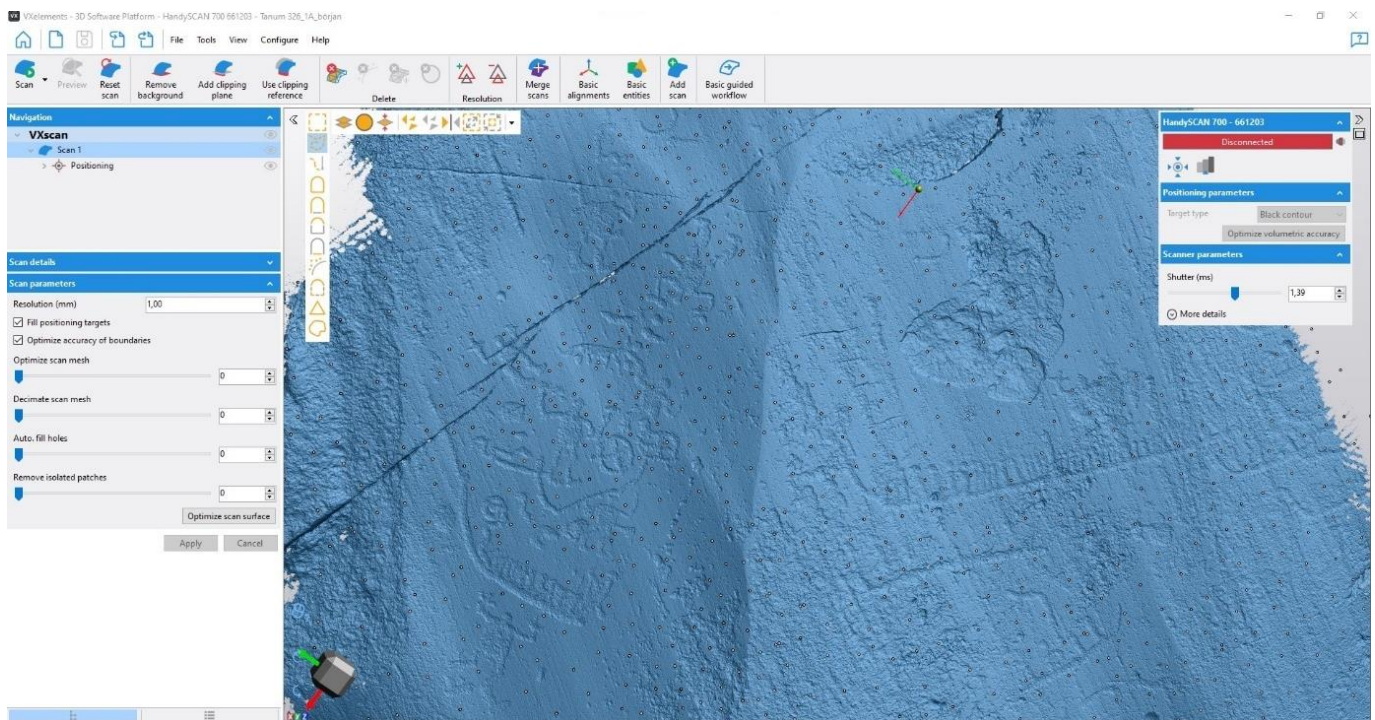
I modulen VXmodel ingår till exempel funktioner som kan hjälpa till att rengöra den skannade modellen från skräpdata, fylla i hål i modellerna, föra samman mindre skannade delar av ett större objekt och minska storleken på 3D-modellerna (se figur 2).¹² Då det handlar om att mäta vittringshastigheten genom att jämföra hållristningar med tidigare skannade 3D-modeller används mjukvaran Vxinspect. I den programvaran får man fram en avvikelsekarta där det framgår var

¹⁰ Creaform, *VXelements 3D acquisition modules*, u.å. [hämtad 2022-04-12].

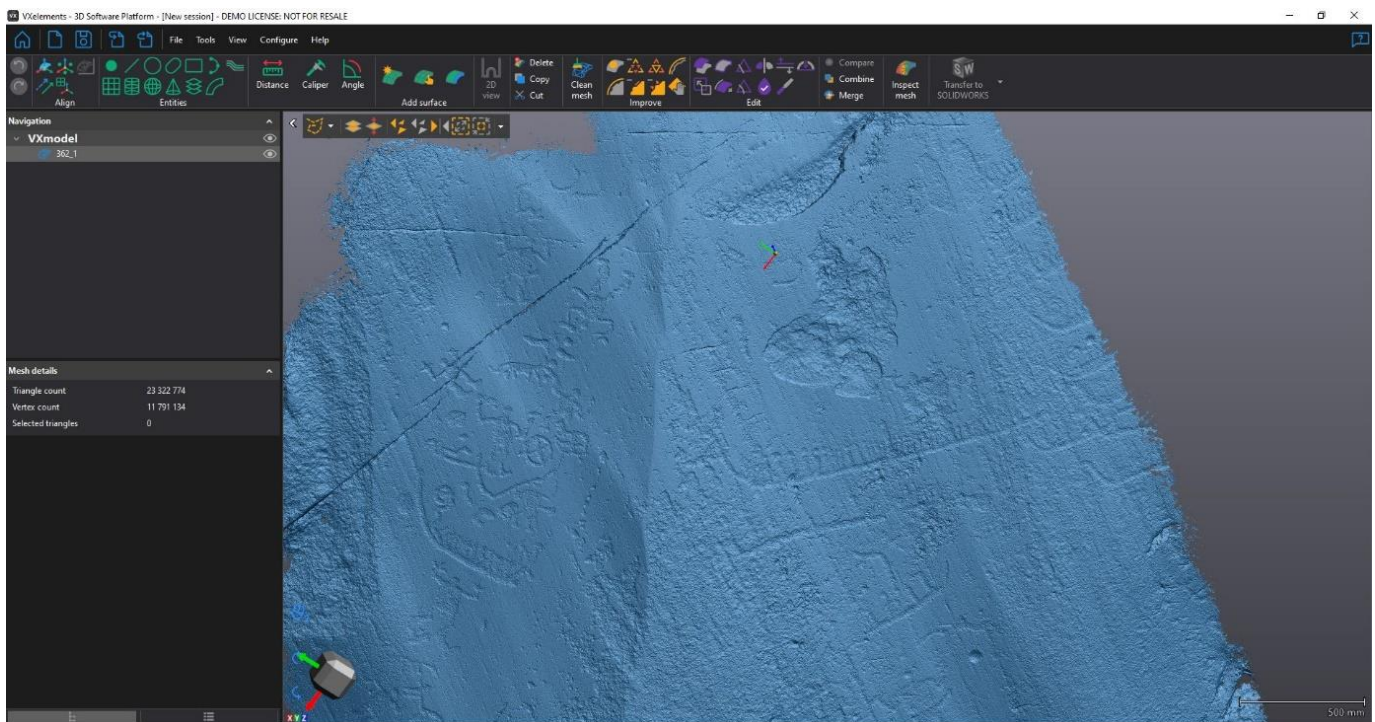
¹¹ Creaform, *VXinspect: dimensional inspection software module*, u.å. [hämtad 2022-04-12].

¹² Creaform, *VXmodel: scan-to-cad software module*, u.å. [hämtad 2022-04-12].

materialförlusten har skett och vidare är det möjligt att ta fram en avvikelserapport och exportera den till Excel och PDF. Programvarorna ovan använder operativsystemet Windows som plattform.¹³



Figur 1. Creaforms programvara VXelement.



Figur 2. Creaforms programvara VXelement utökad med VXmodel.

¹³ Creaform, *VXinspect: dimensional inspection software module*, u.å. [hämtad 2022-04-12].

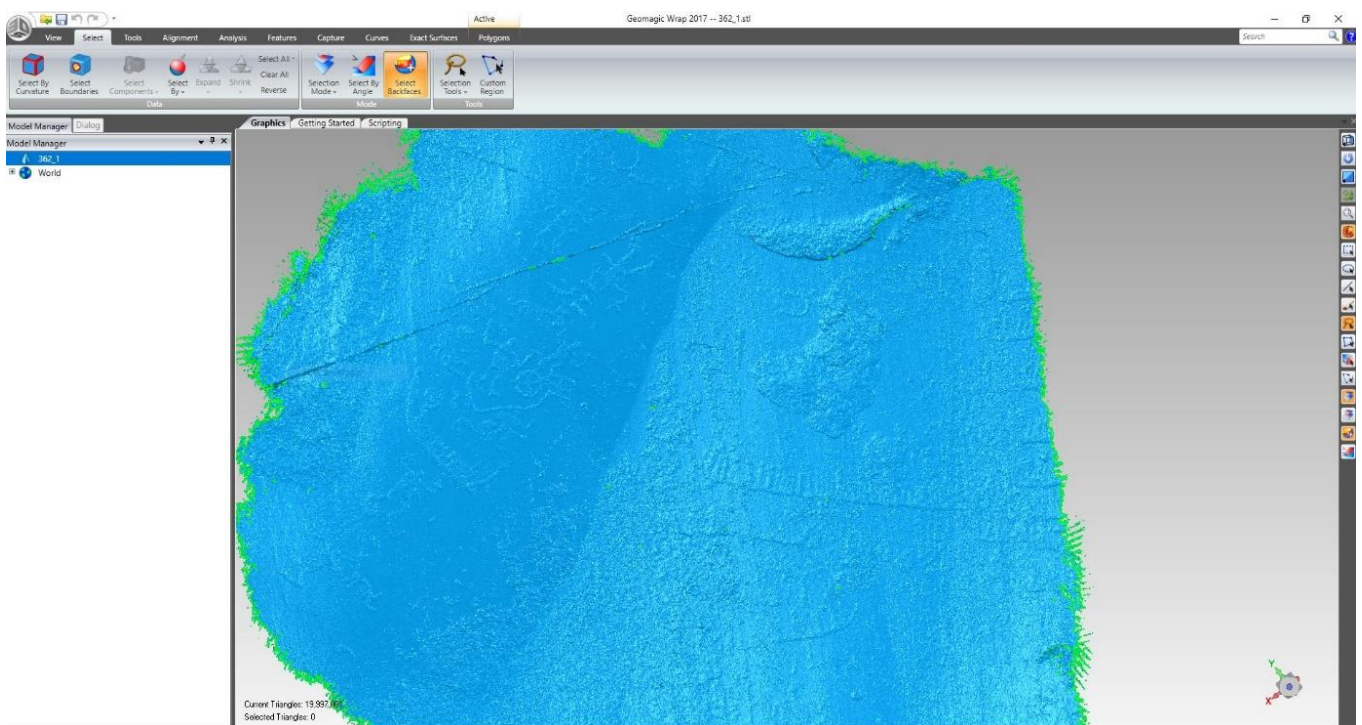
Geomagic Wrap

Geomagic är namnet på 3D Systems mjukvarumärke och innehåller programvarorna Geomagic Design X, Geomagic Wrap, Geomagic for Solidworks, Geomagic Control X och Geomagic Freeform. Utvärderingen kommer enbart beröra programvara Geomagic Wrap och Geomagic Control X.¹⁴

Geomagic Wrap är en kraftfull och fristående 3D-mjukvara som används inom flera olika sektorer i samhället, bland annat inom forskning, teknikindustri, design, arkitektur, arkeologi och underhållningsindustri (se figur 3).

I Geomagic Wrap återfinns avancerade editeringsfunktioner för 3D-modeller, men också möjligheten att koppla upp en 3D-skanner till programmet och använda det som en skanningsmjukvara. I programvaran finns också ett verktyg som heter Mesh Doctor som analyserar och reparerar 3D-modeller med felaktiga eller korrupta data. Geomagic Wrap har också den viktiga funktionen 3D Compare där man enkelt kan jämföra äldre 3D-dokumenterade hållristningar med nya. I mjukvaran finns också en mängd funktioner som hjälper till att visualisera en 3D-modell. Det går till exempel enkelt att ändra färg, ljussättning eller drapera modellen med fotografier.¹⁵

Geomagic Control X är en mjukvara som är inriktad på att kvalitetskontrollera och utvärdera produkter inom industrin i förhållande till ursprungsritningen. Då det handlar om hållristningar behövs Geomagic Control X för att på ett noggrant och pedagogiskt sätt jämföra äldre 3D-dokumenterade hållristningar med nya. Detta är en fördel vid vård och skötsel av hållristningar. Tyvärr har den nya versionen av Geomagic Control X (2022) blivit än mer inriktad på industrin vilket gör att det är besvärligare att jämföra vanliga STL-filer med varandra. Programvaran vill helst ha en CAD-fil att jämföra med en skannad STL-fil.¹⁶



Figur 3. 3D Systems programvara Geomagic Wrap.

¹⁴ 3D Systems, Software, u.å. [hämtad 2022-03-14].

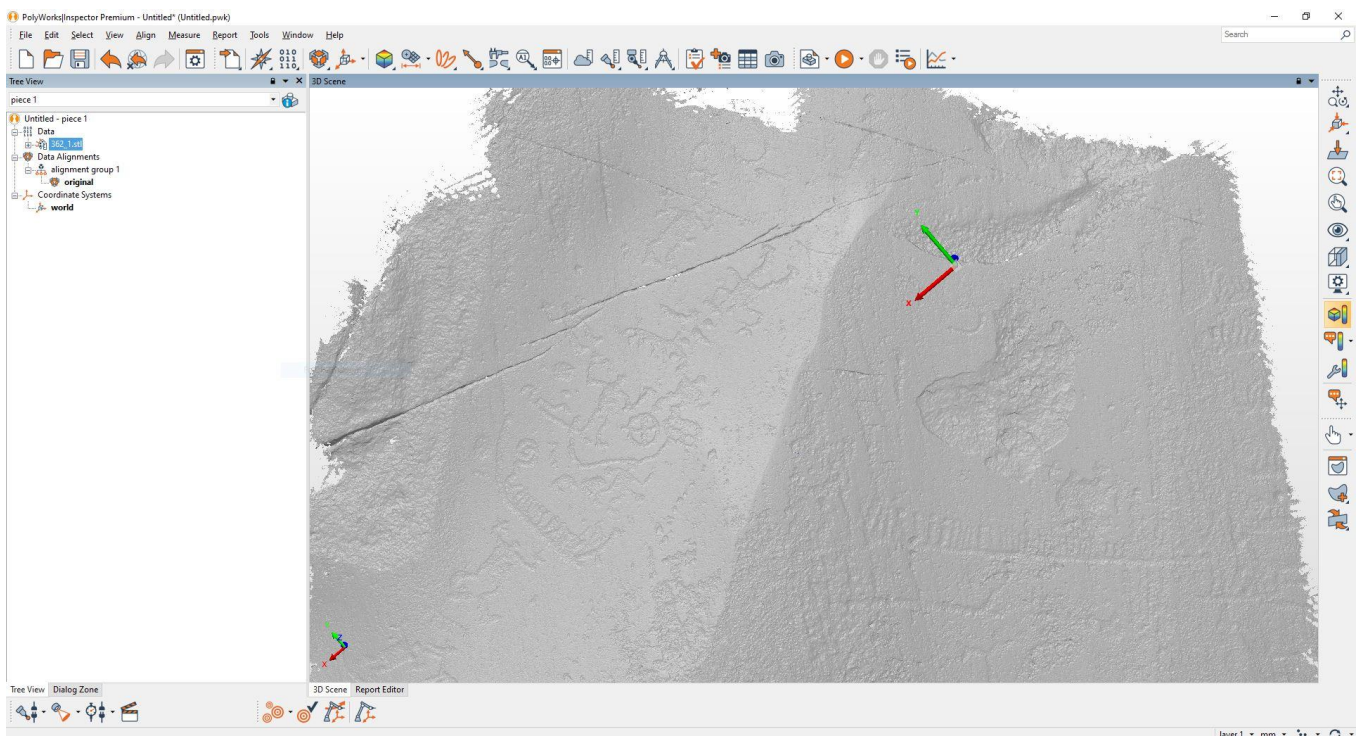
¹⁵ 3D Systems, Geomagic Wrap, u.å. [hämtad 2022-03-14].

¹⁶ 3D Systems, Geomagic Control X, u.å. [hämtad 2022-03-14].

PolyWorks Inspector

PolyWorks är namnet på InnovMetric Software Inc. mjukvarumärke och innehåller programvarorna PolyWorks Inspector, PolyWorks ReportLoop, PolyWorks Talisman, PolyWorks AR, PolyWorks DataLoop, PolyWorks Modeler, PolyWorks PMI+Loop och PolyWorks Reviewer. Utvärderingen kommer att beröra PolyWorks Inspector och PolyWorks Reviewer.¹⁷

PolyWorks Inspector är en fristående kraftfull 3D-mjukvara inom framför allt produktionsindustrin (se figur 4). Mjukvaran är framtagen för analys, kvalitetskontroll, och diagnostisering av 3D-data. I programvaran återfinns avancerade editeringsfunktioner för 3D-modeller men också möjligheten att koppla upp en 3D-skanner till programmet och använda det som en skanningsmjukvara.¹⁸ PolyWorks Inspector har betydligt fler funktioner för mätning och analys av 3D-data än Geomagic Wrap. Det är först om man slår samman Geomagic Wrap och Geomagic control X som mjukvarorna går att jämföra med varandra. I Polyworks Inspector går det att på ett mer noggrant sätt än i Geomagic Wrap jämföra två 3D-modeller från olika år och beräkna nedbrytningshastigheten. I mjukvaran finns också en mängd funktioner som hjälper till att visualisera en 3D-modell. Det går till exempel enkelt att ändra färg, ljussättning eller drapera modellen med fotografier på samma sätt som i Geomagic Wrap.



Figur 4. Programvaran PolyWorks Inspector från InnovMetric Software Inc.

¹⁷ Innovmetric, PolyWorks, u.å. [hämtad 2022-03-14].

¹⁸ Innovmetric, PolyWorks Inspector, u.å. [hämtad 2022-03-14].

Kostnadsfria 3D-programvaror

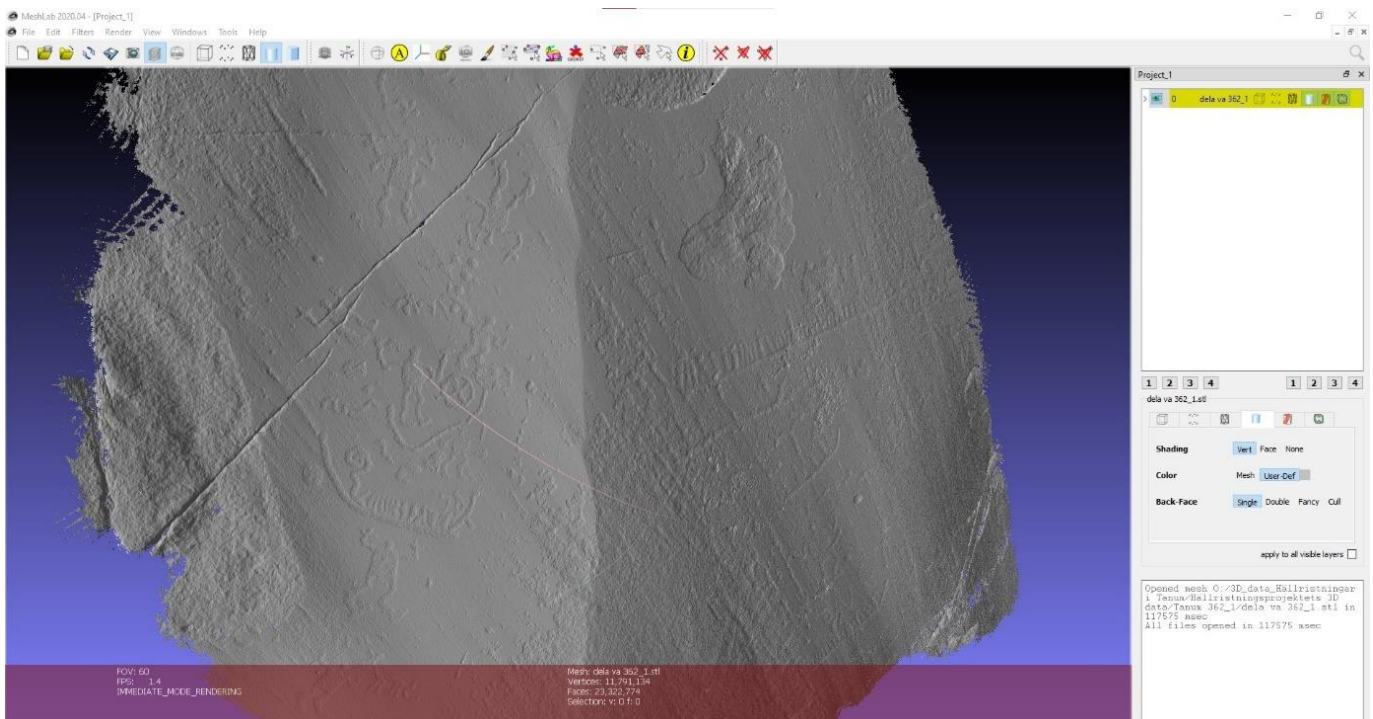
De kostnadsfria mjukvarorna som vi valt att utvärdera är Meshlab, Blender och GOM inspect. De två förstnämnda programvarorna har fri och öppen källkod.

MeshLab

MeshLab är en fri programvara med öppen källkod som utvecklades på Visual Computing Lab - ISTI-CNR (Institute of Information Science and Technologies - National Research Council) i Pisa, Italien. Programvaran togs ursprungligen fram som kursmaterial hösten 2005 och vidareutvecklades sedan med hjälp av de deltagande studenterna.

Ett av målen med projektet var att skapa en open-source-applikation med en hållbar utvecklingsmodell. Programmet byggdes därför utifrån en "modul-struktur" där systemet är uppdelat i mindre fristående delar. MeshLab designades som ett verktyg inom 3D-databehandling med fokus på användarvänlighet – programmet ska vara lättbegripligt för oerfarna användare, och erfarna användare ska ha möjlighet att utöka eller ändra funktionaliteten. Det finns flera bra och pedagogiska handledningsfilmer på Internet.

I programvaran finns möjligheter att editera, rensa, konvertera och visualisera stora 3D-mesh (se figur 5). Programmet är framför allt en "mesh viewer-applikation" som tillåter flera olika filformat och har ett stort antal filter att välja bland. MeshLab kan sägas vara ett ramverk där många enskilda tilläggsprogram (plugins) används för att möjliggöra funktionaliteterna i programmet, till exempel ladda olika filformat, filtreringsalternativ (som smoothing), eller mer komplexa interaktiva funktioner (som ritverktyg). Det finns också möjligheter att jämföra två 3D-modeller med varandra för att hitta avvikelser, vilket är viktigt inom kulturmiljövården för att kunna se om en hållristning vittrat från år till år.¹⁹



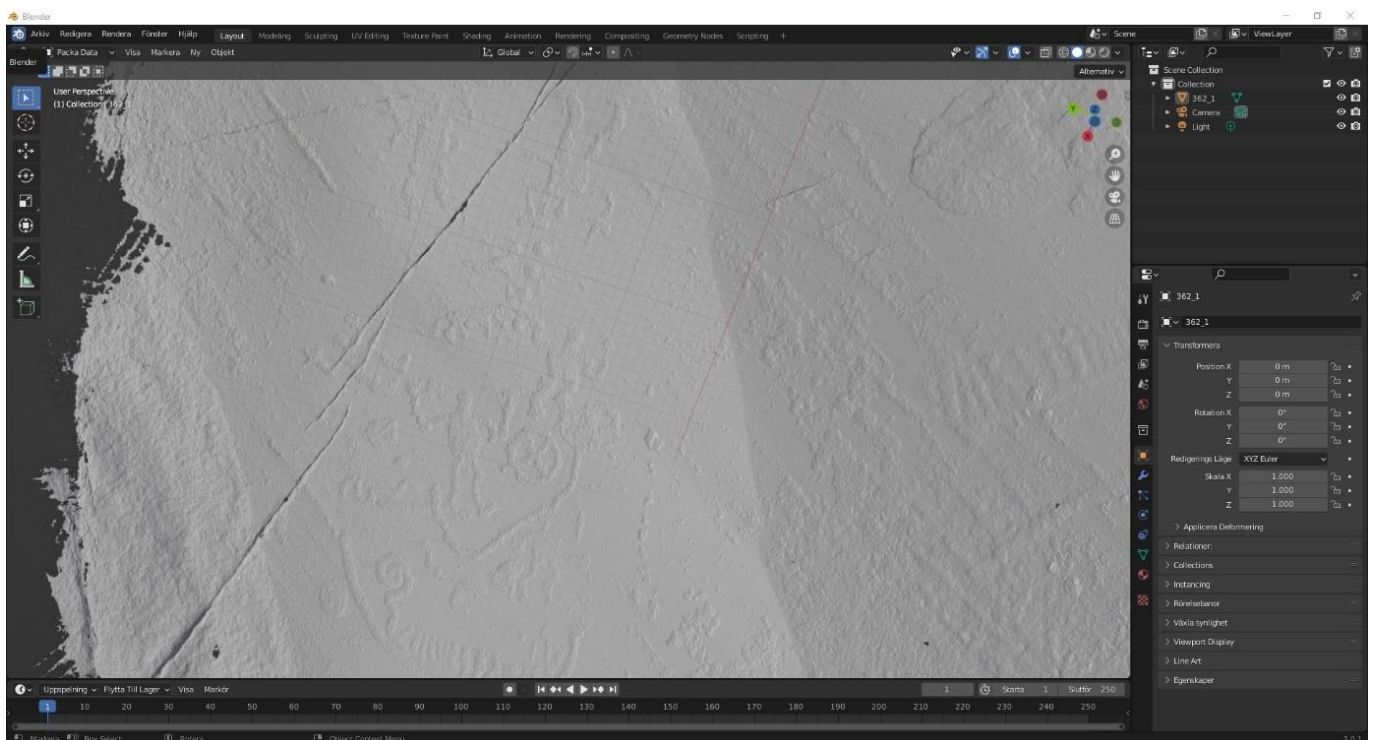
Figur 5. Gränssnittet för programvaran MeshLab.

¹⁹ Cignoni et al., 2008.

Blender

Blender utvecklades av den nederländska animationsstudio NeoGeo 1994 och vidareutvecklades sedan i Not a Number Technologies (NaN) 1998. Vid denna tid släpptes även Blender online. Efter att NaN gått i konkurs 2002 startades stiftelsen Blender Foundation med syftet att göra Blender till open-source. Detta lyckades efter en insamlingskampanj för att köpa loss mjukvaran från fordringsägarna. Idag är Blender fri programvara och öppen källkod som förvaltas och utvecklas av Blender Foundation med hjälp av användarna via olika forum.²⁰

Blender används framför allt till animering, modellering, skulptering och rendering. Programmet är stort med många editeringsmöjligheter och det går att göra väldigt mycket inom de ovan nämnda kategorierna (se figur 6). Det finns dock en begränsning i hur stora filer programmet kan editera vilket gör att mjukvaran ibland inte går att använda vid editering av hållristningar. Mjukvaran har sedan några år tillbaka blivit mer användarvänlig och den finns många bra och pedagogiska handledningsfilmer på Internet.²¹



Figur 6. Gränssnittet för programvaran Blender.

GOM Inspect

År 2019 köpte Zeiss Company upp GOM och företaget är nu en del av Zeiss. GOM Suite är namnet på Zeiss Companys mjukvarumärke och innehåller programvarorna GOM Inspect, GOM Correlate, GOM Volume Inspect (se figur 7) och GOM Blade Inspect²².

GOM Inspect är en 3D-mjukvara som utvecklats av det tyska företaget GOM GmbH i samband med att de utvecklat sina digitala mätsystem. GOM Inspect är framtaget för analys, kvalitetskontroll, och diagnostisering av 3D-data. GOM Inspect finns i olika nivåer: en gratis viewer som inte kräver någon

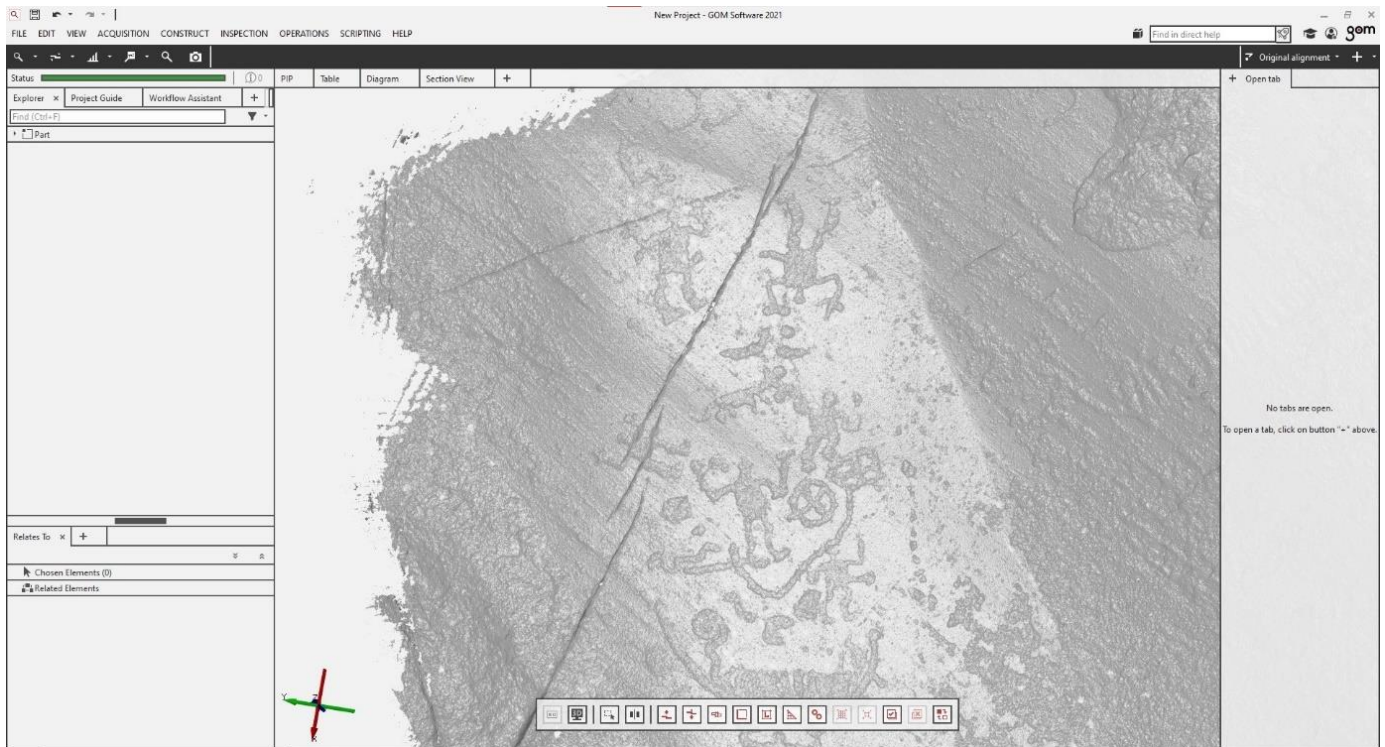
²⁰ Blender, *History*, u.å. [hämtad 2022-03-14].

²¹ Blender, 3.1 Reference Manual, 2022 [hämtad 2022-03-14].

²² GOM Metrology, *GOM Suite*, u.å. [hämtad 2022-04-12].

registrering, ett gratis analysprogram som kräver att användaren registrerar sig hos företaget och en professionell betalprogramvara.

I följande text redogörs för det analysprogram som kräver att användare registrerar sig hos företaget Zeiss. I mjukvaran går det att importera och exportera olika CAD och 3D-filer, till exempel stl-, ply- och csv-filer. Det finns också kraftfulla funktioner för att editera stl-filer så som fylla i hål, jämna ut ytan på 3D-modeller, minska storleken på 3D-modeller, reparera trasiga stl-filer och förfina 3D-modeller.²³



Figur 7. Gränssnittet för programvaran GOM Inspect.

Slutsats

I rapportens inledning konstaterades att det idag inte finns någon särskild framtagen mjukvara för att redigera, bearbeta, visualisera och analysera hållristningsdata i 3D. Vi måste i stället använda oss av programvaror som utvecklats inom andra sektorer. Vid inköp av en 3D-skanner följer det vanligen med en mjukvara för lättare bearbetning av data, så som Creaforms mjukvara Vxelements. För att få tillgång till fler redigeringsfunktioner går det att komplettera med andra moduler, till exempel VXmodel och Vxinspect, vilka dels är dyra, dels innehåller väldigt många funktioner som är riktad till tillverkningsindustrin och inte till analyser och redigering av hållristningsdata i 3D.

Kommersiella 3D-programvaror är oftast mycket kraftfulla med mängder av bearbetnings- och editeringsfunktioner. De två största fristående programpaketen för 3D-data inom industrin är Geomagic och PolyWorks. De har på ett kommersiellt sätt delats upp i olika moduler, exempelvis Geomagic wrap som har effektiva editeringsfunktioner; för att göra en standardanalys av 3D-data krävs dock Geomagic Control X, vilket ger en dubblerad kostnad. På ett liknade sätt krävs att

²³ GOM, GOM Inspect, u.å. [hämtad 2022-04-12].

användare har PolyWorks Modeler för att kunna utföra editeringar eller ytmodelleringar av 3D-data, medan PolyWorks Inspector används för att utföra analyser av 3D-data.

Eftersom det skulle krävas flera moduler av de kommersiella programmen för att ge en heltäckande 3D-databearbetning och analys kan den höga anskaffningskostnaden bli en faktor som begränsar möjligheterna till editering, bearbetning och analysering av hållristningsdata i 3D för offentligfinansierade institutioner och myndigheter. Länsstyrelsen ska, som exempel, vårda, skydda och bevara hållristningarna; i ett sådant fall blir de analyserande modulerna viktigare att köpa in än de kraftfulla editeringsmöjligheter som finns i Geomagic Wrap eller PolyWorks Modeler.

Kostnadsfria mjukvaror är för det mesta framtagna och/eller uppgraderade av entusiaster där mjukvaran successivt byggs på med olika funktioner. De tre kostnadsfria 3D-programvarorna som utvärderades i rapporten är Meshlab, Blender och det mindre GOM inspect.

Den mest använda gratismjukvaran inom kulturvårdssektorn är Meshlab, som är en relativt kraftfull mjukvara där det går att utföra både editeringar och mindre analyser. MeshLab designades som ett verktyg inom 3D-databehandling med fokus på användarvänlighet – programmet ska vara lättbegripligt för oerfarna användare, och erfarna användare ska ha möjlighet att utöka eller ändra funktionaliteten. Trots att det finns bra och pedagogiska handledningsfilmer och forum på Internet har dock användarvänligheten gått förlorad genom att fler och fler funktioner har lagts till i programvaran. MeshLab sätter också gränser för hur stora 3D-filer som kan editeras och visualiseras. Bortsett från det är Meshlab den mest heltäckande kostnadsfria 3D-mjukvaran idag.

Ett annat gratisprogram är Blender som framför allt används till animering, modellering, skulptering och rendering. Precis som med Meshlab finns det en begränsning i hur stora filer programmet kan editera vilket gör att mjukvaran ibland inte går att använda vid editering av hållristningar. Mjukvaran har sedan några år tillbaka blivit mer användarvänlig och den finns många bra och pedagogiska handledningsfilmer på Internet.

Ett tredje exempel på gratisprogram för 3D-filer är GOM Inspect som kan laddas ner från GOM:s webbsida (kräver registrering). Denna version skiljer sig mycket från den kommersiella GOM Inspect i funktionalitet, men har ändå kraftfulla editeringsfunktioner.

Vid jämförelse mellan Meshlab och Blender i fråga om arbete med hållristningsdata, så är Meshlab att föredra på grund av bättre editeringsmöjligheter, rendering, visualisering och användarvänlighet.

Referenser

Blender, *Blender 3.1 Reference Manual*, 2022, <https://docs.blender.org/manual/en/latest/> [hämtad 2022-03-14].

Blender, History, u.å., <https://www.blender.org/about/history/> [hämtad 2022-03-14].

Cignoni, P., Callieri, M., Corsini, M., Dellepiane, M., Ganovelli, F., Ranzuglia, G., *MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool*, i Eurographics Italian Chapter Conference, 2008. Red. Scarano, V., De Chiara, R., Erra, U., s. 129-136.

Computer Sweden, IT-ord: *freeware*, 2020, <https://it-ord.idg.se/ord/oppen-kallkod/> [hämtad 2022-03-14].

Computer Sweden, IT-ord: *fri mjukvara*, 2018, <https://it-ord.idg.se/ord/fri-mjukvara/> [hämtad 2022-03-14].

Computer Sweden, IT-ord: *fri och öppen källkod*, 2018, <https://it-ord.idg.se/ord/fri-och-oppen-kallkod/> [hämtad 2022-03-14].

Computer Sweden, IT-ord: *öppen källkod*, 2021, <https://it-ord.idg.se/ord/oppen-kallkod/> [hämtad 2022-03-14].

Creaform, 2014. *Reverse Engineering of Physical Objects – Teaching Manual*. Version 1.0.

Creaform, VXelements 3D acquisition modules, u.å., <https://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/vxelements-3d-acquisition-modules> [hämtad 2022-04-12].

Creaform, VXinspect: dimensional inspection software module, u.å., <https://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/vxinspect-dimensional-inspection-software-module> [hämtad 2022-04-12].

Creaform, VXmodel: scan-to-cad software module, u.å., <https://www.creaform3d.com/en/metrology-solutions/3d-applications-software-platforms/vxmodel-scan-cad-software-module> [hämtad 2022-04-12].

GOM Metrology, *GOM Suite*, u.å., <https://www.gom.com/en/products/gom-suite> [hämtad 2022-04-12].

GOM, *GOM Inspect*, u.å., <https://www.gom-inspect.com/en/download.php> [hämtad 2022-04-12].

Internetkunskap, Internetstiftelsen, *Mjukvara*, 2020, <https://internetkunskap.se/ordlista/mjukvara/> [hämtad 2022-03-14].

Nationalencyklopedin, sökord: *tredimensionell*, <https://www.ne.se/s%C3%B6k/?t=uppslagsverk&q=tredimensionell> [hämtad 2022-03-14].

3D Cloud Marxent, *Essential Guide to 3D Rendering: Process, Techniques, and Examples*, 2022, <https://www.marxentlabs.com/3d-rendering/> [hämtad 2022-03-14].

3dp, *Så fungerar 3d-scanning*, <https://3dp.se/2016/08/24/sa-fungerar-3d-scanning/> [hämtad 2022-03-14].



Länsstyrelsen
Västra Götaland