

DIGITALISATIE EN OPTIMALISATIE VANUIT BIM

Auteurs

Nadine Gijzen	BIM consultant	Hilti Nederland
Dennis Laurijssen	BIM project mgr	Hilti Nederland
Jeffrey Vos	Trade Manager	Hilti Nederland

Samenvatting

Het toepassen van BIM werkwijzen in de ontwerpfase van grotere projecten is al geruime tijd de standaard. Door digitale samenwerking tussen de verschillende partijen binnen een project kunnen we komen tot een optimaal gecoördineerd ontwerp, en reduceren we faalkosten. Veelal worden de modellen die voortkomen uit deze samenwerking vertaald naar traditioneel tekenwerk om de uitvoering te faciliteren.

Hilti formuleert een visie waarin de uitvoeringsprocessen optimaal gebruik kunnen maken van digitale modellen om productiever te werken, en kwaliteit te kunnen toevoegen. Vanuit onze expertise in bevestigingen, passieve brandveiligheid en modulaire constructies, verrijken wij de modellen en borgen we de maakbaarheid van het ontwerp in een vroeg stadium.

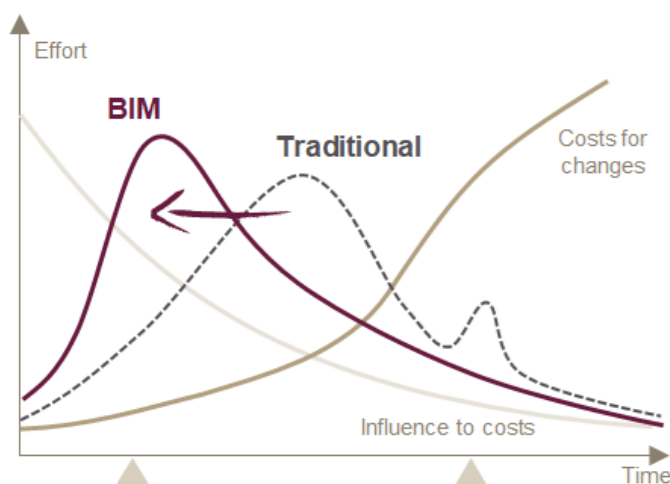
Aan de hand van een huidig tunnelrenovatieproject waarin Hilti participeert als een co-maker, licht Hilti haar ervaringen op dit gebied toe. Hierin komen zowel de ontwerp- en (vooral de link naar de) uitvoerings- en logistieke aspecten aan bod.



HET BIM-PARTICIPATIE PROCES

Door de introductie van BIM is men anders gaan denken over de planning van een project. Door aan de voorzijde meer te investeren en vroeger te gaan samenwerken, kunnen er aan de achterkant voordelen zoals productiviteitswinst en lagere faalkosten worden behaald. Waar traditioneel gezien een relatief groot gedeelte werd ontworpen op de bouwplaats, wordt er binnen een BIM project reeds veel vastgelegd in de ontwerpfase. Dit betekent ook dat het aanpassen of verplaatsen van objecten in een later stadium binnen een BIM project relatief meer kosten met zich meebrengt.

Vanuit de BIM Design Services kan Hilti meedenken aan slimme ontwerpen door ophangsystemen en brandveiligheid aan het model toe te voegen en daarmee de LOD te verhogen. Maar wat betekent dit in de samenwerking? Om impact te kunnen maken binnen een project dienen we reeds aan de voorzijde van een project met de ontwerpers en uitvoerders aan tafel te komen. Er is dus een shift ontstaan van leverancier naar co-maker. Door een shift in de vraag en de markt zullen alle partijen die betrokken zijn bij de realisatie van een project kritisch moeten kijken naar de onderlinge samenwerking en de huidige processen. Deze nieuwe manier van werken vraagt de benodigde flexibiliteit.



Hieronder is een uitwerking te zien hoe een vroege samenwerking met de betrokken partijen er uit komt te zien. Deze simpliciteit in processen leidt tot schaalbaarheid en de mogelijkheid om aan te passen binnen projectteams.



Framework
("slice the elephant")

service output

Het samen bepalen van de onderdelen van het project die via BIM kunnen worden uitgewerkt, uitgeleverd en uitgevoerd.



Design core (80/20)
Design specifics

service output

Het berekenen en uitwerken van de benodigde bevestigingen.

Rapportages die de aantoonbaarheid van oplossingen borgen.



BIM Modeling

service output

Het vervaardigen van een aspectmodel met de "engineered" oplossingen.

Het afstemmen en coördineren met alle partijen omtrent maakbaarheid en werkstroomoptimalisaties.



BIM Output

service output

Het overdragen van de relevante data aan werkvoorbereiding- of uitvoeringsteams.

Dit proces biedt de mogelijkheid om de hiernavolgende use-cases mogelijk te maken.

HET WIEL OPNIEUW UITGEVONDEN.



In enkele gevallen wordt er in BIM getekend omdat het zo is voorgeschreven of omdat het "moet". Zonder duidelijke voordelen in de uitvoering van een project zullen hierdoor de extra gemaakte kosten tijdens de design fase de totale projectkosten alleen maar doen stijgen. Echter kunnen er zeer grote voordelen worden behaald wanneer BIM dit in de uitvoeringsfase juist wordt omgezet naar praktische uitvoerbaarheid. Hierboven is de use-case wheel van Hilti te zien. 6 gedefinieerde use-cases welke elke kunnen leiden tot hogere productiviteit, veiligheid en kwaliteit. In de volgende alinea's zullen deze use-cases stuk voor stuk worden behandeld.

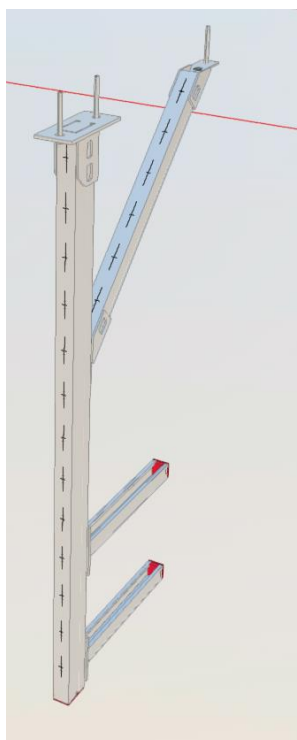
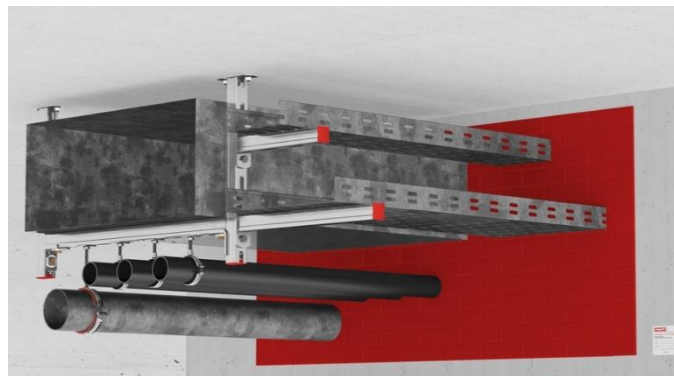
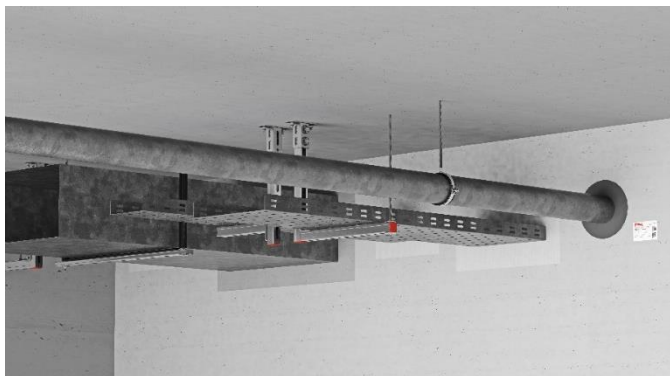


ONTWERP OPTIMALISATIE

De eerste voordelen van BIM kunnen reeds worden behaald tijdens het optimaliseren van het design. Binnen multidisciplinaire projecten wordt in de Nederlandse markt al volop gebruik gemaakt van BIM om ontwerpen te coördineren en ruimtegebruik onderling tussen de disciplines af te stemmen. Binnen de meeste projecten wordt hierin geen rekening gehouden met de bevestigingen en bijhorende maakbaarheid wat is gemodelleerd.

Dit kan leiden tot vertraging en onveilige situaties doordat geleund blijft worden op het improviserend vermogen van uitvoering. Bevestigingstechnieken verdienen terecht een plek in het integraal ontwerp. Het borgen van deze cruciale elementen in een vroeg stadium leidt tot optimalisatie in de uitvoering. Daarnaast biedt deze verdieping binnen het ontwerp, de mogelijkheid aan engineers om aanvullende besparingen te realiseren door een multidisciplinaire plan te ontwerpen. Hiermee wordt het aantal benodigde materialen gereduceerd en tevens wordt er integraal gekeken naar deze materialen, de maakbaarheid hiervan en randzaken als passieve brandveiligheid wordt direct in ogenschouw genomen.

Het optimale ontwerp maakt gebruik van bevestigingsmiddelen die binnen de constructieve randvoorwaarden een verantwoord uitnuttingspercentage hebben, en waarvan de productie geoptimaliseerd kan worden.



Modulaire invulling van ondersteuningsconstructie voor kabelgoten. *Ter vervanging van traditioneel gelaste consoles.*

De afbeelding hiernaast is het resultaat van een efficiency slag in de montage van kabelgoten. De constructieve randvoorwaarden in het project beperkt de montage aan naastliggende wanden, dit in combinatie met de maximale belastbaarheid en benodigde toegankelijkheid van de goten, waren de technische parameters op basis waarvan ontworpen werd. Uiteindelijk is deze configuratie tot stand gekomen met 3 verschillende profielen, waarbij de maximale uit-nutting van deze profielen 92% is. Een optimale benutting van de capaciteit van de rail. Het resultaat hiervan is een "engineered" configuratie die licht van gewicht is en derhalve bespaart op materiaalkosten.

Naast deze besparingen is de werkwijze ook geprezen door HSE/KAM medewerkers op het project. De besparing in gewicht reduceert ook de nodige risico's bij plaatsing. En door het geprefabriceerd aanleveren van de configuraties hoeven risicovolle handelingen als zaag en slijpwerk, niet op de bouwplaats uitgevoerd te worden.

Vanuit een duurzaamheidsperspectief, heeft de oplossing vele voordelen, gewichtsbesparing telt door in logistiek, en de modulaire aard van de oplossing leidt tot herbruikbaarheid en circulariteit. Dat alles, binnen de geldende constructieve randvoorwaarden en met aanzienlijke tijdswinst in de planning.



PREFABRICAGE

80% van de ondernemers in de bouw hebben problemen met het vinden van geschoold personeel. Het slim inzetten van resources is daarom essentieel. Zaken als standaardisatie en prefabricatie zijn in de automotive industrie reeds zeer gebruikelijk. In de bouw wordt dit echter nog niet veelvuldig toegepast. Traditioneel worden supports systemen in veel situaties, na levering van alle individuele onderdelen, op de bouwplaats geassembleerd. Dit vereist veel zaag- en slijpwerkzaamheden op de bouwplaats (wat veel risico's met zich meebrengt) en de kennis en vakmanschap voor de installatie is een schaarste binnen de gehele sector.

Preplanning in BIM brengt de mogelijkheid tot prefabricatie met zich mee omdat alles vooraf is ontworpen. Dit is een van de oplossingen om extra productiviteit te behalen en de kwaliteit te kunnen waarborgen. Door middel van geprefabriceerde systemen kunnen verschillende voordelen van prefabricatie worden behaald:

Veiligheid: door het zagen en slijpen volledig te elimineren van de bouwplaats en het werken op hoogte te beperken tot een minimum wordt het risico op ongevallen beperkt.

Productiviteit: Tot 80% van de totale installatietijd kan worden bespaard wanneer werkzaamheden worden verplaatst naar een off-site locatie afhankelijk van het niveau waarop wordt geprefabriceerd. Werkzaamheden die worden geëlimineerd zijn bijvoorbeeld het verzamelen van materiaal, het zagen van het materiaal en het assembleren van het materiaal.

Kwaliteit: Standaardisatie van zowel ontwerp als uitvoering door volledige prefabricatie garandeert uniformiteit.

Duurzaamheid: Tijdens de (pre) assemblage wordt verspilling tegengegaan door exact gebruik van materialen. Op een traditionele bouw bestaan de geleverde materialen tot 30% uit afval door o.a. standaardverpakkingen en over-bestellen.



Prefabricatie is een essentieel onderdeel binnen de markttrends richting modulair bouwen. Als de ontwerpen op een project eenmaal zijn geoptimaliseerd, wordt beoordeeld hoe deze zo snel en efficiënt mogelijk gerealiseerd kunnen worden. Dit is geen kwestie van wel of niet prefab, maar een vraagstelling "hoever kunnen we prefab doorvoeren?".

Hoe zit dit er in de praktijk uit?

Hilti modulaire structuren kunnen voor vele toepassingen worden ingezet. Voor de realisatie van verhoogde vloeren bieden we de optie om vloerondersteuning, kastondersteuning en bevestiging van installaties en kabelgoten in een modulaire draagconstructie te combineren. Deze vloervelden kunnen over het algemeen niet compleet geprefabriceerd, getransporteerd en geplaatst worden. Door de levering van deze constructie echter modulair uit te voeren, zijn we in staat geweest om voor een vloerveld van 648 m² de planning te reduceren van 20 naar 3 dagen. De extra materiaal kosten die hiermee gemoeid zijn, bedroegen circa 35%.



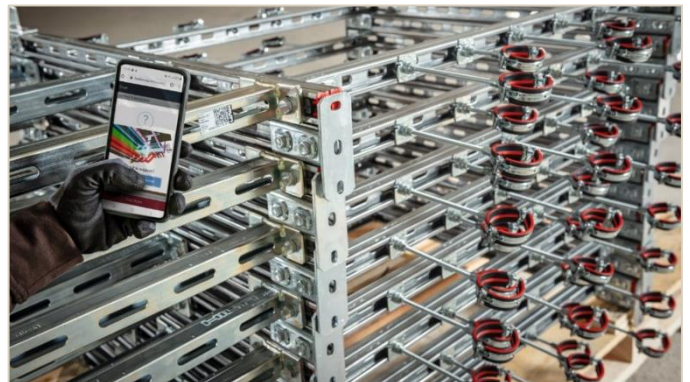
GEAVANCEERDE LOGISTIEK

Wanneer het ontwerp een dusdanig niveau heeft bereikt, en volledig in een integraal BIM model is onderbracht, biedt dit aanvullende voordelen voor het beheren van de logistiek op projecten. 4D planning binnen modellen is al geruime tijd de standaard om de diverse fases in de bouw overzichtelijk te krijgen en knelpunten op te lossen, echter in de relatie tussen uitvoeringsplanning en toeleveranciers zijn er aanvullende zaken te optimaliseren.

Het ontwerp in combinatie met gemodelleerde faseringen of gemodelleerde bouwblokken, biedt de mogelijkheid om exacte kwantificatie van de benodigde (geprefabriceerde) configuraties en producten - per bouwphase - te genereren door de bijbehorende BOM. Deze BOM maakt het ook mogelijk just-in-time te leveren en met het BIM model op de achtergrond is het waardevol om data te generen door informatie over leveringen terug te koppelen aan het model.

Daarnaast onderscheidt het ontwerp de diverse unieke configuraties met eigen codes en locatie specifieke positioneringsgegevens. Door de diverse stappen in het logistiek en pre-productieproces te voorzien van feedback momenten naar het ontwerp, genereren we data die inzicht geven in de status van een fase of sectie binnen het project en daarmee toekomstige optimalisaties mogelijk maken.

Daarnaast koppelen we de locatie en planningsinformatie die bij een configuratie horen, aan een QR code die door uitvoering gescand kan worden, zodat er minder tijd verloren gaat aan het zoeken naar materialen en er minder fouten gemaakt worden.



Hoe zit dit er in de praktijk uit?

De logistiek op bouwplaatsen is een onderwerp waar vaak optimalisaties gevonden kunnen worden, dagelijkse leveringen, beperkte ruimte en hoge administratieve belasting voor het verwerken van pakbonnen en facturen waren aanleiding om te kijken hoe wij middels BIM hierin voordeel konden bieden. Het optimale ontwerp specificeert immers wat exact nodig is.

Door de uit BIM gegenereerde uittrekselen te complementeren met benodigde verbruiksmiddelen voor montage. Kunnen we efficiënter te werk gaan, Zo hebben wij een grootschalig industrieproject kunnen voorzien van alle benodigde gereedschappen, verbruiksmaterialen en ge-engineerde prefab configuraties, in 37 Just-in-Time leveringen. Deze werden individueel gelabeld zodat direct zichtbaar was voor de ontvangende medewerkers voor welke bouwdeel deze levering bestemd was, en voorzien van montagetekeningen zodat er in principe direct gestart kon worden met werk.

In traditionele uitvoering waren dit minimaal 90 bestellingen geweest, wat inhoudt dat we een 58,9% reductie van de belasting op bouwplaats personeel ten aanzien van het verwerken van deze orders, transportkosten, en milieubelasting hebben weten te realiseren.

BIM TO FIELD



De in het ontwerp gemaakte modellen worden na controle en coördinatie vaak gebruikt om traditioneel tekenwerk te generen voor de uitvoering. Dit is in de eerste plaats een intensieve klus voor de werkvoorbereiders en kan (interpretatie) fouten veroorzaken. Wanneer de digitalisatieslag verder wordt doorgetrokken naar de uitvoering faciliteren we de toepassing van de modellen rechtstreeks binnen de uitvoering. Hierbij kan op de eerste plaats gedacht worden aan het maatvoeren vanuit het model door toepassing van slimme lasers (total stations) die de geometrische modelinformatie rechtstreeks kan uitzetten op de bouwplaats.

Daarnaast is het boven het hoofd boren een belastende klus voor de monteur op de bouw. En de vertaalslag vanuit het ontwerp kan nog verder worden doorgetrokken. Robotisering op de bouw is een trend die nog in de beginfase is maar een van de eerste praktijkvoorbeelden is reeds een feit: de Hilti Jaibot, de semiautonome boorrobot, die alle boorgaten tot 16mm rechtstreeks vanuit het model op de locatie boort.

Anderzijds biedt het vooraf plannen in BIM ook nog een ander alternatief voor het uitzetten en plaatsen van ankers: instortrails. Wanneer dit niet vroegtijdig is uitgetekend en het beton reeds is gestort, is dit geen optie op het werk, terwijl dit een mooie kwalitatieve oplossing kan zijn.

De boven genoemde optimalisatieslagen komen allen voort kunnen door het slim plannen en ontwerpen in BIM. Maar door tekeningen plat te slaan in de uitvoering blijven deze mogelijkheden in de praktijk helaas vaak onbenut. Door middel van vooral bepaalde instortvoorzieningen kan namelijk de noodzaak van boren vermeden worden (voor fire-stop of anker-rails). Door middel van een Jaibot kunnen handmatig geboorde boorpunten direct gepositioneerd worden of kunnen moeilijk te bereiken en seriematige boorpunten semi-geautomatiseerd geboord worden. Dit allen zorgt voor veiligheid, productiviteit en een optimale benutting van het model.

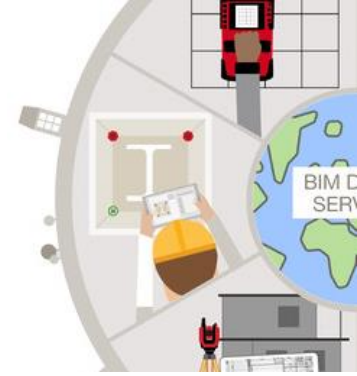


Hoe ziet dit er in de praktijk uit?

Het optimale ontwerp in BIM is een mooie stap, maar in huidige situaties wordt nog veel tijd gespendeerd in de voorbereiding van de uitvoering. Dit ontwerp moet namelijk vaak nog compleet vertaald worden naar uitvoeringstekeningen. Deze worden in de uitvoering geïnterpreteerd, de maatvoering wordt uitgezet (vaak nog handmatig) en in de toepassing van bijvoorbeeld het bevestigen van objecten aan plafonds, worden de gaten hiervoor handmatig geboord. Gemiddeld is een monteur in staat om 70-90 bevestigingen op een dag te realiseren.

Hilti Jaibot is een semiautonome boorrobot die zijn input rechtstreeks uit het model haalt. De boorpunten worden automatisch mee-gemodelleerd met de specificaties van de ankers en voorzien van extra parameters. Jaibot wordt door de operator (dezelfde monteur uit eerder voorbeeld) op de plek gereden en boort hierna alle bereikbare gaten geheel autonoom. Naast het boren, markeert hij ook middels een verfspuit welke gat het is, en welke discipline hier gebruik van moet maken. Met een gemiddelde productiviteit van 450 bevestigingen op een werkdag levert hij een complete werktekening op, op het plafond gezet, en klaar om in te bevestigen.

VALIDATIE



Na het ontwerpen, leveren en plaatsen van installaties is er vaak de behoefte om inzicht te hebben in de uitvoering en de noodzaak om kritisch geplaatste materialen te inspecteren. Traditioneel wordt dit gedaan door middel van het samenvoegen van gebruikte documenten (verschillende ontwerpen / tekeningen, leveringen en werkbonden). Vaak is deze informatie verspreid over verschillende locaties en levert dit vaak een onduidelijk inzicht op. Inspectie van het gehele proces is hierdoor omslachtig.

Met gebruik van een BIM-model als enige uniforme opslagplaats van data kan dit inzicht in informatie en inspectieproces duidelijke en efficiënter zijn. Daarnaast biedt een duidelijke inspectie hogere veiligheid op de bouwplaats doordat kwaliteit beter gewaarborgd kan worden. Er zijn meerdere manieren waarop hieraan bijgedragen kan worden. Een manier is door gebruik van unieke identificatie op geïnstalleerde materialen (QR codes of ankers en certificaten).

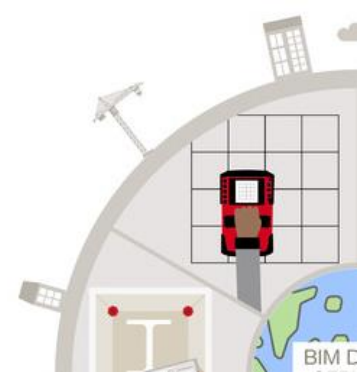


Hoe ziet dit er in de praktijk uit?

Door een BIM model te valideren, wordt de levensduur van het model verlengd. Daarnaast biedt de validatie workflow de gelegenheid om kritische informatie over de objecten ten tijden van uitvoering, in het model vast te leggen. Validatie kan op meerdere niveaus in BIM geïmplementeerd worden. Afhankelijk van de beschikbare tools, en de eisen qua documentatie en aantoonbaarheid worden de aspectmodellen ingericht en klaargezet om gevalideerd te worden. Hilti voorziet voor de relevante applicaties in een project de juiste documentatie en koppelingen tussen bouwplaats en model. Afhankelijk van de project specifieke eisen en wensen delen we onze ervaringen met andere bouwpartners om de eindgebruiker te ondersteunen in het implementeren van BIM in de beheerfase.

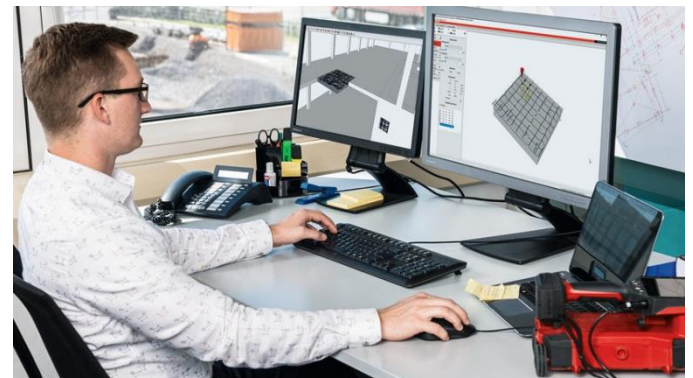
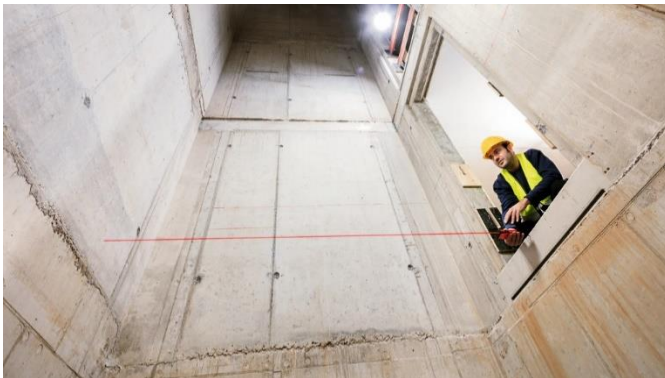
Validatie is een essentieel onderdeel onder ons veiligheidsinitiatief. In de toepassingen die Hilti onderzoekt speelt veiligheid te allen tijde een hoofdrol. Validatie wordt breed ingezet op productniveau. Onze ingebouwde momentsleutel voor slagmoersleutels op accu is een mooi voorbeeld van validatie op machineniveau. De HSL-4B is validatie geïntegreerd in een product. Daarnaast beheert CFS-DM miljoenen brandveilige doorvoeringen in bestaande bouwwerken. BIM biedt ons de gelegenheid al deze vormen van validatie, en die van de klant, te consolideren in het model zodat we een op lange termijn waardevol model bij oplevering over kunnen dragen aan beheer.

FIELD TO BIM



Naast het overbrengen van het BIM model naar de bouw is het in veel gevallen ook essentieel om informatie van het project terug te brengen naar BIM model. In het geval van renovatie projecten kunnen reeds bestaande elementen zoals beton, leidingen en wapening worden geregistreerd in het model om clashes te voorkomen. Ook bij nieuw te bouwen projecten is een continue monitoring van reeds geplaatste objecten relevant om zaken als afwijkingen en het registreren van de voortgang te kunnen documenteren

Om snel en efficiënt de werkelijke situatie over te brengen naar een BIM-model zijn er 2D en 3D scan apparaten die dit visueel in kaart kunnen brengen. De complexiteit van de verzamelde *pointclouds* welke voortkomen uit deze scan apparaten brengen echter de benodigde verwerkingstijd met zich mee. Hilti is er zich van bewust dat hiervoor in de toekomst verdere ontwikkeling mogelijk en nodig is. De visuele controle op bouwactiviteiten en beheren van taken restpunten, is onderdeel van de onze taakgroep *reality capture*, en zal in combinatie met onze recente acquisitie van softwarebedrijf Fieldwire, verdere invulling krijgen.



Field to BIM gaat echter verder dan *pointclouds* en *reality capture*. Ook de lijn betonscanners wordt als field-to-BIM tools ingezet. Door betonconstructies te scannen, kan een model van deze bestaande constructie niet alleen informatie over de geometrie bevatten, maar ook verrijkt worden met de informatie over de bestaande instortvoorzieningen. Hiermee faciliteren we de mogelijkheid om in het ontwerp van bijvoorbeeld gebouwinstallaties en hun sparingsen, rekening te houden met de locatie van ingestorte voorzieningen, en dichtheid van wapening. In lijn met de eerder besproken validatie use-case kan de scandata ook worden gebruikt om zaken omtrent de stort vast te leggen, en zaken omtrent bijvoorbeeld wapening en dekking, aantoonbaar te maken.

