

Richtlijnen voor 3D-digitalisering: stappen naar succes

EEN GIDS GEBASEERD OP EU VIGIE2020/654
STUDY ON QUALITY IN 3D DIGITISATION
OF TANGIBLE CULTURAL HERITAGE



European Union's REKconstructed content in 3D

RICHTLIJNEN VOOR 3D-DIGITALISERING: STAPPEN NAAR SUCCES

Een gids gebaseerd op EU VIGIE2020/654 Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage

Deze gids is ontworpen om iedereen te helpen op hun 3D-digitaliseringstraject. Hij is specifiek gericht op cultureel erfgoed professionals, die overwegen om, of bezig zijn met, hun materiële cultureelerfgoedcollecties te digitaliseren. De gids beschrijft en vereenvoudigt de aanbevolen methodes uit EU VIGIE Study 2020/654 (Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage, gepubliceerd in april 2022). Deze studie werd geschreven als reactie op de EU-aanbeveling aan lidstaten om tegen 2030 alle bedreigde monumenten en sites in 3D te digitaliseren (EU 2021/1970 on a common European data space for cultural heritage, gepubliceerd in november 2021).

Deze gids werd gecreëerd in het kader van EUreka3D European Union's REKconstructed content in 3D, een project dat medegefinancierd wordt door de Europese Unie (Grant Agreement nr. 101100685).



Co-funded by
the European Union

Onderschrift omslagafbeelding:

De Lambousa vissersboot. EU ERA and UNESCO Chairs on Digital Cultural Heritage - Cyprus University of Technology. Met de steun en medewerking van de gemeente Limassol.

Eerste versie: juni 2024

ISBN: 978-84-8496-324-0

Vertaling: januari 2026

Richtlijnen voor 3D-digitalisering: stappen naar succes

EEN GIDS GEBASEERD OP EU VIGIE2020/654

STUDY ON QUALITY IN 3D DIGITISATION

OF TANGIBLE CULTURAL HERITAGE

Inhoudsopgave

Inleiding	5
Gebruikersscenario's en stakeholders	5
Waarom digitaliseren in 3D?	6
Een opmerking over kwaliteit	6
Een opmerking over complexiteit	8
3D-digitalisering: stappen naar succes	8
1. Projectplanning	9
1.1. Projectmanagement	9
1.2. Projectbeschrijving	11
2. Documentatie en terreinwerk	12
2.1. Objectanalyse / site-analyse	12
2.2. Technische oplossing	13
2.3. Methodes voor 2D- en 3D-opnames	14
3. Productie en oplevering	16
3.1. Productie – databeheer	17
3.2. Output en deliverables	18
3.3. Productie	19
4. Archief	20
Publicatie en disseminatie	20
Checklist: 3D-digitalisering stap voor stap	23

Inleiding

Deze gids is ontworpen om iedereen te helpen op hun 3D-digitaliseringstraject. Hij is specifiek gericht op cultureel erfgoed professionals, die overwegen om, of bezig zijn met, hun materiële cultureelerfgoedcollecties te digitaliseren. De gids beschrijft en vereenvoudigt de aanbevolen methodes die worden belicht in de **EU VIGIE Study** 2020/654 (Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage, gepubliceerd in april 2022), die werd geschreven als reactie op de **EU-aanbeveling** aan lidstaten om tegen 2030 alle bedreigde monumenten en sites in 3D te digitaliseren (EU 2021/1970 on a common European data space for cultural heritage, gepubliceerd in november 2021).

Deze gids werd gecreëerd in het kader van **EUreka3D** European Union's REKconstructed content in 3D, een project dat medegefinancierd wordt door de Europese Unie (Grant Agreement nr. 101100685).

Gebruikersscenario's en stakeholders

Bij de creatie van datasets van materiële cultureelerfgoedobjecten, zowel roerend als onroerend, zijn er verschillende gradaties in complexiteit, afhankelijk van het gebruikersscenario en de context. Scenario's met kleine objecten in een gecontroleerde omgeving zijn bijvoorbeeld zeer verschillend van scenario's met onderwatererfgoed of objecten in grotten, die veel complexer zijn. Elk scenario moet voorafgegaan worden door een analyse en zorgvuldige planning om de mate van complexiteit te beoordelen. Dit laat een projectmanager toe om zich voor te bereiden op mogelijke uitdagingen en om een project nauwkeuriger af te ronden binnen bestaande randvoorwaarden (zoals budget, tijd, personeel/professionals, voorziene middelen, de nodige apparatuur en infrastructuur, doelstelling voor het hergebruik voor de modellen, etc).

Deze gids kan helpen bij drie standaard contexten:

- **Museummanagers** die een deel van of een hele collectie onder gecontroleerde omstandigheden willen digitaliseren;
- **Overheidsdiensten** / Eigenaars van monumenten en/of sites die grote onroerende erfgoedobjecten willen digitaliseren;
- **Stakeholders die besloten hebben** een volledige site te digitaliseren.

Roerend cultureel erfgoed – Roerend erfgoed varieert van foto's en schilderijen tot dragers uit metaal, keramiek, glas, hout, leer, textiel en andere samenstellingen. Het kan twee- of driedimensionaal zijn, gemaakt zijn uit één of meerdere materialen en bestaan uit een enkele laag of meerdere lagen.

Onroerend cultureel erfgoed – Onroerend erfgoed bestaat uit gebouwen, grond en andere historisch waardevolle objecten, doorgaans met vaste fundamenteën verbonden aan het terrein. Naast kastelen, huizen, landhuizen en torens omvat het onder meer ook kerken, kloosters, pastorijen, herenhuizen en paleizen, landelijke volksarchitectuur, technische en industriële monumenten, theaters, musea, pestzuilen en heiligdommen. Deze categorie omvat ook grotten en onderwatererfgoed, zoals scheepswrakken, onderwaterruïnes en gebouwen, die structureel complexe architecturale objecten, constructies en een historisch rijke binneninrichting bevatten.

Voordat je verder leest, adviseren wij je [de volledige studie te downloaden](#) voor meer details over de onderdelen die relevant zijn voor jouw digitaliseringsscenario.

Waarom digitaliseren in 3D?

Elk object is uniek en heeft een grote meerwaarde in het verhaal van de mensheid. 3D-digitalisering is een waardevol hulpmiddel om de herinnering aan een object vast te leggen voor het nageslacht. In het belang van toekomstige generaties is het belangrijk om dit professioneel, correct en zo grondig mogelijk uit te voeren om te voorkomen dat het narratief verloren gaat.

Om te beantwoorden aan de noden voor de bescherming, preservering op lange termijn en een maximaal aantal eindgebruikers, wordt het ten zeerste aanbevolen om te digitaliseren aan de hoogst mogelijke kwaliteit, zoals zoveel mogelijk informatie (MetaData, ParaData) en data (Geometrische data) vastleggen. Dit vergroot de bruikbaarheid van je inspanningen en ondersteunt de monitoring en digitale preservering van jouw materiaal.

Een opmerking over kwaliteit

Kwaliteit wordt niet gewoon gemeten aan de hand van de outputresolutie en nauwkeurigheid van 3D-modellen. Minstens zo belangrijk is de

volledigheid van de datasets, die betrekking hebben op het object en op het digitaliseringsproces.

In zijn eenvoudigste vorm kan een object door één persoon met behulp van een mobiele telefoon worden omgezet in een 3D-model, dat vervolgens online kan worden gepubliceerd, en dat alles binnen enkele uren. De mogelijkheden voor de bescherming, preservering en het hergebruik van deze basismodellen, zowel voor onderzoeks- als voor promotiedoeleinden, zijn echter heel beperkt. Daarentegen zullen op het meest complexe niveau gecoördineerde teams met experts nodig zijn, die verschillende aspecten vastleggen, met behulp van gespecialiseerde high-definition opname-systemen, in omgevingen die in de loop van de tijd kunnen veranderen of die elke vorm van digitalisering voor een bepaalde periode onmogelijk kunnen maken. Dit impliceert grotere investeringen, maar levert een resultaat op dat echt herbruikbaar is door verschillende belanghebbenden (onderzoekers, menswetenschappers, architecten, ingenieurs, creatieve industrie, toeristen, docenten, algemeen publiek...) en dat een langetermijnpreservering van het 3D-model mogelijk maakt.

Ongeacht hoe eenvoudig of complex een 3D-digitaliseringsproject ook kan zijn, het is in de cultureelerfgoedsector van groot belang om altijd te streven naar het hoogste kwaliteitsniveau van 3D-digitalisering om een resultaat te produceren dat niet beperkt is tot geometrie en texturen, maar dat de herinnering aan een object verankert en herstelt. Dit omvat de onderling verbonden verhalen en kennis die gelinkt zijn aan een fysiek object. Zo kan de oorsprong van de materialen en/of de productietechnologie ervan een ander verhaal vertellen over het leven van het object. Aanvullende kennis moet daarom worden vastgelegd in de ParaData en MetaData die horen bij de FileData die in het digitaliseringsproject worden gecreëerd.

- **FileData:** de set bestanden waaruit het 3D-model bestaat.
- **MetaData:** de beschrijvende informatie die verband houdt met het cultureelerfgoedobject dat in het 3D-model wordt weergegeven.
- **ParaData:** de informatie die het digitaliseringsproces en de context, waarbinnen het 3D-model werd gecreëerd, beschrijft, wat ook toelaat om kwaliteitscontroles op het model zelf uit te voeren. Het omvat ook technische metadata die automatisch door de software worden vastgelegd.

VIGIE-studie Sectie 3.2: The Public Survey on Quality – geeft een waardevol inzicht over kwaliteit. Besteed in het bijzonder aandacht aan **paragraaf 3.2.2 – Statements from the Respondents about Quality**, die een holistische aanpak beschrijft over hoe kwaliteit kan worden gedefinieerd en hoe er rekening mee kan worden gehouden binnen de diverse aspecten die horen bij 3D-digitaliseringsprojecten, zoals: nauwkeurigheid, technologie, apparatuur, standaarden, data, verwerking en speciale velden.

Een opmerking over complexiteit

De VIGIE-studie helpt je met de beoordeling en meting van de complexiteit in jouw digitaliseringsproject. Sommige van de matrices over complexiteit uit de studie en het onderstaande stappenplan zullen voor jou evident zijn, andere misschien niet. Door de complexiteit te begrijpen, zal je beter in staat zijn jouw project op tijd en binnen het verwachte budget te plannen en op te leveren. Inschattingen over de complexiteit helpen je om het juiste team en de optimale apparatuur samen te stellen, en om het volledige verhaal van jouw objecten/site effectiever vast te leggen, zowel visueel in 3D, als in de bijbehorende data die betekenis geven aan je digitalisering. Zonder volledig inzicht in de complexiteit van je project zal je waarschijnlijk ontdekken dat jouw 3D-modellen niet geschikt zijn voor het beoogde doel en op zijn best alleen als visuele referentie kunnen dienen. Een voorafgaand inzicht in de complexiteit stelt je ook in staat om weloverwogen beslissingen te nemen over wat je wel of niet kan doen binnen de reikwijdte van het project, of om de omvang van je digitalisering opnieuw te beoordelen, bijvoorbeeld rond de vraag kwaliteit versus kwantiteit.

VIGIE Studie Deel 3: Beschrijft uitgebreid de verschillende lagen in complexiteit bij 3D-digitalisering. Door **paragraaf 3.9** en de bijbehorende **figuren (20-21a-i)** te volgen, kan je inschattingen maken over relevante factoren, die bijdragen aan de complexiteit van jouw 3D-digitaliseringsproject. Met **figuren 22-39** kan je *Radial Complexity*-diagrammen maken die, wanneer ze worden opgesteld, een duidelijke visuele indicatie geven van de complexiteit van het project, zowel voor jezelf en je stakeholders bij de planning en voortgang van je project, als voor eindgebruikers bij de beoordeling van de kwaliteit van de 3D-modellen. Ze zijn ook nuttig voor toekomstige generaties om een betere inschatting te kunnen maken over wanneer/of een latere her-digitalisering ooit moet worden overwogen.

3D-digitalisering: stappen naar succes

VIGIE-studie Sectie 2.3: Biedt een overzicht van de ideale planning van een digitaliseringsproject van onroerende (**Figuur 1**) en roerende erfgoedobjecten (**Figuur 2**). Of je nu *in house* digitaliseert of externe leveranciers inhuurt om te digitaliseren, door de gegevens in elk van de relevante rubrieken van de projectplan-sjablonen in te vullen, beschik je over alles wat nodig is om cultureelerfgoedobjecten succesvol in 2D/3D te digitaliseren. Een afgerond projectplan vormt het raamwerk van de ParaData over het digitaliseringsproces.

De VIGIE-studie bevat twee algemene sjablonen voor projectplanning:

- Roerend erfgoed (Movable Cultural Heritage, [zie sectie 3.5 pagina 44 van de VIGIE2020/654 Study](#)).
- Onroerend erfgoed (Immovable Cultural Heritage, volgens UNESCO [zie pagina 46 van de VIGIE2020/654 Study](#)).

Elke sjabloon is verdeeld in dezelfde 4 rubrieken:

- **Projectplanning**
- **Documentatie en terreinwerk**
- **Productie en oplevering**
- **Archiveren en bewaren**

Het belangrijkste verschil voor onroerende objecten (monumenten, groepen van gebouwen, sites) is dat de VIGIE2020/654-studie ze classificeert als een “site”. Werken op locatie vergroot de complexiteit en vereist extra aandacht.

1. PROJECTPLANNING

Het eerste gedeelte van de Projectplan-sjablonen zijn administratieve taken die onderverdeeld zijn in Projectmanagement en Projectbeschrijving.

1.1. PROJECTMANAGEMENT

PROJECTMANAGEMENT
Titel van het project
Projectnummer
Korte projectbeschrijving
Aantal objecten
Object ID
Leider van het productieteam
Identificatie van het team en de rollen
Klant
Gezondheids- en veiligheidsbeoordeling
Externe leveranciers
Tijdslijnen / Deadlines
Juridische aandachtspunten
Contracten

PROJECTMANAGEMENT

Toegang tot de site

Vereiste vergunningen

Intellectuele eigendomsovereenkomsten

Copyright

Enkele belangrijke aandachtspunten die bijdragen aan de complexiteit van het project zijn onder meer:

Klant: alle stakeholders tijdens een digitaliseringsproject verwachten resultaten in de vorm van Deliverables. Dit kan de eigenaar van het/ de object(en), een subsidiërende instantie, een private entiteit of overheidsdienst, een combinatie of zelfs jouw eigen organisatie zijn. Duidelijke richtlijnen zijn nodig om ervoor te zorgen dat het project voldoet aan de verwachtingen van de klant/stakeholders door resultaten in hoge kwaliteit op te leveren.

Identificatie van het team en de rollen: de complexiteit van je project verhoogt het expertiseniveau dat jouw team nodig heeft om het te kunnen opleveren. Dit verhoogt op zijn beurt het benodigde budget. Je zult waarschijnlijk naar deze rubriek moeten terugkeren als je andere factoren voor complexiteit beoordeelt.

Externe leveranciers: hoewel sommige 3D-digitaliseringsprojecten intern volbracht kunnen worden, is het mogelijk dat de kosten en technische vaardigheden, die nodig zijn voor de meest hoogwaardige 3D-digitalisering, externe deskundigen vereisen om de digitalisering uit te voeren of andere diensten te verlenen. In zo'n geval kan de beslissing om de opdracht uit te besteden een impact hebben op de tijdlijn van het project, afhankelijk van de procedures die bij de instelling gelden (voor openbare instellingen moet bijvoorbeeld een openbare aanbesteding worden uitgeschreven).

Als er werk wordt uitbesteed, is het essentieel dat de cultureel-erfgoedorganisatie, als belangrijkste stakeholder, zijn verwachtingen en technische vereisten kan aangeven om ervoor te zorgen dat de nodige standaarden worden opgeleverd en hij betrokken blijft bij het project. Heb voldoende aandacht voor alle externe specialisten die nodig kunnen zijn om jouw project op te leveren, vooral bij "Site"-digitalisering. Meerdere leveranciers inhuren en coördineren zal uiteraard zowel de complexiteit als de kosten van je project verhogen.

VIGIE Studie figuren 21e en f: Voor meer informatie over projectomschrijvingen voor leveranciers en aandachtspunten voor de expertise van leveranciers/teamleden.

Juridische overwegingen / Contracten / Toegang tot de site / Vergunningen / Intellectuele Eigendomsrechten (IER) / Copyright: deze zijn van cruciaal belang om vooraf in overweging te nemen, omdat ze ernstige, zelfs permanente belemmeringen voor jouw project kunnen vormen. Ten eerste: toegang tot de site, vergunningen en contracten kunnen de mogelijkheid tot digitalisering in de weg staan. Ten tweede: IER en copyright kunnen de mogelijkheid belemmeren om de verkregen 3D-modellen te dissemineren (gebruiken), wat kan resulteren in het niet nakomen van afspraken die je met je stakeholders hebt gemaakt (zie 1.2). Let op: De timing van de toegang tot de site en vergunningen is van cruciaal belang. Toegangsrechten en problemen met timing worden ook steeds complexer als je externe leveranciers inschakelt.

VIGIE-studie Sectie Relevante Radial Complexity-diagrammen

- **Figuur 27:** Layers of the Stakeholder's Requirements complexity parameter
- **Figuur 29:** Layers of the Project Requirements complexity parameter
- **Figuur 30:** Layers of the Team complexity parameter

1.2. PROJECTBESCHRIJVING

Alle aspecten van de Projectbeschrijving zijn essentieel voor de stakeholders van het project. Hierin worden vooraf de verwachtingen en timing voor de deliverables uiteengezet. Met een goede planning moeten al deze zaken haalbaar zijn en de complexiteit niet onnodig verhogen.

PROJECTBESCHRIJVING

Gedetailleerde projectbeschrijving

Hoofddoelstellingen

Verwachte deliverables

Productiefases / data van voltooiing

In de eerste planningsfases is het van belang om stakeholdervereisten te definiëren en om deze vanaf het begin duidelijk te maken. Dit omvat ook alle ethische en IER-aspecten (voor para-, meta- en data) met eventuele derde partijen, door na te denken hoe de uiteindelijke resultaten zullen worden gebruikt en/of hergebruikt nadat ze zijn gedeeld. Als de eigenaar van het object bijvoorbeeld buiten de instelling(en) staat (bijvoorbeeld een bruikleengever van een museumobject, of de overheidssdienst voor monumenten en sites), is het belangrijk om afspraken te maken over de voorwaarden voor langetermijnbewaring en hergebruik van de 3D-datasets. Dezelfde afspraken zijn nodig als de 3D-digitalisering wordt uitbesteed aan

een externe leverancier. Naast de verduidelijking van die aspecten zijn er nog andere vereisten voor de planningsfase: waar en wanneer de digitalisering zal plaatsvinden, welke infrastructuur, apparatuur, personele middelen en budget nodig zijn en wat de minimaal vereiste (para-, meta-) datakwaliteit is.

VIGIE Studie figuren 21a-i: Voorziet gedetailleerde workflows voor de stakeholdervereisten, omgevingen, objectspecificaties, opdrachtomschrijving voor de leverancier, expertise van de leverancier, specificaties voor de apparatuur waarnaar moet worden verwezen in de planningsfase en de daaropvolgende fasen van jouw project.

2. DOCUMENTATIE EN TERREINWERK

Dit hoofdstuk bevat drie onderdelen en deze verschillen, afhankelijk van of het projectscenario een object (roerend) of een site (onroerend) betreft. Beide behandelen echter vergelijkbare vraagstukken.

- Object- / Site-analyse
- Technische oplossing
- 2D- en 3D-opnamemethodes

2.1. OBJECTANALYSE / SITE-ANALYSE

OBJECTANALYSE	SITE-ANALYSE
Eerste beoordeling van het object	Eerste beoordeling / verkenning van de site
Toestand van het object	Toestand van de site
Potentiële obstakels	Mogelijke obstakels/occlusies
Fysieke uitdagingen	Mogelijke uitdagingen door weersomstandigheden
Registratie van objectspecifieke informatie	Registratie van site-specifieke informatie

Hier moedigt de VIGIE-studie aan om de site en/of objecten daarin zorgvuldig te beoordelen, zowel om de complexiteitsniveaus te meten als om je voor te bereiden op eventuele complicaties die zich kunnen voordoen. Dit kan ervoor zorgen dat jouw project mogelijk extra middelen, gespecialiseerde apparatuur en teamleden nodig heeft die je zullen helpen bij het samenstellen van je team (**zie 1.1 Projectmanagement**).

Dit hoofdstuk loopt parallel aan het volgende hoofdstuk, waarin de complexiteit wordt beoordeeld op basis van de hier uitgevoerde analyse. Daarom is het belangrijk dat je de maatregelen voor complexiteit, die in het volgende hoofdstuk van de studie (Technische oplossing) beschreven staan, begrijpt voordat je de analyse voltooit.

Mogelijke uitdagingen door weersomstandigheden: Voor “sites” is het weer de belangrijkste variabele die zowel oncontroleerbaar is, als de stabiliteit en consistentie van de digitalisering beïnvloedt. Omgevingsfactoren (al dan niet gecontroleerd) die kunnen worden gezien als factoren die bijdragen aan de complexiteit, zijn hierin ook opgenomen. Zowel langetermijn (klimaat) omstandigheden, waarvan bekend is dat ze de 3D-digitalisering in het algemeen verstoren, zoals regen, sneeuw, wind, vorst, mist en zonneschijn, als fysieke metingen die van belang zijn voor de rapportering, zoals temperatuur, vochtigheid, luchtdruk, windsnelheid/-richting, luchtvervuiling, enz. worden mee in rekening genomen (**zie figuur 21g en 31 van de VIGIE-studie**). Het weer kan ook vertragingen veroorzaken, waarvoor je tijdens de projectplanningsfase tijd moet voorzien.

VIGIE-studie hoofdstuk Relevant Radial Complexity Charts:

- **Figuur 31:** Layers of the Environment complexity parameter.

VIGIE-studie hoofdstuk 2.7 tot 2.9: Biedt enkele richtlijnen voor binnen/buiten en gecontroleerde/ongecontroleerde digitalisering, inclusief advies over apparatuur en opties voor remediëring (2.9) die je zullen helpen bij het voorbereiden van bepaalde uitdagingen. **Zie ook paragraaf 2.3 Planning the Process of Digitisation:** hier staan inzichten over de mogelijkheden van de apparatuur en wat mogelijk is om jouw digitalisering te verbeteren. **Figuur 5** illustreert bijvoorbeeld dieptebeeldvorming en wat elke technologie onder het oppervlak van jouw object kan laten zien.

2.2. TECHNISCHE OPLOSSING

TECHNISCHE OPLOSSING

Algemene beschrijving

Bevestigde data voor toegang

Complexiteit van het object/architectonische complexiteit (voor onroerende objecten)

Oppervlaktecomplexiteit

Materiaal(en) en hun toestand

Mogelijke opname-uitdagingen

Zodra de object-/site-analyse afgerond is, kan je een inschatting maken van de complexiteit voor de digitalisering van een object/site door waarden toe te wijzen aan de radiale diagrammen (zie het hoofdstuk Een Opmerking over Complexiteit hierboven).

VIGIE-studie Sectie 3.6-3.8 plus Tabel 6: Biedt gedetailleerde informatie over de complexiteit van roerende erfgoedobjecten. Zie ook **Figuur 20 Moving from Object Complexity to Process Complexity**, waarin de geometrische structuur, oppervlaktestructuur en de staat van het materiaal worden weergegeven. Een bijkomende factor die belangrijk kan zijn voor je project is Structural Health Monitoring, vermeld in **3.7** en de niveaus in complexiteit ervan worden weergegeven in **Figuur 34**.

- VIGIE-studie hoofdstuk Relevant Radial Complexity Charts:**
- **Figuur 28:** Layers of the Object complexity parameter.
 - **Figuur 33:** Layers of the Material quality Parameter.
 - **Figuur 34:** Layers of the Structural Health Monitoring quality Parameter.

2.3. METHODES VOOR 2D- EN 3D-OPNAMES

Hier gaat het over de apparatuur en het niveau van nauwkeurigheid, resolutie en foutmarges, die met de stakeholders worden overeengekomen.

De beoordeling van het object/de site in combinatie met de vereisten en randvoorwaarden van het project stellen je in staat de meest geschikte opnamemethode en bijbehorende digitaliseringsapparatuur te selecteren.

2D- EN 3D-OPNAMEMETHODEN
Voorgestelde opnamemethode(s) en tools
DIMENSIONALE INTEGRITEIT
Bestaand Survey Network
Afgesproken niveau van nauwkeurigheid
Afgesproken niveau van de resolutie
Afgesproken niveau van foutenmarges

Voorgestelde opnamemethode(s) en tools

Apparatuur is van cruciaal belang voor de kwaliteit van jouw 3D-digitalisering en elk scenario vereist andere gespecialiseerde hardware om de kwaliteit van je resultaat te optimaliseren.

Voor **museummanagers** die kleine (verplaatsbare) objecten onder gecontroleerde omstandigheden willen digitaliseren is een fotogrammetriesysteem de meest gebruikte methode wegens de flexibiliteit en kwaliteit. (zie pagina 17 van de VIGIE studie).

In de VIGIE studie staan een aantal referenties over diverse apparatuur, die je kunnen helpen bij het identificeren van de juiste opnamemethode voor jouw project:

Hoofdstuk 2.3: Planning the Process of Digitisation.

Hoofdstuk 2.4: Active and Passive Recording Categories.

Sectie 2.5.1: Active Recording Systems.

- Total Station
- Global Navigation Satellite Systems (GNSS)
- Terrestrial Laser Scanning (TLS)
- Mobile Laser Scanners (MLS)
- Structured Light Scanning (SLS) Systems
- Optical 3D Triangulation Systems
- Hybrid Systems
- Depth or Range Cameras

Hoofdstuk 2.5.2 : Passive Recording Systems.

- Aerial Photogrammetry
- Photogrammetry

Hoofdstuk 2.6: Multi-Sensory and Multi Scanning Technologies.

Tabel 1: Advantages and Disadvantages of various recording technologies.

Tabel 8: 3D data capture technologies in connection to object complexity.

Figuur 26: Overview of the Pre-processing steps.

VIGIE-studie hoofdstuk Relevant Radial Complexity Charts:

- **Figuur 24:** Layers of the Software and Hardware Equipment complexity parameter.
- **Figuur 25:** Layers of the Pre-Processing complexity parameter.

Afgesproken niveau van de nauwkeurigheid / resolutie / foutmarges

Niveaus van geometrische nauwkeurigheid zijn essentieel voor 3D-digitaliseringsprojecten. Zonder nauwkeurigheid kunnen je 3D-modellen onvolledig zijn, detail missen of ongewenste afwijkingen creëren die een 3D-model ongeschikt kunnen maken voor het gebruik door professionele eindgebruikers. Verschillende soorten apparatuur die worden gebruikt om

3D-modellen vast te leggen, hebben verschillende nauwkeurighedsniveaus en zijn geoptimaliseerd voor de verschillende scenario's; bijvoorbeeld om extreem fijne details weer te geven, of breder bij het onderzoeken van grote locaties. De nauwkeurigheds-/resolutie- en foutniveaus moeten door de stakeholders in de vroege planningsfase van het project worden overeengekomen. De juiste apparatuur en methoden, in de handen van ervaren operators, moeten een hoog nauwkeurigheds- en resolutieniveau bereiken, maar houd er rekening mee dat parameters zoals materialen, weers- en omgevingsfactoren de nauwkeurigheid en de foutmarge ernstig kunnen beïnvloeden.

De VIGIE-studie bevat een aantal verwijzingen naar nauwkeurigheid/resolutie/foutmarges:

Sectie 2.2: Terminology – Accuracy and Precision.

Tabel 1: Advantages and Disadvantages of various recording technologies.

Sectie 2.10: Derived Project Data.

Sectie 3.2.2: Statements from the Respondents about Quality.

Tabel 4: Degrees of object quality (from two UNESCO studies).

Sectie 3.4 : Limiting Factors in a 3D Digitisation Process.

Tabel 5A: Current technology recording limits.

Tabel 5B: Current fit-for-purpose resolution limits (production).

Sectie 3.12.1: Uncertainty as a General Expression of Quality in 3D Digitisation.

VIGIE-studie hoofdstuk Relevant Radial Complexity Charts:

- **Figuur 35:** Layers of the 2D geometry quality parameter.
- **Figuur 36:** Layers of the 3D geometry quality parameter.
- **Figuur 37:** Layers of the Texture image quality parameter.
- **Figuur 38:** Layers of the Scale image quality parameter.
- **Figuur 39:** Layers of the Spectral image quality parameter.

3. PRODUCTIE EN OPLEVERING

In dit deel van het Projectplan zijn de laatste overwegingen vóór de digitalisering opgenomen, de zeer belangrijke dataregistratie tijdens de digitalisering en de productietaken na de digitalisering, die nodig zijn voor de uiteindelijke oplevering.

- Productie – databaseer
- Output en deliverables
- Productie

3.1. PRODUCTIE – DATABEHEER

Zodra de vereiste nauwkeurigheid en de juiste bijbehorende digitaliseringsmethode en -apparatuur zijn afgesproken, moeten oplossingen voor het vastleggen van data worden bevestigd en moeten overeenkomsten worden nageleefd. Bij de beslissing over FileData-formaten is het belangrijk om de volledige integriteit van de digitalisering te behouden, evenals de flexibiliteit voor gebruikers om het 3D-model te bekijken. Daarom wordt aanbevolen om zowel ongecomprimeerde formaten te overwegen, die op verzoek beschikbaar gemaakt kunnen worden voor professionals, als geoptimaliseerde FileData-formaten, zodat de 3D-modellen kunnen worden verspreid en bekeken door de grootst mogelijke groep eindgebruikers op een breed scala aan platformen (met speciale aandacht voor de compatibiliteit van 3D-viewers/visualisaties en duurzaamheid).

PRODUCTIE - DATABEHEER

Overeengekomen oplossing voor het vastleggen van data

Overwegingen en toleranties bij het vastleggen van data

Methode voor dataregistratie

Afspraken over bestandsnaamgeving

Afspraken over het bestandstype

Niet-proprietair bestandsformaat - Controle/conversie

Registratie van metadata

Registratie van paradata

Sectie 4 van de VIGIE studie beschrijft de **standaarden en formaten** van 3D-digitaliseringsdata. Dit omvat:

Sectie 4.1 : Data Types (Propriety Data / Open Data).

Sectie 4.2 : Data Formats.

Sectie 4.3 : Metadata Schemas for 3D Structures.

Sectie 4.4 : Identification of Gaps, Additional Formats, Standards.

Registratie van metadata: Metadatamodellen beschrijven digitale surrogaten. De invoer van metadata wordt hoogstwaarschijnlijk verwerkt nadat de digitalisering is voltooid, maar kan vooraf worden gedaan in een afzonderlijke spreadsheet of DAM-systeem, klaar voor import naar of koppeling met de gepubliceerde 3D-modellen. Metadata zijn op tekst gebaseerd en essentieel voor de vindbaarheid van je modellen via

zoekmachines. Of je 3D-modellen nu op grote aggregatieplatformen of op kleine lokale platformen worden geplaatst, de relevante informatie die je aan de metadata toevoegt, verbetert de vindbaarheid via vrije zoekvelden of filters. Bovendien zijn metadata voor bewaring essentiële semantische gegevens die de bewaring van digitale objecten op lange termijn ondersteunen. Het is een cruciale stap voor cultureelerfgoedprofessionals die investeren in digitalisering en is een standaardpraktijk geworden bij de beschrijving van collecties. De grootste uitdagingen bij het bewaren van metadata zijn de ontwikkeling van een uniform raamwerk, inclusief de benodigde semantische informatie; en in welk formaat de data gemodelleerd moeten worden.

Sectie 4.3 van de VIGIE-studie beschrijft metadataschema's voor 3D-modellen.

Registratie van ParaData: Het belang van het vastleggen van paradata, dat wil zeggen de informatie over het digitaliseringsproces, wordt in de wetenschappelijke gemeenschap hoog in het vaandel gedragen. De registratie van paradata begint bij de projectplanning en loopt door tijdens de effectieve digitalisering. Voorbeelden van paradata zijn onder meer de medewerker die de digitalisering heeft uitgevoerd, de gebruikte apparatuur, en de belichting en omgevingsfactoren die aanwezig waren tijdens de digitalisering. Alle informatie over complexiteit die in de planningsfase wordt ingeschat, zal tijdens de digitalisering een overeenkomstig paradata-veld hebben.

Paradata vastleggen en opleveren verschaft belangrijke inzichten die voor sommige gebruikers van cruciaal belang kunnen zijn. Hoewel er verschillende initiatieven en inspanningen zijn gericht op de registratie van paradata, ontbreekt het cultureelerfgoedveld aan een formeel datamodel om deze vorm te geven. Bovendien is het duidelijk dat de registratie en het onderhoud van een volledige reeks paradata voor sommige erfgoedprofessionals belastend kan zijn, vooral als het aankomt op een gedetailleerde invoer van administratieve data, samen met mogelijke updates. Apparatuur of andere tools kunnen helpen om bepaalde paradata automatisch vast te leggen, maar het is belangrijk om ervoor te zorgen dat er alles aan wordt gedaan om de details van het digitaliseringsproces te registreren.

3.2. OUTPUT EN DELIVERABLES

Het hoofdstuk over output en deliverables omvat administratieve taken. Er zijn vereisten waarover het nodig is om vooraf afspraken te maken en te bevestigen welke specifieke output het project zal opleveren: aantal items,

in de overeengekomen formaten, met de overeengekomen data. Wanneer het project wordt opgeleverd, moeten de afspraken worden geverifieerd, samen met de datum van voltooiing, ondertekend door de klant.

OUTPUT EN DELIVERABLES
Vereisten voor de deliverables (inclusief het technische rapport/specificaties, metadata en data)
Datum van voltooiing
Ondertekening van de klant

3.3. PRODUCTIE

De productie omvat de verwerking van de FileData die door de digitaliseringsteams zijn vastgelegd en aangeleverd. De tijdens de digitalisering geproduceerde RAW-data moeten eerst worden gearchiveerd en vervolgens worden opgeschoond/pre-processed om een 3D-model te creëren dat geschikt is voor het beoogde doel en voldoet aan de verwachtingen van de stakeholders. De productie vereist opgeleide multidisciplinaire professionals en de niveaus van complexiteit van het productieproces moeten die van de digitalisering weerspiegelen. Dat wil zeggen dat kleine beweegbare objecten in gecontroleerde omgevingen het minst complex zijn, terwijl volledige locaties en gedetailleerde multi-architecturale structuren bestaande uit onderling verbonden binnen- en buitenaspecten zeer complex zullen zijn om nauwkeurig te verwerken en zeer bekwaam personeel vereisen.

PRODUCTIE
Productiebeheer
Omschrijving van de techniek en de productie
Bevestigde productiemethode
Bevestigde productiefasen en data van tussentijdse controles
Voorwaardelijke productiebeoordelingen en ondertekening
Ondertekening
Oplevering

4. ARCHIEF

Het laatste onderdeel van het Projectplan is de back-up en een archiefbeheerplan. Het is van belang om de integriteit van je data te behouden; doorheen het hele project en bij de permanente opslag zodra het project voltooid is. Maak een ruime inschatting van de gegevensopslag die je mogelijk nodig hebt tijdens de digitalisering, samen met de vereisten voor nabewerking en archivering. Overwegingen zijn onder meer de opslaglocatie, *in house*/in de cloud, de opslagprovider en de kosten voor het onderhoud/preservatie van je data op lange termijn.

BACK-UP EN ARCHIEF

Back-up procedures

Methode voor de archivering van projectdata

3D-digitalisering levert veel bestanden op die grote hoeveelheden digitale opslagruimte in beslag nemen. De integriteit van die data loopt het grootste risico terwijl het project nog loopt. De back-up van de data moet worden gewaarborgd terwijl de data worden aangemaakt en verwerkt, om herdigitalisering te voorkomen, wat zowel duur is als vertragingen oplevert.

Eenmaal voltooid, moeten al je projectdata worden gearchiveerd. Dit omvat FileData, MetaData en ParaData, werkbestanden, voltooide 3D-modellen van de hoogste kwaliteit en bijbehorende data en voltooide 3D-modellen van geoptimaliseerde kwaliteit voor flexibele disseminatie en hergebruik. Het wordt ten zeerste aanbevolen om een volledige kopie op een offline opslagplaats te bewaren als back-up.

Een bijkomende zorg is de archivering van persoonlijke of private gegevens. Personen moeten worden geïnformeerd en ondertekende toestemming geven wanneer je persoonlijke gegevens bewaart.

Publicatie en disseminatie

Een opmerking over gebruik en hergebruik van 3D-cultuurerfgoedobjecten

Digitale 3D-objecten bevatten meer details, schaal en mogelijkheden voor diepgaande interactie dan hun 2D-tegenhangers. De impact van de objecten is dus anders, maar bovenal kunnen 3D-ervaringen meer immersieve

manieren bieden om cultureel erfgoed te verkennen. 3D-objecten zijn nuttige hulpmiddelen bij leren, onderwijs en onderzoek, bij de verkenning, het behoud en de monitoring van erfgoedsites en monumenten, en bij de reconstructie van erfgoed. 3D-modellen van museumobjecten, monumenten en sites kunnen worden hergebruikt in Virtual Reality (VR), Mixed/Extended Reality (MR, XR) of Metaverse-ervaringen, zoals virtuele rondleidingen of training op afstand, en in Augmented Reality (AR)-toepassingen voor onderwijs, toerisme en stads-/museumrondleidingen. Bovendien is het mogelijk om van 3D-modellen een 3D-print te maken (rapid prototyping), bruikbaar voor het verhogen van de betrokkenheid van kinderen, de hantering van en onderwijs over artefacten, zintuiglijke en toegankelijke ervaringen die kunnen worden aangeboden aan bezoekers met een handicap, en ander creatief hergebruik waarbij gebruik wordt gemaakt van 3D-prints.

Ook onderzoek is een ander belangrijk domein dat baat heeft bij 3D-digitalisering. Het is vooral relevant voor erfgoedsites, monumenten en objecten die worden bedreigd. 3D-digitalisering maakt een gedetailleerde analyse en monitoring mogelijk van monumenten, locaties en van cultureel erfgoedobjecten, zowel binnen, buiten als onder water, inclusief metingen, observaties van fijne details die niet direct zichtbaar zijn voor het blote oog of in eenvoudige 2D-opnamen, het vergelijken van details van verwante objecten en de monitoring van de impact van specifieke factoren op objecten in de loop van de tijd (zoals wind, vervuiling, erosie, bezoekersverkeer).

Ten slotte zijn 3D-scans van objecten cruciaal in de strijd tegen de illegale handel in cultuurgooierden: de aanwezigheid van 3D-modellen in de databanken van gestolen werken die door politie en douane worden gebruikt, zorgt voor een winst in snelheid en efficiëntie bij de in situ identificatie van deze objecten.

De verschillende stakeholders en soorten hergebruikers van de 3D-modellen kunnen verschillende noden en eisen hebben; toch is vindbaarheid hét uitgangspunt om gebruik en hergebruik van de 3D-modellen mogelijk te maken. Naast de publicatie en verspreiding van de 3D-collectie op de website van de instelling, bieden pan-Europese platformen zoals Europeana, de Data Space for Cultural Heritage, de komende European Collaborative Cloud for Cultural Heritage, en e-infrastructuren en repositories voor verschillende onderzoeksgemeenschappen mogelijkheden om datasets van 3D-cultureel erfgoed te delen en te koppelen aan een breder publiek.

Een 3D-object online publiceren: technische uitdagingen

Heel vaak gebeurt de online verwerking van 3D-data aan de kant van de eindgebruiker, dus het daadwerkelijke apparaat dat door de gebruiker wordt gebruikt, speelt een

sleutelrol en moet in overweging worden genomen bij het ontwerpen van 3D-ervaringen. Die eindgebruikers worden beïnvloed door netwerkbeperkingen, en het geheugen of verwerkingscapaciteit van de computer.

De 3D-industrie is in de loop der jaren enorm geëvolueerd, maar mist nog steeds het niveau aan standaardisatie dat geldt bij 2D-objecten. Dit gebrek aan standaarden voor het gebruik van 3D-data vormt een uitdaging om over een universeel 3D-formaat te beslissen.

Er is geen volledige afstemming tussen de 3D-software om 3D-data te verwerken en de software om 3D-ervaringen te visualiseren of aan gebruikers te leveren. Hierdoor kunnen sommige contentproviders een bepaald formaat kiezen voor de archivering van 3D-data, maar dit is mogelijk niet de beste keuze voor visualisatie of aflevering aan eindgebruikers. OBJ is bijvoorbeeld een algemeen bekend formaat dat wijd wordt geaccepteerd door 3D-software en 3D-visualisatietools, maar het is minder efficiënt voor de opslag van data, waardoor het een slechte keuze is als de data, die via een netwerk moeten worden verzonden, te groot zijn. Dergelijke gevallen kunnen profiteren van een binair formaat zoals PLY. Sommige algoritmes en 3D-formaten richten zich op compressie, terwijl andere zich richten op prestaties.

Het is meestal een afweging: compressie maakt efficiënter gebruik van de opslagruimte (wat bijvoorbeeld de opslag of overdracht van een bestand ten goede komt), maar verhoogt de inspanningen bij de verwerking (zowel voor het comprimeren als decomprimeren van de data). Dit zijn geen intrinsieke problemen voor 3D, aangezien ze ook bij 2D-content voorkomen, maar ze zijn prominenter aanwezig in 3D omdat 3D complexer van aard is en 3D-content veel grotere hoeveelheden ruimte nodig heeft dan 2D-content, wat een impact heeft op de opslag, verwerking en overdracht ervan via een netwerk.

Het wordt daarom aanbevolen om te overwegen het 3D-model in verschillende versies en formaten te creëren, om tegemoet te komen aan de verschillende gebruikersvereisten (professionele gebruikers hebben mogelijk een model met hogere resolutie nodig dat beschikbaar is voor download en offline als ruwe data te gebruiken, terwijl voor disseminatie een gecomprimeerde versie gedeeld in een embedded viewer voldoende zou kunnen zijn om de gebruiker van de inhoud te laten genieten).

Een opmerking over rechten labels

3D-objecten kunnen een complex scenario doen ontstaan over de rechten die aan het model moeten worden gekoppeld zodra het wordt gepubliceerd. Algemeen, om een zo groot mogelijk gebruik en hergebruik van de 3D-modellen te ondersteunen, is het aanbevolen om een open access-aanpak te overwegen. Vooral als het 3D-model een getrouwe weergave is van een object uit de echte wereld, worden er waarschijnlijk geen extra rechten gecreëerd (wat betekent dat, als het object zich in het publieke domein bevindt, de digitale weergave ervan, of het nu in 2D of 3D is, ook publiek domein zou moeten zijn). Toch kunnen er beperkingen zijn die deze aanpak in de weg staan, zoals nationale wetgeving, contractuele overeenkomsten of de methoden die worden gebruikt om het model

te creëren. Veel collectiehouders beschikken bijvoorbeeld niet over de expertise of apparatuur om 3D-digitalisering in eigen huis uit te voeren en daarom wordt de taak vaak uitbesteed aan dienstverleners die zijn gecontracteerd om het scannen uit te voeren en de modellen te genereren. Afhankelijk van de methoden die worden gebruikt om het 3D-object te modelleren, kan het object ook het resultaat zijn van het werk van verschillende mensen, en, als er een creatieve methode wordt gebruikt, van het intellectuele eigendom van de kunstenaar. Dit kan ook betekenen dat hetzelfde fysieke object verschillende 3D-reproducties kan hebben met verschillende kenmerken, die verschillende rechten kunnen hebben (bijvoorbeeld een getrouwe digitalisering van archeologische ruïnes versus hun virtuele reconstructie die op creatieve wijze opnieuw is ingekleurd). Het is daarom van het grootste belang om de rechten in het contract of de dienstverleningsovereenkomst met de dienstverlener te klaren, zodat de eigenaar van de content de maximale vrijheid behoudt bij het delen van het model met een hergebruiklicentie.

Checklist: 3D-digitalisering stap voor stap

Voordat je start: Dit zijn de belangrijkste vragen die je moet kunnen beantwoorden voor je 3D-digitaliseringsproject.

Stel een projectplan op en meet de complexiteitsniveaus in overeenstemming met de volgende stappen.

Projectplanning

1. Bepaal wat je zal digitaliseren. Waarom is het belangrijk?
2. Wat zijn de eisen van stakeholders? Verwachtingen, deliverables en deadlines
3. Identificeer en bouw je team op – Intern personeel? Externe dienstverleners? Expertiseniveau?
4. Los juridische problemen en andere belemmeringen voor het succes van je project op. Bijvoorbeeld: toegang tot de site, contracten en juridische kwesties, vergunningen, IER en copyright.
5. Maak een gedetailleerde projectbeschrijving met doelstellingen en termijnen voor de oplevering op, met input van je stakeholder/klant.
6. Voer een locatiebezoek uit en beoordeel de objecten – meet waar mogelijk de potentiële complexiteit van weers- en omgevingsfactoren en andere uitdagingen die mogelijk moeten worden verholpen.

7. Maak een inschatting van de complexiteit van de objecten/site, die je wil digitaliseren, met behulp van de voorgestelde radiale grafieken. Beoordeel hierna de timing, het team, de expertise en de kosten opnieuw.
8. Beslis de opnamemethoden (apparatuur) die beide geschikt zijn voor je project, alsook voor de overeengekomen niveaus van nauwkeurigheid en resolutie die door de stakeholders worden verwacht.
9. Bevestig de oplossingen voor en afspraken over het vastleggen van de data.
10. Houd rekening met de gegevensopslag die nodig is tijdens de digitalisering en nabewerking, inclusief de back-ups om de integriteit tijdens deze risicovolle fase te garanderen, evenals de duurzaamheidskosten (opslag/online) voor het onderhouden van de 3D-modellen die in je project worden gecreëerd.

Documentatie en terreinwerk

11. Registreer gedetailleerde paradata tijdens de digitalisering. Voer de exacte waarden van elke eerder geschatte parameter opnieuw in, plus alle andere informatie om het digitaliseringsproces te beschrijven.
12. Registreer metadata (de beschrijvende details over het object zelf – inclusief metadata over preservatie).
13. Beoordeel/valideer de nauwkeurigheid, resolutie en foutmarges van de Raw FileData output in vergelijking met de vereisten van de stakeholders en het beoogde einddoel voordat je het project afrondt.

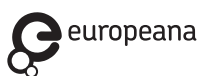
Productie en oplevering

14. Verwerk je Raw FileData tot een werkbaar 3D-model. Houd er rekening mee dat je waarschijnlijk een 3D-model met volledige resolutie en bijbehorende bestanden offline nodig hebt om te bezorgen aan professionals, op hun verzoek. Plus een geoptimaliseerd 3D-model dat flexibel kan worden weergegeven op een breed scala aan platforms (3D-viewers en -visualisers).

Archiveren en bewaren

15. Maak een back-up van al je definitieve data. Vergeet niet om toestemming te verkrijgen als je persoonlijke gegevens opslaat.
16. Wijs rechtenlabels toe aan je 3D-modellen volgens de toestemmingen van relevante stakeholders.
17. Publiceer je 3D-modellen, inclusief alle metadata en paradata.
18. Dissemineer je project onder je stakeholders.

EUREKA3D EN EUREKA3D-XR PARTNERS



OFFICIËLE MEDIAPARTNER





**Co-funded by
the European Union**

Het EUreka3D-project wordt medegefinancierd door het Digital Europe Program
van de Europese Unie, GA n. 101100685

www.eureka3d.eu



@eureka_3d



@eureka3d_



@EUreka_3D



@EUreka3D