

**Casestudy StandPlus:  
RFID implementatie in het  
materiaalbeheerproces**

**Lennert Camps**

Handelswetenschappen, bedrijfskunde en Toegepaste Informatica

**Supply Chain Management**

Campus **Kortrijk**

Academiejaar **2025-2026**

Lector: **E. Seeldraeyers**





## Voorwoord

Voor u ligt mijn bachelorproef, geschreven in het kader van het behalen van het diploma Supply Chain Management aan Hogeschool VIVES, academiejaar 2025–2026. Met deze bachelorproef, sluit ik niet alleen mijn opleiding af, maar ook een intens traject van zes jaar als werkstudent.

Als werkstudent in een maritieme werkomgeving was het voor mij een bewuste keuze om een onderwerp te selecteren buiten mijn dagelijkse comfortzone. Mijn professionele achtergrond situeert zich voornamelijk binnen maritieme activiteiten, maar met deze bachelorproef wilde ik mij verdiepen in een meer logistieke en technologische context. Dit heeft mij niet alleen nieuwe inzichten opgeleverd, maar ook mijn interesse in de bredere supply chain verder aangewakkerd.

De voorbije jaren vormden een uitdagende periode waarin het combineren van werk, studie, gezin en een sociaal leven vaak aanvoelde als een complexe puzzel. Het traject kende dan ook zijn ups en downs, maar heeft mij tegelijk geleerd om doorzettingsvermogen en discipline aan de dag te leggen. Vandaag kijk ik met voldoening en trots terug op deze verwezenlijking.

Graag wil ik een aantal mensen expliciet bedanken die mij tijdens dit traject gesteund en begeleid hebben. In de eerste plaats richt ik een oprechte dank aan mijn promotor, mevrouw Ellen Seeldraeyers, voor haar begeleiding, feedback en ondersteuning tijdens het uitwerken van deze bachelorproef.

Daarnaast wil ik Andreas Verheye en het volledige magazijnteam van StandPlus bedanken. Hun openheid, expertise en bereidheid om kennis te delen hebben een cruciale bijdrage geleverd aan deze casestudy. De aangename samenwerking en de praktische inzichten waren van grote meerwaarde.

Tot slot gaat mijn diepste dank uit naar mijn partner Melissa, mijn kinderen Bastien en Julôt, en mijn ouders. Hun steun, begrip en aanmoediging zijn onmisbaar geweest tijdens deze intensieve periode.

Met trots rond ik dit hoofdstuk af en kijk ik uit naar de verdere stappen in mijn professionele carrière.

# Inhoudsopgave

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>VOORWOORD .....</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>INHOUDSOPGAVE .....</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>FIGURENLIJST .....</b>                                             | <b>8</b>  |
| <b>TABELLENLIJST .....</b>                                            | <b>9</b>  |
| <b>LIJST MET AFKORTINGEN .....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                 | <b>11</b> |
| <b>1 INLEIDING .....</b>                                              | <b>12</b> |
| 1.1 Context .....                                                     | 12        |
| 1.2 Probleemstelling .....                                            | 12        |
| 1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen .....                               | 13        |
| 1.4 Methodologie.....                                                 | 13        |
| <b>2 STANDPLUS.....</b>                                               | <b>15</b> |
| 2.1 Korte voorstelling.....                                           | 15        |
| 2.2 Relevante processen .....                                         | 16        |
| <b>3 THEORETISCH KADER: RFID-TECHNOLOGIE.....</b>                     | <b>18</b> |
| 3.1 Wat is RFID-technologie? .....                                    | 18        |
| 3.2 Vergelijking van RFID met andere identificatietechnologieën ..... | 19        |
| 3.2.1 RFID vs. barcode .....                                          | 19        |
| 3.2.1.1 Verschillen .....                                             | 19        |
| 3.2.1.2 Conclusie .....                                               | 19        |
| 3.2.2 RFID vs. NFC.....                                               | 19        |
| 3.2.2.1 Verschillen.....                                              | 20        |
| 3.2.2.2 Conclusie .....                                               | 20        |
| 3.3 Historische ontwikkeling van RFID .....                           | 21        |

|            |                                                        |           |
|------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.4</b> | <b>De onderdelen van een RFID-systeem .....</b>        | <b>22</b> |
| 3.4.1      | RFID-tags.....                                         | 22        |
| 3.4.1.1    | Actieve RFID-tags .....                                | 23        |
| 3.4.1.2    | Passieve RFID-tags.....                                | 23        |
| 3.4.1.3    | BAP-tags .....                                         | 24        |
| 3.4.2      | RFID-lezers .....                                      | 24        |
| 3.4.3      | RFID-antennes .....                                    | 25        |
| 3.4.4      | RFID-Frequenties .....                                 | 26        |
| 3.4.5      | Middleware .....                                       | 27        |
| <b>3.5</b> | <b>RFID in logistiek en materiaalbeheer .....</b>      | <b>28</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Voordelen en beperkingen van RFID .....</b>         | <b>29</b> |
| 3.6.1      | Voordelen .....                                        | 29        |
| 3.6.2      | Beperkingen.....                                       | 29        |
| <b>3.7</b> | <b>RFID in omgevingen met metaal.....</b>              | <b>30</b> |
| <b>3.8</b> | <b>Types en technische keuzes voor StandPlus .....</b> | <b>31</b> |
| <b>3.9</b> | <b>Conclusie.....</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>4</b>   | <b>ANALYSE HUIDIGE SITUATIE (AS-IS) .....</b>          | <b>33</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Bedrijf en werking .....</b>                        | <b>33</b> |
| 4.1.1      | De weg van klant tot stand .....                       | 33        |
| 4.1.2      | In-house realisatie .....                              | 33        |
| 4.1.3      | Gebouw, magazijn en werkorganisatie .....              | 34        |
| <b>4.2</b> | <b>Procesbeschrijving.....</b>                         | <b>35</b> |
| 4.2.1      | Aansturing vanuit Rentman en pickingdocumenten .....   | 35        |
| 4.2.2      | Picken van materialen .....                            | 35        |
| 4.2.3      | Bundelen in de verzamelzone .....                      | 36        |
| 4.2.4      | Outbound: manuele eindcontrole voor laden .....        | 37        |
| 4.2.5      | Retour .....                                           | 37        |
| 4.2.6      | Analyse van het huidige proces .....                   | 38        |
| <b>4.3</b> | <b>Data .....</b>                                      | <b>38</b> |
| 4.3.1      | Tijdsmetingen Outboundproces .....                     | 38        |
| 4.3.2      | Tijdsmetingen retourproces .....                       | 39        |
| <b>4.4</b> | <b>Knelpuntenanalyse.....</b>                          | <b>41</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Probleemstelling en doelstellingen .....</b>        | <b>41</b> |
| 4.5.1      | Probleemstelling.....                                  | 41        |
| 4.5.2      | Doelstellingen .....                                   | 42        |

|          |                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5</b> | <b>ONTWERP VAN DE RFID-OPLOSSING.....</b>                   | <b>43</b> |
| 5.1      | Afbakening en scope van het pilotproject .....              | 43        |
| 5.2      | Keuze voor RFID-technologie.....                            | 43        |
| 5.3      | Technische inrichting van de pilot .....                    | 43        |
| 5.3.1    | Leverancier .....                                           | 43        |
| 5.3.2    | Soort RFID-tag.....                                         | 43        |
| 5.3.3    | Plaatsing van de RFID-tag .....                             | 45        |
| 5.3.4    | RFID-reader en mobiele hardware .....                       | 45        |
| 5.4      | Ontwerp van het toekomstige proces (to-be).....             | 46        |
| 5.4.1    | Overgang van bulkitems naar geserialiseerde exemplaren..... | 46        |
| 5.4.2    | Aansturing vanuit Rentman en picking.....                   | 47        |
| 5.4.3    | RFID-scan in de verzamelzone .....                          | 47        |
| 5.4.4    | Outboundcontrole via RFID .....                             | 47        |
| 5.4.5    | Retourcontrole via RFID.....                                | 48        |
| 5.5      | Meetpunten binnen de pilot .....                            | 48        |
| <b>6</b> | <b>EVALUATIE VAN DE RFID-OPLOSSING .....</b>                | <b>49</b> |
| 6.1      | Opzet en uitvoering van de pilot .....                      | 49        |
| 6.2      | Resultaten van de pilot .....                               | 50        |
| 6.2.1    | Tijdsmetingen RFID-scanning .....                           | 50        |
| 6.2.2    | Vergelijking met manuele telling.....                       | 51        |
| 6.2.3    | Resultaten van testscenario's.....                          | 51        |
| 6.3      | Testscenario's .....                                        | 52        |
| 6.3.1    | Basissituatie: volledige en correcte picking.....           | 52        |
| 6.3.2    | Variatie in aantal kaders: snelheid .....                   | 52        |
| 6.3.3    | Ontbrekend item .....                                       | 52        |
| 6.3.4    | Extra item .....                                            | 53        |
| 6.3.5    | Ontbrekend item bij retour .....                            | 54        |
| 6.3.6    | Vermenging van projecten .....                              | 54        |
| 6.4      | Analyse van de resultaten .....                             | 55        |
| 6.5      | Belangrijkste inzichten en reflectie.....                   | 55        |
| 6.6      | Aanbevelingen .....                                         | 56        |
| <b>7</b> | <b>KOSTEN-BATENANALYSE .....</b>                            | <b>57</b> |
| 7.1      | Kosten .....                                                | 57        |

|            |                                                 |           |
|------------|-------------------------------------------------|-----------|
| 7.1.1      | Investeringskosten.....                         | 57        |
| 7.1.2      | Exploitatiekosten .....                         | 58        |
| 7.1.3      | Kosten voor innovatie en uitbreiding .....      | 59        |
| <b>7.2</b> | <b>Baten.....</b>                               | <b>60</b> |
| 7.2.1      | Tijdswinst en arbeidsbesparing .....            | 60        |
| 7.2.2      | Jaarlijkse tijdswinst en financiële impact..... | 60        |
| 7.2.3      | Verbeterde controle en foutreductie .....       | 62        |
| 7.2.4      | Optimalisatie van voorraadbeheer .....          | 62        |
| 7.2.5      | Indirecte organisatorische voordelen.....       | 62        |
| <b>7.3</b> | <b>Evaluatie van de kosten en baten.....</b>    | <b>63</b> |
| <b>8</b>   | <b>CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....</b>         | <b>64</b> |
| <b>9</b>   | <b>EIGEN REFLECTIE .....</b>                    | <b>66</b> |
| <b>10</b>  | <b>BIBLIOGRAFIE.....</b>                        | <b>67</b> |
| <b>11</b>  | <b>BIJLAGEN .....</b>                           | <b>70</b> |
|            | <b>Bijlage A: Orderpicklijst.....</b>           | <b>70</b> |

## Figurenlijst

|                  |                                                                                       |    |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGUUR 1</b>  | <i>LOGO VAN STANDPLUS</i> .....                                                       | 15 |
| <b>FIGUUR 2</b>  | <i>SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET MATERIAALBEHEERPROCES BIJ STANDPLUS</i> .....        | 16 |
| <b>FIGUUR 3</b>  | <i>SCHEMATIC REPRESENTATION OF RFID TECHNOLOGY</i> .....                              | 18 |
| <b>FIGUUR 4</b>  | <i>TOEPASSINGEN NFC</i> .....                                                         | 21 |
| <b>FIGUUR 5</b>  | <i>SOORTEN RFID-TAGS</i> .....                                                        | 22 |
| <b>FIGUUR 6</b>  | <i>VERSCHILLENDE SOORTEN HANDHELD READERS</i> .....                                   | 24 |
| <b>FIGUUR 7</b>  | <i>VERSCHILLENDE TYPES UHF RFID ANTENNES</i> .....                                    | 25 |
| <b>FIGUUR 8</b>  | <i>MODEL VAN EEN RFID-SYSTEEM</i> .....                                               | 27 |
| <b>FIGUUR 9</b>  | <i>SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN KLANT TOT STAND</i> .....                                | 33 |
| <b>FIGUUR 10</b> | <i>GRONDPLAN GELIJKVLOERS MAGAZIJN</i> .....                                          | 34 |
| <b>FIGUUR 11</b> | <i>OPSLAGLOCATIE BEMATRIX-KADERS</i> .....                                            | 36 |
| <b>FIGUUR 12</b> | <i>VERZAMELZONE</i> .....                                                             | 37 |
| <b>FIGUUR 13</b> | <i>HARDTAG</i> .....                                                                  | 44 |
| <b>FIGUUR 14</b> | <i>RFID ON-METAL STICKER</i> .....                                                    | 44 |
| <b>FIGUUR 15</b> | <i>PLAATSING TAG OP KADER</i> .....                                                   | 45 |
| <b>FIGUUR 16</b> | <i>PLAATSING TAG OP LOS PROFIEL</i> .....                                             | 45 |
| <b>FIGUUR 17</b> | <i>ZEBRA RFID-READER RFD4030</i> .....                                                | 46 |
| <b>FIGUUR 18</b> | <i>VOORBEELD VAN PLAATSING RFID-STICKER IN PROFIELGLEUF</i> .....                     | 49 |
| <b>FIGUUR 19</b> | <i>VOORBEELD VAN PLAATSING RFID-STICKER AAN DE BINNENKANT</i> .....                   | 49 |
| <b>FIGUUR 20</b> | <i>RFID-SCANNER DETECTEERT EEN ONTBREKEND ITEM BINNEN EEN PROJECT</i> .....           | 53 |
| <b>FIGUUR 21</b> | <i>RFID-SCANNER DETECTEERT EEN NIET-GEPLAND (EXTRA) ITEM BINNEN EEN PROJECT</i> ..... | 54 |

## Tabellenlijst

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABEL 1</b> TIJDSMETINGEN CONTROLE VOOR OUTBOUND .....               | 39 |
| <b>TABEL 2</b> TIJDSMETINGEN CONTROLE RETOUR .....                      | 40 |
| <b>TABEL 3</b> TIJDSMETING RFID-SCANNING .....                          | 50 |
| <b>TABEL 4</b> VERGELIJKING RFID VERSUS MANUELE TELLING .....           | 51 |
| <b>TABEL 5</b> OVERZICHT VAN DE INVESTERINGSKOSTEN RFID-OPLOSSING ..... | 58 |
| <b>TABEL 6</b> VERGELIJKING VERWERKINGSTIJD PER KADER .....             | 60 |
| <b>TABEL 7</b> JAARLIJKE IMPACT VAN RFID-IMPLEMENTATIE .....            | 61 |

## Lijst met afkortingen

**RFID** = Radiofrequentie-Identificatie

**IFF**= Identify Friend or Foe

**EAS**= Electronic Article Surveillance

**ISO**= International Organization for Standardization

**BAP** = Battery Assisted Passive

**HF** = High Frequency

**UHF** = Ultra High Frequency

**LF**= Low Frequency

**GHz**= Gigahertz

**MHz**= Megahertz

**kHz**= Kilohertz

**ERP** = Enterprise Resource Planning

**MRP** = Material Requirements Planning

**WMS** = Warehouse Management System

**EPC** = Electronic Product Code

## Abstract

De uitgevoerde casestudy toont aan dat de implementatie van RFID-technologie binnen het materiaalbeheerproces van StandPlus een duidelijke meerwaarde biedt op vlak van efficiëntie, controle en voorraadnauwkeurigheid. Op basis van de pilotresultaten wordt vastgesteld dat de verwerkingstijd per materiaal en project aanzienlijk kan worden gereduceerd en dat controleprocessen beter geïntegreerd kunnen worden in de dagelijkse werking. Daarnaast creëert RFID een hogere mate van transparantie in materiaalstromen, wat de basis vormt voor een efficiënter voorraadbeheer en een betere procesbeheersing.

Dit onderzoek situeert zich binnen de werking van StandPlus, een West-Vlaamse standenbouwer actief in projectmatige logistieke processen met een sterke afhankelijkheid van herbruikbare materialen. Het materiaalbeheerproces verloopt vandaag grotendeels manueel, wat leidt tot tijdsintensieve controles, beperkte traceerbaarheid en een minder nauwkeurige voorraadregistratie.

De centrale onderzoeksvraag luidt: *“Hoe kan RFID-technologie bijdragen aan het optimaliseren van het materiaalbeheerproces bij StandPlus?”* Om deze vraag te beantwoorden werd een combinatie van deskresearch en fieldresearch toegepast. Enerzijds werd een theoretisch kader opgebouwd rond RFID-technologie en toepassingen in logistieke omgevingen. Anderzijds werd het bestaande proces geanalyseerd aan de hand van observaties en tijdsmetingen, waarna een RFID-pilot werd ontworpen en getest in de praktijk.

De pilotresultaten tonen aan dat RFID-scanning de verwerkingstijd met meer dan 85% reduceert en leidt tot een significante verbetering in controle en voorraadnauwkeurigheid. Daarnaast maakt RFID het mogelijk om controlemomenten structureel in te bouwen, waardoor afwijkingen sneller worden gedetecteerd en gecorrigeerd. Hoewel de directe financiële besparing voornamelijk gebaseerd is op tijdswinst, ligt de grootste meerwaarde van RFID in de verbetering van proceskwaliteit, voorraadnauwkeurigheid en operationele controle.

Op basis van deze bevindingen kan geconcludeerd worden dat RFID een haalbare en waardevolle technologie vormt voor StandPlus, mits een gefaseerde implementatie en een correcte afstemming op de operationele processen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Context

De standenbouwsector wordt gekenmerkt door projectmatig werk, strakke deadlines en een hoge afhankelijkheid van correct en tijdig beschikbaar materiaal. StandPlus is een West-Vlaamse full-service standenbouwer die Belgische bedrijven ondersteunt bij deelname aan voornamelijk West-Europese B2B-beurzen. Het bedrijf verzorgt het volledige traject, van ontwerp en productie tot transport en opbouw en afbouw op locatie.

Binnen deze werking speelt het magazijn een centrale rol. Materialen moeten per project correct worden verzameld, gecontroleerd voor vertrek en na retour opnieuw beschikbaar worden gesteld voor hergebruik. StandPlus maakt hiervoor gebruik van het softwaresysteem Rentman voor project- en materiaalbeheer. Hoewel dit systeem ondersteuning biedt voor de administratieve opvolging van projecten en materiaalstatussen, blijft de fysieke controle van materialen sterk afhankelijk van manuele handelingen.

In deze bachelorproef ligt de focus op een afgebakende materiaalstroom, namelijk aluminium kaders (BeMatrix Frames) en losse profielen, omdat deze een basiscomponent vormen in de standenbouw en frequent circuleren tussen magazijn, transport en beurslocaties.

## 1.2 Probleemstelling

Het materiaalbeheerproces bij StandPlus verloopt vandaag in de outbound- en retourfase grotendeels manueel, waardoor controles tijdrovend zijn en de betrouwbaarheid van voorraadstatussen onder druk komt te staan.

Bij outbound gebeurt de picking aan de hand van papieren orderpicklijsten, waarna de materialen in de verzamelzone worden gebundeld. Voor het laden van de vrachtwagen wordt een manuele eindcontrole uitgevoerd door twee medewerkers, waarbij de materialen stuk per stuk worden geteld en vergeleken met de orderpicklijst. Deze werkwijze is gevoelig voor fouten, bijvoorbeeld bij gelijkaardige kadertypes of onder tijdsdruk aan de laadkade. Bovendien kunnen onderbrekingen en werkdruk leiden tot extra hertellingen en onzekerheid over de juistheid van de controle.

Bij retour ontbreekt in de huidige werking een systematische controle. Materialen worden na het lossen vaak rechtstreeks terug opgeslagen zonder verificatie van aantallen. Hoewel de status van projecten in Rentman wordt aangepast (bijvoorbeeld "Retour"), betekent dit niet noodzakelijk dat het fysieke materiaal effectief gecontroleerd is. Hierdoor kunnen afwijkingen, zoals ontbrekende of verwisselde materialen, pas in een later stadium aan het licht komen, bijvoorbeeld bij een volgend project of tijdens een stocktelling.

Deze werkwijze verhoogt het risico op fouten, materiaalverlies en extra loonkosten, en bemoeilijkt het betrouwbaar beheren van materialen.

RFID-technologie wordt onderzocht als potentiële oplossing. Deze technologie maakt het mogelijk om meerdere items gelijktijdig en zonder direct zichtcontact te identificeren, wat het automatiseren van controlemomenten en het verhogen van de procesbetrouwbaarheid kan ondersteunen.

Het doel van dit onderzoek is te bepalen in welke mate RFID-technologie kan bijdragen aan een efficiënter, nauwkeuriger en beter controleerbaar materiaalbeheerproces bij StandPlus. Gezien de specifieke bedrijfscontext wordt gekozen voor een casestudy, waarbij de technologie wordt getest en geëvalueerd binnen een reële operationele omgeving.

### 1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen

De centrale onderzoeksvraag van deze bachelorproef luidt:

*Hoe kan RFID-technologie bijdragen aan het optimaliseren van het materiaalbeheerproces bij StandPlus?*

Om deze hoofdvraag te beantwoorden, worden volgende deelvragen onderzocht:

- 1) *Hoe verloopt het huidige materiaalbeheerproces en welke knelpunten zijn er?*
- 2) *Hoe werkt RFID-technologie en welke toepassingen zijn relevant voor materiaalbeheer?*
- 3) *Welke mogelijkheden en beperkingen biedt RFID-technologie voor materialen (inclusief toepassingen in omgevingen met metaal)?*
- 4) *Hoe kan RFID geïntegreerd worden met de bestaande software (Rentman)?*
- 5) *In welke mate leidt RFID tot verbeteringen in tijdsefficiëntie, kostenefficiëntie en foutreductie?*

Deze onderzoeksvraag en deelvragen vormen de rode draad doorheen het onderzoek.

### 1.4 Methodologie

Dit onderzoek wordt uitgevoerd als een casestudy bij StandPlus en onderzoekt hoe RFID-technologie het materiaalbeheerproces kan optimaliseren. De scope wordt afgebakend tot het outboundproces en het retourproces, met een focus op BeMatrix aluminium kaders en losse profielen. De aanpak combineert desk- en fieldresearch om de huidige werkwijze (as-is) duidelijk en meetbaar in kaart te brengen. Daarna wordt deze vergeleken met een werkwijze die gebruikmaakt van RFID (to-be).

In de **deskresearchfase** wordt een theoretisch kader opgebouwd rond RFID-technologie. Hierbij wordt gebruikgemaakt van wetenschappelijke artikels en vakliteratuur. De literatuur richt zich op de werking van RFID, toepassingen binnen logistieke processen, frequentiekeuzes en de invloed van omgevingsfactoren zoals metaal op leesprestaties. Deze inzichten vormen de basis voor het onderbouwen van de technische en procesmatige keuzes binnen de casestudy.

De **fieldresearch** bestaat uit observaties, procesanalyses en tijdsmetingen binnen het magazijn van StandPlus.

- **Wat:** analyse van outbound- en retourprocessen en meting van controletijden
- **Waar:** magazijn van StandPlus
- **Wanneer:** tijdens een reguliere werkdag
- **Wie:** uitgevoerd door de student-onderzoeker in samenwerking met magazijnmedewerkers
- **Waarom:** om tijdsverlies, variabiliteit en knelpunten objectief vast te stellen

Tijdens deze fase worden tijdsmetingen uitgevoerd van manuele controlemomenten met behulp van een stopwatch. De metingen geven een indicatief beeld van de verwerkingstijd en variatie binnen het huidige proces.

Voor de uitvoering van de metingen werden testprojecten aangemaakt in Rentman, waarbij uitsluitend gewerkt werd met BeMatrix-aluminiumkaders en losse profielen. Er werd gewerkt met verschillende aantallen materialen (25, 50 en 75 kaders), gebaseerd op een representatieve projectgrootte.

In 2025 werden binnen StandPlus 17.294 kadersets en losse profielen verwerkt, verspreid over 363 projecten, wat neerkomt op gemiddeld 47 kaders per project. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026). De gekozen aantallen sluiten dus aan bij de typische schaalgrootte van projecten binnen de organisatie.

Naast standaardprocessen werden ook praktijkscenario's gesimuleerd, zoals ontbrekende en extra items, om de werking van de processen onder variabele omstandigheden te evalueren.

Op basis van de verkregen inzichten wordt een RFID-pilot ontworpen en uitgevoerd. Hierbij worden materialen voorzien van RFID-tags en getest in een realistische magazijnomgeving. Tijdens de pilot worden metingen en observaties verzameld om de impact van RFID te evalueren op tijdsefficiëntie, foutreductie en praktische werkbaarheid. De resultaten worden vergeleken met de huidige werkwijze.

Het onderzoek kent een aantal beperkingen. De metingen werden uitgevoerd tijdens een rustige werkdag, waardoor factoren zoals hoge werkdruk of een vol magazijn minder aanwezig waren. In piekperiodes kunnen de verwerkingstijden en werkomstandigheden afwijken.

Daarnaast blijft de uitvoering van manuele processen en metingen gedeeltelijk mensafhankelijk, wat kan leiden tot variaties in de uitvoeringstijd. De resultaten blijven echter consistent. De verzamelde data is daarom te beschouwen als een indicatieve steekproef en niet als een volledig representatieve weergave van alle praktijksituaties.

Tot slot is de studie uitgevoerd binnen één organisatie en op een specifieke materiaalcategorie. De resultaten zijn daardoor in de eerste plaats relevant voor StandPlus, maar bieden tegelijk waardevolle inzichten voor gelijkaardige bedrijven binnen de logistieke en eventsector.

## 2 StandPlus

**Figuur 1**

*Logo van StandPlus*



*Noot.* Overgenomen van StandPlus (z.d), [https:// https://www.standplus.be/nl](https://www.standplus.be/nl)

### 2.1 Korte voorstelling

**StandPlus** is een West-Vlaamse standenbouwer die Belgische bedrijven begeleidt bij deelname aan vooral West-Europese B2B-beurzen. Het bedrijf profileert zich als full-service partner en ontzorgt klanten doorheen het volledige traject: van concept en ontwerp tot technische realisatie, productie, transport en opbouw/afbouw op locatie. Hierdoor kunnen klanten zich focussen op hun beursdoelstellingen, terwijl StandPlus instaat voor planning, uitvoering en praktische coördinatie. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

Die aanpak sluit aan bij de bedrijfsfilosofie van StandPlus, waarin kwaliteit, maatwerk en betrouwbaarheid centraal staan. De kernwaarden worden omschreven als maximale klantgerichtheid (Customer Intimacy), creativiteit, personalisatie, vakmanschap en betrouwbaarheid. In de praktijk vertaalt dit zich in een nauwe samenwerking met klanten, duidelijke communicatie en het leveren van oplossingen die zowel esthetisch als technisch haalbaar zijn binnen strikte deadlines. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

StandPlus is ontstaan uit een fusie tussen twee West-Vlaamse bedrijven uit de sector: **Squareplus** en **Standpunt**. Squareplus werd op 11 juni 1999 opgericht in Roeselare als besloten vennootschap. Standpunt werd in 2012 overgenomen door Geert Clierinck, terwijl Andreas Verheye in 2013 Squareplus verwierf. De samenwerking tussen beide ondernemingen werd in 2016 geformaliseerd in een fusie, waarna men gezamenlijk naar buiten trad onder de naam StandPlus. In 2020 verhuisde het bedrijf naar een grotere bedrijfssite in Roeselare om verdere professionalisering en groei te ondersteunen. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

De onderneming maakt deel uit van de holding **Clever bv**, waarin zowel het gebouw als de aandelen zijn ondergebracht. De eigendom is gelijk verdeeld: 50% Geert Clierinck en 50% Andreas Verheye. Door de relatief vlakke structuur kunnen beslissingen snel en rechtstreeks genomen worden, wat korte communicatielijnen en flexibiliteit ondersteunt in een projectmatige omgeving met strakke deadlines. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

StandPlus opereert binnen de stand- en beursbouwsector, waar creatief ontwerp, technische uitvoering en logistiek samenkomen. De sector is projectmatig en kent piekperiodes, wat leidt tot schommelingen in planning, personeelsinzet en materiaalbehoefte. StandPlus werkt daarom met een kernteam van vaste medewerkers en schaalst in drukke periodes op met freelancers; het bedrijf telt ongeveer 35 à 40 vaste medewerkers. (Staatsbladmonitor, n.d.)

Op financieel vlak realiseerde StandPlus in 2025 een omzet van meer dan zes miljoen euro. (Staatsbladmonitor, n.d.) Ter vergelijking: Aktual behaalt ongeveer 12 miljoen euro omzet en Creaplan ongeveer 14 miljoen euro, terwijl Kollektiv rond 5 miljoen euro en Expo-Z rond 6 miljoen euro uitkomt. (Staatsbladmonitor, n.d.; Staatsbladmonitor, 2026). Binnen deze competitieve markt onderscheidt StandPlus zich volgens het management vooral door sterke servicegerichtheid en een full-service aanpak van ontwerp tot afbouw. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

De missie van StandPlus is het leveren van rendabele, modulaire standenbouw voor voornamelijk Belgische exposanten die deelnemen aan West-Europese B2B-beurzen. De visie richt zich op duurzame groei: het bedrijf wil binnen vijf jaar evolueren naar een stabiele omzet van 10 miljoen euro, gedragen door een trouw klantenbestand en een efficiëntere spreiding van projecten over het jaar. Op langere termijn worden uitbreiding van infrastructuur (nieuw magazijn) en managementopvolging voorbereid. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

Naast groei en efficiëntie volgt StandPlus ook bredere sectortrends. De modulaire bouwstijl ondersteunt duurzaamheidsdoelstellingen doordat kaders, panelen en vloersystemen herbruikbaar zijn en afvalstromen beperkt worden. Daarnaast investeert StandPlus in digitalisering via optimalisatie van het WMS-systeem **Rentman** en verdere digitalisering van administratieve processen. In dat kader loopt ook dit RFID-pilotproject voor materiaaltracking. (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026)

## 2.2 Relevante processen

### Figuur 2

*Schematische weergave van het materiaalbeheerproces bij StandPlus*



### Noot. Eigen opmaak

Binnen het materiaalbeheer van StandPlus nemen herbruikbare en modulaire materialen een belangrijke plaats in, doordat ze projectmatig worden ingezet en frequent circuleren tussen magazijn, transport en beurslocaties. Het magazijn fungeert hierbij als logistiek knooppunt.

Zoals weergegeven in Figuur 2 verloopt het materiaalbeheerproces via een reeks opeenvolgende stappen, van projectvoorbereiding tot retour en opslag. Materialen moeten per project correct worden verzameld, gebundeld en gecontroleerd vóór vertrek, en na retour opnieuw correct worden verwerkt om hergebruik en beschikbaarheid voor volgende projecten te garanderen.

StandPlus gebruikt het softwaresysteem Rentman om project- en materiaal informatie te beheren en de projectstatus op te volgen. Daarbij bepaalt de nauwkeurigheid van de materiaalregistratie in welke mate de digitale informatie overeenkomt met de werkelijke situatie op de werkvloer. De projectstatussen in Rentman worden momenteel manueel ingevoerd en aangepast door medewerkers, zonder automatische koppeling met de fysieke materiaalcontrole.

Projectinformatie in Rentman vormt de basis voor materiaallijsten en pickingdocumenten die de voorbereiding in het magazijn aansturen. De picking gebeurt momenteel manueel met orderpicklijsten, waarna materialen per project in de verzamelzone worden gebundeld. Deze bundel omvat meerdere materiaalcategorieën, zoals BeMatrix-kaders en profielen, maar ook onder meer elektra/AV, print, schrijnwerk, hospitality en klantspecifieke onderdelen, afkomstig uit verschillende interne zones.

Vóór outbound gebeurt een volledigheds- en correctheidscontrole, een kritisch procespunt door de combinatie van tijdsdruk, parallelle projecten en de impact van ontbrekende onderdelen op locatie.

Na afloop van de beurs volgt het retourproces: materiaal wordt gelost en opnieuw verdeeld naar de juiste opslaglocaties of afdelingen. Door tijdsdruk is er beperkt of geen systematische retourcontrole, waardoor onduidelijk kan blijven wat exact terug is en in welke staat. Afwijkingen worden daardoor vaak pas later vastgesteld (bij een volgende picking of periodieke telling), wat de nood aan betere traceerbaarheid en registratienauwkeurigheid verklaart.

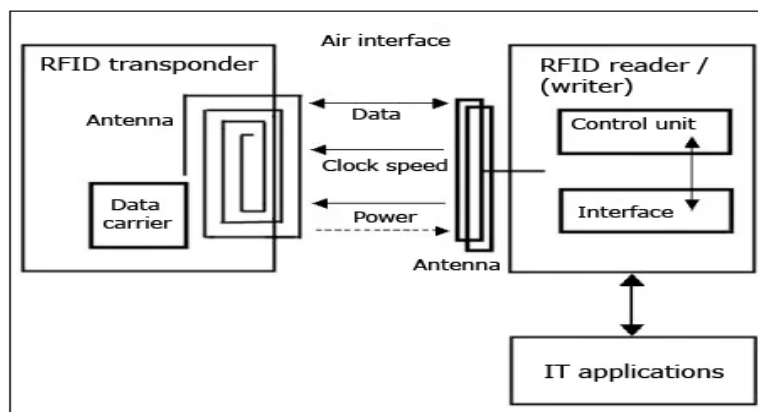
### 3 Theoretisch kader: RFID-technologie

#### 3.1 Wat is RFID-technologie?

Radiofrequentie-Identificatie (RFID) is een technologie waarmee objecten automatisch kunnen worden herkend en gevolgd met behulp van radiosignalen. De techniek werkt zonder dat er direct contact of zicht nodig is tussen het te scannen object en de lezer. Dat maakt RFID een stuk efficiënter dan traditionele barcodes, die altijd in beeld moeten worden gehouden en slechts één item tegelijk kunnen scannen (Zhu et al., 2012). De werking van deze technologie wordt schematisch weergegeven in **Figuur 3**, waarin het communicatiemodel tussen tag en lezer wordt geïdentificeerd.

**Figuur 3**

*Schematic Representation of RFID Technology*



Noot. Overgenomen uit *Using RFID Technologies on Hospitals: A Literature Review*, door H. Yayla en S. Burmaoğlu, 2015, <https://www.researchgate.net/publication/299752718>

Een RFID-systeem bestaat altijd uit twee onderdelen:

- Een RFID-tag, die op een product of object wordt aangebracht en informatie bevat, en
- Een RFID-lezer, die de informatie draadloos uitleest en doorstuurt naar een computersysteem.

De tag heeft een klein chipje waarin gegevens opgeslagen staan, zoals productinformatie of een uniek ID-nummer. De antenne in de tag zorgt ervoor dat de lezer deze informatie kan ontvangen.

RFID wordt steeds vaker gebruikt in sectoren zoals logistiek en supply chain management, omdat de technologie in staat is om producten in real time te identificeren, volgen en traceren. Hierdoor hebben bedrijven op elk moment een duidelijk overzicht van hun voorraad. Dit helpt om fouten te verminderen, zoals voorraadtekorten, en verhoogt de efficiëntie van het magazijn of de hele keten. Volgens de literatuur kan RFID helpen om arbeidskosten te verlagen, bestelprocessen sneller te laten verlopen en de algemene voorraadnauwkeurigheid te verbeteren. Doordat RFID tags automatisch informatie doorgeven, kunnen bedrijven sneller reageren op veranderingen in de vraag of op foutmeldingen binnen het proces. Hierdoor wordt RFID steeds meer gezien als een belangrijke managementtool, niet alleen als een technische oplossing. De technologie speelt bijvoorbeeld een rol in systemen die moeten zorgen voor een snellere respons op klantvragen of veranderende marktomstandigheden. (Zhu et al., 2012)

## 3.2 Vergelijking van RFID met andere identificatietechnologieën

RFID-technologie is niet de enige manier om producten automatisch te identificeren. Er bestaan ook verschillende andere technologieën voor automatische identificatie.

### 3.2.1 RFID vs. barcode

RFID en barcodes zijn beide AIDC-technologieën (Automatic Identification and Data Capture) die gebruikt worden voor identificatie en dataverzameling binnen supply chains. Het belangrijkste verschil is dat RFID draadloos werkt en geen zichtlijn vereist, terwijl barcodes optisch per item gescand moeten worden en dus een zichtlijn nodig hebben. (Kumar & Sekar, 2023)

#### 3.2.1.1 Verschillen

- *Leeswijze & zichtlijn.* RFID-lezers kunnen tags uitlezen zonder directe zichtlijn, vaak doorheen niet-metalen materialen en op grotere afstand. Barcodes vereisen daarentegen een zichtlijn en een korte scanafstand, waardoor directe visuele toegang noodzakelijk is.
- *Throughput (bulk vs. sequentieel).* RFID maakt het mogelijk om meerdere items tegelijk uit te lezen, wat de doorvoer aanzienlijk verhoogt. Bij barcodes gebeurt het scannen sequentieel, item per item.
- *Robuustheid & omgevingsfactoren.* RFID presteert beter in situaties met vuile of beschadigde labels, maar kan beïnvloed worden door metalen en vloeistoffen. Barcodes zijn gevoeliger voor slijtage en vervuiling, wat de leesbaarheid vermindert.
- *Beveiliging & authenticatie.* RFID ondersteunt geavanceerdere beveiligingsopties zoals encryptie en authenticatie. Barcodes zijn visuele codes en kunnen eenvoudig gekopieerd worden zonder bijkomende beveiligingsmaatregelen.
- *Kostenprofiel.* Barcodes zijn goedkoop, eenvoudig te implementeren en breed compatibel. RFID vereist hogere initiële investeringen (zoals tags, lezers en systeemintegratie), maar kan op lange termijn kosten besparen door automatisering en minder manuele handelingen.

(Kumar & Sekar, 2023)

#### 3.2.1.2 Conclusie

RFID en barcodes vervullen elk een belangrijke rol binnen logistieke processen. RFID biedt duidelijke voordelen in situaties waar zichtlijnschanning moeilijk is of waar labels onderhevig zijn aan slijtage. Doordat RFID-tags vaak beschermd of geïntegreerd in de verpakking kunnen worden aangebracht, blijft de identificatie betrouwbaar, zelfs in zware omstandigheden.

Barcodes blijven echter een zeer kostenefficiënte en universeel toegepaste oplossing, vooral geschikt voor gestandaardiseerde en goed gestructureerde processen.

### 3.2.2 RFID vs. NFC

Near Field Communication (NFC) is een subset van RFID die korteafstandscommunicatie tussen apparaten mogelijk maakt. Het typische bereik is circa 4 cm of minder, wat NFC bijzonder geschikt maakt voor veilige, gecontroleerde transacties. NFC-apparaten kunnen actief zijn (bijv. smartphones)

of passief (NFC-tags). De technologie ondersteunt tweerichtingscommunicatie, waardoor apparaten in elkaars nabijheid naadloos gegevens kunnen uitwisselen. (George, 2025)

#### 3.2.2.1 Verschillen

- *Reikwijdte en familie*: RFID is een paraplueterm voor radio-identificatietechnologiën met uiteenlopende frequenties, datarates en afstanden (van enkele centimeters tot tientallen meters). NFC is een subset van high-frequency RFID die specifiek is ontworpen voor zeer korte afstanden (ongeveer  $\leq 4$  cm) via magnetische inductie.
- *Communicatiemodel*  
RFID wordt in de praktijk vaak gebruikt voor eenrichtingsverkeer (lezer bevraagt tag; schrijven kan, maar is minder gangbaar). NFC is expliciet ontworpen voor tweerichtingsuitwisseling (peer-to-peer), zoals het uitwisselen van contactgegevens of het autoriseren van een betaling.
- *Schaal en leessnelheid*  
RFID-lezers kunnen honderden tags snel achter elkaar bevragen, wat het geschikt maakt voor magazijnen, pallets, containers en bulklezingen. NFC leent zich voor één-op-één-interacties (bijv. betalingen, deursloten, apparaat-pairing).
- *Gegevenscapaciteit*  
Goedkope passieve RFID-tags zijn vaak alleen uit te lezen en hebben beperkte opslag. NFC kan grotere datavolumes hanteren, zeker wanneer een smartphone het actieve apparaat is en als opslag/transportmedium fungeert.
- *Beveiliging*  
Basis-RFID kan laagdrempelig uit te lezen zijn met een geschikte lezer (afhankelijk van type/implementatie). NFC kent van nature gunstige beveiligingseigenschappen door het ultrakorte bereik en veldgedrag, en wordt vaak ingezet in betalings- en toegangscontexten, desondanks kunnen ook hier zwakheden bestaan afhankelijk van de implementatie.

(George, 2025)

#### 3.2.2.2 Conclusie

Voor logistieke situaties waar snelheid, grote volumes en langere afstanden belangrijk zijn—zoals inventarisatie, dock door scans, pallet- of containertracking en bulk-tellingen—is RFID het meest efficiënt dankzij de grote leesafstand en de mogelijkheid om veel tags tegelijk te lezen.

Voor interacties van dichtbij, waar de gebruiker zelf een actie uitvoert en veiligheid belangrijk is—zoals betalingen, toegang, machine-instructies of productinfo via een smartphone—is NFC de meest praktische en gebruiksvriendelijke optie. De voornaamste toepassingsdomeinen van NFC worden weergegeven in Figuur 4.

**Figuur 4**

*Toepassingen NFC*



*Noot.* Overgenomen uit *Understanding the Differences Between RFID and NFC*, door RTEC RFID, 2024, <https://www.rtecrfid.com/nl/news/understanding-the-differences-between-rfid-and-nfc/>

### 3.3 Historische ontwikkeling van RFID

Sinds het begin van de jaren 2000 is RFID geëvolueerd van relatief dure, beperkte toepassingen naar een breed inzetbare technologie doordat tags goedkoper en makkelijker toepasbaar werden (o.a. door item-level tagging en “smart labels” die in of op verpakkingslabels geïntegreerd kunnen worden). Daardoor nam de adoptie sterk toe in sectoren zoals retail en warehousing, waar RFID vooral waarde creëert via snellere controles, betere voorraadzichtbaarheid en minder fouten. Tegelijk werd RFID “volwassener” door meer standaardisatie en sectorbrede samenwerking, waardoor oplossingen beter uitwisselbaar werden en grootschalige uitrol eenvoudiger werd. In dezelfde periode verschoof de focus van “alleen identificeren” naar het vastleggen van proces-events (bv. verzonden/ontvangen/retour) die bruikbaar zijn in bedrijfssoftware. (Coriel Solutions, n.d.)

Anno 2026 wordt RFID-technologie beschouwd als een essentiële bouwsteen binnen moderne digitale systemen, waarbij de nadruk niet langer ligt op louter identificatie, maar op brede toepasbaarheid in real-time tracking en datagestuurde processen. In sectoren zoals logistiek en supply chain management stelt RFID organisaties in staat om goederen continu te volgen vanaf productie tot levering, wat leidt tot een hoge mate van transparantie en controle over processen. In de retail wordt RFID ingezet voor nauwkeurig voorraadbeheer en omnichannel-distributie, waarbij producten automatisch worden geregistreerd en gevolgd zonder manuele scanning, wat efficiëntie en productbeschikbaarheid aanzienlijk verhoogt. Daarnaast vindt RFID steeds meer toepassingen in de gezondheidszorg, waar het wordt gebruikt voor het lokaliseren van medische apparatuur, het beheren van geneesmiddelen en het verhogen van patiëntveiligheid. (Houldsworth, 2026)

Op technologisch vlak is RFID in 2026 sterk geïntegreerd met het Internet of Things en artificiële intelligentie, waardoor de technologie functioneert als een continue datastroom die gebruikt wordt voor voorspellende analyses, automatische beslissingen en procesoptimalisatie. Bovendien speelt

RFID een belangrijke rol in nieuwe regelgeving en duurzaamheidsinitiatieven, zoals het Europese Digital Product Passport, waarbij producten een digitale identiteit krijgen die hun volledige levenscyclus traceerbaar maakt. Hierdoor evolueert RFID van een ondersteunende technologie naar een strategisch instrument dat bedrijven toelaat hun processen te automatiseren, transparanter te maken en beter in te spelen op nieuwe eisen rond duurzaamheid en regelgeving. (Houldsworth, 2026)

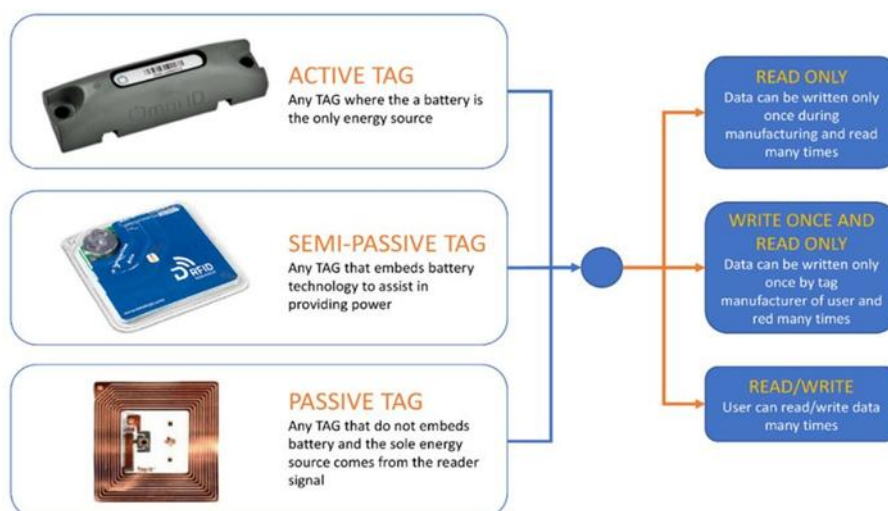
### 3.4 De onderdelen van een RFID-systeem

Een RFID-systeem bestaat uit verschillende componenten die samenwerken om objecten automatisch te identificeren en gegevens draadloos uit te wisselen. De kern bestaat uit RFID-tags, RFID-lezers en antennes, maar daarnaast ook middleware, netwerkinfrastructuur, en in sommige gevallen sensoren of actuatoren. Samen bepalen deze componenten de leesbetrouwbaarheid, de leeszone (waar wel/niet gelezen wordt) en de bruikbaarheid van de data in het proces. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste onderdelen. (Habib et al., 2016)

#### 3.4.1 RFID-tags

**Figuur 5**

*Soorten RFID-tags*



*Noot.* Overgenomen uit *Common Types of RFID Cards*, door ChipRFID, z.d., <https://chiprfid.vn/en/common-types-of-rfid-cards/>

RFID-tags vormen de kern van een RFID-systeem en bevatten telkens een uniek identificatienummer dat draadloos kan worden uitgelezen. Wanneer een tag zich binnen het elektromagnetische veld van de RFID-lezer bevindt, ontvangt deze voldoende energie om te activeren. De lezer zendt hiervoor een elektromagnetisch signaal uit, dat door de tag wordt opgevangen. Zodra de tag voldoende energie heeft verzameld, moduleert de tag de draaggolf met de informatie die in de chip is opgeslagen. Dit gemoduleerde signaal wordt vervolgens teruggestuurd naar de lezer, die het decodeert en naar de computerdatabase doorstuurt. (Habib et al., 2016)

RFID-tags bestaan in verschillende vormen, waaronder labels op kaartformaat, bolus-tags (voor dieren), harde industriële tags en transponders die verwerkt kunnen worden in producten. De meest voorkomende tags zijn die waarvan de antenne als het ware rond een chip gewikkeld zit, vaak met

een formaat vergelijkbaar met een creditcard. Deze tags kunnen eenvoudig worden bevestigd op of geïntegreerd in uiteenlopende objecten. (Habib et al., 2016)

In de literatuur worden RFID-tags opgedeeld in drie hoofdgroepen, afhankelijk van hoe zij worden gevoed en communiceren met de lezer: actieve, passieve en semi-actieve tags. (Habib et al., 2016). Deze classificatie wordt schematisch weergegeven in Figuur 5, waarin de drie hoofdtypen visueel zijn samengebracht.

#### 3.4.1.1 Actieve RFID-tags

Actieve tags beschikken over een interne batterij die wordt gebruikt om zowel de microchip van energie te voorzien als om actief radiosignalen uit te zenden. Hierdoor kunnen actieve tags communiceren zonder afhankelijk te zijn van het energieveld van de lezer. Ze bereiken daardoor aanzienlijk grotere leesafstanden, wat ze ideaal maakt voor toepassingen waar langeafstandstracking noodzakelijk is, zoals bij de identificatie van waardevolle objecten of het monitoren van dierbewegingen. (Habib et al., 2016)

##### **Kenmerken van actieve tags**

- Interne batterij voedt zowel chip als zendantenne.
- Kunnen actief hun signaal uitzenden zonder stimulatie door de lezer.
- Groot leesbereik (van enkele tientallen meters tot meer).
- Hoge betrouwbaarheid van gegevensoverdracht.
- Hogere kostprijs (€10 - €100/stuk) → worden toegepast bij waardevolle items en intensieve monitoring. (CPCON Group, 2026)

#### 3.4.1.2 Passieve RFID-tags

Passieve tags bevatten geen eigen energiebron. Ze ontvangen hun energie volledig uit het elektromagnetisch veld van de RFID-lezer. Wanneer de antenne voldoende energie opvangt, activeert de chip en wordt een backscatter-sigitaal teruggestuurd naar de lezer. Omdat passieve tags niet zelf kunnen uitzenden, is hun leesafstand beperkt in vgl. met actieve tags. (Habib et al., 2016)

##### **Kenmerken van passieve tags**

- Geen batterij → zeer klein en goedkoop (€0,10-€1,50/stuk). (CPCON Group, 2026)
- Energieoverdracht via het elektromagnetisch veld van de lezer.
- Communicatie gebeurt door modulatie van de draaggolf (backscatter).
- Leesafstanden van enkele centimeters tot enkele meters.
- Zeer geschikt voor massatoepassingen (productidentificatie, voorraadcontrole, dieridentificatie). (Habib et al., 2016)

Deze tags zijn relevant voor onze case: in een magazijncontext met veel items en hergebruik is een schaalbaar en onderhoudsarm tagtype essentieel. Vooral bij aluminium kaders is de keuze voor een geschikte (on-metal) tag en correcte plaatsing bepalend voor leesbetrouwbaarheid.

#### 3.4.1.3 BAP-tags

Semi-actieve (ook wel *semi-passieve* of *Battery Assisted Passive – BAP*) tags hebben een batterij die enkel de chip voedt, maar niet gebruikt wordt om een signaal uit te zenden. De communicatie gebeurt volledig door gebruik te maken van het RF-veld van de lezer, zoals bij passieve tags. Hierdoor combineren semi-actieve tags de voordelen van actieve en passieve systemen: ze zijn gevoeliger en reageren sneller dan passieve tags, maar zenden niet actief uit zoals actieve tags. (Habib et al., 2016)

#### Kenmerken van semi-actieve tags

- Batterij verzekert constante voeding van de chip.
- Betere prestaties dan passieve tags, vooral in moeilijke omgevingen (metaal, vocht).
- Geen actieve uitzending → lager energieverbruik dan actieve tags. (Habib et al., 2016)

#### 3.4.2 RFID-lezers

**Figuur 6**

*Verskillende Soorten Handheld Readers*



*Noot.* Overgenomen uit *Types of RFID readers*, door InfraMarker by Berntsen, z.d., <https://www.inframarker.com/blog/types-of-rfid-readers>

Een RFID-lezer, ook wel *interrogator* genoemd, vormt het centrale element van een RFID-systeem. De lezer bevat een radiofrequentiemodule met een zender en ontvanger, een besturingseenheid en een koppelingsmechanisme dat de communicatie met de transponder (tag) mogelijk maakt. De lezer zendt radiosignalen uit die dienen om tags binnen het bereik te activeren en om gegevens uit te wisselen met het achterliggende informatiesysteem. (Narimah et al., 2013)

RFID-lezers kunnen zowel vast gemonteerd als mobiel zijn. Vaste lezers worden meestal geplaatst op strategische punten, zoals bij toegangen, magazijnpoorten of langs productielijnen. Mobiele lezers, zoals weergegeven in Figuur 6, kunnen worden geïntegreerd in laptops, tablets of handheld scanners, waardoor ze flexibel inzetbaar zijn binnen verschillende omgevingen. De gegevensoverdracht gebeurt volledig via radiogolven. (Narimah et al., 2013)

Voor de pilot binnen deze bachelorproef wordt gekozen voor mobiele handheld lezers. Hierdoor kunnen outbound- en retourscans praktisch worden getest binnen de bestaande magazijnwerking, en kan op een laagdrempelige manier geëvalueerd worden welke scanprocedure en leeszone het best aansluiten bij de realiteit.

Elke RFID-lezer beschikt over een antenne waarmee signalen worden verzonden en ontvangen. De lezer zet de ontvangen informatie om in een digitaal formaat, zodat deze kan worden opgeslagen, geanalyseerd en verwerkt in het informatiesysteem. Een aantal commerciële lezers kunnen tot 100 tags per seconde uitlezen. Ze hebben een leesbereik van 6 meter tot zelfs 100 meter bij sommige tags. Dankzij deze mogelijkheden kunnen lezers realtime informatie verzamelen en efficiënt grote hoeveelheden tags identificeren. (Narimah et al., 2013)

### 3.4.3 RFID-antennes

**Figuur 7**

*Verschillende Types UHF RFID Antennes*



Noot. Overgenomen uit Long Range UHF RFID Antenna, door EnCStore Private Limited, z.d., <https://www.slideshare.net/slideshow/long-range-uhf-rfid-antennapptx/260103317>

Een RFID-antenne is het geleidende onderdeel dat ervoor zorgt dat de tag signalen kan verzenden en ontvangen. De antenne speelt een cruciale rol in de werking van het RFID-systeem, omdat zij het elektromagnetisch veld genereert dat passieve en semi-passieve tags activeert, maar ook de teruggestuurde signalen van de tag opvangt. (Narimah et al., 2013)

RFID-antennes bestaan in uiteenlopende vormen en configuraties (zoals weergegeven in Figuur 7). Sommige antennes zijn geïntegreerd in mobiele lezers, terwijl andere soorten ontworpen zijn voor vaste lezers en grotere leeszones. Veelgebruikte antennes zijn elliptisch gepolariseerd en lineair gepolariseerd. (Narimah et al., 2013)

Elliptisch gepolariseerde antennes zijn vooral geschikt wanneer grote aantallen tags tegelijk moeten worden gelezen of wanneer tags snel bewegen. Ze zorgen ervoor dat de oriëntatie van de tag minder invloed heeft op het leesresultaat. Lineair gepolariseerde antennes worden dan weer gebruikt wanneer er meer controle nodig is over de leeszone, bijvoorbeeld om bepaalde gebieden te beperken of om zeer gericht gegevens te verzamelen. (Narimah et al., 2013)

De keuze van de antenne bepaalt in grote mate de leesafstand, nauwkeurigheid, signaalsterkte en de betrouwbaarheid van het RFID-systeem. Bij outbound en retour is het cruciaal dat enkel het materiaal in de effectieve zone gelezen wordt en dat er geen ongewenste “reads” van nabijgelegen materiaal wordt gedetecteerd. Voor Standplus betekent dit dat de leeszone nauwkeurig moet worden afgebakend, zodat enkel materialen binnen de controlezone worden geregistreerd en ongewenste uitlezingen worden vermeden.

#### 3.4.4 RFID-Frequenties

De frequentieband waarin een RFID-tag werkt, heeft een grote invloed op het leesbereik, de gevoeligheid voor storingen en de geschiktheid voor bepaalde toepassingen. Hoe hoger de frequentie, hoe groter doorgaans de leesafstand, maar ook hoe gevoeliger het systeem wordt voor omgevingsfactoren zoals water en metaal. De keuze van de juiste frequentie hangt dus sterk af van de toepassing en de omgeving waarin het RFID-systeem wordt gebruikt. (Kamran et al., 2010)

De meest gebruikte RFID-frequenties zijn de volgende:

##### **Microwave (2.45 GHz)**

Microwave-RFID werkt op 2.45 gigahertz (GHz) en biedt een snelle uitleessnelheid, zelfs sneller dan veel UHF-tags. De leesafstand bedraagt ongeveer 1 meter. Een nadeel van deze frequentie is dat prestaties afnemen bij gebruik nabij water of metalen oppervlakken, omdat deze materialen het signaal sterk verstoren. Microwave RFID wordt veel gebruikt in toepassingen zoals voertuigtracking bij slagbomen of parkingpoorten, waarbij een korte maar snelle en betrouwbare uitlezing nodig is. (Kamran et al., 2010)

##### **Ultra High Frequency (UHF) – 860 tot 930 MHz**

UHF-RFID werkt binnen een frequentiebereik van 860–930 megahertz (MHz), afhankelijk van het land. UHF-systemen kunnen grote aantallen tags tegelijk identificeren en hebben een zeer snelle uitleessnelheid, waardoor ze bijzonder geschikt zijn voor logistieke toepassingen waar veel items snel na elkaar gelezen moeten worden. De typische leesafstand ligt rond de 3 meter. (Kamran et al., 2010)

Net zoals Microwave-RFID is UHF gevoeliger voor storingen wanneer tags zich op vochtige oppervlakken of in de buurt van metaal bevinden. Een voordeel is wel dat de gegevensoverdracht sneller is dan bij HF-systemen. (Kamran et al., 2010)

##### **High Frequency (HF) – 13.56 MHz**

HF-RFID werkt op een vaste frequentie van 13.56 MHz en heeft een leesafstand van minder dan één meter. HF-tags zijn relatief goedkoop en worden vaak gebruikt voor toegangscontrole, bibliotheken, betalingssystemen en identificatie van producten op verkooppunten. (Kamran et al., 2010)

Omdat HF-tags dun en flexibel kunnen worden gemaakt, kunnen ze eenvoudig worden geïntegreerd in papier, kaarten of labels. Ze presteren ook beter dan UHF op metalen of vochtige oppervlakken, wat ze bijzonder veelzijdig maakt. (Kamran et al., 2010)

### Low Frequency (LF) – 125 kHz

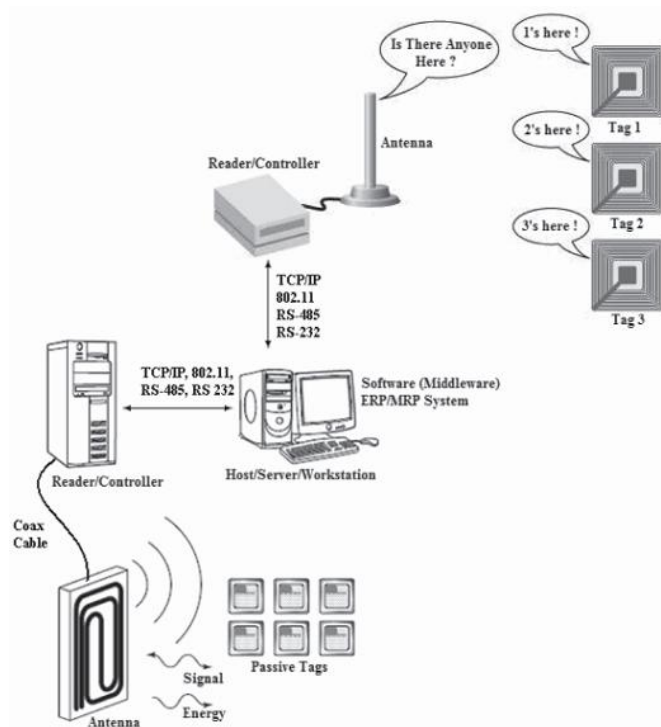
LF-RFID werkt typisch op 125 kilohertz (kHz) en heeft een leesafstand tot ongeveer 0.5 meter. LF-systemen worden vooral gebruikt voor toepassingen waarbij tags op korte afstand moeten worden uitgelezen, zoals toegangscontrole met badges, inventarisbeheer aan poorten, productieomgevingen, dieridentificatie... (Kamran et al., 2010)

Een belangrijk voordeel van LF-tags is dat ze nauwelijks beïnvloed worden door water of metalen, wat ze ideaal maakt voor industrieel gebruik of omgevingen met veel storende materialen. (Kamran et al., 2010)

### 3.4.5 Middleware

**Figuur 8**

*Model van een RFID-systeem*



*Noot.* Overgenomen uit *Internet of Things Technology and Its Applications*, door A. Yüksel en I. Yüksel, 2011, <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423906061.pdf>

RFID-middleware vormt de koppeling tussen het RFID-systeem en de IT-infrastructuur van een organisatie, zoals schematisch weergegeven in Figuur 8. Het is software die de grote hoeveelheid ruwe RFID-data opvangt, verwerkt en doorstuurt naar bedrijfsapplicaties zoals Enterprise Resource Planning (ERP)-, Warehouse Management System (WMS)- of Material Requirements Planning (MRP)-systemen. Zonder middleware zouden deze systemen snel overbelast raken, omdat RFID-lezers voortdurend grote datastromen genereren. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Middleware verzamelt gegevens van verschillende RFID-lezers, filtert en groepeerde deze data en zorgt dat alleen relevante informatie wordt doorgestuurd. Dit vermindert de datavolume aanzienlijk en maakt efficiënte besluitvorming mogelijk. Daarnaast beschikt middleware over ingebouwde bedrijfsregels die automatisch acties kunnen uitvoeren, zoals het genereren van een order, een voorraadupdate of een waarschuwing voor afwijkingen in het proces. (Yüksel & Yüksel, 2012)

In een supply-chainomgeving kan RFID-middleware volledig worden geïntegreerd met ERP-systemen. Hierdoor kan de software automatisch correcte en actuele gegevens op de juiste plaats vastleggen en processen in realtime opvolgen. (Yüksel & Yüksel, 2012)

De meerwaarde van RFID ontstaat pas wanneer uitlezingen vertaald worden naar duidelijke proces-events (bv. “op locatie” of “retour”) en wanneer die informatie bruikbaar is binnen de bestaande softwareomgeving en de werkafspraken.

### 3.5 RFID in logistiek en materiaalbeheer

RFID-technologie wordt steeds vaker toegepast binnen logistiek en materiaalbeheer, omdat deze technologie toelaat identificatie- en controleprocessen te automatiseren en te versnellen. Uit een recente studie van Wang blijkt dat RFID in staat is om operationele efficiëntie te verhogen en menselijke fouten te reduceren, voornamelijk doordat manuele scan- en controlehandelingen gedeeltelijk of volledig worden vervangen door automatische registratie (Wang, 2025).

In tegenstelling tot traditionele technologieën zoals barcodes, maakt RFID het mogelijk om meerdere items gelijktijdig en zonder zichtlijn te identificeren. Waar barcodes per item visueel moeten worden gescand, kunnen RFID-lezers in één beweging een volledige set materialen uitlezen. Dit resulteert in een hogere doorvoersnelheid en een aanzienlijke tijdswinst bij repetitieve controleprocessen. Studies tonen aan dat deze eigenschap vooral impact heeft bij processen met hoge volumes en tijdsdruk, zoals outboundcontrole en goederenontvangst (Wang, 2025).

Daarnaast draagt RFID bij aan een verbeterde voorraadtrouwbaarheid. Omdat elk item voorzien is van een unieke identificatiecode en automatisch wordt geregistreerd bij bewegingen in het proces, beschikken bedrijven over actuele en betrouwbare informatie over voorraadtiveaus. Dit vermindert het risico op voorraadtekorten, verloren materialen en foutieve registraties. Het realtime karakter van RFID-data maakt het bovendien mogelijk om sneller bij te sturen en afwijkingen sneller te detecteren (Wang, 2025).

Een bijkomend voordeel is de integratie met bestaande IT-systemen, zoals ERP- en WMS-systemen. RFID maakt het mogelijk om fysieke bewegingen van goederen automatisch te koppelen aan administratieve updates, waardoor de kloof tussen de fysieke en digitale werkelijkheid wordt verkleind. Hierdoor kunnen processen zoals voorraadbeheer, orderopvolging en retourregistratie efficiënter en consistentter verlopen.

Voor de context van StandPlus ligt de grootste meerwaarde van RFID niet in continue tracking, maar in het optimaliseren van specifieke controlemomenten binnen het proces. In het bijzonder kunnen de outboundcontrole en retourregistratie efficiënter en betrouwbaarder verlopen doordat materialen niet langer manueel geteld moeten worden. RFID biedt hier een potentieel om verwerkingstijd te reduceren en tegelijkertijd de nauwkeurigheid van de registratie te verhogen.

### 3.6 Voordelen en beperkingen van RFID

#### 3.6.1 Voordelen

RFID kan in logistiek en materiaalbeheer waarde creëren doordat identificatie en registratie contactloos gebeuren en geen zichtlijn vereisen. Dit maakt het mogelijk om meerdere items snel te registreren in één handeling, wat vooral relevant is bij controlemomenten met tijdsdruk (bv. outboundcontrole of retourverwerking). RFID ondersteunt daarmee hogere doorvoer en kan manuele tel- en scanhandelingen reduceren, waardoor minder tijd verloren gaat aan repetitieve controles. (Yüksel & Yüksel, 2012)

RFID draagt ook bij aan een hogere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid in data-registratie. Omdat de technologie werkt met unieke identificatiecodes (zoals Electronic Product Code (EPC-codes)), wordt elk artikel ondubbelzinnig herkend. Hiermee worden veel voorkomende fouten bij handmatige registratie of barcode-scanning vermeden. Bovendien speelt RFID een sleutelrol in het creëren van real-time zichtbaarheid binnen supply chains. Organisaties weten op elk moment waar producten zich bevinden, in welke status ze verkeren en welke bewegingen er plaatsvinden. Dit vergroot de controle over voorraadniveaus, vermindert out-of-stocks en maakt snellere en onderbouwde beslissingen mogelijk. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Een volgend voordeel is de bijdrage aan procesautomatisatie. In productie- en magazijnomgevingen kan RFID worden geïntegreerd in bestaande systemen zoals ERP, MRP of WMS. Hierdoor worden processen zoals voorraadbeheer, orderverwerking, kwaliteitscontrole en goederenontvangst grotendeels automatisch uitgevoerd. De technologie maakt het mogelijk om menselijke arbeid drastisch te verminderen, wat leidt tot lagere operationele kosten, een hogere procesefficiëntie en herbestemming van personeel naar taken met meer toegevoegde waarde. (Yüksel & Yüksel, 2012)

De grootste potentiële voordelen liggen bij StandPlus in het reduceren van tijd en arbeid in de controles, het haalbaar maken van consistente retourregistratie, en het verhogen van registratiebetrouwbaarheid voor materialen die intensief hergebruikt worden.

#### 3.6.2 Beperkingen

Hoewel RFID veel voordelen biedt, wijst het artikel erop dat de technologie ook beperkingen kent die de adoptie kunnen vertragen. Een van de grootste drempels zijn de hoge implementatiekosten. Bedrijven moeten investeren in lezers, antennes, tags, infrastructuur, middleware en integratie met bestaande IT-systemen. Vooral voor kleinere organisaties kan de initiële investering aanzienlijk zijn, hoewel de kosten op langere termijn vaak worden terugverdiend door efficiëntiewinsten. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Daarnaast is RFID-implementatie complex. De technologie vereist een goede afstemming tussen hardware, software en bedrijfsprocessen. Zonder een duidelijke strategie en een correct opgezet datamodel kan een RFID-project mislukken. De auteurs benadrukken dat RFID “zowel een wetenschap als een kunst” is om goed te implementeren, omdat elke toepassing specifieke eisen stelt aan antennenpositionering, tagkeuze, netwerkstructuur en data-architectuur. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Een andere belangrijke beperking is de grote hoeveelheid data die RFID genereert. Doordat tags continu informatie doorgeven, ontstaat snel een overload aan data. Zonder adequate filtering en middleware kunnen systemen overbelast raken. Dit vereist investeringen in datamanagement, opslagcapaciteit en performante IT-infrastructuur. Middleware is noodzakelijk om ruwe data te filteren, te aggregeren en correct door te sturen naar bedrijfsapplicaties, maar dit voegt extra complexiteit en kosten toe. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Het artikel benoemt ook standaardisatieproblemen: verschillende frequenties, protocollen en producenten betekenen dat niet alle systemen compatibel zijn. Dit bemoeilijkt de integratie in internationale supply chains en vereist zorgvuldige keuze van apparatuur. (Yüksel & Yüksel, 2012)

Tot slot spelen privacy- en beveiligingsrisico's mee. RFID maakt het mogelijk om op afstand informatie uit te lezen. Wanneer dit niet correct beveiligd wordt, kan gevoelige informatie gelezen of misbruikt worden. Daarom is encryptie en toegangscontrole essentieel bij implementatie. (Yüksel & Yüksel, 2012)

### 3.7 RFID in omgevingen met metaal

RFID wordt breed toegepast in logistiek en magazijnomgevingen, maar metaal blijft een belangrijke uitdaging voor betrouwbare uitlezing. Metalen oppervlakken kunnen elektromagnetische golven zodanig beïnvloeden dat conventionele RFID-tags minder goed of onvoorspelbaar worden gelezen, onder meer doordat signalen gereflecteerd of verstoord worden en de tag-antenne uit zijn optimale afstemming kan raken ("detuning"). Dit kan leiden tot lagere leesafstanden, lagere nauwkeurigheid en zones waar tags moeilijk of niet detecteerbaar zijn. (Pereira, et al., 2024)

Voor deze bachelorproef is dit een kritische randvoorwaarde omdat de pilot zich richt op BeMatrix aluminium kaders en profielen, waardoor de werking van RFID op of nabij metaal rechtstreeks de haalbaarheid van de oplossing bepaalt. De literatuur en patenten tonen daarom een duidelijke groei in onderzoek naar on-metal RFID-tags: tags die specifiek ontworpen zijn om op metalen ondergronden stabiel te functioneren. In de studie van Pereira et al. (2024) wordt onder meer gewezen op tagontwerpen die de invloed van metaal beperken door aangepaste antennes, en op het veelvuldige gebruik van UHF-toepassingen in industriële omgevingen met metaal. (Pereira, et al., 2024)

### 3.8 Types en technische keuzes voor StandPlus

RFID-oplossingen verschillen sterk in prestaties en toepasbaarheid naargelang de gekozen frequentie, het type lezer en de manier waarop de leeszone in het proces wordt ingericht. Voor materiaalbeheer in een magazijncontext is het doel doorgaans niet altijd “continu volgen”, maar het betrouwbaar registreren van kritische controlemomenten in het proces zoals vertrek (outbound) en terugkeer (retour). In deze bachelorproef ligt de focus daarom op technische keuzes die een snelle en praktische controle mogelijk maken.

Een eerste belangrijke keuze betreft de frequentie. In logistieke toepassingen wordt vaak gewerkt met UHF-systemen omdat ze geschikt zijn voor snelle identificatie van meerdere tags in korte tijd en omdat ze minder afhankelijk zijn van een visuele zichtlijn dan barcodes (Kamran et al., 2010). Dat sluit aan bij het beoogde doel van deze case: een snellere controle bij outbound en een haalbare registratie bij retour. Tegelijk vraagt de materiaalfocus (aluminium kaders en profielen) extra aandacht: metaal kan de leesprestaties beïnvloeden, waardoor tagtype en plaatsing cruciaal worden. De frequentiekeuze kan dus niet los gezien worden van de fysieke omgeving; de oplossing moet afgestemd worden op metaalrijke situaties en de gekozen tags moeten geschikt zijn voor montage op of nabij metaal.

Een tweede keuze betreft het type lezer en de inzet ervan in het proces. In magazijnen kunnen vaste lezers (bv. aan doorgangen of laad-/loszones) zorgen voor automatische registratie, maar ze vergen infrastructuur en een nauwkeurig ontworpen leeszone. Voor een pilotfase is een mobiele aanpak vaak praktischer omdat er snel getest kan worden zonder ingrijpende aanpassingen. In deze case wordt daarom gewerkt met mobiele handheld lezers, zodat de scanmomenten bij outbound en retour flexibel kunnen worden uitgevoerd en zodat de werkbaarheid op de vloer kan worden geëvalueerd. Handhelds laten ook toe om uitzonderingen (bv. twijfelgevallen of ontbrekende items) onmiddellijk te verifiëren zonder het proces stil te leggen.

Een derde keuze is het ontwerp van de leeszone en het scanmoment (“waar” en “wanneer” wordt gelezen). Voor materiaalbeheer is het essentieel dat het systeem niet alleen tags kan lezen, maar dat het correct leest binnen een afgebakend procesmoment. Een te brede leeszone verhoogt het risico op ongewenste reads (materiaal dat in de buurt staat), terwijl een te strikte of ongunstig ingerichte leeszone tot gemiste reads kan leiden. Daarom wordt RFID in deze case niet benaderd als een continue trackingtechnologie, maar als een controle-instrument op duidelijke momenten: het moment vlak vóór laden (outboundcontrole) en het moment van terugkeer/afhandeling (retourregistratie). De praktische inrichting van deze scanmomenten (positie van de materialen, scanprocedure, volgorde en uitzonderingsregels) maakt integraal deel uit van de technische haalbaarheid.

Tot slot is de technische keuze pas waardevol wanneer de registratie aansluit op de proceslogica en de bestaande softwareomgeving. De reads moeten vertaald worden naar bruikbare procesinformatie (bv. “project is volledig geladen” of “retour is geregistreerd”). Dat betekent dat er vooraf duidelijk moet zijn welke status of project geregistreerd wordt, wanneer een scan als “geslaagd” wordt beschouwd, en hoe met afwijkingen wordt omgegaan. Deze keuzes vormen samen de basis voor het

pilotontwerp in deze bachelorproef en bepalen in sterke mate of RFID een haalbare verbetering kan bieden voor het materiaalbeheerproces bij StandPlus.

### 3.9 Conclusie

Uit het theoretisch kader blijkt dat RFID-technologie een krachtige oplossing kan bieden voor het automatiseren van identificatie- en controleprocessen binnen logistieke omgevingen. In tegenstelling tot traditionele technologieën zoals barcodes maakt RFID het mogelijk om meerdere items gelijktijdig en zonder zichtlijn te registreren, wat vooral relevant is in situaties met hoge volumes en tijdsdruk.

De verschillende componenten van een RFID-systeem, zoals tags, lezers, antennes en middleware, bepalen samen de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van de technologie. Daarbij spelen omgevingsfactoren, zoals de aanwezigheid van metaal, een cruciale rol in de werking van het systeem. Dit is bijzonder relevant voor deze bachelorproef, aangezien de toepassing zich focust op aluminium kaders en profielen bij StandPlus.

Voor de specifieke context van StandPlus ligt de grootste meerwaarde van RFID niet in continue tracking, maar in het automatiseren en versnellen van controlemomenten, zoals de outboundcontrole en de retourregistratie. De technologie kan hier bijdragen aan het verminderen van manuele handelingen, het verhogen van de nauwkeurigheid van de registratie en het verbeteren van de traceerbaarheid van materialen.

Op basis van de literatuur kan gesteld worden dat vooral passieve UHF-tags, in combinatie met mobiele lezers en een goed afgebakende leeszone, het meest geschikt zijn voor deze toepassing. De uiteindelijke haalbaarheid zal echter afhangen van de praktische implementatie, waarbij factoren zoals tagplaatsing, interferentie door metaal en integratie met de bestaande software (Rentman) bepalend zijn.

Dit theoretisch kader vormt de basis voor de verdere uitwerking en evaluatie van de RFID-pilot binnen StandPlus.

## 4 Analyse huidige situatie (as-is)

Dit hoofdstuk beschrijft en analyseert het huidige materiaalbeheerproces bij StandPlus (as-is). Het doel is het materiaalproces objectief in kaart te brengen, knelpunten te identificeren en deze waar mogelijk te onderbouwen met metingen. Deze analyse vormt de basis voor het ontwerp en de evaluatie van de RFID-pilot in de volgende hoofdstukken.

### 4.1 Bedrijf en werking

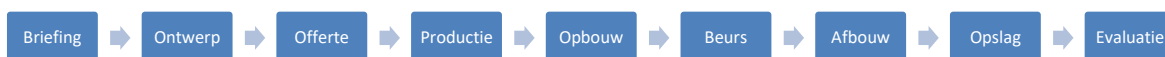
#### 4.1.1 De weg van klant tot stand

De samenwerking tussen StandPlus en de klant start bewust transparant en persoonlijk. Na een grondige briefing werkt de vaste projectverantwoordelijke een grondplan en 3D-visualisatie uit. Een heldere offerte met materiaallijst zorgt van bij de start voor kosteninzichten en verwachtingsmanagement. Zodra ontwerp en budget gefinaliseerd zijn, gaat de voorbereiding van start in de eigen ateliers: een schrijnwerkerij met machinepark en schilderafdeling (waar elke kleur intern kan worden aangemaakt) en een printatelier met vlakbedprinter, plotter, grafische afdeling en stockage van 3D-letters. Die in-house set-up houdt doorlooptijden kort en kwaliteit controleerbaar en de klant kan het productieproces desgewenst nauwgezet opvolgen.

Tijdens de opbouw op locatie coördineert de hoofd-standenbouwer het werk en blijft het team aanspreekbaar tot de laatste puntjes op de i zijn gezet. Ook tijdens de beurs is StandPlus stand-by voor technische of praktische interventies. Na afloop volgt de afbouw en worden onderdelen zorgvuldig gedemonteerd en eventueel geoptimaliseerd voor toekomstige projecten. Materialen en standelementen worden veilig opgeslagen in de magazijnen in Roeselare, klaar voor hergebruik. Een debriefing sluit het traject af: feedback wordt expliciet gevraagd en gebruikt om processen en ontwerpkeuzes verder te verfijnen.

**Figuur 9**

*Schematische weergave van klant tot stand*



*Noot.* Eigen opmaak.

#### 4.1.2 In-house realisatie

StandPlus beschikt over een volledig geïntegreerde infrastructuur en heeft letterlijk alles in huis om beursstanden van A tot Z te realiseren. De organisatie kan worden vergeleken met een kleine stad, waarin gespecialiseerde afdelingen als afzonderlijke “dorpjes” functioneren—van ontwerp en grafisch werk tot schrijnwerk, schilderafdeling, magazijn en planning.

Het eigen printatelier is uitgerust met een vlakbedprinter, plotter en grafische afdeling, aangevuld met stockage van 3D-letters. Daarnaast beschikt StandPlus over een schrijnwerkerij met uitgebreid machinepark en een schilderafdeling waar elke gewenste kleur intern kan worden samengesteld.

Het ruime magazijn vormt het logistieke hart van de werking. Hier worden zowel algemene kaders en koppelstukken—zoals de 3259 BeMatrix aluminium kaders en 967 losse profielen—als klantspecifieke elementen opgeslagen, beheerd en klaargemaakt voor transport.

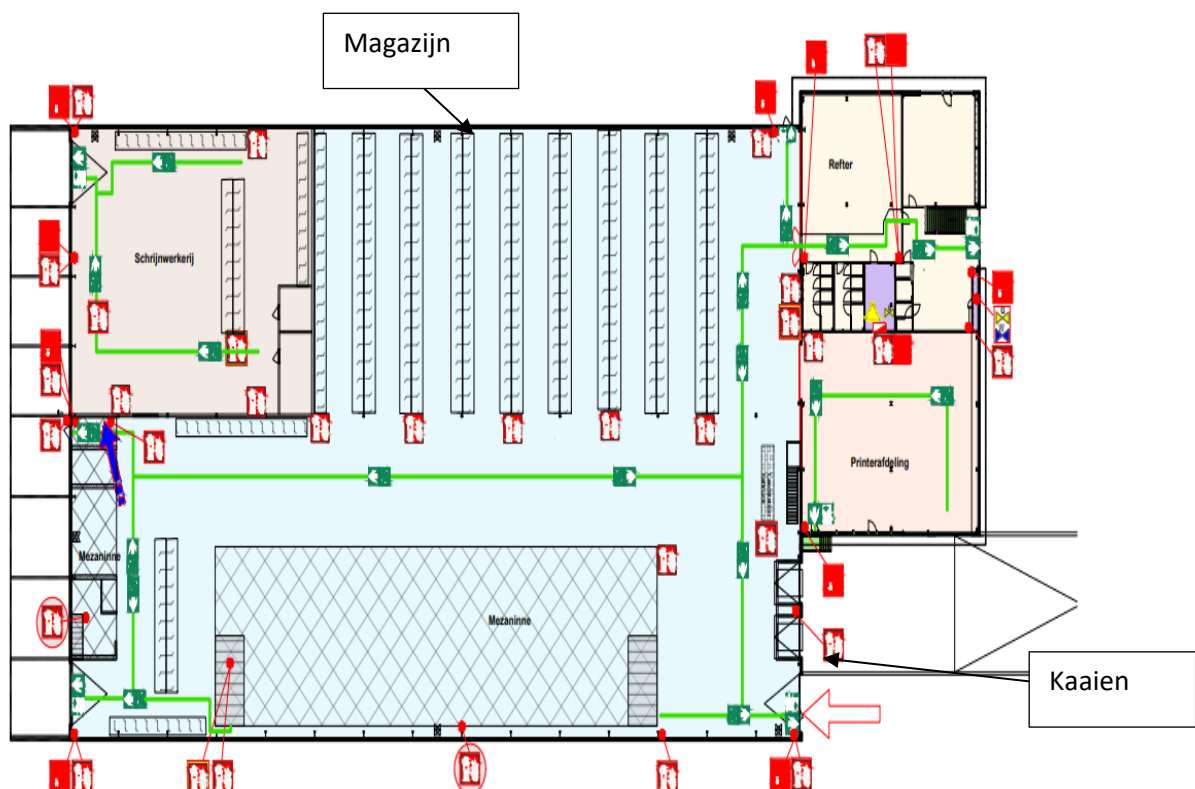
#### 4.1.3 Gebouw, magazijn en werkorganisatie

StandPlus werkt vanuit een gebouw met twee verdiepingen. Voor deze studie is voornamelijk het gelijkvloers van belang, aangezien hier het volledige operationele materiaalbeheer plaatsvindt (zoals weergegeven in Figuur 10). Hier bevinden zich het magazijn (met tal van materialen zoals BeMatrix-kaders, losse profielen, audiovisueel materiaal, elektromateriaal, hospitalitymateriaal en klantspecifiek materiaal...), het schrijnwerkatelier, printatelier en lakkerij, waardoor materialen centraal beheerd en verwerkt worden. Op de mezzanine worden vooral zwaardere of volumineuze materialen opgeslagen.

Direct onder die mezzanine bevindt zich de verzamelzone: 18 afgebakende projectvakken met de afmetingen van een vrachtwagenlaadruimte. Een whiteboard in het magazijn toont welk project bij welk vak hoort. De verzamelzone werkt als knooppunt: voordat het materiaal naar de outboundzone wordt verplaatst, stroomt materiaal eerst vanuit de betrokken afdelingen (elektra, schrijnwerk/lakkerij/onderhoud, print en magazijn) naar het juiste projectvak. Bij retour wordt het materiaal van een project in datzelfde vak gedropt en daarna door de verantwoordelijke afdelingen opgehaald. Aan de gevel zijn drie laad/loskaaien voorzien voor het laden en lossen van vrachtwagens.

**Figuur 10**

*Grondplan gelijkvloers magazijn*



*Noot.* Interne bron, verkregen van A. Verheye (StandPlus), 2026.

## 4.2 Procesbeschrijving

Dit hoofdstuk beschrijft het huidige materiaalbeheerproces (as-is) bij StandPlus met focus op BeMatrix aluminium kaders en losse profielen. Het proces is projectmatig en omvat de stappen van voorbereiding (picking) tot bundeling in de verzamelzone, outboundcontrole vóór transport en retourafhandeling na afloop van de beurs.

### 4.2.1 Aansturing vanuit Rentman en pickingdocumenten

Het proces start bij de projectvoorbereiding in Rentman. Op basis van projectinformatie (planning, locatie, periode) en de materiaalbehoefte genereert Rentman onder meer een orderpicklijst (zie Bijlage A voor de orderpicklijst). Dit document wordt in de huidige werkwijze in papieren vorm gebruikt als centraal werkdocument in het magazijn. Magazijniers halen de orderpicklijst op aan het magazijnbureau en gebruiken deze tijdens het picken om aantallen te verzamelen en handmatig af te vinken/te initialeren.

Rentman wordt daarnaast gebruikt voor statusopvolging van projecten. In de huidige werking worden projectstatussen stapsgewijs manueel aangepast in de computer door een magazijnier (bijv. “Klaargezet”, “Op locatie”, “Gelost” of “Retour”), waarbij het systeem dus vooral ondersteuning biedt voor planning en opvolging, maar niet automatisch garandeert dat fysiek materiaal effectief gecontroleerd is. “Klaargezet” betekent dat de materialen gepickt zijn en klaar staan in de verzamelzone, “Op locatie” geeft aan dat de materialen naar de beurs vertrokken zijn, “Gelost” betekent dat de materialen terug in het magazijn zijn aangekomen en “Retour” houdt in dat de materialen opnieuw op hun vaste opslaglocatie zijn geplaatst.

Het verschil tussen de laatste twee statussen is beperkt, waardoor deze handeling in de huidige werkwijze als één stap wordt beschouwd.

### 4.2.2 Picken van materialen

De picking van materialen start met het verzamelen van de gevraagde items uit de opslaglocaties. Voor de magazijniers start de voorbereiding met het verzamelen van de gevraagde kaders en profielen uit de opslaglocaties. Magazijniers verplaatsen zich door de magazijngangen met de orderpicklijst en verzamelen de aantallen per type/afmeting op transportkarren. Tijdens het picken worden regels op de orderpicklijst handmatig aangeduid (initialen/afvinkingen) als bevestiging dat de picking is uitgevoerd.

Wanneer een project kadersets vereist, worden losse profielen eerst samengebouwd tot een volledige kaderset. Deze assemblage gebeurt als onderdeel van de voorbereiding, vóór de bundeling in de verzamelzone. Omdat meerdere projecten parallel lopen en materialen soms pas beschikbaar worden na retour van een ander project, kan picking verspreid gebeuren over meerdere momenten tot de picking compleet is.

De aluminiumkaders liggen in palletstellingen met houten scheidingsvakken (zie Figuur 11) en de gangen zijn logisch per kaderhoogte opgebouwd (breedte kan variëren binnen dezelfde gang).

**Figuur 11**

*Opslaglocatie BeMatrix-kaders*



*Noot.* Eigen foto.

#### 4.2.3 Bundelen in de verzamelzone

Zodra het benodigde BeMatrix-materiaal verzameld is, wordt het per project naar het toegewezen projectvak in de verzamelzone gebracht. De verzamelzone (zoals weergegeven in Figuur 12) bestaat uit afgebakende projectvakken die overeenkomen met een vrachtwagenlaadruimte, zodat projecten fysiek gescheiden en overzichtelijk klaar gezet kunnen worden.

In dit projectvak komt materiaal uit verschillende interne afdelingen en zones samen. Naast BeMatrix kunnen ook andere materialen (bijv. elektra/AV, print, materialen uit de schrijnwerk/lakkerij/onderhoud en klantspecifiek materiaal) in hetzelfde vak toekomen, zodat het project als één bundel kan vertrekken. Wanneer het project volledig klaar staat, wordt de projectstatus in Rentman aangepast naar “Klaargezet”.

**Figuur 12**

Verzamelzone



*Noot.* Eigen foto.

#### 4.2.4 Outbound: manuele eindcontrole voor laden

Vóór het laden van de vrachtwagen wordt in de huidige werkwijze een manuele eindcontrole uitgevoerd. Deze controle gebeurt aan de kaaien en meestal door twee dezelfde vaste personen (de teamleader en een magazijnier): één persoon telt de aanwezige materialen, terwijl de tweede medewerker de orderpicklijst afvinkt door de aantallen te tellen en de controle bevestigt door initialen te plaatsen. Indien er tekorten of surplus worden vastgesteld, wordt dit onmiddellijk gecorrigeerd door bijkomende picking of herverdeling.

Na afronding van de controle wordt de vrachtwagen geladen. Vervolgens krijgt het project in Rentman de status “Op locatie”. De outboundcontrole is daarmee het belangrijkste controlemoment vóór vertrek, omdat het de laatste gelegenheid is om ontbrekend of fout materiaal te detecteren voordat het project naar de beurslocatie vertrekt. Een proces dat nu enorm tijdrovend is.

#### 4.2.5 Retour

Na afbouw op de beurslocatie keert het materiaal terug naar StandPlus en wordt de vrachtwagen gelost aan de kaai. Het projectmateriaal wordt opnieuw in het projectvak in de verzamelzone geplaatst, waarna de betrokken afdelingen het materiaal ophalen. BeMatrix-kaders en profielen worden doorgaans snel van de karren gehaald en terug gestockeerd op hun vaste opslaglocaties.

In de huidige situatie gebeurt bij retour geen systematische controle van BeMatrix kaders en profielen omwille van tijdsdruk, zeker wanneer meerdere projecten in een korte periode terugkeren. Na het lossen en herstockeren wordt in Rentman de projectstatus aangepast naar “Retour”. Dit betekent dat de administratieve status aangeeft dat het project terug is, maar niet noodzakelijk dat het retourmateriaal fysiek gecontroleerd of volledig geverifieerd is.

#### 4.2.6 Analyse van het huidige proces

Uit de bovenstaande procesbeschrijving blijkt dat het materiaalbeheer bij StandPlus sterk afhankelijk is van manuele handelingen en papieren documenten. In verschillende processtappen, zoals picking, outbound en retour, worden gegevens handmatig verwerkt en gecontroleerd, wat leidt tot variatie in uitvoering en een afhankelijkheid van de ervaring van de magazijnier.

Daarnaast is er een beperkte koppeling tussen de fysieke materiaalstroom en de administratieve opvolging in Rentman. De statusinformatie geeft een indicatie van de voortgang van projecten, maar biedt geen volledige garantie dat materialen effectief gecontroleerd en correct geregistreerd zijn.

Ten slotte valt op dat controle voornamelijk geconcentreerd is op één moment in het proces, namelijk de outboundcontrole, terwijl een systematische verificatie bij retour ontbreekt. Dit wijst op een proces dat operationeel functioneert, maar waarin efficiëntie en controleerbaarheid nog niet optimaal zijn.

### 4.3 Data

#### 4.3.1 Tijdsmetingen Outboundproces

Om de efficiëntie van het huidige materiaalbeheerproces objectief te kunnen evalueren, werden tijdsmetingen uitgevoerd op de manuele outboundcontrole. Het doel van deze meting is het bepalen van de huidige verwerkingstijd per project en per kader, zodat deze later kan vergeleken worden met een mogelijke RFID-oplossing.

#### **Methode**

De tijdsmetingen vonden plaats tijdens reguliere magazijnactiviteiten bij StandPlus en werden uitgevoerd op verschillende projecten die representatief zijn voor de dagelijkse werking. De metingen gebeurden aan de laad- en loskaaien tijdens de manuele eindcontrole vóór het laden van de vrachtwagens.

Per project werden het aantal BeMatrix-kaders en de totale controletijd gemeten door de student-onderzoeker met behulp van een stopwatch. De meting startte bij aanvang van de telling en stopte wanneer de controle volledig afgerond was. Op basis van deze gegevens werd de gemiddelde tijd per kader (seconden per kader) berekend. Bijzonderheden die variatie konden verklaren, zoals verschillen in kadertypes of bijkomend zoekwerk, werden als opmerkingen genoteerd.

De resultaten geven een realistisch beeld van de huidige werkwijze aangezien de metingen plaatsvonden in een operationele context. De betrouwbaarheid kan echter beïnvloed worden door factoren zoals werkdruk, onderbrekingen en verschillen in werkwijze tussen magazijniers. Daarnaast zijn de resultaten gebaseerd op een beperkt aantal gemeten projecten, waardoor ze enkel een indicatie geven van de werking en niet volledig representatief zijn voor alle mogelijke situaties. Bovendien is de analyse beperkt tot één materiaalcategorie, namelijk BeMatrix-kaders, wat eveneens een beperking vormt.

De resultaten van deze metingen zijn samengevat in Tabel 1, waarin per project het aantal kaders, de totale controletijd en de tijd per kader wordt weergegeven.

## Resultaat

Tabel 1

*Tijdsmetingen Controle Voor Outbound*

| # kaders | Tijd   | Seconden/kader | Opmerkingen                                          |
|----------|--------|----------------|------------------------------------------------------|
| 31       | 2m27s  | 4,74           | -                                                    |
| 37       | 2m14s  | 3,62           | -                                                    |
| 52       | 1m04s  | 1,23           | Veel identieke kaders waardoor het tellen vlot ging. |
| 61       | 4m49s  | 4,74           | -                                                    |
| 66       | 1m07s  | 1,02           | Veel identieke kaders waardoor het tellen vlot ging. |
| 72       | 9m52s  | 8,22           | -                                                    |
| 202      | 14m11s | 4,21           | -                                                    |

### Kerngetallen & interpretatie

- Gemiddelde teltijd per project voor BeMatrix-kaders: 5m06s.
- Gemiddelde seconden per kader: 3,97 seconden per kader.
- De samenstelling van de “lading” bepaalt een stuk de snelheid van tellen. Veel identieke kaders worden sneller geteld dan verschillende kadertypes. Zoekwerk drijft de tijd disproportioneel op.

#### 4.3.2 Tijdsmetingen retourproces

##### Methode

Om een indicatie te verkrijgen van de tijdsimpact van een systematische controle bij retour, werden bijkomende metingen uitgevoerd. Aangezien in de huidige werkwijze geen standaard retourscan aanwezig is, werden deze metingen uitgevoerd onder de veronderstelling van een gecontroleerde telling bij retour.

De metingen werden uitgevoerd tijdens magazijnactiviteiten bij StandPlus, waarbij de student-onderzoeker zelf een systematische controle simuleerde zoals deze idealiter zou verlopen. Per project werden het aantal BeMatrix-kaders en de totale controletijd gemeten met behulp van een stopwatch. De meting startte bij het begin van de controle en eindigde wanneer alle kaders geteld waren. Net zoals bij het outboundproces werden bijzonderheden, zoals zoekwerk of afwijkingen, als opmerkingen genoteerd.

De validiteit van deze metingen is beperkter dan bij de metingen bij outbound, aangezien het hier gaat om een gesimuleerde werkwijze en niet om een bestaande standaardprocedure binnen de organisatie. De resultaten geven dus eerder een indicatie van de mogelijke verwerkingstijd dan een exacte weergave van de huidige praktijk. Ook hier wordt de betrouwbaarheid beïnvloed door het beperkte aantal metingen en het feit dat deze door twee personen werden uitgevoerd.

Daarnaast geldt dat de resultaten enkel betrekking hebben op BeMatrix-kaders en dus niet rechtstreeks toepasbaar zijn op andere materiaalcategorieën binnen de werking van StandPlus. Hierdoor moeten de resultaten als richtinggevend worden geïnterpreteerd en niet als volledig representatief voor het volledige retourproces.

De resultaten van de tijdsmetingen zijn weergegeven in Tabel 2.

## Resultaten

**Tabel 2**

*Tijdsmetingen Controle Retour*

| # kaders | Tijd   | Seconden/kader | Opmerkingen                                              |
|----------|--------|----------------|----------------------------------------------------------|
| 35       | 2m04s  | 3,54           | -                                                        |
| 52       | 1m33s  | 1,79           | Veel identieke kaders waardoor het tellen vlot ging.     |
| 72       | 4m47s  | 3,99           | -                                                        |
| 123      | 10m10s | 4,96           | 1 kader tijdelijk vermist, was aanwezig op andere pallet |
| 25       | 3m     | 7,2            | -                                                        |

## Kerngetallen en interpretatie

- Gemiddelde controle-tijd per project voor BeMatrix-kaders: 4m19 seconden.
- Gemiddelde seconden per kader: 4,30 seconden per kader.
- Indicatieve metingen bevestigen ook dat bij retour homogeniteit de snelheid bepalen. Zoekwerk maakt een retourscan merkbaar trager.

#### 4.4 Knelpuntenanalyse

Het huidige materiaalbeheer bij StandPlus steunt sterk op manuele handelingen en papieren documenten. De eindcontrole vóór het laden – een tweemans-telling waarbij één medewerker telt en een tweede de orderpicklijst afvinkt – is **tijdrovend** en gevoelig voor miscommunicatie en fouten. De kaai is een drukke omgeving, tussentijdse vragen of onderbrekingen bij de magazijniers die instaan voor de telling leiden tot concentratieverlies, waardoor men geregeld hertelt of twijfelt of een bepaalde telling van materiaal al is doorgegeven. In bepaalde gevallen gebeurt het dat er types en afmetingen vaak op zicht worden ingeschat, hieronder ontstaan er soms vergissingen wanneer gelijkaardige kaders naast elkaar staan. Als een verkeerd kadertype de vracht wél haalt, verschijnt het probleem pas op de beurs (vertraging op de opbouw, extra geregel).

Aan retourzijde **ontbreekt een systematische controle**. Vrachtwagens worden gelost, waarna kaders rechtstreeks worden herstockeerd zonder telling. De status in Rentman gaat op “*Retour*”, maar feitelijk is onduidelijk wat exact terug is. In drukke periodes komen meerdere beurzen tegelijk terug, waardoor de tijdsdruk toeneemt en een manuele retourscan praktisch onhaalbaar wordt. Het gevolg is dat onzichtbare verliezen (tekort/verwisseling/beschadiging) pas later opduiken bij de jaarlijkse stocktelling.

In de picking zelf werkt men met pen en papier. Initialen van magazijniers worden naast regels genoteerd en er worden soms potloodnotities of wijzigingen toegevoegd. Dit maakt de orderpicklijst soms niet overzichtelijk en maakt het soms onduidelijk wat nu de laatste versie is.

Functioneel gezien werkt het systeem: Rentman ondersteunt de statusovergangen (Klaargezet → Op locatie → Retour) en geeft houvast voor de planning. Tegelijk is die informatie indicatief: ze bevestigt waar het project zich bevindt, maar niet wat er precies is meegegaan of teruggekeerd. Het resultaat is een flow die **meer arbeid** vraagt (tellingen, hertellingen) en **minder efficiënt** is dan nodig, met variabele doorlooptijden aan outbound en late detectie van verschillen bij retour. In deze context is het logisch te onderzoeken hoe RFID aan de laad-/loskaai de manuele eindcontrole kan vervangen door één snelle scan-stap, en hoe een retourscan de voorraadnauwkeurigheid en zichtbaarheid kan herstellen—terwijl picking op papier voorlopig kan blijven bestaan en later gefaseerd wordt herbekeken.

#### 4.5 Probleemstelling en doelstellingen

##### 4.5.1 Probleemstelling

Het materiaalbeheerproces bij StandPlus is vandaag sterk gebaseerd op manuele handelingen en papieren workflows. Dit uit zich onder meer in tijdsintensieve controles bij outbound, een gebrek aan systematische verificatie bij retour en een afhankelijkheid van visuele controles en individuele ervaring van medewerkers.

Hoewel deze werkwijze in de praktijk functioneert en zelden leidt tot directe klantproblemen, gaat dit gepaard met een verhoogde arbeidsinzet, dubbele controles en een beperkte betrouwbaarheid van voorraadgegevens. De huidige statusopvolging in Rentman biedt voornamelijk procesmatige ondersteuning, maar geeft geen volledig en realtime inzicht in de exacte samenstelling en locatie van materialen in de keten.

Hierdoor worden afwijkingen niet systematisch of onmiddellijk gedetecteerd, maar eerder opgevangen in de operatie zelf. Dit resulteert in een minder efficiënte werking en een verhoogde interne werkdruk, ondanks het uitblijven van zichtbare fouten naar de klant.

In dit kader wordt nagegaan in welke mate RFID-technologie als geautomatiseerde oplossing kan bijdragen aan een efficiënter, beter controleerbaar en nauwkeuriger materiaalbeheerproces.

#### 4.5.2 Doelstellingen

Het hoofddoel van deze bachelorproef is het bepalen of, waar en in welke mate RFID-technologie het materiaalbeheer bij StandPlus kan verbeteren op het vlak van verwerkingstijd, arbeidsinzet en voorraadnauwkeurigheid. De pilotstudie richt zich in eerste instantie op BeMatrix-aluminiumkaders en losse profielen die samen kadersets vormen.

Om dit hoofddoel te bereiken, worden volgende deeldoelstellingen vooropgesteld:

##### 1. *Operationele doelstellingen:*

- Het verminderen van de verwerkingstijd van de outboundcontrole door de huidige manuele telling te vervangen door RFID-scanning.
- Het versnellen en vereenvoudigen van de retourregistratie door materialen bij binnenkomst automatisch te registreren via RFID.

##### 2. *Kwaliteitsdoelstellingen:*

- Het realiseren van een hoge scanbetrouwbaarheid (scan-completeness = 100%), waarbij alle materialen die vertrekken of terugkeren effectief geregistreerd worden.
- Het verbeteren van de voorraadnauwkeurigheid door systematische registratie bij retour en door het wegwerken van manuele registratiefouten.

##### 3. *Doelstellingen inzake arbeidsinzet:*

- Het verminderen van het aantal manuele handelingen en controlemomenten binnen het proces.
- Het verlagen van de effectieve controletijd (in minuten per project) bij outbound en retour.

##### 4. *Technische doelstellingen:*

- Het valideren van de technische haalbaarheid van RFID binnen de bestaande werking van StandPlus.
- Het onderzoeken van de integratiemogelijkheden met het huidige systeem (Rentman)
- Het opstellen van werkbare Standard Operating Procedure (SOP) voor tagging, scanning en verschillende scenario's in het proces

##### 5. *Besluitvormingsdoelstelling:*

- Het objectief beoordelen van de haalbaarheid en meerwaarde van RFID op procesmatig, technisch en economisch vlak.

## 5 Ontwerp van de RFID-oplossing

Op basis van de analyse van de huidige situatie en de geïdentificeerde knelpunten wordt in dit hoofdstuk de voorgestelde RFID-oplossing voor StandPlus uitgewerkt. De focus ligt op het ontwerp van het toekomstige (to-be) materiaalbeheerproces, de gekozen technische configuratie en de opzet van een pilotproject.

### 5.1 Afbakening en scope van het pilotproject

Het pilotproject richt zich uitsluitend op BeMatrix aluminium kaders en losse profielen die samen kadersets vormen. Deze materiaalcategorie is gekozen omdat zij:

- In grote volumes voorkomt (meer dan 3.000 kaders aanwezig in het magazijn).
- Een cruciale rol speelt in elk project.
- Vandaag manueel beheerd wordt als bulkmateriaal.
- Het grootste aandeel heeft in de tijdsintensieve outbound- en retourcontroles.

De pilot heeft een beperkte en gecontroleerde scope. Indien de resultaten positief zijn, kan de oplossing in een latere fase opgeschaald worden naar alle vaste kadersets en losse profielen binnen het magazijn.

### 5.2 Keuze voor RFID-technologie

RFID wordt binnen dit onderzoek toegepast als technologie om het materiaalbeheerproces te automatiseren. De keuze voor RFID is gebaseerd op de mogelijkheid om meerdere items gelijktijdig en zonder zichtcontact te identificeren, wat bijzonder relevant is in een omgeving met grote aantallen identieke materialen zoals bij StandPlus.

### 5.3 Technische inrichting van de pilot

#### 5.3.1 Leverancier

Voor dit pilotproject wordt samengewerkt met Geartracking, een gespecialiseerde aanbieder van RFID-oplossingen voor de evenementen- en verhuursector. Geartracking richt zich specifiek op het traceren en beheren van AV- en eventmateriaal in magazijnomgevingen. Een belangrijke reden voor deze keuze is dat Geartracking een dochteronderneming is van Rentman, waardoor een rechtstreekse integratie tussen RFID-hardware en het bestaande beheersysteem mogelijk is.

#### 5.3.2 Soort RFID-tag

Geartracking biedt verschillende types RFID-tags aan. Voor deze pilot werden twee opties geëvalueerd: een standaard hardtag en een on-metal RFID-sticker.

**Figuur 13**

*Hardtag*



Hardtags (zoals weergegeven in Figuur 13) worden vaak gebruikt voor kabels, trussen, luidsprekers en consoles. Door hun fysieke dikte zijn deze tags echter niet geschikt voor toepassing op BeMatrix aluminium kaders. De aanwezigheid van velcro op de kaders (waarop doeken worden bevestigd) maakt een uitstekende montage onmogelijk. Daarnaast is plaatsing aan de binnenzijde van het kader geen optie, omdat dit leidt tot sterke leesverstoringen.

*Noot.* Overgenomen uit Geartracking, z.d., *RM3 RFID Hardtag*,  
<https://geartracking.com/products/rm3-rfid-hardtag>

Deze beperkingen zijn te verklaren vanuit de werking van RFID op metaal, zoals beschreven in de literatuur (hoofdstuk 3). RFID-tags bevatten een antenne die afgestemd is op een specifieke frequentie. Wanneer een standaard RFID-tag rechtstreeks op een metalen oppervlak wordt geplaatst, beïnvloedt het metaal het elektromagnetisch veld rond de antenne. Dit fenomeen, gekend als detuning, leidt tot een sterk verminderde leesbaarheid. Bovendien reflecteert metaal radiosignalen, wat interferentie veroorzaakt en de energieoverdracht tussen lezer en tag verstoort.

Om deze reden is gekozen voor een RFID on-metal sticker (weergegeven in Figuur 14). Dit type tag is speciaal ontworpen voor metalen oppervlakken en bevat een isolerende bufferlaag tussen antenne en metaal. Deze laag voorkomt dat de antenne rechtstreeks door het aluminium wordt beïnvloed, waardoor een stabiele en betrouwbare communicatie mogelijk blijft.

De gebruikte on-metal stickers werken op UHF-RFID binnen de Europese frequentieband 865–868 MHz. In de literatuur (hoofdstuk 3) wordt deze frequentieband aangeduid als bijzonder geschikt voor logistieke toepassingen, omdat zij het mogelijk maakt om meerdere tags gelijktijdig en op grotere afstand te detecteren, wat essentieel is voor efficiënte en geautomatiseerde materiaalstromen.

**Figuur 14**

*RFID on-metal sticker*



*Noot.* Eigen foto.

### 5.3.3 Plaatsing van de RFID-tag

De plaatsing van de RFID-tag is cruciaal voor een betrouwbare werking. Verschillende posities op het BeMatrix-kader of een los profiel werden getest:

- Binnenzijde van het kader: De leesbaarheid is onvoldoende vanwege de afscherming door het aluminium profiel, dat zich gedraagt als een omgeving vergelijkbaar met een kooi van Faraday.
- Tussen de montagegaten: niet mogelijk wegens interferentie met koppelstukken en verbidingscomponenten die daar soms geplaatst worden.

Op basis van praktijktesten werd gekozen om de on-metal RFID-sticker te plaatsen net onder de velcro aan de buitenzijde van het kader (zie Figuur 15 en Figuur 16). Deze plaats biedt voldoende ruimte, interfereert niet met het gebruik van het kader en resulteerde tijdens tests in een 100% leesbetrouwbaarheid.

**Figuur 15**

*Plaatsing tag op kader*



**Figuur 16**

*Plaatsing tag op los profiel*



*Noot. Eigen foto's.*

### 5.3.4 RFID-reader en mobiele hardware

Voor de pilot wordt gebruikgemaakt van de Zebra RFD4030 UHF RFID Reader (weergegeven in Figuur 17), gekoppeld aan een Zebra TC27 mobiele scanner. Deze combinatie is gekozen omdat het:

- Geschikt is voor UHF-RFID (865–868 MHz).
- Flexibel inzetbaar is in een magazijnomgeving.
- Compatibel is met de Geartracking–Rentman integratie.
- Ideaal is voor testdoeleinden.

Een vaste poortscanner aan de laadkade is op dit moment nog in ontwikkeling bij Geartracking en maakt daarom geen deel uit van deze pilot. De handscanner laat toe om het proces realistisch te testen binnen de bestaande werking.

De RFID-reader zendt radiosignalen uit, waarop tags binnen het bereik automatisch reageren. Elk uniek tag-ID wordt door de reader geregistreerd en via de mobiele scanner doorgestuurd naar het systeem.

**Figuur 17**

*Zebra RFID-reader RFD4030*



*Noot.* Overgenomen uit Geartracking, z.d., *Zebra RFD4030 RFID Reader*, <https://geartracking.com/products/zebra-rfid-reader-rfd4030-rfd4030-g00b700-e8>

## 5.4 Ontwerp van het toekomstige proces (to-be)

### 5.4.1 Overgang van bulkitems naar geserialiseerde exemplaren

In de huidige situatie worden BeMatrix-kaders in Rentman beheerd als bulkitems, waarbij enkel aantallen geregistreerd worden. Deze aantallen worden manueel ingevoerd of gecorrigeerd op basis van tellingen. Deze werkwijze is compatibel met manuele processen, maar vormt een fundamentele beperking voor de inzet van RFID-technologie.

Voor een correcte toepassing van RFID is het noodzakelijk om over te schakelen naar geserialiseerde exemplaren. Concreet betekent dit dat elk fysiek kader als een afzonderlijk exemplaar wordt aangemaakt in Rentman en gekoppeld wordt aan een unieke RFID-tag. Hierdoor kan elk kader individueel worden opgevolgd op vlak van locatie, status en projectkoppeling.

De overgang van bulkitems naar exemplaren vereist bijzondere aandacht, aangezien deze ingreep een directe impact heeft op de voorraadnauwkeurigheid. In de praktijk zijn er twee mogelijke scenario's:

## **1. Gefaseerde introductie via nieuwe exemplaren**

Nieuwe of geselecteerde kaders worden als exemplaren aangemaakt en voorzien van RFID-tags, terwijl bestaande bulkitems behouden blijven. Deze aanpak is geschikt voor de pilotfase, maar resulteert tijdelijk in een situatie waarbij bulkitems en exemplaren naast elkaar bestaan.

## **2. Volledige conversie van bulkitems naar exemplaren**

Hierbij worden alle bestaande bulkitems in Rentman omgezet naar individuele exemplaren. Deze methode vereist dat alle materialen fysiek aanwezig moeten zijn in het magazijn, zodat elk kader correct kan worden geïnventariseerd, gesimaliseerd en getagd. Indien deze voorwaarde niet vervuld is, bestaat het risico op foutieve of onvolledige voorraadgegevens.

Vanuit operationeel oogpunt wordt aanbevolen om een volledige transitie te plannen tijdens een periode met lage operationele activiteit, zoals de zomermaanden. Dit laat toe om de voorraad grondig te controleren en de overgang naar exemplaren op een gecontroleerde en foutloze manier uit te voeren.

### **5.4.2 Aansturing vanuit Rentman en picking**

De opstart van het proces blijft ongewijzigd. Het proces start bij de projectvoorbereiding in Rentman, waar op basis van projectinformatie en materiaalbehoefte een orderpicklijst wordt gegenereerd. De projectstatus start als “Bevestigd”.

In de to-be situatie blijft de picking gebeuren met een papieren orderpicklijst. Scanning tijdens het picken wordt bewust niet ingevoerd, omdat RFID-lezers in de magazijngangen onbedoeld ook alle nabijgelegen kaders zouden detecteren. Alternatieven zoals manuele barcode-scanning per item zijn te tijdrovend.

### **5.4.3 RFID-scan in de verzamelzone**

Na afronding van het picken worden de karren met materialen naar de verzamelzone gebracht. In tegenstelling tot de huidige situatie, waar enkel aantallen gekend zijn en de bulkitems niet individueel getraceerd kunnen worden, vormt dit het eerste RFID-controlepunt.

Door een RFID-scan worden de individuele kaders en profielen gekoppeld aan het juiste project. Concreet betekent dit dat, wanneer een project bijvoorbeeld 20 kaders van een bepaald type vereist, exact die 20 gesimaliseerde kaders via RFID aan het project worden toegewezen. Zodra alle vereiste items zijn gescand, wordt de projectstatus automatisch aangepast naar “Klaargezet”.

Deze stap creëert voor het eerst een exact en betrouwbaar overzicht van welke specifieke serienummers van een bepaald item aan een project zijn toegewezen.

### **5.4.4 Outboundcontrole via RFID**

De manuele eindcontrole vóór het laden van de vrachtwagen wordt in de to-be situatie volledig vervangen door één RFID-scan uitgevoerd door één medewerker. De scanner valideert automatisch of alle vereiste materialen aanwezig zijn, er geen items ontbreken en of er geen extra materialen zijn toegevoegd.

Dit vervangt de huidige tweemans-telling en reduceert de controletijd aanzienlijk.

#### 5.4.5 Retourcontrole via RFID

Bij retour wordt het materiaal opnieuw gescand bij aankomst in het magazijn. In tegenstelling tot de huidige situatie, waarin geen systematische controle plaatsvindt, detecteert de RFID-scan automatisch of alle toegewezen materialen zijn teruggekeerd.

Ontbrekende, extra of foutief teruggekeerde items worden onmiddellijk zichtbaar. Hierdoor ontstaat een veel hogere voorraadnauwkeurigheid en worden afwijkingen niet langer pas laattijdig vastgesteld.

#### 5.5 Meetpunten binnen de pilot

Binnen het pilotproject worden volgende tijdsmetingen uitgevoerd:

- Verwerkingstijd van het scannen van materialen (zowel outbound, als retour).
- Scan-completeness van een project.
- Detecties van afwijkingen in gesimuleerde scenario's (ontbrekende items, extra items, verkeerde koppelingen,...)

Deze metingen vormen de basis voor de evaluatie van de RFID-oplossing in het volgende hoofdstuk.

## 6 Evaluatie van de RFID-oplossing

In het vorige hoofdstuk werd het ontwerp van de RFID-oplossing toegelicht. In dit hoofdstuk wordt de RFID-pilot geëvalueerd op basis van de uitgevoerde testen binnen de operationele context van StandPlus. Eerst wordt de opzet en uitvoering van de pilot toegelicht, waarna de resultaten van de metingen worden besproken. Vervolgens worden deze resultaten geanalyseerd en vertaald naar concrete inzichten en aanbevelingen voor verdere implementatie.

### 6.1 Opzet en uitvoering van de pilot

Het doel van deze pilot was het onderzoeken van de toepasbaarheid en efficiëntie van RFID-technologie binnen het materiaalbeheerproces van StandPlus. Concreet werd nagegaan in welke mate RFID een betrouwbare detectie van materialen mogelijk maakt en hoeveel tijdswinst gerealiseerd kan worden ten opzichte van de huidige manuele werkwijze.

De pilot werd uitgevoerd in het magazijn van StandPlus, onder omstandigheden die representatief zijn voor een normale werkdag. Hierbij werd gewerkt met BeMatrix-kaders en kadersets, conform de dagelijkse werking binnen het bedrijf. In totaal werden 100 items voorzien van RFID-tags, wat overeenkomt met de beschikbare testcapaciteit van de pilot.

De uitvoering van de pilot startte met het aanbrengen van de RFID-tags op de kaders en losse profielen. Deze tagging verliep vlot en nam ongeveer 27 minuten in beslag voor 100 items. Vervolgens werden de materialen geregistreerd in Rentman en omgezet naar individuele exemplaren via serialisatie, waarbij elk item gekoppeld werd aan een unieke RFID-tag.

Daarnaast werden verschillende posities voor de RFID-tags getest, zoals in de profielgleuven en aan de binnen- en buitenzijde van het kader, om na te gaan welke plaatsing de leesbaarheid het meest beïnvloedt. Uit deze tests bleek dat het plaatsen van de tag onder de velcroband aan de buitenzijde van het kader (zie eerder Figuur 15 en 16) de meest betrouwbare detectie opleverde, waardoor voor deze oplossing werd gekozen.

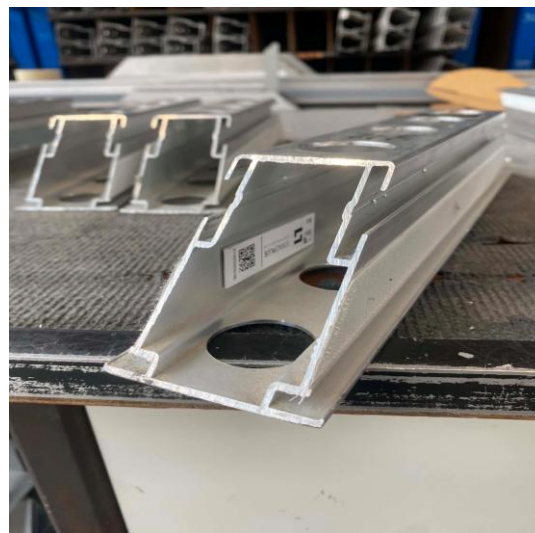
**Figuur 19**

*Voorbeeld van plaatsing RFID-sticker in profielgleuf*



**Figuur 18**

*Voorbeeld van plaatsing RFID-sticker aan de binnenkant*



*Noot. Eigen foto's.*

De resultaten van deze testen tonen aan dat tags in de profielgleuven of aan de binnenzijde van het kader (zie Figuur 18 en 19) nauwelijks of niet werden gedetecteerd. Enkel wanneer de RFID-lezer zich zeer dicht bij deze tags bevond, konden ze sporadisch worden uitgelezen. Om die reden werden deze posities als ongeschikt beschouwd en werd verder gewerkt met tags die onder de velcro aan de buitenzijde van het kader waren aangebracht.

Na deze selectie werd de pilot voortgezet met kaders die voorzien waren van correct geplaatste RFID-tags. Deze kaders werden opgesteld op transportkarren, conform de reële werksituatie binnen het magazijn van StandPlus.

De scanning werd uitgevoerd met een mobiele RFID-lezer volgens een bewegende scanmethode. Hierbij bewoog de gebruiker zich langs de transportkarren terwijl de lezer continu actief bleef. Door meerdere bewegingen langs de kaders uit te voeren, werden alle aanwezige tags gedetecteerd. Deze procedure werd herhaald om de betrouwbaarheid van de metingen te bevestigen.

Tijdens de uitvoering werden daarnaast verschillende praktijksituaties nagebootst, zoals het variëren van het aantal kaders en het simuleren van ontbrekende of extra items binnen een project. Deze scenario's worden verder toegelicht in het volgende onderdeel.

## 6.2 Resultaten van de pilot

### 6.2.1 Tijdsmetingen RFID-scanning

Tijdens de pilot werd de verwerkingstijd van RFID-scanning gemeten voor verschillende aantallen kaders (zoals weergegeven in Tabel 3).

**Tabel 3**

*Tijdsmeting RFID-scanning*

| Aantal kaders | Tijd RFID   |
|---------------|-------------|
| 25 kaders     | 3 seconden  |
| 50 kaders     | 22 seconden |
| 75 kaders     | 35 seconden |

Uit deze metingen blijkt dat RFID in staat is om grote aantallen materialen in korte tijd te detecteren. De variatie in scantijd is voornamelijk te verklaren door de praktische uitvoering van de scan. Zo werden kleinere aantallen kaders, zoals 25 stuks, op één transportkar geplaatst, waardoor deze snel en efficiënt gescand konden worden. Bij grotere aantallen kaders, die over meerdere transportkarren verdeeld waren, diende de gebruiker zich verder te verplaatsen en meerdere scanbewegingen uit te voeren, wat resulteerde in een langere scantijd.

De positionering van de kaders zelf had geen merkbare invloed op de leesprestaties, aangezien bij correcte plaatsing van de RFID-tags een consistente detectie werd vastgesteld.

### 6.2.2 Vergelijking met manuele telling

Op basis van de metingen uit hoofdstuk 4 werd een directe vergelijking gemaakt tussen RFID-scanning en de manuele telmethode (weergegeven in Tabel 4).

**Tabel 4**

*Vergelijking RFID versus Manuele Telling*

| Aantal kaders | RFID (sec) | Manueel (sec) | Tijdsbesparing |
|---------------|------------|---------------|----------------|
| 25            | 3          | +/- 180       | 98%            |
| 50            | 22         | 120-300       | 85% tot 93%    |
| 75            | 35         | 300-600       | 88% tot 94%    |

De vergelijking tussen RFID-scanning en manuele telling toont een duidelijk verschil in zowel efficiëntie als betrouwbaarheid. RFID levert een tijdsbesparing op van meer dan 85%, en in sommige gevallen tot bijna 98%. Waar manuele telling meerdere minuten in beslag neemt, blijft RFID beperkt tot enkele seconden tot minder dan één minuut. Dit verschil is te verklaren doordat RFID meerdere items gelijktijdig kan detecteren, terwijl manuele telling sequentieel gebeurt.

Daarnaast blijkt dat manuele telling sterk variabel is. De verwerkingstijd wordt beïnvloed door factoren zoals de samenstelling van de lading, zoekwerk en werkdruk. RFID daarentegen levert stabiele en voorspelbare resultaten, wat zorgt voor een meer gecontroleerd en planbaar proces.

Ook op vlak van nauwkeurigheid biedt RFID een duidelijke meerwaarde. Doordat elk item automatisch en uniek geregistreerd wordt, vermindert het risico op fouten die typisch zijn bij manuele telling, zoals miscommunicatie of visuele inschattingen.

Deze combinatie van tijdswinst en verhoogde betrouwbaarheid zorgt voor een efficiëntere werking en een lagere werkdruk, vooral bij grotere aantallen materialen. RFID is daardoor bijzonder geschikt voor de context van StandPlus, waar gewerkt wordt met grote volumes identiek materiaal.

### 6.2.3 Resultaten van testscenario's

De uitgevoerde testscenario's (verder in dit hoofdstuk in detail toegelicht) bevestigen de praktische meerwaarde van RFID:

- In een standaardsituatie werden alle items correct gedetecteerd
- Ontbrekende items werden onmiddellijk zichtbaar
- Extra items werden automatisch herkend als niet-gepland
- Bij retour konden afwijkingen direct vastgesteld worden
- Bij vermenging van projecten bleef correcte identificatie mogelijk

Deze scenario's tonen aan dat RFID naast snelheid ook een duidelijke meerwaarde biedt op vlak van controle en foutdetectie.

### 6.3 Testscenario's

Tijdens de pilot werden ook verschillende testscenario's uitgewerkt om de werking van de RFID-oplossing in uiteenlopende praktijksituaties te evalueren. Deze scenario's zijn gebaseerd op zowel standaardprocessen als mogelijke afwijkingen die zich in de dagelijkse werking van StandPlus kunnen voordoen.

#### 6.3.1 Basissituatie: volledige en correcte picking

In een eerste testscenario werd de standaardsituatie gesimuleerd waarbij alle kaders correct aanwezig zijn en voorzien van een correct geplaatste RFID-tag. Het doel van dit scenario was om na te gaan of de RFID-oplossing in een ideale situatie alle materialen snel en volledig kan detecteren.

Tijdens deze test bleek dat alle materialen efficiënt en zonder problemen konden worden gescand, wat wijst op een zeer hoge betrouwbaarheid.

#### 6.3.2 Variatie in aantal kaders: snelheid

In een tweede scenario werd onderzocht hoe de prestaties van de RFID-oplossing evolueren naarmate het aantal te scannen kaders toeneemt. Hiervoor werden testen uitgevoerd met 25, 50 en 75 kaders.

Het doel van deze scenario's was het evalueren van de scansnelheid en het inschatten van de potentiële tijdswinst ten opzichte van manuele telling. Deze resultaten vormen een belangrijke basis voor de verdere kosten-batenanalyse, aangezien ze inzicht geven in de mogelijke besparingen in arbeidstijd binnen het bedrijf.

#### 6.3.3 Ontbrekend item

Een volgend scenario simuleerde een situatie waarbij een item ontbreekt tijdens het pickproces, bijvoorbeeld wanneer er minder kaders aanwezig zijn dan voorzien voor een bepaald project.

Bij het uitvoeren van de scan blijft het ontbrekende item (zonder serienummer – want er is nog geen koppeling gemaakt) zichtbaar in het overzicht van de scanner. Reeds gescande items kunnen onmiddellijk geboekt worden naar een volgende projectstatus, terwijl de ontbrekende items als openstaand worden weergegeven (zoals weergegeven in Figuur 20).

**Figuur 20**

*RFID-scanner detecteert een ontbrekend item binnen een project*



*Noot.* Eigen foto.

Deze functionaliteit zorgt ervoor dat de hoeveelheid ontbrekende materialen onmiddellijk worden gedetecteerd tijdens het scanproces. In tegenstelling tot de huidige werkwijze, waarbij dergelijke fouten vaak pas aan het licht komen bij een latere controle of zelfs op locatie, kan nu meteen worden ingegrepen. Dit voorkomt bijkomend tijdsverlies en verhoogt de betrouwbaarheid van het proces.

#### 6.3.4 Extra item

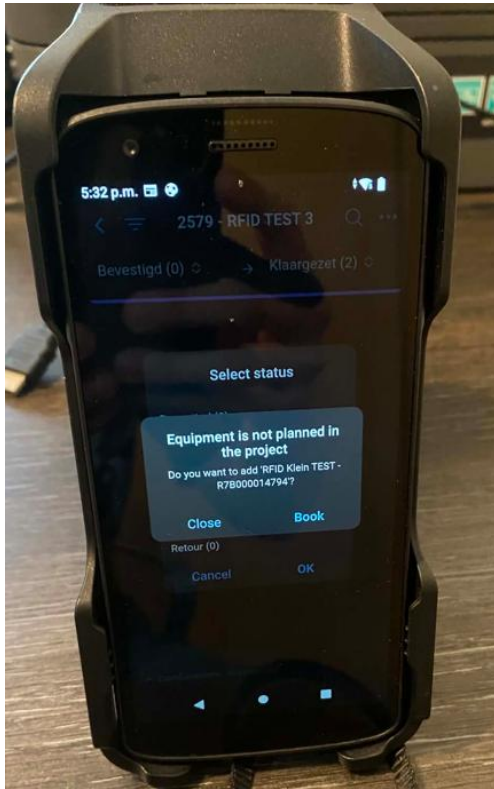
In dit scenario werd een situatie gesimuleerd waarbij een extra item aanwezig is dat niet tot het oorspronkelijke project behoort.

De scanner detecteert deze items als “unscheduled items scanned”. Indien gewenst kunnen deze alsnog toegevoegd worden aan het project, zoals Figuur 21 aangeeft. De directe synchronisatie met Rentman zorgt ervoor dat deze wijziging onmiddellijk verwerkt wordt in het systeem.

Hoewel dergelijke situatie in de praktijk minder kritisch is voor de uitvoering op locatie, kan ze wel impact hebben op de voorraadnauwkeurigheid binnen het magazijn. Het tijdig detecteren van extra items maakt het mogelijk om voorraadverschillen te vermijden en materialen correct toe te wijzen.

**Figuur 21**

*RFID-scanner detecteert een niet-gepland (extra) item binnen een project*



*Noot.* Eigen foto.

#### 6.3.5 Ontbrekend item bij retour

Een bijkomend scenario richtte zich op de retourfase, waarbij materialen na gebruik opnieuw in het magazijn worden geplaatst. In de huidige werkwijze gebeurt hierbij geen systematische controle, waardoor ontbrekende materialen vaak onopgemerkt blijven.

Met behulp van RFID kan na het lossen van de transportkarren een snelle scan uitgevoerd worden. De scanner geeft hierbij een overzicht van de materialen die ontbreken, inclusief de gekoppelde serienummers. De gebruiker heeft de mogelijkheid om ontbrekende items opnieuw te scannen of deze te markeren als verloren.

Deze aanpak zorgt voor een correcte en actuele registratie in Rentman en maakt het mogelijk om verlies van materialen onmiddellijk te detecteren en administratief te verwerken.

#### 6.3.6 Vermenging van projecten

In een laatste scenario werd rekening gehouden met situaties waarbij materialen van verschillende projecten gelijktijdig worden vervoerd en mogelijk vermengd raken. Dit komt bijvoorbeeld voor wanneer meerdere projecten op dezelfde locatie worden afgebroken.

Bij het individueel scannen per project kunnen meldingen optreden wanneer materialen niet overeenkomen met de geplande lijst. Daarnaast biedt het systeem de mogelijkheid om een algemene retourscan uit te voeren, waarbij alle aanwezige materialen tegelijk worden gescand. Hierbij wordt een overzicht gegenereerd van ontbrekende items per project.

Deze flexibiliteit maakt het mogelijk om ook in complexe praktijksituaties een correct overzicht te behouden van de aanwezige en ontbrekende materialen.

#### 6.4 Analyse van de resultaten

De resultaten van de pilot tonen aan dat RFID-technologie een aanzienlijke verbetering biedt ten opzichte van de huidige manuele werkwijze.

Op vlak van efficiëntie is het verschil zeer uitgesproken. RFID maakt het mogelijk om meerdere items gelijktijdig te detecteren, terwijl manuele telling sequentieel en visueel gebeurt. Hierdoor bedraagt de tijdsbesparing in de gemeten scenario's meer dan 85%, en in sommige gevallen zelfs tot 98%. Deze winst wordt vooral belangrijk bij grotere aantallen materialen.

Daarnaast blijkt dat manuele telling sterk variabel is, afhankelijk van factoren zoals werkdruk, overzicht en ervaring van de medewerker. RFID daarentegen levert consistente en voorspelbare resultaten op. Dit verhoogt niet alleen de snelheid, maar ook de betrouwbaarheid en planbaarheid van het proces.

Een bijkomend voordeel is de automatische koppeling met Rentman. Door deze integratie worden gescande items onmiddellijk geregistreerd, waardoor manuele verwerking en mogelijke fouten worden uitgesloten.

De impact van deze verbeteringen is aanzienlijk. De tijdswinst vertaalt zich rechtstreeks in een lagere werkdruk voor magazijniers en een snellere doorlooptijd van projecten, vooral tijdens piekperiodes. Daarnaast leidt de verhoogde nauwkeurigheid tot een betere voorraadcontrole en een snellere detectie van afwijkingen.

#### 6.5 Belangrijkste inzichten en reflectie

Tijdens de uitvoering van de pilot werden verschillende belangrijke inzichten verworven met betrekking tot de praktische werking van de RFID-oplossing binnen de context van StandPlus.

Een eerste cruciaal inzicht betreft het gedrag van RFID in een metalen omgeving. De testen tonen aan dat de positionering van de RFID-tags een bepalende invloed heeft op de detecteerbaarheid. Tags die geplaatst werden in profielgleuven of aan de binnenzijde van het kader werden minder goed of slechts op korte afstand gedetecteerd. Dit kan verklaard worden door interferentie van metalen oppervlakken, die het radiosignaal verstoren. Deze bevinding sluit aan bij de literatuur, waarin wordt aangegeven dat RFID gevoelig is voor storingen door metaal en dat een correcte afstemming van tagplaatsing en omgeving essentieel is voor een goede werking.

Daartegenover werd vastgesteld dat tags die correct geplaatst werden, met name onder de velcro aan de buitenzijde van het kader, een zeer betrouwbare detectie mogelijk maken. Dit benadrukt dat tagging niet louter een voorbereidende stap is, maar een bepalende factor voor het succes van de volledige oplossing.

Wat betreft de praktische toepassing werd de scanervaring als gebruiksvriendelijk en efficiënt ervaren. Het bewegend scannen langs transportkarren verloopt vanzelfsprekend en sluit goed aan bij de bestaande werkwijze in het magazijn. Er wordt verwacht dat medewerkers deze methode snel zullen aanleren en integreren in hun dagelijkse activiteiten.

Tegelijkertijd werd vastgesteld dat, ondanks de automatisering, de menselijke factor een rol blijft spelen. Om een volledige detectie te garanderen, is het noodzakelijk dat de gebruiker de scanbeweging zorgvuldig uitvoert. Te snel scannen kan ertoe leiden dat bepaalde tags niet onmiddellijk worden gedetecteerd.

Een bijkomend inzicht is dat de RFID-oplossing efficiënt blijft bij grotere aantallen materialen. Doordat meerdere tags gelijktijdig worden uitgelezen, neemt de verwerkingstijd slechts beperkt toe.

Tot slot blijkt dat de bevindingen uit de pilot in grote mate overeenkomen met de inzichten uit de literatuur. RFID biedt duidelijke voordelen op vlak van snelheid, automatisering en betrouwbaarheid, maar vereist een doordachte implementatie en afstemming op de specifieke werkomgeving.

## 6.6 Aanbevelingen

Op basis van de inzichten uit de pilot kunnen een aantal concrete aanbevelingen worden geformuleerd voor de verdere implementatie van RFID binnen StandPlus.

In de eerste plaats is het essentieel om de plaatsing van RFID-tags te standaardiseren. Een uniforme plaatsing onder de velcro aan de buitenzijde van het kader garandeert een betrouwbare detectie en voorkomt problemen met leesbaarheid.

Daarnaast wordt aanbevolen om medewerkers te voorzien van een gerichte opleiding. Hoewel de scanning intuïtief is, draagt een correcte en consistente uitvoering bij aan een volledige en betrouwbare registratie van materialen.

Verder is het aangewezen om bijkomende testen uit te voeren op grotere schaal en met meerdere gelijktijdige projecten. Dit laat toe om de prestaties van RFID in complexere praktijksituaties verder te valideren.

Ook de instellingen van de RFID-lezer, zoals de antennesterkte, vormen een belangrijk aandachtspunt voor verdere optimalisatie. Binnen het kader van deze pilot lag de focus op de praktische toepasbaarheid en basiswerking van de technologie, waardoor deze parameters niet systematisch werden onderzocht. Aangezien deze instellingen een invloed kunnen hebben op het leesbereik en de detectiekwaliteit, vormen zij een logisch aandachtspunt voor verdere implementatie en optimalisatie.

Daarnaast dient rekening gehouden te worden met de beperkingen van de pilot. De testen werden uitgevoerd met een beperkte set van 100 items en binnen een gecontroleerde omgeving. Verdere validatie in een dynamische bedrijfsomgeving is noodzakelijk om de resultaten te bevestigen.

Tot slot kan overwogen worden om in een latere fase vaste RFID-poorten te implementeren aan de laad- en loskaaien. Dit kan de automatisering verder verhogen en de afhankelijkheid van manuele scanning verminderen.

## 7 Kosten-batenanalyse

In de voorgaande hoofdstukken werd de werking en meerwaarde van de RFID-oplossing binnen StandPlus geëvalueerd. In dit hoofdstuk wordt de economische haalbaarheid van deze oplossing geanalyseerd aan de hand van een kosten-batenanalyse. Hierbij worden eerst de kosten besproken, gevolgd door de baten en een algemene afweging van het geheel.

### 7.1 Kosten

De kosten verbonden aan de implementatie van RFID kunnen worden onderverdeeld in drie categorieën: investeringskosten, exploitatiekosten en kosten voor verdere optimalisatie en uitbreiding.

#### 7.1.1 Investeringskosten

De implementatie van de RFID-oplossing vereist een initiële investering in hardware en RFID-tags. De belangrijkste kost bestaat uit het aankopen van on-metal RFID-tags, die op alle relevante materialen worden aangebracht. Voor de volledige implementatie binnen StandPlus zijn in totaal 4.226 on-metal RFID-tags nodig (A. Verheye, persoonlijke communicatie, 2026), met een kostprijs van €1,88 per stuk, gebaseerd op een offerte van Geartracking (J. Bax, persoonlijke communicatie, 2026). Dit resulteert in een totale kost van ongeveer €7.944.

Daarnaast is gespecialiseerde hardware vereist voor het uitlezen van de tags. Hiervoor zijn twee RFID-lezers (Zebra RFD4030) voorzien, met een totale kost van ongeveer €1.798. Deze lezers worden gecombineerd met mobiele scanners (Zebra TC27), waarvan twee toestellen worden voorzien aan een totale kost van ongeveer €1.698 (J. Bax, persoonlijke communicatie, 2026).

Aanvullende randapparatuur, zoals laadstations en adapters, is noodzakelijk voor het gebruik van de toestellen. Deze kosten worden geraamd op ongeveer €600 (J. Bax, persoonlijke communicatie, 2026).

Wat betreft softwarekosten maakt StandPlus reeds gebruik van Rentman, waarop de RFID-functionaliteit geïntegreerd kan worden. Hierdoor zijn geen bijkomende investeringen vereist voor afzonderlijke software of middleware.

Naast de aankoop van hardware dient ook rekening gehouden te worden met installatiekosten. De aangekochte RFID-tags en hardware moeten namelijk binnen het bedrijf geïmplementeerd worden.

In deze case beperken de installatiekosten zich echter voornamelijk tot de interne arbeidskosten, aangezien geen externe partijen vereist zijn voor de implementatie. De RFID-tags worden door de medewerkers zelf aangebracht op de materialen en gekoppeld in Rentman. Hierdoor bestaan de installatiekosten hoofdzakelijk uit het uurloon van de betrokken werknemers en de benodigde tijd voor het aanbrengen en registreren van de tags.

Tijdens de pilot werd vastgesteld dat 100 tags in ongeveer 27 minuten konden worden geplaatst. Dit komt overeen met een gemiddelde tijd van 0,27 minuten per tag. Voor 4.226 tags resulteert dit in een totale taggingtijd van ongeveer 19 uren. Aan een gemiddelde loonkost van €33,50 per uur komt dit neer op een implementatiekost van ongeveer €637.

De totale initiële investering voor de implementatie van de RFID-oplossing (zoals weergegeven in Tabel 5) bedraagt daarmee: €12.677.

**Tabel 5**

*Overzicht van de investeringskosten RFID-oplossing*

| Onderdeel                                   | Aantal | Eenheidsprijs (€) | Totale kost (€) |
|---------------------------------------------|--------|-------------------|-----------------|
| <b>On-metal RFID-tags</b>                   | 4.226  | €1,88             | 7.944           |
| <b>RFID-lezers</b>                          | 2      | 899               | 1.798           |
| <b>Mobiele scanners</b>                     | 2      | 849               | 1.698           |
| <b>Randapparatuur (laders, adapters,..)</b> | -      | -                 | 600             |
| <b>Installatiekosten (arbeid)</b>           | 19     | 33,50             | 637             |
| <b>Totaal</b>                               | -      | -                 | 12.677          |

### 7.1.2 Exploitatiekosten

Naast de initiële investering dient rekening gehouden te worden met de jaarlijkse exploitatiekosten van het RFID-systeem. Deze kosten omvatten voornamelijk onderhoud van de hardware, softwarekosten en een beperkte organisatorische impact.

De gebruikte RFID-hardware is ontworpen voor professioneel gebruik en kan als duurzaam worden beschouwd. Hierdoor blijven onderhoudskosten relatief beperkt. Exacte onderhoudskosten zijn moeilijk te bepalen, aangezien deze afhankelijk zijn van gebruiksintensiteit en slijtage. In deze studie wordt uitgegaan van een beperkte onderhoudsinspanning zonder significante externe kosten.

Daarnaast dient rekening gehouden te worden met een terugkerende softwarekost binnen de bestaande Rentman-omgeving. Voor de RFID-functionaliteit wordt een bijkomende kost van €9 per maand aangerekend, wat neerkomt op €108 per jaar (J. Bax, persoonlijke communicatie, 2026). In verhouding tot de totale investering blijft deze kost zeer beperkt.

Ook de vervanging van beschadigde of verloren RFID-tags vormt een mogelijke terugkerende kost. Aangezien geen concrete bedrijfsdata beschikbaar is over de mate van slijtage, kan deze kost niet exact gekwantificeerd worden. Gezien de lage prijs per tag en het duurzame karakter van de materialen wordt deze kost echter als beperkt ingeschat.

Tot slot dient aandacht besteed te worden aan organisatorische aspecten zoals opleiding en change management. Hoewel geen significante opleidingskosten verwacht worden, vereist de implementatie van RFID een beperkte aanpassing van werkprocessen en een korte leercurve voor medewerkers. Deze inspanningen situeren zich voornamelijk intern en brengen geen bijkomende externe kosten met zich mee.

Samenvattend kunnen de exploitatiekosten als beperkt worden beschouwd, waarbij de enige concreet kwantificeerbare terugkerende kost zich situeert in de softwarevergoeding van €108 per jaar.

#### 7.1.3 Kosten voor innovatie en uitbreiding

De implementatie van de RFID-oplossing binnen StandPlus dient niet beschouwd te worden als een eenmalige ingreep, maar als een systeem dat in de toekomst verder kan worden uitgebreid en geoptimaliseerd. Deze uitbreidingen brengen bijkomende kosten met zich mee, die echter gepaard gaan met een potentiële toename in efficiëntie en controle.

In de huidige analyse werd de toepassing bewust beperkt tot BeMatrix-kaders en profielen. Hoewel er ook voor andere materiaalcategorieën data beschikbaar is, vereisen deze vaak andere types RFID-tags en een aangepaste technische aanpak (plaatsing tags). Aangezien deze varianten niet binnen het kader van deze studie werden onderzocht, werden zij niet opgenomen in de kosten-batenanalyse. Bij uitbreiding naar andere materiaalgroepen zullen bijkomende RFID-tags moeten worden aangekocht, evenals extra tijdsinvesteringen nodig zijn voor het aanbrengen en registreren van deze tags.

Deze taggingactiviteit vormt een bijkomende kost in de uitbreidingsfase en kan beschouwd worden als een voortzetting van de initiële implementatie. De exacte kost is afhankelijk van het aantal materialen en kon in deze studie niet nauwkeurig worden bepaald. Naarmate het systeem verder wordt uitgebreid, kan echter verwacht worden dat de baten proportioneel toenemen door een bredere toepassing van de technologie.

Daarnaast kan StandPlus in de toekomst opteren voor een alternatieve configuratie waarbij gebruik wordt gemaakt van vaste RFID-poorten aan laad- en loszones in plaats van mobiele scanners. Deze systemen maken het mogelijk om materialen automatisch te registreren bij passage, wat leidt tot een hogere mate van automatisering en procescontrole.

Het gebruik van vaste RFID-zones brengt echter bijkomende investeringskosten met zich mee, onder andere voor infrastructuur, installatie en systeemintegratie. Aangezien deze technologie binnen Geartracking momenteel nog in ontwikkeling is en er geen concrete prijsgegevens beschikbaar zijn, werd deze optie niet verder gekwantificeerd in deze studie.

Op basis van indicatieve prijsinformatie bij andere leveranciers, zoals Turck Vilant Systems (persoonlijke communicatie, 2026), kan gesteld worden dat de investeringskost voor dergelijke systemen doorgaans ligt tussen €4.000 en €7.000 per opstelling, afhankelijk van de configuratie en toepassing. Deze bedragen zijn echter niet rechtstreeks vergelijkbaar met de situatie bij StandPlus en werden daarom niet meegenomen in de kostenberekening.

Tot slot vereist een RFID-systeem continue evaluatie en optimalisatie om maximaal rendement te realiseren. Dit omvat onder andere het aanpassen van werkprocessen, het verbeteren van datakwaliteit en het verder integreren van de technologie in de bedrijfsvoering. Hoewel deze inspanningen moeilijk in financiële termen uit te drukken zijn, dragen ze bij aan een efficiënter en beter beheersbaar systeem op lange termijn.

## 7.2 Baten

Naast de kosten brengt de implementatie van de RFID-oplossing binnen StandPlus ook verschillende baten met zich mee. Deze baten kunnen zowel rechtstreeks als onrechtstreeks bijdragen aan een efficiënter materiaalbeheer. In dit hoofdstuk wordt eerst de directe tijdswinst gekwantificeerd, waarna ook de indirecte voordelen worden besproken.

### 7.2.1 Tijdswinst en arbeidsbesparing

De belangrijkste meerwaarde van de RFID-oplossing ligt in de gerealiseerde tijdswinst en de vermindering van de arbeidsinzet. Om deze impact zo nauwkeurig mogelijk te bepalen, werd de analyse gebaseerd op de verwerkingstijd per individueel materiaal (kader of profiel).

Uit de uitgevoerde metingen blijkt dat de tijd voor manuele telling sterk kan variëren, afhankelijk van factoren zoals het aantal te tellen kaders, type kaders, werkdruk en de werkwijze van de medewerkers. Voor de berekening werd gebruik gemaakt van een meting met een groot aantal kaders (202 stuks), aangezien deze beter aansluit bij de werkelijke praktijk en een realistischer beeld geeft van de verwerkingstijd per individueel materiaal.

Concreet werd vastgesteld dat 202 kaders manueel werden geteld in 14 minuten en 11 seconden. Dit komt overeen met: **4,21 seconden per kader** (851 seconden/202 kaders). Aangezien de manuele telling in de praktijk door twee personen wordt uitgevoerd, bedraagt de effectieve arbeidstijd: **8,42 seconden per kader**.

Voor RFID-scanning werd vastgesteld dat 75 kaders in 35 seconden kunnen worden gescand door één persoon. Dit resulteert in **0,47 seconden per kader** (35 seconden/75 kaders)

**Tabel 6**

*Vergelijking verwerkingstijd per kader*

| Methode         | Aantal personen | Tijd per kader | Totale arbeidstijd |
|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|
| Manuele telling | 2               | 4,21 seconden  | 8,42 seconden      |
| RFID-scanning   | 1               | 0,47 seconden  | 0,47 seconden      |

Uit deze vergelijking (zie Tabel 6) blijkt dat RFID-scanning de arbeidstijd per kader aanzienlijk reduceert. De gemiddelde besparing bedraagt: **7,95 seconden arbeid per kader**.

### 7.2.2 Jaarlijkse tijdswinst en financiële impact

Op basis van de verwerkingstijd per individueel materiaal (zoals bepaald in paragraaf 7.2.1) kan de jaarlijkse impact van de RFID-oplossing worden gekwantificeerd. Hiervoor wordt uitgegaan van het totale aantal verwerkte materialen binnen StandPlus in 2025.

In dit jaar werden volgende aantallen geregistreerd:

- 13.405 BeMatrix-kaders
- 3.889 losse profielen

Dit komt overeen met een totaal van 17.294 verwerkte materialen.

Uit de vergelijking tussen manuele telling en RFID-scanning werd vastgesteld dat de gemiddelde arbeidsbesparing ongeveer 7,95 seconden per item bedraagt. Deze besparing houdt rekening met zowel de verwerkingstijd als het aantal benodigde medewerkers per methode.

Op basis hiervan kan de totale jaarlijkse tijdswinst als volgt worden berekend:

- 17.294 items x 7,95 seconden = 38 uur en 19 minuten

Deze tijdswinst vertaalt zich rechtstreeks naar een besparing in arbeidskosten. Bij een gemiddelde loonkost van €33,50 per uur resulteert dit in: €1.280 jaarlijkse besparing. Deze berekening wordt samengevat in onderstaande tabel (Tabel 7)

**Tabel 7**

*Jaarlijkse impact van RFID-implementatie*

| Parameter                  | Waarde               |
|----------------------------|----------------------|
| Totaal aantal items (2025) | 17.294               |
| Arbeidsbesparing per item  | 7,95 seconden        |
| Totale tijdswinst          | 38 uur en 19 minuten |
| Loonkost per uur           | €33,50               |
| Jaarlijkse besparing       | €1.280               |

Hoewel deze besparing op het eerste gezicht beperkt lijkt in verhouding tot de initiële investering, dient deze in de juiste context geïnterpreteerd te worden. De berekening beperkt zich uitsluitend tot de verwerking van kaders en profielen.

In de praktijk omvat een project binnen StandPlus een veel bredere set van materialen, zoals elektramateriaal, schrijnwerk, klantspecifiek materiaal,... Indien RFID op deze volledige materiaalstroom wordt toegepast, kan de totale tijdswinst en financiële impact aanzienlijk groter zijn.

Daarnaast houdt deze berekening geen rekening met indirecte voordelen, zoals foutreductie, efficiëntere workflows en betere controle op materiaalstromen. Deze elementen, die verder worden besproken in de volgende paragrafen, kunnen op termijn een grotere impact hebben dan de directe tijdsbesparing.

Ten slotte dient ook opgemerkt te worden dat RFID-scanning leidt tot een meer betrouwbare en voorspelbare verwerkingstijd, in tegenstelling tot de manuele werkwijze die sterk afhankelijk is van de omstandigheden.

### 7.2.3 Verbeterde controle en foutreductie

Naast de directe tijdswinst vormt de mogelijkheid tot systematische controle een belangrijke meerwaarde van de RFID-oplossing. Tijdens de pilot werd aangetoond dat de scanner onmiddellijk inzicht biedt in ontbrekende of extra items binnen een project, waardoor afwijkingen niet langer verborgen blijven in het proces.

In de huidige werkwijze worden dergelijke fouten vaak pas later vastgesteld, bijvoorbeeld bij de opbouw op locatie of tijdens een bijkomende controle. Dit betekent dat fouten zich reeds doorheen meerdere processtappen hebben voortgezet, wat leidt tot extra werk, verstoringen in de planning en inefficiënt gebruik van materialen. De impact van een fout wordt hierdoor groter naarmate deze later wordt ontdekt.

RFID doorbreekt dit patroon door controle te integreren in het proces zelf. Afwijkingen worden onmiddellijk zichtbaar en kunnen in een vroeg stadium gecorrigeerd worden. Dit zorgt niet alleen voor tijdswinst, maar vooral voor een verschuiving van een reactieve naar een proactieve werkwijze. Het proces wordt beter beheersbaar en minder afhankelijk van achterafcontroles, wat de betrouwbaarheid en voorspelbaarheid van de uitvoering aanzienlijk verhoogt.

### 7.2.4 Optimalisatie van voorraadbeheer

De implementatie van RFID heeft daarnaast een duidelijke impact op de manier waarop de voorraad wordt beheerd. Waar de huidige situatie sterk afhankelijk is van manuele registraties en periodieke controles, maakt RFID een continue en gedetailleerde opvolging van materialen mogelijk.

Doordat elk materiaal individueel wordt geïdentificeerd en automatisch geregistreerd, ontstaat een accurater en actueler beeld van de voorraad. Dit vermindert de afhankelijkheid van menselijke handelingen, die vaak de oorzaak zijn van afwijkingen in de voorraadadministratie. Het resultaat is een hogere betrouwbaarheid van de beschikbare data.

Deze verbeterde datakwaliteit heeft directe gevolgen voor de werking van het bedrijf. Afwijkingen worden sneller gedetecteerd, waardoor fouten niet onopgemerkt blijven in het proces. Tegelijk zorgt een beter overzicht van de beschikbare materialen ervoor dat deze efficiënter kunnen worden ingezet, wat de kans op miscommunicatie en verkeerde toewijzing van materialen vermindert.

De meerwaarde situeert zich echter vooral in de overgang naar een meer proactief voorraadbeheer. In plaats van achteraf vast te stellen dat materialen ontbreken of verkeerd zijn toegewezen, kan actief gestuurd worden op basis van actuele informatie. Dit maakt het mogelijk om processen beter te plannen, sneller bij te sturen en middelen doelgerichter in te zetten, wat bijdraagt aan een hogere operationele efficiëntie.

### 7.2.5 Indirecte organisatorische voordelen

Naast de direct meetbare effecten zijn er ook indirecte voordelen verbonden aan de implementatie van RFID. Zo draagt het wegvallen van manuele tellingen bij aan een verlaging van de werkdruk en een vermindering van fouten, wat de mentale belasting voor medewerkers beperkt.

Daarnaast kan een efficiënter en meer geautomatiseerd proces bijdragen aan een betere inzet van beschikbare arbeidskrachten. In een sector waar logistiek personeel moeilijk te vinden is, kan dit een belangrijke meerwaarde vormen.

Tot slot draagt de verhoogde transparantie in materiaalstromen bij aan een professionelere en beter beheersbare werking, wat op lange termijn kan leiden tot verdere optimalisaties binnen de organisatie.

### 7.3 Evaluatie van de kosten en baten

Wanneer de kosten en baten van de RFID-oplossing tegenover elkaar worden geplaatst, kan vastgesteld worden dat de initiële investering van €12.677 relatief hoog is in verhouding tot de direct kwantificeerbare jaarlijkse besparing van €1.280.

Op basis van deze cijfers bedraagt de terugverdientijd van de investering ongeveer 9,4 jaar. Deze berekening is echter gebaseerd op een conservatieve inschatting en houdt uitsluitend rekening met de tijdswinst bij het tellen van BeMatrix-kaders en profielen.

De werkelijke meerwaarde van de RFID-oplossing ligt immers niet enkel in de directe besparing van arbeidskosten, maar ook in een reeks indirecte voordelen. Zo leidt de implementatie tot een betere controle van materiaalstromen, een vermindering van fouten en een hogere betrouwbaarheid van de voorraadgegevens. Deze elementen dragen bij aan een efficiënter en beter beheersbaar proces, hoewel ze moeilijk exact in financiële termen uit te drukken zijn.

Daarnaast neemt de impact van de RFID-oplossing toe naarmate de technologie breder wordt toegepast binnen het bedrijf. Indien ook andere materiaaltypes in het systeem worden geïntegreerd, kan de totale tijdswinst en bijgevolg de financiële besparing aanzienlijk toenemen. De schaalbaarheid van het systeem speelt hierin een cruciale rol.

Ook de relatief lage exploitatiekosten dragen bij aan de economische haalbaarheid van de oplossing. De beperkte terugkerende kosten, zoals de softwarevergoeding en eventuele vervanging van tags, zorgen ervoor dat de initiële investering niet sterk wordt belast door bijkomende uitgaven op lange termijn.

Tot slot dient de implementatie van RFID niet uitsluitend als een kostenbesparende investering beoordeeld te worden, maar ook als een strategische keuze. In een context waar efficiëntie, nauwkeurigheid en flexibiliteit steeds belangrijker worden, biedt de technologie een duidelijke meerwaarde voor de verdere professionalisering van het materiaalbeheer binnen StandPlus.

Samenvattend kan gesteld worden dat de RFID-oplossing op korte termijn een beperkte directe return on investment genereert, maar op lange termijn een significante bijdrage levert aan de optimalisatie van processen en de operationele efficiëntie van het bedrijf.

## 8 Conclusie en aanbevelingen

Deze bachelorproef had als doel te onderzoeken hoe RFID-technologie kan bijdragen aan het optimaliseren van het materiaalbeheerproces bij StandPlus. De centrale onderzoeksvraag luidde dan ook: “Hoe kan RFID-technologie bijdragen aan het optimaliseren van het materiaalbeheerproces bij StandPlus?” Op basis van de analyse van de huidige situatie, de uitgevoerde metingen en de resultaten van de RFID-pilot kan geconcludeerd worden dat de huidige werkwijze duidelijke beperkingen vertoont op vlak van efficiëntie, controle en voorraadnauwkeurigheid.

Het bestaande materiaalbeheerproces is sterk afhankelijk van manuele handelingen en visuele controles, waardoor de controles tijdsintensief zijn.. Dit leidt tot een variabele verwerkingstijd en maakt het moeilijk om doorlooptijden vooraf correct in te schatten. Daarnaast gebeurt er bij retour geen systematische controle, waardoor het zicht op de werkelijke voorraad beperkt blijft en afwijkingen vaak pas op een later moment aan het licht komen. Het materiaalbeheer is daardoor grotendeels gebaseerd op ervaring en vertrouwen, eerder dan op een structureel en controleerbaar systeem. Op basis van de uitgevoerde analyses kan gesteld worden dat de vooropgestelde doelstellingen van deze bachelorproef grotendeels werden bereikt.

De resultaten van de RFID-pilot geven een duidelijk antwoord op de onderzoeksvraag en tonen aan dat RFID-technologie effectief kan bijdragen aan de optimalisatie van het materiaalbeheerproces. Op operationeel vlak leidt RFID tot een aanzienlijke tijdswinst en een efficiëntere inzet van personeel. Waar outbound- en retourcontroles vandaag vaak door twee personen worden uitgevoerd, kan dit met RFID door één persoon gebeuren via een snelle scan. Hierdoor worden onnodige manuele tellingen vermeden en verloopt het proces efficiënter en consistent.

Naast deze tijds- en efficiëntiewinst blijkt uit de pilot dat RFID een belangrijke meerwaarde biedt op vlak van controle en voorraadnauwkeurigheid. Door materialen systematisch te scannen bij kritische procesmomenten, zoals outbound en retour, ontstaat een duidelijk en betrouwbaar overzicht van welke materialen zich in omloop bevinden. Afwijkingen worden onmiddellijk zichtbaar en kunnen sneller gecorrigeerd worden. In tegenstelling tot de huidige werkwijze, waarbij verschillen vaak onopgemerkt blijven of pas later worden vastgesteld, zorgt RFID voor een meer transparant en beheersbaar proces. Hiermee wordt rechtstreeks ingespeeld op de deelvragen rond foutreductie, controle en nauwkeurige registratie.

De kosten-batenanalyse toont aan dat de financiële impact zich in eerste instantie situeert op vlak van tijdswinst binnen een afgebakende materiaalstroom, namelijk BeMatrix aluminium kaders en losse profielen. De berekende besparing vormt een inschatting, aangezien indirecte voordelen zoals foutreductie, vermeden zoekwerk en verbeterde voorraadbetrouwbaarheid niet volledig in cijfers kunnen worden uitgedrukt. De beantwoording van de economische deelvraag toont aan dat RFID vooral waarde creëert door procesverbetering en controle, eerder dan louter door directe kostenbesparing.

Op basis van deze bevindingen wordt aanbevolen om RFID gefaseerd te implementeren binnen StandPlus. Een logische eerste stap is de toepassing op BeMatrix aluminium kaders en losse profielen, aangezien deze materialen een groot aandeel hebben in de huidige controlemomenten en

het meest geschikt zijn voor standaardisatie. Hierbij is het essentieel om te starten met een correcte en consistente tagging van de materialen, gekoppeld aan een nauwkeurige registratie in Rentman. Tegelijk is het belangrijk om medewerkers voldoende te begeleiden en vertrouwd te maken met de nieuwe werkwijze, aangezien RFID een technologie is die in de praktijk door mensen moet worden toegepast.

Na deze initiële implementatie kan RFID verder uitgebreid worden naar andere materiaalcategorieën. Elektramateriaal vormt hierbij een logische volgende stap, gezien de frequente circulatie en het belang van correcte opvolging. Ook voor andere materiaaltypes, zoals schrijnwerk en klantspecifiek materiaal, biedt RFID potentieel duidelijke voordelen. Eens het systeem is opgezet, kan deze uitbreiding relatief eenvoudig worden doorgevoerd, mits een consistente tagging en integratie in de bestaande processen.

Tot slot dient aandacht besteed te worden aan de praktische inrichting van de scanomgeving. Het voorzien van een duidelijke en afgebakende scanzone is essentieel om ongewenste uitlezingen van nabijgelegen materialen te vermijden en de betrouwbaarheid van het systeem te garanderen. Daarnaast wordt aanbevolen om de werking van het RFID-systeem periodiek te evalueren en verder te optimaliseren, bijvoorbeeld door verfijning van scanprocedures of de mogelijke inzet van vaste readers in een latere fase.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat RFID-technologie een haalbare en waardevolle oplossing vormt voor StandPlus. De technologie biedt niet alleen winst op vlak van snelheid en efficiëntie, maar draagt vooral bij aan een beter beheersbaar, transparanter en toekomstgericht materiaalbeheerproces. Hiermee wordt de centrale onderzoeksvraag van deze bachelorproef op een onderbouwde en positieve manier beantwoord.

## 9 Eigen reflectie

Het uitvoeren van deze bachelorproef was een leerrijke, maar tegelijk uitdagende ervaring. Vooral het schrijfproces werd als intensief ervaren. Het vinden van de juiste balans tussen relevante en minder relevante informatie bleek niet altijd evident, waardoor het risico op herhaling soms aanwezig was. Dit maakte duidelijk dat het structureren van een academische tekst minstens even belangrijk is als de inhoud zelf.

Inhoudelijk werd deze case als zeer interessant ervaren. RFID-technologie was in het begin een vrij abstract en onbekend concept, maar door het uitvoeren van onderzoek en praktijkgerichte testen werd het mogelijk om deze technologie beter te begrijpen en concreet te vertalen naar een logistieke context. Het meelopen in het magazijn en het observeren van de processen speelde hierbij een belangrijke rol, aangezien dit zorgde voor extra inzicht in de dagelijkse werking en knelpunten.

Sterk in dit traject was de duidelijke focus vanaf het begin. De uitwerking van de testscenario's en de opzet van de pilot verliepen vlot, omdat er een goed beeld was van de doelstellingen en de richting van het onderzoek. Dit gaf houvast doorheen het proces.

Een belangrijk verbeterpunt ligt in de planning. Als werkstudent bleek het soms moeilijk om de juiste balans te vinden tussen werk, studie en privé, waardoor bepaalde onderdelen later werden opgestart dan voorzien. In de toekomst zou het aangewezen zijn om vroeger te beginnen en meer fasering in te bouwen.

Wat vooral wordt meegenomen naar de verdere carrière is het inzicht dat complexe vraagstukken stap voor stap aangepakt kunnen worden. Aanvankelijk bestond er twijfel of het mogelijk was om een dergelijk onderzoek tot een goed einde te brengen, maar dit traject heeft aangetoond dat doorzettingsvermogen en een gestructureerde aanpak leiden tot resultaat.

Hoewel de samenwerking met StandPlus als zeer positief en leerrijk werd ervaren, blijft de persoonlijke interesse voornamelijk liggen binnen de maritieme sector. Toch heeft deze ervaring het inzicht in logistieke processen verruimd en aangetoond dat kennis uit verschillende sectoren elkaar kunnen versterken.

## 10 Bibliografie

- Adenekan, T. (2021). Revolutionizing Industries: The Impact and Future of Radio Frequency Identification (RFID) Technology. Opgehaald van [https://www.researchgate.net/publication/385046520\\_Revolutionizing\\_Industries\\_The\\_Impact\\_and\\_Future\\_of\\_Radio\\_Frequency\\_Identification\\_RFID\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/385046520_Revolutionizing_Industries_The_Impact_and_Future_of_Radio_Frequency_Identification_RFID_Technology)
- BeMatrix. (sd). *Kaders*. Opgeroepen op Maart 02, 2026, van <https://bematrix.com/eu/nl/producten/het-systeem/kaders>
- ChipRFID. (sd). *Common Types of RFID Cards*. ChipRFID. Opgeroepen op Februari 15, 2026, van <https://chiprfid.vn/en/common-types-of-rfid-cards/>
- Coriel Solutions. (sd). *What is RFID and how has it changed over the past 25 years*. Opgehaald van <https://coriel-solutions.com/what-is-rfid-and-how-has-it-changed-over-the-past-25-years/>
- CPCON Group. (2026, Maart 9). *RFID Chip Cost in 2026*. Opgehaald van <https://cpcongroup.com/insights/article/rfid-chip-cost-guide/>
- G, M. K., & S, G. S. (2023, Augustus). *Study on Logistic and Supply Chain Workflow Using RFID and Bar Code Database*. Opgehaald van Journal of Emerging Technologies and Innovative Research : <http://www.jetir.org/papers/JETIR2308642.pdf>
- Geartracking. (sd). *RM3 RFID Hardtag*. Opgehaald van <https://geartracking.com/products/rm3-rfid-hardtag#:~:text=The%20RM3%20RFID%20Hardtag%20is,%2D%20Per%20100%20units.>
- Geartracking. (sd). *Zebra RFID reader*. Opgehaald van [https://geartracking.com/products/zebra-rfid-reader-rfd4030-rfd4030-g00b700-e8?\\_su\\_rec=T0avYQuCwLrMwXwVGNg8LKQEiJNbgyAQTrP6rHpixAk4K8TO07ypLO\\_nMbsxWQeTg8h\\_\\_iiTFM\\_EAY2IEjEuvWOqekDPnQh6AFWfi3aWOOPLFbU2PcJFUaTcgtw5nNLSJ5WrC1DYsm2H7UIKAyUuhaBWSUWyQrgT7VZzNEW](https://geartracking.com/products/zebra-rfid-reader-rfd4030-rfd4030-g00b700-e8?_su_rec=T0avYQuCwLrMwXwVGNg8LKQEiJNbgyAQTrP6rHpixAk4K8TO07ypLO_nMbsxWQeTg8h__iiTFM_EAY2IEjEuvWOqekDPnQh6AFWfi3aWOOPLFbU2PcJFUaTcgtw5nNLSJ5WrC1DYsm2H7UIKAyUuhaBWSUWyQrgT7VZzNEW)
- George, L. (2025). RFID vs. NFC: Learn the pros and cons of each. *Techtarget*. Opgehaald van <https://www.techtartget.com/searcherp/tip/RFID-vs-NFC-Learn-the-pros-and-cons-of-each>
- Habib, D., Mehmet Fatih, C., Yavuz, M., & Mahmut Ahmet, G. (2016). Use of Radio Frequency Identification Systems on Animal Monitoring. *SDU International Journal of Technological Science*, 8(2), pp. 38-53. Opgehaald van [https://www.researchgate.net/publication/308167938\\_Use\\_of\\_Radio\\_Frequency\\_Identification\\_Systems\\_on\\_Animal\\_Monitoring#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/308167938_Use_of_Radio_Frequency_Identification_Systems_on_Animal_Monitoring#fullTextFileContent)
- Houldsworth, M. (2026, April 10). *The State of RFID in 2026: Market Trends and What's Next*. Opgehaald van RFID News: <https://www.rfidnews.co.uk/2026/04/10/the-state-of-rfid-in-2026-market-trends-and-whats-next/>
- Inframarkers. (sd). *Types of RFID readers*. Opgehaald van <https://www.inframarker.com/blog/types-of-rfid-readers>

- Jung, K., & Lee, S. (2015). A systematic review of RFID applications and diffusion: key areas and public policy issues. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(1), pp. 1-19. Opgehaald van <https://doi.org/10.1186/s40852-015-0010-z>
- Kamran, A., Hanifa, S., & Kingston, P. (2010). RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(1). Opgehaald van <https://doi.org/10.48550/arXiv.1002.1179>
- Kemal, Y., & Serhat, B. (2015). USING RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) TECHNOLOGIES ON HOSPITALS: A LITERATURE REVIEW. *USING RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) TECHNOLOGIES ON HOSPITALS: A LITERATURE REVIEW*. Opgehaald van [https://www.researchgate.net/publication/299752718\\_USING\\_RFID\\_RADIO\\_FREQUENCY\\_IDENTIFICATION\\_TECHNOLOGIES\\_ON\\_HOSPITALS\\_A\\_LITERATURE\\_REVIEW](https://www.researchgate.net/publication/299752718_USING_RFID_RADIO_FREQUENCY_IDENTIFICATION_TECHNOLOGIES_ON_HOSPITALS_A_LITERATURE_REVIEW)
- Michálek, I., & Vaculík, J. (2008). History and evolution of RFID technology. *Pošta Telekomunikácie a Elektronický obchod*, 3(3), pp. 17-22. Opgehaald van <https://doi.org/10.1002/9780470112250.ch3>
- Microsoft. (2026). Microsoft Copilot (AI language model). <https://copilot.microsoft.com>
- Narimah, K., Aryani Ahmad, L., & Mohamad Syazli, F. (2013). RFID Technology for Materials Management in Construction Projects – A Review. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 4, pp. 7-12. Opgehaald van [https://www.researchgate.net/publication/256605916\\_RFID\\_Technology\\_for\\_Materials\\_Management\\_in\\_Construction\\_Projects\\_-\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/256605916_RFID_Technology_for_Materials_Management_in_Construction_Projects_-_A_Review)
- Pereira, E., Sandoval, J., Luis Felipe Vieira, S., Batista, M., Eliel, S., Icaro, A., . . . Roger, D. (2024). RFID Tags for On-Metal Applications: A Brief Survey. *Technologies*, 12(5). Opgehaald van <https://doi.org/10.3390/technologies12050058>
- RTEC. (2024). *Understanding The Differences Between RFID and NFC*. Opgeroepen op Februari 15, 2026, van <https://www.rtecrfid.com/nl/news/understanding-the-differences-between-rfid-and-nfc/>
- Staatsbladmonitor. (2026, 1 18). *Jaarrekeninganalyse ondernemingsnummer 0671570788*. Opgehaald van Staatsbladmonitor: <https://www.staatsbladmonitor.be/jaarrekeninganalyse.html?ondernemingsnummer=0671570788>
- Staatsbladmonitor. (sd). *Jaarrekeninganalyse ondernemingsnummer 0427103470*. Opgeroepen op 1 18, 2026, van Staatsbladmonitor: <https://www.staatsbladmonitor.be/jaarrekeninganalyse.html?ondernemingsnummer=0427103470>
- Staatsbladmonitor. (sd). *Jaarrekeninganalyse ondernemingsnummer 0452549639*. Opgeroepen op 1 18, 2026, van Staatsbladmonitor: <https://www.staatsbladmonitor.be/jaarrekeninganalyse.html?ondernemingsnummer=0452549639>

- Staatsbladmonitor. (sd). *Jaarrekeninganalyse ondernemingsnummer 0466272268*. Opgeroepen op 18, 2026, van Staatsbladmonitor:  
<https://www.staatsbladmonitor.be/jaarrekeninganalyse.html?ondernemingsnummer=0466272268>
- Staatsbladmonitor. (sd). *Jaarrekeninganalyse ondernemingsnummer 0731813332*. Opgeroepen op 18, 2026, van Staatsbladmonitor:  
<https://www.staatsbladmonitor.be/jaarrekeninganalyse.html?ondernemingsnummer=0731813332>
- StandPlus. (sd). *StandPlus* . Opgehaald van StandPlus: <https://www.standplus.be/nl>
- Wang, Y. (2025). Principles and Applications of Radio Frequency Identification Systems. *Applied and Computational Engineering*, 141(1), pp. 39-44. Opgehaald van  
<https://doi.org/10.54254/2755-2721/2025.21610>
- White, G., Gardiner, G., Prabhakar, G., & Abd Razak, A. (2007). A Comparison of Barcoding and RFID Technologies in Practice. *Journal of Information, Information Technology and Organizations*, 2, pp. 119-132. Opgehaald van <https://doi.org/10.28945/142>
- Yüksel, M. E., & Yüksel, A. N. (2012). RFID Technology in Business Systems and Supply Chain Management. *Journal of Economic and Social Studies*, 1(1), pp. 53-71. Opgehaald van [https://www.researchgate.net/publication/263890221\\_RFID\\_Technology\\_in\\_Business\\_Systems\\_and\\_Supply\\_Chain\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/263890221_RFID_Technology_in_Business_Systems_and_Supply_Chain_Management)
- Zhu, X., Mukhopadhyay, S. K., & Kurata, H. (2012). A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(1), pp. 152-167. Opgehaald van <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.011>

## 11 Bijlagen

### Bijlage A: Orderpicklijst



**STANDPLUS**  
standenbouw

Standplus bv  
Krommebeekpark 22  
8800 Roeselare  
+32 51 74 59 98  
BTW BE0466272268  
KBC BE73 4676 1909 0160

**Pakbon:** [REDACTED]

**STANDNUMMER: Hal 5 - Stand NOG ONBEKEND**

Klant: [REDACTED]

Projectverantwoordelijke: [REDACTED]

Locatie: [REDACTED]

Afdruk 03-02-2026 14:37

Gewicht: 24,00 KG

Volume: 0 M3

#### Tijdschema

| Naam         | Van              | Tot              |
|--------------|------------------|------------------|
| Planperiode  | 26-03-2026 00:00 | 05-04-2026 23:59 |
| Beursperiode | 30-03-2026 00:00 | 02-04-2026 23:59 |

#### Materialen

| Naam                                       | Aantal   |
|--------------------------------------------|----------|
| <b>Bematrix kaders</b>                     |          |
| 2976 x 992                                 | 4 [ ][ ] |
| 2976 x 496                                 | 1 [ ][ ] |
| 2480 x 992                                 | 3 [ ][ ] |
| 2480 x 930                                 | 2 [ ][ ] |
| 992 x 496                                  | 1 [ ][ ] |
| 930 x 496                                  | 1 [ ][ ] |
| <b>Deuren</b>                              |          |
| DEUR 2480 x 992                            | 1 [ ][ ] |
| SLOTSET MET INBUSSEN CODE 880              | 1 [ ][ ] |
| <b>Berging</b>                             |          |
| Kuisbak berging                            | 1 [ ][ ] |
| Kapstokbalk 992                            | 1 [ ][ ] |
| Legplank 992 voor in de berging            | 4 [ ][ ] |
| Bankhaak BeMatrix 300mm STANDAARD (type D) | 8 [ ][ ] |

**Meubilair - JMT LEVERING BEURS**

1/2





| Naam                                                         | Aantal    |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| WITERNA 110 WIT O 80                                         | 1 [ ] [ ] |
| MIURA BLAUW                                                  | 3 [ ] [ ] |
| <b>Elektra</b>                                               |           |
| Verdeelkast via organisatie 6 kW                             | 0 [ ] [ ] |
| Kabelgoot Smal (Vloerlijst) 50x12mm RECUP Grijs RAL7035 (lm) | 5 [ ] [ ] |
| <b>Verlichting</b>                                           |           |
| Hores Wit                                                    | 5 [ ] [ ] |
| Hores Wit (Volle Bakken)                                     | 1 [ ] [ ] |
| <b>AV materiaal</b>                                          |           |
| TV Scherm 50" STANDPLUS                                      | 1 [ ] [ ] |
| <b>VISUALS</b>                                               |           |
| INFREZINGEN NEE                                              | 0 [ ] [ ] |
| Print                                                        | 1 [ ] [ ] |
| <b>Vloer - JMT levering magazijn</b>                         |           |
| Vinyl 3004 Nature Oak White - 4x6m                           | 1 [ ] [ ] |
| <b>Divers</b>                                                |           |
| Klein plantje (zie bureau)                                   | 1 [ ] [ ] |
| <b>Materiaal van klant (afhaling door S+)</b>                |           |
| Smappee tafel                                                |           |
| Cable assembly tafel                                         |           |
| Kleine frigo                                                 |           |
| Puck/Sam                                                     |           |

Klaargezet door:

Gecontroleerd door:

