

MEETMETHODES 03: PROJECTVERSLAG OPMETING CAMPUS LEDEGANCK

Groep Gaia: I. De Baets, M. Desmet, J. Eyselbergs*, M. Kerwyn, T. Willaert, W. De Troyer

HOGENT, Opleiding Vastgoed-Landmeten, Gent, België

*Corresponderende auteur: jelle.eyselbergs@student.hogent.be

SLEUTELWOORDEN: Laserscanning, fotogrammetrie, BLK360, Totaalstation, GNSS

SAMENVATTING:

Deze paper beschrijft het opmetingsproces van de Hogent campus Ledeganck gelegen te Gent, uitgevoerd in het academiejaar 2024-2025 voor de opleidingsonderdelen Landmeetpraktijk 03 en Dataverwerking 03 van de opleiding landmeten. De studenten werden opgedeeld in groepen van zes of meer en kregen elk een zone toegewezen dat ze dienden op te meten. Elke gang en kamer op iedere verdieping binnen de toegewezen zone moest nauwkeurig opgemeten worden. Ook diende de gevel binnen de zone in kaart gebracht te worden, dit door middel van fotogrammetrie. Het doel van deze metingen was het creëren van een gedetailleerd plan ter ondersteuning van renovatie- en herbestemmingsprojecten van de campus. Om tot een voldoende correct resultaat te komen werd gebruik gemaakt van laserscanning, aangevuld met totaalstationmetingen, GNSS-meting en fotogrammetrie. Voor de verwerking werd gebruik gemaakt van Leica Cyclone Register 360 PLUS, BLK Data Manager, Agisoft Metashape, Cloudcompare, Autodesk Civil 3D, Pythagoras en Autodesk Recap. Hiermee werd een 3D-dataset gecreëerd waarop verdere studies in verband met eventuele herbestemming kunnen worden uitgevoerd.

1. LOCATIE EN DOEL VAN DE OPMETING

De opmeting vond plaats op de Hogeschool Gent campus Ledeganck. Het gebouw werd onderverdeeld in verschillende overlappende zones die steeds door een groep werden opgemeten. De zone die in ons project werd behandeld ligt in de noordelijke hoek van het gebouw en loopt van de centrale deur naar de binnenplaats in de oostelijke gang tot aan de deur naar de binnenplaats bij de eetzaal en heeft voldoende overlap met de aangrenzende zones. Het gelijkvloers, de eerste en tweede verdiepingen en de technische ruimtes in de kelder alsook de gevels en het dak worden behandeld.

Het doel van de opmeting is het opleveren van een nauwkeurige puntenwolk van het gebouw en het uittekenen van een plattegrond voor iedere verdieping. Aan de hand van deze documentatie zouden architecten te werk kunnen gaan om de renovatieplannen van het gebouw te plannen, uittekenen en visualiseren.



Figuur 1: Plan van het op te meten gedeelte

2. TER PLAATSE

2.1 Verkenning

Alvorens aan de metingen te kunnen beginnen diende eerst een grondige verkenning van het op te meten goed te worden gedaan. Hierbij werden ook op strategisch gekozen plekken de nodige targets opgehangen om achteraf alle metingen, totaalstation en laserscanner, correct aan elkaar te kunnen koppelen.

Door de beperkte beschikbaarheid van de meettoestellen moest ook de groep worden opgedeeld om zo efficiënt mogelijk te werk te gaan.

2.2 Inmeten vaste punten met totaalstation

Vooraleer we konden polygoneren met het totaalstation op de eerste dag, moesten we minimaal twee vaste punten inmeten. Dit deden we aan de hand van een vrije opstelling die werkt volgens de voerstraalmethode. Hierbij kozen we zelf twee vaste punten die gemakkelijk te herkennen waren en niet kunnen beïnvloed worden door wind of andere factoren. Eenmaal deze punten ingemeten waren in het totaalstation, kon het zich oriënteren en konden we beginnen polygoneren. Het polygoneren gaat als volgt; we oriënteren het totaalstation door middel van vaste punten op dag één of lokale coördinaten in te geven. Dan meten we de zichtbare targets in en meten we ook een prisma in die waterpas op een driepikkel staat. Daarna verwisselen we de spiegel en het totaalstation zonder verstelblok van plaats en oriënteren het opnieuw in door terug te meten op het prisma die op de plaats staat van het oorspronkelijk opstelpunt van het totaalstation. Dan begint het proces opnieuw tot we telkens een gesloten polygoon hebben.

2.3 Polygonatie

2.3.1 Opmetingsprocedure en methodiek

Het opmeten van het gebouw omvatte de kelder, het gelijkvloers, het eerste en tweede verdiep, zoals eerder vermeld in deze paper. Het proces startte met een grondige verkenning van het te meten gebied om inzicht te krijgen in de indeling van de lokalen, gangen en de mogelijkheden om het totaalstation op te stellen en de targets op te hangen op tactische plaatsen.

Voor de metingen werden vaste referentiepunten ingemeten bij de ingang van het gebouw en bij de kelder. Vanuit deze referentiepunten werd polygonatie toegepast om de verschillende ruimtes nauwkeurig op te meten. Hierbij werden targets op verschillende hoogtes (die zichtbaar waren voor het totaalstation) geplaatst om consistente en reproduceerbare metingen te verkrijgen. Tijdens het polygoneren werden de resultaten gecontroleerd door de laatst opgemeten punten van meerdere meetteams met elkaar te vergelijken, wat de nauwkeurigheid van de eerste verdieping bevestigde.

In sommige delen van het gebouw, met name op het gelijkvloers, traden echter grote fouten in de hoogte op. Deze fouten waren het gevolg van te veel opeenvolgende polygonaties, veroorzaakt door het uitgebreid meten van alle lokalen. Om de meetkwaliteit te verbeteren, werden GNSS-punten ingemeten als controlepunten. Deze punten werden gebruikt om fouten in eerdere polygonaties te identificeren en de metingen te corrigeren.

Daarnaast werd geëxperimenteerd met de methode van achterwaartse insnijding in plaats van klassieke polygonatie waarbij we met voorwaartse insnijding werken. Hierbij werden GNSS-punten gekoppeld aan de gemeten targets, inclusief punten op de gevel die later konden worden verbonden met fotogrammetrische gegevens. Tijdens deze fase werd een probleem met de kalibratie van de spiegel van het totaalstation ontdekt: er zat een verschil van ongeveer 7 mm tussen de spiegelhoogte en totaalstation hoogte. Na correctie van dit probleem konden nauwkeurigere metingen worden uitgevoerd, waarbij zowel de GNSS-punten als de eerder ingemeten vaste punten opnieuw werden gecontroleerd.

Het tweede verdiep werd ingemeten door een gesloten polygonatie uit te voeren, wat resulteerde in minimale sluitfouten van 0mm op het x-coördinaat, 2mm op de y-coördinaat en 3 mm op de z-coördinaat.

2.4 Laserscanning

2.4.1 Meetapparatuur

Voor het uitvoeren van 3D-metingen op de campus werd gebruik gemaakt van een Leica BLK360-laserscanner. Naargelang de beschikbaarheid werd er gewerkt met een eerste (G1) of tweede generatie (G2) van deze toestellen. De nauwkeurigheid van de laserscanner varieert afhankelijk van de generatie:

- Leica BLK 360 G1:

- 6 mm bij een meetafstand van 10 m

- 8 mm bij een meetafstand van 20 m

- Leica BLK 360 G2:

- 4 mm bij een meetafstand van 10 m

De resolutie van de laserscanner is bij beide generaties dezelfde en wordt bepaald door de instelling voor de puntendichtheid, met vier opties die overeenkomen met de puntendichtheden van 50 mm, 25 mm, 12 mm en 6 mm op 10 meter afstand. Omdat de connectie met de smartphone niet overal gegarandeerd was is er vaak op de hoogste resolutie gewerkt. Het toestel neemt deze automatisch bij manueel gebruik.

2.4.2 Uitvoering

Op dag 1 was er geen scan-apparatuur ter beschikking. Vanaf dag twee wordt er dan ook 100% van de tijd ingezet op scannen door een deel van het team. Het andere deel werkt verder aan het opmeten van de referentiepunten. Op de eerste scan-dag, waar in de namiddag een scanner beschikbaar is, worden het gelijkvloers en de helft van de kelder opgenomen met een BLK 360 generatie twee. Dat is goed voor 99 scans.

Er moeten ook voldoende scans worden uitgevoerd. Om de scans achteraf te kunnen koppelen is er namelijk voldoende overlap nodig. Het is daarom belangrijk om telkens ook een scan in de deuropening te maken alvorens ook binnen te scannen. Zo kunnen de opmetingen in de ruimte samengebracht worden met die in de aanpalende ruimte of de gang.

Op de tweede dag waarop we een scanner ter beschikking hebben, in de voormiddag, wordt de tweede verdieping opgemeten. De scanning verloopt met een BLK 360 van generatie één.

Het verschil tussen de twee generaties is duidelijk merkbaar. De eerste generatie vraagt meer geduld. Voor een gelijkaardige scan die bij generatie twee ongeveer veertigseconden duurt moet bij generatie één zo'n twee minuten en vijftig seconden gewacht worden. Er moeten echter nog steeds voldoende scans gebeuren om voldoende overlap te maken. Ook de manier om de data uit te lezen verschilt tussen beide. Daar waar generatie twee van een kabeltje gebruik maakt werkt generatie één draadloos. Het uitlezen van de data verloopt met een kabelverbinding sneller en betrouwbaarder dan via de draadloze optie.

Op de derde scan-dag, weer een namiddag, is een generatie twee ter beschikking. Het begin verloopt echter niet zo vlot omdat enerzijds één van de poten van het statief niet meer ten volle wil uitgeschoven worden maar vooral ook de scanner geen verbinding wil maken met de smartphone. Dit is blijkbaar een wel vaker voorkomend probleem in gebouwen waar veel WIFI in de lucht hangt. Uiteindelijk kan de eerste verdieping gescand worden.

Het wegvallen van de connectie met de smartphone is niet onoverkomelijk. Er kan altijd gescand worden door op de powerknop van het toestel te drukken. De scans worden op het toestel opgeslagen. Om ze dan terug te vinden krijgt ook elke scan een vlaggetje met daarop datum en uur van opname. In tegenstelling tot op de smartphone, waar de

scan op het kaartje verschijnt, heeft het nu wel een blackboxgevoel.

Een ander nadeel is dat geen instellingen kunnen gewijzigd worden. Daar waar anders de keuze bestaat tussen vier niveaus van puntendichtheid en een hoge of lage resolutie, is het nu enkel mogelijk op start te drukken. Wat de resolutie betreft is er tot nu toe enkel gekozen voor hoge resolutie als er grote lichtverschillen (ramen, donkere kamers) waren binnen de ruimte waarin gescand werd.

Op de laatste van de mogelijke scandagen wordt er vroeger begonnen dan gepland, reeds om elf uur in de plaats van dertien uur dertig. Dit is nodig want naast een groot stuk van de kelder moeten ook nog enkele scans op de tweede verdieping gedaan worden en een lokaal op de eerste verdieping. Helemaal boven bleken bij de verwerking een aantal scans niet goed te linken. Daarom worden er een aantal extra uitgevoerd. In het lokaal op de eerste verdieping was er les bij de vorige passage. Er is een scanner van generatie 1 ter beschikking. Dit geeft een langere werktijd per scan maar alle geplande scans worden tijdig uitgevoerd. Er is zelfs nog voldoende tijd om alle materialen mee in te laden, af te zetten op de campus Schoonmeersen en de data van de dag in te lezen. De scanner van vandaag maakte ook geen connectie met de smartphone maar door de ervaring van gisteren leverde dit minder tijdsverlies op bij aanvang.

2.4.3 Aandachtspunten

Voor het scannen met de BLK 360 moet met een aantal dingen rekening gehouden worden. Hier is bij de eerste scans niet altijd voldoende naar gekeken. Zo is het belangrijk om aan de juiste kant van de scanner te staan als hij begint en ook zo snel mogelijk buiten beeld zijn. Als op dezelfde plaats gebleven wordt kan de persoon in kwestie er achteraf nog worden uitgeknipt. Dit is te vermijden omdat er dan een schaduw ontstaat in de puntenwolk. Als de persoon echter enkel in het begin van de scan in beeld was maar zich dan nog uit het scanveld weet te verwijderen is het moeilijker. De scanner begint namelijk met het fotograferen van de omgeving alvorens te beginnen scannen. De gefotografeerde persoon wordt dan geprojecteerd op de puntenwolk van bijvoorbeeld de muur. Deze punten kunnen echter niet weggegooid worden.

Er kan ook niet altijd de hele namiddag gescand worden want er is een gebrek aan volle batterijen. Dat is een beetje een nadeel aan de generatie twee. Tijdens het scannen worden lege batterijen terug opgeladen. Zo worden twee batterijen afgewisseld. Bij generatie 1 is de batterij ook opgeladen als diegene die in gebruik is plat is. Bij generatie 2 duurt het echter langer om op te laden dan om leeg te werken en dat kan problemen geven? De data worden wel nog op de computer gezet dus er kan ook nog verder gewerkt worden aan de dataverwerking.

2.5 Fotogrammetrie

2.5.1 De foto's

Voor het deel fotogrammetrie werd gebruik gemaakt van verschillende datasets. Een eerste set bestaande uit dronefoto's, gemaakt door een medestudent, omvat onze zone met inbegrip van gevels en daken. Een tweede set foto's beslaat de binnengevels van de aan ons toegewezen

zone. De set dronefoto's werd gebruikt zoals ze aangeleverd werden en werden gemaakt door een camera met een resolutie van 48MP. Instellingen voor deze foto's werden niet zelf aangepast en ook de foto's zelf werden niet bewerkt. Voor het maken van onze eigen foto's werd gebruik gemaakt van een smartphone (Motorola G20) en een digitale camera (Panasonic DMC-TZ60) met een resolutie van respectievelijk 48MP en 18,1MP. Bij het maken van de foto's met de smartphone werd gekozen voor de automatische instellingen, bij de digitale camera werd geopteerd om gebruik te maken van de manuele instellingen zoals het scherpstellen, de lichtgevoeligheid, de apertuur en de sluitertijd.

De camera van de drone heeft een focuslengte van 6,72mm en een f-stop van f/1,7. De lens is het formaatequivalent van een 24mm lens. Met een fotoafmeting van 8064 x 6048 pixels produceert deze camera de grootste beelden uit onze dataset. Sluitertijd en lichtgevoeligheid van de camera variëren doorheen de foto's. Bij de sluitertijd stellen we grote variaties vast, bij de lichtgevoeligheid daarentegen zijn de verschillen kleiner. De sluitertijd ligt tussen 1/30 en 1/1600. De ISO-waarden liggen tussen 100 en 210, waarbij de overgrote meerderheid van de foto's een waarde heeft van 100.

Onze eigen foto's werden zoals eerder vermeld vastgelegd met een smartphone type Motorola G20 en een digitale camera Panasonic DMC-TZ60 met respectievelijk automatische en manuele instellingen. Met het Panasonic-toestel werden meerdere datasets gemaakt met verschillende instellingen. Alle gemaakte foto's werden ingeladen in Agisoft Metashape om de kwaliteit ervan te inspecteren. Bij het aligneren wordt de pixelfout berekend, hoe lager hoe beter. Op basis hiervan werd gekozen voor een dataset gemaakt met de digitale camera. Later in het verwerkingsproces worden nog markers toegevoegd, welke ons ook in staat zullen stellen een verwachte fout uitgedrukt in meters te laten berekenen door de software. De camera-instellingen bij de door ons genomen foto's zijn: lichtgevoeligheid: ISO 100; f-stop: f/3,3; sluitertijd: 1/20 en manuele scherptestelling. De focuslengte van de Panasonic bedraagt 4,3mm en de sensor heeft een afmeting van 6.17 x 4.55 mm. Gebruikte foto's hebben een afmeting van 4896 x 3672 pixels.

3. Verwerking

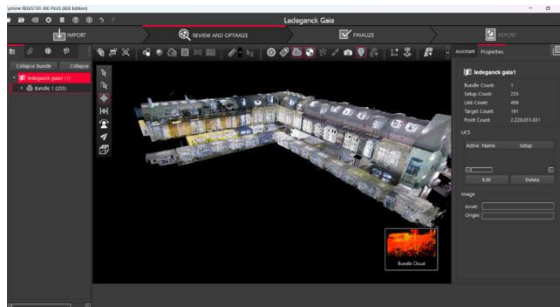
3.1 Totaalstation

Na het controleren en herhalen van de metingen op het gelijkvloers en de andere verdiepingen werden alle datasets gekoppeld. De gegevens van de kelder, het eerste verdiep en het tweede verdiep werden geïntegreerd en, samen met de laatst opgemeten coördinaten van het gelijkvloers, via een Helmert-transformatie omgezet van het lokaal stelsel naar Lambert72. Vervolgens werden de opstelpunten verwijderd en de coördinaten geëxporteerd in een Word-bestand. Deze lijst diende als basis voor het toekennen van targets en coördinaten voor verdere verwerking in Pythagoras.

3.2 Laserscanning

Bij de verwerking moet eerst en vooral ook zeker gekeken worden naar de nauwkeurigheid van de toestellen. De BLK haalt een nauwkeurigheid van 6mm op een afstand van 10m. Als de metingen verder liggen daalt de nauwkeurigheid naar 8 mm over 20m.

Voor de verwerking wordt gebruik gemaakt van Leica Cyclone Register 360 PLUS. Met dit programma kan echter enkel gewerkt worden op school en in connectie met de server vanwege de beperkte licenties die beschikbaar zijn. Alle data worden geïmporteerd. De data ingelezen met smartphoneconnectie staan reeds gelinkt. De link was tijdens het scannen op de smartphone reeds gemaakt. De andere data moeten individueel naar hun plaats gesleept worden en gelinkt worden aan het geheel. Het is hierbij, ondanks de beelden van de scanner, verstandig geweest om op een schets de nummers van de scans aan te duiden.

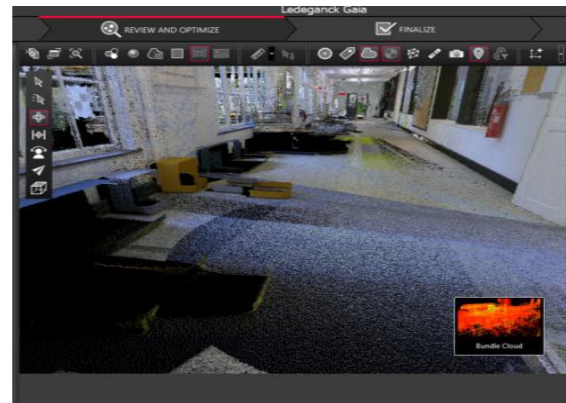


Figuur 2: Printscren, uit Cyclone REGISTER 360

Bij elke scan dient de reflectie in en beelden gemaakt door glas weggesneden te worden. Voor het kelderstuk valt dit wel mee maar in de rest van het gebouw zitten betrekkelijk veel ruiten, zelfs tussen lokalen en de gang. Als dit verwijderd is zijn de personen zichtbaar in de puntenwolk aan de beurt. Ook dat is op een school een redelijk werk. Als laatste worden ook banken en stoelen weggenomen uit de scans. Dit geeft allemaal de nodige schaduwen en aangezien er hier sprake is van een school zijn er ook veel banken.



Figuur 3: Printscren uit Cyclone REGISTER 360, masking



Figuur 4: Printscren uit Cyclone REGISTER 360

Het programma zoekt ook naar bewegende objecten. Hoe meer scans, hoe beter deze functie werkt want er wordt gebruik gemaakt van verschillende beelden van dezelfde objecten om dit te berekenen. Het is een best groot gebouw met veel volk dus het programma doet er even over. Eens gevonden kunnen deze bewegende punten verwijderd worden.

De school heeft ook niet voor niets gedurende enkele weken volgehangen met targets. Elke scan wordt nu overlopen om te kijken of er targets zichtbaar zijn. Deze worden dan benoemd. Diegene waarvan de coördinaten zijn opgemeten met het totaalstation dienen dezelfde naam te krijgen als in de txt van het totaalstation. Aan de hand van deze opgemeten, en niet-opgemeten, targets kan het programma de scans nog beter aan elkaar hangen.

Na alle kuiswerken wordt het project gefinaliseerd. Het wordt ook gepubliceerd in een LAS-formaat en het formaat E57 om er verder nog mee te kunnen werken. Het programma geeft ook een lijvig foutenrapport, per opstelpunt en per link.

Overall Quality

Error Results for Bundle 1

Setup Count: 255
Link Count: 499
Strength: 55 %
Overlap: 49 %
Global Bundle Error: 0.035 m

Bundle Error 0.005 m ✓	
Overlap 49 % ✓	Strength 55 % ✓
Cloud-to-Cloud 0.005 m ✓	Target Error —

Figuur 5: Printscren kwaliteitsrapport cyclone REGISTER 360

Uit het foutenrapport kunnen we ook leren dat we werken met een bundle error van 0.005m. Deze foutmaat geeft inzicht in de gemiddelde afwijking binnen een groep gekoppelde scans. Het geeft dus weer hoe goed overlappende gebieden op elkaar aansluiten. Hoe lager het getal hoe beter.

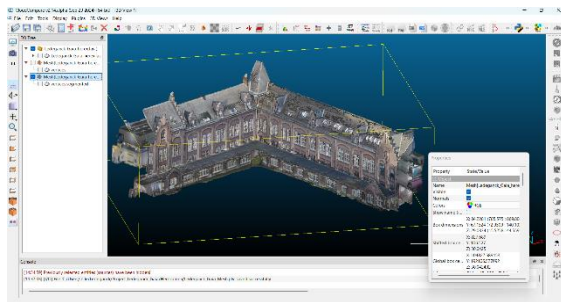
Ook zien we een overlap van 49%. Dit is meer dan voldoende om alle individuele scans aan elkaar te kunnen koppelen.

Met het programma CloudCompare wordt de dichtheid van de punten verlaagd om er zo voor te zorgen dat het

bestand vlotter kan worden bewerkt. Ook om het op eventueel zwakkere computers te kunnen draaien is dit niet slecht.

De LAS-file wordt nu opgeladen in Autodesk ReCap om verder te werken. In dit programma worden de vele stoelen, kasten, banken en dergelijke die nog in de scans aanwezig waren zo goed mogelijk weggeknippt. Ook een teveel aan data, ramen, zowel binnen als buiten, worden verwijderd. Ook wordt er een combinatie gemaakt tussen de laserdata en de fotogrammetrie.

Eveneens in Cloudcompare wordt met het opgekuiste lasbestand een mesh gecreëerd. Deze wordt opgeslagen als een .ply.



Figuur 6: Mesh in Cloudcompare

3.3 Fotogrammetrie

Zoals reeds vermeld werden de foto's als eerste stap ingeladen en werd er een kwaliteitscontrole op uitgevoerd om eventueel foto's van lagere kwaliteit te verwijderen. Zo werden foto's met een kwaliteit van minder dan 0,60 verwijderd. Hierna werden de foto's gealigneerd waarbij de positie van de camera wordt berekend. Wanneer dit alles gebeurd is kunnen we verder met de verwerking ervan.

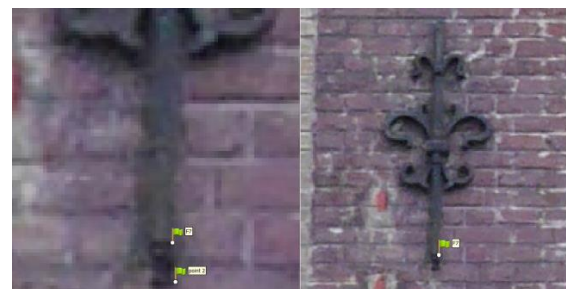
Na het aligneren worden zogenaamde tie points gecreëerd, een eenvoudige puntenwolk. Deze werd op drie verschillende wijzen gefilterd. Allen zijn ze onderdeel van Gradual selection, te vinden onder Model. In eerste fase werd gefilterd met Reconstruction Uncertainty. Hiermee worden minder nauwkeurige punten geselecteerd waarna we ze verwijderen. Na verschillende instellingen geprobeerd te hebben werd met bepaalde instellingen verdergegaan. Het is een proces van trial and error. Na deze fase opnieuw optimaliseren en verder verwerken. Deze stappen werden opnieuw doorlopen met de andere twee filters, nl. Reprojection Error en Projection accuracy. Hierna werden nog manueel enkele punten verwijderd.

In een volgende stap werden markers aangebracht waardoor de in een later stadium gerenderde puntenwolk gegeorefereneerd kan worden. Na het toevoegen van de markers werden er 2 (control points die voldoende van elkaar verwijderd zijn) geselecteerd en op de correcte positie geplaatst.

Bij het plaatsen van de markers werd snel duidelijk dat deze minder goed gekozen werden. Zo komen markers op begin- en eindpunten van onze zone weinig voor op de foto's. Ook was niet alles zichtbaar door bomen die het zicht verminderden en was er enige onduidelijkheid over

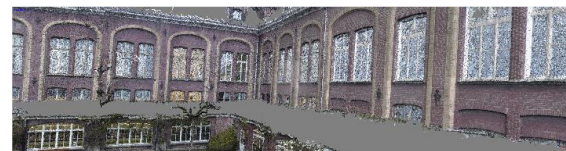
de correcte positie van een marker. Voldoende en duidelijk zichtbare markers zijn dus een aandachtspunt. Om dit te vermijden is het best dat diegene die de foto's maakt ook de markers kiest.

Na het positioneren van de markers werd de functie update transform gebruikt waardoor het model zich aanpast aan de 2 control points. Vervolgens werden alle markers (control points en checkpoints) op de correcte positie geplaatst. Belangrijk hierna is het deselecteren van enkele markers (deze moeten een goede spreiding hebben) waardoor deze door de software als checkpoints gezien worden. Aan de hand hiervan wordt de werkelijke nauwkeurigheid van de data berekend door ze te vergelijken met de control points. Daarom is het belangrijk dat de functie update transform en optimize camera's enkel wordt uitgevoerd zonder dat de checkpoints geselecteerd zijn. Wanneer dit niet het geval zou zijn, worden ook deze punten meegenomen in het aanpassen van het model en kunnen ze bijgevolg niet met de control points vergeleken worden en zal de berekende nauwkeurigheid niet kloppen. Vervolgens werd de door ons geschatte nauwkeurigheid van de metingen van de markers aangepast. Er werd gekozen voor 5 cm nauwkeurigheid omdat de punten met GNSS gemeten 2 à 3 cm nauwkeurig zijn en omdat de positie van de markers op de ornamenten niet zo duidelijk waren. Hierna werd nog een laatste keer de functie optimize camera's toegepast om zo onze finale nauwkeurigheid. Dankzij het kwaliteitsrapport kunnen we dan verder controleren of alles in orde is.



Figuur 7: Mogelijke verwarring van ingemeten target

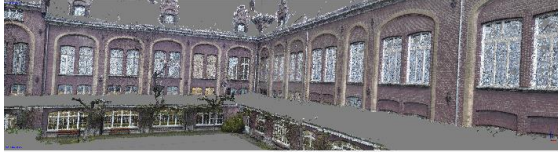
De volgende stap is het genereren van een Dense Point Cloud. Om alles sneller te laten verlopen werd hierbij gekozen voor de instelling Quality: medium. Achteraf werd nog een puntenwolk met hoge kwaliteit gegenereerd. Bij het genereren van een Dense cloud moet ook nog een optie gekozen worden voor het zogenaamde Depth filtering. De mogelijkheden zijn mild, moderate en aggressive.



Figuur 8: Depth filter aggressive

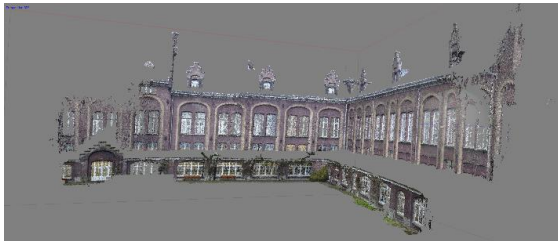


Figuur 9: Depth filter mild



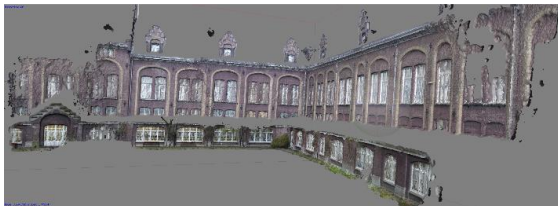
Figuur 10: Depth filter moderate

Ook hier is het best om de verschillende opties uit te proberen en de voor uzelf beste optie te selecteren. Belangrijk voor het filteren achteraf is om de instelling calculate confidence aan te vinken omdat we deze parameter nodig hebben om onze puntenwolk verder te filteren. Het filteren zelf werd gedaan met filter by confidence, te vinden bij tools->Dense cloud.



Figuur 11: Na filteren met filter by confidence

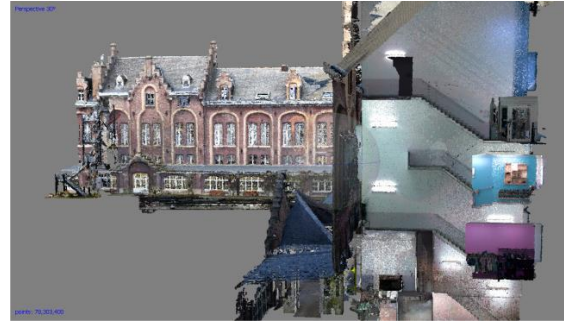
Vanuit deze puntenwolk kan dan weer verder gewerkt worden om een 3D mesh bekomen. Op dit 3D model kan dan nog een textuur worden gegenereerd waardoor het geheel er nog aantrekkelijker uitziet.



Figuur 12: 3D Mesh met textuur

Om al deze datasets (dronefoto's: daken en gevels van 2 verschillende delen van het volledige gebouw en eigen foto's) samen te voegen tot één geheel werd gewerkt met het mergen van chunks. Eerst werd de puntenwolk van de eigen foto's gegenereerd. Vervolgens werden de puntenwolken van de afzonderlijke sets dronefoto's gegenereerd en daarna via merge samengevoegd. De twee afzonderlijke puntenwolken werden opnieuw samengevoegd waardoor er een grotere puntenwolk ontstaat die correct gegeorefereerd is.

Na het genereren van de volledige en gegeorefereerde puntenwolk werd ook de puntenwolk van de binnenkant van het gebouw geïmporteerd en samengevoegd. Op deze manier zijn alle vergaarde data samengevoegd tot één puntenwolk.



Figuur 13: Volledige dataset binnen en buiten

4. RESULTATEN

Via CloudCompare worden de laserscandata en de fotogrammetrie samengevoegd. Dit totaalbeeld wordt in verschillende bestandsformaten geëxporteerd.

Om een overzichtelijk beeld van de resultaten te kunnen voorstellen werden naast dit verslag ook een poster gemaakt voor op de posterbeurs. Ook een website met daarop alle gegevens beschikbaar werd online geplaatst.

Op de metingen van het totaal station hebben we op de x-waarde 0 mm sluitfout, op de y-waarde 2 mm en op de z-waarde 3 mm voor de tweede verdieping.

De uitgevoerde metingen met totaalstation, laserscanning en fotogrammetrie werden geïntegreerd tot een uniforme dataset bestaande uit een puntenwolk en plattegronden van de campus Ledeganck. De verwerking vond plaats in Cyclone Register 360, Agisoft Metashape en CloudCompare.

De nauwkeurigheid van de verschillende methodes kan als volgt worden samengevat:

- Totaalstation: 0 mm in de x-richting, 2 mm in de y-richting en 3 mm in de z-richting.
- Laserscanning (Leica BLK360):
 - Generatie 1: 6 mm bij 10 m afstand, 8 mm bij 20 m afstand.
 - Generatie 2: 4 mm bij 10 m afstand. Daarnaast werd tijdens de verwerking een gemiddelde bundelfout (*bundle error*) van 0,005 m vastgesteld, wat wijst op een goede aansluiting van de scans.
- Fotogrammetrie: circa 5 cm, gebaseerd op de positionering van control points en check points. Deze waarde houdt rekening met de nauwkeurigheid van de GNSS-controlepunten (2 à 3 cm) en de beperkingen bij de plaatsing en zichtbaarheid van markers.

De resultaten tonen aan dat het totaalstation de hoogste nauwkeurigheid levert voor detailmetingen, terwijl laserscanning een zeer betrouwbare methode biedt voor het opmeten van grotere oppervlakken en fotogrammetrie het meest geschikt is voor gevel- en dakopnames. De combinatie van deze technieken resulteert in een consistente en betrouwbare dataset die kan dienen als basis voor verdere renovatie- en herbestemmingsstudies van de campus Ledeganck.

Het kwaliteitsrapport van de fotogrammetrische metingen gaf volgende waarden. Een fout van 3,99 cm op de x-as, 2,27 cm op de y-as en 4,22 cm op de z-as. De gecombineerde xy fout bedroeg 4,59 cm. Dit resulteerde in een totale fout van 6,24 cm. Dit komt overeen met de verwachtingen omdat zoals eerder vermeld onze markers niet zorgvuldig genoeg gekozen waren.

5. CONCLUSIE

De campus Ledeganck heeft duidelijk een historische architecturale waarde. Om het echter om te vormen en bruikbaar te houden in deze tijd vraagt het toch nog een aantal grondige investeringen. Daarbij wordt gedacht aan isolatie, elektriciteit, ... Dit is zowel van toepassing als het wordt behouden door de HoGent als wanneer het voor andere doeleinden zou worden gebruikt.

Het project op de Hogent campus Ledeganck bood een uitgebreide en waardevolle leerervaring voor onze groep. Gedurende drie weken hebben we de campus in kaart gebracht met behulp van meerdere meettechnieken, waaronder het totaalstation, 3D-scanning met de Leica BLK360, en fotogrammetrie. Het project bestond uit het inmeten van targets, het plaatsen van meetnagels, en het polygoneren om alle verzamelde gegevens nauwkeurig aan elkaar te koppelen in een architecturaal plan.

Tijdens het proces ondervonden we enkele moeilijkheden, waaronder verbindingsproblemen met de scanner, problemen bij het linken van scans in bepaalde delen van het gebouw. Desondanks is het project voltooid door extra metingen uit te voeren buiten de voorziene momenten.

De gedetailleerde metingen en scans vormen nu een goede basis voor verdere analyses en plannen, met name gericht op renovatie en herbestemming van de campus Ledeganck.

Het project heeft niet alleen bijgedragen aan onze technische vaardigheden in landmeten, maar ook aan het begrip van de complexiteit die gepaard gaat met het opmeten van een gebouw zone van deze omvang.

Kortom, dit landmeetkundig project heeft ons niet alleen voorzien van praktische kennis en ervaring op het gebied van geavanceerde meettechnieken, maar heeft ook ons vermogen vergroot om oplossingsgericht te reageren op onverwachte uitdagingen in de praktijk. Het proces van gegevensverzameling en verwerking heeft bijgedragen aan een beter begrip van de praktische toepassingen van landmeetkunde en zal zeker waardevolle inzichten bieden voor toekomstige projecten.

BRONNEN

Leica Camera. (z.d.). Homepage | Leica Camera AG.
<https://leica-camera.com/en-int>

Agisoft Metashape - Index. (z.d.).
<https://www.agisoft.com/forum/>

Geospatial Tips. (2022, 19 september). AgiSoft Metashape - Complete Tutorial (Cloud, Mesh, DSM, DTM, Classify, OrthoImage - No GCPs) [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=je79gV8HsZI>

Geospatial Tips. (2024, 12 januari). Adding metashape GCPs - be careful! [Video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=yttvc0euMeKM>