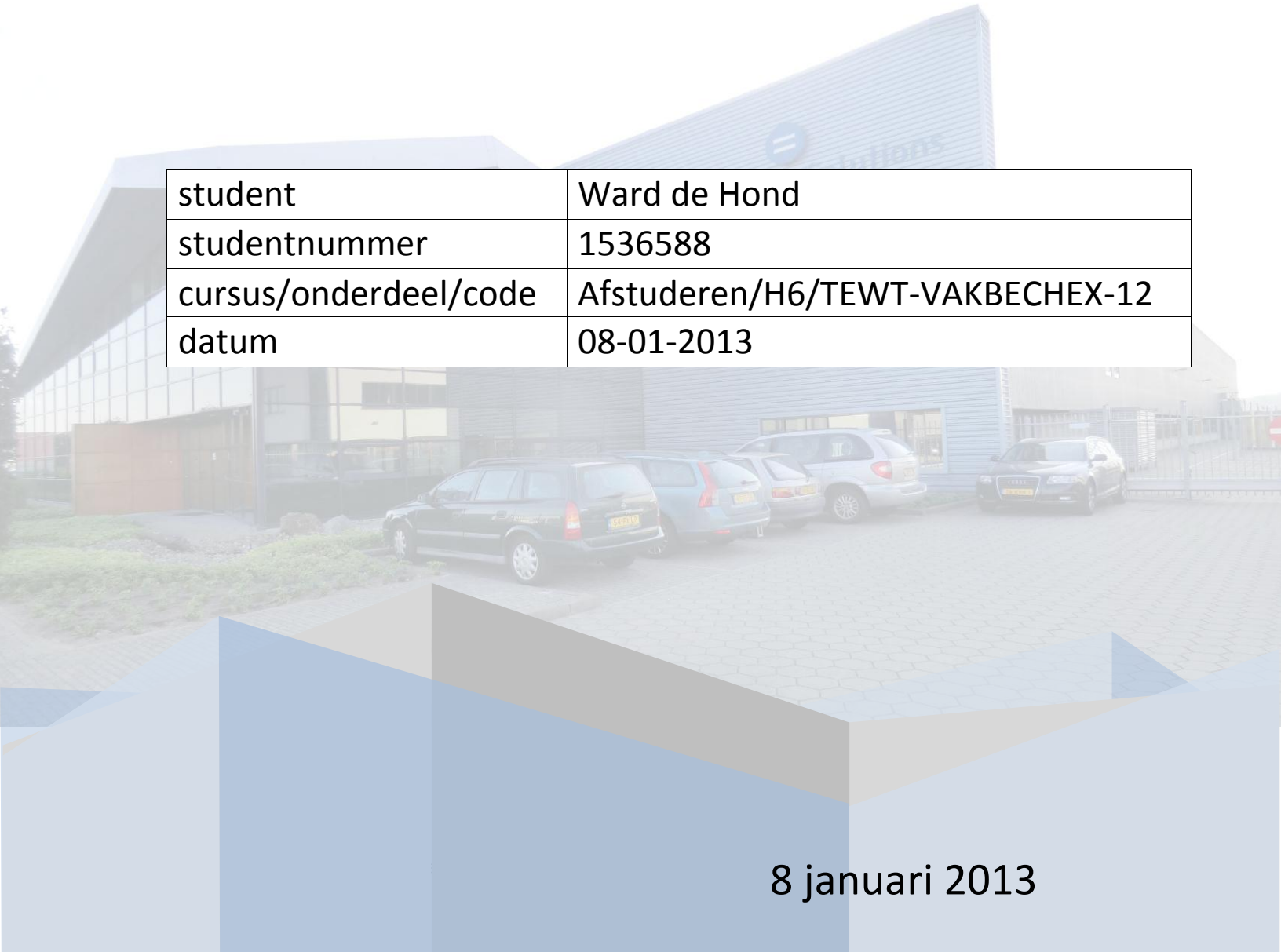
Herverpakken van Cannelure geluidsisolatie



student	Ward de Hond
studentnummer	1536588
cursus/onderdeel/code	Afstuderen/H6/TEWT-VAKBECHEX-12
datum	08-01-2013

8 januari 2013

Herverpakken van Cannelure geluidsisolatie

Student	Ward de Hond
Studentnummer	1536588
Cursus/onderdeel/code	Afstuderen/H6/TEWT-VAKBECHEX-12
Datum	08-01-2013
Plaats	Tilburg
Versie	1.0
Opdrachtgever	Insulation Solutions
Bedrijfsbegeleider	Patrick ten Haaf
1e examinator	Koen Terra
2e examinator	Bram Striezenau

8 januari 2013

Versie	Datum
0.1	18-12-2012
0.2	19-12-2012
1.0	08-01-2013

Het bestuur van de Stichting Hogeschool Utrecht te Utrecht aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade voortvloeiende uit het gebruik van enig gegeven, hulpmiddel, werkwijze of procedure in dit verslag beschreven. Vermenigvuldiging zonder toestemming van de auteur(s) en de school is niet toegestaan. Indien het afstudeerwerk in een bedrijf is verricht, is voor vermenigvuldiging of overname van tekst uit dit verslag eveneens toestemming van het bedrijf vereist.

Samenvatting

Voor het afronden van de studie Product Design en Engineering is een afstudeeropdracht de laatste stap. Mijn afstudeerstage heeft plaatsgevonden bij het bedrijf Insulation Solutions. Dit bedrijf verwerkt minerale isolatie zoals Rockwool (steenwol) en Isover (glaswol).
De afstudeeropdracht richt zich op het product cannelure geluidsisolatie. Dit zijn trapeziumvormige stroken van 1,20 meter lang waar zwart PE-folie omheen zit. Het folie zit er omheen om te voorkomen dat er stof in de lucht komt en vanwege esthetische reden. Door het zwarte folie is het minder zichtbaar na plaatsing in geperforeerde metalen dakplaten. Het meest gebruikte profiel, ?? procent, voor de dakplaten is profiel 106, dit profiel heeft een hoogte van 106 millimeter. Tijdens het onderzoek ligt de focus op profiel 106 gemaakt van glaswol. De cannelure van dit profiel wordt gemaakt van een rol glaswol met een dikte van ?? millimeter. De korte kant is ?? millimeter en de lange kant is ??? millimeter. De maten van de cannelure zijn kleiner dan die van het profiel van de dakplaten zodat de cannelures er gemakkelijk in kunnen worden geplaatst en er niet bovenuit steken.

De glaswolrollen waar de cannelures van worden geproduceerd zijn strak opgerold en dus gecomprimeerd. De cannelures daarentegen worden los in een zak gestopt waar ze erg ruim in zitten. Hierdoor wordt er veel lucht in de zak meegenomen wat nadelig is voor de opslag en het transport. Door de stijgende transportkosten en dieselprijs stijgen de transportkosten mee. Door de cannelures zo te verpakken dat ze worden gecomprimeerd verplaats je minder kubiek meter voor het zelfde aantal strekkende meters cannelure. Dit scheelt in de transportkosten aangezien hier per kubieke meter wordt betaald. Het streven is om de cannelures met minimaal ??% te comprimeren. Door het volume te halveren reduceren de transportkosten met ??% doordat bij een kleinere vracht de prijs per m³ hoger ligt Voor het transporteren van de cannelures is hierdoor een besparing te realiseren van € ??,- per jaar.

Met het comprimeren kan de glaswol beschadigen. Om te bekijken hoe ver er gecomprimeerd kan worden zijn er proefmonsters gemaakt met verschillende mate van compressie. Door de gecomprimeerde cannelures na een tijd uit de verpakking te halen wordt er gekeken naar de hersteltijd (het terugkomen naar de originele grote) en de kwaliteit van de wol. Uit deze tests blijkt dat ??% volumereductie goed haalbaar is zonder de wol te beschadigen en de cannelures komen terug tot ??% van het oorspronkelijke volume binnen 30 seconde. Dit blijft zo tot wel ? maanden na verpakken. Voor het materiaal Ultimate®, een steenwol die qua eigenschappen meer op glaswol lijkt, zijn deze resultaten nog beter.

Het comprimeren is op twee manieren bekeken; persen en vacuümzuigen. Het vacuümzuigen leverde de hoogste compressie op, helaas beschadigde de steenwol bij een volumereductie van ??% waardoor het niet meer één geheel vormde en het oorspronkelijk volume niet meer gehaald werd.
Met persen is er minder volumereductie te behalen maar is de mate van compressie beter te controleren. Tevens kan persen sneller en goedkoper plaatsvinden. Ook is de huidige verpakking, een plastic zak, bij persen te gebruiken terwijl bij het vacuümzuigen een vacuümzak nodig is samen met een huls om de compressie te behouden nadat het vacuüm er af is.

Het bekijken van de compressie op één zak is niet representatief voor de volumereductie bij het transport. Door de zakken te stapelen vindt er in de huidige situatie ook al compressie plaats. Om het totaal volume met ??% te reduceren is een reductie van ??% in één zak nodig. Zo worden er in de huidige situatie bij profiel 106 een

veertigtal cannelures in een zak van 1,20 meter breed gestopt. De zak heeft een omtrek van 2,40 meter maar de gemeten omtrek van ongecomprimeerde cannelures is ??meter. Voor een volumereductie van ??% in een zak van 1,20 breed moeten er ?? cannelures geplaatst worden. De huidige hoeveelheid van 40 cannelures levert een gewicht op van 5 kg, bij 80 cannelures komt dit uit op 10 kg wat het maximale gewicht is om boven het hoofd te tillen. Om een zak met 80 cannelures te vullen die ??% gecomprimeerd zijn is een breedte nodig van ?? meter.

Tijdens de laatste fase van het afstudeertraject is in samenwerking met de machinebouwer bekeken hoe de verpakkingsmachine er uit komt te zien. Dit bedrijf heeft een totaaloplossing aangeboden waarbij de machine meer cannelures kan produceren waardoor er ?? meter per dag wordt geproduceerd in plaats van de huidige ?? meter. Door het sneller produceren is er een kostenreductie bij de productie te bereiken van ??%.

De investering van € ??,- voor het aanpassen van de verpakkingsmachine is hoog maar wordt bij de productie in 46 maand terug verdient. Er kan geconcludeerd worden dat het comprimerende prijs van cannelures kan verlagen en de investeringen binnen 5 jaar terug zijn verdient.

Tevens zou er nog kunnen worden gekeken naar het sluiten van de zakken en het inladen van de vrachtwagen. De zakken met cannelures worden nu nog met de hand rond gedraaid waarna ze met tape worden dicht gemaakt. Dit kost veel tijd en kan problemen opleveren bij grotere en zwaardere verpakkingen. Net als het sluiten van de zakken is het inladen in de vrachtwagen een handeling die handmatig gedaan wordt. Hier is veel tijd te besparen alleen zijn de investeringen hier aanzienlijk en zullen de investeringen niet terugverdient worden als de oplossing alleen bij cannelures gebruikt kan worden.

Het voorwoord

In 2007 ben ik begonnen met de studie Product Design en Engineering (PDE) aan de Hogeschool Utrecht (HU). Na het volgen van colleges, projecten en een meeloopstage is de laatste stap voor het behalen van mijn bachelor diploma het afstudeertraject. Met behulp van het Studentenbureau, zij bemiddelen tussen bedrijven en studenten, is er een afspraak gemaakt om kennis te maken met Insulation Solutions (IS) in Tilburg. Na een gesprek en rondleiding langs de productiehal van Patrick ten Haaf, operations manager, waren beide partijen positief over het starten van dit afstudeerproject.

Het ontwerpen en doorrekenen van een nieuwe verpakking voor cannelure geluidsisolatie is het doel van mijn afstudeerproject. In deze scriptie zal uitgelegd worden hoe dit project aangepakt is en welke stappen er genomen zijn om tot het gewenste resultaat te komen.

Tevens wil ik de volgende personen bij Insulation Solutions bedanken voor hun medewerking aan dit project;

- Paul, Marco en Richard voor de hulp bij het bouwen van de vele prototypes.
- Patrick als mijn begeleider om advies in te winnen.
- Franco voor zijn eeuwige geduld voor de vragen over de cannelures en de productielijn.
- Franco en Tim voor het bijbrengen van de basiskennis van de logistiek.
- Bart voor de contacten met klanten waardoor ik het product in de praktijk kon ervaren en zelf het dak op kon.
- Marie-José voor de oneindige voorraad snoepgoed en
- alle overige medewerkers van Insulation Solutions die mij vanaf dag één een welkom gevoel gaven en altijd bereid waren om te helpen.

Daarnaast wil ik Koen bedanken voor zijn begeleiding vanuit de Hogeschool Utrecht.
Tot slot wil ik mijn familie, vrienden en in het bijzonder Iris bedanken voor het helpen bij dit verslag. Zonder hen zou ik misschien de enige persoon zijn die het idee begreep. Met behulp van hun vragen werd het verslag voor iedereen begrijpelijk.

Inhoudsopgave

Samenvatting **5**

Het voorwoord **7**

Inleiding **11**

1 Insulation Solutions(IS) **13**

1.1 Organisatiestructuur Saint-Gobain *13*

1.2 Insulation Solutions *14*

1.2.1 Isover Etten-Leur 14

1.3 Verkoop IS *14*

2 Organisatie en werkwijze **17**

2.1 Organisatie *17*

2.1.1 Contactgegevens betrokkenen 18

2.2 Werkwijze *18*

2.2.1 Afspraken en vergaderingen 18

3 Project **19**

3.1 Doelstelling *19*

3.1.1 Probleemstelling 19

3.2 Opdracht *19*

3.3 Eisen en randvoorwaarden *20*

3.3.1 Eisen 20

3.3.2 Randvoorwaarden 20

3.4 Eindproducten *21*

3.4.1 Producten 21

3.4.2 Documenten voor de HU 21

3.4.3 Extra producten voor dit project 21

4 Analyse **22**

4.1 Praktijk *22*

4.1.1 Praktijkervaring IS 22

4.1.2 Praktijkervaring externe partijen 23

4.2 Waar wordt het product voor gebruikt *23*

4.3 Hoe wordt het product nu gebruikt *24*

4.4 Waar wordt het product naar toe getransporteerd *27*

4.5 Overview *27*

4.5.1 Verpakkingsbelasting en milieu 27

4.6 Analyse *28*

5 Testen **29**

5.1 Aantal keer comprimeren *31*

5.2 Comprimeren tussen pallets *32*

5.3 Vacuüm zuigen *33*

5.3.1 Vacuümzuigen met kledingzak 33
5.3.2 Haalbaarheid 34
5.3.3 Grote aantallen cannelures vacuümzuigen 35
5.3.4 Verpakking voor vacuümgezogen cannelures 36
5.4 Volumereductie proefmonsters 36
5.5 Persen plasticafvalpers 38
5.5.1 Cannelures in de plasticpers 38
5.6 Persen in de oude verpakkingsmachine 39
5.7 Rond of vierkant comprimeren 40
5.8 Maximale volumereductie 42
5.9 Gecomprimeerde zakken in een kist 43
5.10 Vervolgtesten 44

6 Brainstormsessies IS 45
6.1 Introductie 45
6.2 Brainstormen 45

7 Ontwerp 46
7.1 Verpakking 47
7.1.1 Huidige verpakking 47
7.1.2 Pallet 48
7.1.3 Kartonnen doos 50
7.1.4 Big bag 51
7.1.5 Conclusie 52
7.1.6 Vernieuwde zak 53
7.2 Ontwerp huidige machine 53
7.2.1 De zaag 53
7.2.2 De sealmachine 53
7.2.3 De verpakkingsmachine 54
7.3 Vernieuwde verpakkingsmachine 55
7.3.1 Vacuümzuigen 55
7.3.2 Verticaal persen 55
7.3.3 Horizontaal persen 56
7.4 Ontwerp toetsen aan PvE 57
7.5 Hoe verder 58

8 Return of Investment 58

9 Realisatie 58
9.1 Globale fasering 59
9.2 Realisatie en mijlpalen per fase 61
9.2.1 Opstartfase 61
9.2.2 Onderzoeksfase 61
9.2.3 Idee-fase 61
9.2.4 Conceptfase 63
9.2.5 Testfase 63

9.2.6 Uitwerkfase 63
9.2.7 Machine aanpassingsfase 63
9.2.8 Concluderende fase 63

Afkortingen en begrippen 65
Afkortingen 65
Begrippen 65

Bronnen 66
Boek: 66
Online Documenten: 66

Bijlage 1: Strokenplanning 67

Inleiding

Dit afstudeerproject kijkt naar het herverpakken van cannelures, dit zijn trapeziumvormige stroken glas- of steenwol. De cannelures worden in geperforeerde metalen daken gelegd waar het geluid absorbeert. De thermische isolatie en brandwerendheid zijn bij dit product nauwelijks van belang.

Figuur 0.1 *Cannelure van Productie tot Montage.* W. de Hond, 2012

Het project richt zich vooral op het comprimeren en hierdoor verminderen van het volume van de cannelures tijdens productie, opslag en transport, met als streven *??% volumereductie* (P. ten Haaf, 2012). Ook is er gekeken naar de verschillende momenten van transport, zowel binnen als buiten Insulation Solutions. Voor de nieuwe verpakking is er een investering vanuit Insulation Solutions nodig voor het aanpassen van de productielijn. De kosten moeten binnen vijf jaar worden terugverdiend. Bij het maken van de keuzes voor een ontwerp van de verpakkingsmachine is hier rekening mee gehouden.

In hoofdstuk 1 van dit document is het bedrijf Insulation Solutions (IS) beschreven. De verhouding met moederbedrijf Saint-Gobain en Isover wordt ook belicht. Ook is er een kort overzicht van de producten en diensten die door IS worden geleverd.
Hoofdstuk 2 gaat vervolgens over de organisatie en werkwijze binnen het project. Hierin komen de bij het project betrokken personen aan bod inclusief de afspraken die met hen zijn gemaakt. Ook de vergadermomenten met de befrijfsbegeleider en studentbegeleider komen hier in terug.
De opdracht is beschreven in hoofdstuk 3. De eisen en wensen van de opdracht zijn hier benoemd in het Programma van Eisen (PvE), inclusief de achterliggende gedachten. Ook de eindproducten die aan het einde van de afstudeerperiode worden opgeleverd staan hier vermeld.
De analyses en onderzoeksmethodes die zijn gebruikt om tot een goed resultaat te komen worden in hoofdstuk 4 toegelicht.

Hoofdstuk 5 zal de testen toelichten. De testen zijn gedaan om te kijken welke manieren van comprimeren geschikt zijn. De glasvezels breken door het vervormen van deze wol. Door de gebroken vezels is de hersteltijd, het terug op dikte komen, langer en de geluidsabsorptie neem af. Door verder te comprimeren nemen deze beschadigingen toe. Aan de hand van proefmonsters wordt er bepaald welke mate van compressie en de daarbij gaande beschadigingen acceptabel zijn.
Aan het begin van het project is er een brainstormsessie gehouden om ideeën uit te wisselen en het duidelijk stellen van het kaderen van het afstudeerproject. Dit komt in hoofdstuk 6 aan de orde.
In hoofdstuk 7 wordt de ontwerpfase besproken. Hier worden de ontwerpen genoemd en wat het voordeel van het ene ontwerp is ten opzichten van een ander. De ontwerpen zullen kort toegelicht worden en het uiteindelijke ontwerp wordt getoetst aan het PvE.
Hoofdstuk 8 is geweid aan het bereken van de Return of Investment (RoI).
In hoofdstuk 9 komt aan bod hoe het project is gerealiseerd. Het project is opgedeeld in 8 fases. Per fase zijn de taken beschreven. Ook de mijlpalen tijdens de afstudeerperiode en de op te leveren stukken die hier aan verbonden zijn worden beschreven. Per fase is vermeld of deze naar verwachting is verlopen en of de planning is aangepast door wijzigingen.
Tot slot vormt hoofdstuk 10 het reflecteren waarin wordt gekeken welke competenties aanwezig zijn bij de student en welke karaktereigenschappen sterk zijn. Hier zullen ook de verbeterpunten worden besproken waar aan gewerkt gaat worden. De competenties maken een “profielschets”. Deze wordt gebruikt om te bekijken hoe de student zich binnen een organisatie ziet en welke ontwikkelingen hij verwacht en hoopt te doorlopen.

1 Insulation Solutions(IS)

Insulation Solutions is een bedrijf in Tilburg dat zich specialiseert in de handel in en het transformeren van isolatiematerialen. Er zijn 43 mensen in vaste dienst. Hiernaast werken er nog een aantal uitzendkrachten en is er een stagiair en afstudeerder aanwezig.

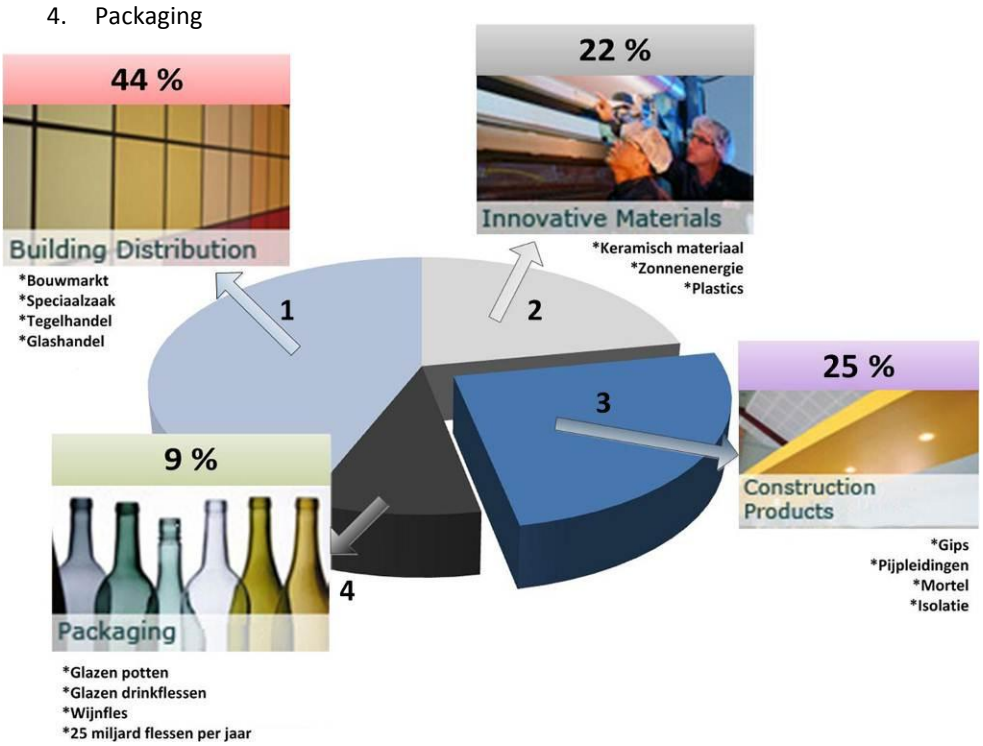
1.1 Organisatiestructuur Saint-Gobain

In 2003 is Insulation Solutions overgenomen door de Franse Saint-Gobain Groep, hierdoor is het bedrijf onderdeel geworden van een multinational met:

- 200.000 werknemers wereldwijd
- 63 landen met een vestiging
- Top 100 grootse bedrijven qua personeel
- Top 200 grootste bedrijven ter wereld qua omzet
- 42,1 miljard euro omzet in 2011

De Saint-Gobain website[1] heeft haar activiteiten onderverdeeld in vier categorieën:

1. Building Distribution
2. Innovative Materials
3. Construction Products
4. Packaging



Figuur 1.2 ***De omzet in omzetpercentages per sector over het jaar 2011.*****W. de Hond 2012.**
Afbeelding aangepast van [Activiteiten Saint-Gobain] (2012) Copyright 2012 door Saint-Gobain. Gehaald van http://saint-gobain.com/en/activities

[1] http://saint-gobain.com/en/finance-0

IS valt in de categorie Construction Products met:

- 55 landen met een vestiging
- 11,4 miljard euro omzet in 2011
- 1 op de 3 huizen in Europa is geïsoleerd met Isover (een Saint-Gobain merknaam)

1.2 Insulation Solutions

Insulation Solutions is het resultaat van het samenvoegen van Clecon, Isolpro en Akisol. Dit waren bedrijven die alle drie gespecialiseerd waren in isolatie maar elk met hun eigen expertise; Technical Solutions, Metal Building Solutions en Interior Finish Solutions. Het is duidelijk te merken dat IS een zelfstandig bedrijf was en nog steeds veel beslissingen zelfstandig neemt. Dit blijkt uit de platte organisatie en de verkoop van Rockwool (een directe concurrent van Isover). De regels die door Saint-Gobain en Isover zijn ingevoerd zijn wel merkbaar. Onder anderen door het handenwasprotocol en de bordjes hoe bezoekers zich moeten kleden.

Figuur 1.3 *Omzet Insulation Solutions.* W. de Hond, 2012
Aangepast van *Overzicht Handelsgoederen 15-04-2010.* J. Hendriks, 2012

Er zijn een aantal binnen- en buitendienst medewerkers die berekeningen kunnen uitvoeren over de isolatiewaarden en advies uitbrengen over het te gebruiken materiaal in samenwerking met de bevestigingsmaterialen. IS adviseert en berekent niet alleen, maar fabriceert ook zelf isolatie producten. De cannelures worden op een productielijn gefabriceerd voor veelvoorkomende profielmaten, maar kunnen ook op maat gemaakt worden met de hand. Van de meest gebruikte profielen is er ook een voorraad aanwezig om te kunnen voorzien in een korte tijd tussen vraag en levering, het zogenaamde Just in Time leveren. De overige profielen worden geproduceerd als er een order voor binnenkomt, dit wordt vraag gestuurd produceren (zie begrippenlijst) genoemd. Hierdoor is er geen voorraad aanwezig van deze profielen.

1.2.1 Isover Etten-Leur

De twee meest gebruikte isolatiematerialen zijn steenwol (Rockwool) en glaswol (Isover). Beide producten worden door IS verhandeld en verwerkt. Omdat Isover, net als IS, onderdeel van de Saint-Gobain groep is, kan op de verwerking van glaswol een grotere marge worden gehaald.
In de fabriek in Etten-Leur wordt alleen massaproductie gedraaid waarbij IS zich richt op het verwerken tot op maat gemaakte eindproduct.

1.3 Verkoop IS

Insulation Solutions heeft de verkoop onderverdeeld in drie pijlers: Interior Finishing, Metal Building en Technical Solutions. Deze splitsing is alleen nog zichtbaar bij de verkoop. De cannelure geluidsisolatie valt onder het Metal Building assortiment. In totaal zorgen de cannelures voor ??% van de IS omzet.

Figuur 1.4 *Verkooppercentages per onderdeel naar omzet in 2009*. W. de Hond, 2012
Aangepast van *Overzicht Handelsgoederen 15-04-2010*. J. Hendriks, 2012

Van de geproduceerde cannelures zijn er twee productgegevens nodig voor het juiste artikel;

1. het gebruikte isolatiemateriaal, glaswol of Ultimate® steenwol, beide geproduceerd door Isover

2. profiel formaat: afhankelijk van de gebruikte metalen dakplaten zijn er verschillende vormen cannelure isolatie beschikbaar.

Figuur 1.5 ***Bemating dakplaat en cannelure profiel 106.*** **W de Hond, 2012**

De meeste cannelures zijn gevuld met Isover glaswol maar er kan ook gekozen worden voor Ultimate® steenwol, de fysische eigenschappen van deze steenwol lijken meer op glaswol. Het meest gebruikte profielformaat is 106, dit houdt in dat de hoogte van de dakplaat 106 millimeter is. Dit profiel heeft een aandeel van ??% van de verkochte Cannelures.

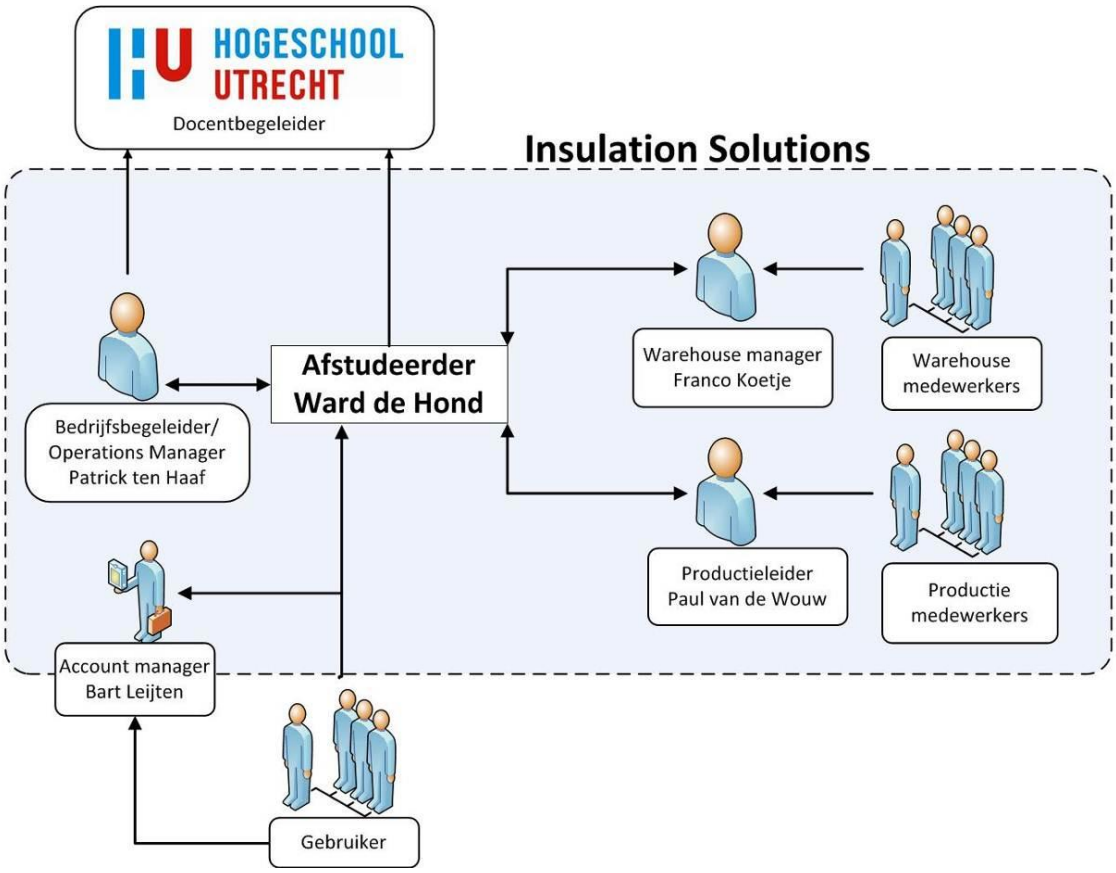
.

Figuur 1.6 ***Verkochte cannelures per meter in de periode 2008-2012.*** **W. de Hond, 2012**
Aangepast van ***Cannelures verkoop 2008-2012.*** **J. Hendriks, 2012**

2 Organisatie en werkwijze

In dit hoofdstuk zal de organisatiestructuur aan bod komen net als de toegepaste werkwijze. Bij de werkwijze zal ook kort worden ingegaan op de bespreek- en evaluatiemomenten, deze zullen nader worden toegelicht in hoofdstuk 9: Realisatie.

2.1 Organisatie



Figuur 2.1 ***Organogram voor het afstuderen van W. de Hond*****. W. de Hond, 2012**

- Begeleiding door de HU is in de vorm van een Docentbegeleider. Vanuit IS wordt het project door de Bedrijfsleider begeleid. Voor kennis op het gebied van productie, logistiek, klanten en prototyping is er regelmatig contact met personen binnen IS:Operations Manager stuurt het project bij en bekijkt de op te leveren documenten
- Accountmanager voor het contact met de tussenhandelaren en verwerkers
- Warehousemanager voor inzicht in de opslag, overslag en distributie.
- Productieleider helpt bij testopstellingen en geeft aan wat gewenst is bij de productie.

De personen in het organogram denken actief mee met een oplossing en stellen hierover zelf vragen aan andere deelnemers in het project.

Daarnaast is er nog een vraag gedreven communicatie met de volgende personen:

- Verkoop binnendienst metal building, informatie over leveringen en productinformatie
- General manager, informatie over productieaantallen en jaarrekeningen
- Sales director; verkoop prijzen
- Controller; kosten opslag goederen en ombouwen machine
- Inkoop productie; kosten materiaal, machine en manuren

2.1.1 Contactgegevens betrokkenen

Tabel 2.1 *Contactgegevens betrokkenen.* W. de Hond, 2012

2.2 Werkwijze

Het afstuderen heeft plaatsgevonden bij Insulation Solutions in Tilburg. De vaste werkplek bevindt zich op het kantoorgedeelte, hier zijn de werktijden van 8:00 tot 17:00. De student maakt hier werkdagen van 8 uur en doet dit 5 keer per week wat neerkomt op een veertigurige werkweek.
In de productiehal is er de mogelijkheid om proefopstellingen te bouwen. In het magazijn staat een sealmachine en verpakkingsmachine die niet gebruikt worden. De reserve verpakkingsmachine is ook gebruikt voor het bouwen van een testopstelling.
Om de eisen goed te kunnen formuleren is het van belang om te weten waar de knelpunten zitten. Bij aanvang van het afstuderen is er een rondleiding geweest door IS met uitleg over de productie en opslag. Om te weten hoe het product buiten IS wordt toegepast zijn bouwplaatsen bezocht.

2.2.1 Afspraken en vergaderingen

Om alle betrokken personen te informeren over de voortgang zijn er een aantal vaste bijeenkomsten:

1. Elke maandag is er een voortgangsgesprek bij IS tussen de bedrijfsbegeleider en de student. Hier wordt gekeken naar de voortgang, loopt de student nog op schema, is de planning nog haalbaar en realistisch. Ook zal de werkwijze worden geëvalueerd en mogelijk advies worden gegeven over verbeterpunten.
2. Om de zes weken zal er een voortgangsgesprek plaatsvinden voor de productiemanager en warehousemanager. Door een gesprek te houden in plaats van een presentatie worden de personen meer bij het proces betrokken. Hierdoor is er sneller input geleverd door de productie- en warehousemanager.

Door op deze momenten duidelijk te laten zien waar de student staat kan er tijdig hulp geboden worden als blijkt dat een onderwerp meer aandacht moet krijgen of er te weinig kennis is van een proces. Hiervoor kan IS of de HU om hulp worden gevraagd. Bij de logistieke vraagstukken is vaak hulp gevraagd aan de warehousemanager F. Koetje en logistiek stagiair T. Luijten. Dit omdat er weinig kennis over transport en logistiek binnen het project was.

3 Project

In dit hoofdstuk zal de opdracht worden beschreven zoals die samen met IS is opgesteld en is goedgekeurd door de HU.

3.1 Doelstelling

De zakken die nu gebruikt worden om de cannelures te verpakken verplaatsen vooral lucht. Hierdoor zijn ze niet vormvast en lastig te vervoeren. Door een prijsafspraak in kubieke meter geeft het grote volume hoge logistieke kosten. Door het verplaatsen van veel lucht wordt hier een aanzienlijk bedrag verspilt. Door het herontwerpen van de verpakking zal er geprobeerd worden om het volume te reduceren met ??% zodat deze beter te hanteren is en de vrachtkosten omlaag gaan. Deze aanpassingen mogen de fabricagesnelheid, van ?? meter per dag, niet verlagen omdat er nu al gebruik wordt gemaakt van nachtploegen om aan de orders te kunnen voldoen. Deze doelstellingen zijn voortgekomen uit de probleemstelling die hieronder vermeld staat.

3.1.1 Probleemstelling

Binnen de Saint-Gobain groep is men constant bezig met het verbeteren van processen.
Er zijn maatstaven vastgesteld waar alle tot de groep behorende bedrijven aan moeten voldoen waaronder de ISO 9001 norm, dit houdt in: *Zeg wat je doet, doe wat je zegt en bewijs dit.* [2] Saint-Gobain wil dat alle ondernemingen gecertificeerd worden tot World Class Manufacturer (WCM). WCM is ontstaan bij autofabrikant Toyota in Japan[3]. De twee belangrijke taken van WCM zijn ten eerste handelingen te onderscheiden in twee groepen: Acties die waarde toevoegen aan een product voor de eindgebruiker en acties die dit niet toevoegen. Alleen acties die waarde toevoegen leveren een meerwaarde voor de klant op. De tweede taak is het elimineren van alle handelingen die het product niet meer waarde geven. Deze handelingen kosten geld maar het product wordt er niet beter door. De kosten die gepaard gaan met deze handelingen zijn onnodig.
Ook voor Insulation Solutions geldt dat hieraan moet worden voldaan. Hier zijn al een aantal stappen voor genomen. Zo wordt er al gewerkt met het 5S model, autonoom maintenance en tagging (zie de begrippenlijst voor een toelichting).
Verder staan alle zaken betreffende veiligheid, gezondheid en milieu hoog in het vaandel bij zowel Insulation Solutions als de Saint-Gobain groep.

Binnen de productie van Insulation Solutions zijn meerdere productielijnen. Op een van deze productielijnen worden Cannelures akoestisch absorberende producten gefabriceerd. Deze lijn wordt door een of twee operators bemand. In het kader van de World Class Manufacturing wil Insulation Solutions de kostprijs reduceren door een efficiëntere manier van verpakken van het product.

3.2 Opdracht

De opdracht die aan het begin door IS is opgesteld luide: “Onderzoek naar efficiëntere manier van verpakken van het product Cannelures. Het product cannelures ??% gecomprimeerd verpakken door middel van een nieuwe manier van verpakken en tevens ook te palletiseren.”

[2] http://www.arboadviesjanssen.nl/certificering/managment-systemen/iso-9001/, n.d.

[3] (http://educatie-en-school.infonu.nl/diversen/27412-world-class-manufactering-ofwel-lean-thinking-wat-is-het.html, Mabe, 2011)

Om tot de juiste verpakking te komen is er ook onderzoek nodig binnen en buiten het bedrijf. Binnen het bedrijf is de productie, opslag en vervoer van belang. Extern zal er worden gekeken naar verwerking, transport en opslag.
Omdat milieubewust produceren en veilig werken nog steeds belangrijker wordt moet de verpakking ook makkelijk af te voeren zijn na gebruik. Ondanks afschaffen van de verpakkingsbelasting wil IS milieuvriendelijk produceren. Dit omdat de milieukwestie in de toekomst een grotere factor wordt in keuze voor een product.

3.3 Eisen en randvoorwaarden

De eisen worden verdeeld in vier categorieën en de randvoorwaarden in twee categorieën. De lijst is tijdens het project constant getoetst aan nieuwe bevindingen.

3.3.1 Eisen

Verkoop

1. Totale kosten inclusief verwerken per m² mag niet stijgen. (P. ten Haaf, 10 september 2012)
2. Verkoopprijs mag niet meer dan ??% stijgen. (persoonlijke communicatie, 26 september 2012)
3. Het product moet zo goedkoop mogelijk worden. (26 september 2012)
4. ?? meter cannelure moet passen in een vrachtwagen van 7,60*2,45*3,00 meter(bron: www.bta-international.com/nl/over-ons/trailer-afmetingen) dit is twee keer zoveel dan wat nu wordt aangehouden: ?? meter. (P. ten Haaf, 10 september 2012)

Productie

5. Productie mag niet minder produceren door de nieuwe verpakking (P. van de Wouw, 4 oktober 2012)
6. Het aantal operators bij de machine mag niet toenemen (P. van de Wouw, 4 oktober 2012)

Magazijn

7. De totale transporttijd mag met niet meer dan ??% stijgen, dit gaat over de tijd dat een reachtruck bezig is met het product. De stijging kan worden veroorzaakt door het palletiseren (F. Koetje, 4 oktober 2012)
8. In het magazijn moet er ?? meter cannelure op 1,25*2,65 meter (3 kisten gestapeld heeft het zelfde oppervlak en inhoud) (W. de Hond, 4 oktober 2012).
9. Het product moet 2 maanden gecomprimeerd worden opgeslagen. De voorraad blijft maximaal 2 maanden opgeslagen in het magazijn (F. Koetje, 4 oktober 2012)

Verwerking

10. Verpakking met inhoud moet door 1 persoon verplaatst worden zonder hulpmiddel, maximaal gewicht 25 Kg. (W. de Hond, 26 september 2012)
11. Verpakking moet hijsbaar zijn, mag met hulpmiddel. Minimaal ?? cannelures per keer, dit is het zelfde aantal cannelures waar in de huidige situatie mee wordt gewerkt. (W. de Hond, 26 september 2012)
12. Maximaal 6 dagen opslag buiten, UV bestendige verpakking voor het gemiddelde in Nederland. (B. Leijten, 4 oktober 2012)

3.3.2 Randvoorwaarden

Productie en opslag intern

- Temperatuur tussen +5 en +25 graden Celsius

- Luchtvochtigheid tussen de 35% en 75%
- Vervoer per reachtruck

Verwerking en opslag buiten

- Temperatuur tussen -5 en +35 graden Celsius
- Niet binnendringen met een voorwerp groter dan 12 mm en beschermd tegen druppelend water, dit staat gelijk aan een IP waarden van 21 (zie begrippenlijst)

3.4 Eindproducten

Om een overzicht te krijgen van de behaalde resultaten zijn een aantal documenten noodzakelijk om op te leveren. De scriptie, dit document, is er één van.
Hieronder staat een lijst met andere documenten die zijn opgeleverd.

3.4.1 Producten

- Ontwerpidee
- Testresultaten
- Prototype

3.4.2 Documenten voor de HU

- Startdocument
- Afstudeerverslag
- Afstudeerpresentatie

3.4.3 Extra producten voor dit project

- Kick-off presentatie
- Voorstel machineaanpassing
    - Beschrijving handelingen
    - Plattegrond vernieuwde machinelijn
    - Aanpassingskosten

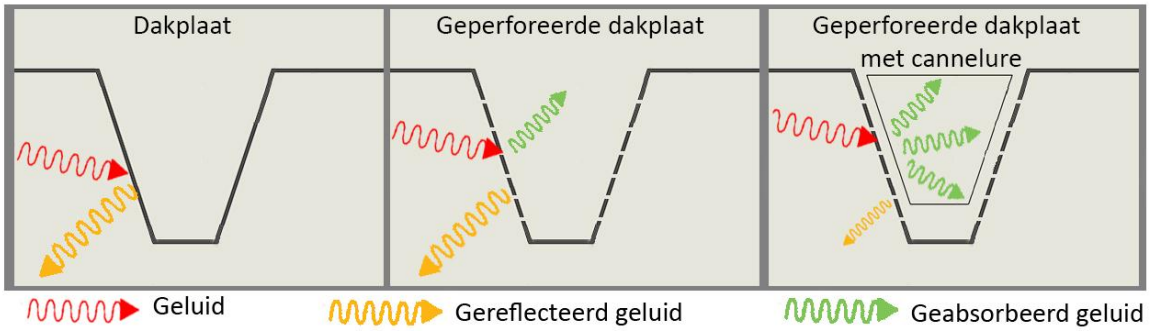
4 Analyse

Aanvullend onderzoek was nodig om tot het juiste ontwerp te komen. Dit onderzoek is gedocumenteerd en toegevoegd aan het verslag als bijlage. Uit de onderzoeken zullen regelmatig stukken voor de scriptie worden gehaald om keuzes te ondersteunen en te verklaren. De volgende onderzoeken hebben plaatsgevonden:

1. Meewerken met productie en het laden van de cannelures binnen IS
2. Meewerken met verwerking van cannelures op de bouwplaats
3. Observeren van de verwerking van de cannelures op een krappe en drukke plek (Eindhoven Airport)
4. Gesprek met de planner op het kantoor van een dakdekker
5. Gesprek met een tussenhandelaar van bouwmaterialen waaronder producten van IS.

4.1 Praktijk

Om een goed beeld te krijgen hoe de cannelures gebruikt worden is het van belang om te weten hoe de mensen op het kantoor verwachten dat er mee om wordt gegaan en hoe er daadwerkelijk op de bouwplaats mee gewerkt wordt. De persoon op kantoor plaatst de bestelling bij IS en zorgt voor de eventuele hulpmiddelen die nodig worden geacht voor de verwerking.
Om de bouwplaat te bekijken zijn een tweetal projecten bezocht; aanleg van een industrieterrein in Gilze en uitbreiding van de vertrekhal op vliegveld Eindhoven Airport.



Afbeelding 4.1 *Werking cannelure geluidsisolate.* W. de Hond, 2012.

4.1.1 Praktijkervaring IS

Door het grote volume van de cannelures wordt het product van ‘eerste werk’ geleverd. Dit houdt in dat de vrachtwagen lossen de eerste klus is. Helaas komt het voor dat de vrachtwagen vertraging heeft en dakdekkers staan te wachten inclusief een mobiele hijskraan. Wat vaker voor komt is dat er meerdere vrachtwagens tegelijk willen lossen en op dezelfde tijd zijn aangevraagd door de aannemer. Hierdoor moeten de vrachtwagens op elkaar wachten maar kunnen de dakdekkers achterelkaar doorwerken. Als de vrachtwagen op zijn plek staat en gelost kan worden is het een kwestie van een paar minuten. Bij beide projecten kon de vrachtwagen via de zijkant gelost worden. Door het zeil op te rollen en de houten balken te verwijderen valt de helft van de zakken al uit de vrachtwagen. Helaas heb ik niet kunnen zien hoe het lossen gaat bij een vrachtwagen waar de zijkant niet open kan. Volgens John, de vaste lader voor cannelures zijn 9 van de 10 bakwagens een dichte bak. Hierbij kan de zijkant niet open.

4.1.2 Praktijkervaring externe partijen

Het verplaatsen van de zakken met cannelures naar het dak vindt op meerdere manieren plaats. In Gilze werden de zakken op een bouwhek geplaatst. In Eindhoven werd hier een net voor gebruikt, wat gebruikelijker is volgens de mensen bij IS op kantoor.

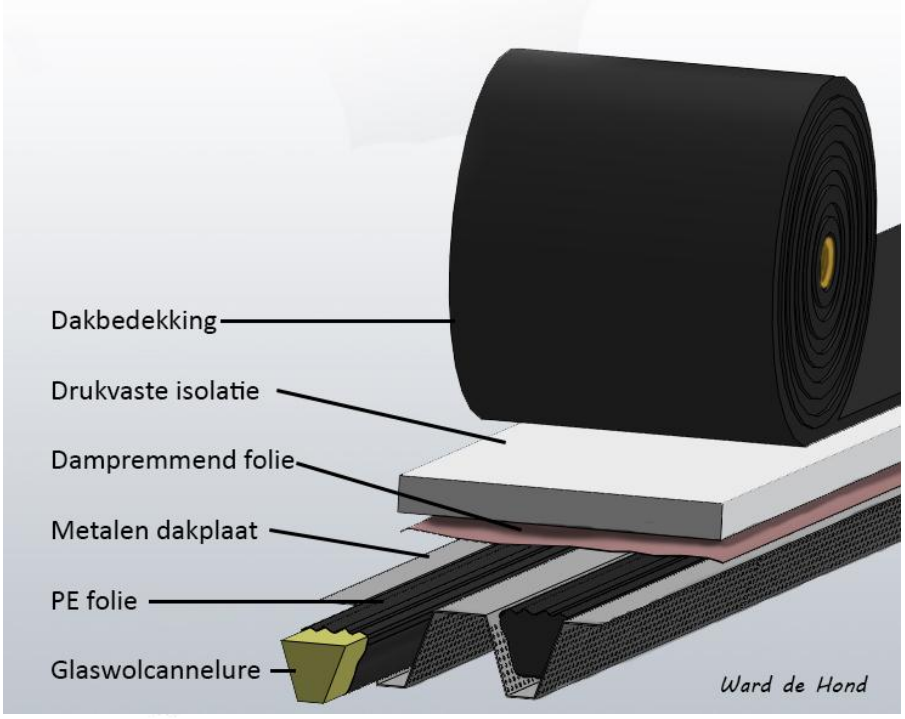
Afbeelding 4.2 ***Zakken met cannelures worde naar het dak gehesen bij een bouwprojec.*** **W. de Hond, 2012.**

Door één dag mee te werken bij het plaatsen van de cannelures is het beeld uit de gesprekken verder ingevuld met de werkelijke wijze van verwerken. Door het dragen van een helm, wat niet verplicht is maar wel wordt aangeraden, wordt je al snel als buitenstaander gezien. Bij het bekijken van een afstand en het maken van foto's van de werkwijze kwamen hier geen opmerkingen over. Maar bij het meehelpen met helm op, werd wel snel de opmerking gemaakt: "Zet snel die helm af, zo geef je nog het goede voorbeeld en moeten wij hem ook op zetten." Door gehoor te geven aan het verzoek integreer je beter in de situatie. De personen die je observeert gedragen zich natuurlijker, inclusief 'oneigenlijk' gebruik van voorwerpen zoals het gebruik van het bouwhek. Dat na het loswrikken met een blok hout, als een hijshek werd gebruikt. Terwijl de voorman een uur voor het hijsen vermelde dat het hijsen van cannelures gebeurde met een net.

4.2 Waar wordt het product voor gebruikt

De cannelure geluidsisolatie is bedoeld voor platte daken van staal. Deze zijn voornamelijk te vinden in sporthallen en productiehallen. Door de golf in de plaat te perforeren kan het geluid hierdoor naar de glaswol die het geluid absorbeert. De cannelures zijn ingeseald om twee redenen: het voorkomen van het loslaten van glasvezels en het kleuren van de gele glaswol zodat deze minder opvalt na plaatsing. Voor een goede geluidsisolatie is het van belang dat de folie zo dun mogelijk is. Nadat de cannelures geplaatst zijn in de dakplaten komt er een dampremmende folie overheen. Vervolgens wordt drukvastte isolatie geplaatst voor thermische isolatie. Als laatste wordt de dakbedekking geplaatst om het dak waterdicht te maken.

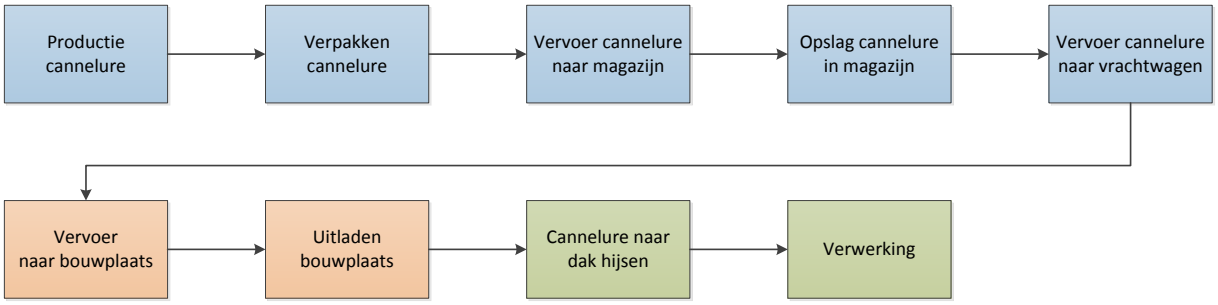
Afbeelding 4.3 ***Geperforeerd stalen dak bij een bouwproject.*** **W. de Hond, 2012.**



Afbeelding 4.4 ***Materialen metalen platdak.*** **W de Hond, 2012.**

4.3 Hoe wordt het product nu gebruikt

Om een goede verpakking te kunnen ontwerpen moet er rekening worden gehouden met de verschillende fases die het product aflegt zoals te zien in het volgende diagram.



Figuur 4.1 ***Levensloop tot en met verwerking van een cannelure*****. W. de Hond, 2012.**

1) De productie van de cannelure levert een ingesealde cannelure op, de cannelure zelf is meestal van Isover glaswol en de sealfolie is van geperforeerd PE. De cannelure is flexibel en niet vormvast wat het verpakken lastiger maakt.
2) Het verpakken van de cannelures gebeurt nu door het uitstoten in een plastic zak die handmatig dicht wordt getapet en

vervolgens in een grote kist wordt gelegd. Bij profiel 106 gaan er 40 stuks in een zak. Een gevulde zak weegt ongeveer 5 Kg. Bij 40 cannelures per zak is het mogelijk om de productielijn met één operator te bedienen, maar bij profielen waarvan er 25 cannelures in een zak gaan is het efficiënter om twee operators bij de lijn te hebben staan omdat er vaker een zak geplaatst moet worden en de machine hierdoor vaker stil staat als er maar één operator is.

3) Een kist met twintig zakken wordt opgepikt door een reachtruck (zie begrippenlijst) en van de productielijn naar het magazijn gebracht.

Afbeelding 4.5 ***Verdeelbak aan het einde van de productielijn*****. W. de Hond, 2012.**

Afbeelding 4.6 ***Uitladen van zakken cannelures*****. W. de Hond, 2012.**

4) De kistten worden gestapeld opgeslagen in het magazijn tot 3 hoog.

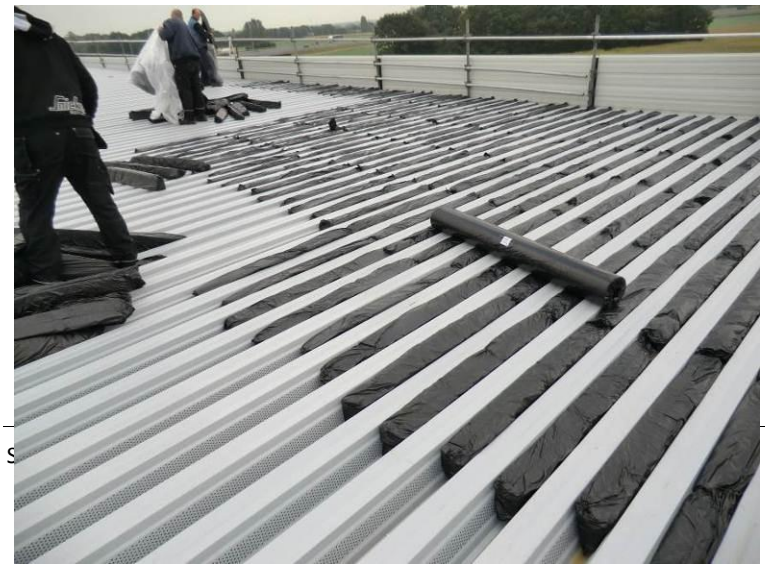
5) Bij het inladen voor transport wordt er een kist met een heftruck opgehaald en voor het laaddock (zie begrippenlijst) geplaatst waarna de zakken handmatig in de vrachtwagen worden geplaatst. Voor zakken cannelures met profiel 106 gaan er ?? zakken in een oplegger. Dit kost één persoon ?? minuten inclusief het oppikken van de ?? kistten uit het magazijn met een reachtruck.

6) De oplegger wordt hierna vervoerd door een externe vervoerder, dit is meestal ?? logistics.

7) De trailer wordt op de bouwplaats via de zijkant gelost, de zakken worden zo dicht mogelijk bij de vrachtwagen gelost. Dit gaat snel, in ongeveer ?? minuten voor een volle trailer, met behulp van de chauffeur en drie dakdekkers. Doordat de zakken licht genoeg zijn kunnen er vier tot vijf zakken tegelijkertijd met de hand verplaatst worden waardoor er geen steekwagen nodig is.

8) De cannelures worden vervolgens naar het dak gehesen. Hier is geen vaste procedure voor maar meestal worden de zakken in een net of op een bouwhek geplaatst en daarna naar boven gehesen. De hijskraan die hiervoor wordt gebruikt is vaak ingehuurd en staat er ook voor andere producten. De kosten staan in de tabel 4.1. Per zak komt dit op € ?? voor de loskosten en het verplaatsen naar het dak.

Tabel 4.1 ***Hijs- en loskosten cannelure.*** **W de Hond, 2012**



*8 uur per dag, maar hier gaat 1 uur op- en afbouwtijd vanaf

9) De zakken worden op het dak open gemaakt en in de dakplaten gelegd. De manier van verwerken verschilt per persoon. Vaak wordt de zak leeg geschud waarna er een aantal cannelures per keer worden gepakt om te plaatsen. Een andere methode is om een gat in de zak te maken waar telkens

één cannelure uit wordt gepakt en gelijk in het dak wordt geplaatst. De lege zakken worden nu ook gebruikt als afvalzakken op het dak. Deze dubbele functie is uit de praktijk voort gekomen en niet door IS bedacht. Bij een nieuw ontwerp wordt deze functie wel als meerwaarde gezien en kan het ontwerp hierop worden aangepast.

4.4 Waar wordt het product naar toe getransporteerd

De transportkosten worden niet op de factuur vermeld bij cannelure orders. Het transporteren wordt door Versteijnen Logistics verzorgt. Zij hanteren drie zones binnen Nederland met een verschillend tarief.
Door de lijst van cannelureorders over het afgelopen jaar te bekijken is uitgezocht naar welke plaats de vracht is verstuurd. Niet bij alle orders was dit nog te achterhalen omdat het afleveradres niet vermeld staat. Vaak is de plaats wel te bepalen door de referentie die bij de orders geplaatst staan. Aan de hand van de lijst met orders uit Excel is er een lijst met plaatsnamen gekomen. Per plaats staat de postcode en hoe vaak er een order naar toe is gestuurd. Door deze lijst, afbeelding 4.8, is inzichtelijk geworden welke regio's het product verkocht wordt.

- Zone 1 Omgeving Tilburg: ?? %
- Zone 2 Midden Nederland: ??%
- Zone 3 Noord, Oost en Zuid Nederland: ??%

Door het inzichtelijk maken van de verhoudingen per zone kan er door de verkoopafdeling beter bepaald worden wat de gemiddelde vrachtkosten zijn en aan de hand hiervan de verkoopprijs mogelijk aanpassen.

4.5 Overview

Intern is er al onderzoek gedaan naar aanpassingen aan de productielijn en naar het sealen van de cannelures. Aan de hand van de afstudeerscriptie van W. Bongers
en D. Doodkorte over het efficiënter werken, is de opstelling al aangepast (*Bedrijfsbrede kostenbeheersing in productie,* W. Bongers & D. Doodkorte, 2012). Deze studenten hebben als duo onderzoek gedaan naar kostenbeheersing binnen IS bij de productielijn, hier zal bij dit onderzoek op verder worden gegaan. Oorspronkelijk werd gewerkt met een enkele zaag en twee seal- en inpakmachines. Dit leverde echter teveel storingen op waardoor de productiviteit met één seal- en inpakmachine hoger uitvalt.

Afbeelding 4.9 *Gescheurd PE folie door externe krachten.* W. de Hond, 2012.

Tijdens dit afstudeerproject wordt de sealmachine aangepast waarbij de folie openingen krijgt bij de uiteinden. Een snellere compressie is mogelijk aangezien de lucht er aan de uiteinden makkelijker uit kan. Bij de huidige cannelures bestaat de kans op scheuren van het folie bij snelle compressie door de grotere krachten. De lucht kan wel ontsnappen door minuscule gaatjes over de gehele lengte van de cannelure maar dit is te beperkt.

4.5.1 Verpakkingsbelasting en milieu

Sinds 2008 is er een verpakkingsbelasting ingevoerd in Nederland waardoor producenten extra belasting betalen over de verpakking die gebruikt wordt. Vanaf 1 januari 2013 is deze echter weer belasting afgeschaft[4]
Ondanks de afschaffing willen de Saint-Gobain groep en IS milieubewuster produceren. Daar wordt rekening mee gehouden bij materiaalkeuze voor de verpakking. Volgens Mark Habraken van Udo dakbedekking zijn er

[4] (http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/milieubelastingen/vraag-en-antwoord/wat-is-de-verpakkingenbelasting.html)

nog geen gescheiden afvalstromen op de bouwplaats. Het recyclen is daarom lastig en des te belangrijker is het dat er zo min mogelijk materiaal wordt gebruikt. De verpakking is klaar voor gescheiden afvalverwerking op de bouwplaats als de klanten dit wensen.

4.6 Analyse

De grootste problemen bij dit project liggen bij de kosten en de tijd. Het comprimeren van glaswol cannelures is mogelijk met ??%, dit is al onderzocht door Paul van de Wouw (productieleider IS). De uitdaging voor het ontwerpen is hoe dit snel kan worden gedaan en tegen lage kosten. Een zak met cannelures wordt voor een paar euro's verkocht en vormt een 'low cost-low intrest' product. De verkoopprijs voor een cannlure profiel 106 is ?? cent per meter afhankelijk van de grote van de bestelling.
De verschillende mogelijkheden zijn onderzocht en getest op haalbaarheid. Intern is er hulp geboden door meerdere personen waardoor de proefopstellingen snel gemaakt zijn en er dus meerdere proeven met meerdere opstelling hebben plaatsgevonden.

5 Testen

Om tot een goed ontwerp te komen voor de verpakking en de verpakkingsmachine is het van belang te weten welke fysische eigenschappen glaswol en steenwol hebben. Hiervoor zijn de volgende testen gedaan:

1. Aantal keer comprimeren; elke keer dat de wol wordt samengedrukt breken er vezels, hierdoor is het aantal malen comprimeren beperkt.
2. Cannelures comprimeren tussen pallets in; kijken welke methode handig is voor het comprimeren.
3. Vacuüm zuigen; dit principe is eerder geprobeerd maar werkte niet goed omdat de afzuiging snel verstopte.
4. Proefmonsters maken; de herteltijd van de wol is al bekeken na een uur in voorgaande testen maar om te kijken wat de hersteltijd is voor gecomprimeerde cannelures na 1 week, 2 weken of nog langer?
5. Persen met de plasticafvalpers; Hoe snel kan een cannelure gecomprimeerd worden zonder dat de folie scheurt?
6. Persen in de oude verpakkingsmachine; doordat er een verpakkingsmachine over was kon de bak gebruikt worden voor het testen met samengeperste cannelures.
7. Rond of vierkant comprimeren; de cannelures vormen een ronde verpakking nadat ze in de zak zijn gestopt maar zijn ze gelijkmatiger gecomprimeerd als ze ook uit een ronde huls komen?
8. Proefmonsters met ??% en ??% compressie: na de test met het langer comprimeren bleek al snel dat ??% comprimeren te veel is, maar welk percentage compressie kan wel behaald worden zonder teveel dikteverlies van de wol?
9. Hoeveel compressie blijft er over in een kist; als ongecomprimeerde zakken worden gestapeld zakt de onderste in, na compressie zal de onderste zak minder inzakken. Welke compressie is er voor opslag en transport haalbaar?

Bij alle testen is gebruik gemaakt van het profiel 106. Vaak is er in kleinere schaal ook getest met Ultimate® steenwol. Voor al deze test zijn de volgende hoeveelheden nodig:

Tabel 5.1 *Benodigdheden testen.* W. de Hond, 2012.

De testen met het vacuümzuigen zijn niet voortgezet omdat er al in een vroeg stadium is besloten dat deze methode te duur wordt in zowel de machine als de verpakking en handelingen voor de operator.

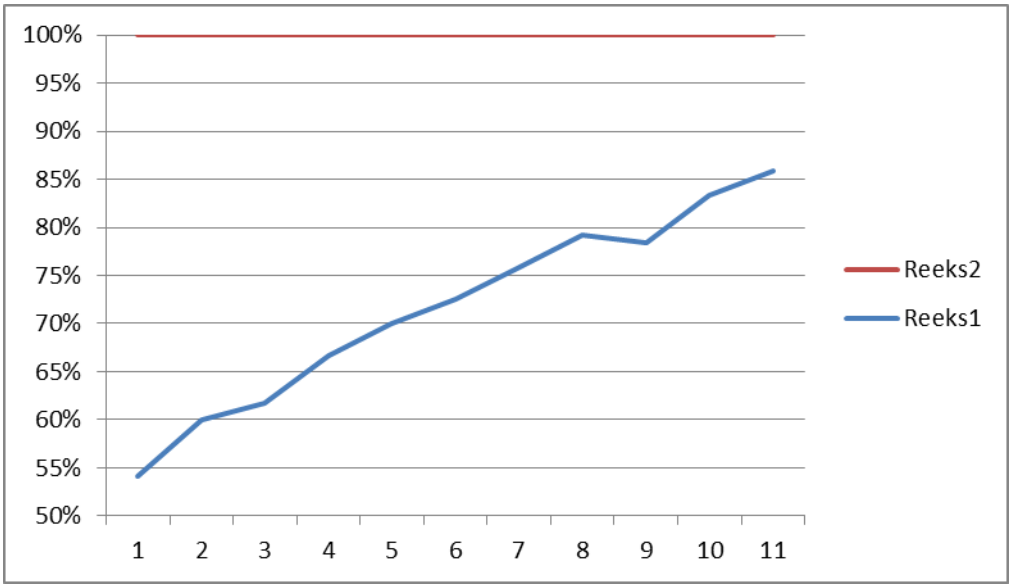
5.1 Aantal keer comprimeren

De wol waar de cannelures van worden gefabriceerd wordt op een rol geleverd. Deze rol zit strak verpakt waardoor de wol al één keer is gecomprimeerd. Tijdens de productie wordt de wol een aantal keer samengedrukt maar dit laten we in deze test buiten beschouwing aangezien het er om gaat hoe vaak de wol nog gecomprimeerd kan worden na het zagen en insealen.

Tabel 5.2 *Slijtage test.* W. de Hond, 2012

Keren opgerold	cm op tafel	cm uitsteken	
0	65	55	Niet vervorm
1	72	48	keert niet uit zichzelf terug
2	74	46	Uiteinden blijvend vervorm
3	80	40	Na oprollen blijft hockeystick vorm over
4	84	36	na oprollen blijft hoefijzer vorm
5	87	33	Slak vorm
6	91	29	Steeds meer breuken in lengterichting
7	95	25	
8	94	26	Blijft opgerold rechtop. Op zijn kant rolt hij wel uit tot een donutvorm
9	100	20	Ook op zijn kant blijft het opgerold, trapeziumvorm weg
10	103	17	47 cm glaswol onderin folie

Dit resulteert in grafiek 5.1 waarbij de x-as het aantal keren oprollen is en de y-as het maximale percentage van de cannelure op de tafel inhoudt voordat deze knakt. Reeks 1 toont het percentage van de cannelure wat op de tafel ligt, reeks 2 toont de totale lengte aan.



Grafiek 5.1 *Percentage van de cannelure dat op de tafel rust.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 5.1 ***5 maal opgerolde cannelure.***
W. de Hond, 2012.

Afbeelding 5.2 10 ***maal opgerolde cannelure.***
W. de Hond, 2012.

Na drie keer oprollen is de wol te erg beschadigt om nog gebruikt te kunnen worden. Het comprimeren volgens de afvalcompressie methode in een bak waar telkens nieuwe cannelures bij worden gestopt om zo met een kleine bak een groot aantal cannelures te comprimeren is hierdoor niet haalbaar. Het comprimeren moet in één keer gebeuren aangezien de wol ook al beschadigt bij het laden en lossen van de vrachtwagen en het verwerken op het dak.

5.2 Comprimeren tussen pallets

De eerste test om te kijken welke methode van comprimeren het beste resultaat opleverde. De mentaliteit: “Niet praten maar laten zien” werd eer aan gedaan. Er werden vier pallets in een kruisvorm gezet zodat in het midden een gesloten ruimte ontstaat. In het midden kwam een opengesneden plastic zak te liggen. Hierna zijn de cannelures er in gelegd en op meerdere manieren gecomprimeerd:

1. Piepschuimplaat boven op de cannelures leggen en hierop gaan staan. Na het weghalen van de plaat werd het plastic er snel overheen gespannen. Dit had als nadeel dat het uitzetten van de wol gelijk na het weghalen van de druk het snelste ging en je hierdoor veel verloor van de volumereductie.
2. Bovenkant afdekken en het plastic er onderdoor trekken. Dit ging beter dan stap 1 omdat hier de cannelures onder druk blijven staan. Als nadeel heeft het wel dat er weinig kracht kon worden gezet.
3. Oprollen bovenlangs. Door een stuk van het plastic aan een ijzeren staaf vast te tapen kon het plastic opgerold worden waardoor de ruimte voor de cannelures steeds kleiner werd. Dit ging weer beter dan stap 2. Alleen aan het einde was het lastig om geen gat open te laten waar de cannelures er uit konden gaan.
4. Er is ook kort geprobeerd om met een elektrische pompwagen één van de vier pallets als pers te gebruiken alleen had de pompwagen te weinig kracht hiervoor en was de mate van compressie daardoor zeer gering.
5. De laatste poging was een opening tussen de pallets waartussen je het plastic op kan rollen. Tegelijk werd het plastic aangedrukt met de voeten. Dit leverde het beste resultaat op.

Afbeelding 5.3 *Comprimeren tussen vier pallets.* W. de Hond, 2012.

De testen 1 en 4 zijn ook opgemeten en in tabel 5.3 te zien

Tabel 5.3 *Afmetingen zakken.* W. de Hond, 2012.

Soort	Omtrek in meters	oppervlak m²	Percentage van origineel
Er op staan	2,17	0,37	71 %
Er op staan en folie aantrekken	1,94	0,30	57 %

5.3 Vacuüm zuigen

Voor het begin van de afstudeerstage is er al een proef gedaan met het vacuüm zuigen van cannelures door Paul van de Wouw, de productieleider. Deze testen mislukte omdat de folie van de cannelures of de zak voor de afzuiging kwam. Hierdoor kon er geen lucht meer worden afgezogen.

5.3.1 Vacuümzuigen met kledingzak

De eerste proef is gedaan met een kledingzak die vacuüm kan worden gezogen. Deze proef en de volgende vacuüm testen zijn uitgevoerd met een 1200 watt stofzuiger. Het principe van de kledingzak werkt goed met materialen waar de lucht goed doorheen kan. Ondanks een rooster bij de afzuiging om 'verstoppen' te voorkomen kwam er bij de cannelures weinig lucht uit zodra er één tegen de afzuiging aan zat. 4% volumereductie is haalbaar maar meer niet.

Afbeelding 5.4 *Vacuümtest kledingzak.* W. de Hond, 2012.

5.3.2 Haalbaarheid

Bij de kledingzak kan de lucht niet snel genoeg uit de éne opening. Daarom is een proef gehouden met een pijp waar gaten in zijn geboord. Op deze manier is er langer een plek vrij waar lucht door kan worden afgezogen in plaats van het enkele grote gat bij de kledingzak.

Met gebruik van de geperforeerde pijp kan maximaal ??% volumereductie worden bereikt bij glaswol en ??% volumereductie bij steenwol. Na het loshalen van de stofzuiger zetten de cannelures gelijk weer uit, om dit te voorkomen is er een huls om de groene zak getapet. Op afbeelding 5.6 is dit de oranje-gele plastic huls. De twee punten waar er extra tape omheen is gewikkeld zijn duidelijk zichtbaar omdat op die punten de zak is ingesnoerd. Dit is gedaan omdat anders het dubbelzijdig tape die de huls dicht maakt los zou laten.

Afbeelding 5.5 ***Geperforeerde PVC pijp.***
W. de Hond, 2012.

Afbeelding 5.6 ***Vacuümverpakte cannelures.***
W. de Hond, 2012.

5.3.3 Grote aantallen cannelures vacuümzuigen

Nadat isaangetoond dat het vacuümzuigen met behulp van een geperforeerde pvc-pijp werkt, is gekeken naar de compressie van de cannalures ten opzichten van de positie in de zak.
Hypothese: De cannelures dichtbij de afzuiging zullen sterker worden gecomprimeerd dan de cannelures die zich verder van de afzuiging vandaan bevinden.
De testopstelling bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Stofzuiger voor de afzuiging van 1200 watt.
2. Geperforeerde pvc-pijp van 140 centimeter lang.
3. Plastic zak gevuld met glaswol cannelures met profiel 106.

De gevulde zak met cannelures wordt opgemeten om het volume te berekenen. Met behulp van een Excel-sheet wordt het volume tijdens en na het comprimeren berekend aan de hand van de omtrekt.
Om de hypothese te toetsen zullen bij verschillende maten van compressie gekeken worden naar de cannelures. Om een duidelijk beeld te krijgen wordt de doorzichtige zak gebruikt waar de cannelures op dit moment ook in worden verpakt. De gaten in deze zak zijn met tape dicht gemaakt.
De afzuiging bij deze proef is op verschillende plaatsen aangebracht. In het midden van de zak, de bovenkant en aan de zijkant. De mate van compressie verschilde per positie van de afzuiging maar in alle gevallen was de compressie per cannelure redelijk gelijk.
De mate van compressie hangt van een aantal zaken af:

1. Plaatsing van de afzuiging. In het midden is de compressie het hoogste en in de hoek het minste. Bij plaatsing in het midden comprimeert het geheel met ??%. Bij afzuiging aan de buitenkant bedraagt dit maar ??%.

Afbeelding 5.6 *Afzuigen vanaf de buitenkant.* W. de Hond, 2012.

2. Ordening van de cannelures. Als de cannelures recht naast elkaar liggen is de compressie het sterkste. Als de cannelures door elkaar liggen is een resultaat van ??% volumereductie haalbaar waar dit bij gelijk gerichte cannelures tot ??% gaat.

De gelijkmatige compressie is in eerste instantie geconstateerd door te kijken naar de cannelures in de doorzichtige zak en te voelen hoe stevig ze zijn. Deze methode is suggestief en lastig toe te passen op de cannelures midden in de zak. Om een objectiever beeld te krijgen is de gecomprimeerde zak met een lintzaag doormidden gezaagd om de doorsnede van de cannelures goed in beeld te krijgen. Hier is te zijn dat de cannelures in tegenstelling tot de verwachting gelijkmatig worden gecomprimeerd in volume. Wel is het zo dat de cannelures aan de buitenkant plat maar breed zijn en die in het midden een rondere vorm hebben.

Afbeelding 5.7 ***Doorsnede van vacuumgezogen cannelures.*** **W. de Hond, 2012.**

5.3.4 Verpakking voor vacuümgezogen cannelures

Helaas is het verpakken van een vacuüm gezogen zak duurder. De zak waar de cannelures in zitten moet stevig en geheel luchtdicht zijn. Om te voorkomen dat tijdens de opslag of transport er lucht binnen dringt en de cannelures zich uitzetten wordt er tevens een huls geplaatst om de zak. Hierdoor komt er bij deze methode tweekeer zoveel afval op de bouwplaats dan een methode die volstaat met één zak. De voor- en nadelen van het vacuümzuigen en het persen worden in hoofdstuk 7 - Ontwerp verder toegeligt.

5.4 Volumereductie proefmonsters

Om vast te stellen wat de recoverytijd is wanneer de cannelures langere periode gecomprimeerd zijn, is de volgende test gestart. Het maken van kleine verpakkingen met 10 cannelures. Met een volume reductie van ??% en ??%. Deze verpakkingen hebben zowel glaswol als Ultimate® vulling. Door het dikkere Ultimate® was het lastig om met de hand hier een volumereductie van ??% te behalen. Gelukkig is het met twee personen gelukt door het plastic op te rollen en dicht te tapen.

Afbeelding 5.8 ***Ongecomprimeerde cannelures in zak.*** **W. de Hond, 2012.**

Afbeelding 5.9 ***Ongecomprimeerde cannelures in zak.*** **W. de Hond, 2012.**

Afbeelding 5.8 ***Gecomprimeerde cannelures in zak.*** **W. de Hond, 2012.**

Na een week zijn de eerste proefmonsters geopend om de wol te bekijken en de recoverytijd te bepalen. Helaas is de recoverytijd lastig te meten. Omdat de folie om de wol zo los zit moet deze ingedrukt worden voordat vastgesteld kan worden welke dikte de wol er onder heeft. Hierdoor wordt het uitzetten van de wol weer geremd. De resultaten na de eerste week zijn in een schema geplaatst, zie tabel 5.4.1.

Tabel 5.3 *Uitpakken proefmonsters na 1 week.* W. de Hond, 2012.

Dit schema voldeed niet waardoor er voor de volgende test-weken naar het geheel is gekeken. Na het openen van de folie is bepaald of de cannelure voldoende hersteld zijn.
Ook is er weinig aandacht meer gegaan naar de pakketjes die ??% gecomprimeerd zijn aangezien deze na 1 week al onvoldoende terug op dikte kwamen.

5.5 Persen plasticafvalpers

Nadat het vacuümzuigen van de cannelures afviel is er gekeken naar het persen van de cannelures met behulp van de plasticpers. Deze machine wordt normaal gebruikt om dun plastic afval zoals zakken samen te persen en te bundelen. Voorheen werd het plastic gratis opgehaald in grote bakken maar door de plasticpers leveren de gecomprimeerde balen geld op. Deze machine perst met een druk van 25 ton het plastic samen waarna er linten omheen worden gespannen zodat de baal plastic bij elkaar blijft.

5.5.1 Cannelures in de plasticpers

Bij deze test zijn de zakken met 40 cannelures van profiel 106 in de pers geplaatst. De eerste keer twee zakken, nadat deze zijn samengedrukt zijn er nog twee zakken bijgeplaatst. Ondanks het tussentijds openen van de pers, waardoor die stopt, scheurden de zakken en cannelures. Het comprimeren ging te snel en de machine was niet glad genoeg aan de binnenkant om de cannelures in takt te houden. Hierdoor is deze methode van testen snel afgevallen.

Afbeelding 5.9 *Plasticpers.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 5.10 ***Gecomprimeerde cannelures uit de plasticpers.*** **W. de Hond, 2012.**

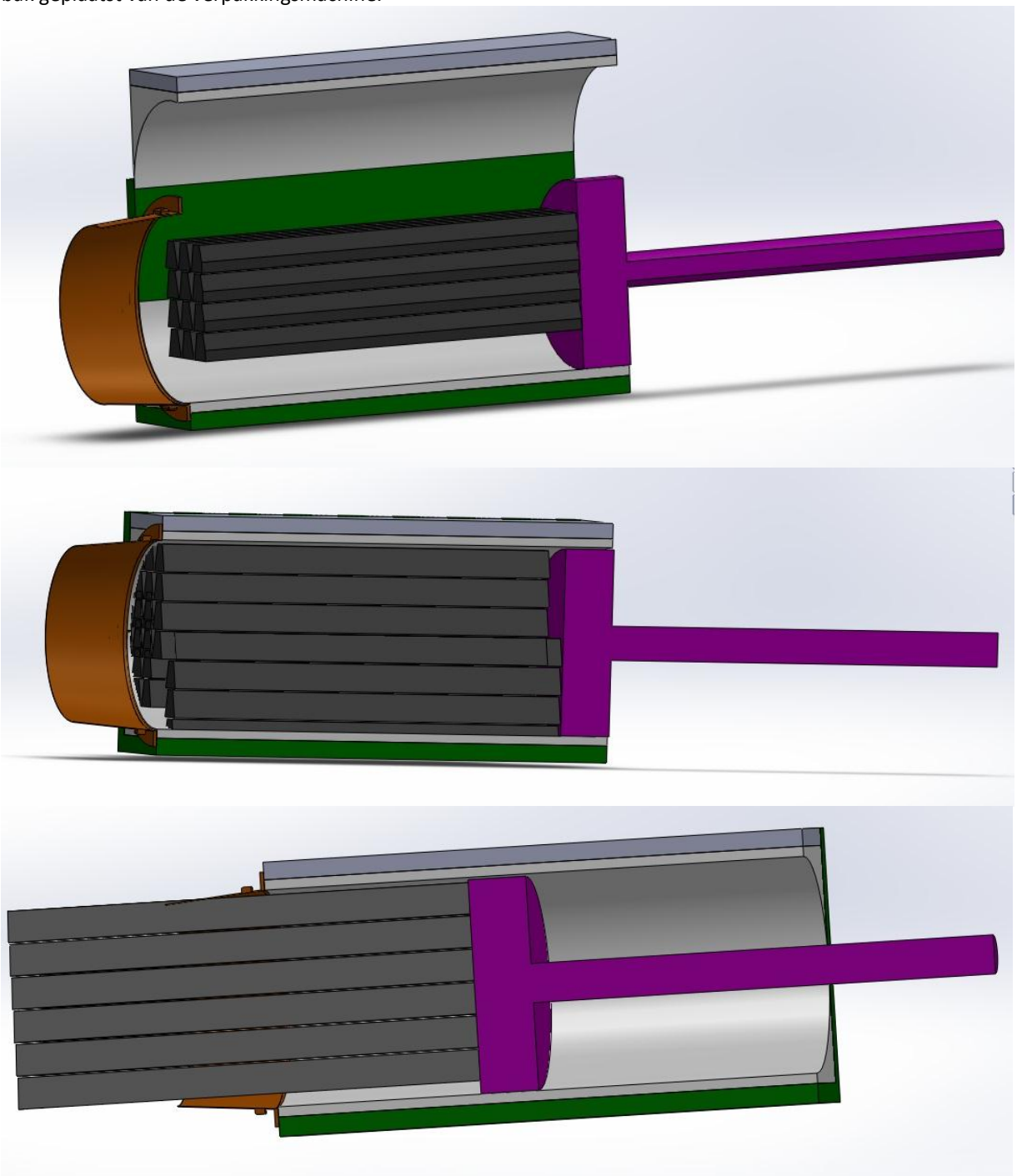
5.6 Persen in de oude verpakkingsmachine

Het persen door iemand op de cannelures te laten staan met een piepschuimplaat ging in de eerste testen goed. Het probleem was dat een groot deel van de volumereductie teniet werd gedaan bij het weghalen van de piepschuimplaat om daarna de cannelures in een zak stoppen. Door gebruik te maken van de oude verpakkingsmachine konden de cannelures gecomprimeerd worden waarna ze met behulp van een piepschuimblok worden uitgestoten in een plastic zak. De plasticzak heeft het juiste formaat voor het aantal cannelures zodat deze gecomprimeerd blijven. De haakjes aan de verpakkingsmachine werden handig benut voor het bevestigen van de plastic zak. Doordat het piepschuimblok T-vormig is gezaagd is van tevoren te bepalen welke maten er in de bak overblijven. Hierdoor is de volumereductie ook gemakkelijk te bepalen zonder dat er metingen nodig zijn tijdens de proef. Deze afmetingen zijn ook van belang om de maten te weten van de pusher. De ruimte tussen het piepschuimblok wat wordt gebruikt om te comprimeren en de pusher mag niet te groot zijn, anders kunnen er cannelures tussen blijven steken.

Afbeelding 5.11 ***Comprimeren in rechthoek.*** **W. de Hond, 2012.**

5.7 Rond of vierkant comprimeren

Na het uitstoten van de cannelures uit de bak van de oude verpakkingsmachine vormde de zak zich langzaam van vierkant naar rond. Hierdoor is de vraag opgekomen of de cannelures wel gelijkmatig gecomprimeerd in de zak zitten. Door zakken te vullen met een vierkante bak en pusher en een ronde bak en pusher kan gekeken worden of er verschil is. De ronde bak is uit een piepschuimblok gezaagd op de CNC zaag en vervolgens in de bak geplaatst van de verpakkingsmachine.



Afbeelding 5.12 *Comprimeren in cilinder.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 5.13 ***Comprimeren in cilinder.*** **W. de Hond, 2012.**

Er zijn verschillen tussen de vierkante en ronde zakken maar deze verschillen zijn minimaal. Het verschil kan ook verklaard worden door het grotere aantal cannelures in de vierkante bak. Uit eerdere ervaring is gebleken dat hoe meer cannelures er tegelijk worden gecomprimeerd, hoe groter het verschil onderling is. In de vierkante bak kwamen ook gaten tussen de cannelures voor, bij de ronde bak niet. Ook dit kan verklaard worden uit het groter aantal cannelures in de zak.

De vervorming van de cannelures onderling vindt op verschillende manieren plaats, afhankelijk van de positie.

- Cannelures aan de buitenkant zijn plat en breed.

- In het midden blijft de vorm dichter bij de oorspronkelijke trapeziumvorm.

- **Afbeelding 5.14 *Comprimeren, rechts in cilinder en links in rechthoek.* W. de Hond, 2012.**

Door de kleine verschillen tussen het rond en vierkant comprimeren is er gekozen om verder te gaan met een vierkante bak. Bij dit ontwerp is er een grotere inhoud mogelijk met de zelfde buitenmaten. Ook zal het naar alle waarschijnlijkheid goedkoper te produceren zijn in de verpakkingsmachine.

5.8 Maximale volumereductie

Nadat uit de gecomprimeerde-duurtesten bleek dat comprimeren met ??% nog een goede cannelure oplevert maar met ??% niet meer, is er onderzoek nodig om te kijken wat het maximale compressiepercentage is. Hiervoor zijn op de zelfde methode als in hoofdstuk 5.6 cannelures gecomprimeerd in een vierkante bak. De verschillen in volumereductie zijn behaald door een verschil in het aantal cannelures.

Afbeelding 5.15 *Comprimeren in cilinder,* W. de Hond, 2012.

De cannelures die ??% gecomprimeerd zijn komen binnen ?? seconde weer terug tot ??% van de originele hoogte. Hierdoor levert de recoverytijd, of hersteltijd, van de wol geen problemen bij het verwerken van de cannelures op het dak. De recoverytijd is gemeten twee dagen nadat de cannelures zijn gecomprimeerd. Uit eerdere tests is gebleken dat het verend vermogen van de wol redelijk gelijk blijft ook al is deze langere periode gecomprimeerd. Hierdoor kan er van worden uitgegaan dat ??% volumereductie haalbaar is met de huidige glaswol.

Afbeelding 5.16 ***Herstelde cannelure na 30 seconde.*** **W. de Hond, 2012.**

5.9 Gecomprimeerde zakken in een kist

Om te kijken welke compressie je in een gevulde kist over houdt als er gecomprimeerde zakken in worden gestopt zijn er 12 zakken gevuld met ?? cannelures. De intentie was om ?? cannelures in een zak van 1,20 meter breed te krijgen maar dit lukte niet. De druk door het comprimeren met zoveel cannelures was te groot. Ook waren de houten schotten aan de zijkant ruwer dan het metaal van de bak. Hierdoor kwam het comprimeerblok bij het uitstoten van de cannelures mee naar voren. Om deze reden is er gekozen om 100 cannelures in de zak te stoppen. Hierdoor wordt een volumereductie per zak van ??% gehaald.
Voor een kist van 8 m³ komt dit uit op het volgende:
Door de vermindering van compressie in de onderste zakken is er een relatief verlief van ??%. Bij een hogere compressiegraad zal dit verlies stijgen. De verwachting is dat bij een compressie van ??% het verlies niet boven de ??% uit zal komen. Hierdoor is de doelstelling van ??% volumereductie behaald.

Afbeelding 5.17 ***?? cannelures per zak, ??% gecomprimeerd.*** **W. de Hond, 2012.**

Na het vullen van de kist is er aan John om advies gevraagd. Hij laad de meeste vrachtwagens met cannelures en heeft binnen IS de meeste ervaring. Zijn bevinding was dat de zakken soms op de naad scheuren bij het laden. Dit komt vooral voor bij cannelures met Ultimate® steenwol omdat deze zwaarder zijn. Bij het comprimeren worden er meer cannelures in dezelfde zak geplaatst, deze wordt hierdoor zwaarder. Door het laden van een vrachtwagen te simuleren met de zakken met ?? cannelures kwamen er binnen??5 meter slepen al scheuren in de zak. Dit toont de noodzaak aan van sterkere zakken bij een toename in gewicht met een factor ??.

Afbeelding 5.18 ***Scheur op de naad door extra gewicht.*** **W. de Hond, 2012.**

5.10 Vervolgtesten

Om tot een optimale verpakking te komen zijn er nog een aantal testen nodig:

1. Zak dikte; welke zak is sterk genoeg voor het extra gewicht?
2. Verwerking van gecomprimeerde cannelures; de zakken met 100 cannelures staan gereed om in een order verwerkt te worden zodat er in januari gekeken kan worden hoe de dakdekkers over de gecomprimeerde zakken denken.

Voor het verder optimaliseren van de productielijn is het mogelijk om achter de comprimeermachine ook een automatische inpakmachine te maken die de zakken dicht maakt. Dit zal in hoofdstuk 7 verder aan bod komen.

6 Brainstormsessies IS

Om input te krijg van personen binnen Insulation Soltuions is er een brainstormsessie gehouden. Bij deze sessie waren mensen van de productie en het warehouse aanwezig eveals de operationsmanager. Helaas kon niemand aanwezig zijn van de verkoopafdeling.

6.1 Introductie

Omdat niet iedereen de doelen van het afstudeerproject kende, is begonnen met een korte uitleg. Hierna volgde een toelichting op het belang van cannelures voor IS. Aan de hand van figuur 1.4 (zie pagina 14) werd duidelijk dat de cannelures ??% van de totale omzet genereren. En bijna ??% van de totale omzet van IS komt voort uit glaswolcannelures met profiel 106. De cijfers die aantonen hoeveel cannelures er per dag werden geproduceerd waren bij de productieleider bekend, maar dat er op jaarbasis meer dan ?? kilometer aan cannelures wordt geproduceerd verbaasde iedereen.

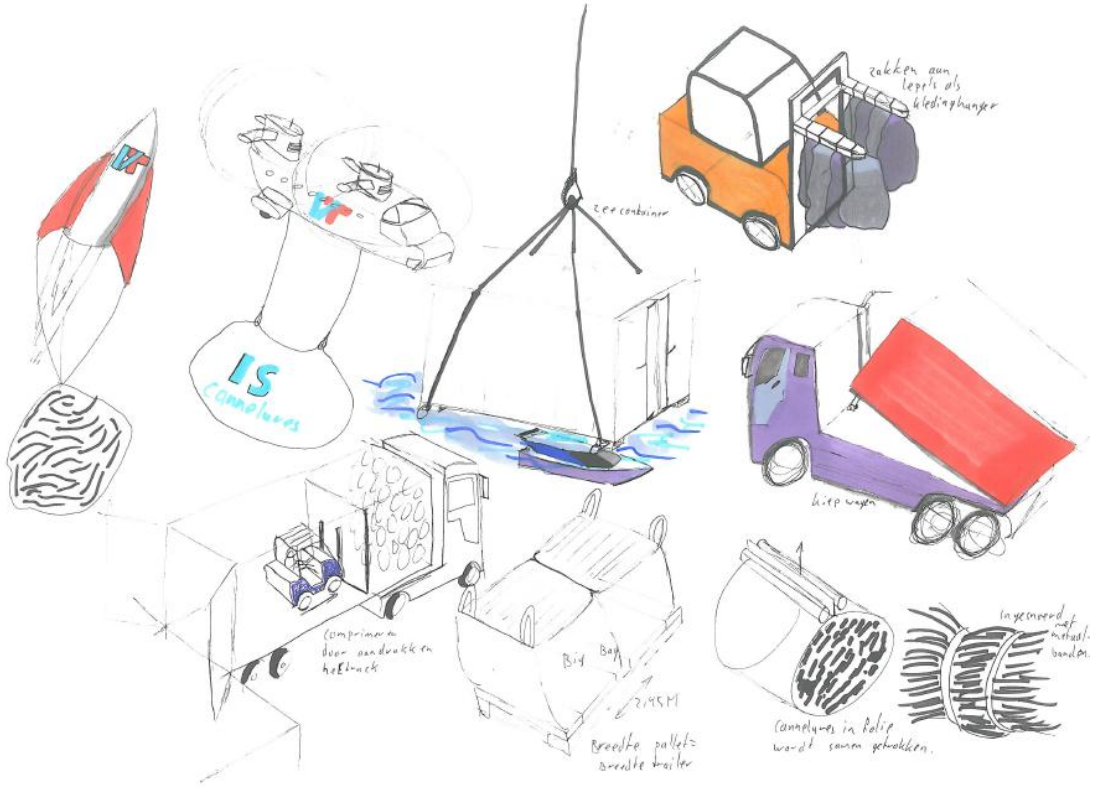
Figure 6.1 ***Productie van cannelures per jaar.*** **W. de Hond, 2012.**

Het aantal geproduceerde cannelures, en daarmee de lengte per jaar, daalt wel. Deze daling is te verklaren door de verschuiving van de profielmaat. Profiel 106 is nog steeds het meest gebruikte profiel maar brede profielen van 158 of 200 komen steeds vaker voor. Omdat er een bredere en hogere golf wordt toegepast is er minder strekkende meter cannelure nodig voor een vierkante meter dak. De daling in de omzet is hierdoor minder groot maar nog steeds aanwezig.

6.2 Brainstormen

Na de introductie is de brainstormsessie gestart. Onder het genot van koffie en gebak is gekeken naar mogelijke oplossingen voor het “probleem” met de cannelureverpakking. Door het tonen van extreme oplossingen werd aangegeven dat er op voorhand geen oplossingen waren uitgesloten:

- Vervoer per big bag onder een helikopter
- Met een raket de cannelures naar de bouwplaats schieten



Afbeelding 6.1 ***Transportmogelijkheden voor cannelures.*** **W. de Hond, 2012.**

Vervolgens kreeg iedereen post-it briefjes waar steekwoorden op werden geschreven. Na enkele minuten zijn de briefjes op een whiteboard geplakt en in groepen bij elkaar geplaatst. De drie groepen waren:

1. Productie
2. Magazijn
3. Verwerking

Helaas kwam er geen vernieuwend idee of probleem naar voren. De behoudende manier van denken was duidelijk merkbaar. De personen van de productie hadden steekwoorden voor productie en bij het warehouse had alles betrekking op warehouse. Erwaren er geen steekwoorden voor de verwerking, dit komt mede door de afwezigheid van de salesmanager. Nadat de post-its bij de drie groepen waren geplaats is per groep nog gekeken of ideeën over het hoofd waren gezien die in de samenhang nu wel naar boven komen. Er zijn geen nieuwe punten vastgestled.

De tegenvallende resultaten kunnen komen door een aantal factoren:

- De sessie is in een bekende en saaie ruimte gehouden
- Iedereen kende elkaar al waardoor er weinig vernieuwends werd gezegd.
- De sessie zelf gaf weinig hulpmiddelen voor creatief en out of the box denken

Ondanks alles kan het ontbreken van andere ideeën ook gezien worden als een bevestiging van de project-visie.

7 Ontwerp

Door het comprimeren kan er vooral met opslag en transport winst worden behaald maar ook op de bouwplaats is een gecomprimeerde verpakking beter te hanteren. Ook is er winst te behalen tijdens de productie aangezien er meer cannelures in een verpakking met het zelfde formaat passen en hierdoor minder vaak een inpak handeling plaats vindt. Hoe verder de cannelures worden gecomprimeerd hoe groter de druk op

de verpakking wordt en hoe complexer het productieproces wordt. Hier zal een optimum worden gezocht; welk percentage van comprimeren levert de meeste winst op.
Het totale ontwerp bevat:

1) Verpakking hoofdstuk 7.1
    a) Comprimeerbaarheids berekening
    b) Sterkteberekening verpakking
    c) Licht- en waterbestendigheid
    d) Materiaalkeuze
2) Verwerking
    a) Productinformatieblad vernieuwen met voordelen nieuwe verpakking (wordt bij de presentatie getoond)
3) Productie hoofdstuk 7.2
    a) Concept ombouw productielijn
    b) Storyboard vernieuwde productielijn (wordt bij de presentatie getoond)

7.1 Verpakking

Het ontwerp van de verpakking zal voornamelijk gericht zijn op functionaliteit. Hiernaast zal gekeken worden naar bedrukken om de naamsbekendheid te vergroten. De stickers die nu gebruikt worden zijn wit met zwarte inkt. Hierdoor is het lastig te onderscheiden van welk merk de cannelures zijn.

7.1.1 Huidige verpakking

De LDPE (Low-Density Poly Ethyleen, zie ook de begrippenlijst) zak die gebruikt word heeft een afmeting van 1,20 meter breed en 1,90 meter lang. De dikte is 100 micrometer. In tabel 7.1 is weergegeven in hoeverre de zak voldoet. Het cijfer is een waardering tussen 1 en 10 waarbij een 1 slecht is en een 10 goed.

Tabel 7.1 *Beoordeling plastic zak.* W. de Hond, 2012.

Zoals uit de tabel blijkt voldoet de zak redelijk tot goed. De opslag op de bouw is een slechte score. Hier zal echter weinig voordeel te behalen zijn. De bouwplaats staat vaak erg vol en is er weinig vrije ruimte, hierdoor worden de producten vaak pas geleverd op het moment dat ze nodig zijn. De opslag van cannelures voor een aantal dagen komt weinig voor. Mocht dit wel nodig zijn worden de zakken vaak op het dak geplaatst met zwaardere materialen er omheen om te voorkomen dat de cannelures weg waaien. Het verplaatsen van de zakken op het dak gebeurt door deze te verslepen met drie tot vier zakken tegelijk. Door het dicht getapte stuk vast te pakken zijn de zakken gemakkelijk te hanteren. Behoefte aan een handgreep is er niet onder de

dakdekkers van JRTD[5].

Afbeelding 7.1 *Opslag cannelures op het dak.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 7.2 *Opslag cannelures op het dak.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 7.3 *Plastic zak dient als vuilniszak op het dak.* W. de Hond, 2012.

Een nadeel van de kisten van 8 m³ voor intern transport is
dat deze niet in een vrachtwagen passen, hierdoor is bij begin van het laden een grote afstand te overbruggen. Ook het aantal verplaatsingen met een lege kist is zonde van de tijd. De lege kisten worden aangevoerd bij de productie en moeten na het laden weer worden weg gezet.

7.1.2 Pallet

Een wens vanuit Insulation Solutions was het palletiseren van de cannelures. De bouwmaterialen worden steeds vaker aangeleverd op pallets en met behulp van een kooiaap gelost. Het handmatig lossen van zakken werd gezien als ouderwets (B. Leijten & P. ten Haaf). Bij de opslag worden pallets vaak gestapeld, dit werkt goed als er dozen of vormvaste producten op staan. Ondanks het comprimeren blijven de cannelures makkelijk te vervormen. Hierdoor is het niet mogelijk om pallets met cannelures boven op elkaar te stapelen. Een ander probleem is het bij elkaar houden van de cannelures op de pallet. Om te zorgen dat alle cannelures binnen de pallet blijven zal gebruik van extra zakken of hulzen noodzakelijk zijn. Deze extra verpakkingen leveren samen met de pallet een grote hoeveelheid afval op die na afloop van het dak moet worden verwijdert. Bij het lossen van de cannelures is gebruik van een pallet minder efficiënt dan alleen zakken. Per pallet kunnen er minder cannelures per hijsbeweging verplaatst worden in vergelijking met een net gevuld met zakken. Tevens kunnen de pallets de dakbedekking beschadigen, met name de damp remmende folie[6]. Ook het lossen met behulp van een kooiaap brengt extra kosten met zich mee. Bij elk transport kan een kooiaap bijbesteld worden maar deze

[5] Dakdekker Toon van??, persoonlijke communicatie, 17 september 2012)

[6] Bron: ??

kost € ??,- per keer. Ook is het niet mogelijk om met , de transporteur voor kleine vrachten, een kooiaap bij te bestellen. De transportkosten voor kleine zendingen wordt hierdoor duurder. Het loshalen en terugplaatsen van de kooiaap kost tussen de 5 en 8 minuten. Ook zal het lossen van de pallets meer tijd in beslag nemen in vergelijking met de zakken. Voordelen voor interntransport zijn wel te behalen met een pallet. Ondanks dat er minder cannelures op passen dan in een kist zijn er mogelijk minder verplaatsingen nodig omdat er geen lege pallets worden verplaatst wat bij de kisten wel het geval is. Om een groot aantal cannelures op een pallet te vervoeren is een groot formaat pallet nodig die daardoor extra stevig geconstrueerd is. Omdat deze pallets niet gangbaar zijn zullen deze duurder in aanschaf zijn

Tabel 7.2 *Beoordeling pallet.* W. de Hond, 2012.

Door het negatieve advies over het gebruiken van pallets is hier vanaf gestapt en niet verder onderzocht.

7.1.3 Kartonnen doos

Het gebruik van een doos is na het wegvallen van een pallet nog wel een mogelijkheid[7]. De verkoop buitendienst was vanaf het begin tegen dit idee. De doos zou niet tegen vocht kunnen en teveel afval opleveren. Het vochtdicht maken van een kartonnendoos is haalbaar, hierdoor stijgen de productiekosten wel aanzienlijk. Het probleem van het afval is ook te overzien door gebruik te maken van dun karton en gebruik te maken van de tegendruk die de gecomprimeerde cannelures leveren. Voor interntransport leek er een pallet nodig te zijn zodat de reachtrucks de dozen kunnen vervoeren. De stagiair, T. Luijten heeft het slipsheet idee geopperd ter vervanging van de pallet. Een slipsheet is een dunne plaat van kunststof of karton met opstaande randen. Via deze opstaande randen is het mogelijk om de lepels van een reachtruck onder de doos te krijgen en deze te verplaatsen. Na onderzoek over deze methode werden ook de rollerforks bekend. Deze lepels zijn speciaal ontwikkeld voor het gemakkelijk oppikken van slipsheets. Door rolletjes in de lepels te plaatsen wordt de slipsheet naar de reachtruck toe getrokken in plaats van weg geduwd door de wrijving. Dit gebeurt geheel mechanisch en is onderhoudsvriendelijk. Deze oplossing is vele malen goedkoper dan het push&pull systeem wat via de hydraulica van de reachtruck werkt. Het push&pull systeem moet ook gekeurd worden vanwege de hydraulica.

[7] Bron: De heer B. Leijten

Afbeelding 7.4 *Rollerforks op een steekwagen.* W. de Hond, 2012.

Ondanks het goedkopere alternatief van de rollerforks is de investering nog aanzienlijk. Via Olaf Nagel van Griptech BV. de Nederlandse dealer, wordt een prijs opgegeven van € ??,- voor een set. Naast de set lepels voor de reachtruck zal er nog een set nodig zijn voor een elektrische pompwagen.

Naast het aanpassen van de lepels is een doos als verpakking duurder dan een zak. Hierdoor is ook dit ontwerp afgevallen.

Tabel 7.3 *Beoordeling kartonnen doos.* W. de Hond, 2012.

7.1.4 Big bag

Als laatste optie is er gekeken naar het gebruik van een big bag verpakking. Deze grote zakken van 1000 liter worden gebruikt voor bulkgoederen zoals zand en koffiebonen. Door het aanzienlijke gewicht van deze goederen zijn de big bag sterk. De afmetingen zijn in de meeste gevallen afgestemd om op een europallet te passen voor opslag. Voor het transport zijn aan de bovenkant op elke hoek lussen geplaatst. Door de lepels van de reachtruck door deze lussen te steken kan de big bag worden opgehesen.

Afbeelding 7.5 *Big Bag & vorkheftruck.* Bron: http://bdlmachines.com/content/afbeeldingen/bigbag_2.jpg., 2012.

De big bags zijn herbruikbaar wat de prijs doet stijgen. Als de big bags door IS hergebruikt willen worden zal dit logistiek lastig worden omdat er geen statiegeld op big bags zit zoals voor een europallet wel geldt. Ook is de hoogte van 1,50 meter niet prettig voor de handeling. Hierdoor is het handmatig verplaatsen van de grote zak op het dak onmogelijk, hier is een kraan voor nodig. Tevens komt het probleem terug dat een kooiaap is verijst voor het lossen. Het hijsen van de zakken met een hijskraan naar het dak toe gaat daarentegen gemakkelijk en snel.

Afbeelding 7.6 *Big Bag opslag.* Bron: https://h3.assets.holder.nl/4bf8541b4354498fa493531b2d49c8e5/c11255d8edb94a269fb3f9cde31c95de/1505/large_Ketenlogistiek_voor_bulkgoederen_in_Big-Bags.jpg, 2012.

Tabel 7.4 *Beoordeling Big Bag.* W. de Hond, 2012.

7.1.5 Conclusie

Als er gekeken wordt naar de functionaliteit van de verschillende verpakkingsmethodes is de ?? het meest geschikt. Ook is deze methode kostentechnisch het beste en levert dit weinig afval op.

Tabel 7.5 *Beoordeling totaal.* W. de Hond, 2012.

Door gebruik te maken van de plastic zak in combinatie met het comprimeren van de cannelures, wordt het zwakste punt, Opslag op de bouwplaats, aangepakt. Door het hogere gewicht zullen de zakken minder snel weg waaien. In tabel 7.6 is te zien welke voordelen dit oplevert.

Tabel 7.6 *Voordelen comprimeren in plastic zak.* W. de Hond, 2012.

7.1.6 Vernieuwde zak

Door de plastic zak te behouden zullen de dakdekkers sneller vertrouwd raken met de gecomprimeerde cannelures. Binnen de bouwwereld zijn verandering vaak lastig door te voeren, behoudt van de vertrouwde zak kan hierbij helpen. Het bedrukken van de zak met het logo van IS geeft de verpakking een moderner uiterlijk. Tevens kan de zak gekleurd worden waardoor duidelijk is van welk merk de cannelures zijn: blauw met grijs voor Clecon of groen met geel voor Isover. In overleg met de verkoopafdeling zal uiteindelijk het nieuwe ontwerp voor de zakken worden vastgelegd. Zoals in 7.1.1 beschreven staat is aanpassing aan de zak niet nodig voor de verwerking. Het verplaatsen gebeurt middels het slepen aan de strop, dit houdt prettiger vast dan een handgreep zoals in een plastic tas. De strop snijdt minder in de handen. Het openen van de zak gebeurt middels het opentrekken van het plastic. Dit gaat gemakkelijk bij de huidige zak. Mogelijk zal dit lastiger gaan bij een stevigere zak die nodig is voor de gecomprimeerde cannelures.

7.2 Ontwerp huidige machine

De cannelureproductielijn bestaat uit drie hoofdonderdelen met elk een eigen paragraaf:

1. De zaag
2. De sealmachine
3. De verpakkingsmachine

De verpakkingsmachine, zal worden aangepast voor het comprimeren. Daarom is er geen uitgebreid onderzoek gedaan naar mogelijk andere verbetering van de zaag of sealmachine.

7.2.1 De zaag

De zaag was vorig jaar gekoppeld aan twee sealmachines en twee verpakkingsmachines. Helaas leverde dit veel storingen op waardoor de efficiëntie van de machine tegen viel en er twee operators nodig waren voor de bediening. In de huidige situatie staat de zaag langzaam afgesteld. Ook is er maar één operator nodig voor de cannelureprofielen waarbij er 40 stuks in een zak gaan. Bij de profielen waarvan er maar 25 of minder in een zak passen is het efficiënter om een tweede operator bij de verpakkingsmachine te laten staan.

7.2.2 De sealmachine

De sealmachine is in de huidige situatie de bottleneck. Om deze reden is er een nieuwe sealmachine besteld. Deze machine kan twee keer zo snel sealen door een meelopende kopseal. De verhittingselementen bewegen mee met de cannelure zodat deze niet stil komt te staan, dit was in de oude situatie wel het geval. Hierdoor is de haalbare productiesnelheid van de sealmachine ??. Echter zal bij verhoging van de snelheid van de sealmachine de verpakkingsmachine snel de bottleneck vormen.

7.2.3 De verpakkingsmachine

De huidige verpakkingsmachine kan maximaal ?? cannelures per minuut aan als er een bak beschikbaar is. Het vullen van de bak met 40 cannelures duurt hierdoor ?? seconden. Het wisselen van een bak duurt nu ?? seconden. Het produceren van één zak met 40 cannelures van profiel 106 neemt hierdoor ?? in beslag. Deze tijden zijn met de huidige sealmachine niet haalbaar.

Afbeelding 7.7 *Verpakkingsmachine gevuld met cannelures.* W. de Hond, 2012.

7.3 Vernieuwde verpakkingsmachine

Het feitelijk bouwen van de nieuwe verpakkingsmachine wordt uitbesteed. Hiervoor zijn twee machinebouwers benadert om een offerte te maken. Van Wees uit Waalwijk en Verhoeven uit Oss
Met ?? is contact geweest via de mail en telefonisch met de heer ??. Op maandag 14 januari is er een afspraak om fysiek te kijken naar de cannelurelijn waarna ?? een kostprijs kan bepalen voor de verpakkingsmachine.

Voor deze aanpassingen is een prijsopgave gemaakt van € ??,- Dit is inclusief het monteren en in-bedrijfstellen van de productielijn. Tevens is een monteur twee weken beschikbaar voor het afstellen zodat de productielijn hierna optimaal loopt. Van de € ??,- is er € ??,- nodig voor het aanpassen van de verpakkingsmachine. Dit bedrag is alleen geldig als de gehele cannelure productielijn wordt aangepast.
De methodes die bedacht zijn voor het comprimeren zijn besproken tijdens de bezichtiging maar een keuze is niet kenbaar gemaakt door Van Wees. De aanpassingen aan de machine worden bij ?? uitgewerkt nadat het contract is getekend voor de bestelling.
Het is ook mogelijk om alleen de engineeringskosten te betalen, ?? werkt de machine technisch uit maar zal de machine nog niet bouwen. Als besloten wordt om de machine wel te produceren in Waalwijk zal er korting worden gegeven omdat de tekeningen voor de productie al gemaakt en betaald zijn.

7.3.1 Vacuümzuigen

Tijdens de testfase is gebleken dat met vacuümzuigen een hoge compressie is te behalen. Het verpakken nadat het vacuüm verwijdert is vormde een uitdaging. Door het toepassen van een wikkel is het vacuüm binnen de zak niet nodig voor de compressie. Het vacuümzuigen is alleen nodig om de cannelures te comprimeren, hierna levert de wikkel voldoende tegendruk om de compressie te behouden. Helaas bleek de wol niet bestand tegen de sterke compressie waardoor het voordeel van vacuümzuigen af viel.

7.3.2 Verticaal persen

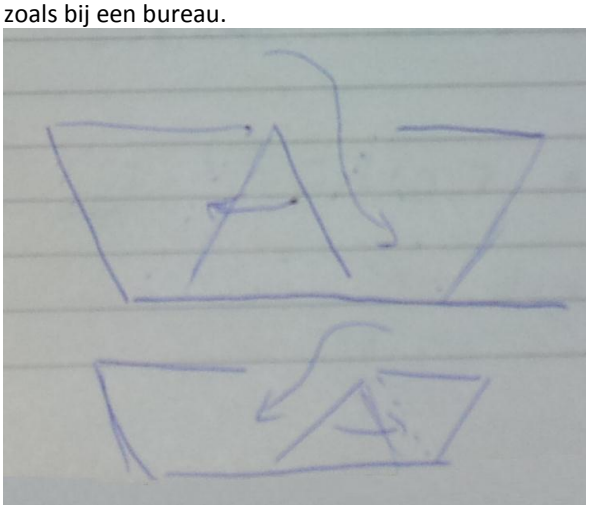
Het verticaal comprimeren door te persen is het meest logische ontwerp. Bij alle ontwerpen zijn er meerdere bakken nodig aangezien het comprimeren tijd in beslag neemt. Door een andere bak te vullen met cannelures kan de productielijn door draaien. In de meeste gevallen volstaan twee bakken. De ideeën met drie opvangbakken vielen snel af omdat de derde bak altijd overbodig bleek te zijn. De testen met het persen gebeurde ook allemaal verticaal. Door twee schotten blijven de cannelures al op de juiste plek liggen. Bij verticaal persen is het gemakkelijk om de cannelures gelijk te verdelen over het oppervlak.
Om de kosten te drukken is een machine met zo min mogelijk bewegingen het aantrekkelijkste. “Elke beweging die wordt toegevoegd kost ongeveer € ??,-“. Deze vuistregel past P. van de Wouw bij aanschaf van een nieuwe machine toe. Vaak is deze simpele berekening een goede richtlijn. Vele ideeën vielen af doordat een groot aantal bewegingen nodig zijn. Veel ideeën waren gericht op het delen van onderdelen tussen de twee bakken. Maar door onderdelen te delen tussen de bakken moeten de bakken of de onderdelen bewegen. Deze beweging is vaak duurder dan het plaatsen van een tweede identiek onderdeel op een vaste plek.
Het probleem met horizontaal persen is dat de machine hoog wordt. De bak wordt op heuphoogte geleegd omdat dit vanuit ergonomisch oogpunt het beste is voor de operator. Om de machine laag te houden is het mogelijk de pers aan de onderkant te plaatsen. Hierdoor komt de bodemplaat omhoog. Het nadeel van deze oplossing is dat de ruimte onder de machine beperkt is. Hoe minder ruimte er beschikbaar is hoe duurder de

onderdelen zijn met de zelfde specificaties. Het monteren in een kleine ruimte gaat moeizaam waardoor de fabricagekosten stijgen.

7.3.3 Horizontaal persen

Het horizontaal persen omzeilt een aantal problemen die optreden bij het verticaal persen. Door de pers horizontaal te verplaatsen in één bak, ontstaan er twee delen met variabele afmetingen. Door de verplaatsing van de pers en het persen zelf te combineren in één beweging kunnen hier kosten worden bespaart. De aanvoer van de twee bakken kan met een enkele transportband. Boven de bak wordt een plaat geplaatst die door te kantelen de cannelures link of rechts laat vallen.

Door de onderdelen zoveel mogelijk aan de onderkant van de bak te plaatsen is de hoogte van de machine beperkt. De bodem van de bak is op 550 millimeter van de grond geplaatst. Hierdoor is de zak goed te verplaatsen voor een operator. De gemiddelde vuisthoogte van een man tussen de 20 en 60 in Nederland is 812 millimeter, de heuphoogte is 1017[8]. De zak wordt vastgepakt in het midden, waar ook de strop zit. Bij een ronde zak met een omtrek van 2000 millimeter hoort een radius van 318 millimeter. De strop bevindt zich hierdoor op een hoogte van 868 millimeter, tussen de vuisthoogte en heuphoogte in. Een ergonomische werkhoogte kan nog verder verbeterd worden door stelschroeven voor de hoogte onder de verpakkingsmachine te plaatsen zoals bij een bureau.



Afbeelding 7.8 *Eerste idee horizontaal comprimeren.* W. de Hond, 2012.

Door de pers een driehoekige vorm mee te geven zullen de cannelures in de juiste bak vallen door de positie van pers. Hierdoor is er geen kantelplaat boven de bak nodig. Het probleem bij een driehoekige pers, net als een rechte plaat, is dat de cannelures tijdens het comprimeren aan de bovenkant de bak uit kunnen schieten. Een afdekplaat voorkomt dit maar beperkt de opening waar de bak gevuld kan worden. Door de pers trapeziumvormig te maken zijn de afdekplaten aan de bovenkant niet te groot en de opening groot. Verwacht wordt ook dat de trapeziumvorm voor een gelijkmatigere compressie van de cannelures zorgt.

Afbeelding 7.9 *Concept zijwaarts comprimeren.* W. de Hond, 2012.

Afbeelding 7.10 *Concept horizontaal comprimeren.* W. de Hond, 2012.

Bij dit ontwerp zijn er vier bewegingen:

[8] Bron: http://dined.io.tudelft.nl/dined/nl/

- 2 pushers voor het uitstoten van de cannelures in de plastic zak.
- De verticale pers
- De verdeelplaat

De bewegingen die plaatsvinden komen ook voor in de huidige verpakkingsmachine. De pushers en verdeelplaat blijven nagenoeg gelijk. De pers neemt de beweging over van het verplaatsen van de bakken. Hierdoor zijn onderdelen uit de huidige verpakkingsmachine opnieuw te gebruiken zoals motoren en geleiders. Dit ontwerp zal gedeeld worden met de machinebouwers bij Van Wees en Verhoeven waarna er een aangepaste offerte aangevraagd kan worden. Mogelijk dat de kostprijs hierdoor lager uit komt.

7.4 Ontwerp toetsen aan PvE

Om het ontwerp goed te keuren is het PvE opgesteld. Nu wordt er gekeken in welke mate het ontwerp aan de eisen voldoet:

Verkoop

1. Totale kosten inclusief verwerken per m² mag niet stijgen. (P. ten Haaf, 10 september 2012)
   - Aan deze eis is voldaan. Door het comprimeren is een prijsdaling van ??% gerealiseerd bij de productie en de transportkosten zijn met ??% gedaald.
2. Verkoopprijs mag niet meer dan ??% stijgen. (persoonlijke communicatie, 26 september 2012)
   - Ook aan deze eis is ruim voldaan doordat de verkoopprijs kan zakken.
3. Het product moet zo goedkoop mogelijk worden. (B. Leijten, 26 september 2012)
   - Alle aanpassingen aan het product hebben een prijsverlaging tot gevolg.
4. ?? meter cannelure moet passen in een vrachtwagen van 7,60*2,45*3,00 meter(bron: www.bta-international.com/nl/over-ons/trailer-afmetingen) dit is twee keer zoveel als wat nu wordt aangehouden: ?? meter. (P. ten Haaf, 10 september 2012)
   - Door de zakken ??% te comprimeren is er voor het laden een compressie te realiseren van ??%. Hierdoor past het zelfde aantal zakken in de vrachtwagen maar is de zak gevuld met het dubbele aantal cannelures.

Productie

5. Productie mag niet minder produceren door de nieuwe verpakking, ?? meter in 8 uur bij profiel 106. (P. van de Wouw, 4 oktober 2012).
   - De productiesnelheid neemt naar verwachting met ??% toe.
6. Het aantal operators bij de machine mag niet toenemen (P. van de Wouw, 4 oktober 2012)
   - Het aantal operators blijft gelijk.

Magazijn

7. De totale transporttijd mag met niet meer dan ??% stijgen, dit gaat over de tijd dat een reachtruck bezig is met het product. De stijging kan worden veroorzaakt door het palletiseren (F. Koetje, 4 oktober 2012)
   - De transporttijd is ?? door de zelfde kisten van 8 m³ te gebruiken maar met ?? aantal cannelures.
8. In het magazijn moet er ?? meter cannelure op 1,25*2,65 meter (3 kisten gestapeld heeft het zelfde oppervlak en inhoud) (W. de Hond, 4 oktober 2012).
   - Ook hier wordt de huidige kist gebruikt met het ?? cannelures.
9. Het product moet 2 maanden gecomprimeerd worden opgeslagen. De voorraad blijft maximaal 2 maanden opgeslagen in het magazijn (F. Koetje, 4 oktober 2012)

- Na testen blijkt de wol goed terug te komen zolang deze met niet meer dan ??% wordt gecomprimeerd. De duur van het gecomprimeerd opslaan is nauwelijks van belang voor de hersteltijd.

Verwerking

10. Verpakking met inhoud moet door 1 persoon verplaatst worden zonder hulpmiddel, maximaal gewicht 25 Kg. (W. de Hond, 26 september 2012)
    - Door de zak ?? Kg te maken is deze door 1 persoon te verplaatsen.
11. Verpakking moet hijsbaar zijn, mag met hulpmiddel. Minimaal ?? cannelures per keer, dit is het zelfde aantal cannelures waar in de huidige situatie mee wordt gewerkt. (W. de Hond, 26 september 2012)
    - Door het zelfde soort zakken te gebruiken zullen er naar verwachting twee keer zoveel cannelures per hijsbeweging kunnen worden vervoerd. Hiervoor zijn wel hulpmiddelen nodig zoals een net.
12. Maximaal 6 dagen opslag buiten, UV bestendige verpakking voor het gemiddelde in Nederland. (B. Leijten, 4 oktober 2012)
    - De dikkere zakken worden gekleurd en krijgen een lichte UV behandeling. Hierdoor is UV beschadiging binnen een week uitgesloten

Hieruit blijkt dat het ontwerp aan alle eisen voldoet waardoor er met dit ontwerp verder kan worden gegaan.

7.5 Hoe verder

Het ontwerp voor het aanpassen van de cannelurelijn levert een verbetering op. Verdere verbeteringen zijn er nog te behalen door onderzoek te doen naar:

- Het machinaal afdichten van de plastic zakken
- Machinaal laden van de vrachtwagens
- Gebruik van andere kisten
- Accessoires voor het hijsen naar het dak

Een deel van deze verdere verbeteringen zal nog bekeken worden in de periode tussen de scriptie en het presenteren in.

8 Return of Investment

De aanpassingen aan de productielijn moeten zoals eerder genoemd binnen vijf jaar terug worden verdient. De kostenbesparing vindt op meerdere momenten plaats:

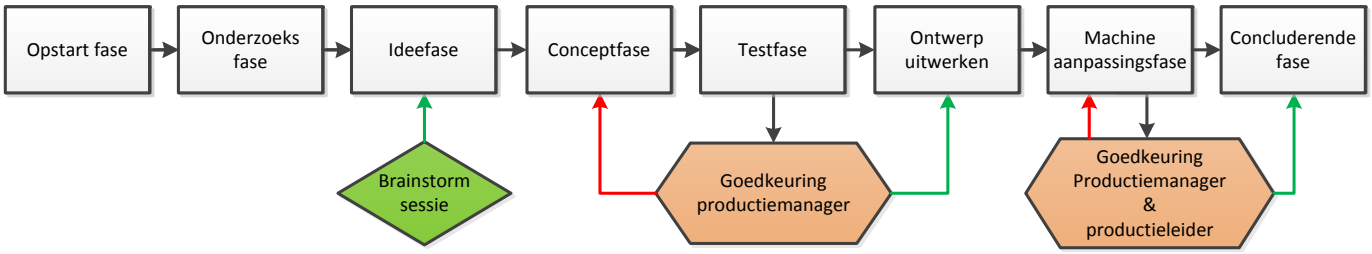
- Opslag logistiek
- Transport
- Productie

9 Realisatie

Om het project te kunnen plannen zijn er verschillende fases bepaald. Elke fase is duidelijk afgebakend waardoor de voortgang nauwkeurig kon worden vergeleken met de planning zoals die in bijlage 1 is terug te vinden. Om een fase te doorlopen zijn er mijlpalen. Elke mijlpaal heeft een duidelijke omschrijving van wat er verwacht werd. Hierdoor was de voortgang tijdens het project duidelijk te volgen. Deze mijlpalen zijn terug te vinden in de planning

9.1 Globale fasering

In figuur 9.1 zijn de verschillende fases te zien samen met de terugkoppelmomenten. Per fase zijn er stappen en besprekingen geweest, deze staan in tabel 9.1. Dit zijn de stappen van het project. De mijlpalen van de HU staan in tabel 9.2.



Figuur 9.1 *Fasering van het afstuderen.* W. de Hond, 2012.

Tabel 9.1 ***Globale fasering van het afstuderen.*** **W. de Hond, 2012**

Globale fasering	Weeknummer	Stappen
Opstarten	36	Meelopen bij het inladen en productie cannelures
	37	Kick-off presentatie
Onderzoeksfase	37/38/39	Bezoek bouwplaats
	39	Bezoek tussenhandelaar
	39	Bezoek verwerker
	39	Onderzoek naar profielkeuze
Ideefase	41	Brainstorm sessie met productieleider en warehousemanager
	42	Ideeschetsen
Conceptfase	42	Eisenlijst opstellen
	43	Ideeën toetsen aan de eisen
	43	Gekozen concept uitwerken
Testfase	44	Comprimeer opstelling bouwen
	44	Testresultaten voorleggen aan productiemanager
Ontwerp uitwerken	45	Ontwerp technisch uitwerken
	46	Materiaalkeuze
	46	Kosten berekening nieuw ontwerp
Machineaanpassingsfase	47	Gesprek met machinebouwer
	47	Kostenberekening nieuwe productielijn
Concluderende fase	50	Winstberekening in tijd voor verwerker
	50	Winstberekening voor IS
	51	Productinformatieblad overzicht met voordelen nieuwe verpakking

Naast de stappen die genomen werden voor het project waren er ook data gepland voor terugkoppeling met de Hogeschool Utrecht.

Tabel 9.2 *Inleverdata.* W. de Hond, 2012

Document	Weeknummer	Datum
Begin afstuderen	36	03-09-2012
Voorstel afstudeeropdracht	36	04-09-2012
Goedkeuring afstudeeropdracht	40	02-10-2012
Inleveren startdocument	41	01-10-2012
Concept scriptie	51	19-12-2012
Scriptie*	2	08-01-2013
Scriptie goedkeuring*	2	11-01-2013
Verdediging scriptie*	5	28-01-2013

*)Deze data zijn deadlines.

9.2 Realisatie en mijlpalen per fase

In hoofdstuk 9.1 is de globale fasering besproken van het afstudeerproject. In dit hoofdstuk zal er per fase gekeken worden welke mijlpalen gepasseerd zijn. Per fase zal teruggekeken worden naar moeilijkheden en/of veranderingen.

9.2.1 Opstartfase

De opstartfase is bedoeld om voor de betrokken partijen duidelijk te krijgen wat er van elkaar wordt verwacht. Dit is noodzakelijk om aan het einde te kijken of de verwachtingen uit zijn gekomen. Het project wordt hierdoor toetsbaar gemaakt. De verwachtingen zijn besproken in een kick-off sessie. Hierdoor is voor de personen binnen IS en het project duidelijk geworden wat aan het einde wordt opgeleverd.
De afstudeeropdracht is oorspronkelijk opgezet voor een technisch bedrijfskundige. Door de verschillen in competenties tussen een student PDE en een student Technische Bedrijfskunde is de opdracht aangepast. Door de nadruk meer op het ontwerpen te leggen was de afstudeeropdracht geschikt voor een PDE'er.
Door zelf mee te helpen bij de productie van cannelures en het laden van een vrachtwagen met zakken is een duidelijk beeld ontstaan. Hierdoor zijn de voor en nadelen van de huidige situatie te bepalen. De opstartfase is afgerond met het startdocument. Hiermee is voldaan aan de eerste mijlpaal. Het startdocument is beoordeeld en voldoende bevonden.

9.2.2 Onderzoeksfase

Volgend op de opstartfase kwam de onderzoeksfase. Tijdens deze fase zijn er vier onderzoeken afgerond:

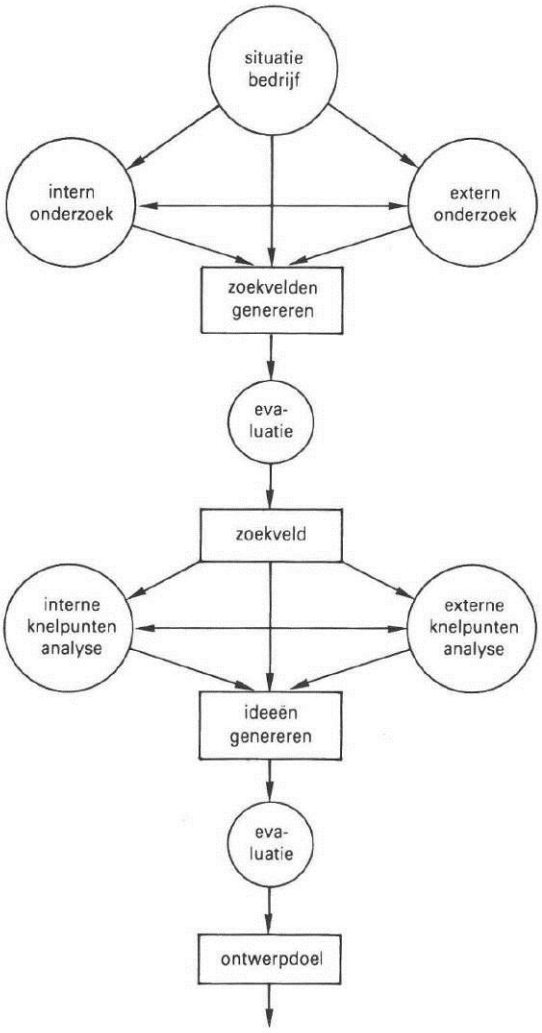
1. **Gebruiksonderzoek**
2. **Onderzoek naar eisen en wensen van de verwerker**
3. **Onderzoek naar eisen en wensen van de tussenhandelaar**
4. **Onderzoek naar de keuze bij een profieldiepte**
   Uit de gesprekken met zowel de verwerker als met de tussenhandelaar blijkt dat de gemiddelde profieldiepte groeit. Door de profieldiepte te vergroten worden de platen sterker. Hierdoor zijn er minder ondersteuningspunten nodig, dit wordt steeds vaker verlangd door de architect.

De onderzoeken zijn besproken met buitendienstmedewerker Bart Leijten. Bart was bij de gesprekken aanwezig waardoor goed geverifieerd kon worden of de belangrijkste punten zijn genoteerd. Door zijn aanwezigheid waren de gesprekken makkelijk te voeren aangezien Bart Leijten een bekende was.

9.2.3 Idee-fase

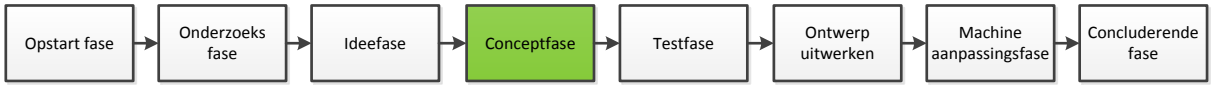
De idee-fase heeft meer tijd in beslag genomen doordat er zaken zijn toegevoegd. Om op goede ideeën te komen en deze ook te kunnen toetsen was er meer informatie nodig. Daarom is er onderzoek gedaan naar de opbouw van de kosten. Door de prijs van een cannelure uit te splitsen is duidelijk geworden op welke vlakken winst valt te behalen. Door het opnieuw bepalen van de kostprijzen is gebleken dat de cannelures minder winstgevend blijken te zijn dan verwacht. De transportkosten liggen veel hoger dan waar rekening mee is gehouden. Ook werd er door de verkopers gebruik gemaakt van een receptuur van een oude opstelling van de productielijn. In de nieuwe receptuur ligt de prijs hoger maar dit komt voornamelijk doordat de receptuur realistischer is en niet door minder efficiënt produceren. Door een communicatiefout is er een berekening gemaakt met een verkeerd volume van een zak waardoor de transportkosten enorm stegen. Bij deze berekening leek de helft van de cannelures met verlies verkocht te worden. Na correctie viel de schade gelukkig mee.

Na het misverstand kon de werkelijke idee-fase beginnen. Om te voorkomen dat in de beginfase de focus al op één oplossing komt te liggen wordt er gebruik gemaakt van het wybertjes model (figuur 9.2). Ook is er regelmatig contact geweest met personen van zowel de productie als het warehouse om de ideeën te toetsen. Naast de gesprekken is er ook een brainstorm sessie georganiseerd. Tijdens de sessie bleven de opmerkingen van personen beperkt tot het eigen vakgebied.



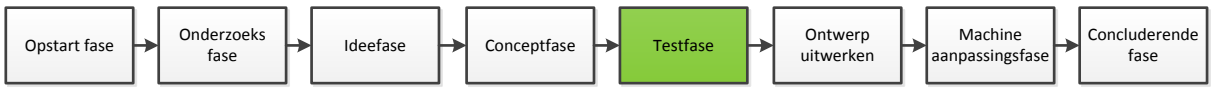
Figuur 9.2 *Wybertjesmodel.* J. Buys (datum onbekend).

9.2.4 Conceptfase



In de conceptfase zijn de ideeën uitgewerkt. Tegelijkertijd werden de concepten getest. Door de hands-on mentaliteit binnen IS zijn er veel testjes uitgevoerd om vast te stellen of een idee ook werkt. Hierdoor hebben de concept- en testfase tegelijk plaats gevonden. In Solidworks is een 3D-model gemaakt van de verpakkingsmachine. Dit concept is goedgekeurd door IS, de opdrachtgever.

9.2.5 Testfase



De meeste tijd bij het testen is gebruikt voor het bepalen van de maximale compressie. Het samendrukken van de cannelures is gemakkelijk maar de uitdaging ligt in het gebruik na de compressie. De verwerking van de cannelures mag niet vertraagd worden omdat de cannelures nog niet terug zijn naar het oorspronkelijke formaat. Om deze reden zijn er drie stappen te volgen voor elke manier van comprimeren:

1. Cannelures comprimeren
2. Cannelures verpakken in gecomprimeerde toestand
3. Cannelures uit de verpakking halen en laten herstellen naar het oorspronkelijke formaat

Uit deze tests is gebleken dat een compressie van ?? % het maximaal haalbare is, meer comprimeren beschadigt de wol. Ook hebben de tests aangetoond dat persen van de cannelures nauwkeuriger en sneller gaat dan het vacuümzuigen.

9.2.6 Uitwerkfase

Het productiegedeelte van het ontwerp is in de voorgaande fases duidelijk geworden. Om het product succesvol te maken kan het nog verder uitgewerkt worden samen met de machinebouwer. Deze fase vindt plaats na het inleveren van de scriptie. Het ontwerp van de plastic zak voor het verpakken van de cannelures zal hierin behandelt worden. Ook zal er een ontwerp komen voor het machinaal sluiten van de zak.

9.2.7 Machine aanpassingsfase

Als het ontwerp definitief is kan de productielijn worden aangepast. Dit zal gebeuren door een externe machinebouwer. Eén offerte is hiervoor al ontvangen. De tweede offerte zal voor de eindpresentatie beschikbaar zijn zodat hieruit een keuze kan worden gemaakt.

9.2.8 Concluderende fase

Om het project af te ronden is de laatste stap de conclusie. Op overzichtelijke wijze is duidelijk gemaakt waarom welke keuzes zijn gemaakt. Door de verpakkingsmachine aan te passen kan er geld worden bespaart. Er is dan ook een positief advies gegeven over het investeren in een nieuwe verpakkingsmachine die de cannelures kan comprimeren. Ondank het hoge investeringsbudget wat hiervoor nodig is.

Afkortingen en begrippen

Afkortingen

HU: Hogeschool Utrecht……10
IS: Insulation Solutions……10
ISO: International Organization for Standardization……17
SGG: Saint-Gobain Groep……10
WCM: World Class Manufacturing……10

Begrippen

Bitumen matten……18

Bitumen is het zwaarste bestanddeel uit aardolie. Het lijkt qua eigenschappen veel op het bekendere teer. Bij kamertemperatuur gedraagt het zich als vaste stof, bij verhitting wordt het vloeibaarder zodat het verwerkt kan worden

Laaddock……19

De plaats waar vrachtwagens worden geladen en gelost. Door de buitenvloer te verlagen komt de laadvloer van de vrachtwagen op gelijke hoogte met de vloer van het pand waardoor er gemakkelijk kan worden geladen en gelost.

Low-Density Poly Ethyleen……47

Poly Ethyleen met een lage dichtheid. Het materiaal wordt vaak gebruikt voor plastic zakken

Profieldiepte……27

De profieldiepte van de metalen dakplaten staat gelijk aan de hoogte van de cannelure. Het getal geeft de hoogte aan in millimeters. De hoogte is leidend voor de overige maten van het profiel.

Reachtruck……19

Een reachtruck heeft veelal de zelfde functies als een heftruck met als voordeel dat de mast met daaraan de vorken naar voren en naar achteren kan worden bewogen.

Vraag gestuurd produceren……11

Het produceren van een product aan de hand van een order dit in tegenstelling tot de oudere methode van het verkopen aan de hand van de voorraad.

World Class Manufactering……17

Een management filosofie uit Japan waarbij gestreefd wordt naar het elimineren van handelingen die geen waarde toevoegen aan het product.

Bronnen

Boek:

Grit, R (2005). *Projectmanagment*. Groningen, Nederland: Wolters-Noordhoff.

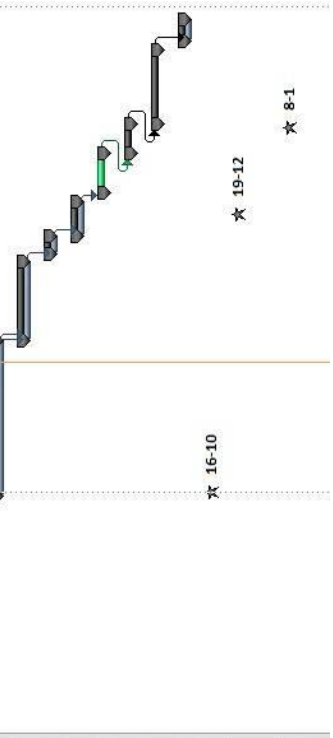
Online Documenten:

Thesingh, J. (2012). *Tijdpad afstuderen.* Geraadpleegd op https://intranet.sharepoint.hu.nl/FNT/info/IED_afstuderen/Afstudeerdocumenten/2012%20-2013/Tijdpad%20afstuderen.pdf

Thesingh, J. (2012). *Format afstudeerverslag.* https://intranet.sharepoint.hu.nl/FNT/info/IED_afstuderen/Afstudeerdocumenten/2012%20-2013/Format%20Afstudeerverslag.doc

Thesingh, J. (2012). *Voorlichting afstuderen Werktuigbouwkunde.* https://intranet.sharepoint.hu.nl/FNT/info/IED_afstuderen/Afstudeerdocumenten/2012%20-2013/Voorlichting%20afstuderen%20Werktuigbouwkunde%20%20-%2031%20oktober%202012.pdf

Thesingh, J. (2012). *Afstudeerhandleiding.* https://intranet.sharepoint.hu.nl/FNT/info/IED_afstuderen/Afstudeerdocumenten/2012%20-2013/Afstudeerhandleiding.pdf

Bijlage 1: Strokenplanning

	Taakmode	Taaknaam	Duur	Begindatum	Einddatum	Voorafgaande taken
1		Voortgangsgesprek bedrijfsbegeleider	110 dagen	maa 3-9-12	maa 4-2-13	
25		Voortgangsmail docentbegeleider	80 dagen	din 9-10-12	din 29-1-13	
35		Voortgangsgesprek warehouse- en productiemanager	60 dagen	woe 10-10-12	woe 2-1-13	
39		**Opstarten**	**8 dagen**	**maa 3-9-12**	**woe 12-9-12**	
43		**Onderzoeksfase**	**12 dagen**	**don 13-9-12**	**vri 28-9-12**	**39**
51		**Idee fase**	**10 dagen**	**maa 1-10-12**	**vri 12-10-12**	**43**
54		**Conceptfase**	**10 dagen**	**maa 15-10-12**	**vri 26-10-12**	**51**
58		**Testfase**	**26 dagen**	**maa 15-10-12**	**maa 19-11-12**	
65		**Ontwerp uitwerken**	**14 dagen**	**din 20-11-12**	**vri 7-12-12**	**58;54**
69		**Machineaanpassingsfase**	**4 dagen**	**maa 10-12-12**	**don 13-12-12**	**65**
72		**Concluderende fase**	**6 dagen**	**vri 14-12-12**	**vri 21-12-12**	**69**
78		**Uitloop(kerstvakantie)**	**7 dagen**	**maa 24-12-12**	**din 1-1-13**	**72**
80		**Scriptie schrijven**	**5 dagen**	**woe 2-1-13**	**din 8-1-13**	**78**
82		**Voorbereiden presentatie**	**13 dagen**	**woe 9-1-13**	**vri 25-1-13**	**80**
86		**Presentatie en verdediging**	**5 dagen**	**maa 28-1-13**	**vri 1-2-13**	**82**
89		**Startdocument inleveren**	0 dagen	din 16-10-12	din 16-10-12	
90		**Concept scriptie inleveren**	0 dagen	woe 19-12-12	woe 19-12-12	
91		**Scriptie inleveren**	0 dagen	din 8-1-13	din 8-1-13