

Namen:

Matilda Kolijn
Hieke Stoof
Tomas Leijser

Studentnummer:

1651412
1658078
1657548

Minor Smart Industry

Hogeschool Arnhem/Nijmegen
Giesbers Wijchen
Nieuweweg 184,
6603 BT Wijchen

Coördinator HAN:

Mariëlle Seegers

Coordinator Giesbers:

Dries Willems
Nigel Buis

Minor:

Smart Industry

Datum:

21-12-2023

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
1.1	Probleemstelling.....	2
1.2	Hoofddoelstelling	2
1.2.1	Hoofdvraag.....	2
1.2.2	Deelvragen	2
1.3	Globaal stappenplan.....	3
2	Verloop van het kozijn	4
2.1	Engineering.....	5
2.1.1	Engineering.....	5
2.1.2	Inkoop	5
2.1.3	Productie van het kozijn (Van de Vin)	6
2.2	Uitvoering	6
2.2.1	Transport.....	6
2.2.2	Ontvangst kozijnen.....	6
2.2.3	Facturatie	6
2.2.4	Monteren	7
2.2.5	Check kozijn.....	7
2.3	Nazorg.....	8
2.3.1	Opleveren.....	8
2.3.2	Nazorg	8
3	Digitaliseringsmogelijkheden in de bouw	9
3.1	360 graden camera's	10
3.1.1	Dalux SiteWalk (Augmented Reality)	10
3.1.2	Buildots Limited.....	12
3.1.3	Matterport	13
3.1.4	OpenSpace	13
3.2	Drones	16
3.3	NFC/RFID-Chips.....	17
3.3.1	NFC chip	17
3.3.2	RFID-chips.....	18
3.4	QR-codes/kleurcodes	19
3.4.1	QR-codes	19
3.4.2	Kleurcodes.....	20
3.5	Samengevat	21

4	Wensen van stakeholders	22
4.1	Van de Vin.....	22
4.2	Werken met camera – Nijmegen.....	23
4.2.1	Kort samengevat	23
4.2.2	Wensen van de stakeholder.....	23
4.3	Werken met camera – Werkhoven	24
4.3.1	Kort samengevat	25
4.3.2	Wensen van de stakeholder.....	25
4.4	Traditionele bouw – Millingen aan de Rijn.....	26
4.4.1	Kort samengevat	26
4.4.2	Wensen van de stakeholder.....	27
4.5	Engineering en nazorg	28
4.5.1	Wensen van de stakeholder.....	28
5	Keuzematrix	29
5.1	Uitleg wensen en behoeften	30
5.1.1	Functionaliteit	30
5.1.2	Klant centraal	30
5.1.3	Ontwikkeling	30
5.1.4	Kosten.....	31
5.1.5	Gebruiksgemak.....	31
6	Conclusie	33
7	Aanbeveling.....	34
8	Bronvermelding	36

1 Inleiding

Giesbers Ontwikkelen en Bouwen is een zelfstandig opererende dochter van Giesbers Groep Ontwikkelen en Bouwen en is gevestigd aan de Nieuweweg in Wijchen. Het is een familiebedrijf, wat valt onder Trebbe. Ze pakken kleinere, maar ook grote projecten aan op een maatschappelijk verantwoorde manier met oog voor people, planet en prosperity. Giesbers expertise ligt in de vastgoed- en gebiedsontwikkeling, nieuwbouw, meerjarig onderhoud en transformatie en renovatie in de volgende sectoren: wonen, commercieel vastgoed, zorg & welzijn, onderwijs en sport & cultuur. Hierbij beheren ze de hele 'vastgoedcyclus' van initiatief en haalbaarheid tot en met beheer en onderhoud.

1.1 Probleemstelling

Het bedrijf Giesbers streeft er naar om voorop te lopen als we het hebben over technologieën en digitalisering en om hierdoor de efficiëntie te verbeteren. Daarnaast ervaart Giesbers met enige regelmaat problemen met het controleren van de toegepaste materialen en/of onderdelen in de bouw. Het bedrijf beschikt hedendaags al over veel data, deze data wordt echter niet gebruikt nog ontsloten. Tot op heden is het tijdsintensief voor een uitvoerder om al het gemaakte werk handmatig te controleren. Er is dus vraag naar een geautomatiseerd systeem wat onder andere bijhoudt welke elementen op welke plek gemonteerd moeten worden. Daarnaast is het gewenst voor Giesbers om de locatie van dit element ten alle tijden in de gaten kan houden, hierdoor weet men wanneer het element gefabriceerd is en wanneer het op de bouw zal arriveren.

De kennis over een dussdanig systeem ontbreekt nog binnen Giesbers, het bedrijf loopt hierdoor kansen mis op het gebied van automatiseren. Door de toepassing van een chip, een camera systeem of een combinatie van beide kunnen deze hindernissen wellicht verholpen worden.

1.2 Hoofddoelstelling

Om het onderzoek richting en een leidraad te geven worden er hoofd- en deelvragen opgesteld voor het onderzoek. Deze vragen zijn er onder andere om het onderzoek af te bakenen tot de dussdanig relevante informatie.

1.2.1 Hoofdvraag

Met welke IoT middelen zou Giesbers het doorlooptraject van het kozijn kunnen inrichten, rekening houdend met de wensen en behoeften van de betrokken stakeholders, om zo de efficiëntie en productiviteit van het bedrijf te verbeteren?

1.2.2 Deelvragen

- Welke data wordt in het huidige proces gebruikt/vergaart, met welke systemen, en wat wordt hiermee gedaan?
- Wat zijn de wensen en behoeften van de betrokken stakeholders?
- Welke IoT middelen zou Giesbers toe kunnen passen en wat zijn hiervan de voor- en nadelen?
- Welke criteria kunnen worden vastgesteld om de IoT middelen af te wegen in het doorlooptraject van het kozijn?
- Wat betekent het toepassen van de IoT middelen voor het huidige proces?

1.3 Globaal stappenplan

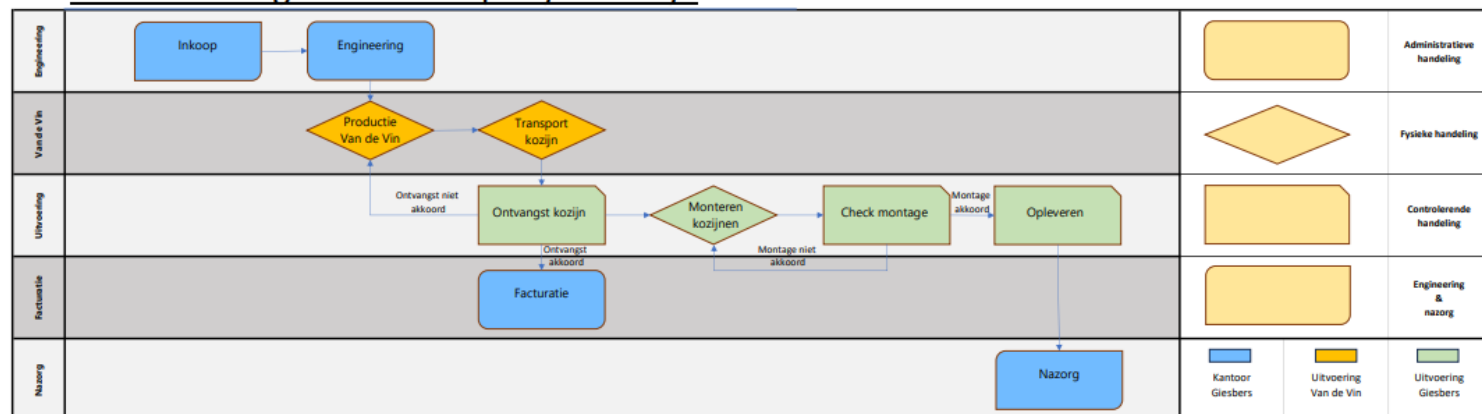
1. Huidige situatie vaststellen
 - Welke data wordt verkregen en welke data wordt er gebruikt
2. Wensen en behoefte van stakeholders (Giesbers Kantoor, Giesbers uitvoerder, Van der Vin)
 1. In gesprek met uitvoerder Giesbers
 2. In gesprek met Van der Vin
3. Mogelijke toepassingen van ieder systeem (Voor- en nadelen)
4. Keuze matrix
5. Invloed op het huidige proces
6. Aanbeveling (Implementatie plan?)

2 Verloop van het kozijn

Om te bepalen welke digitalisering voor Giesbers de meeste toevoeging kan geven is het van belang om het huidige proces van engineering tot nazorg in kaart te brengen. Het gehele doorloop traject van een kozijn binnen Giesbers wordt in kaart gebracht. Vragen als welke handelingen moet een kozijn ondergaan voordat deze opgeleverd kan worden dienen beantwoord worden. Daarnaast wordt de focus gelegd op het in kaart brengen van alle data die op dit moment al beschikbaar is en of hier wel of niet gebruik van gemaakt wordt. Voor deze inventarisatie wordt ervan uitgegaan dat het desbetreffende kozijn wordt gefabriceerd en geleverd door Van de Vin. Van de Vin is een belangrijke partner en leverancier van houten kozijnen voor Giesbers, tevens loopt dit bedrijf voorop in de ontwikkeling rondom digitalisering in de bouwsector.

In Figuur en Bijlage 1 is het huidige doorlooptraject van het kozijn schematisch weergegeven. Om deze schematisering duidelijk over te laten komen is er voor gekozen om de swimlane methode toe te passen. Hierin staat iedere stap voor een handeling die ondergaan moet worden om het kozijn tot opleveren te krijgen. Rechts in de figuur is een legenda toegevoegd, hierin worden de kleuren en vormen van iedere handeling toegelicht.

Swimlane diagram doorlooptraject kozijn



Figuur 1 Swimlane diagram doorlooptraject kozijn (zie bijlage 1)

2.1 Engineering

2.1.1 Engineering

De eerste handelingen die gedaan moeten worden om het kozijn te kunnen realiseren gebeuren in de engineeringfase. Dit is de fase waarin Giesbers de bepaalde eisen aan het kozijn doorgeeft aan Van de Vin, men kan hierbij denken aan de afmetingen, kleuren en de vereiste isolatiewaarden. Daarnaast kan in deze fase alle data worden vergaart die in het kozijn gestopt worden. Dit is dan ook het enige moment om data in de RFID chip te kunnen stoppen, alle data die de gebruiker aan het eind kan zien word op dit moment er in gestopt. Tot op heden worden er de volgende gegevens over het kozijn op deze chip gezet:

- Schematisering van het kozijn;
- CO² opslag in het hout;
- Afkomst van het hout;
- Kleur en verfsysteem;
- Materialen paspoort;
 - o Soort hout
 - o Type glas
 - o Isolatie en afdicht materialen
- Foto's t.b.v. kwaliteitscontrole;
- Certificeringen;
- Onderhoud en bewerkingsvoorschriften voor het plaatsen van het kozijn;
- Mogelijkheid tot melden van schade;
- Contact gegevens voor de klantenservice.

Veel van deze gegevens zijn interessant voor de eindgebruiker van het kozijn (van het huis). Deze gegevens kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden bij het uitvoeren van onderhoud en/of het repareren van schade en bevat veel informatie om de juiste acties te kunnen nemen. Doordat deze gegevens beschikbaar zijn weet de gebruiker onder andere welke verf hij toe moet passen en wat de afmetingen van het raam zijn. Veel van deze gegevens kunnen echter ook gebruikt worden door de uitvoerder van Giesbers, voor bijvoorbeeld het aantonen van de kwaliteit van het werk. Hierbij kan je denken aan informatie als:

- Uit welk materiaal bestaat het kozijn (frame, glas, isolatie etc.);
- Waar komt het materiaal vandaan;
- Welke coating/verf is aangebracht op het materiaal.

2.1.2 Inkoop

Wanneer het project van start is gegaan, alle ontwerpen goedgekeurd zijn en indien nodig de vergunningen rond zijn, kan de uitvoering van het project van start gaan. Giesbers stuurt dan een opdracht uit naar Van de Vin en vraagt hierin naar het totale aantal benodigde kozijnen voor het desbetreffende project. Giesbers levert hierbij de benodigde tekeningen en ontwerpen aan, de technische omschrijving van het project wordt aangeleverd en een beng verslag wordt toegevoegd. In het beng verslag staat bepaalde vereiste vanuit het Bouwbesluit, informatie als isolatiewaardes, ruitdiktes en de hoeveelheid lichtinval vereist is staat hierin.

2.1.3 Productie van het kozijn (Van de Vin)

Na het insturen van de bestelling wordt het kozijn bij Van de Vin geproduceerd. Dit proces gebeurt nog veelal met de hand. Het hout wordt in de vorm van lange balken aangeleverd bij Van de Vin, de eerste stap in de productie is het in stukken zagen van deze lange balken. Dit gebeurt door een machine die de stukken direct op de juiste lengte zaagt. Hierna worden de balken opgeruwd en wordt er in één van de balken van het kozijn een gat geboord. In het geboorde gat wordt daarna handmatig een RFID-chip stop.



Figuur 2 Eén van de profileermachines Van de Vin.

Vervolgens worden de balken geprofileerd door de machine weergegeven in figuur 2. De machine scant de chip zodra deze in de machine komt, op deze chip staat geprogrammeerd welk profiel in de balk gefreesd moet worden. De machine hoeft hierdoor niet handmatig aangestuurd te worden. Na het profileren van de elementen, kunnen deze aan elkaar gemonteerd worden en gespoten worden. Het spuitverven van de kozijnen wordt wederom aangestuurd aan de hand van de gegevens op de RFID-chip.

2.2 Uitvoering

2.2.1 Transport

Wanneer het kozijn volledig is gefabriceerd, gespoten en geseald is, dan worden de kozijnen in pakketten op een bok gezet. Deze bokken worden met de vrachtauto getransporteerd naar de desbetreffende bouwplaats. Zodra de vrachtauto weg rijdt bij Van de Vin rijdt deze onder een poort door, deze poort is voorzien van een RFID-scanner. De chips in de kozijnen worden gescand wanneer de vrachtauto onder de poort door rijdt. De informatie op deze chip wordt gescand, op basis hiervan wordt vanuit Van de Vin automatisch een pakbon opgesteld en opgestuurd naar de ontvanger.

2.2.2 Ontvangst kozijnen

Zodra de kozijnen zijn geleverd op de bouwplaats loopt de uitvoerder met een tekening in de hand langs ieder individueel kozijn en vinkt de geleverde kozijnen af. Aan het eind van deze controle blijft er een overzicht over met de geleverde kozijnen afgevinkt en een eventueel ontbrekend kozijn niet afgevinkt.

In deze fase van het bouwproces is er data beschikbaar voor Giesbers waar geen gebruik van gemaakt wordt. De RFID-chips die zich in de bokken bevinden zijn namelijk nog steeds aanwezig in deze fase. Indien Giesbers beschikt over een RFID-scanner zou men de chip in de bokken kunnen scannen. Op deze manier hoeft enkel de chip gescand te worden en hoeft er niemand handmatig de levering te controleren.

2.2.3 Facturatie

Indien de geleverde elementen overeenkomen met de bestelde elementen kan de uitvoerder de transport bon goedkeuren. Nadat deze is goedgekeurd wordt de levering verwerkt in de termijnstaat. Indien het termijn volledig is stuurt Van de Vin hier een factuur van, deze wordt door de administratie afgehandeld.

In deze fase staat veel benodigde data voor het factureren op de aanwezige RFID-chip. Tot op heden moet deze informatie handmatig op papier gezet worden door een medewerker.

2.2.4 Monteren

Na het leveren van de kozijnen worden deze praktisch altijd direct gemonteerd. Het komt zelden voor dat Giesbers een opslag of depot moet maken om de kozijnen tijdelijk te stallen. Het monteren wordt uitgevoerd door de bouwvakkers. Zij werken aan de hand van het ontwerp dat aan hen is gegeven door de uitvoerder. De uitvoerder geeft hiernaast een mondelinge specificatie, hierbij kan men denken aan:

- Het type kozijn waar het om gaat;
- Waar dit kozijn staat;
- Waar dit kozijn gemonteerd moet worden;
- Eventuele specifieke montage eisen.

2.2.5 Check kozijn

Ter controle wordt na het monteren van de kozijnen een controlerende uitgevoerd door de uitvoerder. De uitvoerder loopt dan ieder kozijn langs en vinkt wederom af of het juiste type op de juiste locatie staat. Hij of zij heeft een tekening bij zich vergelijkbaar met Figuur 3, op deze tekening staan de kozijnen omschreven met een code (bijv. K02b) en met een kleurcode. De uitvoerder weet wat deze codes inhouden en kan visueel het verschil zien wanneer deze gemonteerd zijn.

In ieder kozijn is echter al een RFID-chip verwerkt met hierop de eigenschappen van het kozijn beschreven.



Figuur 3 Ontwerp van het gebouw met specifieke codes voor ieder kozijn

2.3 Nazorg

2.3.1 Opleveren

Wanneer de uitvoerder heeft vastgesteld dat ieder kozijn op de juiste locatie is gemonteerd, dient deze ook te kunnen garanderen dat ieder kozijn met de beloofde kwaliteit is aangebracht. Deze kwaliteit dient vanaf 1 januari 2024 door de komst van de Wet Kwaliteitsborging Bouw tevens aangetoond te worden aan de opdrachtgever van de aannemer. De kwaliteit dient vanaf dan door een externe onafhankelijke partij gewaarborgd worden. Deze wet gaat vanaf 1 januari gelden bij een aantal van de projecten welke na het begin van 2024 de vergunningen aanvraagt. Bij het aantonen van de kwaliteit kan men onder andere denken aan de wijzen van montage en de aanwezigheid van schades. Binnen Giesbers hanteert men deze “nieuwe” manier van kwaliteitsborging al. Tijdens de oplevering hebben de gebruikers en/of kopers de mogelijkheid om samen met de nazorg coördinator door het gebouw te lopen en opmerking/aanmerkingen te geven. Indien zij tijdens de oplevering een schade of fout zien kan dit voorafgaand aan het gebruik verholpen worden. Bij deze ronde word vaak een externe deskundige uitgenodigd ter controle.

2.3.2 Nazorg

Tot slot dient het project opgeleverd te worden. Mocht de gebruiker na het opleveren een klacht of schademelding doen over het kozijn, dan moet eerst veel informatie achterhaald worden voordat het verholpen kan worden. Het gaat hierbij om de volgende informatie:

- Om welk project gaat het;
 - o Om welk kozijn van dit project gaat het;
 - o Is een onder aannemer verantwoordelijk voor de schade.
- Wat zijn de afmetingen van het kozijn met toebehoren;
- Heeft de gebruiker nog recht op garantie;
- Was de schade al aanwezig voor het opleveren.

Voordat men achter al deze informatie is, is er veel tijd overheen gegaan. Daarnaast moet vervolgens de schade gerepareerd worden.

Gedurende de gehele nazorg fase is een groot deel van de benodigde informatie als data beschikbaar op de aanwezige RFID-chip. Tot op heden kost het achterhalen van de bovenstaande informatie enorm veel tijd, dat terwijl de informatie aanwezig is in de chip.

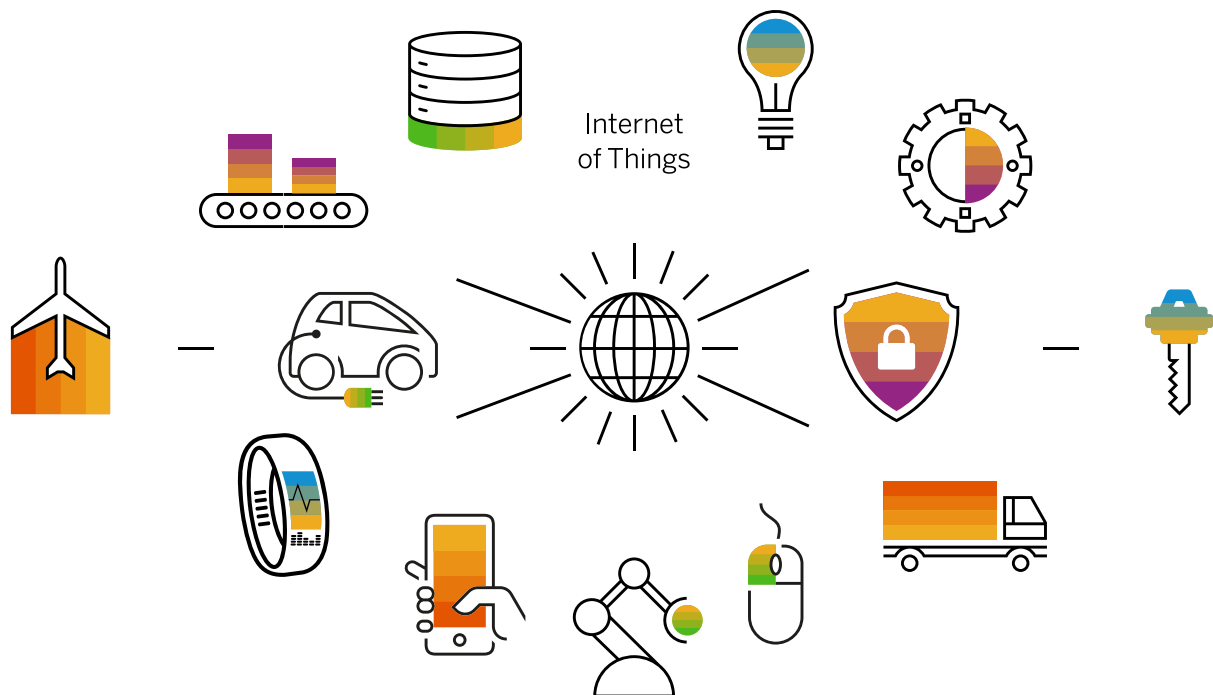
3 Digitaliseringsmogelijkheden in de bouw

Giesbers droomt ervan om Internet of Things (IoT) in prefab bouwelementen te gebruiken om:

1. data te genereren;
2. het productieproces te volgen;
3. opslag en transport te controleren;
4. binnenkomst op de bouwplaats te registreren;
5. montage vast te leggen en gebruik/slijtage te meten;

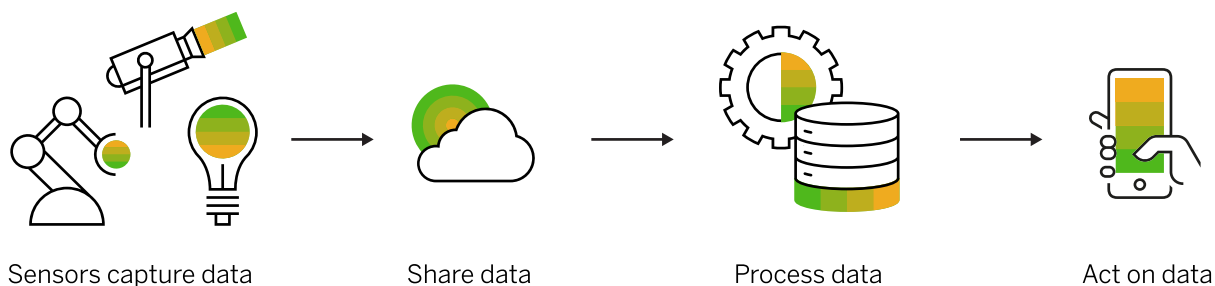
Dit alles om:

1. meer inzicht te krijgen in het bouwproces met behulp van data en zodat er ook geleerd kan worden aan de hand van de data;
2. ervoor te zorgen dat er minder (bouw)fouten gemaakt worden;
3. de voortgang beter te controleren;
4. het BIM-model te verrijken;
5. het mogelijk te maken dat facturatie geautomatiseerd kan worden;
6. kwaliteit en nazorg op afstand te kunnen meten;
7. een dashboard te kunnen maken voor een meerjarenonderhoudsplan (MJOP).



*Figuur 4 Voorbeelden van Internet of Things
Bron: (SAP, z.d.)*

Maar hoe ziet het optimale Internet of Things er voor Giesbers uit? De definitie van Internet of Things is als volgt: “The Internet of Things (IoT) is the network of physical objects that contain embedded technology to communicate and sense or interact with their internal states or the external environment.” (Gartner, z.d.). Het Internet of Things omvat dus alle objecten die draadloos kunnen worden verbonden met een internetnetwerk met gebruikmaking van sensoren, software en andere technologieën waarmee ze gegevens verzenden en ontvangen, met het doel gebruikers te informeren of handelingen te automatiseren. Als het gelukt is om de IoT-apparaten data te laten verzamelen en verzenden, is het ultieme doel om er zoveel mogelijk van te leren en ervoor te zorgen dat ze steeds nauwkeuriger en geavanceerdere outputs en inzichten leveren. AI-technologieën spelen hierbij een belangrijke rol, omdat de IoT-netwerken hiermee uitgebreid kunnen worden en het mogelijk is om het ultieme doel te bereiken door geavanceerde analytics en machine learning (SAP, z.d.).



*Figuur 5 De werking van Internet of Things
Bron: (SAP, z.d.)*

IoT-apparaten slaan data op waarvoor ze zijn geprogrammeerd. Dit doen ze met behulp van sensoren uit hun omgeving. Vervolgens sturen de apparaten deze data met behulp van beschikbare netwerkverbindingen door naar een Cloud systeem (informatie staat niet op de computer, maar wordt online opgeslagen), een ander systeem of worden ze lokaal opgeslagen. Daarna kan de data verwerkt worden. Daarvoor wordt software geprogrammeerd om iets uit te voeren op basis van de ingegeven data, bijvoorbeeld een waarschuwing verzenden of de kachel lager zetten. Als laatste stap kan de data worden geanalyseerd en krachtige inzichten opleveren, waardoor het mogelijk is om onderbouwde acties en zakelijke beslissingen te nemen (SAP, z.d.).

Voor Giesbers gaan wij de volgende IoT toepassingen onderzoeken, namelijk verschillende chips, 360 graden camera's, drones en QR-codes om te achterhalen welke het beste ingezet kunnen worden door Giesbers, waarbij alle wensen en behoeften van de verschillende stakeholders in acht genomen worden.

3.1 360 graden camera's

Er zijn verschillende 360 graden camera's die gebruikt worden in de bouw. Hieronder zullen er vier soorten worden toegelicht.

3.1.1 Dalux SiteWalk (Augmented Reality)

Dalux is een softwareontwikkelingsbedrijf voor de bouwsector. De volgende ondernemers in de bouwsector maken gebruik van Dalux: BAM, SPIE, Linthorst, BIM4ALL, De Nijs, Hooyberghs, Pranger-Rosier, BSE betonwerken, KBK bouwgroep, Vink bouw, Slokker, UBA, Zublin en Van Hoften installatietechniek. Dalux stelt drie verschillende modules ter beschikking, namelijk: Dalux Box, Dalux Field en Dalux FM (Dalux, z.d.).

3.1.1.1 Dalux Box

Dalux Box bestaat uit een eenvoudige BIM- en documentcoördinatie met onbeperkte opslag en mobiele toegang. Het is mogelijk om:

1. met de geïntegreerde 3D Viewer, in het BIM-model de 2D-tekeningen en 3D-modellen te combineren en de verschillende weergaves samen bekijken. Objecten kunnen gelinkt worden in het model aan documenten in Dalux Box, zodat er niet langer gescrold moet worden in mappen om het juiste bestand te vinden;
2. alle documenten te beheren op 1 platform, waarbij het ook mogelijk is om deze vanaf de telefoon in te zien;
3. publieke aantekeningen te maken door op een punt in de tekening te klikken en gebruik te maken van de aantekeningentool die helpt om de verschillende aantekeningen overzichtelijk weer te geven;

4. uw reacties en goedkeuringen te delen en alle deelnemers van het project worden automatisch op de hoogte gebracht;
5. tekeningen te vergelijken en meteen de wijzigingen te zien (Dalux, z.d.-a).

Kortom Dalux Box maakt het mogelijk om documentbeheer (inclusief tekeningen van de architect) en BIM te integreren op 1 platform (Dalux, z.d.-a).

3.1.1.2 Dalux Field

Dalux Field wordt gebruikt om de taken op de bouwplaats te registreren en verdelen. Het is mogelijk om:

1. taken direct aan de onderaannemers te versturen. Alle onderaannemers krijgen toegang en kunnen reageren op taken;
2. via Augmented Reality (TwinBIM) informatie op te vragen over een BIM-object. Taken kunnen worden vastgelegd en verdeeld in het 2D of 3D-model. Op de bouwplaats krijgt men daarvan real-time meldingen, zowel online als offline;
3. taken eenvoudig te controleren en te zien wat er precies is afgesproken, omdat alle gegevens en taken op 1 plaats opgeslagen zijn;
4. direct te zien wat er is geleverd op de bouwplaats en wat nog niet (Dalux, z.d.-b).

Met behulp van de toevoeging Sitewalk aan de Dalux Field functies kunnen er in combinatie met de Dalux mobile-app met een 360 graden camera bouwplaats inspecties en walkthroughs worden geautomatiseerd. Zo kan er gemakkelijk een snel een visuele documentatie gemaakt worden en kwaliteitsinspecties plaatsvinden. De 360 graden video wordt omgezet in een reeks aan elkaar gekoppelde foto's die bevestigd kunnen worden aan het model of de tekening en is klaar voor gebruik binnen enkele minuten (Dalux, z.d.-c).



*Figuur 6 Dalux 360 graden camera
Bron: (Dalux, z.d.-c)*

Kortom Dalux Field geeft een realtime overzicht met relevante inzichten, waarin men in de app kan direct kan zien wat er is geleverd en wat nog niet (Dalux, z.d.-b).

3.1.1.3 Dalux FM

Dalux FM is 1 Facility Management systeem bestaande uit drie modules:

1. BIM en documentatie

De Dalux FM overzichtskaart geeft een snel en grafisch overzicht van het gehele gebouwenportfolio. Het is gemakkelijk om tekeningen af te drukken indien nodig en om toegang te krijgen tot plattegronden (Dalux, z.d.-d).

2. Operationeel beheer en onderhoud

Met de Dalux-FM app kan alles, van werkorders, gepland onderhoud tot foto's e.d. op locatie worden afgehandeld. Met het leveranciers portaal kunnen facility managers het zelfs mogelijk om externe leveranciers rechtstreeks vanuit de app te benaderen. De hele workflow verloopt op deze manier 100% digitaal en mobiel (Dalux, z.d.-d).

3. Helpdesk

Werknemers, huurders en gebruikers van de gebouwen kunnen met behulp van de Dalux FM HelpDesk app eenvoudig en snel tickets melden. Dit wordt gedaan met behulp van GPS-posities,

plattegronden en door het gebruik van QR-codes via de app. Op basis van locatie en onderwerp wordt ieder ticket automatisch naar de verantwoordelijke facility manager gestuurd (Dalux, z.d.-d).

Kortom, de voor- en nadelen van Dalux zijn:

Voordelen	Nadelen
Realtime overzicht om de voortgang en de kwaliteit te bewaken (Dalux Field)	Dalux kan niet met AI direct e.e.a. goed koppelen.
BIM- en documentcoördinatie met onbeperkte opslag en mobiele toegang (Dalux Box)	
Mogelijkheid om field notes te plaatsen (Dalux Field)	
Het is mogelijk om via Augmented Reality informatie op te vragen over een BIM-object (Dalux Field)	
Helpdesk app waar klanten tickets kunnen melden en die worden automatisch naar de verantwoordelijke facility manager gestuurd (Dalux FM)	

3.1.2 Buildots Limited

Buildots verzorgt één centraal platform dat alle aspecten met elkaar verbindt en ervoor zorgt dat je rechtstreeks in contact wordt gebracht met de realiteit (Buildots, z.d.).

Op dit centrale platform biedt Buildots een uitgebreid en automatisch geconsolideerd dashboard aan met de gegevens van alle sites. Zo zie je precies wat er gebeurt en wat niet. Volledige informatie is binnen handbereik (Buildots, z.d.).

Daarnaast is er geen reden meer volgens Buildots om je zorgen te maken over waar het volgende probleem vandaan zal komen met voorspellende vroegtijdige waarschuwingen. Dit omdat de prioriteiten duidelijk zijn, daardoor weet je wat aandacht nodig heeft en hoe de middelen effectief verspreid kunnen worden en behoud je dus de controle (Buildots, z.d.).

Ook wordt het project overzichtelijk; Met één systeem in het hart van je project is alles geïntegreerd en staat alles met elkaar in verbinding. Nu ziet iedereen hetzelfde (dus niet alleen de rapporten, maar ook de status ter plaatse) en gaat niets verloren (Buildots, z.d.).

Buildots Plan Tracker maakt een einde aan de ouderwetse wekelijkse planning. Geen giswerk of hoofdbreken meer achteraf. Gewapend met nauwkeurige voortgangsgegevens stimuleert de Plan Tracker de samenwerking en zorgt het voor verantwoordelijkheid over de hele linie (Buildots, z.d.).

Buildots heeft vier awards gewonnen. De afgelopen jaren hebben ze zich ingezet om de bouwplaats efficiënter te maken en leiders in de bouwsector meer zichtbaarheid en controle te geven over de voortgang van hun projecten. Buildots brengt deze voordelen naar de bouwsector via zijn AI-platform, dat in de onderstaande categorieën tot winnaar werd uitgeroepen: Construction Software of the Year 2022, Most Innovative New Product (Software) 2022, Most Innovative On-Site Monitoring Tool 2022 en Innovation of the Year 2022 (Buildots, z.d.-a).

De AI-gebaseerde technologie van Buildots geeft bouwbedrijven de mogelijkheid om in contact te blijven met wat er op de bouwplaats gebeurt. Draagbare 360-graden camera's leggen automatisch elk element vast. De gegevens worden vergeleken met het oorspronkelijke ontwerpmodel (BIM) en de planning om een nauwkeurige, objectieve status te geven, waardoor bouwbedrijven volledige zichtbaarheid en controle krijgen. Als je eenmaal weet wat aandacht nodig heeft, worden prioriteiten duidelijk, waardoor de samenwerking en besluitvorming verbeteren en projecten op tijd en binnen budget blijven (Buildots, z.d.-a).



Figuur 7 Buildots 360 graden camera
Bron: (Buildots, z.d.-a)

Kortom, Buildots biedt oplossingen voor uitvoerders, eigenaren, project managers en oplossingen met betrekking tot financiën en planning.

Voordelen	Nadelen
Buildots biedt centraal platform aan met dashboard waar je de voortgang live kan volgen	Israëliisch bedrijf en hebben geen footprint in Nederland (geen kantoor en geen bedrijven die met hen samenwerken)
Maakt gebruik van AI-gebaseerde technologie	Onduidelijk wat ze precies aanbieden op het gebied van financiën
Belangrijke awards gewonnen	

3.1.3 Matterport

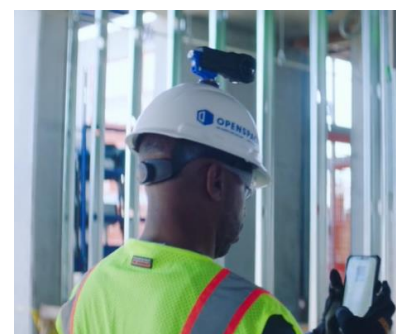
Giesbers is al bekend met Matterport. Bij de ontwikkeling van Heeren van Werkhoven is er van de beginsituatie een uitgebreide rapportage gemaakt met behulp van Matterport. Matterport biedt een 3D-camera aan om digital twins te maken. In de vergadering op 23 november is besproken met Dries en Nigel om deze niet mee te nemen in de keuzematrix, aangezien het voor andere doeleinden wordt gebruikt dan een 360 graden camera die snel en gemakkelijk door de uitvoerder gebruikt kan worden om de voortgang van het proces te bewaken. De Matterport zal naast de 360 graden camera gebruikt worden om een grondige analyse uit te voeren van de huidige situatie en om een 3D-scan te maken van de situatie na de bouw.

3.1.4 OpenSpace

Met behulp van de 360 graden camera van OpenSpace kan een bouwproject volledig worden vastgelegd. OpenSpace verzorgt Reality Capture en AI-gedreven analyses voor de bouw van werkvoorbereiders tot nazorg. Nederlandse bouwbedrijven als VORM, BAM, Dura Vermeer en Arcadis maken gebruik van OpenSpace. Ze bieden de volgende producten aan: OpenSpace Capture, OpenSpace Track en OpenSpace BIM+ (OpenSpace, z.d.).

3.1.4.1 OpenSpace Capture

Met OpenSpace Capture is het mogelijk om een bouwproject volledig vast te leggen op een snelle en gemakkelijke manier. Met de beelden van de 360 graden camera kun je de voortgang visualiseren, risico's verminderen en problemen oplossen. De 360 graden camera is te verbinden met de app QuickConnect, zodat de uitvoerder bijvoorbeeld gemakkelijk een notitie kan plaatsen, een foto kan maken en deze kan koppelen met plattegronden door middel van de Vision Engine van OpenSpace en de huidige situatie kan



Figuur 8 OpenSpace 360 graden camera
Bron: (OpenSpace, z.d.)

vergelijken met BIM. Naast de 360 graden camera biedt OpenSpace ook een 3D-scanfunctie aan. Wanneer je een bepaald gebied van je bouwproject wil benadrukken, een probleem ontdekt, of een meting nodig hebt, kan dat gedaan worden met OpenSpace 3D Scan. Om zo'n scan te maken, heb je een LiDAR-compatibele iPhone of iPad nodig. OpenSpace geeft aan dat de oplossingen die ze bieden weinig tot geen extra arbeid vraagt en geen infrastructuur vereist en dat dat de belangrijkste onderscheidende factor is ten opzichte van concurrenten (OpenSpace, z.d.-a).

3.1.4.2 OpenSpace Track

OpenSpace Track helpt bij het controleren van de voortgang en op schema te blijven door middel van computer vision en machine learning. In een overzichtstabel kun je de voortgang van activiteiten tijdens het bouwproces volgen. Met behulp van heatmaps, voortgangsgrafieken, statusdashboards en AI (kan herkennen hoe ver je bent in het proces van bijvoorbeeld beton storten) wordt de voortgang gevisualiseerd. Het is gemakkelijk om deze gegevens met belanghebbenden te delen (OpenSpace, z.d.-b).

3.1.4.3 OpenSpace BIM+

Met OpenSpace BIM+ is het mogelijk om het BIM model in de offline modus in de mobiele app van OpenSpace te gebruiken op de bouwplaats. Daarnaast kunnen de BIM-elementen over de 360 graden camerabeelden gelegd worden, zodat je een beeld krijgt van de toekomstige items die moeten worden geïnstalleerd. Ook is het mogelijk om een vooraf opgeslagen weergave van BIM-gegevens te selecteren en te gebruiken, zodat men zonder expertise voor modelnavigatie ook eenvoudig de BIM-gegevens kan bekijken. OpenSpace is ook geïntegreerd met Autodesk Platform Services waardoor je beschikt over Point Clouds het mogelijk is om deze te bekijken, meten en analyseren met laserscans (OpenSpace, z.d.-c).

3.1.4.4 OpenSpace interview

Om nog meer informatie te verkrijgen over OpenSpace hebben we de mogelijkheid gekregen om contact te leggen met Martijn Tijhof, accountmanager bij OpenSpace. Martijn is commercieel verantwoordelijk voor België, Nederland, Luxemburg, Frankrijk, Italië (team West-Europa). OpenSpace bestaat zeven jaar, is van oorsprong een Amerikaans bedrijf en is ongeveer twee jaar geleden naar Europa gekomen. Inmiddels zitten ze bij alle grote bouwbedrijven, installatietechnieken en scheepbouwers om tafel.

De drie OpenSpace systemen die op dit moment beschikbaar zijn, zijn als volgt:

1. OpenSpace Capture: 360 graden technologie voor opnames (basismodule);
2. OpenSpace BIM+: module ontwikkelt die boven op basismodule draait. Deze module koppelt echte en digitale werelden;
3. OpenSpace Track: technologie waarbij OpenSpace het platform leren laten kijken als een mens; aan de hand van beelden snapt systeem dat het een plafond is of een wand bijvoorbeeld.

OpenSpace wil dat bedrijven in stappen de drie verschillende systemen gaan gebruiken, aangezien het een grote verandering is; je haalt het proces weg van 1000 losse foto's maken en die steeds up te loaden bij een project. Men start met OpenSpace Capture en na een halfjaar tot een jaar gaat men kijken of het bedrijf klaar is voor de volgende stap: OpenSpace Track. De technologie van OpenSpace is zo gebouwd dat klanten niks extra hoeven doen; OpenSpace zet vinkje aan en de klant kan het meteen gebruiken. Allereerst is er commercieel gezien geen voordeel/winst voor OpenSpace, maar de filosofie die ze hebben is, dat ze bouw niet willen overspoelen met techniek, omdat ze achterlopen qua digitalisering. Op de lange termijn zal het beter zijn voor OpenSpace om

niet alle drie de systemen direct aan iedereen te verkopen. Zo blijft het ook overzichtelijker voor de bedrijven en krijgen ze vertrouwen in OpenSpace, waardoor het uiteindelijk loont voor hen. OpenSpace staat voor simplicity, wat inhoudt dat het laagdrempelig en eenvoudig voor de bouwbedrijven moet zijn, maar het moet wel veel impact hebben.

Naast de systemen krijgt de klant ook toegang tot een ideeënbus waarin iedereen kan reageren (community). OpenSpace monitort dat en met behulp van een ranking systeem wordt er een selectie gemaakt van de ideeën waarmee men verder aan de slag gaat. Om een beeld te geven: in 2023 is 92% van de features die uitgekomen is per 2/3 weken vanuit de klant aangedragen.

De updates/features die nog komen zitten met name aan de platformkant. Zo zijn ze druk bezig met een nieuwe module waarin bedrijven nog beter de kwaliteit kunnen gaan waarborgen (checklist of opleverlijst). Daarnaast zijn ze bezig met de ontwikkeling van de opnames per laag/verdieping van een gebouw en/of woning. Dit is echter een moeilijke techniek met point clouds om locatie te genereren op basis van een plattegrond, dus dit zal nog een tijdje duren. Anderzijds is OpenSpace nog steeds veel sneller dan hoe het anders op de traditionele manier met fotovastlegging gedaan werd.

OpenSpace is bijvoorbeeld niet verantwoordelijk voor de 360 graden camera zelf, maar zij zorgen er wel voor dat de opnames lichter gemaakt kunnen worden (over- of onderbelichten) met behulp van een schuifje, zodat de uitvoerder dit zelf kan aanpassen en dat de beelden aan elkaar geplakt worden die de camera gemaakt heeft.

OpenSpace kun je ook zien als een soort tijdsmachine. De omgevingswet waar de wet kwaliteitsborging onder valt, zorgt ervoor dat bouwbedrijven te maken hebben met omgekeerde bewijslijst. Je moet kunnen laten zien of er iets wel of niet gebeurd is op een bepaald moment. Dit kun je oplossen met OpenSpace. Hoe de bouw er 3 maanden geleden uitzag, kun je zo opzoeken. Oplevering van de bouw met behulp van OpenSpace gaat in de toekomst met een soort van checklist. Het beeldmateriaal van bewijs en de kwaliteitsborging checklist heb je dan onder één dak zitten zodat je alles op één platform hebt.

OpenSpace bestaat van Reality Capture en doet dit als bedrijf als enige business. Andere bedrijven houden zich hier ook mee bezig, maar dan naast een ander groot product. In Amerika heeft OpenSpace al heel veel ervaring, ook al heb je daar geen wet kwaliteitsborging die eraan komt. Daar is het doel van OpenSpace om transparantie te bieden in de bouw en efficiënter en duurzamer te werken in de enorme projecten die daar gedraaid worden. De bouwindustrie kan nog heel veel leren van de auto-industrie op het gebied van slimmer, efficiënter werken.

Het nadeel van OpenSpace is, dat bedrijven OpenSpace op dit moment zien als: 'ik moet er weer iets extra's bij naast gaan doen'; ze staan al onder druk, hebben bijna geen marge en daarom is de procesverandering die doorgevoerd wordt met OpenSpace het grootste nadeel.

Kortom, 360 graden camera's voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
Met OpenSpace Capture is het mogelijk om een bouwproject volledig vast te leggen op een snelle en gemakkelijke manier. Met de beelden van de 360 graden camera kun je de voortgang visualiseren, risico's verminderen en problemen oplossen	Leren omgaan met systeem om meerwaarde eruit te halen of in ieder geval in te zien dat de camera meerwaarde heeft.

OpenSpace verzorgt Reality Capture en AI-gedreven analyses voor de bouw van werkvoorbereiders tot nazorg	
Met de app QuickConnect kan de uitvoerder bijvoorbeeld gemakkelijk een notitie kan plaatsen	
Bieden mogelijkheid tot 3D-scanfunctie.	
Met OpenSpace BIM+ is het mogelijk om het BIM model in de offline modus in de mobiele app van OpenSpace te gebruiken op de bouwplaats.	
de BIM-elementen over de 360 graden camerabeelden gelegd worden, zodat je een beeld krijgt van de toekomstige items die moeten worden geïnstalleerd.	

3.2 Drones

Een ander IoT-hulpmiddel voor de bouw, zijn drones. Drones kunnen helpen bij:

- het in kaart brengen van gebieden en landmetingen uit te voeren;
- het traceren van alle apparatuur op de bouwplaats;
- het uitvoeren van controles op afstand;
- het bewaken van de persoonlijke veiligheid en van de bouwplaats;
- het inspecteren van gebouwen en het fotograferen hiervan (Stannard, 2022).

Om dit voor elkaar te krijgen zijn de drones uitgerust met GPS, temperatuursensoren, camera's en software (Stannard, 2022). Er bestaat zelfs een drone van Kaizen Aerial Solutions die ruim 400 kilo kan vervoeren (Kaizen Aerospace,z.d.).

Pix4D is een voorbeeld van een bedrijf die drones aanbiedt voor de architectuur, techniek en bouw. De drones verzamelen data; het is ook mogelijk om vooraf gegevensverzamelingsvluchten of -routes in te plannen om specifieke pijnpunten aan te pakken. Het is mogelijk om grondige inspecties uit te voeren, waarbij het mogelijk is om afstanden en volumes te meten (Pix4D, z.d.). De WingtraOne is een voorbeeld van de drones die geschikt zijn voor de bouw. Deze drone is geschikt voor het gebruik met Pix4D. Het voordeel van deze drone is dat de camera niet aan de onderkant bevestigd is, waardoor deze minder snel beschadigd (Wingtra, z.d.).

Ook OpenSpace ondersteunt drone-gebaseerde reality capture met de Insta360 Sphere. Een systeem waaraan dubbele 360 graden camera bevestigd kunnen worden op DJI Mavic Air 2 en Air 2S drones (OpenSpace, 2023).

Kortom, drones voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
Minder arbeidsintensief om inspecties op deze manier uit te voeren	Drones moet je leren besturen
Beeld om later terug te bekijken en vast te leggen voor kwaliteitsborging	Crashgevoelig
Drones hebben weinig tot geen onderhoud nodig	Weersgevoelig
Relatief goedkoop	

3.3 NFC/RFID-Chips

Het gebruik van NFC (Near Field Communication) en RFID (Radio-Frequency Identification) chips in de bouw, met name tijdens het proces van een kozijn, biedt aanzienlijke voordelen op het gebied van efficiëntie, traceerbaarheid en beheer van bouwinformatie.

NFC en RFID stellen bouwprofessionals in staat om kozijnen en gerelateerde materialen te voorzien van unieke identificatietags. Deze tags bevatten essentiële informatie zoals productiedata, materiaalspecificaties, installatie instructies en onderhoudsrichtlijnen. Hierdoor wordt het mogelijk om gedurende het gehele bouwproces nauwkeurig de voortgang te monitoren en specifieke informatie over elk kozijn snel toegankelijk te maken.

Door NFC en RFID te integreren in het kozijnproces, wordt het mogelijk om gegevens real-time vast te leggen. Dit draagt bij aan een verbeterde communicatie tussen verschillende bouwpartners en versnelt de besluitvorming. Bovendien maakt de traceerbaarheid van kozijnen het gemakkelijker om eventuele defecten of problemen in een vroeg stadium te identificeren, wat de kwaliteitscontrole verbetert.

Daarnaast kunnen NFC en RFID bijdragen aan een efficiënt voorraadbeheer, door elke kozijncomponent te taggen, kan het magazijn eenvoudig de beschikbare voorraad volgen, de locatie van specifieke kozijnen identificeren en het aanvullen van materialen stroomlijnen.

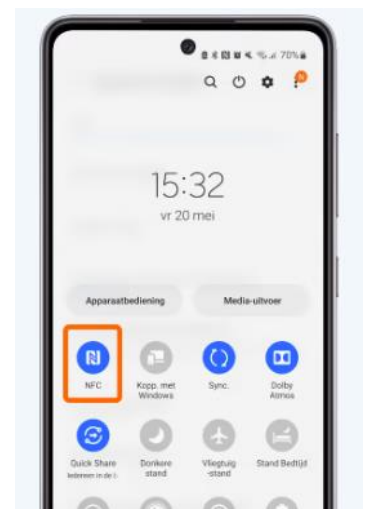
In conclusie biedt de integratie van NFC en RFID in het kozijnproces aanzienlijke voordelen op het gebied van informatiemanagement, efficiëntie en kwaliteitscontrole, wat resulteert in een gestroomlijnd bouwproces en een verbeterde algehele bouwervaring

3.3.1 NFC chip

NFC-chips kunnen worden geïntegreerd in kozijnen om unieke digitale identificatie mogelijk te maken. Deze chips slaan cruciale gegevens op, zoals fabricagedatum, materiaalspecificaties, installatie-instructies en andere relevante informatie. Door het toepassen van NFC-technologie kunnen bouwprofessionals deze gegevens eenvoudig uitlezen met behulp van geschikte apparatuur, wat een directe toegang tot gedetailleerde informatie over elk kozijn mogelijk maakt (NFC world, z.d.).

Deze digitale identificatiefaciliteit bevordert niet alleen de traceerbaarheid gedurende het bouwproces, maar maakt ook real-time updates mogelijk. Dit resulteert in verbeterde coördinatie tussen verschillende fasen van de bouw, waardoor de communicatie tussen bouwpartners wordt versterkt en de algehele efficiëntie toeneemt. Een ander voordeel aan de NFC-chip is dat deze met mobiele telefoons uitgelezen kunnen worden (figuur 1). Wel is dit alleen mogelijk met een afstand van maar 3 cm. De NFC-chip wordt daardoor namelijk veel gebruikt voor betalingen en connectie met de digitale wereld. Dit zal betekenen dat kozijn voor kozijn zal moeten worden uitgelezen (Techgirl, z.d.).

Een belangrijk voordeel van NFC in de bouw is de mogelijkheid tot automatisering van processen. Bijvoorbeeld, wanneer een kozijn wordt geïnstalleerd, kan de NFC-chip automatisch gegevens doorgeven over de voltooiing van deze stap, waardoor real-time voortgangsrapportage mogelijk is. Bovendien draagt de implementatie van NFC-chips bij aan een



Figuur 9 Mogelijkheid tot uitlezen met smartphone

beter voorraadbeheer. Bouwmaterialen, waaronder kozijnen, kunnen nauwkeurig worden gevolgd, waardoor het gemakkelijker wordt om de beschikbare voorraad te beheren, verliezen te minimaliseren en tijdig bij te bestellen.

Kortom, NFC chips voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
Het is mogelijk om de chip met een mobiele telefoon uit te lezen.	NFC heeft een beperkt bereik, meestal tot enkele centimeters. Dit kan een beperking zijn voor toepassingen die een groter bereik vereisen.
Real-time updates zijn mogelijk	

3.3.2 RFID-chips

Om wat meer te weten te krijgen van de chips in de bouw zijn we op bezoek geweest bij van der Vin. Hier gebruiken zij op dit moment RFID chips die zitten ingebouwd in het kozijn. Op deze manier kunnen zijn door middel van een poort waar hun vrachtwagen met bokken erop scant wat er bij hen de deur uit gaat. Hier wordt dan ook automatisch de pakbon mee gegenereerd. Na dit bezoek is er wat meer onderzoek gedaan naar de RFID chip in de bouw hieronder.

Het gebruik van RFID-chips in de bouw, met specifieke toepassing op het proces van een kozijn, biedt diverse voordelen. Allereerst kan de RFID-technologie worden geïmplementeerd om een efficiënt voorraadbeheer te waarborgen. Door elke kozijncomponent te voorzien van een unieke RFID-tag, kunnen bouwteams real-time informatie verkrijgen over beschikbare materialen en hun locatie. De RFID-technologie maakt het mogelijk om draadloos en op afstand toegang te krijgen tot deze informatie, waardoor er snel en efficiënt gegevens kunnen worden uitlezen zonder fysiek contact met het kozijn (Quadiant, 2022).

Daarnaast faciliteert RFID het volgen van de voortgang in het productieproces. Door de RFID-tags op verschillende productiestadia aan te brengen, kunnen bouwers de status van elk kozijn nauwkeurig volgen. Dit draagt bij aan een gestroomlijnde productie en minimaliseert vertragingen.

Bovendien vergemakkelijkt RFID-chipgebruik de nauwkeurige identificatie en plaatsing van kozijnen op de bouwplaats. Dit resulteert in een verbeterde efficiëntie bij de installatie en vermindert fouten. Het stelt ook projectmanagers in staat om de arbeidstijd effectiever te plannen, wat bijdraagt aan een vlot verlopend bouwproces.

De gegevensverzameling via RFID biedt de mogelijkheid voor analyses en optimalisatie. Door de verzamelde gegevens te analyseren, kunnen bouwbedrijven trends identificeren, risico's verminderen en processen verder optimaliseren voor toekomstige projecten.

Tot slot zit er wel een nadeel aan een RFID-chip omdat deze chips niet met een telefoon uitgelezen kunnen worden, maar alleen met een RFID reader. Dit komt omdat RFID met radiogolven werkt. Daarnaast kunnen deze radiogolven wel tot 10 meter overbruggen. Zo kan er op afstand meerdere kozijnen tegelijk uitgelezen worden. Dit is ook waarom RFID vaker wordt gebruikt voor tracking, tijdregistratie en toegangspoorten.

Kortom, RFID chips voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
De chip is uit te lezen tot een afstand van wel 10 meter.	Kan alleen uitgelezen worden met een RFID reader.
RFID-chips kunnen informatie snel en efficiënt overbrengen zonder direct contact tussen de tag en de lezer	De initiële implementatiekosten van RFID-systemen kunnen hoog zijn, inclusief de kosten van tags, lezers en infrastructuur.
RFID-chips kunnen meer gegevens bevatten dan streepjescodes, waardoor ze nuttiger zijn voor complexere toepassingen en gegevensopslag.	

3.4 QR-codes/kleurcodes

Het gebruik van QR-codes zorgt voor makkelijkere gegevensuitwisseling en traceerbaarheid terwijl kleurcodes een visuele dimensie toevoegen aan informatieoverdracht en projectmanagement. Hieronder worden ze verder beschreven.

3.4.1 QR-codes

Het toepassen van QR-codes in de bouw, met specifieke nadruk op het proces van een kozijn, biedt een praktische en kosteneffectieve methode voor het verbeteren van informatiestromen, traceerbaarheid en efficiëntie gedurende het gehele bouwproces (Nordvpn, 2023).

QR-codes kunnen worden geïntegreerd in kozijnen om snel toegang te bieden voor digitale informatie. Deze codes kunnen variabele gegevens bevatten. Deze QR-code kan eenvoudig gescand worden met behulp van een smartphone of specifieke apparatuur, waardoor directe toegang tot relevante informatie wordt verkregen.

Elk kozijn kan uniek worden geïdentificeerd, waardoor het mogelijk is om de voortgang van het productieproces, de levering, en de installatie nauwkeurig te volgen. Dit draagt bij aan een verbeterde projectbeheersing en kwaliteitscontrole.

Een ander voordeel van de QR-codes is de flexibiliteit in informatieverstrekking (Timelessdesign, z.d.). Aangezien QR-codes digitale links kunnen bevatten, kunnen ze eenvoudig worden bijgewerkt met nieuwe informatie gedurende verschillende bouwfasen, waardoor de betrokkenheid van verschillende belanghebbenden wordt vergemakkelijkt.

Daarnaast maakt de QR-code het makkelijker om efficiënte en snelle communicatie te hebben in de bouw. Bijvoorbeeld, tijdens de installatiefase kunnen werknemers met een simpele scan direct toegang krijgen tot montage-instructies of veiligheidsrichtlijnen, waardoor de kans op fouten wordt verminderd.

Kortom, QR-codes voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
Het genereren en afdrukken van QR-codes is over het algemeen kosteneffectief	In de toekomst kan de technologie achter QR-codes verouderd raken, wat kan leiden tot de behoefte aan nieuwe systemen of technologieën.



Figuur 10 QR-code op het raam geplakt door Van de Vin

Het scannen van QR-codes is eenvoudig en vereist slechts een camerafunctie op een smartphone en een QR-codelezer-app.	Hoewel QR-codes veel informatie kunnen bevatten, hebben ze een beperkte capaciteit in vergelijking met andere technologieën zoals RFID.
---	---

3.4.2 Kleurcodes

Het gebruik van kleurcodes in de bouw, met specifieke focus op het proces van een kozijn, biedt een visueel gestructureerde methode om informatie te communiceren, identificeren en beheren. Kleurcodes kunnen op verschillende manieren worden toegepast om het bouwproces te verbeteren.

Een toepassing van kleurcodes is het identificeren van verschillende kozijncomponenten of materialen. Door aan elk type materiaal of onderdeel een specifieke kleur toe te wijzen, wordt het voor bouwprofessionals eenvoudiger om snel de juiste materialen te herkennen en te gebruiken tijdens het productie- en installatieproces.

Daarnaast kunnen kleurcodes worden ingezet voor het markeren van specifieke fasen in het bouwproces. Bijvoorbeeld, een bepaalde kleur kan worden geassocieerd met de fabricage, een andere met de inspectie, en weer een andere met de installatie. Dit visuele systeem maakt het mogelijk om in één oogopslag de status van een kozijn te beoordelen en de voortgang van het project te monitoren.

Kleurcodes kunnen ook dienen als veiligheidsindicatoren. Bijvoorbeeld, bepaalde kleuren kunnen aanduiden dat bepaalde voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen tijdens het hanteren of installeren van specifieke kozijncomponenten. Een ander voorbeeld is de verbeterde herkenbaarheid en classificatie van informatie. Door de kleurcodes te gebruiken op documentatie, zoals plannen, kunnen bouwprofessionals snel en nauwkeurig de relevante informatie vinden die verband houdt met specifieke kozijnen of bouwonderdelen.

In conclusie biedt het gebruik van kleurcodes in het kozijnproces voordelen zoals verbeterde herkenbaarheid, efficiëntie in materiaalbeheer, visuele voortgangsmonitoring en veiligheidsindicatoren. Het toepassen van kleurcodes draagt bij aan een gestroomlijnd en overzichtelijk bouwproces.

Kortom, kleurcodes voor de bouw hebben de volgende voor- en nadelen:

Voordelen	Nadelen
Mensen kunnen kleuren snel herkennen en associëren, wat leidt tot snelle identificatie van informatie.	Ongeveer 8% van de mannen en 0,5% van de vrouwen heeft kleurblindheid, wat de effectiviteit van kleurcodes voor sommige mensen beperkt.
Kleur wordt vaak als een universele taal beschouwd, wat betekent dat het begrip ervan minder afhankelijk is van taalbarrières.	Bij het afdrukken van kleurcodes of het weergeven ervan op verschillende schermen kunnen technologische beperkingen de kleurnauwkeurigheid beïnvloeden.
	Te veel kleuren in een gegeven context kunnen verwarrend zijn en de aandacht van de essentiële informatie afleiden.

3.5 Samengevat

Terugblikkend op de inventarisatie van verschillende digitaliseringsmogelijkheden blijkt dat OpenSpace, met zijn 360 graden camerasystemen, als de meest veelbelovende optie naar voren komt. Dit is voornamelijk te wijten aan OpenSpace's vooruitstrevende karakter, aangezien ze al ver gevorderd zijn in het gebruik van kunstmatige intelligentie (AI) in de bouwsector. Bovendien loop je als bedrijf niet het risico al je bestanden te verliezen bij het beëindigen van de samenwerking, wat een belangrijk voordeel is.

Daarnaast wordt het gebruik van drones aanzienlijk eenvoudiger in combinatie met OpenSpace, aangezien OpenSpace een samenwerking heeft met Insta360 Sphere voor drone-toepassingen. Verder vallen de RFID- en NFC-chips op, waarbij opgemerkt wordt dat medewerkers meerwaarde lijken te hechten aan de RFID-chip. Dit komt doordat vanaf een grotere afstand snel een overzichtelijk beeld kan worden gecreëerd, in tegenstelling tot de NFC-chip die slechts tot op 3 centimeter afstand effectief is.

De conclusie luidt dat QR-codes en kleurcodes niet ideaal zijn voor de vooruitgang van het bedrijf, aangezien deze momenteel al veel worden gebruikt en weinig ruimte bieden voor verdere verbeteringen in digitalisering. Deze voorlopige conclusie zal nader worden onderzocht en besproken in de keuzematrix.

4 Wensen van stakeholders

De wensen en behoeften van de stakeholders worden sterk meegenomen in het zoeken naar een nieuwe digitaliseringsmogelijkheid voor Giesbers. Hiervoor hebben er meerdere interviews en brainstorm sessies plaats gevonden met de volgende verschillende stakeholders.

4.1 Van de Vin

Van de Vin is een producent van kozijnen waar Giesbers veel mee samen werkt. Aangezien Van de Vin voorop wilt lopen in de digitalisering rondom de maakindustrie en bouwsector zijn wij het gesprek met hen aangegaan. Van de Vin heeft al een aantal jaren een RFID-chip geïmplementeerd in de kozijn die door hen geproduceerd worden. Dit bedrijf ervaart hier veel profijt van, met name op het vlak van de productie. De machines binnen de kozijnenfabriek worden aangestuurd door de aanwezige chips. Daarnaast worden de chips gescand zodra de vrachtwagen geladen het fabriekspand verlaat en richting de bouw rijdt, op dit moment wordt de chip van de bok waar een aantal kozijnen op staan gescand. Op deze manier houdt Van de Vin automatisch zicht op wat er het pand verlaat.

De informatie die op de chips is geprogrammeerd kan echter ook van waarde zijn voor Giesbers. Om deze reden zijn wij in gesprek gegaan met Giesbers, hierin hebben wij de mogelijkheden besproken. Binnen Van de Vin maakt men al gebruik van RFID chips. Voor deze chip is een klein stukje in het kozijn ingeboord waar hij als een kokertje geïmplementeerd wordt. Deze chips gebruiken zij op het moment voor het registreren van de kozijnen die worden verzonden naar de klanten. Dit doen ze door middel van een poort waar de vrachtwagen met de kozijnen doorheen rijdt waardoor de chips gescand worden. Op het moment is dit nog het enige waarvoor de RFID chip gebruikt wordt.



Figuur 11 Voorbeeld van een NFC chip in kozijn



Figuur 12 Van de Vin profileermachine

4.2 Werken met camera – Nijmegen

In Nijmegen wordt namens Giesbers een uitbreiding gerealiseerd voor het Archeologisch depot van Nijmegen. Het bouwen van een archeologisch depot valt onder de utiliteitsbouw en word uitgevoerd met een stalen vakwerk constructie. De realisatie van deze bouw gebeurt onder leiding van uitvoerder Robert-Jan.

Wij zijn met Robert-Jan het gesprek aangegaan over het gebruik van de 360 graden camera en de toevoegingen die deze geeft op de bouw. Hij gaf aan veel gebruik te maken van de camera, hij gebruikt deze bijvoorbeeld voor handelingen als:

- Voortgang bijhouden;
- Opmerkingen plaatsen op specifieke locaties;
- Sfeerimpressie maken.

Echter gaf Robert-Jan aan dat in het gebruik van de camera nog een aantal nadelen zitten. Zo is de gebruiker tijdens het gebruik van de camera zo'n 15 centimeter langer dan zonder. Daarnaast zorgt de hoogte van de camera ervoor dat het zwaartepunt boven het lichaam van de gebruiker komt, dit maakt de camera top zwaar.

Naast de nadelen tijdens het lopen met de camera, vind Robert-Jan dat de beeldkwaliteit tegenvalt. Op de beelden is het werk niet op bout detail te zien, het type bout of wapening is niet te herkennen uit de beelden. Tevens kan de camera op het moment nog niet omgaan met felle licht inval.

4.2.1 Kort samengevat

Voordelen

- Kortere informatiestromen door middel van fieldnotes;
- Aantonen dat er bepaalde onderdelen aanwezig zijn;
- Collega's op afstand zijn up-to-date;
- Foto's worden automatisch gemaakt en je hebt altijd alles in beeld;
- Montage controleren.

Nadelen

- De camera is top zwaar;
- Wazig/slecht beeld bij lichtinval en/of donkere ruimtes;
- Er zijn maar een beperkt aantal locaties waar men het beeld kan kijken;
- Uploaden van de beelden duurt een aantal uur;
- Het hele programma is uitsluitend in het Engels.

4.2.2 Wensen van de stakeholder

Naar aanleiding van het gesprek wat wij met Robert-Jan hebben gehad, hebben wij de volgende wensen van Robert-Jan hieronder opgesomd. Robert-Jan ziet graag dat:

- De kwaliteit van de beelden verbeterd
 - o Hierdoor kan hij de beelden gebruiken als bewijsmiddel voor de Wet Kwaliteitsborging
- Het mogelijk wordt dat de betonleverancier mee kan kijken met de voortgang gedurende het storten van beton.
 - o Hierdoor hoeft de uitvoerder niet meer te schatten hoeveel beton de laatste vracht bedraagt.



Figuur 13 Rondje lopen met de camera van OpenSpace op de helm over het bouwterrein van het Archeologisch Depot in Nijmegen



Figuur 14 Tomas met de helm met camera van OpenSpace erop om het zelf te ervaren

4.3 Werken met camera – Werkhoven

In Werkhoven wordt namens Giesbers een oud hoveniersbedrijf gesloopt en hier worden nieuwe woningen gebouwd. Het project bestaat uit rijtjeswoningen en een appartementen complex. De realisatie van dit project word uitgevoerd onder leiding van uitvoerder Paul Wijers en projectleider Eduard Dekker.

Wij zijn met Paul het gesprek aangegaan over het gebruik van de 360 graden camera, Paul was erg bekend in de mogelijkheden en ontwikkelingen van de camera. Echter gaf hij aan dat de camera voor hem tot op heden nog geen substantiële toevoeging geeft. Hij gebruikt de camera alleen nog maar voor het bijhouden van de voortgang en het plaatsen van opmerkingen op specifieke locaties.

Paul gaf echter aan de camera meer te willen gebruiken wanneer een aantal nadelen opgelost zijn. De grootste uitdaging voor het gebruik van de camera voor het project in Werkhoven is het constant wisselen tussen verdiepingen. Het zou enorm helpen wanneer de camera automatisch bijhoud op welke verdieping hij zich bevind. Daarnaast zou het helpen wanneer de kwaliteit van de camerabeelden verbeterd word, hierdoor zou de camera ook gebruikt kunnen worden voor het maken van een nul situatie en/of eind situatie. Indien deze punten worden verbeterd zou Paul de camera gebruiken voor onder andere de onderstaande punten:

- Het opnemen van de nul situatie;
- Het hanteren van de Wet Kwaliteitsborging;
- Wapeningsdraden controleren;
- Montage controleren;
- Het plaatsen van 'fieldnotes'.

4.3.1 Kort samengevat

Voordelen

- Er kan voldaan worden aan de Wet Kwaliteitsborging;
- Draairichting van ramen, deuren zijn gemakkelijk te checken door het BIM-model ernaast te leggen;
- Het gebruik van OpenSpace geeft de mogelijkheid om fieldnotes te plaatsen, hierdoor kan men eenvoudig opmerkingen of tags ergens aan plaatsen. Hierdoor kan men de op- of aanmerkingen gemakkelijk terug vinden.

Nadelen

- De camera herkent de verdieping waar men zich bevind niet;
- Beeld kwaliteit is niet optimaal;
- Het beeld is niet geschikt om afmetingen mee op te meten.

4.3.2 Wensen van de stakeholder

Naar aanleiding van het gesprek wat wij met Paul hebben gehad, hebben wij de volgende wensen van Paul hieronder opgesomd. Paul ziet graag dat:

- De beeld kwaliteit verbeterd;
 - o Hierdoor kunnen ook de wapeningsdraden gecontroleerd worden door middel van de camera;
 - o Hierdoor kunnen de montages gecontroleerd worden door middel van de camera.
- De camera automatisch de verdiepingen herkent;
 - o Hierdoor kan Paul vele malen sneller werken.
- De camera ook afmetingen herkent;
 - o Hierdoor kunnen de beelden ook gebruikt worden voor maatvoering.
- Ieder kozijn een uniek nummer toegewezen krijgt.
 - o Hierdoor heeft ieder kozijn ook zijn specifieke locatie waar het gemonteerd moet worden.



Figuur 15 Kozijn op de bouw in Werkhoven



Figuur 16 Ingang van de bouw in Werkhoven

4.4 Traditionele bouw – Millingen aan de Rijn

In Millingen aan de Rijn is Giesbers bezig met het realiseren van een appartementen complex. Het complex gaat bestaan uit vele wat kleinere appartementen. De realisatie van deze appartementen wordt uitgevoerd onder leiding van uitvoerder Erwin Oosterhout.

Wij zijn met Erwin in gesprek gegaan over de manier van werken wanneer men niet over een 360 graden camera beschikt. Giesbers kiest achter de schermen op welke projecten en met welke personen de uitrol van de pilot gaat plaatsvinden om draagvlak te creëren. Bij Erwin is de keuze voorgelegd of hij met de camera wilde gaan werken vanaf het begin en hier heeft Erwin aangegeven om liever nog even te wachten met het werken met de camera: “Ik zie het als een drempel om met een camera op mijn hoofd over het werk te lopen, moet dat nou echt?”. Erwin gaf aan de camera te willen gebruiken wanneer deze:

- Het werk automatisch keurt wanneer je over het werk loopt;
- Beelden voldoen aan de Wet Kwaliteitsborging.

Het implementeren van een chip zoals Van de Vin heeft gedaan, heeft volgens Erwin de volgende voordelen in de bouw:

- Inzichtelijk maken wat er geleverd wordt;
- Automatische facturatie;
- Gebruiksvriendelijke schade afhandeling.

4.4.1 Kort samengevat

Erwin gaf tijdens het gesprek aan dat hij een aantal voor- en nadelen voorzag bij het gebruik met zowel een camera als het implementeren van een chip. De voor- en nadelen weegt hij af tegen zijn ervaringen met traditionele manier van bouwen. De door hem genoemde voor- en nadelen zijn hieronder weergegeven.

Voordelen

- De leverantie van materialen wordt inzichtelijker door middel van een chip met gps toevoeging;
- De pakbon hoeft niet meer handmatig gecontroleerd te worden met de werkelijkheid wanneer een chip gebruikt word;
- Als de 360 graden camera montages kunnen herkennen, hoeft Erwin niet alle gemonteerde kozijnen handmatig controleren (met de tekening op een Ipad langs het gemaakte werk lopen);
- Schades kunnen sneller afgehandeld worden door gebruik van de chip.

Nadelen

- Wanneer men met de camera over de bouw loopt, moeten de beelden tot op heden nog steeds handmatig vergeleken worden met het ontwerp;
- De ontwerpen moeten voorafgaand aan de start van het project afgerond zijn indien een 360 graden camera gebruikt kan worden;
- Prijzige investering van de 360 graden camera;
- Het gebruik is een drempel om je overheen te zetten, ‘moet dat nou ook nog’.

4.4.2 Wensen van de stakeholder

Naar aanleiding van het gesprek wat wij met Erwin hebben gehad, hebben wij de volgende wensen van Erwin hieronder opgesomd. Erwin ziet graag dat:

- De camera het werk scant en automatisch de fouten er uit haalt;
 - o Hierdoor hoeft de uitvoerder niet op kantoor nog een handeling uit te voeren;
 - o Hierdoor kunnen de beelden gelden als bewijsmiddel voor de Wet Kwaliteitsborging.
- De chip gescand wordt en deze automatisch de factuur maakt en opstuurt;
 - o Hierdoor worden fouten bij de leverantie en facturatie verkleint.
- Combinatie met de camera en chip, de camera scant in deze situatie de chips en vergelijkt deze met de chip van het toegewezen kozijn.
 - o Hierdoor word het controleren of het juiste kozijn op de juiste plek is gemonteerd.



Figuur 17 Bedrijfsbezoek aan het project van Giesbers in Millingen van de Rijn

4.5 Engineering en nazorg

Vanuit de engineering afdeling binnen Giesbers zijn wij het gesprek aangegaan met de engineer Mark van Loon. Mark gaf aan dat hij het gebruik van een 360 graden camera voordelig vindt. Hij kan de beelden bekijken die de uitvoerders hebben gemaakt, aan de hand van deze beelden kan Mark de voortgang van de bouw in de gaten houden. Wanneer hij met regelmaat beelden van de bouw binnen krijgt kan hij hierop schakelen met zijn planning, zo kan hij ook overleggen met de uitvoerder en bijsturen indien nodig.

Daarnaast kan Mark de beelden van de 360 graden camera gebruiken voor zijn revisie tekeningen. Hij kan terug in de tijd kijken naar de beelden en zo het daadwerkelijk gemaakte werk bekijken. Onderdelen als het leidingenwerk voor de vloerverwarming wordt in de werkelijkheid vaak net iets anders gemaakt dan op het uitvoeringsontwerp. De revisie tekeningen moeten echter zo dicht bij de werkelijkheid komen als kan, door het gebruik van de camera beelden wordt dit eenvoudiger.

Vanuit de nazorg afdeling binnen Giesbers zijn wij het gesprek aangegaan met de nazorg coördinator Twan Spikmans. Twan gaf tijdens dit gesprek aan dat het gebruik van digitalisering hem kan helpen bij het verwerken van eventuele schades en/of opmerkingen. Het gebruik van zowel de chip als een camera met OpenSpace kan onder andere helpen bij:

- Het waarborgen van de kwaliteit;
- De gebruiker laten beschikken over de specifieke gegevens;
- Het sneller achterhalen van de ‘verantwoordelijke’.

Er wordt door Twan echter een gevaar geopperd. Wanneer men de gebruiker over vele malen meer informatie laat beschikken kan dit leiden tot meer klachten.

4.5.1 Wensen van de stakeholder

Naar aanleiding van het gesprek wat wij met Mark hebben gehad, hebben wij de volgende wensen van Mark hieronder opgesomd. Mark ziet graag dat:

- Dat er meer gebruik wordt gemaakt van de 360 graden camera.
 - o Hierdoor kan hij de voortgang van de bouw in de gaten houden en hier de planning op aanpassen;
 - o Hierdoor wordt het maken van de revisie tekeningen eenvoudiger.

Naar aanleiding van het gesprek wat wij met Twan hebben gehad, hebben wij de volgende wensen van Twan hieronder opgesomd. Twan ziet graag dat:

- Er een klantenportal komt;
 - o Hierdoor kunnen gebruikers van het begin van de bouw op de hoogte zijn van de voortgang;
 - o Hierdoor is er sneller contact met gebruiker.
- Er een NFC chip in het kozijn word geplaatst.
 - o Hierdoor kan de gebruiker zelf de chip scannen en indien geval van schade aangeven om wat voor soort schade het gaat;
 - o Hierdoor kan de gebruiker eenvoudig informatie en eigenschappen van het kozijn uitlezen.

5 Keuzematrix

Om de verschillende digitaliseringsmogelijkheden voor Giesbers af te wegen tegen elkaar is er gekozen om een keuzematrix op te stellen. Met behulp van de MoSCoW methode zijn de wensen en behoeften van de stakeholders ingedeeld in vier categorieën, namelijk 'must-have', 'should-have', 'could-have' en 'won't have' ook wel 'wish' genoemd (ProductPlan, z.d.). Om deze weging mee te nemen in de beoordeling hebben wij aan deze categorieën 1 tot 4 punten aan gegeven, waarbij 4 een hogere prioriteit heeft dan 1. De digitaliseringsmogelijkheden worden vervolgens gewogen met behulp van een vijfpuntsschaal, hierbij is ++ het hoogst haalbare en - - het laagst haalbare. Om Giesbers een aanbeveling te kunnen doen met betrekking tot de digitaliseringsmogelijkheden is de totaalscore berekend door de punten van de vijfpuntsschaal te vermenigvuldigen met de weging van de MoSCoW methode. Hieronder is daarvan het resultaat te zien. Zie bijlage 2 voor grotere schaal van de keuzematrix die hieronder staat.

Keuzematrix										
MoSCoW	Functionaliteit	360 graden camera's					Chips		Codes	
		Dalux SiteWalk	Buildots Limited	Matterport	OpenSpace	Drones	NFC chip	RFID chip	QR-codes	Kleurcodes
Should	Elimineren van processtappen	+	++	+	++	+	+	+	+	0
Must	Verkleinen van de foutmarge	+	+	+	++	+	++	+	+	+
Must	Kwaliteitswaarborging	++	++	+	++	+	++	++	+	0
Could	AI	-	+	-	++	0	-	-	-	-
	Klant centraal									
Could	Voortgang elke fase in bouw voor klant te zien	++	++	+	++	++	0	0	-	-
Should	Mogelijkheid tot toegang informatieportaal	+	+	+	+	+	++	-	++	-
	Ontwikkeling									
Must	Mate van ontwikkeling	+	++	+	++	++	+	+	-	-
	Kosten									
Must	Gemakkelijk aan te schaffen	+	-	+	+	+	++	+	++	++
Should	Onderhoudsvriendelijk	+	-	+	+	+	++	+	-	0
Must	Winstgevend	+	0	+	++	++	++	+	+	0
	Gebruiksgemak									
Must	Systeem eenvoudig te gebruiken (denk ook aan gewicht)	+	+	0	+	+	++	+	++	++
Should	Alle documenten op 1 plek centraal op te slaan	++	++	++	++	++	++	++	++	+
Should	Overall beschikking tot documenten	++	0	0	++	++	-	+	-	-
Should	Koppeling met andere (huidige) systemen mogelijk	+	0	++	++	++	+	+	++	+
Must	Overstap naar ander systeem mogelijk	0	0	0	++	++	++	++	++	++
Should	Beveiliging	+	0	+	+	+	-	-	-	0
Should	Visualisatie	++	++	++	++	++	+	+	+	0
	Totaal (100%)= 112	61	44	48	95	80	66	38	X	X
					1	2	3			

Figuur 18 Keuzematrix (zie bijlage 2)

In de figuur hierboven is te zien dat er drie alternatieven zijn die een hogere score hebben, OpenSpace, Drones en NFC-chip. Deze drie alternatieven worden in het volgende hoofdstuk verder toegelicht, waarom iedere beoordelingen aan de matrix zijn gegeven. Voor de score van de QR-code en kleurcodes staat een 'X' genoteerd. Dit komt doordat beide alternatieven een '-' en een '--' op een 'must have' criteria scoren. Deze alternatieven zullen hierdoor afvallen.

5.1 Uitleg wensen en behoeften

De keuzematrix is opgesteld met meerdere wensen en behoeften. Hieronder wordt de betekenissen hiervan in het kort omschreven.

5.1.1 Functionaliteit

Elimineren van processtappen

Indien de digitalisatie één of meerdere processtappen kan elimineren helpt dit bij het efficiënter maken van het bouwproces. De verschillende digitalisering worden afgewogen op de mate van elimineren van de processtappen

Verkleinen van de foutmarge

Een belangrijke afweging van de alternatieven is het verkleinen van de foutmarge, hierbij spreekt men over het verkleinen van de foutmarge gedurende de uitvoering. Het ideale beeld is dat de digitalisering alle fouten van monteren er uit haalt. De alternatieven worden dus afgewogen aan de hand van hoeveel het de gemaakte fouten verkleind.

Kwaliteitswaarborging

Daarnaast worden de alternatieven afgewogen aan de mogelijkheid van het waarborgen van de kwaliteit in de uitvoering. Het streven vanuit Giesbers is dat de digitalisering een stap vooruit helpt in het waarborgen van de kwaliteit ten behoeve van Wet Kwaliteitsborging Bouw.

AI

In hoeverre het product gekoppeld kan worden aan een AI-systeem wordt meegenomen in de afweging. Indien het product te koppelen is aan een AI-systeem kan dit onder andere worden gebruikt voor materiaal en montage herkenning. Dit verhoogt de efficiëntie en zorgt indirect voor het verkleinen van een foutmarge in de uitvoering.

5.1.2 Klant centraal

Voortgang elke fase in bouw voor klant te zien

Gekeken vanuit de blik van de koper of gebruiker is het wenselijk om continue op de hoogte te zijn van de bouw van uw woning. Het vanuit Giesbers dan ook een streven om open en transparant te zijn richting de kopers. De mogelijkheid voor de koper of gebruiker om de voortgang tijdens de bouw in te zien word afgewogen per alternatief.

Mogelijkheid tot toegang informatieportaal

De mogelijkheid voor de koper of gebruiker om toegang te krijgen tot de informatie die opgeslagen word door de digitalisering word meegenomen in de afweging. Het toegang krijgen tot deze data kan zo makkelijk zijn als het uitlezen met een telefoon of het inzien van een klantenportaal. De mogelijkheid voor de gebruiker om deze gegevens in te zien word per alternatief afgewogen.

5.1.3 Ontwikkeling

Mate van ontwikkeling

Indien de digitalisering nog een startup is valt er nog veel te ontwikkelen. Aanpassingen en aanvullingen op de digitalisering worden hierbij nog gedaan. Er zitten meer mogelijkheden in het verschiet welke het alternatief tot op heden nog niet heeft. Tevens geeft dit Giesbers de mogelijkheid om aan te geven wat zij graag door ontwikkeld of toegevoegd zien worden.

5.1.4 Kosten

Gemakkelijk aan de schaffen

De verschillende digitaliseringsmogelijkheden hebben enige vorm van aanschaf. De mate hiervan wordt afgewogen. Zo moet er soms een product aangeschaft worden of een kleine bijdrage bij een ander bedrijf om een product te kunnen toepassen.

Onderhoudsvriendelijk

Het ene product heeft meer onderhoud nodig dan de ander. Zo kun je denken aan een product dat geplaatst wordt in een gesloten omgeving waardoor deze geen onderhoud vergt. Anderzijds heb je producten die regelmatig gebruikt worden waardoor deze constante onderhoud nodig hebben.

Winstgevend

Wanneer het proces geautomatiseerd wordt door middel van digitalisering worden er stappen ontnomen van werknemers. Hierdoor kan er winst worden gemaakt door het gebruik van de nieuwe digitalisering. Daarnaast moeten hierbij ook de kosten van aanschaf worden mee gewogen. Naast het verhogen van de efficiëntie is ook de geleverde kwaliteit en klanttevredenheid van belang. Een tevreden klant kan zorgen voor minder klachten en wellicht zelfs een nieuwe klant.

5.1.5 Gebruiksgemak

Systeem eenvoudig te gebruiken (denk ook aan gewicht)

De systemen worden ook afgewogen op de gebruiksvriendelijkheid. Hierbij moet je denken aan de toegankelijkheid van het systeem en hoe makkelijk het gebruik van het product of systeem is. Zo kan een product erg zwaar en onhandig zijn of makkelijk in omgang.

Alle documenten op 1 plek centraal op te slaan

Met deze behoefte wordt er gekeken of het product of systeem alle data op 1 locatie staat. Hier wordt naar gekeken zodat de nieuwe digitalisering zo efficiënt mogelijk is voor de gebruikers.

Overal beschikking tot documenten

Met sommige digitaliseringsmogelijkheden ben je aan een specifieke plaats verbonden. Om meer efficiëntie in het bouwproces te creëren en het zo duurzaam mogelijk te maken is het handig om niet aan een specifieke plek verbonden te zijn om gegevens op te vragen of in te zien. Met deze behoefte wordt dus gekeken of het mogelijk is om gegevens in te zien, op te vragen waar en wanneer je maar wilt. Dus ben je aanwezig op kantoor of juist op de bouwplaats, overal moet je beschikking hebben tot de documenten met informatie.

Koppeling met andere (huidige) systemen mogelijk

Bepaalde IoT middelen staan helemaal op zichzelf en zijn niet te gebruiken naast andere (huidige) software, apparatuur. Dit is niet handig voor de efficiëntie van het proces van Giesbers. Vandaar dat we deze behoefte ook hebben meegekeken, zodat de nieuwe IoT middelen gemakkelijk te integreren zijn in de huidige systemen.

Overstap naar andere systemen mogelijk

Specifiek voor de wet kwaliteitsborging is het van belang dat de gegevens van de bouw beschikbaar blijven. Mocht Giesbers dus bepalen om later over te stappen naar andere systemen, om welke reden dan ook, moet de tot dan verzamelde informatie in eigen beheer kunnen komen, omdat Giesbers verantwoordelijk is voor de bewijslast.

Beveiliging

De beveiliging van de verschillende IoT middelen is belangrijk om schade voor Giesbers te voorkomen. Zo wordt er gekeken naar de mogelijkheden omtrent beveiliging en of het mogelijk is om gegevens goed af te schermen voor de buitenwereld.

Visualisatie

De verschillende IoT middelen die Giesbers mogelijk gaan gebruiken, moeten ervoor zorgen dat het proces efficiënter verloopt, zeker met de wet kwaliteitsborging in het achterhoofd. Met deze behoefte wordt er gekeken naar mogelijkheden voor Giesbers om onderdelen van het proces te visualiseren voor de klant en voor zichzelf.

6 Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: “Met welke IoT middelen zou Giesbers het doorlooptraject van het kozijn kunnen inrichten, rekening houdend met de wensen en behoeften van de betrokken stakeholders, om zo de efficiëntie en productiviteit van het bedrijf te verbeteren?

Uit het onderzoek en de keuzematrix is gebleken dat OpenSpace, drones en NFC chips de best mogelijke digitaliseringsmogelijkheden zijn voor Giesbers van de opties die wij onderzocht hebben. Hoe wij tot deze conclusie zijn gekomen, wordt hieronder uitgelegd.

OpenSpace

OpenSpace is een veelbelovende digitaliseringsmogelijkheid voor Giesbers. Het scoort hoog op alle onderwerpen en komt zelfs in de buurt van de hoogst mogelijke score. De 360 graden camera met bijbehorende software zorgt ervoor dat Giesbers meer inzicht krijgt in het bouwproces met behulp van data, zodat daarvan ook geleerd kan worden. Dit zal er ook voor zorgen dat er minder (bouw)fouten gemaakt worden en de voortgang beter gecontroleerd kan worden. Daarnaast is het mogelijk om met deze techniek het BIM-model te verrijken, dus de werkelijkheid naast de ontwerpen te leggen en eventueel zelfs metingen uit te voeren. Een ideaalbeeld voor de toekomst zou zijn, als de AI doorontwikkeld is en dat met behulp van de camera, door een foto te maken of te filmen, deze precies aan kan geven welk type kozijn het is, met bijbehorend productportfolio et cetera.

Drones

Ook de drones scoren hoog in de keuzematrix. Een verschil met de OpenSpace 360 graden camera voor op de helm, is dat drones op dit moment voornamelijk geschikt zijn voor de buitenkant van de projecten te controleren en/of vast te leggen. Dit zorgt voor een iets lagere score op het onderdeel functionaliteit, doordat de algehele kwaliteitscontrole dus minder volledig is en vooral de binnenzijden van de projecten, zoals aansluitingen en leidingen, wil je vastgelegd hebben voor de Wet Kwaliteitsborging Bouw om foutmarges te verkleinen en processtappen te elimineren. Daarnaast is het mogelijk om van AI aangestuurde drones gebruik te maken, maar het is nog niet heel gebruikelijk. Met OpenSpace is dit bijvoorbeeld wel mogelijk met behulp van de Insta360 Sphere. Een systeem waaraan dubbele 360 graden camera bevestigd kunnen worden op DJI Mavic Air 2 en Air 2S drones.

NFC chips

De NFC chips komt op de derde plaats te staan. De reden hiervan is dat de chips hoog scoren bij de wensen en behoeften die het belangrijkste zijn. Zo zal de chip de foutmarges binnen het bedrijf verminderen, omdat aan deze chips identieke locatie en gegevens kunnen worden toegevoegd. Zo kan ook een materiaal paspoort worden toegevoegd waardoor de kwaliteit goed geborgd wordt. Verder valt het op dat de NFC chip erg makkelijk aan te schaffen is en er zo dus niet veel kosten aan verbonden zullen zitten in tegenstelling tot de aanschaf van een 360 graden camera. Een opvallend punt is ook dat de NFC chip zeer gebruiksvriendelijk is. Dit komt omdat de chip gescand kan worden met een mobiele telefoon waardoor de informatie voor alle gebruikers toegankelijk is. Daarnaast bevat de chip alleen geen AI waardoor verdere ontwikkeling beperkter is dan bij bijvoorbeeld een 360 camera. Tot slot is de chip ook maar tot een afstand van 3 cm te scannen waardoor de toegang tot de informatie op de chip niet overal beschikbaar zal zijn behalve wanneer men zich binnen deze afstand bevindt met de mobiele telefoon.

7 Aanbeveling

Uit het onderzoek is gebleken dat het gebruik van OpenSpace, drones en NFC chips de grootste kans hebben op het verhogen van de efficiëntie in de bouw van Giesbers. Door het doorvoeren van deze digitaliseringstechnieken zal de foutmarge tijdens het bouwproces verkleinen. Daarnaast kan er worden aangetoond dat de beloofde kwaliteit ook daadwerkelijk geleverd is aan de klant. Dit is een belangrijk aspect met het oog op de Wet Kwaliteitsborging Bouw die per 1 januari 2024 ingaat.

De aanbeveling is om een combinatie van OpenSpace en drones in te zetten. Indien de drone voorzien is van een GPS functie en gekoppeld is aan OpenSpace kan deze de buitenzijde van de bouw zelfstandig in kaart brengen. De camera van OpenSpace zal op de drone worden gemonteerd, waarna deze drone door een medewerker aangestuurd dient te worden voor het opstijgen en landen. Door de camera op de drone te monteren behoudt deze dezelfde functies als wanneer de camera op de helm gedragen wordt. Zo is de drone alleen een extra toevoeging om naast de 360 camera op de helm ook buitenom van het project een opname te kunnen doen.

Indien men de binnenzijde van het project in kaart wilt brengen dient de camera van OpenSpace op de helm gedragen te worden. Dit wordt aanbevolen omdat er een aantal crashgevoelige punten zijn die snel binnen kunnen voorkomen. Denk hierbij aan een obstakel dat op de route van de drone geplaatst is waardoor de drone zijn route niet kan vervolgen. Wanneer er met een camera op de helm rondgelopen wordt loopt de werknemer simpelweg om dit obstakel heen.

De toepassing van OpenSpace in combinatie met een drone, plus een helm met camera kan heel concreet de volgende facetten binnen de bouw ondersteunen:

- Efficiënte communicatie (field notes en taggen)
- BIM-model (ontwerpen) linken met de werkelijkheid
- Materiaal en montage herkenning m.b.v. AI
- Voortgang vastleggen
- Duurzaamheid verhogen (men hoeft minder vaak op en neer van en naar de bouwplaats)
- Vroegtijdig fouten herkennen
- Kwaliteitsborging

Zodra Giesbers deze digitalisering wilt gaan doorvoeren zullen ze een licentie bij OpenSpace aan moeten schaffen gecombineerd met een aantal 360 graden camera's. Daarnaast is het gebruik van de camera in combinatie met een drone aan te raden, deze dienen tevens aangeschaft te worden. Vervolgens is het van belang dat men binnen Giesbers draagvlak creëert voor het gebruik van deze digitalisering. Zoals eerder benoemd is er een enkeling binnen Giesbers die tot op heden niet enthousiast is over het gebruik hiervan. Giesbers zou hun werknemers aan kunnen horen en hun zorgen weg kunnen nemen door middel van een voorlichting over het gebruik van de digitalisering en het gemak ofwel de voordelen die deze digitalisering oplevert. Zo wordt het bij hen duidelijk dat OpenSpace een startup is die openstaat voor inzichten van de gebruikers. Deze inzichten worden gebruikt om het systeem te optimaliseren door middel van updates. Tot slot is het wenselijk dat het contact tussen de gebruikers en Giesbers, met name in de opstartfase, nauw blijft.

Daarnaast wordt aanbevolen om NFC chips te implementeren in de kozijnen. Door het gebruik van NFC chips kan bepaalde informatie en eigenschappen aan het kozijn worden toegevoegd. Men kan hierbij onder andere denken aan de afmetingen, de materialen en het productnummer. Deze data kan gedurende het gehele bouwproces worden gebruikt, bijvoorbeeld om later een dashboard voor een meerjarenonderhoudsplan (MJOP) op te stellen. Door het toepassen van deze chips kan men ten alle tijden de chip uitlezen, ook door de klanten. Daarom wordt er aanbevolen om een meldpunt toe te voegen aan de chip voor schade. Zo kunnen de klanten de NFC-chip scannen wanneer zij schade opmerken en in deze chip een opmerking plaatsen met afbeeldingen, deze melding komt na verzenden dan direct bij Giesbers terecht. Aan de hand van deze melding kan de nazorg beoordelen wie de verantwoordelijke partij is en wie er eventueel naar locatie gestuurd moet worden. Dit vermindert de communicatiestromen tussen de klanten en nazorg binnen Giesbers. Men hoeft niet meer bij iedere melding naar de desbetreffende locatie te gaan om de schade te analyseren.

Daarnaast kan Giesbers de NFC chip gebruiken voor het aantonen van de kwaliteit van de kozijnen. Op de chip kan een materialen paspoort worden toegevoegd, hierop zou dan informatie staan waar ieder gebruikt materiaal vandaan komt en wat de eigenschappen hiervan zijn. Op deze manier helpt de NFC chip aan het waarborgen van de WKB. Verder kan er een uniek nummer aan ieder kozijn worden gegeven welke gelinkt kan worden aan een specifieke locatie op de bouw. Door het linken van deze twee aspecten wordt het duidelijker waar welk kozijn gemonteerd dient te worden. Op deze manier wordt de kans verkleint dat er een kozijn op de verkeerde plek gemonteerd wordt.

Indien Giesbers de NFC chips gaat implementeren moet er vanuit beide partijen concreet worden vastgesteld welke data er op de chip geplaatst wordt en wie hier verantwoordelijk voor is. Van de Vin past tot op heden al een chip toe in haar kozijnen. Naast deze chip dient de in dit verslag aanbevolen NFC chip toegevoegd te worden aan het kozijn. Het contact tussen Van de Vin en Giesbers dient dusdanig nauw te blijven zodat er aanpassingen en/of aanvullingen aangebracht kunnen worden.

8 Bronvermelding

Bos Machines. (z.d.). *CNC bewerkingscentrum Windowmaster 50 Topline - BOS machines.*

<https://bosmachines.nl/bmhmachines/window%20master/cnc-bewerkingscentrum-wm-50-topline/>

Buildots. (z.d.). *Buildots - Connected Construction.* <https://buildots.com/>

Buildots. (z.d.-a). *Buildots wins 4 industry Awards in 2022.* https://pages.buildots.com/award-wins-2022?_gl=1*y4b93n*_gcl_aw*R0NMLjE3MDA1NzYyMDkuQ2p3S0NBaUF4X0dxQmhCUUVpd0FsRE5BWnNuV3g2Ull1Mm1aU29nMlZjeHBKU1NzZW9Tb3l6cnMwc1g4bUdxRDc5NDlvQWJFU2RRcUpob0M5ZndRQXZEX0J3RQ.*_gcl_au*NjMwNzg0MTU3LjE3MDA1NTkxNzY.

Dalux. (z.d.). *Dalux - BIM Construction Management Software - BIM on site.*

<https://www.dalux.com/nl/>

Dalux. (z.d.-a). *Dalux Box - Free BIM Viewer - IFC/RTV Viewer - Mobile & Desktop app.*

<https://www.dalux.com/nl/dalux-box/>

Dalux. (z.d.-b). *Dalux Field - Dalux.* <https://www.dalux.com/nl/dalux-field/>

Dalux. (z.d.-c). *SiteWalk - Dalux.* <https://www.dalux.com/nl/dalux-field/sitewalk/>

Dalux. (z.d.-d). *Dalux FM - BIM & Documentation - Facility Management - FREE.*

<https://www.dalux.com/nl/dalux-fm/>

Gartner. (z.d.). *Definition of Internet of Things (IOT) - Gartner Information Technology Glossary.*

<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/internet-of-things>

Kaizen Aerospace. (z.d.). *Kaizen Aerospace.* <https://kaizen.aero/>

NFC world. (z.d.). *Hoe werkt NFC?.* <https://nfcw.nl/blog/hoe-werkt-nfc/>

Nordvpn. T. (2023, 3 augustus). *What are QR-codes and how do they work? / Nordvpn.*

<https://nordvpn.com/nl/blog/what-is-qr-code/>

OpenSpace. (2023, januari 20). *Insta360 Sphere & Drone-Based Reality Capture | OpenSpace.*

<https://www.OpenSpace.ai/news/OpenSpace-expands-support-for-drone-based-reality-capture-with-the-insta360-sphere/>

OpenSpace. (z.d.). *Reality Capture & Bouwproject Capture | OpenSpace.*

<https://www.OpenSpace.ai/nl/#>

OpenSpace. (z.d.-a). *Bouwproject vastlegging & documentatie | OpenSpace Capture.*

<https://www.OpenSpace.ai/nl/producten/capture/>

OpenSpace. (z.d.-b). *Volg de voortgang van de bouw automatisch op | OpenSpace Track.*

<https://www.OpenSpace.ai/nl/producten/track/>

OpenSpace. (z.d.-c). *BIM-coördinatie op de bouwplaats | OpenSpace BIM+.*

<https://www.OpenSpace.ai/nl/producten/bim-plus/>

Pix4D. (z.d.). *Architecture, Engineering & Construction*.

<https://www.pix4d.com/industry/architecture-engineering-construction/>

ProductPlan. (z.d.). *MOSCOW Prioritization*. <https://www.productplan.com/glossary/moscow-prioritization/>

Quadient. (2022, 27 juli). *Wat is rfid en hoe werkt het als je pakketjes wil traceren?* / Quadient.

<https://mail.quadient.com/nl/blog/wat-rfid-en-hoe-werkt-het-als-je-pakketjes-wil-traceren>

SAP. (z.d.). *Wat is IoT en hoe werkt het?* / SAP. [https://www.sap.com/belgie/products/artificial-](https://www.sap.com/belgie/products/artificial-intelligence/what-is-)

[iot.html#:~:text=Het%20Internet%20of%20Things%20\(IoT,naar%20andere%20dingen%20en%20systemen](https://www.sap.com/belgie/products/artificial-intelligence/what-is-iot.html#:~:text=Het%20Internet%20of%20Things%20(IoT,naar%20andere%20dingen%20en%20systemen)

Stannard, L. (2022, 16 februari). *6 Ways Drones in construction are changing the industry*. *BigRentz*.

<https://www.bigrentz.com/blog/drones-construction>

Techgirl, H. (2020, 6 februari). *Wat is het verschil tussen rfid en nfc chips?* / Techgirl.

<https://www.techgirl.nl/wat-is-het-verschil-tussen-rfid-en-nfc-tags/>

Timelessdesign. (z.d.). *Wat is een QR code en hoe werkt een QR code?* / Timelessdesign.

<https://www.timelessdesign.nl/blog/wat-is-een-qr-code-en-hoe-werkt-een-qr-code>

Wingtra. (z.d.). *WingtraOne*. <https://wingtra.com/mapping-drone-wingtraone/>