

Streven naar een tijdig productieproces door optimalisatie van de omschakel- en productietijd

Bijlagen

Frederik LENS

promotor :
Prof. dr. Roger MERCKEN

Inhoudsopgave

Bijlage A: Figuren.....	-3-
Bijlage B: Tabellen.....	-23-
Bijlage C: Grafieken en diagrammen.....	-62-
Bijlage D: Overige bijlagen.....	-81-
Bijlage D.1: Observatiedata	-82-
Bijlage D.2: Bespreking failure modes.....	-124-

Bijlage A: Figuren

Lijst van Figuren

Figuur 1: de tijdscomponenten van de customer lead time.	- 5 -
Figuur 2: de tijdscomponenten van de manufacturing lead time (MLT).	- 5 -
Figuur 3: schematische voorstelling van een productieproces.	- 5 -
Figuur 5: het SMED-algoritme.	- 7 -
Figuur 7: indeling van de onderhoudsactiviteiten.	- 8 -
Figuur 8: samenstelling van het RCM-onderzoeksteam	- 9 -
Figuur 9: Levitt's RCM methode en Moubray's zeven basisvragen	- 10 -
Figuur 10: zijaanzicht Flexidrain ® afvoerbuis (2 meter)	- 11 -
Figuur 11: zijaanzicht van de extruder	- 11 -
Figuur 12: temperatuurschema betreffende de werking van de integrator	- 12 -
Figuur 13: schets van het PVC die-systeem.	- 12 -
Figuur 14: schets van het PP die-systeem.	- 13 -
Figuur 15.a: 3D voorstelling mold block	- 13 -
Figuur 15.b: gesloten systeem van twee halve gietvormen	- 13 -
Figuur 16: bovenaanzicht corrugator met mobiele mold blocks.	- 14 -
Figuur 17: indeling van de dekplaten op de corrugator.	- 14 -
Figuur 18: De sealing as	- 15 -
Figuur 19: zijaanzicht puller met geklemd goed in bewerking.	- 15 -
Figuur 20: vooraanzicht systeem met mes en stabilisatieringen	- 16 -
Figuur 21: controle-instrument voor vaststelling diameter eindproduct	- 16 -
Figuur 22: ontwerp schets: zijaanzicht kopstuk extruder.	- 17 -
Figuur 23: historische schaalindeling van het risicocriteria 'ernst' (Plastiflex)	- 19 -
Figuur 24: het aangepaste SMED-algoritme	- 20 -

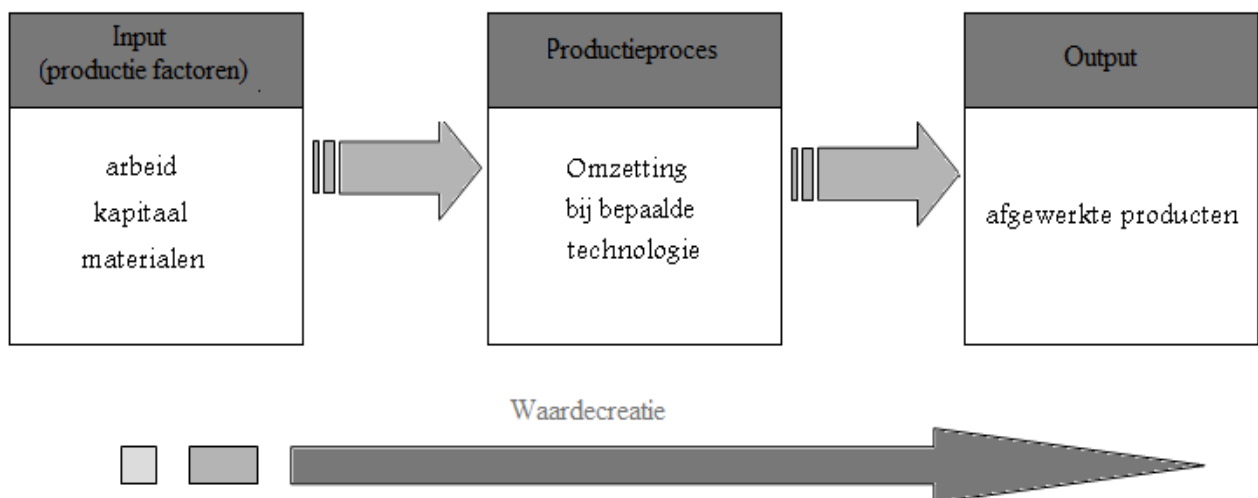
Figuur 1: de tijdscomponenten van de customer lead time.

Consumer lead time			
Ontwikkeling Design	Orderverwerking	Productie (MLT)	Inladen Transport

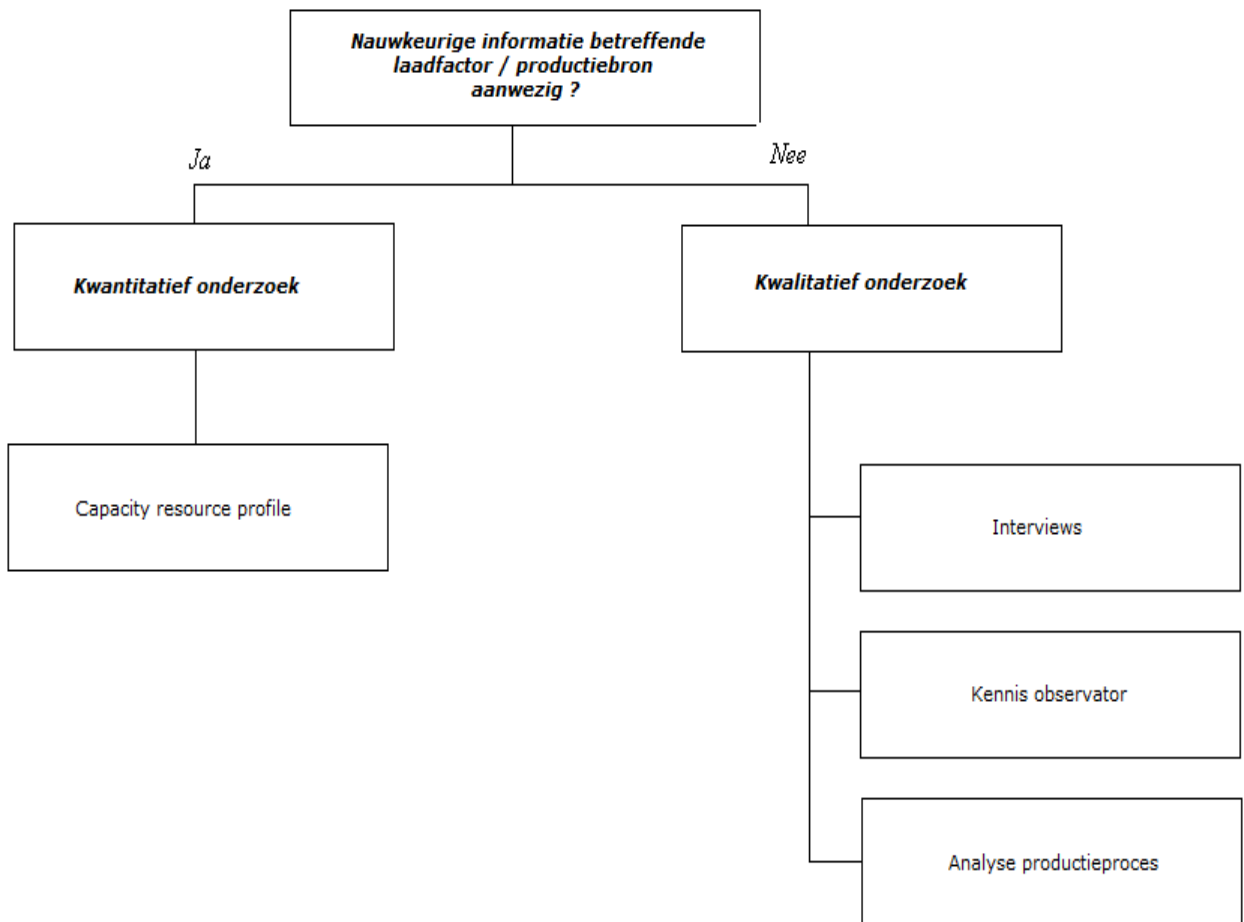
Figuur 2: de tijdscomponenten van de manufacturing lead time (MLT).

Manufacturing lead time		
Rijtijd Voorbereidingstijd	Setuptijd Productietijd	Wachttijd Postoperationele Tijd
Inter - operationele tijd	Operationele tijd	Inter - operationele tijd

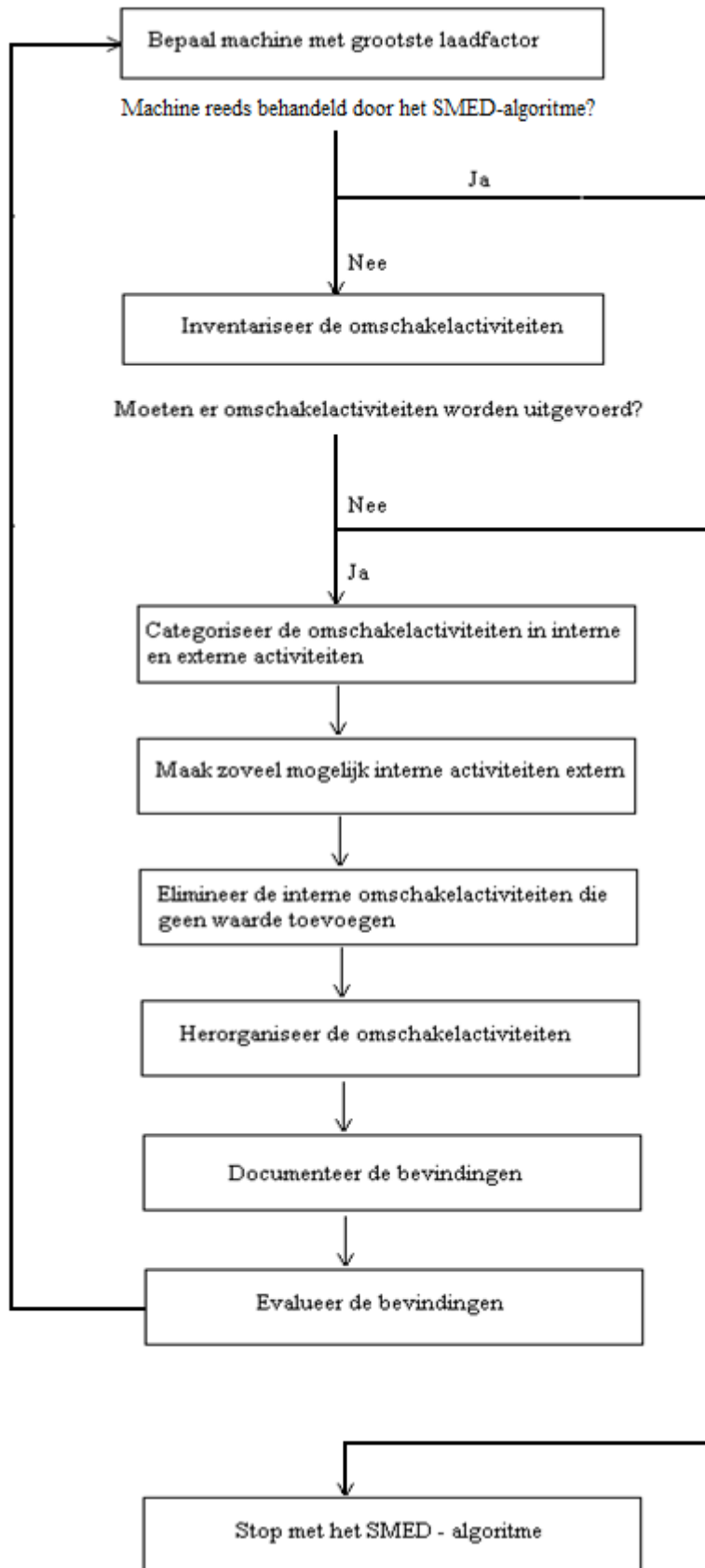
Figuur 3: schematische voorstelling van een productieproces.



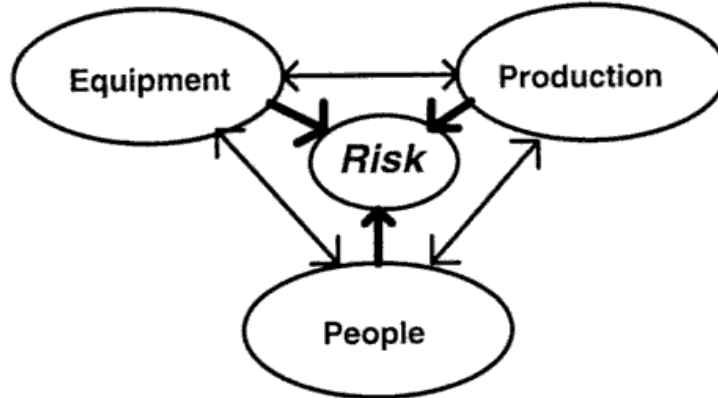
Figuur 4: alternatieven voor het vaststellen van de bottleneck.



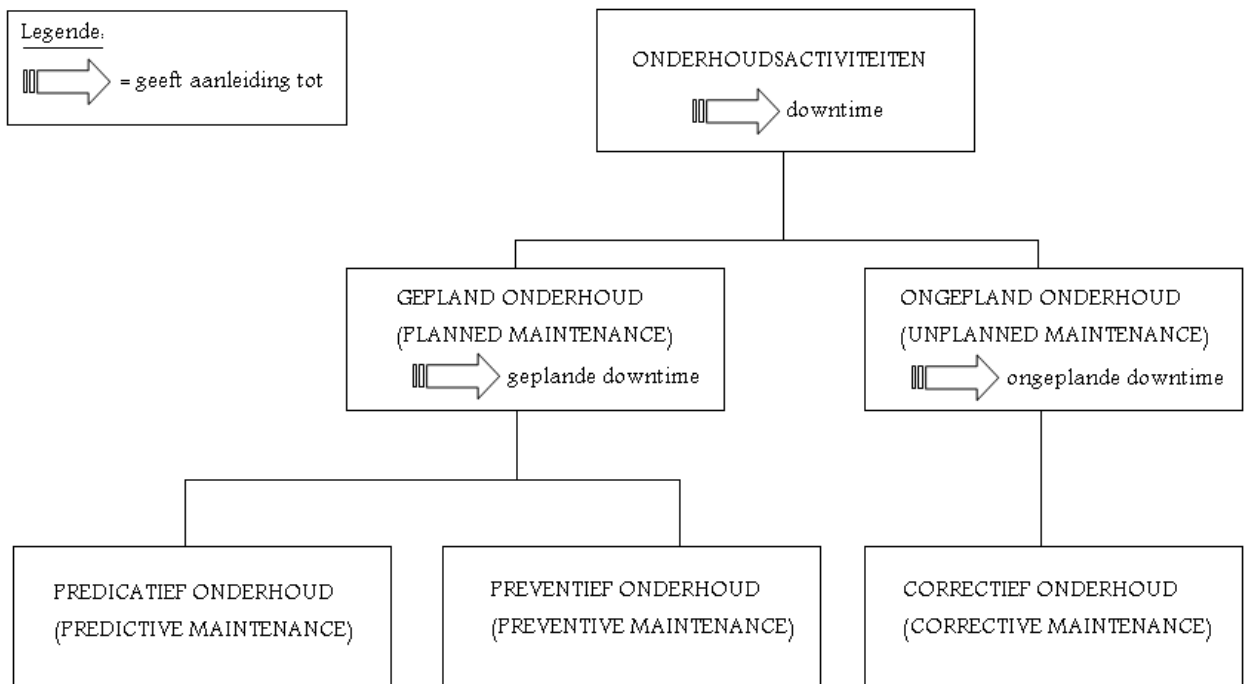
Figuur 5: het SMED-algoritme.



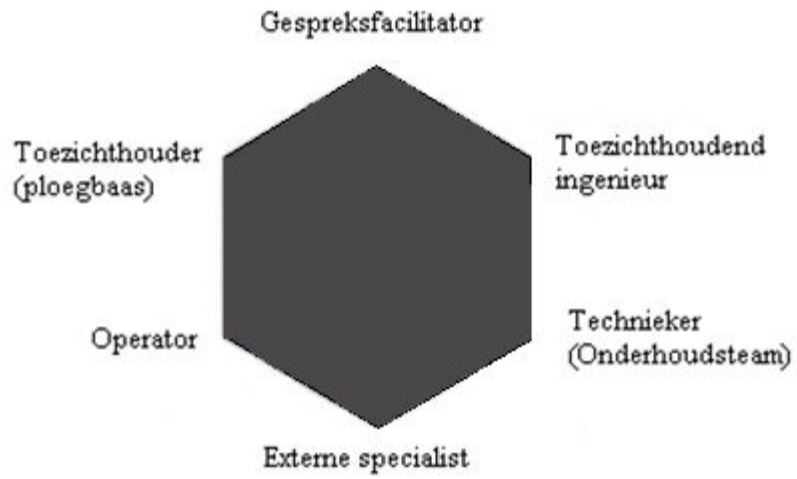
Figuur 6: schematische voorstelling van de risicocomponenten (Jones, 1995).



Figuur 7: indeling van de onderhoudsactiviteiten.



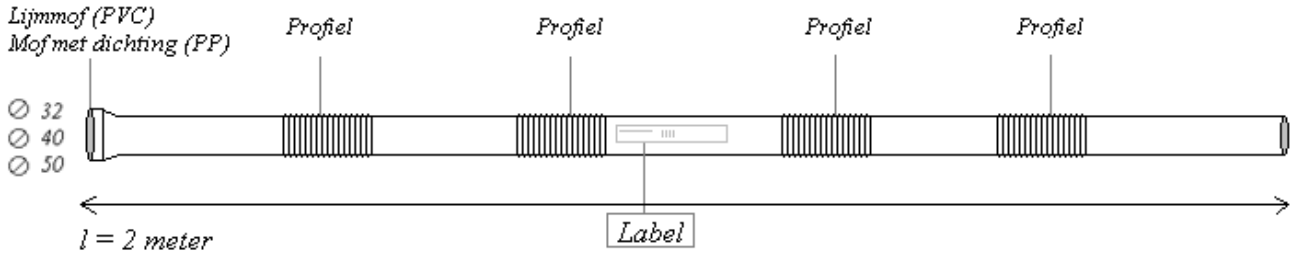
Figuur 8: samenstelling van het RCM-onderzoeksteam (Moubray, 2001)



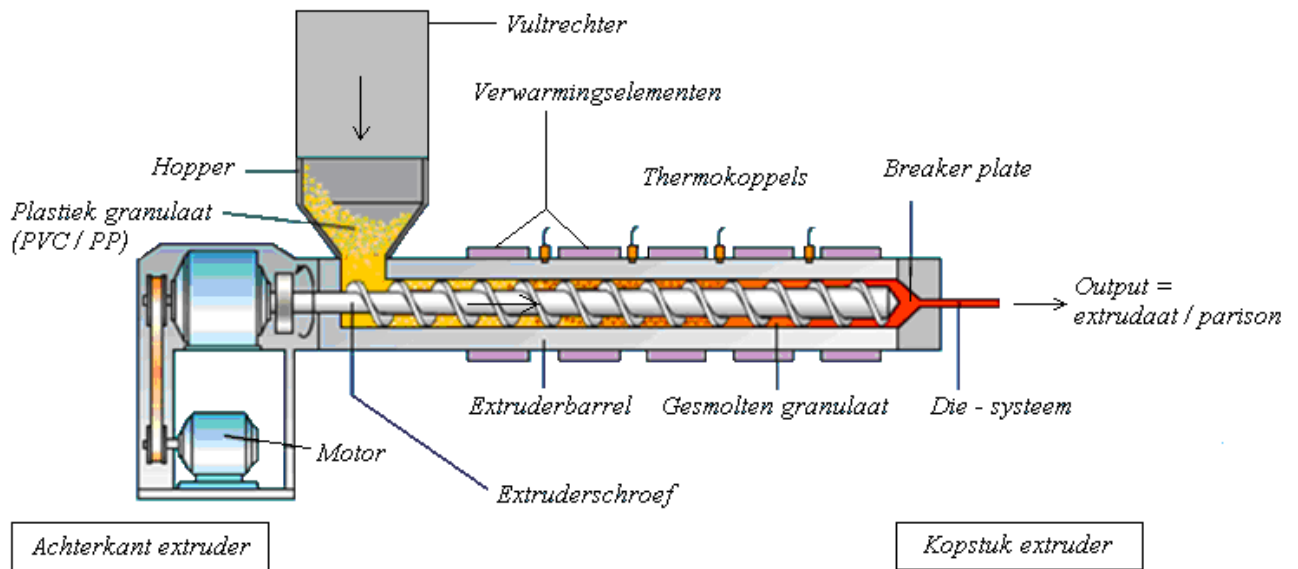
Figuur 9: Levitt's RCM methode en Moubray's zeven basisvragen



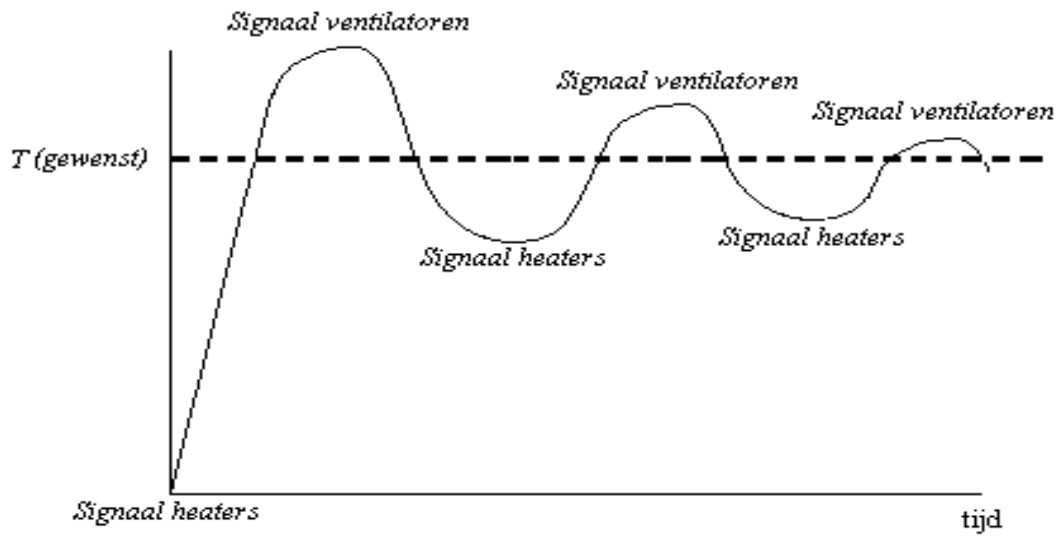
Figuur 10: zijaanzicht Flexidrain ® afvoerbuiss (2 meter)



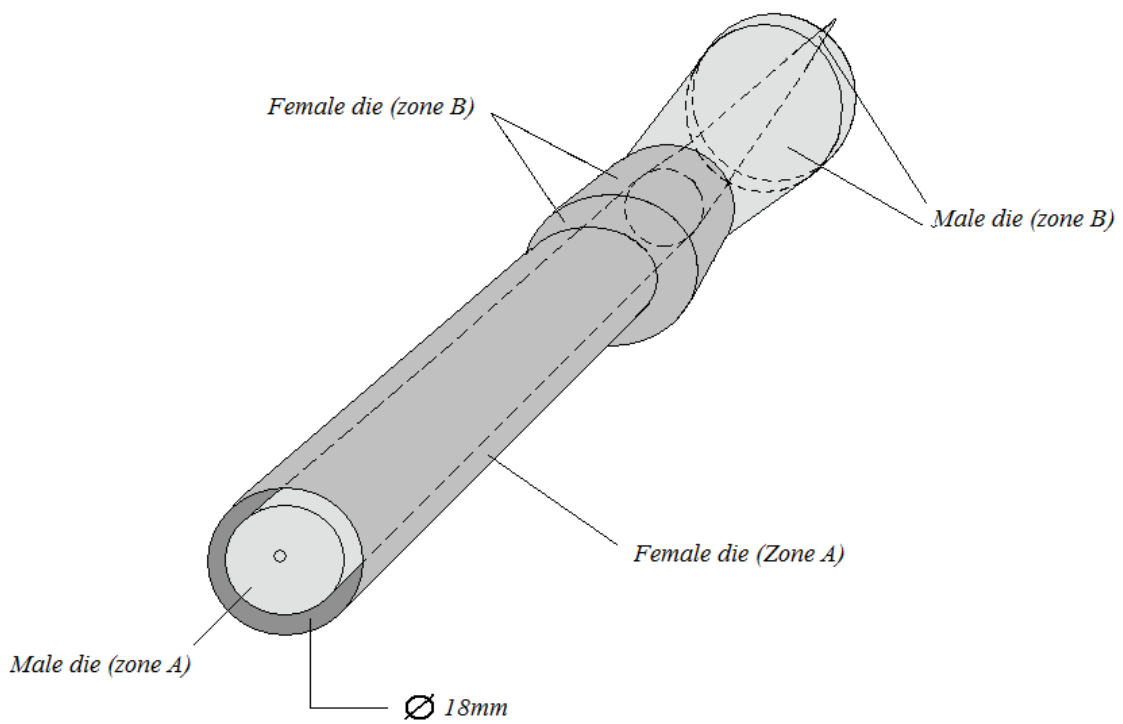
Figuur 11: zijaanzicht van de extruder (Encyclopaedia Britannica, 1997)



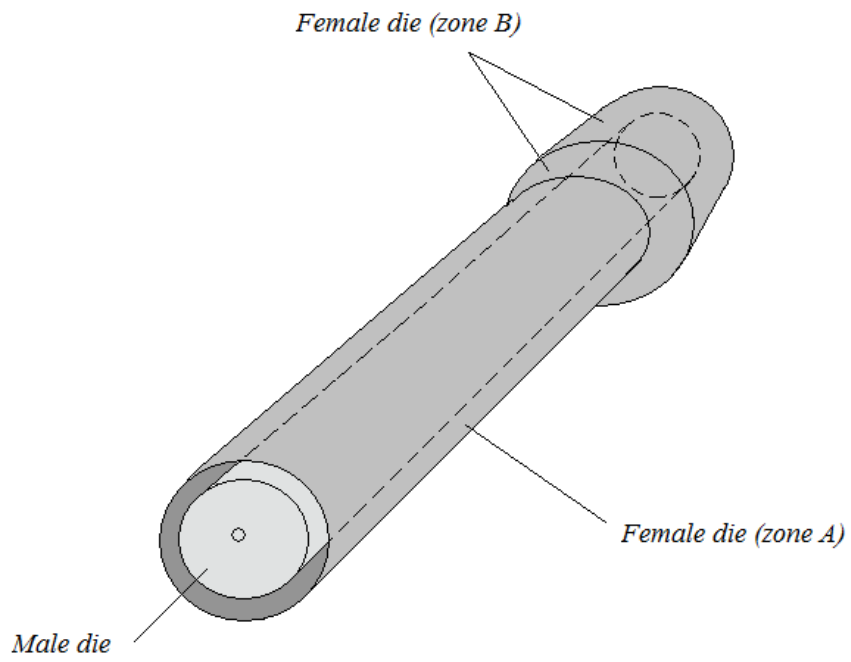
Figuur 12: temperatuurschema betreffende de werking van de integrator



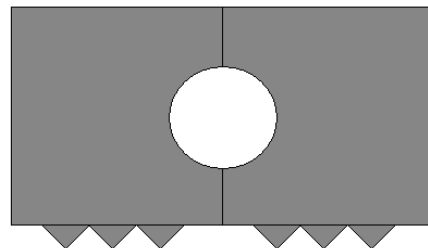
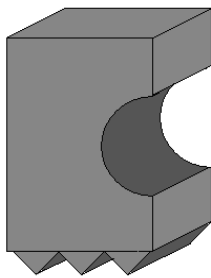
Figuur 13: schets van het PVC die-systeem



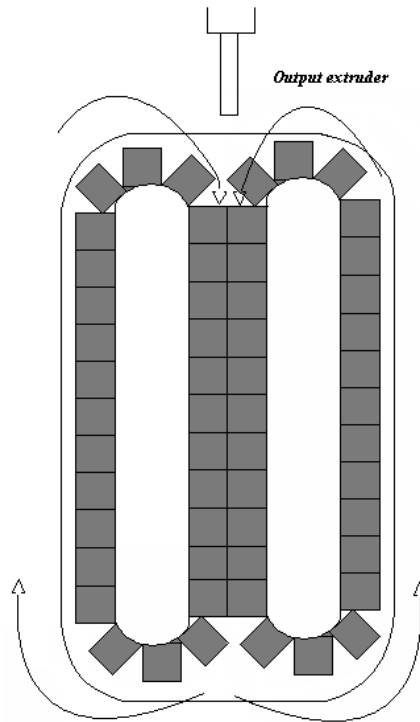
Figuur 14: schets van het PP die-systeem



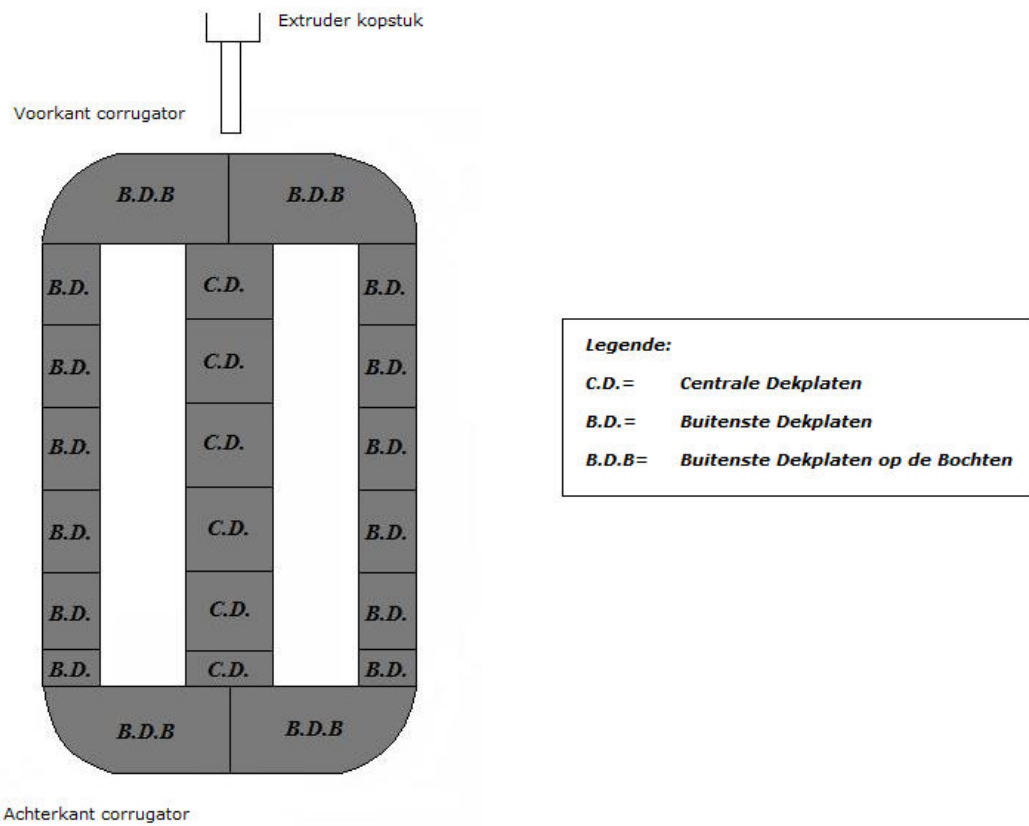
Figuur 15.a: 3D voorstelling mold block Figuur 15.b: gesloten systeem van twee halve gietvormen



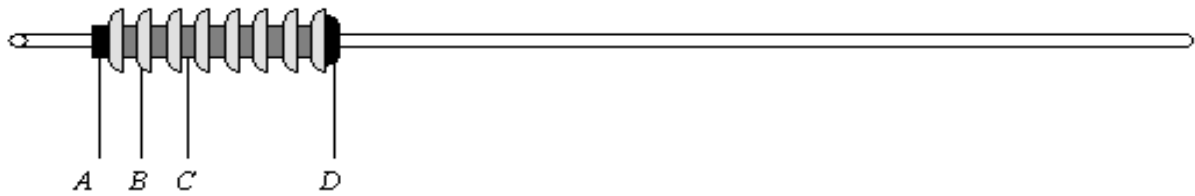
Figuur 16: bovenaanzicht corrugator met mobiele mold blocks



Figuur 17: indeling van de dekplaten op de corrugator



Figuur 18: De sealing as



Legenda:

A	= vastgedraaide schroef A
B	= seiling (rubberen dichting)
C	= ijzeren bus die seilings scheidt
D	= vastgedraaide schroef D

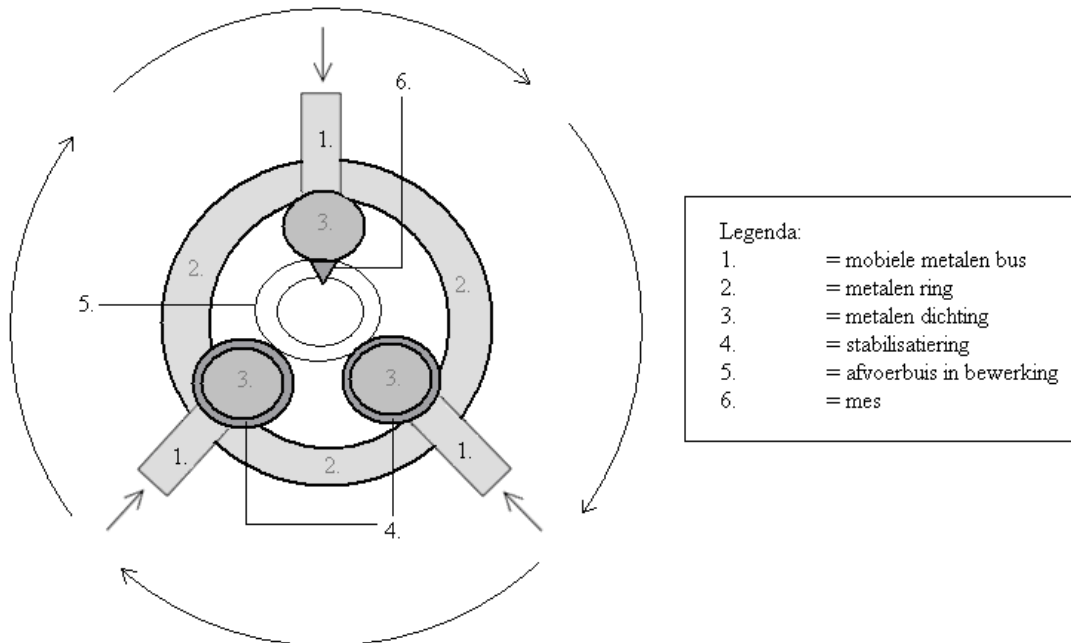
Figuur 19: zijaanzicht puller met geklemd goed in bewerking

A side view of a puller mechanism. It consists of a central horizontal bar (1) with a left-pointing arrow. Above and below this bar are two rows of three wheels (2) each. A rubber band (3) is stretched around these wheels. An upward arrow is at the top, and a downward arrow is at the bottom, indicating the direction of force or movement.

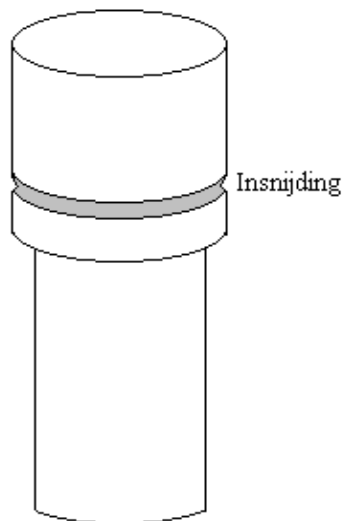
Legenda:

1.	= afvoerbuis
2.	= ronddraaiend wiel
3.	= rubberen band

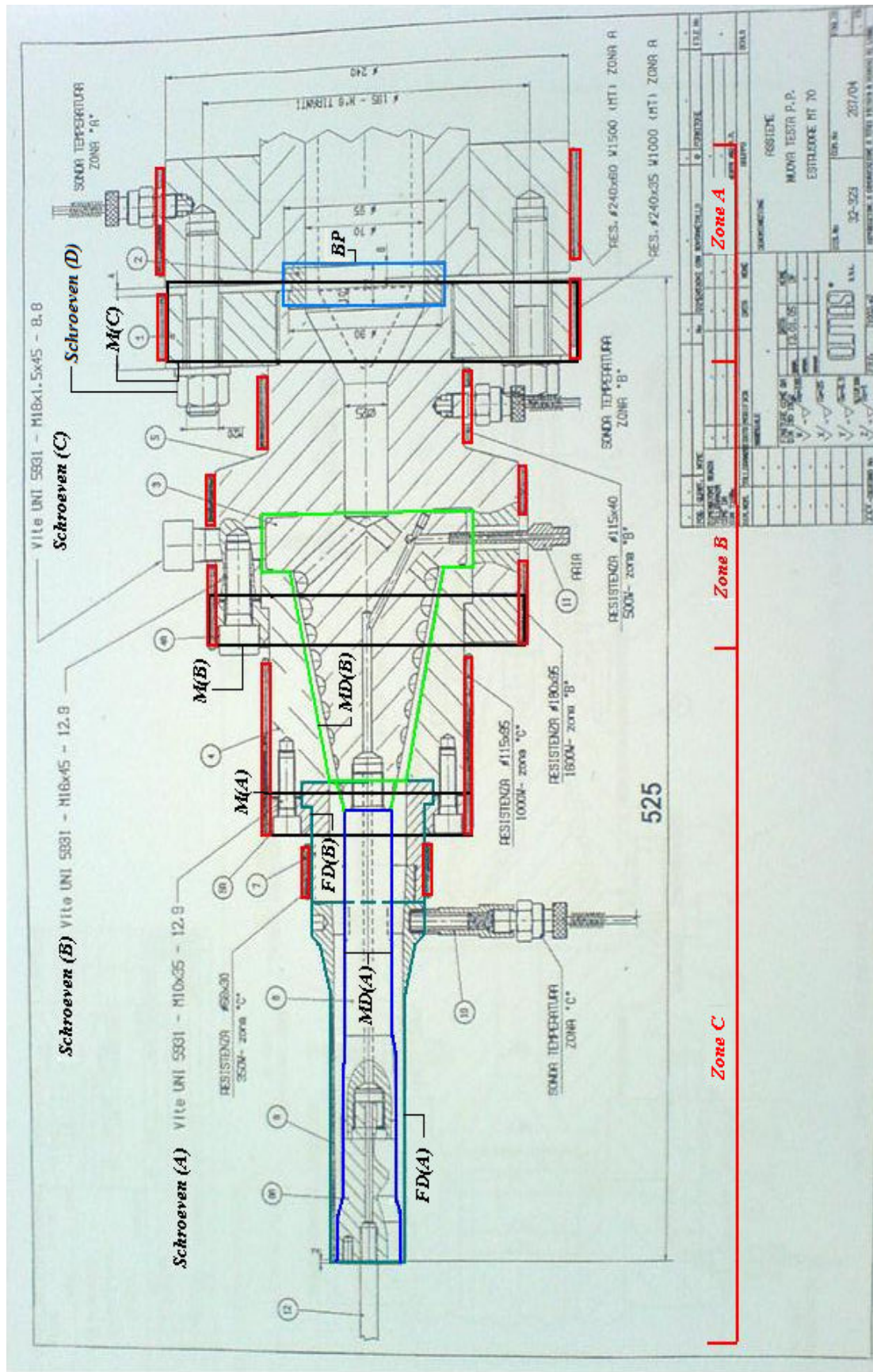
Figuur 20: vooraanzicht systeem met mes en stabiliseringen



Figuur 21: controle-instrument voor vaststelling diameter eindproduct



Figuur 22: ontwerpshets: zijaanzicht kopstuk extruder (gebaseerd op technische tekening van de onderneming Almas).



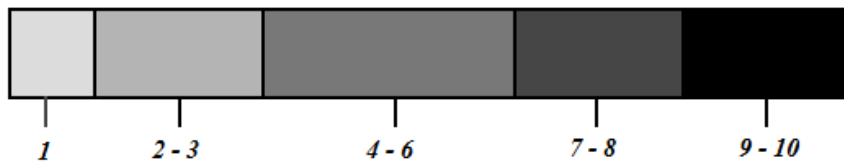
Figuur 22: Legende

BP	Breaker plate: Geperforeerde metalen cilinder waardoor het semivaste extrudaat wordt geperst
FD(A)	Female die zone A: Zie ook figuur 12 en figuur 13
FD(B)	Female die zone B: Zie ook figuur 12 en figuur 13
M(A)	Middenring A: Metalen cilinder die de female die vastzet
M(B)	Middenring B: Metalen cilinder die zone C van het extruder kopstuk vastzet
M(C)	Middenring C: Metalen cilinder die zone B van het extruder kopstuk vastzet
MD(A)	Male die zone A: Zie ook figuur 12 en figuur 13
MD(B)	Male die zone B: Zie ook figuur 12
Resistenza	Het warmte element, ook wel heater genoemd, dat het extruder kopstuk opwarmt. Deze opwarming gebeurt nadat het warmte element hiervoor de opdracht kreeg van de integrator. De snelheid waarmee de opwarming gebeurt is afhankelijk van de massa die moet verwarmd worden en het thermische vermogen van het element, uitgedrukt in Watt (W).
Resistenza (A)	Warmte element op extruder kopstuk (Resistenza 350W, zone 'C')
Resistenza (B)	Warmte element op extruder kopstuk (Resistenza 1000W, zone 'C')
Resistenza (C)	Het verwarmingselement, ook wel heater genoemd, dat zone C opwarmt. (Resistenza 1600W, zone 'B')
Schroeven (A)	Schroeven die middenring A vastzetten
Schroeven (B)	Schroeven die middenring B vastzetten
Schroeven (C)	Schroeven die door de operator worden aangedraaid om de male die te centreren in de female die
Sonda Temperatura (A)	Temperatuursensor die de temperatuur registreert van zone A en doorstuurt naar de integrator
Sonda Temperatura (B)	Temperatuursensor die de temperatuur registreert van zone B en doorstuurt naar de integrator
Sonda Temperatura (C)	Temperatuursensor die de temperatuur registreert van zone C en doorstuurt naar de integrator
Aria	Druktoevoer op het die-systeem

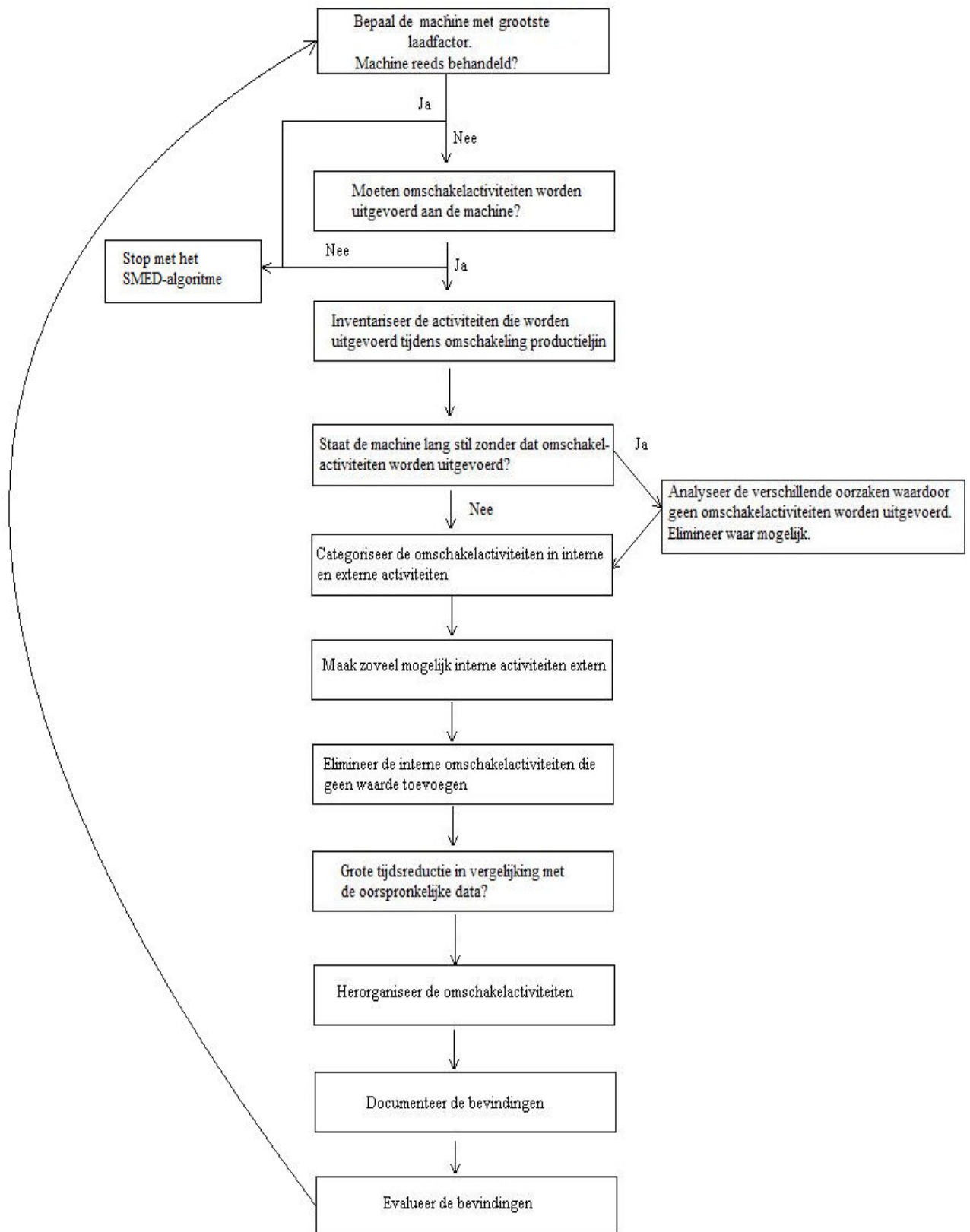
Figuur 23: historische schaalindeling van het risicocriteria 'ernst' (Plastiflex)

Legende:

- 1:** *Effect kan bijna niet vastgesteld worden*
- 2 - 3:** *Laag effect failure mode*
- 4 - 6:** *Gemiddeld effect failure mode*
- 7 - 8:** *Hoog effect failure mode*
- 9-10:** *Zeer hoog effect failure mode*



Figuur 24: het aangepaste SMED-algoritme



Bijlage B: Tabellen

Lijst van tabellen

Tabel 1: functies van de extruder	- 23 -
Tabel 2: functies van de corrugator	- 23 -
Tabel 3: functies van de koeler	- 23 -
Tabel 4: functies van de droger.....	- 23 -
Tabel 5: functies van de puller	- 23 -
Tabel 6: functies van de printer.....	- 24 -
Tabel 7: functies van de cutter.....	- 24 -
Tabel 8: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (corrugator)	- 25 -
Tabel 9: projectie indeling omschakelactiviteiten (corrugator).....	- 28 -
Tabel 10: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (corrugator). -	31 -
Tabel 11: analyse 4de stap SMED-algoritme (corrugator)	- 32 -
Tabel 12: vaststellen 'best practice' met betrekking tot het vervangen van de gietvormen en dekplaten (corrugator).....	- 32 -
Tabel 13: projectie gemiddelde omschakeltijd (corrugator).....	- 33 -
Tabel 14: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (cutter)	- 34 -
Tabel 15: projectie indeling omschakelactiviteiten (cutter)	- 35 -
Tabel 16: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (koeler).....	- 36 -
Tabel 17: projectie indeling omschakelactiviteiten (koeler)	- 37 -
Tabel 18: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (koeler).....	- 38 -
Tabel 19: analyse 4de stap SMED-algoritme (koeler)	- 38 -
Tabel 20: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (extruder)	- 39 -
Tabel 21: projectie indeling omschakelactiviteiten (extruder, omschakeling naar productbatch met dezelfde materiaalsamenstelling)	- 43 -
Tabel 22: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (extruder)....	- 45 -
Tabel 23: analyse 4de stap SMED-algoritme (extruder).....	- 46 -
Tabel 24: Totale invloed van het SMED-algoritme op de tijd, die nodig is voor de uitvoering van omschakelactiviteiten.....	- 47 -
Tabel 25: taakindeling voor de omschakeling van PVC naar PVC (pessimistische en optimistische visie)	- 48 -
Tabel 26: taakindeling voor de omschakeling van PP naar PP (pessimistische visie)	- 52 -
Tabel 27: taakindeling voor de omschakeling van PP naar PP (optimistische visie).....	- 55 -
Tabel 28: resultatens SMED-algoritme	- 57 -
Tabel 29: analyse van het Flexidrain ® productieproces.....	- 58 -
Tabel 30: Theoretisch aantal uren beschikbaar voor productie	- 58 -
Tabel 31: samenstelling van het FMEA-team.....	- 59 -
Tabel 32: risicotoekenning FMEA-criteria 'Frequentie' (OCC.)	- 60 -
Tabel 33: risicotoekenning FMEA-criteria 'Ernst' (SEV.)	- 60 -
Tabel 34: risicotoekenning FMEA-criteria 'Detectie' (DET.)	- 61 -

Tabel 1: functies van de extruder

Primaire functie	Genereren van een correcte, continue en gelijkmatige stroom semi-vaste kunststof
Secundaire functie	Transporteren van het granulaat in de extruderbarrel tot het kopstuk
Secundaire functie	Omzetten van het vaste granulaat tot een semi-vaste massa kunststof
Secundaire functie	Uitblazen van het extrudaat in de mold blocks onder verhoogde druk
Veiligheidsfunctie	Uitschakelen van de extruder wanneer $p > 450$ bar (enkel bij PVC)

Tabel 2: functies van de corrugator

Primaire functie	Het continu bewegen van de ketens mold blocks tegen een constante snelheid
Secundaire functie	Afkoelen van de mold blocks en de corrugator
Secundaire functie	Registreren en verzenden van de snelheid van de corrugator
Secundaire functie	Registreren en signaleren van de mold block waarbij de hoeveelheid geperste lucht in het die - systeem moet verhoogd worden
Veiligheidsfunctie	Uitschakelen van de corrugator wanneer $T > 40^{\circ}\text{C}$ of $A > 6$

Tabel 3: functies van de koeler

Primaire functie	Het continu bespuiten van de slang met gekoeld water
Secundaire functie	Zuiveren van het aangevoerde water

Tabel 4: functies van de droger

Primaire functie	Het continu drogen van de slang door toevoeging van geperste lucht
------------------	--

Tabel 5: functies van de puller

Primaire functie	Vastzetten van de afvoerbuis
Primaire functie	Doortrekken van de afvoerbuis met een correcte snelheid

Tabel 6: functies van de printer

Primaire functie	Correct afdrukken van het juiste label op het eindproduct
------------------	---

Tabel 7: functies van de cutter

Primaire functie	Doorsnijden van de slang in individuele eindproducten
Secundaire functie	Meebewegen van de cutter in de richting van de slang gedurende het uitvoeren van de primaire functie
Secundaire functie	Vastzetten en centreren van de afvoerbuis gedurende het uitvoeren van de primaire functie
Secundaire functie	Registreren van de exacte positie op de afvoerbuis en doorsturen van de positie aan de puller

Tabel 8: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (corrugator)

Vastgestelde Omschakelactiviteiten	30 juni 2008		3 juli 2008		7 juli 2008		Procent (%)*
	Tijd (s)		Tijd (s)		Tijd (s)		
	Extern	NVT	Extern	NVT	Extern	NVT	
Maken van de nieuwe keten mold blocks							
Halen van de nieuwe keten mold blocks	129	0.64					
Activiteiten betreffende de sealing as (A):	1683	8.33	878	3.25	1474	13.84	
- Losdraaien en weleggen van de oude sealing as (A1)	188	0.93	52	0.19	121	1.13	
- Activiteiten die uitgevoerd worden bij het vervangen van de sealing as (A2)	1247	6.17	712	2.64	951	8.93	
- Invetten van de nieuwe sealing as (A3)	93	0.46	0	0	41	0.38	
- Plaatsen en vastzetten van de nieuwe sealing as (A4)	114	0.56	100	0.37	281	2.64	
- Bijschuiven van de corrugator (A5)	41	0.21	14	0.05	80	0.76	
Activiteiten betreffende de dekplaten (B):	215	1.06	1986	7.36	240	2.24	
- Opendraaien van de centrale dekplaten (B1)	139	0.69	722	2.67	85	0.79	
- Opendraaien van beschermde centrale dekplaat (B2)	0	0	79	0.30	0	0	
- Opendraaien van buitenste dekplaten (bochten) (B3)	0	0	261	0.97	0	0	
- Vastdraaien van de centrale dekplaten (B4)	76	0.37	775	2.87	155	1.45	
- Vastdraaien van buitenste dekplaten (bochten) (B5)	0	0	100	0.37	0	0	
- Vastdraaien van beschermde centrale dekplaat (B6)	0	0	49	0.18	0	0	

Activiteiten betreffende de vervanging van mold blocks (C):	2492	12.33	2082	7.71	1860	17.46
- Verwijderen van oude mold blocks (C1)	206	1.02	570	2.11	138	1.30
- Invetten van nieuwe mold blocks tijdens vervangen van mold blocks (C2)	0	0	498	1.84	100	0.94
- Invetten van nieuwe mold blocks nadat de keten geplaatst is (C3)	198	0.98	251	0.93	165	1.55
- Plaatsen van de nieuwe mold blocks (C4)	25	0.12	515	1.91	94 (zie C2)	0.88
- Doordraaien van de geplaatste keten (jogging) (C5)	48	0.24	117	0.43	27	0.25
- Verdere uitvoering van C1 t.e.m. C5 (uitzondering van C3) (C6)	2015	9.97	0	0		12.54
- Zuiveren van nieuwe mold blocks met droge doek (C7)	0	0	131	0.49	1336	0
Activiteiten betreffende de speling van de mold blocks (D):	109	0.54	628	2.33	268	2.52
- Aankloppen van de mold blocks (D1)	109	0.54	120	0.45	0 (zie D4)	0
- Loszetten en vastzetten van de klemming (inbegrepen horizontale verplaatsing van de corrugator) (D2)	0	0	97	0.36	0 (zie D4)	0
- Aanpassen van de speling op de keten mold blocks (omvat controle op keten en aanpassing op de machine) (D3)	0	0	154	0.57	45	0.42
- Herhalen van D1 t.e.m. D3 (D4)	0	0	257	0.95	223	2.09
Inspectie en controle (E):	257	1.27	913	3.38	135	1.27
- Controle van de geplaatste keten mold blocks (jogging) (E1)	0	0	682	2.53	135	1.27
- Controle met behulp van controledocumenten (E2)	0	0	231	0.86	0	0
- Controle van samenstelling nieuwe keten mold blocks (E3)	257	1.27	0	0	0	0

Zoeken (F):	279	1.38	1979	7.33	321	3.01
- Naar gereedschap (F1)	0	0	839	3.11	0	0
- Naar onderdelen (F2)	0	0	832	3.08	321	3.01
- Zoeken mold blocks oude ketenconfiguratie (jogging) (F3)	279	1.38	308	1.14	0	0
Opruimen (G):	0	0	454	1.68	35	0.33
- Van de werkplaats (G1)	0	0	446	1.65	35	0.33
- Drogen van de handen (G2)	0	0	8	0.03	0	0
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (H):	14984	74.17	17865	66.18	6320	59.33
- Omschakelactiviteiten aan overige machines (H1)	4109	20.34	14295	52.96	3346	31.41
- Overleg tussen werknemers (H2)	0	0	169	0.62	0	0
- Werknemer is genoodzaakt andere activiteit uit te voeren (H3)	8901	44.06	0	0	1815	17.04
- Opwarmen van corrugator (H4)	0	0	619	2.29	0	0
- Pauze (H5)	1974	9.77	1920	7.11	0	0
- Stilstand van machine door overname van activiteiten (H6)	0	0	293	1.09	1159	10.88
- Veiligheidsfunctie treedt in werking (H7)	0	0	515	1.91	0	0
- Onderdelen moeten nog gemaakt worden (H8)	0	0	54	0.20	0	0
Overige activiteiten (I):	55	0.28	209	0.78	0	0
- Instellen van de procesparameters (I1)	55	0.28	Extern 209	0	Extern 0	0
- Corrigerende activiteiten bij omkeren richting mold blocks (I2)	0	0		0.78	0	0
Totaal:	20203**	100	26994**	100	10653	100
*Percentage werd berekend op basis van de tijd benodigd voor de uitvoering van alle omschakelactiviteiten						
** Het stilleggen van de corrugator en stilstand van de machines voordat de omschakelactiviteiten beginnen, worden apart in het SMED - algoritme opgenomen						

Tabel 9: projectie indeling omschakelactiviteiten (corrugator)

Vastgestelde Omschakelactiviteiten	30 juni 2008		3 juli 2008		7 juli 2008		Procent (%)*
	Tijd (s)		Tijd (s)		Tijd (s)		
	Extern	NVT	Extern	NVT	Extern	NVT	
Maken van de nieuwe keten mold blocks							
Halen van de nieuwe keten mold blocks							
Activiteiten betreffende de sealing as (A):	240	1.31	166	0.76	477	5.13	
- Losdraaien en weggelgen van de oude sealing as (A1)	45	0.25	52	0.24	121	1.30	
- Activiteiten die uitgevoerd worden bij het vervangen van de sealing as (A2)	0	0	0	0	0	0	
- Invetten van de nieuwe sealing as (A3)	93	0.51	0	0	41	0.44	
- Plaatsen en vastzetten van de nieuwe sealing as (A4)	61	0.33	100	0.46	235	2.53	
- Bijschuiven van de corrugator (A5)	41	0.22	14	0.06	80	0.86	
Activiteiten betreffende de dekplaten (B):	215	1.17	1210	5.58	240	2.58	
- Opendraaien van de centrale dekplaten (B1)	139	0.76	358	1.65	85	0.91	
- Opendraaien van beschermde centrale dekplaat (B2)	0	0	79	0.36	0	0	
- Opendraaien van buitenste dekplaten (bochten) (B3)	0	0	261	1.2	0	0	
- Vastdraaien van de centrale dekplaten (B4)	76	0.41	363	1.67	155	1.67	
- Vastdraaien van buitenste dekplaten (bochten) (B5)	0	0	100	0.46	0	0	
- Vastdraaien van beschermde centrale dekplaat (B6)	0	0	49	0.24	0	0	

Activiteiten betreffende de vervanging van mold blocks (C):	2492	13.60	1864	8.59	1860	20.00
- Verwijderen van oude mold blocks (C1)	206	1.12	524	2.41	138	1.48
- Invetten van nieuwe mold blocks tijdens vervangen van mold blocks (C2)	0	0	498	2.3	100	1.08
- Invetten van nieuwe mold blocks nadat de keten geplaatst is (C3)	198	1.08	251	1.16	165	1.77
- Plaatsen van de nieuwe mold blocks (C4)	25	0.14	474	2.18	94 (zie C2)	1.01
- Doordraaien van de geplaatste keten (jogging) (C5)	48	0.26	117	0.54	27	0.29
- Verdere uitvoering van C1 t.e.m. C5 (uitzondering van C3) (C6)	2015	11.00	0	0		14.37
- Zuiveren van nieuwe mold blocks met droge doek (C7)	0	0	0	0	1336	0
Activiteiten betreffende de speling van de mold blocks (D):	109	0.61	467	2.15	268	2.88
- Aankloppen van de mold blocks (D1)	109	0.61	89	0.41	0 (zie D4)	0
- Loszetten en vastzetten van de klemming (inbegrepen horizontale verplaatsing van de corrugator) (D2)	0	0	71	0.33	0 (zie D4)	0
- Aanpassen van de speling op de keten mold blocks (omvat controle op keten en aanpassing op de machine) (D3)	0	0	50	0.23	45	0.48
- Herhalen van D1 t.e.m. D3 (D4)	0	0	257	1.18	223	2.40
Inspectie en controle (E):	0	0	504	2.32	135	1.45
- Controle van de geplaatste keten mold blocks (jogging) (E1)	0	0	273	1.26	135	1.45
- Controle met behulp van controledocumenten (E2)	0	0	231	1.06	0	0
- Controle van samenstelling nieuwe keten mold blocks (E3)	0	0	0	0	0	0

Zoeken (F):	279	1.52	308	1.42	0	0
- Naar gereedschap (F1)	0	0	0	0	0	0
- Naar onderdelen (F2)	0	0	0	0	0	0
- Zoeken mold blocks oude ketenconfiguratie (jogging) (F3)	279	1.52	308	1.42	0	0
Opruimen (G):	0	0	0	0	0	0
- Van de werkplaats (G1)	0	0	0	0	0	0
- Drogen van de handen (G2)	0	0	0	0	0	0
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (H):	14984	81.79	16971	78.21	6320	67.96
- Omschakelactiviteiten aan overige machines (H1)	4109	22.43	14295	65.88	3346	35.98
- Overleg tussen werknemers (H2)	0	0	169	0.78	0	0
- Werknemer is genoodzaakt andere activiteit uit te voeren (H3)	8901	48.59	0	0	1815	19.52
- Opwarmen van corrugator (H4)	0	0	0	0	0	0
- Pauze (H5)	1974	10.77	1920	8.85	0	0
- Stilstand van machine door overname van activiteiten (einde dienst) (H6)	0	0	293	1.35	1159	12.46
- Veiligheidsfunctie treedt in werking (H7)	0	0	240	1.11	0	0
- Onderdelen moeten nog gemaakt worden (H8)	0	0	54	0.25	0	0
Overige activiteiten (I):	0	0	209	0.96	0	0
- Instellen van de procesparameters (I1)	0	0	0	0	Extern	0
- Corrigerende activiteiten bij omkeren richting mold blocks (I2)	0	0	209	0.96	0	0
Totaal:	18319	100	21699**	100	9300**	100
*Percentage werd berekend op basis van de tijd benodigd voor de uitvoering van alle omschakelactiviteiten						
** Het stilleggen van de corrugator en stilstand van de machines voordat de omschakelactiviteiten beginnen, worden apart in het SMED - algoritme opgenomen						

Tabel 10: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (corrugator)

	30 juni 2008	3 juli 2008	10 juli 2008
Totale tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (Observatie)(s) = Totaal tabel 8 - post H tabel 8	5219	9129	4333
Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (Projectie)(s) = Totaal tabel 9 - post H tabel 9	3335	4728	2980
Tijdsreductie voor uitvoering omschakelactiviteiten (Seconden) = <i>observatietijd omschakelactiviteiten - verwachte tijd omschakelactiviteiten</i>	1884	4401(*)	1353
Tijdsreductie voor uitvoering omschakelactiviteiten (%) = $(\text{Tijdsreductie uitvoering omschakelactiviteiten} / \text{observatietijd omschakelactiviteiten}) * 100$	36.10	48.21	31.23
Totale observatietijd (Observatie)(s) (Totaal tabel 8)	20203	26994	10653
Totale observatietijd (Projectie)(s) (Totaal tabel 9)	18319	21699	9300
Tijdsreductie totale observatietijd (Seconden) = <i>Totale observatietijd observatie - totale observatietijd projectie</i>	1884	5295(*)	1353
Tijdsreductie totale observatietijd (%) = $(\text{Tijdsreductie totale observatietijd} / \text{Totale observatietijd}) * 100$	9.33	19.62	12.70
(*) Door eerst te zoeken naar gekende oorzaken van faling zal de tijd; waarin de veiligheidsfunctie van de corrugator actief is; dalen. Hierdoor verandert post de post H. Omdat het een nieuw productieproces is, treedt de veiligheidsfunctie regelmatig in werking. Het eenmalig vastlopen van de corrugator blijft behouden bij het opstellen van de definitieve taakindeling omdat ik een taakindeling wil opstellen die op de huidige operationele context toepasbaar is.			

Tabel 11: analyse 4de stap SMED-algoritme (corrugator)

	30 juni 2008	3 juli 2008	10 juli 2008
Totale observatietijd (s) (Totaal tabel 9)	18319	21699	9300
Verwachte tijdsreductie (s) (Totaal post H tabel 9 – H1 – H5 –H7(*))	8901	516	1815
Gemiddeld, verwachte tijdsreductie (s) ((Som waarden rij 2) / 3)	3744		
Verwachte, totale observatietijd (s) (Totale observatietijd – Verwachte tijdsreductie)	9418	21183	7485
Verwachte tijdsreductie (%) ((Rij 2 / Rij 1) * 100)	48.59	2.38	19.52
Gemiddelde tijdsreductie (%) ((Som waarden rij 5) / 3)	23.50		
(*) Zie opmerking tabel 10			

Tabel 12: vaststellen 'best practice' met betrekking tot het vervangen van de gietvormen en dekplaten (corrugator)

	30 juni 2008	3 juli 2008	10 juli 2008
Activiteiten betreffende de centrale dekplaten (s):	215	625	240
- Openen van de centrale dekplaten	139	314	85
- Sluiten van de centrale dekplaten	76	311(*)	155
Tijd benodigd voor het vervangen van de ketens mold blocks (s)	2492	1655(**)	1860
Totaal (s):	2707	2280	2100
(*) Vastgestelde tijd voor het vastdraaien van alle dekplaten – 1 = 285s (zie observatiedata) Het vastdraaien van de laatste centrale dekplaat werd niet vastgesteld. Ik kan hier echter een schatting maken op basis van de observatie van 30 juni. Hier werden 3 centrale dekplaten vastgedraaid. Omdat de activiteit op identieke wijze werd uitgevoerd, stel ik de benodigde tijd voor het vastzetten van de laatste dekplaat gelijk aan 26 seconden. Dit cijfer bekomt men door de geobserveerde tijd benodigd voor het vastdraaien van de centrale dekplaten op 30 juni te delen door 3.			
(**) Enkel de tijd, die benodigd is voor het verwijderen van oude mold blocks, invetten en plaatsten van nieuwe mold blocks en het doordraaien van de configuratieketen voordat de corrugator vastliep, moet in rekening worden gebracht.			

Tabel 13: projectie gemiddelde omschakeltijd (corrugator)

Activiteit	30 juni 2008	3 juli 2008	10 juli 2008
Onderhoudsactiviteiten betreffende de dekplaten (1 werknemer onderhoudsdienst) (2 werknemers onderhoudsdienst)		310 170 (Zie voetnoot 13 en 14 in de praktijkstudie)	
Onderhoudsactiviteiten betreffende het vervangen van de mold blocks		1655 (‘best practice’ van tabel 12)	
Tijdsduur andere onderhoudsactiviteiten = A1 + D + E + F + I in tabel 9 (zonder vastlopen corrugator) (met vastlopen corrugator)	433 433	1195(*) 1540	524 524
Totaal: (1 werknemer onderhoudsdienst) (2 werknemers onderhoudsdienst) (= som van rij 1, 2 en 3)	2398 2258	3505 3365	2489 2349
Gemiddelde tijd benodigd voor het uitvoeren van de omschakelactiviteiten (= gemiddelde rij 4) - 1 werknemer onderhoudsdienst - 2 werknemers onderhoudsdienst		2798s (46 min en 38 sec) 2658s (44 min en 18 sec)	
<p>(*) Er werd meermaals vermeld dat het eenmalig vastlopen van de corrugator wordt opgenomen bij de definitieve taakindeling. Hierdoor is de taakindeling toepasbaar binnen de huidige, operationele context. Op lange termijn kan men het vastlopen van de component buiten beschouwing laten. Het wordt hier dan ook voor de volledigheid vermeld.</p> <p>= 1540 - 209 (corrigerende activiteit) - (25 + 111) (controle geplaatste ketens mold blocks)</p>			

Tabel 14: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (cutter)

Activiteit	10 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)
Omschakelactiviteiten betreffende het systeem van mes en stabilisaties (A):	781	27.57
- Verwijderen van het systeem (A1)	309	10.91
- Aanpassen van het systeem (A2)	386	13.63
- Installeren van het aangepaste systeem (A3)	86	3.03
Omschakelactiviteiten betreffende de centralisatie (B):	922	32.55
- Demontage van oude centralisatie (B1)	316	11.15
- Herstellen van nieuwe centralisatie (B2)	363	12.81
- Installeren van de nieuwe centralisatie (B3)	243	8.59
Omschakelactiviteiten betreffende de klemming (C):	92	3.25
- Instellen en vervangen van de klemming (C1)	92	3.25
Inspectie (D)	21	0.74
- Van onderdelen (D1)	21	0.74
Zoeken (E)	810	28.59
- Naar gereedschap (E1)	261	9.21
- Naar testmateriaal (E2)	549	19.38
Overige omschakelactiviteiten (F)	207	7.30
- Openen van de machine (F1)	42	1.48
- Verplaatsen van de printer (F2)	127	4.48
- Plaatsen en verwijderen van testmateriaal (F3)	38	1.34
- Sluiten van de machine (F4)	Extern	Extern
- Instellen procesparameters (F5)	Extern	Extern
Totaal:	2833	100

Tabel 15: projectie indeling omschakelactiviteiten (cutter)

Activiteit (standaard activiteiten)	10 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)
Omschakelactiviteiten betreffende het systeem van mes en stabilisatieringen (A):	781	47.04
- Verwijderen van het systeem (A1)	309	18.61
- Aanpassen van het systeem (A2)	386	23.25
- Installeren van het aangepaste systeem (A3)	86	5.18
Omschakelactiviteiten betreffende de centralisatiering (B):	559	33.68
- Demontage van oude centralisatiering (B1)	316	19.04
- Herstellen van nieuwe centralisatiering (B2)	0	0
- Installeren van de nieuwe centralisatiering (B3)	243	14.64
Omschakelactiviteiten betreffende de klemming (C):	92	5.54
- Instellen en vervangen van de klemming (C1)	92	5.54
Inspectie (D)	21	1.27
- Van onderdelen (D1)	21	1.27
Zoeken (E)	0	0
- Naar gereedschap (E1)	0	0
- Naar testmateriaal (E2)	0	0
Overige omschakelactiviteiten (F)	207	12.47
- Openen van de machine (F1)	42	2.53
- Verplaatsen van de printer (F2)	127	7.65
- Plaatsen en verwijderen van testmateriaal (F3)	38	2.29
- Sluiten van de machine (F4)	Extern	Extern
- Instellen procesparameters (F5)	Extern	Extern
Totaal:	1660	100

Tabel 16: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (koeler)

Activiteit	10 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)
Omschakelactiviteiten betreffende de filter (A):	453	1.52
- Demonteren van de filter (A1)	N.G.*	N.G.
- Zuiveren van de filter (A2)	N.G.	N.G.
- Plaatsen van de filter (A3)	N.G.	N.G.
Omschakelactiviteiten betreffende de spuitopeningen (B):	2019	6.79
- Demontage van de spuitopeningen (B1)	482	1.62
- Zuiveren van de spuitopeningen (B2)	778	2.62
- Drogen van de spuitopeningen (B3)	229	0.77
- Installeren van de spuitopeningen (B4)	530	1.78
Verplaatsing (C)	134	0.45
- Tussen productie- en onderhoudsafdeling (C1)	134	0.45
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (D):	27064	91.00
- Uitvoeren van andere omschakelactiviteiten (D1)	20199	67.91
- Werknemer is genoodzaakt andere activiteiten uit te voeren (D2)	6865	23.09
Overige omschakelactiviteiten (E):	72	0.24
- Afsluiten van de watertoevoer (E1)	9	0.03
- Openen van de dekplaten (E2)	63	0.21
- Bijschuiven van de machine (E3)	Extern	Extern
- Sluiten van de dekplaten (E4)	Extern	Extern
- Openen van de watertoevoer (E5)	Extern	Extern
Totaal:	29742	100

*N.G. = niet geregistreerd, individuele tijdscomponenten werden niet vastgelegd

Tabel 17: projectie indeling omschakelactiviteiten (koeler)

Activiteit	10 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)
Omschakelactiviteiten betreffende de filter (A):	453	1.52
- Demonteren van de filter (A1)	N.G.*	N.G.
- Zuiveren van de filter (A2)	N.G.	N.G.
- Plaatsen van de filter (A3)	N.G.	N.G.
Omschakelactiviteiten betreffende de spuitopeningen (B):	0	0
- Demontage van de spuitopeningen (B1)	0	0
- Zuiveren van de spuitopeningen (B2)	0	0
- Drogen van de spuitopeningen (B3)	0	0
- Installeren van de spuitopeningen (B4)	0	0
Verplaatsing (C)	0	0
- Tussen productie- en onderhoudsafdeling (C1)	0	0
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (D):	27064	91.00
- Uitvoeren van andere omschakelactiviteiten (D1)	20199	67.91
- Werknemer is genoodzaakt andere activiteiten uit te voeren (D2)	6865	23.09
Overige omschakelactiviteiten (E):	72	0.24
- Afsluiten van de watertoevoer (E1)	9	0.03
- Openen van de dekplaten (E2)	63	0.21
- Bijschuiven van de machine (E3)	Extern	Extern
- Sluiten van de dekplaten (E4)	Extern	Extern
- Openen van de watertoevoer (E5)	Extern	Extern
Totaal:	27589	100

*N.G. = niet geregistreerd, individuele tijdscomponenten werden niet vastgelegd

Tabel 18: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (koeler)

	30 juni 2008
Vastgestelde, totale observatietijd (s) (zie tabel 16)	29742
Verwachte, totale observatietijd (s) (zie tabel 17)	27589
Verwachte tijdsreductie van de totale observatietijd (s) (rij 1 – rij 2)	2153
Totale tijdsreductie van de observatietijd (%) (rij 3 / rij 1) * 100	7.24
Vastgestelde tijd voor het uitvoeren van omschakelactiviteiten (s) (Totale observatietijd – post D) (zie tabel 16)	2678
Verwachte tijd voor het uitvoeren van omschakelactiviteiten (s) (Projectie totale observatietijd – post D) (zie tabel 17)	525
Tijdsreductie voor het uitvoeren van omschakelactiviteiten (s) (Verschil tussen de vastgestelde en verwachte tijd benodigd voor het uitvoeren van omschakelactiviteiten) (rij 2 – rij 4)	2153
Tijdsreductie voor het uitvoeren van omschakelactiviteiten (%) (rij 5 / rij 2) * 100	80.40

Tabel 19: analyse 4de stap SMED-algoritme (koeler)

	30 juni 2008
Verwachte, totale observatietijd (s) (zie tabel 17)	27589
Verwachte tijdsreductie (s) (Eliminatie van post D2, zie tabel 17)	6865
Projectie nieuwe, totale observatietijd (s) (rij 1 – rij 2)	20724
Verwachte tijdsreductie (%) (1 – (rij 3 / rij 1)) * 100	24.88%

Tabel 20: indeling geobserveerde omschakelactiviteiten (extruder)

Activiteit	30 juni 2008		3 juli 2008		7 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)	Tijd (s)	Procent (%)	Tijd (s)	Procent (%)
Aantrekken van veiligheidshandschoenen	26	0.54	34	0.12	24(1x)	0.23
Activiteiten betreffende de druktoevoer (Aria) (A):	63	1.30	28	0.10	0	0
- Verwijderen en loskoppelen van druktoevoer (A1)	35	0.72	28	0.10	0	0
- Installeren en aansluiten van druktoevoer (A2)	28	0.58	0	0	0	0
Activiteiten betreffende de die's (B):	401	8.28	1182	4.34	569	5.44
- Verwijderen van de die's (B1)	86	1.78	355	1.30	211	2.02
- Zuiveren van de die's (B2)	179	3.69	600	2.21	222	2.12
- Installeren van die's (B3)	136	2.81	199	0.73	114	1.09
- Invetten van die's (B4)			28	0.10	22	0.21
Activiteiten betreffende de middenringen (C):	676	13.95	983	3.61	495	4.74
- Losdraaien schroeven (A) en verwijderen middenring (A) (C1)	59	1.22	49	0.18	94	0.90
- Losdraaien schroeven (B) en verwijderen middenring (B) (C2)	89	1.84	152	0.56	0	0
- Aanpassen schroeven (C) (centreren male die) (C3)	119	2.45	235	0.86	0	0
- Losdraaien schroeven (D) en verwijderen middenring (C) (C4)	0	0	128	0.47	0	0
- Vastzetten schroeven (A) en plaatsen middenring (A) (C5)	110	2.27	51	0.19	394	3.77
- Vastzetten schroeven (B) en plaatsen middenring (B) (C6)	218	4.50	223	0.82	0	0
- Vastzetten schroeven (D) en plaatsen middenring (C) (C7)	0	0	66	0.24	0	0
- Zuiveren van middenringen (C8)	81	1.67	0	0	7	0.07
- Invetten van schroeven (C9)	0	0	79	0.29	0	0

<p>Activiteiten betreffende de warmte elementen (D):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen en loskoppelen van warmte elementen (heaters) (D1) - Installeren en aansluiten van warmte elementen (heaters) (D2) - Verwijderen en afsluiten van temperatuursonde (D3) - Installeren en aansluiten van temperatuursonde (D4) - Uitvoeren van corrigerende activiteiten betreffende de temperatuursonde (D5) 	114	2.35	1960	7.20	58	0.55
	35	0.72	364	1.34	58	0.55
	79	1.63	629	2.31	N.G.*	N.G.*
	0	0	55	0.20	0	0
	0	0	104	0.38	0	0
	0	0	808	2.97	0	0
<p>Activiteiten betreffende het extruder kopstuk (E):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zuiveren van extruder kopstuk (intern en extern) (E1) - Verwijderen en wegleggen van extruder kopstuk (E2) - Plaatsen van het extruder kopstuk (E3) 	73	1.51	492	1.81	139	1.33
	73	1.51	178	0.65	139	1.33
	0	0	122	0.45	0	0
	0	0	192	0.71	0	0
<p>Activiteiten betreffende de breaker plate (F):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijderen van de breaker plate (F1) - Zuiveren en aanpassen van breaker plate (F2) - Installeren van de breaker plate (F3) 	0	0	830	3.05	0	0
	0	0	15	0.06	0	0
	0	0	543	1.99	0	0
	0	0	272	1.00	0	0
<p>Activiteiten betreffende de vultrechter (G):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leeglopen van de vultrechter (G1) - Verwijderen en wegleggen van de vultrechter (G2) - Zuiveren van de vultrechter (G3) - Installeren van de vultrechter (G4) 	0	0	851	3.12	0	0
	0	0	259	0.95	0	0
	0	0	269	0.99	0	0
	0	0	161	0.59	0	0
	0	0	162	0.59	0	0

Activiteiten betreffende de extruder schroef (H): - Verwijderen en opbergen van de extruder schroef en metalen cilinder (H1) - Zuiveren van extruder schroef en metalen cilinder (H2) - Invetten van extruder schroef en metalen cilinder (H3) - Installeren van de extruder schroef en metalen cilinder (H4)	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	1508 741 234 185 348	5.54 2.72 0.86 0.68 1.28	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
Inspectie en controle (I): - Van werking onderdelen (I1) - Van positie onderdelen (I2)	0 0 0	0 0 0	78 61 17	0.29 0.23 0.06	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Zoeken (J): - Naar gereedschap (J1) - Naar onderdelen (J2)	428 378 50	8.83 7.80 1.03	3300 1398 1902	12.12 5.13 6.99	145 58 87	1.39 0.56 0.83	
Opruimen (K): - Van de werkplaats (K1)	0 0	0 0	427 427	1.57 1.57	0 0	0 0	0 0
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (L): - Omschakelactiviteiten aan overige machines (L1) - Overleg tussen werknemers (L2) - Werknemer voert activiteit uit die geen betrekking heeft tot de omschakeling van de machine (L3) - Opwarmen van extruder (L4) - Pauze (L5) - Stilstand van machine door overname van activiteiten (einde dienst) (L6) - Wachten op machine (opereren, leeglopen en stilvallen van machine) (L7)	3011 202 0 602 2207 0 0 0	62.15 4.17 0 12.43 45.55 0 0 0	14393 2010 548 6923 992 2003 0 1917	52.85 7.38 2.01 25.42 3.64 7.36 0 7.04	5653 1748 107 3791 0 0 0 7	54.08 16.72 1.02 36.27 0 0 0 0.07	

Overige activiteiten (M):									
- Instellen van procesparameters (algemeen gebruik controlepaneel) (M1)	53	1.09	1166	4.28	3369	32.24			
- Zuiveren van de lege extruderbarrel (M2)	0	0	114	0.42	0	0			
- Activiteiten met betrekking tot de dampkap (M3)	0	0	265	0.97	0	0			
- Observeren van andere machine (M4)	0	0	0	0	3359	32.14			
- Onderdelen/gereedschap moet nog gemaakt/aangepast worden (M5)	0	0	490	1.80	0	0			
Totaal:	4845	100	27232	100	10452	100			100
*N.G. = niet geregistreerd, individuele tijden werden niet geregistreerd door observatie omschakelactiviteiten cutter									

Tabel 21: projectie indeling omschakelactiviteiten (extruder, omschakeling naar productbatch met dezelfde materiaalsamenstelling)

Activiteit	30 juni 2008		7 juli 2008	
	Tijd (s)	Procent (%)	Tijd (s)	Procent (%)
Aantrekken van veiligheidshandschoenen	26	0.59	24	0.23
Activiteiten betreffende de druktoevoer (Aria) (A):	63	1.43	0	0
- Verwijderen en loskoppelen van druktoevoer (A1)	35	0.79	0	0
- Installeren en aansluiten van druktoevoer (A2)	28	0.64	0	0
Activiteiten betreffende de die's (B):	401	9.08	569	5.52
- Verwijderen van de die's (B1)	86	1.95	211	2.05
- Zuiveren van de die's (B2)	179	4.05	222	2.15
- Installeren van die's (B3)	136	3.08	114	1.11
- Invetten van die's (B4)	0	0	22	0.21
Activiteiten betreffende de middenringen (C):	676	15.30	495	4.80
- Losdraaien schroeven (A) en verwijderen middenring (A) (C1)	59	1.34	94	0.91
- Losdraaien schroeven (B) en verwijderen middenring (B) (C2)	89	2.01	0	0
- Aanpassen schroeven (C) (centreren male die) (C3)	119	2.69	0	0
- Losdraaien schroeven (D) en verwijderen middenring (C) (C4)	0	0	0	0
- Vastzetten schroeven (A) en plaatsen middenring (A) (C5)	110	2.49	394	3.82
- Vastzetten schroeven (B) en plaatsen middenring (B) (C6)	218	4.94	0	0
- Vastzetten schroeven (D) en plaatsen middenring (C) (C7)	0	0	0	0
- Zuiveren van middenringen (C8)	81	1.83	7	0.07
- Invetten van schroeven (C9)	0	0	0	0
Activiteiten betreffende de warmte elementen (D):	114	2.58	58	0.56
- Verwijderen en loskoppelen van warmte elementen (heaters) (D1)	35	0.79	58	0.56
- Installeren en aansluiten van warmte elementen (heaters) (D2)	79	1.79	N.G.*	N.G.
- Verwijderen en afsluiten van temperatuursonde (D3)	0	0	0	0
- Installeren en aansluiten van temperatuursonde (D4)	0	0	0	0
- Uitvoeren van corrigerende activiteiten betreffende de temperatuursonde (D5)	0	0	0	0
Activiteiten betreffende het extruder kopstuk (E):	73	1.65	139	1.35
- Zuiveren van extruder kopstuk (intern en extern) (E1)	73	1.65	139	1.35
- Verwijderen en wegleggen van extruder kopstuk (E2)	0	0	0	0
- Plaatsen van het extruder kopstuk (E3)	0	0	0	0
Activiteiten betreffende de breaker plate (F):	0	0	0	0
- Verwijderen van de breaker plate (F1)	0	0	0	0
- Zuiveren en aanpassen van breaker plate (F2)	0	0	0	0
- Installeren van de breaker plate (F3)	0	0	0	0

Activiteiten betreffende de vultrechter (G):	0	0	0	0
- Leeglopen van de vultrechter (G1)	0	0	0	0
- Verwijderen en wegleggen van de vultrechter (G2)	0	0	0	0
- Zuiveren van de vultrechter (G3)	0	0	0	0
- Installeren van de vultrechter (G4)	0	0	0	0
Activiteiten betreffende de extruder schroef (H):	0	0	0	0
- Verwijderen en opbergen van de extruder schroef en metalen cilinder (H1)	0	0	0	0
- Zuiveren van extruder schroef en metalen cilinder (H2)	0	0	0	0
- Invetten van extruder schroef en metalen cilinder (H3)	0	0	0	0
- Installeren van de extruder schroef en metalen cilinder (H4)	0	0	0	0
Inspectie en controle (I):	0	0	0	0
- Van werking onderdelen (I1)	0	0	0	0
- Van positie onderdelen (I2)	0	0	0	0
Zoeken (J):	0	0	0	0
- Naar gereedschap (J1)	0	0	0	0
- Naar onderdelen (J2)	0	0	0	0
Opruimen (K):	0	0	0	0
- Van de werkplaats (K1)	0	0	0	0
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (L):	3011	68.17	5653	54.85
- Omschakelactiviteiten aan overige machines (L1)	202	4.57	1748	16.96
- Overleg tussen werknemers (L2)	0	0	107	1.04
- Werknemer voert activiteit uit die geen betrekking heeft tot de omschakeling van de machine (L3)	602	13.63	3791	36.78
- Opwarmen van extruder (L4)	2207	49.97	0	0
- Pauze (L5)	0	0	0	0
- Stilstand van machine door overname van activiteiten (einde dienst) (L6)	0	0	0	0
- Wachten op machine (opereren, leeglopen en stilvallen van machine) (L7)	0	0	7	0.07
Overige activiteiten (M):	53	1.20	3369	32.69
- Instellen van procesparameters (algemeen gebruik controlepaneel) (M1)	53	1.20	10	0.10
- Zuiveren van de lege extruderbarrel (M2)	0	0	0	0
- Activiteiten met betrekking tot de dampkap (M3)	0	0	0	0
- Observeren van andere machine (M4)	0	0	3359	32.59
- Onderdelen/gereedschap moet nog gemaakt/aangepast worden (M5)	0	0	0	0
Totaal:	4417	100	10307	100
*N.G. = niet geregistreerd, individuele tijden werden niet geregistreerd door observatie omschakelactiviteiten cutter				

Tabel 22: analyse omschakeltijd na uitvoering 2de en 3de stap SMED-algoritme (extruder)

	30 juni 2008	10 juli 2008
Totale tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (Observatie)(s) = Totaal tabel 20 – post L tabel 20	1834	1519(*)
Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (Projectie)(s) = Totaal tabel 21 – post L tabel 21	1406	1374 (*)
Tijdsreductie voor uitvoering omschakelactiviteiten (Seconden) = <i>observatietijd omschakelactiviteiten – verwachte tijd omschakelactiviteiten</i>	428	145
Tijdsreductie voor uitvoering omschakelactiviteiten (%) = <i>(Tijdsreductie uitvoering omschakelactiviteiten / observatietijd omschakelactiviteiten) * 100</i>	23.34%	9.55%
Totale observatietijd (Observatie)(s) (Totaal tabel 20)	4845	10452
Totale observatietijd (Projectie)(s) (Totaal tabel 21)	4417	10307
Tijdsreductie totale observatietijd (Seconden) = <i>Totale observatietijd observatie – totale observatietijd projectie</i>	428	145
Tijdsreductie totale observatietijd (%) = <i>(Tijdsreductie totale observatietijd / Totale observatietijd) * 100</i>	8.83%	1.39%
<p>(*) Gedurende de observatie van 10 juli werden de omschakelactiviteiten van de cutter geregistreerd. Hierdoor werd niet de exacte tijd vastgesteld voor het installeren van warmte element A en het externe warmte element. De benodigde tijd voor deze taken was gelijk aan 79s tijdens de observatie van 30 juni. De benodigde tijd voor de installatie van de warmte elementen op 10 juli wordt hieraan gelijk gesteld. Dezelfde handelingen werden immers uitgevoerd gedurende beide observaties. De overige tijd van de post M4 (namelijk 3359s – 79s) kan bijgevolg worden toegekend aan de post L1. Er werden gedurende dit tijdsinterval enkel omschakelactiviteiten aan de cutter uitgevoerd door de onderhoudsdienst.</p>		

Tabel 23: analyse 4de stap SMED-algoritme (extruder)

	30 juni 2008	10 juli 2008
Verwachte, totale observatietijd (s) (Totaal tabel 21)	4417	10307
Verwachte tijdsreductie (s) (= L2 + L3, tabel 21)(*)	602	3898
Gemiddeld, verwachte tijdsreductie (s) ((Som waarden rij 2) / 3)	2250	
Verwachte, totale observatietijd (s) (Totale observatietijd – Verwachte tijdsreductie)	3815	6409
Verwachte tijdsreductie (%) ((Rij 2 / Rij 1) * 100)	13.63	37.82
Gemiddelde tijdsreductie (%) ((Som waarden rij 5) / 3)	25.72	
(*) zie opmerking tabel 22		

Tabel 24: Totale invloed van het SMED-algoritme op de tijd, die nodig is voor de uitvoering van omschakelactiviteiten

	30 juni	10 juli
Geobserveerde tijd benodigd voor omschakelactiviteiten corrugator (s)	5219 (zie tabel 10)	4333 (zie tabel 10)
<i>Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten corrugator (s)</i>	2798s (1 werknemer) 2658s (2 werknemers) (zie tabel 13)	
Geobserveerde tijd benodigd voor omschakelactiviteiten cutter (s)	2393 (zie observatiedata corrugator)	2833 (zie tabel 14)
<i>Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten cutter (s)</i>	1660s (zie tabel 15)	
Geobserveerde tijd benodigd voor omschakelactiviteiten koeler (s)	2678 (zie tabel 18)	2678(*)
<i>Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten koeler (s)</i>	525 (zie tabel 18)	
Geobserveerde tijd benodigd voor omschakelactiviteiten extruder (s)	1834 (zie tabel 22)	1519 (zie tabel 22)
<i>Verwachte tijd benodigd voor omschakelactiviteiten extruder (s)</i>	1406 (zie tabel 22)	1374 (zie tabel 22)
Totale, geobserveerde tijd benodigd voor de uitvoering van omschakelactiviteiten	12124	8685 (**)
Totale, verwachte tijd benodigd voor de uitvoering van omschakelactiviteiten	6389 (1 werknemer)	5692 (2 werknemers) (**)
Verwachte tijdsreductie totale post H1 (s)	5735	2993
Verwachte tijdsreductie totale post H1 (%)	47.30	34.46
(*) benodigde tijd voor omschakeling koeler werd niet geobserveerd op 10 juli. Dit werd immers gelijktijdig uitgevoerd door één werknemer van de onderhoudsdienst, terwijl de andere onderhoudsman de cutter omschakelde. Deze tijdscomponent wordt dan ook gelijkgesteld aan 2678s zoals geobserveerd op 30 juni.		
(**) De koeler werd gelijktijdig met de cutter omgeschakeld. Bijgevolg moet enkel rekening worden gehouden met de langste omschakeltijd per machine.		

Tabel 25: taakindeling voor de omschakeling van PVC naar PVC (pessimistische en optimistische visie)

Tijd	Operator	Onderhoud	Tijd
	Aantrekken veiligheidshandschoenen (extern)		
0	Uitschakelen extruder (*) (2s) <i>Zie observatiedata extr. 10 juli</i>	Stilleggen corrugator (schatting: 2s) <i>Geïjggesteld aan extruder</i>	0
2	Wachten tot geen output (7s) <i>Zie observatiedata ex 10 juli</i>	Openen koeler (63s)	2
9	Loskoppelen sealing as (96s) <i>Zie observatiedata corr 10 juli</i>	<i>Zie post E2 (tabel 16)</i>	65
105	Opstarten extruder (2s) <i>Analoge handeling als uitschakelen(*)</i>	Openen drooginstallatie (Schatting 63s)	65
107	Instellen procesparameters (49s)	<i>Zie paragraaf 4.2.2.4</i>	128
	<i>Analoge handeling als verhogen temperatuur bij PVC (180°C)</i> <i>Zie observatiedata ext. 30 juni</i>	Openen puller (Schatting: 10s) <i>Zie paragraaf 4.2.2.5</i>	128
156	Start afkoeling extruder (Schatting: 3600s)	Verwijderen van sealing as (25s)	138
		<i>Zie observatiedata corr. 10 juli</i>	138
156		Start omschakelactiviteiten corrugator (sealing as nog niet vastzetten)	163
...			...

156	Gedurende afkoeling: verwijderen/ loskoppelen druktoevoer (gemiddeld 32s) Zie tabel 20, post A1
3731	Gedurende afkoeling: aantrekken veiligheidshandschoenen (gemiddeld 25s)
3756	Zie tabel 21
3756	Start omschakelactiviteiten extruder
...	

(= 2798s, zie tabel 24 - gemiddeld 30s)	163
(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatiedata corr.) Einde omschakelactiviteiten corrugator	2906
Start omschakelactiviteiten koeler (uitgezonderd openen machine)	2906
(462s) (= 525 (zie tabel 24) - 63s)	3368
Start omschakelactiviteiten cutter - openen machine - verwijderen centralisatie - verwijderen systeem mes en stabilisatie (667s (**))	3368
Zie tabel 15, post A1, B1 en F1	4035

<p>3756 = tijd benodigd uitvoeren omschakelactiviteiten (1406s, zie tabel 24) - Zuiveren van die's en middenringen (gemiddeld 245s) - activiteiten druktoevoer (gemiddeld 32s) - instellen procesparameters (49s) Totaal: 1080s</p>	<p>Aantrekken veiligheids-handschoenen (gemiddeld 25s) Zie tabel 21 4035</p> <p>Zuiveren van die's en middenringen (Gemiddeld 245s) 4060</p> <p>Zie tabel 21, post B2 en C8 4305</p> <p>Afwerken omschakelactiviteiten cutter (993s) 4305</p>
<p>4836 instellen procesparameters (49s)</p>	
<p>4885 Start opwarmen extruder (2328s)</p>	
<p>Gedurende opwarming: - aanpassen schroeven C (119s) Zie observatiedata extr. 30 juni - starten extruderschroef (2s) - aansluiten druktoevoer (gemiddeld 32s)</p>	<p>=1660s (zie tabel 24) - 667s (**)) 5298</p>
<p>7213 Zie paragraaf 4.2.2.7</p>	
<p>Totale tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (onderhoud): 1 uur, 28 minuten en 18 seconden (5298s)</p>	

7213	Uitschakelen extruder (2s)
7215	Zie <i>observatiedata extr. 10 juli</i>
7215	Wachten (7s)
7222	Zie <i>observatiedata ex 10 juli</i>
7222	Aansluiten sealing as extruder (Gemiddeld 30s) <i>(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatiedata corr.)</i>
7252	Bijschuiven corrugator (Gemiddeld 45s)
7297	Zie <i>tabel 9, post A5</i>
7297	Starten extruder

Totale tijd benodigd voor omschakelactiviteiten (extrudeur):

2 uur 1 minuut en 37 seconden

Tabel 26: taakindeling voor de omschakeling van PP naar PP (pessimistische visie)

Tijd	Operator	Onderhoud	Tijd
	Aantrekken veiligheidshandschoenen (extern)		
0	Uitschakelen extruder (*) (2s)	Stilleggen corrugator (schatting: 2s)	0
2	Zie <i>observatiedata extr. 10 juli</i>	Gelijkgesteld aan extruder	2
2	Wachten tot geen output (7s)	Openen koeler (63s)	2
9	Zie <i>observatiedata ex 10 juli</i>		
9	Loskoppelen sealing as (96s)	Zie <i>post E2 (tabel 16)</i>	65
105	Zie <i>observatiedata corr 10 juli</i>	Openen drooginstallatie (Schatting 63s)	65
105	Start omschakelactiviteiten extruder (1374s)		
		Zie <i>paragraaf 4.2.2.4</i>	128
		Openen puller (Schatting: 10s)	128
		Zie <i>paragraaf 4.2.2.5</i>	138
		Verwijderen van sealing as (25s)	138
		Zie <i>observatiedata corr. 10 juli</i>	163
		Start omschakelactiviteiten corrugator (sealing as nog niet vastzetten)	163
...			...

105	Omschakelactiviteiten extruder	
1479	Zie tabel 24	
1479	Wachten van extrudeur Controle overige productielijnen	
5028		

163	(= 2798s, zie tabel 24 - gemiddeld 30s)	
	(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatie data corr.)	
2906	Einde omschakelactiviteiten corrugator	
2906	Start omschakelactiviteiten koeler (uitgezonderd openen machine)	
3368	(462s)	
3368	(= 525 (zie tabel 24) - 63s)	
5028	Omschakelactiviteiten cutter	Zie tabel 24

5028	Aansluiten sealing as extruder (Gemiddeld 30s) <i>(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatiedata corr.)</i>
5058	Bijgeschuiven corrugator (Gemiddeld 45s)
5103	Zie tabel 9, post A5
5103	Starten extruder

Totale tijd benodigd voor omschakelact. (onderhoud):

1 uur, 23 minuten en 48 seconden

Bij investering in tweede systeem van mes en S.R.:

1 uur, 17 minuten en 1 seconde

Zie paragraaf 4.2.2.2

Totale tijd benodigd voor omschakelact. (extrudeur):

1 uur, 25 minuten en 3 seconden

Bij investering in tweede systeem van mes en S.R.:

1 uur, 18 minuten en 16 seconden

Zie paragraaf 4.2.2.2

Tabel 27: taakindeling voor de omschakeling van PP naar PP (optimistische visie)

Tijd	Onderhoud (1ste werknemer)	Onderhoud (2de werknemer)	Tijd
0	0 Openen koeler (63s)	0 Stillleggen corrugator (Schatting: 2s)	0
		Gelijkgesteld aan extruder	2
		Openen drooginstallatie (Schatting 63s)	2
63	63 Zie post E2 (tabel 16)		
63	63 Start omschakelactiviteiten koeler (uitgezonderd openen machine) (462s)	Zie paragraaf 4.2.2.4	65
		Openen puller (Schatting: 10s)	65
		Zie paragraaf 4.2.2.5	75
		Wachten	75
			105
		Verwijderen van sealing as (25s)	105
		Zie observatie data corr. 10 juli	130
525	525 (= 525 (zie tabel 24) - 63s)	Start omschakelactiviteiten corrugator (sealing as nog niet vastzetten) (= 2798s, zie tabel 24 - gemiddeld 30s)	130
525	525 Omschakelactiviteiten cutter (1660s) Zie tabel 24		
...

525	Omschakelactiviteiten cutter cutter	
2185	Zie tabel 24	

Omschakelactiviteiten corrugator	130
<i>(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatiedata corr.)</i>	
Einde omschakelactiviteiten corrugator	2898

Extrudeur:

Aansluiten sealing as extruder (Gemiddeld 30s)	2898
<i>(30s voor sealing as is de gemiddelde waarde gebaseerd op observatiedata corr.)</i>	
Bijschuiven corrugator (Gemiddeld 45s)	2928
Zie tabel 9, post A5	2973
Starten extruder	2973

Totale tijd omschakeling:

49 minuten en 33 seconden

Tabel 28: resultaten SMED-algoritme

	PVC naar PVC 30 juni 2008	PP naar PP 10 juli 2008
Begin observatie	8.24.13u	12.06.52u
Einde observatie	16.40.02u	15.01.50
Totale, geobserveerde omschakeltijd (s)	29749	10498
Correctie observatiedata (s):	7331	3609
- Stilleleggen extruder en corrugator	156 (zie tabel 25)	9 (zie tabel 26)
- Afkoelen en opwarmen extruder	3575 (zie tabel 25)	NVT
- Opstartfase (geschat: 30 minuten)	3600	3600
Totale omschakeltijd (s)		
- Met opstartfase	37080	14107
- Zonder opstartfase	33480	10507
Verwachte omschakeltijd		
- Optimistische situatie	7297 (zie tabel 25)	2973 (zie tabel 27)
- Pessimistische situatie	7297 (zie tabel 25)	5103 (*) (zie tabel 26)
Correctie verwachte omschakeltijd (s)	3600	3600
- Opstartfase (geschat: 30 minuten)	3600	3600
Totale, verwachte omschakeltijd (optimistische situatie) (zie ook (*) (s)		
- Met opstartfase	10897	6573
- Zonder opstartfase	7297	2973
Tijdsreductie stilstand productieproces (s) <i>(= totale omschakeltijd zonder opstartfase - totale, verwachte omschakeltijd zonder opstartfase)</i>	26183	7534
Tijdsreductie stilstand productieproces (%) <i>(= (tijdsreductie stilstand productieproces / totale omschakeltijd zonder opstartfase)*100)</i>	78.20	71.70
Totale tijdsreductie omschakeltijd (s) <i>(= totale omschakeltijd met opstartfase - totale, verwachte omschakeltijd met opstartfase)</i>	26183	7534
Totale tijdsreductie omschakeltijd (%) <i>(= (totale tijdsreductie omschakeltijd / totale omschakeltijd met opstartfase)*100)</i>	70.61	53.41
(*) Omdat de andere productielijnen niet stilvielen gedurende de observatie van 10 juli, wordt enkel de tijdsreductie met betrekking tot de optimistische situatie berekend. Bovendien is deze tijdperiode gelijk aan 4696s wanneer een bijkomende kosten-baten analyse aantoont dat het nuttig is te investeren in een reserve systeem van mes en stabilisatiesystemen .		

Tabel 29: analyse van het Flexidrain ® productieproces

Urenstand bij aanvang productie (maandag 23 juni)	6170 (*)
Urenstand bij einde productie (dinsdag 15 juli)	6386 (**)
Theoretisch aantal uren beschikbaar voor productie	384 (***)
Totaal # uren productie (uptime)	216
Totaal # uren stilstand = 384 – 216	168
Percentage stilstand productielijn = (168 / 384) * 100	43.75%
Beschikbaarheid (availability) = (Theoretisch # uren beschikbaar – Totaal # uren stilstand) / (Theoretisch # uren beschikbaar) = Totaal # uren productie / Theoretisch # uren beschikbaar	56.25%
(*) indirecte vaststelling op basis van interne bedrijfsdocumenten onderhoudsafdeling	
(**) directe vaststelling op urenteller corrugator	
(***) zie tabel 30 voor berekening	

Tabel 30: theoretisch aantal uren beschikbaar voor productie

Week 1: Maandag 23 juni 6.00 uur tot zaterdag 28 juni 6.00 uur	120 uur
Week 2: Maandag 30 juni 6.00 – zaterdag 5 juli 6.00	120 uur
Week 3: Maandag 7 juli 6.00 – zaterdag 12 juli 6.00	120 uur
Week 4: Maandag 14 juli 6 uur 's ochtends – dinsdag 15 juli 6 uur 's ochtends	24 uur
Totaal # uren: 384 uren	384 uur

Tabel 31: samenstelling van het FMEA-team

Naam en functie	Relevantie voor het onderzoek
Dhr. Kerkhofs (Ontwerpingenieur)	Diepgaande kennis betreffende het extrusieproces en werking van de extruder en corrugator; validatie en vaststelling van de machinale oorzaken waardoor faling optreedt (extruder en corrugator).
Mevr. Gielen (Toezicht)	Objectieve kennis betreffende het menselijk risico van het productieproces.
Dhr. Vrachten (Quality Assurance)	Objectieve kennis betreffende het menselijk risico van het productieproces; validatie en vaststelling van de machinale oorzaken waardoor kwaliteitsverlies van het eindproduct optreedt.
Dhr. Vaes (Diensthoofd onderhoud)	Diepgaande kennis betreffende het risico eigen aan de productie – installatie.
Dhr. Vets (Productiemanager)	Validatie van de FMEA – analyse en aanbevelingen.

Tabel 32: risicotoekenning FMEA-criteria 'Frequentie' (OCC.)

Beschrijving:	Waarde:	Ratio:
meermaals per shift	zeer frequent	10
dagelijks	zeer frequent	9
meermaals per week	frequent	8
wekelijks	frequent	7
maandelijks	middelmatige frequentie	6
tussen 1 en 3 maanden	middelmatige frequentie	5
tussen 3 en 6 maanden	middelmatige frequentie	4
om het half jaar	niet frequent	3
jaarlijks	niet frequent	2
minder dan 1x per jaar	onwaarschijnlijk	1

Tabel 33: risicotoekenning FMEA-criteria 'Ernst' (SEV.)

Beschrijving:	Waarde:	Ratio:
Schade aan werknemer of productie-installatie; overschrijding wettelijke bepalingen (geen waarschuwing)	Gevaarlijk - zeer ernstig	10
Schade aan werknemer of productie-installatie; overschrijding wettelijke bepalingen (waarschuwing)	Gevaarlijk - zeer ernstig	9
Optreden van functionele faling bij de eindgebruiker	Zeer ernstig	8
Faling leidt tot stilstand productieproces	Hoge mate van ernst	7
Afvoerbuis afgekeurd door controle - niet herstelbaar	Hoge mate van ernst	6
Afvoerbuis afgekeurd door controle - herstelbaar	Ernstig	5
Niet - functioneel defect vastgesteld door de meeste consumenten (>75%)	Niet zo ernstig	4
Niet - functioneel defect vastgesteld door 50% consumenten	Niet zo ernstig	3
Niet - functioneel defect vastgesteld door weinig consumenten (<25%)	Niet zo ernstig	2
Geen merkbaar effect	Niet ernstig	1

Tabel 34: risicotoekenning FMEA-criteria 'Detectie' (DET.)

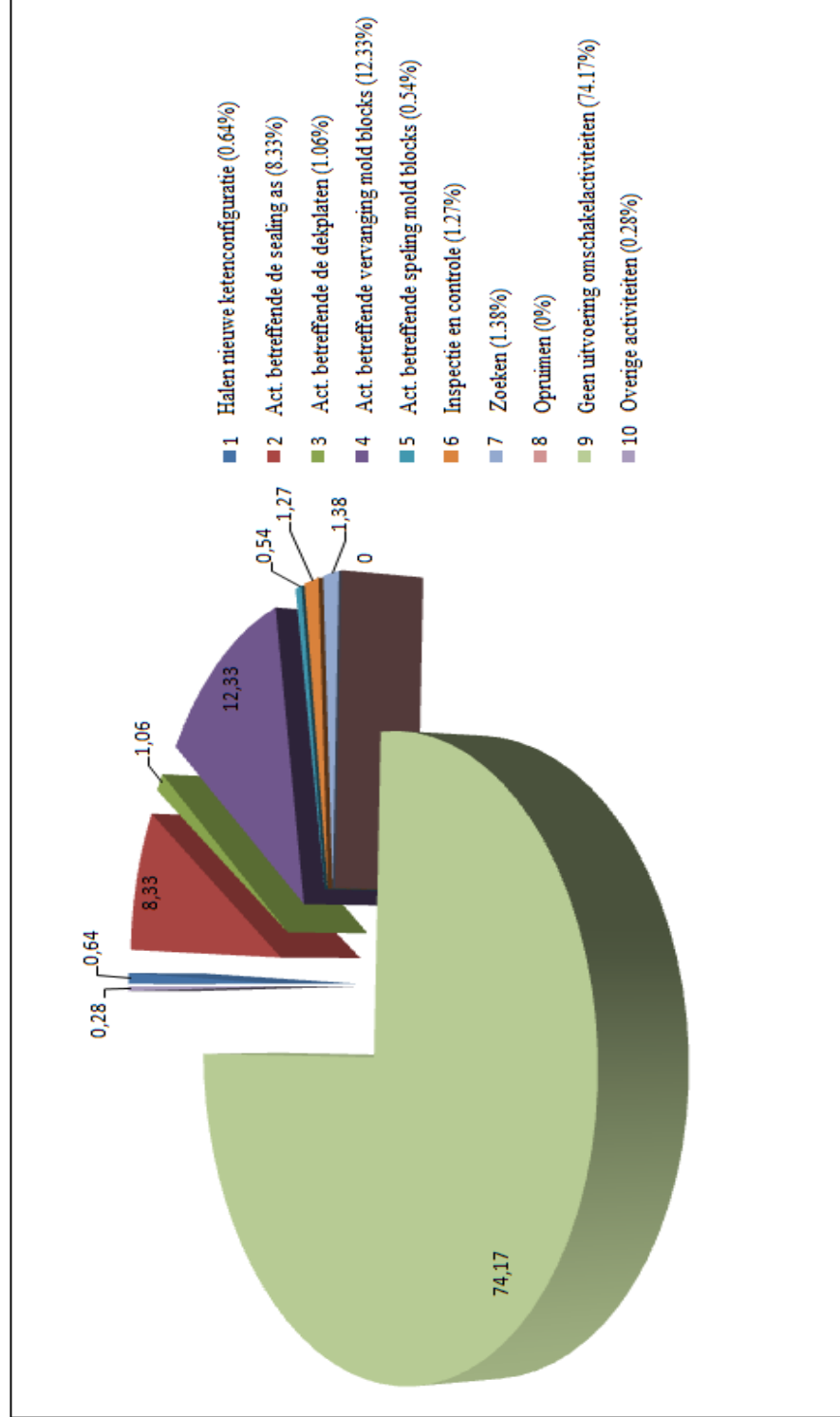
Beschrijving:	Waarde:	Ratio:
Controle systeem kan de oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings niet vaststellen / geen controle systeem aanwezig	Niet detecteerbaar	10
Preventieve detectie is aanwezig maar kan de oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings niet vermijden	Laattijdige detectie	9
Gemiddelde kans dat oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden vastgesteld (Detectie door controle operator, geen ondersteuning controle-instrumenten)	Zeer lage kans op detectie	8
Gemiddelde kans dat oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden vastgesteld (Detectie door controle operator, geen ondersteuning controle-instrumenten)	Lage kans op detectie	7
Gemiddelde kans dat oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden vastgesteld (Detectie door controle operator, geen ondersteuning controle-instrumenten)	Gemiddelde kans op detectie	6
Zeer hoge kans dat oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden vastgesteld (Detectie door controle operator, ondersteuning controle-instrumenten)	Hoge kans op detectie	5
Zeer hoge kans dat oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden vastgesteld (Detectie door controle operator – zichtbare vervorming product)	Zeer hoge kans op detectie	4
Oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden bijna zeker vastgesteld (Stilstand machine zonder signalisatie - geen output: vaststelling gebeurt door extrudeur of controle operator)	Zeer hoge kans op detectie	3
Oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden bijna zeker vastgesteld (Stilstand machine met signalisatie)	Zeer hoge kans op detectie	2
Oorzaak tot falings en gerelateerde functionele falings worden preventief vastgesteld	Preventieve detectie	1

Bijlage C: grafieken en diagrammen

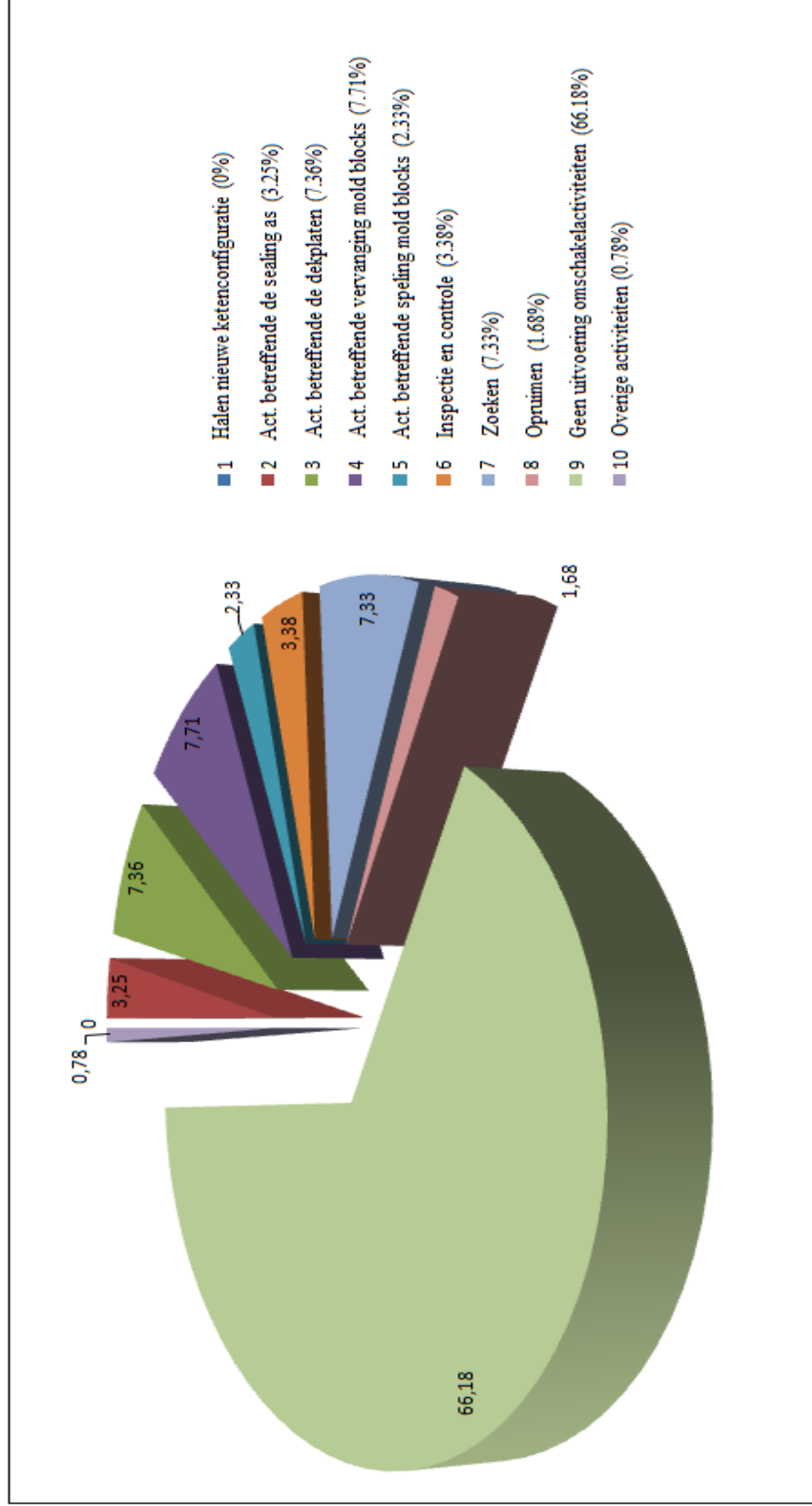
Lijst van grafieken en diagrammen

Grafiek 1.a: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrugator (30 juni).....	- 64 -
Grafiek 1.b: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrugator (3 juli)	- 64 -
Grafiek 1.c: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrugator (10 juli).....	- 64 -
Grafiek 2: Procentuele indeling omschakelactiviteiten cutter (10 juli).....	-67 -
Grafiek 3: Procentuele omschakelactiviteiten koeler (30 juni)	- 68 -
Grafiek 4.a: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (30 juni)	- 69 -
Grafiek 4.b: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (3 juli)	- 69 -
Grafiek 4.c: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (10 juli).....	- 69 -
Diagram 1: fault tree diagram extruder (functionele faling: foutieve output).....	- 76 -
Diagram 2: fault tree diagram extruder (functionele faling: geen output-stilstand schroef)	- 76 -
Diagram 3: fault tree diagram extruder (functionele faling: geen output-geen input)	- 76 -
Diagram 4: fault tree diagram corrugator (functionele faling: geen output)	- 76 -
Diagram 5: fault tree diagram corrugator (functionele faling: verkeerde output)	- 76 -
Diagram 6: fault tree diagram droger	- 77 -
Diagram 7: fault tree diagram puller	- 77 -
Diagram 8: fault tree diagram koeler	- 78 -
Diagram 9: fault tree diagram printer	- 79 -
Diagram 10: fault tree diagram cutter.....	- 80 -

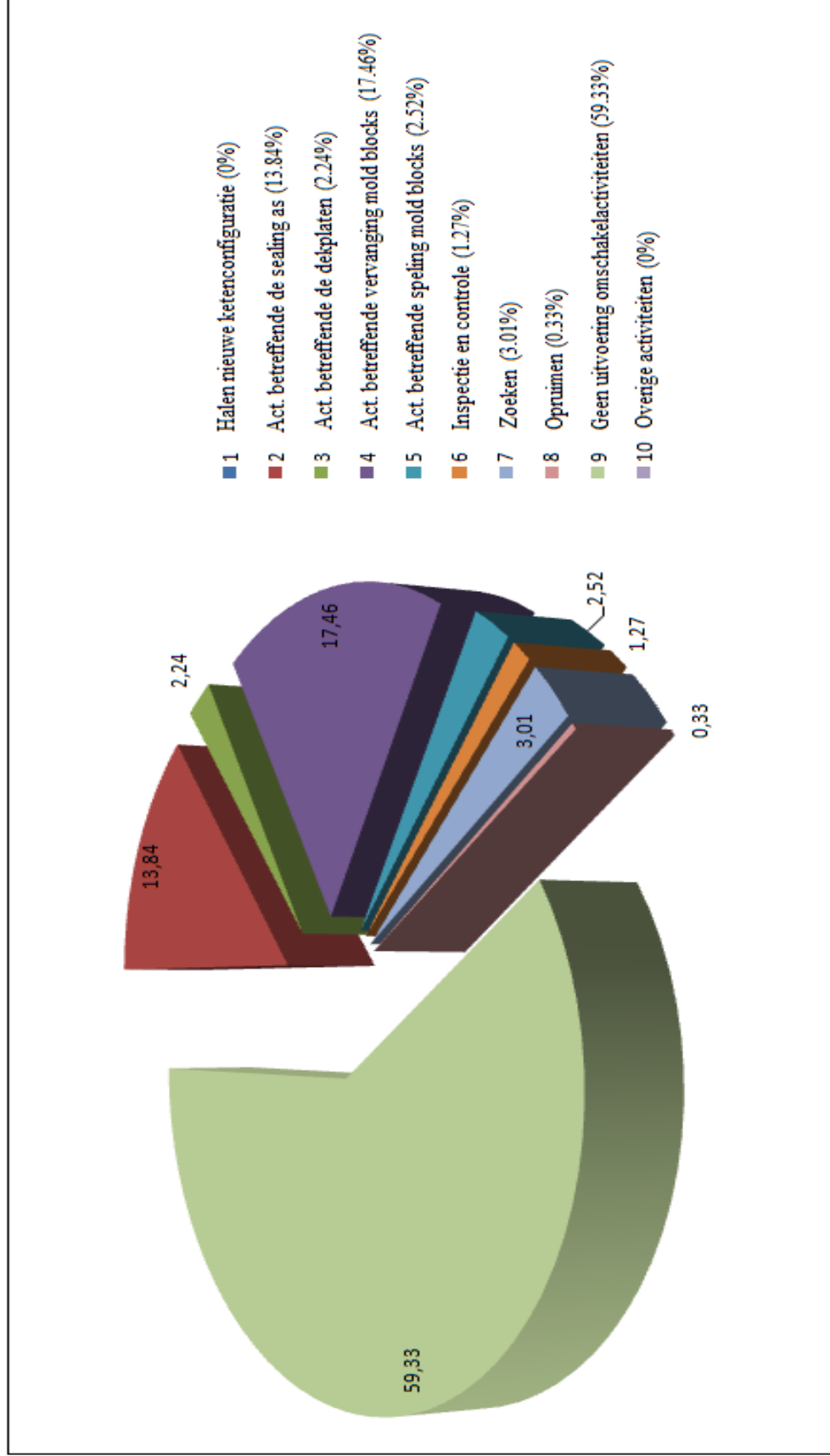
Grafiek 1.a: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrigator (30 juni)



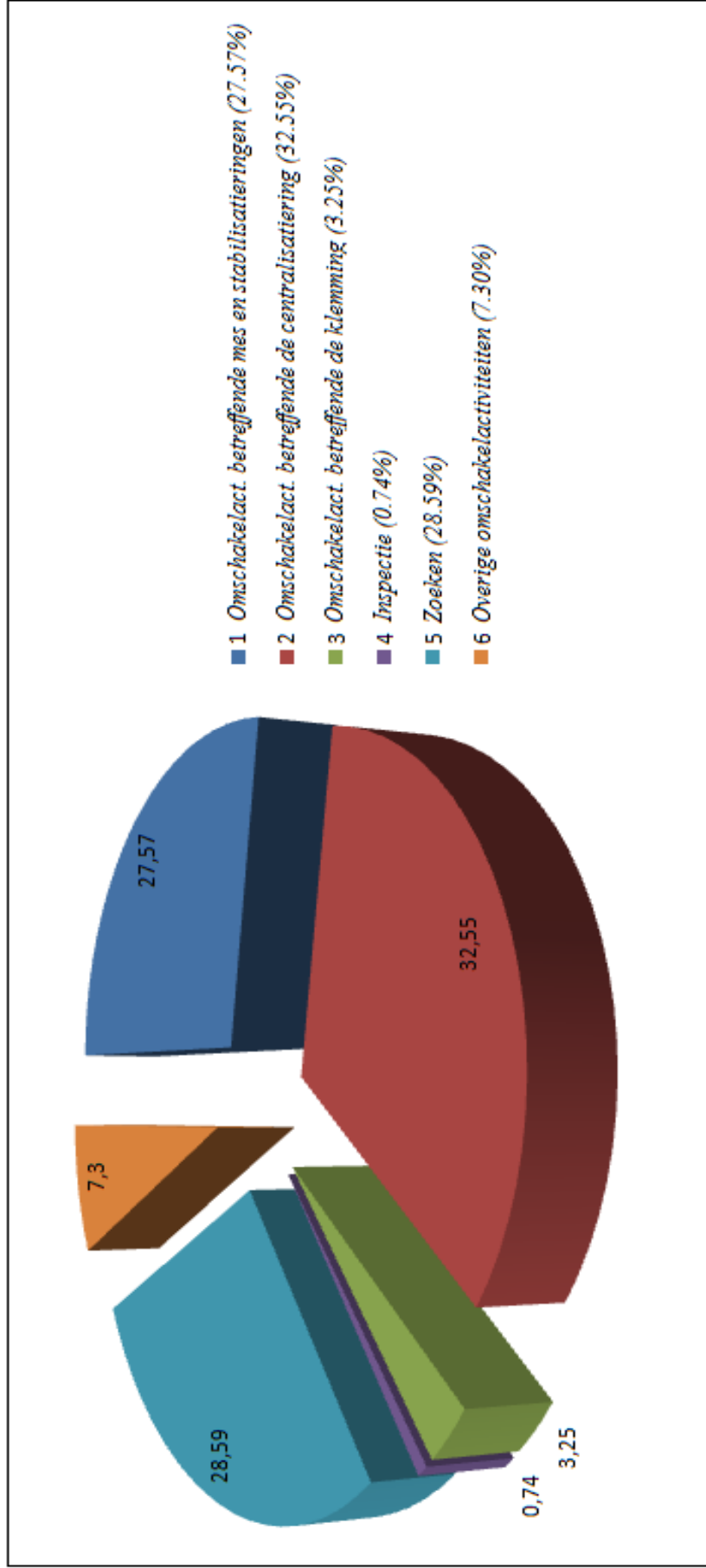
Grafiek 1.b: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrugator (3 juli)



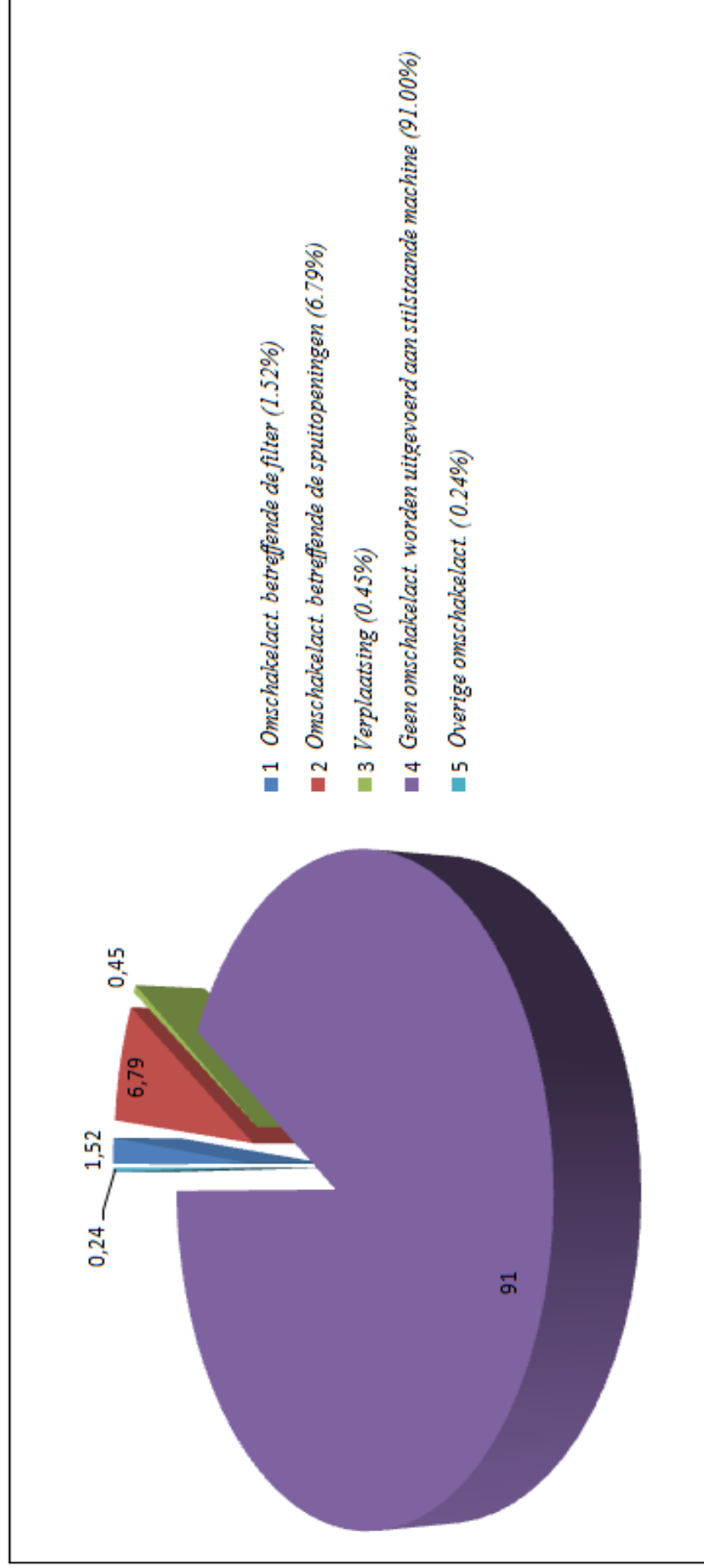
Grafiek 1.c: Procentuele indeling omschakelactiviteiten corrugator (10 juli)



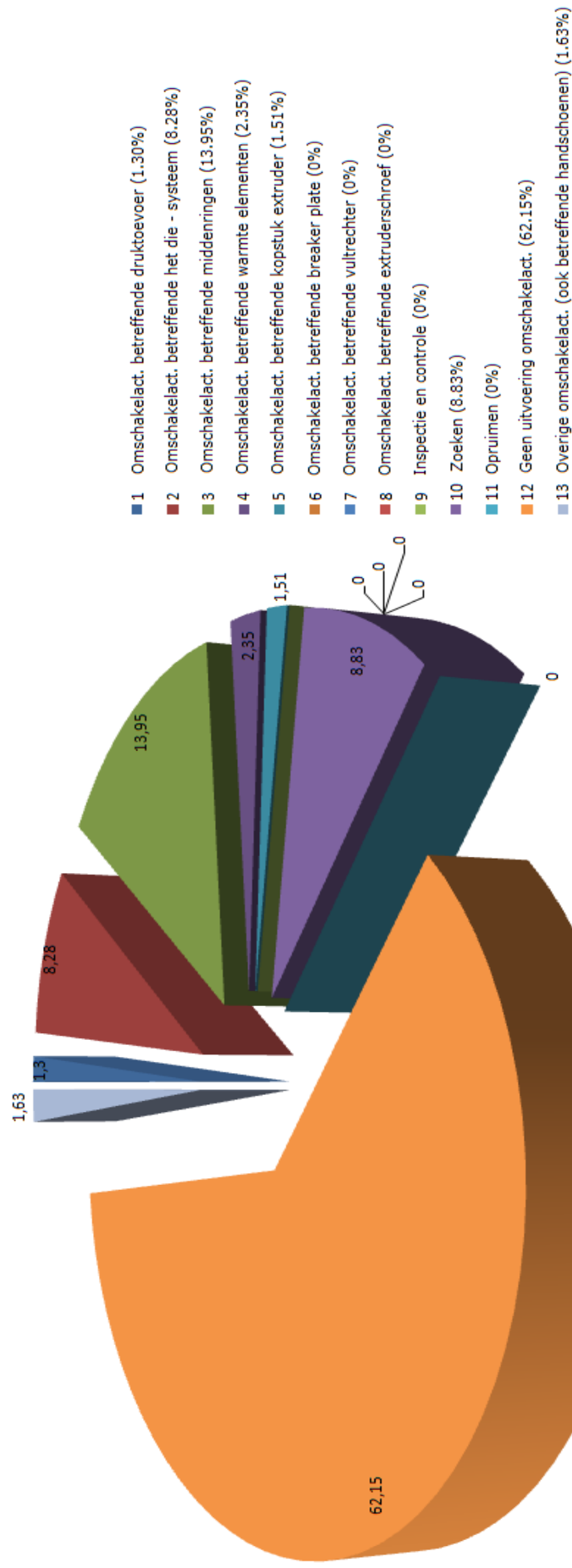
Grafiek 2: Procentuele indeling omschakelactiviteiten cutter (10 juli)



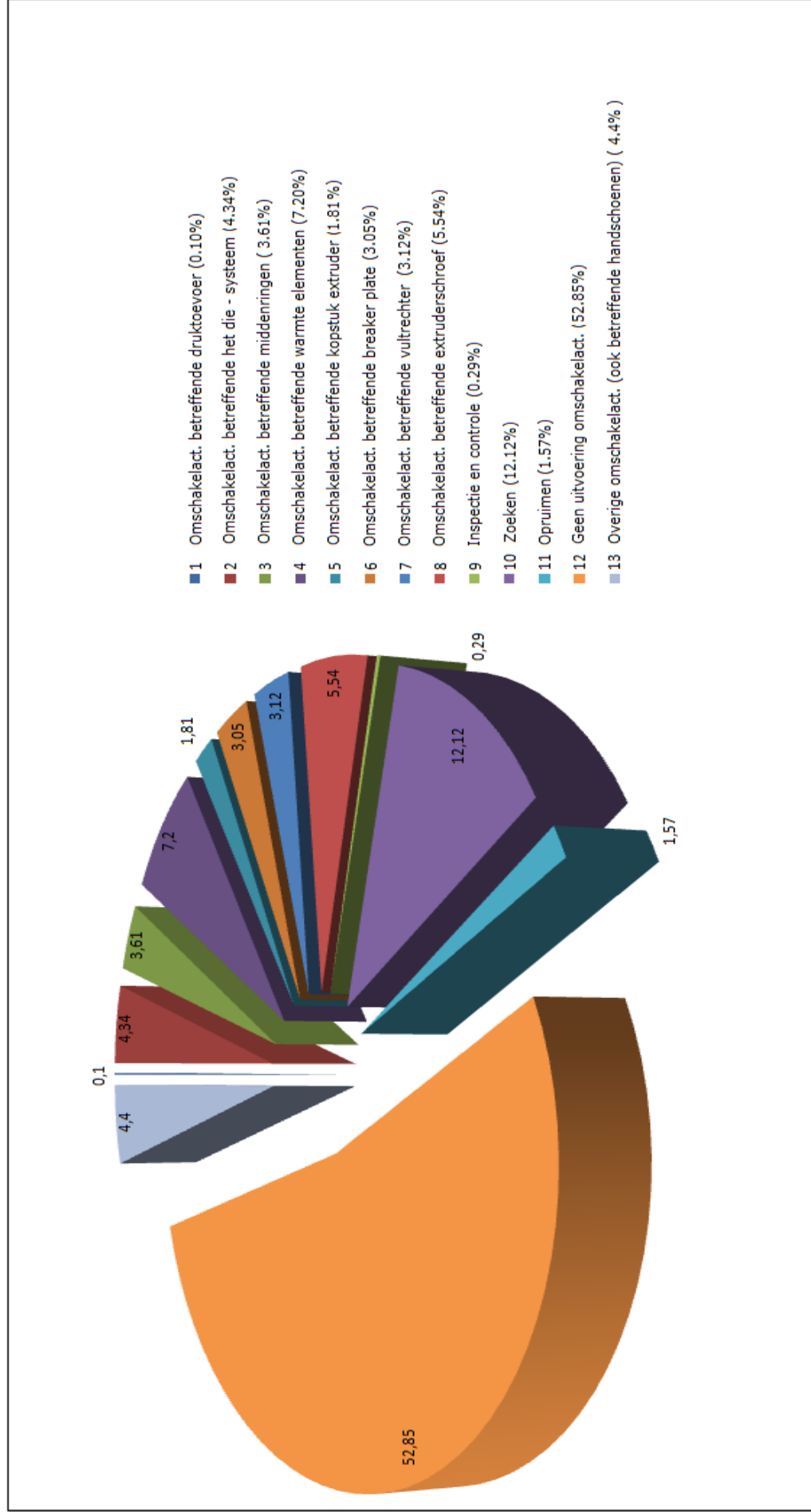
Grafiek 3: Procentuele omschakelactiviteiten koeler (30 juni)



Grafiek 4.a: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (30 juni)



Grafiek 4.b: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (3 juli)



Figuur 4.c: Procentuele indeling omschakelactiviteiten extruder (10 juli)

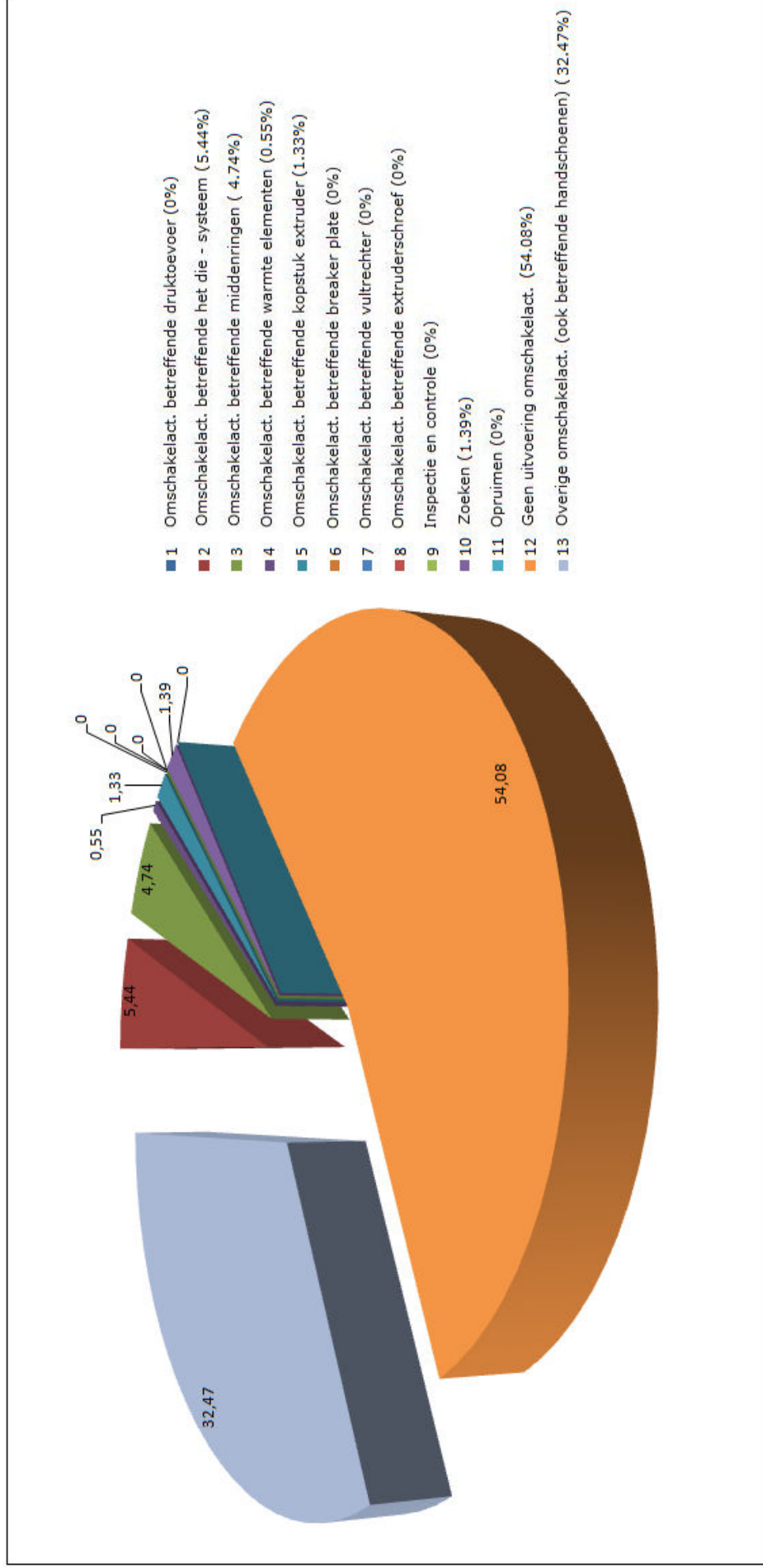


Diagram 1: fault tree diagram extruder (functionele faling: foutieve output)

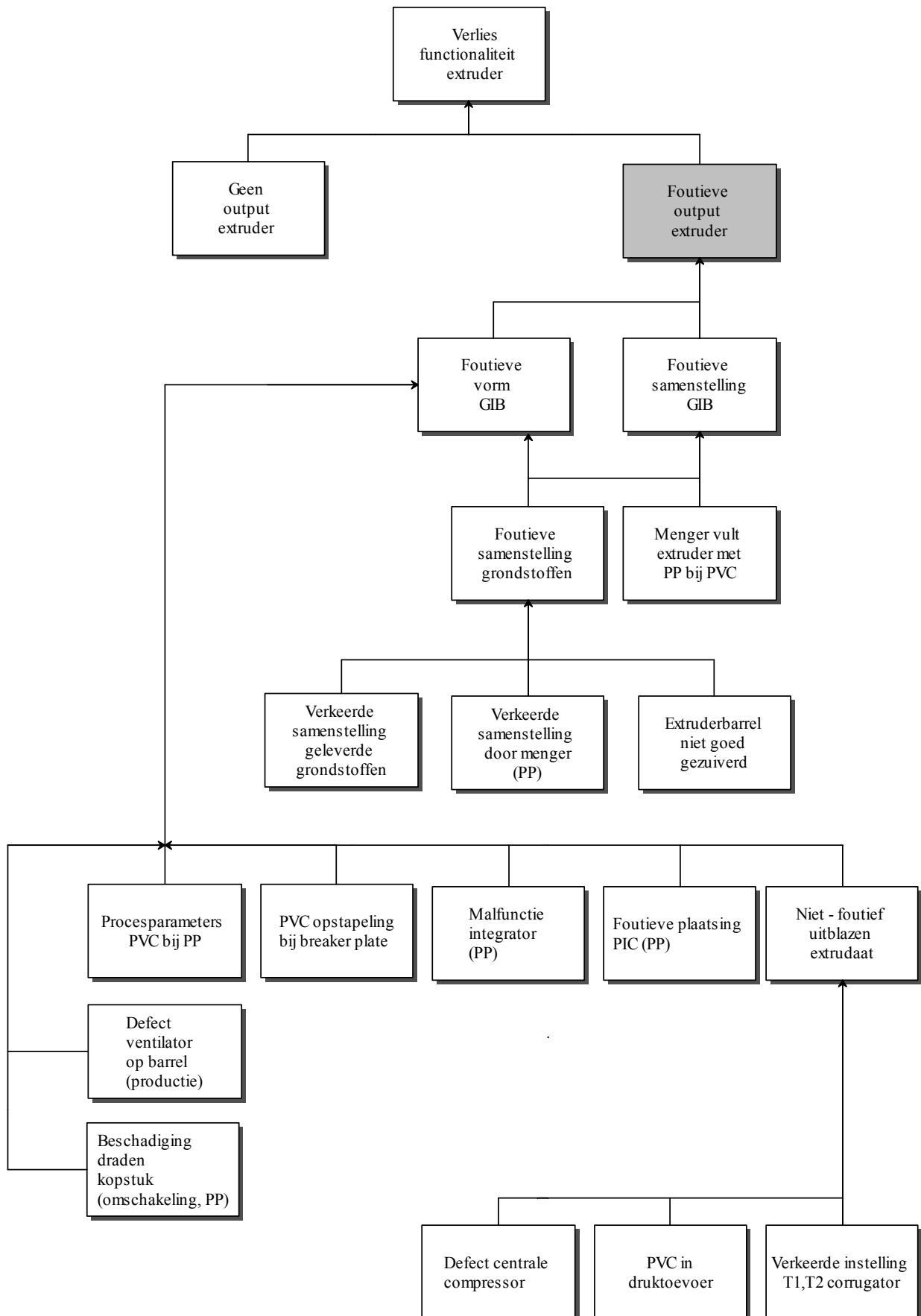


Diagram 2: fault tree diagram extruder (functionele faling: geen output - stilstand extruderschroef

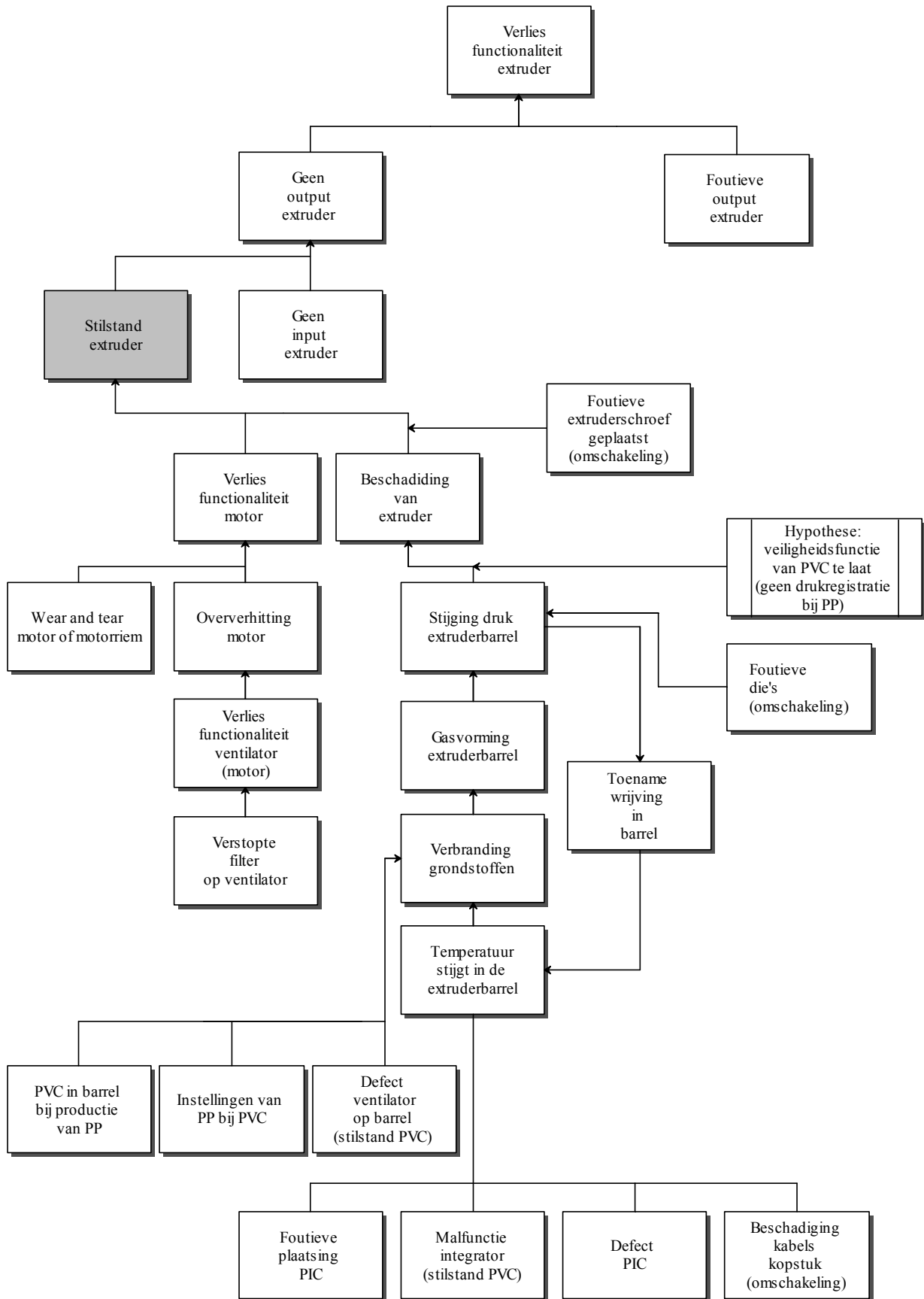


Diagram 3: fault tree diagram extruder (functionele faling: geen output - geen input machine)

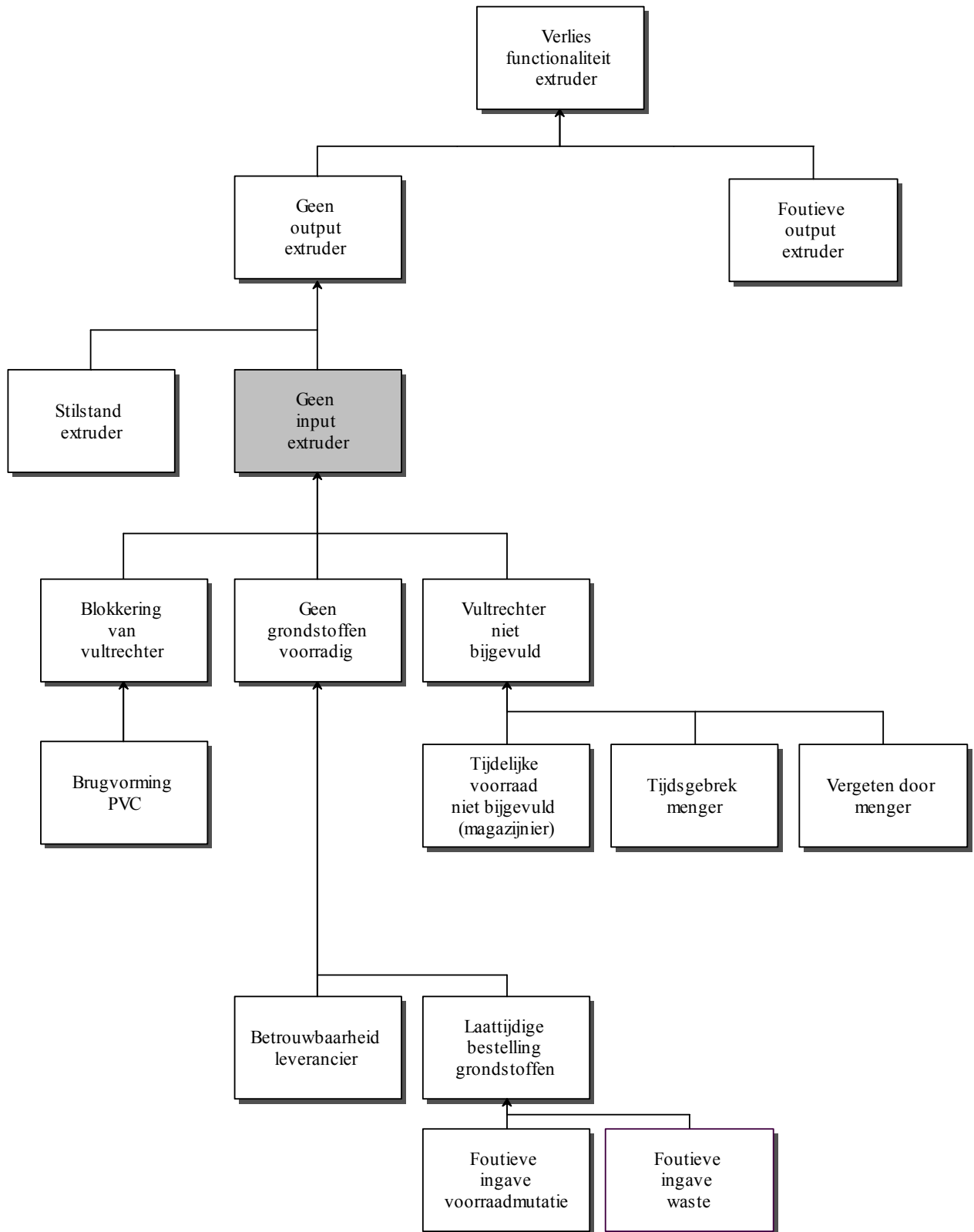


Diagram 4: fault tree diagram corrugator (functionele faling: geen output)

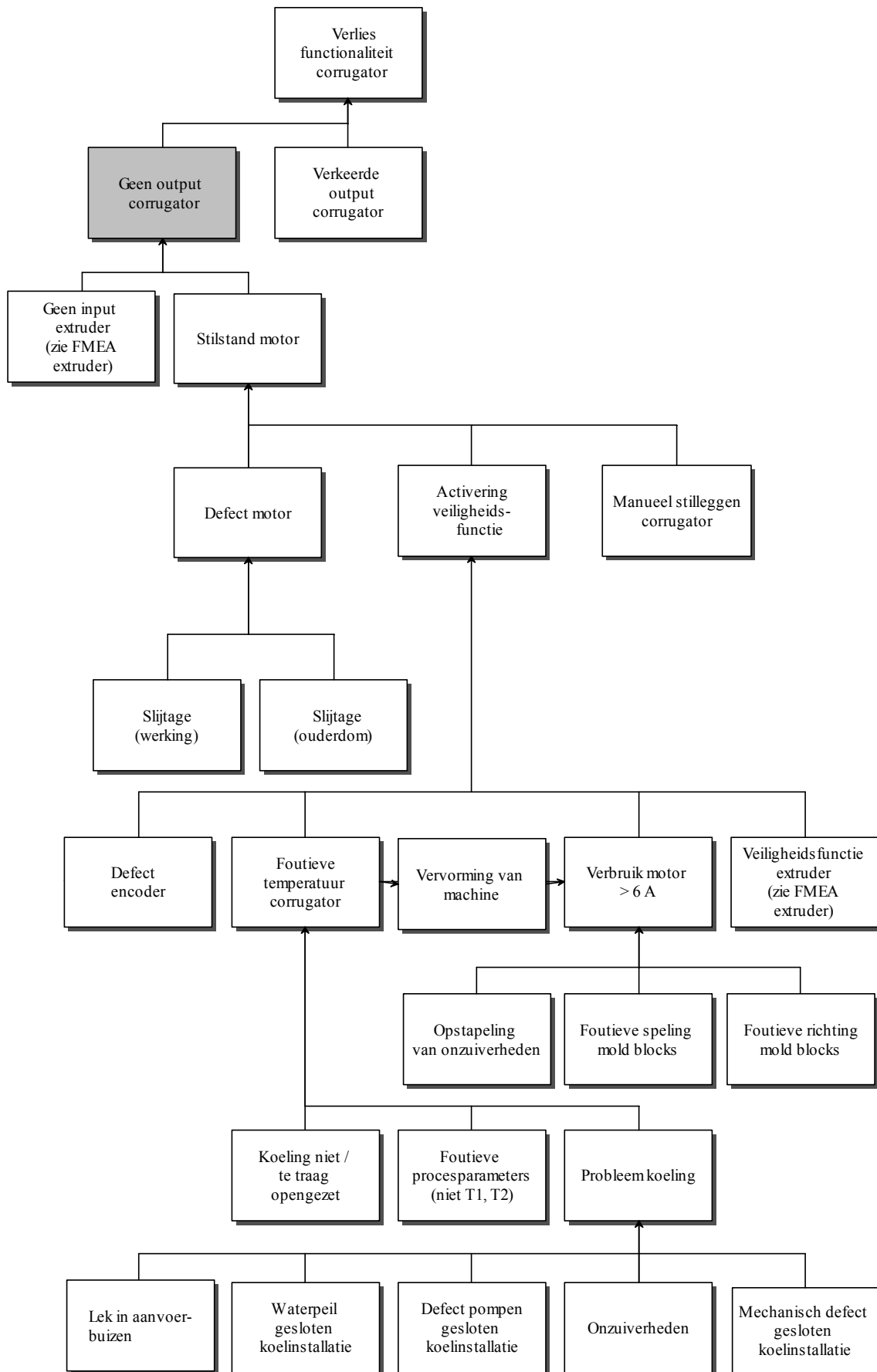


Diagram 2: fault tree diagram corrugator (functionele faling: verkeerde output)

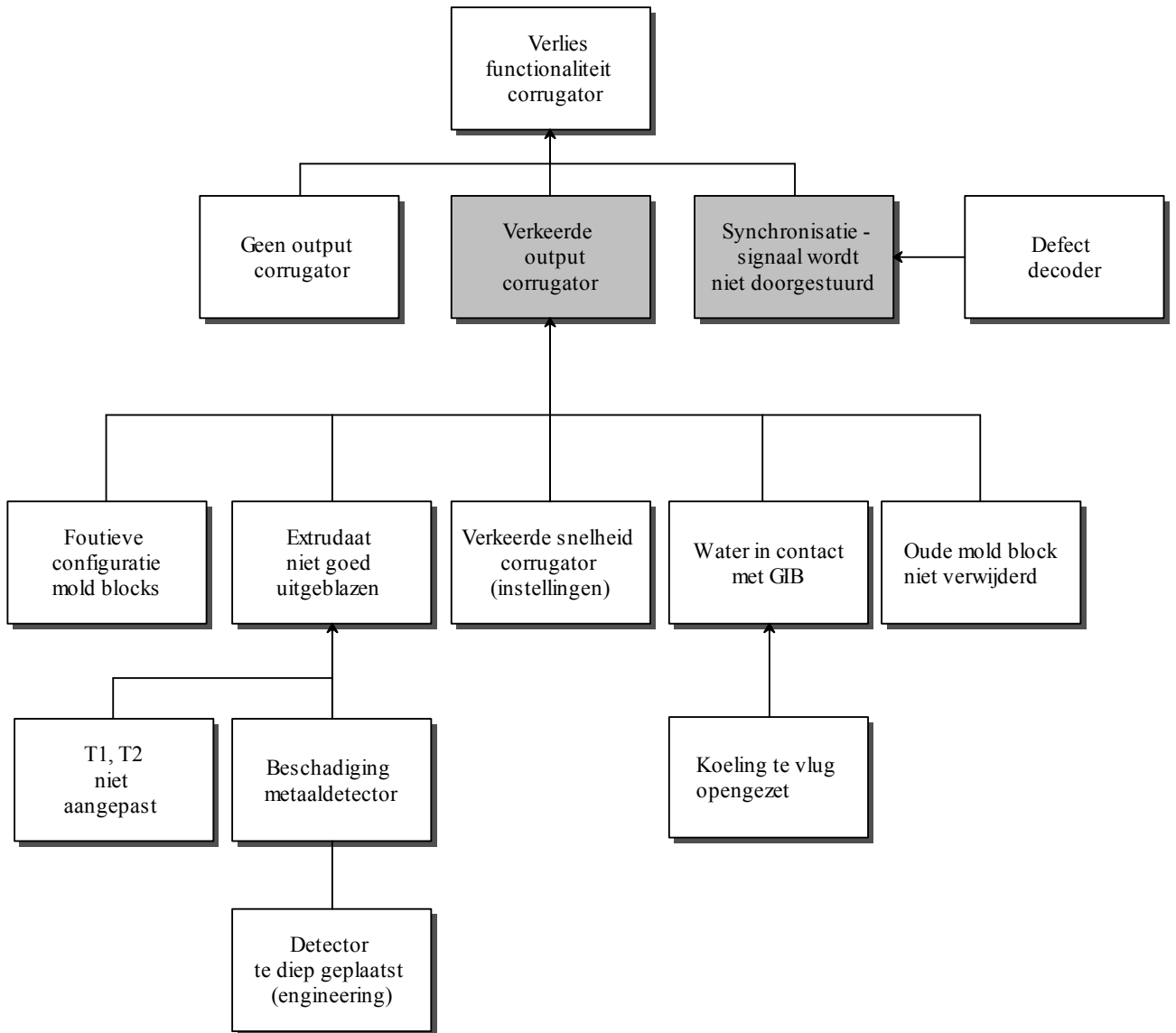


Diagram 3: fault tree diagram droger

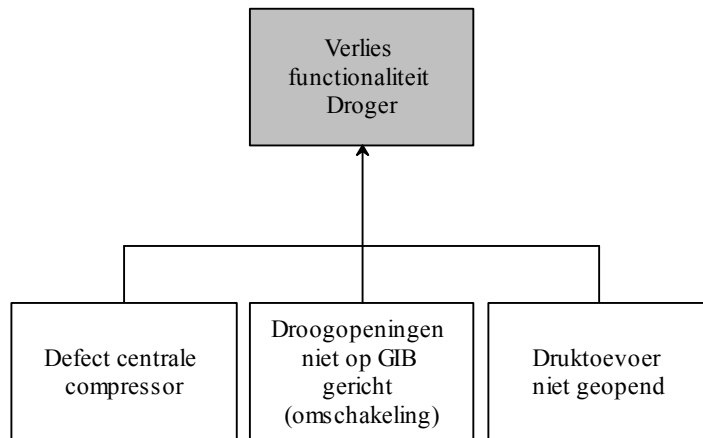


Diagram 4: fault tree diagram puller

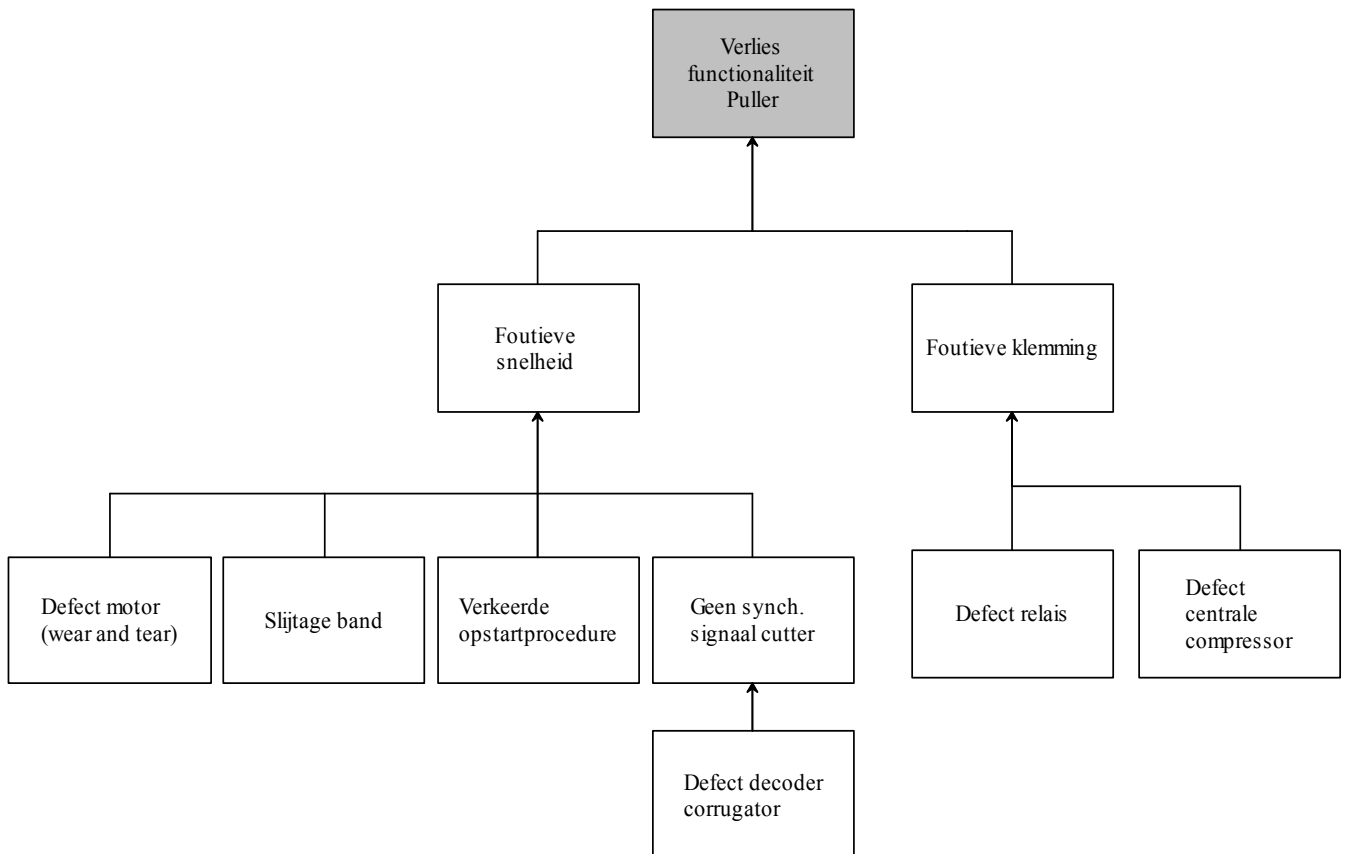


Diagram 5: fault tree diagram koeler

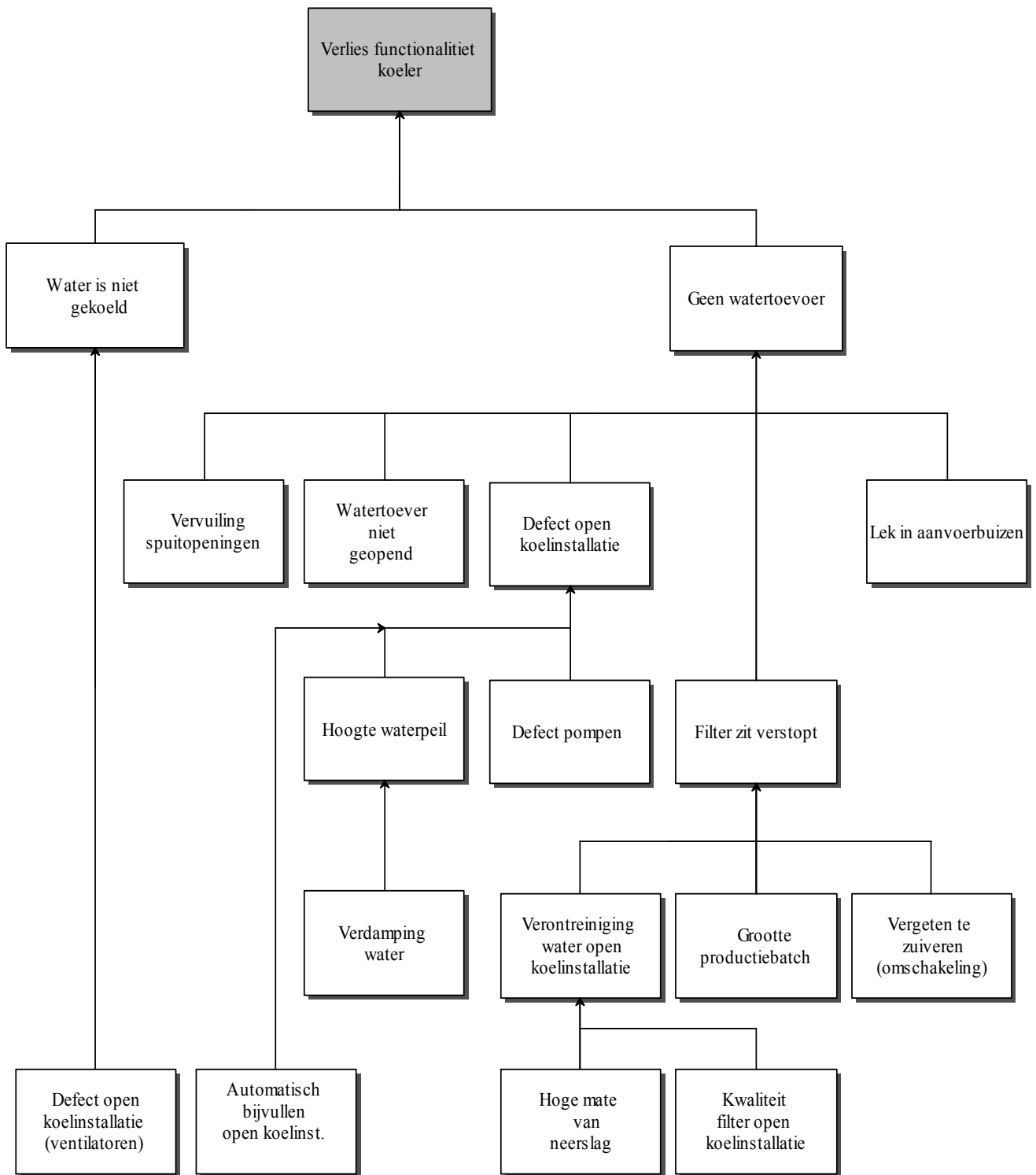


Diagram 6: fault tree diagram printer

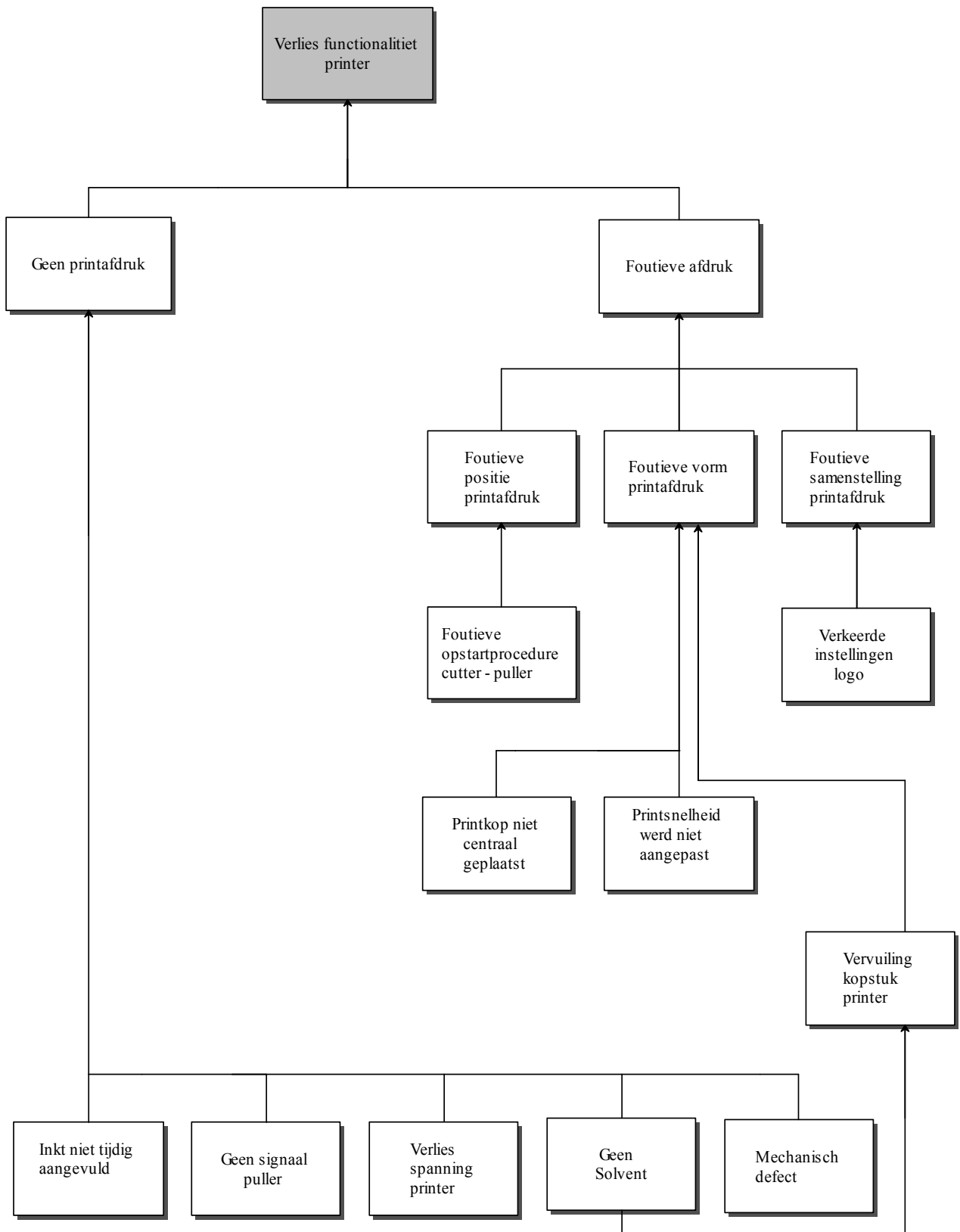
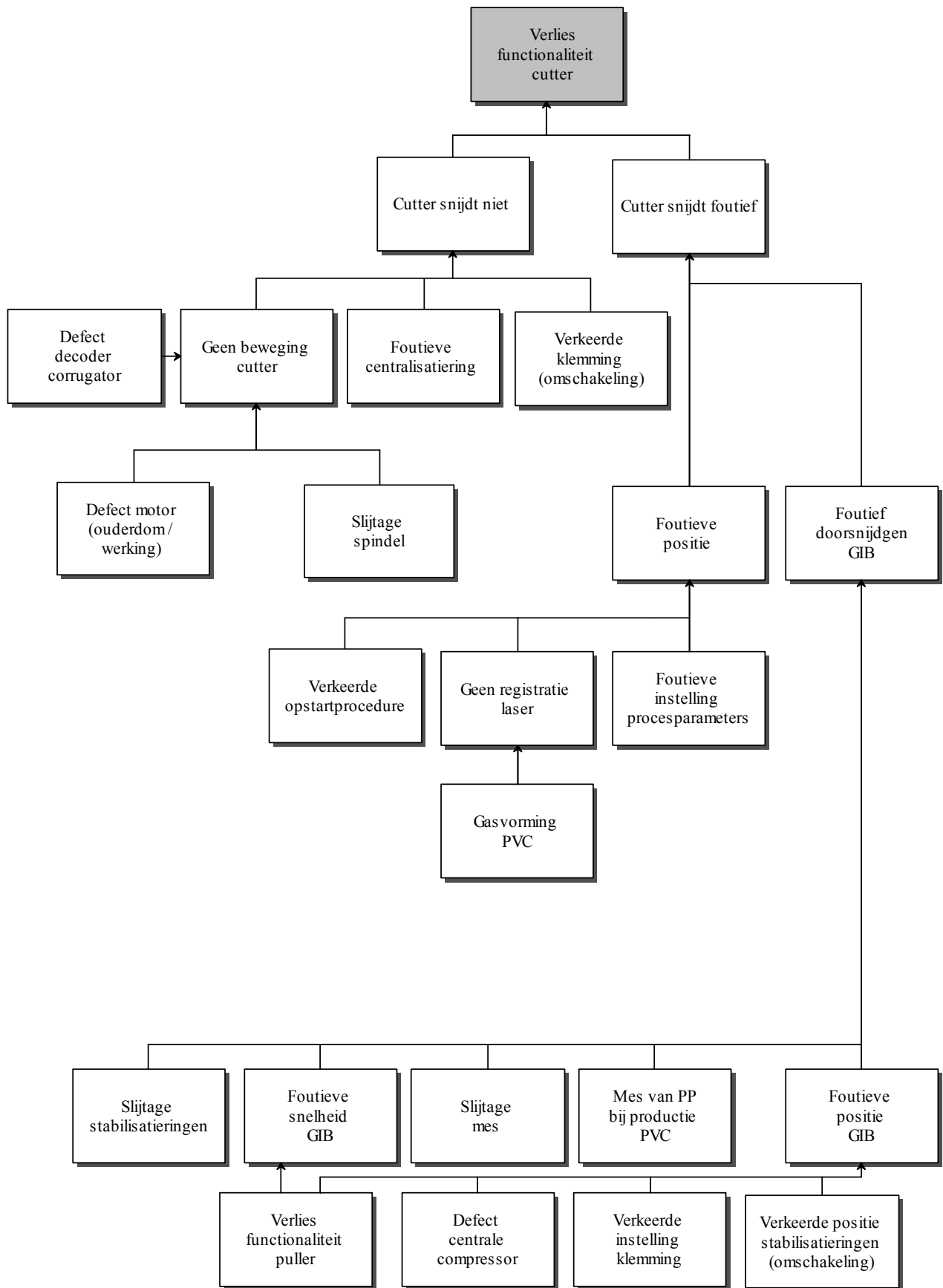


Diagram 7: fault tree diagram cutter



Bijlage D: overige bijlagen

Bijlage D.1: observatiedata

Observatiedata corrugator 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator		tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Activiteit				
Aankomst bij corrugator		11.03.16	11.03.16	NVT
Halen van nieuwe keten mold blocks		11.03.16	11.05.25	129
Opdraaien van centrale dekplaten (3 stuks) (*)		11.05.25	11.07.44	139
Verwijderen van sealing as corrugator & extruder (*)		11.07.44	11.08.29	45
Inspecteren van de nieuwe ketenconfiguratie mold blocks		11.08.29	11.12.46	257
Zoeken naar mold blocks in oude ketenconfiguratie (*)		11.12.46	11.17.25	279
Verwijden van oude mold blocks uit corrugator (1) (*)		11.17.25	11.20.51	206
Geen omschakelactiviteiten corrugator (stilvallen van andere productielijn)		11.20.51	13.01.54	6063
Geen omschakelactiviteiten corrugator (pauze)		13.01.54	13.34.48	1974
Plaatsen van nieuwe mold blocks in de corrugator (2) (*)		13.34.48	13.35.13	25
Doorlopen van corrugator (controlepaneel - 'jogging') (3) (*)		13.35.13	13.36.01	48

Observatiedata corrugator 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator		tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Activiteit				2015
Herhalen van stap 1,2 en 3 tot keten vervangen is (*)		13.36.01	14.09.36	(C6)
Aankloppen en controleren speling van de keten mold blocks (*)		14.09.36	14.11.25	(D1)
Geen omschakelactiviteiten van de corrugator (cutter wordt omgeschakeld gedurende dit interval)		14.11.25	14.51.18	(H1)
Invetten van de nieuwe keten mold blocks (*) (bovenkant)		14.51.18	14.54.36	(C3)
Installeren van centrale dekplaten corrugator (3 stuks) (*)		14.54.36	14.55.52	(B4)
Geen omschakelactiviteiten corrugator (stilvallen van andere productielijn)		14.55.52	15.43.10	(H3)
Aanmaken van sealing as (door onderhoudspersoneel)		15.43.10	16.03.57	(A2)
Installatie van sealing as in corrugator (door onderhoudspersoneel)		16.03.57	16.04.50	(A4)
Verwijderen van sealing as in corrugator (sealing as moet nog ingesmeerd worden) (door onderhoudspersoneel)		16.04.50	16.07.13	(A1)
Geen omschakelactiviteiten corrugator (opwarmen extruder: 16.07.13 – 16.15.58) (omschakelactiviteiten extruder: 16.15.58 – 16.35.47)		16.07.13	16.35.47	(H1)
				1714

Observatiedata corrugator 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Invetten van de verbindingsas corrugator – extruder (*)	16.35.47	16.37.20	93 (A3)
Instellen van procesparameters corrugator	16.37.20	16.38.15	(I1)
Installatie van sealing as in corrugator (*)	16.38.15	16.39.00	(A4)
Verbinden van corrugator en extruder met verbindingsas (*) (2s H1, 16s A4)	16.39.00	16.39.18	(A4)(H1)
Bijschuiven van corrugator naar extruder kopstuk (*)	16.39.18	16.39.59	(A5)

Totale observatietijd: 5 uur, 36 minuten en 43 seconden (20203s)

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Stilleggen van corrugator	8.45.27	8.45.30		3
Verwijderen sealing as uit corrugator (*)	8.45.30	8.46.04	(A1)	34
Verwijderen van sealing as uit corrugator (*)	8.46.04	8.46.22	(A1)	18
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan koeler)	8.46.22	8.58.02	(H1)	700
Zoeken naar kleine metalen cilinder	8.58.02	9.01.06	(F1)	184
Opendraaien van de centrale dekplaten (*)	9.01.06	9.05.46	(B1)	280
Zoeken naar mold blocks in oude ketenconfiguratie (*) (jogging)	9.05.46	9.10.25	(F3)	279
Zoeken naar mold blocks in oude ketenconfiguratie (*) (op controledocument)	9.10.25	9.14.16	(E2)	231
Zoeken naar mold blocks in oude ketenconfiguratie (*) (jogging)	9.14.16	9.14.45	(F3)	29
Verwijden van oude mold blocks uit corrugator (1) (*)	9.14.45	9.17.01	(C1)	136
Opendraaien van de centrale dekplaten (*) (volledig openleggen van de corrugator)	9.17.01	9.17.35	(B1)	34

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (overleg van onderhoudsman met operator)	9.17.35	9.19.45	(H2)	130
Opruimen van gereedschap op de corrugator	9.19.45	9.20.50	(G1)	65
Losdraaien van beschermende centrale dekplaat (*)	9.20.50	9.22.09	(B2)	79
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan extruder)	9.22.09	9.31.14	(H1)	545
Losdraaien van buitenste dekplaten (*) (dekplaten op de bochten)	9.31.14	9.35.35	(B3)	261
Zoeken van nieuwe extruder schroef (onderhoudsman verlaat de werkvloer)	9.35.35	9.41.23	(F2)	348
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan extruder)	9.41.23	9.51.35	(H1)	612
Zuiveren van nieuwe keten mold blocks met droge doek	9.51.35	9.53.46	(C7)	131
Invetten van nieuwe keten mold blocks (*)	9.53.46	9.56.07	(C2)	141
Plaatsen van nieuwe mold blocks (2) (*)	9.56.07	9.57.26	(C4)	79
Doordraaien van de keten mold blocks (jogging) (3) (*)	9.57.26	9.58.37	(C5)	71

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Verwijden van oude mold blocks uit corrugator (1) (*)	9.58.37	10.00.17	(C1)	100
Zoeken naar gereedschap (hamer + hulpstuk voor het aankloppen van de geplaatste keten)	10.00.17	10.03.50	(F1)	213
Aankloppen van de geplaatste mold blocks (*)	10.03.50	10.03.59	(D1)	9
Invetten van nieuwe mold blocks (*)	10.03.59	10.05.50	(C2)	111
Vastdraaien van buitenste dekplaten (*) (dekplaten op de bochten)	10.05.50	10.07.30	(B5)	100
Vastdraaien van beschermende centrale dekplaat (*)	10.07.30	10.08.19	(B6)	49
Plaatsen van nieuwe mold blocks (2) (*)	10.08.19	10.09.47	(C4)	88
Doordraaien van de keten mold blocks (jogging) (3) (*)	10.09.47	10.10.33	(C5)	46
Verwijden van oude mold blocks uit corrugator (1) (*)	10.10.33	10.13.20	(C1)	167
Invetten van nieuwe keten mold blocks (*)	10.13.20	10.15.44	(C2)	144
Plaatsen van nieuwe mold blocks (2) (*)	10.15.44	10.18.25	(C4)	161

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan extruder)	10.18.25	10.22.06	(H1)	221
Aankloppen van de geplaatste mold blocks (*)	10.22.06	10.22.51	(D1)	45
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan de koeler)	10.22.51	10.23.47	(H1)	56
Verwijden van oude mold blocks uit corrugator (1) (*)	10.23.47	10.25.38	(C1)	111
Invetten van nieuwe keten mold blocks (*)	10.25.38	10.27.20	(C2)	102
Plaatsen van nieuwe mold blocks (2) (*)	10.27.20	10.29.43	(C4)	143
Aankloppen van de geplaatste mold blocks (*)	10.29.43	10.30.04	(D1)	21
Vastdraaien van centrale dekplaten (*) (5 stuks, 1 dekplaat laten openliggen)	10.33.04			285
(deze omschakelactiviteit wordt uitgevoerd door tweede onderhoudsman)		10.37.51	(B4)	
Geen omschakelactiviteit aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan de koeler)	10.30.04	10.32.40	(H1)	156
Verwijderen van twee mold blocks uit corrugator (4) (*)	10.32.40	10.32.50	(C1)	10

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Aankloppen van corrugatorketen (5) (*)	10.32.50	10.33.04	(D1)	14
Terugplaatsen van twee mold blocks in corrugator (6) (*)	10.33.04	10.33.07	(C4)	3
Loszetten van klemmen op corrugator (7) (*) (horizontale verplaatsing van corrugator mogelijk voor aanpassen speling)	10.33.07	10.33.30	(D2)	23
Verplaatsing van de corrugator (*)	10.33.30	10.34.10	(D2)	40
Aanpassen van de speling op keten mold blocks (8) (*)	10.34.10	10.34.27	(D3)	17
Vastzetten van de klemmen op corrugator (9) (*)	10.34.27	10.34.35	(D2)	8
Manueel bijdraaien van positie corrugator (10) (*)	10.34.35	10.35.08	(D3)	33
Herhaling van stap 4 tot en met 10 (*) (speling op de keten klopt niet, moet terug aangeklopt en aangepast worden)	10.35.08	10.39.25	(D4)	257
Doordraaien van de corrugator (*) (door middel van jogging, testen van de gekozen speling op de keten)	10.39.25	10.41.42	(E1)	137
Corrugator loopt vast (*) (veiligheidsfunctie van de machine treedt in werking)	10.41.42	10.45.42	(H7)	240
Opendraaien van centrale dekplaten	10.45.42	10.47.23	(B1)	101

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Insmeren van de geplaatste configuratieketen (bovenkant) (standaardactiviteit, opgenomen in tabel)	10.47.23	10.51.34	(C3)	251
Vastdraaien van de centrale dekplaten	10.51.34	10.54.07	(B4)	153
Corrugator loopt vast (veiligheidsfunctie van de machine treedt in werking, geen verdere omschakeling) (jogging = 119s, vastlopen corrugator = 213)	10.54.07	10.59.39	(E1)(H7)	332
Opendraaien van centrale dekplaten	10.59.39	11.03.10	(B1)	211
Geen omschakelactiviteiten aan de machine (machine moet opwarmen, koeling werd te snel opengezet)	11.03.10	11.13.29	(H4)	619
Geen omschakelactiviteiten corrugator (Pauze)	11.13.29	11.45.29	(H5)	1920
Verwijderen van twee geplaatste mold blocks uit de machine	11.45.29	11.45.36	(C1)	7
Aankloppen van de geplaatste keten mold blocks	11.45.36	11.46.07	(D1)	31
Zoeken van gereedschap voor het testen van de speling op de keten	11.46.07	11.46.21	(F1)	14
Aanpassen van de speling op de geplaatste keten mold blocks	11.46.21	11.48.05	(D3)	104

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Doordraaien van de corrugator (door middel van jogging, testen van de gekozen speling op de keten) (geregistreerd verbruik van de motor = 4,1 A met v = 4 m/min)	11.48.05	11.50.41	(E1)	156
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de machine (consultatie van onderhoudsman met collega)	11.50.41	11.51.20	(H2)	39
Vastdraaien van de centrale dekplaten	11.51.20	11.55.07	(B4)	227
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de machine (zoeken naar gereedschap)	11.55.07	12.02.15	(F1)	428
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de machine (uitvoering van omschakelactiviteiten aan de cutter + einde activiteiten)	12.02.15	13.50.28	(H1)	6493
Dichtingen van de sealing as komen aan vanuit technische dienst (moesten nog gemaakt worden) (operator is nog bezig met de extruder)	13.50.28	13.51.22	(H8)	54
Losmaken van de nieuwe dichtingen	13.51.22	13.53.14	(A2)	112
Losmaken van de oude ijzeren bussen op sealing as	13.53.14	13.56.38	(A2)	204
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de corrugator (operator van de late shift neemt over)	13.56.38	14.01.31	(H6)	293
Zoeken naar nieuwe schroef D (grotere bus die het eerst op de sealing as geplaatst wordt)	14.01.31	14.09.35	(F2)	484

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Losdraaien van nieuwe ijzeren bussen	14.09.35	14.10.12	37	(A2)
Assembleren van de nieuwe sealing as	14.10.12	14.16.11	359	(A2)
Drogen van de handen	14.16.11	14.16.19	8	(G2)
Verzamelen en stockeren van de oude onderdelen van de sealing as	14.16.19	14.17.45	86	(G1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder)	14.17.45	14.28.12	627	(H1)
Opruimen van materiaal (wegbrengen van overbodig materiaal naar het magazijn)	14.28.12	14.33.07	295	(G1)
Losdraaien van 1 centraal dekstuk corrugator	14.33.07	14.33.59	52	(B1)
Verwijderen van vier geplaatste mold blocks	14.33.59	14.34.38	39	(C1)
Loszetten van klemmen op corrugator (horizontale verplaatsing van corrugator mogelijk voor aanpassen speling)	14.34.38	14.34.44	6	(D2)
Verplaatsing van de corrugator	14.34.44	14.35.04	20	(D2)
Plaatsen van de vier mold blocks	14.35.04	14.35.45	41	(C4)

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Vastzetten van losgedraaide dekplaat	14.35.45	14.36.17	(B4)	32
Corrugator loopt vast (veiligheidsfunctie van de machine treedt in werking, geen verdere omschakeling) (jogging = 134s, vastlopen corrugator = 62s)	14.36.17	14.39.33	(E1)(H7)	196
Losdraaien van 1 centraal dekstuk corrugator (*)	14.39.33	14.40.17	(B1)	44
Controleren van de geplaatste mold blocks (*) (jogging inhouden, controleren van de juiste richting mold blocks)	14.40.17	14.40.42	(E1)	25
Herplaatsen van de geplaatste mold blocks + aankloppen (*)	14.40.42	14.44.11	(I2)	209
Vastzetten van centrale dekplaat corrugator (*)	14.44.11	14.45.29	(B4)	78
Controleren van de geplaatste mold block keten (*) (jogging)	14.45.29	14.47.20	(E1)	111
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder + opwarmen extruder)	14.47.20	16.08.45	(H1)	4885
Installatie van sealing as in corrugator (*)	16.08.45	16.09.59	(A4)	74
Verbinden van corrugator en extruder met sealing as (*)	16.09.59	16.10.25	(A4)	26
Bijschuiven van corrugator naar extruder kopstuk (*) (gelijktijdig extruder opstarten)	16.10.25	16.10.39	(A5)	14

Observatiedata corrugator 3 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Instellen van procesparameters corrugator	16.10.39	16.11.33 (I1)	Extern

Totale observatietijd: 7 uur, 25 minuten en 12 seconden (26712) (tot 16.10.39, instellen procesparameters corrugator na opstarten productielijn)

Totale tijd benodigd voor de uitvoering van alle activiteiten: 7 uur, 29 minuten en 57 seconden (26997s)

Observatiedata corrugator 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Zuiveren en opstellen van nieuwe ketenconfiguratie (externe activiteit die gedurende de nachtdienst van iedere vrijdag wordt uitgevoerd)			extern
Klaarleggen en sorteren van gereedschap (externe activiteit uitgevoerd voor stilleggen productie) Stilleggen van productieproces (corrugator en extruder)			extern
Losmaken sealing as tussen corrugator en extruder (*)	12.06.52	12.06.52	NVT
Losdraaien van centrale dekplaten (*) (operator manueel, werknemer van onderhoudsteam met elektrische machine)	12.08.28	12.08.28	(A1) 96
Verwijderen van sealing as uit corrugator (*)	12.09.53	12.09.53	(B1) 25
Verwijderen oude mold blocks uit corrugator (*) (nieuwe machine, per acht stuks)	12.10.18	12.10.18	(A1) 109
Plaatsen van nieuwe mold blocks (*)	12.12.07	12.12.07	(C1) 94
Controleren speling op configuratieketen (*)	12.13.41	12.13.41	(C4) 45
Terug uithalen van de nieuwe mold blocks (*)	12.14.26	12.14.26	(D3) 29
	12.14.55	12.14.55	(C1)

Observatiedata corrugator 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Insmeren en terugplaatsen van nieuwe mold blocks (8 stuks) (*)	12.14.55	12.16.35	(C2)(C4)	100
Doordraaien van configuratieketen (jogging) (*)	12.16.35	12.17.02	(C5)	27
2de werknemer van de onderhoudsdienst komt collega helpen (*)	12.17.02			1336
1ste werknemer: - verwijderen oude mold blocks - plaats van de nieuwe mold blocks in corrugator - doordraaien van keten mold blocks (jogging)				
2de werknemer: - verwijderen van nieuwe mold blocks 19s - insmeren van nieuwe mold blocks - terug plaats van nieuwe mold blocks in corrugator				
Insmeren van de bovenkant geplaatste mold blocks (jogging) (*)	12.39.18	12.39.18	(C6)	165
(2de onderhoudsman verlaat de werkvloer)				
Controleren van ronddraaiende corrugatorketen (jogging) (*)	12.42.03	12.42.03	(C3)	135
		12.44.18	(E1)	
Aanpassen van speling op nieuwe configuratieketen mold blocks (*) (inclusief aankloppen van de keten)	12.44.18			223
Vastdraaien van de centrale dekplaten (*) (door 2de werknemer terwijl collega speling controleert)	12.45.26	12.48.01	(D4)	<u>155</u>
		12.48.01	(B4)	

Observatiedata corrugator 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Geen omschakelactiviteiten aan corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan cutter productielijn)	12.48.01		3160	
Geen omschakelactiviteiten aan corrugator (operator nog niet aanwezig) (H6 = 1159s)	13.40.41	13.40.41	2651	(H1)
Verwijderen van oude dichtingen op sealing as	14.24.52	14.24.52	169	(H3)(H6)
Verwijderen van oude dichtingen op sealing as	14.27.41	14.27.41		(A2)
Verwijderen van oude dichtingen op sealing as (ondertussen worden nieuwe dichtingen gemaakt, door onderhoudsman)	14.27.41	14.31.36	235	(A2)
Verwijderen van oude dichtingen op sealingas	14.31.36	14.33.47	131	(A2)
Zoeken naar de nieuwe ijzeren middenringen van de sealingas	14.33.47	14.38.20	273	(F2)
Zuiveren van de oude ijzeren middenringen van de sealingas	14.38.20	14.41.39	199	(A2)
Verzamelen van de oude ijzeren middenringen voor opslag	14.41.39	14.42.14	35	(G1)
Zoeken naar uiterste middenring voor nieuwe sealingas (nieuwe dichtingen komen aan)	14.42.14	14.43.02	48	(F2)
Samenstellen van nieuwe sealingas (nieuwe dichtingen + alle middenringen)	14.43.02	14.46.39	217	(A2)
Geen omschakelactiviteiten aan corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan andere machines)	14.46.39	14.49.30	171	(H1)

Observatiedata corrugator 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de corrugator			
Activiteit	tbegin (uur..min..sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Horizontale verplaatsing van de corrugator (*) (loskoppelen van de druk en manueel aanpassen positie corrugator voor centreren van male die)	14.49.30	14.50.09	39 (A5)
Terugplaatsen van de corrugator na centralisatie male die (*) (loskoppelen van de druk en manueel aanpassen positie corrugator na centreren van male die)	14.50.09	14.50.50	41 (A5)
Geen omschakelactiviteiten aan corrugator (uitvoering van omschakelactiviteiten aan extruder: 6s)(H1) (controle andere productielijnen: 323s) (H3)	14.50.50	14.56.19	329 (H1)(H3)
Insmeren van de sealings (*)	14.56.19	14.57.00	41 (A3)
Plaatsen van de sealings in de corrugator (*)	14.57.00	15.00.55	235 (A4)
Geen uitvoering omschakelactiviteiten (*) (omschakelactiviteiten extruder)	15.00.55	15.01.04	9 (H1)
Aansluiten sealing as op extruder (*)	15.01.04	15.01.50	46 (A4)

Totale observatietijd: 2 uur, 54 minuten en 58 seconden (10498s)

Totale tijd benodigd uitvoeren omschakelactiviteiten: 2 uur, 57 minuten en 33 seconden (10653)

Observatiedata extruder 30 juni 2008 (PVC naar PVC)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Aantrekken van veiligheidshandschoenen (*)	15.18.17	15.18.43	26
Verwijderen van extern warmte element (*)	15.18.43	15.19.02	19 (D1)
Losdraaien en afsluiten van druktoevoer op het die systeem (Aria) (*)	15.19.02	15.19.37	35 (A1)
Verwijderen van female en male die (FD(A) en MD(A)) (*)	15.19.37	15.20.43	66 (B1)
Zuiveren van female en male die (FD(A) en MD(A)) (*)	15.20.43	15.22.45	122 (B2)
Verwijderen van warmte element (Resistenza (A)) (*)	15.22.45	15.23.01	16 (D1)
Zoeken naar metalen cilinder voor losdraaien schroeven (A)	15.23.01	15.23.56	55 (J1)
Losdraaien schroeven (A) (*)	15.23.56	15.24.35	39 (C1)
Verwijderen van middenring M(A) (*)	15.24.35	15.24.55	20 (C1)
Zuiveren van middenring M(A) (*)	15.24.55	15.26.16	81 (C8)
Losdraaien schroeven (B) (*)	15.26.16	15.27.23	67 (C2)

Observatiedata extruder 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Verwijderen van middenring M(B) (*)	15.27.23	15.27.45	22	(C2)
Verwijderen van female en male die (FD(B) en MD(B)) (*)	15.27.45	15.28.05	20	(B1)
Zuiveren van female en male die (FD(B) en MD(B)) (*)	15.28.05	15.29.02	57	(B2)
Zoeken naar schroevendraaier	15.29.02	15.30.17	75	(J1)
Zuiveren kopstuk extruder (*)	15.30.17	15.31.30	73	(E1)
Installeren van nieuwe male die (MD(B)) (*)	15.31.30	15.31.58	28	(B3)
Plaatsen van druktoevoer op het die systeem (Aria) (*)	15.31.58	15.32.22	24	(A2)
Installeren van nieuwe female die (FD(B)) (*)	15.32.22	15.32.45	23	(B3)
Vastzetten schroeven (B) (middenring (B)) (*)	15.32.45	15.36.23	218	(C6)
Plaatsen van middenring (A) (*)	15.36.23	15.36.49	26	(C5)
Installeren van nieuwe male die (MD(A)) (*)	15.36.49	15.37.02	13	(B3)

Observatiedata extruder 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Zoeken naar gereedschap	15.37.02	15.41.10	248	(J1)
Vastzetten schroeven (A) (middenring (A)) (*)	15.41.10	15.42.34	84	(C5)
Vastzetten van female die (FD(A)) (*)	15.42.34	15.43.46	72	(B3)
Geen uitvoering omschakelactiviteiten (operator controleert andere productielijn)	15.43.46	15.45.00	74	(L3)
Zoeken naar nieuw warmte element (Resistenza (A)) (het oude warmte element is the nauw)	15.45.00	15.45.50	50	(J2)
Installeren van warmte element (Resistenza (A)) (*)	15.45.50	15.46.35	45	(D2)
Aansluiten van warmte element (Resistenza (A)) op plug-in (*)	15.46.35	15.46.48	13	(D2)
Installeren van extern warmte element (*)	15.46.48	15.47.09	21	(D2)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (controle van andere productielijnen)	15.47.09	15.55.57	528	(L3)
Instellen temperatuur extruder (*)	15.55.57	15.56.46	49	(M1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (opwarmen van de machine)	15.56.46	16.15.58	1152	(L4)
Verhogen van snelheid extruder (*)	16.15.58	16.16.00	2	(M1)

Observatiedata extruder 30 juni 2008

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (machine warmt op)	16.16.00	16.19.59	239	(L4)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (terwijl de extruder opwarmt, controleert productielijnen)	16.19.59	16.31.25	686	(L4)
Aanpassen van schroeven (C) (*) (centreren van male die (MD(B))	16.31.25	16.33.24	119	(C3)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (opwarmen van extruder)	16.33.24	16.35.34	130	(L4)
Aansluiten van druktoevoer op het die systeem (Aria) (**)	16.35.34	16.35.38	4	(A2)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (uitvoeren van omschakelactiviteiten corrugator)	16.35.38	16.39.00	202	(L1)
Uitschakelen extruder (*)	16.39.00	16.39.02	2	(M1)
Aansluiten extruder op sealing as (*) (reeds opgenomen bij de corrugator)	16.39.02	16.40.02	60	(zie corrugator)
Heropstarten van extruder (*)	16.40.02			

Totale observatietijd: 1 uur, 21 minuten en 45 seconden (4905s)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Stilleggen extruder	8.44.17	8.44.19	2	(M1)
Zoeken naar veiligheidshandschoenen	8.44.19	8.45.02	43	(J1)
Aantrekken veiligheidshandschoenen	8.45.02	8.45.08	6	
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (wachten tot machine is leeggelopen)	8.45.08	8.45.30	22	(L7)
Verwijderen sealing uit corrugator (reeds vermeld bij de corrugator)	8.45.30	8.46.22	52	(zie corrugator)
Verhogen snelheid extruder (sneller laten leeglopen van de machine)	8.46.22	8.47.15	53	(M1)
Afsluiten van druktoevoer op het die systeem (Aria)	8.47.15	8.47.18	3	(A1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (wachten tot machine is leeggelopen)	8.47.18	8.50.50	212	(L7)
Afnemen en opbergen van extern warmte element	8.50.50	8.52.09	79	(D1)
Loskoppelen plug - in van extern warmte element	8.52.09	8.52.54	45	(D1)
Zoeken gereedschap voor losdraaien female die (FD(A))	8.52.54	8.59.08	374	(J1)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Losdraaien female die (FD(A)) (moeizaam, die is hard aangedraaid)	8.59.08		85 (B1)
Verlagen van de temperatuur tot 135°C (alle zones op de extruder barrel)	9.00.33	9.00.33	32 (M1)
Zuiveren van oude male die (MD(A), buitenkant)	9.01.05	9.01.05	62 (B2)
Losdraaien van druktoevoer op het die systeem (Aria)	9.02.07	9.02.07	25 (A1)
Losdraaien schroeven (C)	9.02.32	9.02.32	61 (C3)
Losdraaien oude male die (MD(A)) (moeizaam, die is hard aangedraaid)	9.03.33	9.03.33	77 (B1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (gesprek tussen operator en onderhoudsman)	9.04.50	9.04.50	24 (L2)
Verwijderen en opbergen van warmte element (Resistenza (A))	9.05.14	9.05.14	164 (D1)
Zuiveren van male en female die (MD(A), binnenkant; FD(A) volledig) (met behulp van kleine borstel)	9.07.58	9.07.58	299 (B2)
Losdraaien van warmtesensor (Sonda temperatuur zona 'B' en zona 'C')	9.12.57	9.12.57	55 (D3)
Losdraaien schroeven (D) en verwijderen middenring (C) (begin additionele omschakelact.)	9.13.52	9.13.52	128 (C4)
		9.16.00	

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Draaien van de verschillende kabels rond het extruder kopstuk (vergemaklijkt later transport van het kopstuk)	9.16.00	9.17.23	83	(K1)
Verwijderen en wegleggen van het volledige extruder kopstuk (met behulp van extra onderhoudsman)	9.17.23	9.18.10	47	(E2)
Verwijderen van de breaker plate	9.18.10	9.18.25	15	(F1)
Leeglopen van de volledige vultrechter via secundaire exit	9.18.25	9.20.42	137	(G1)
Zuiveren van het PVC granulaat rondom de extruder (2 arbeiders)	9.20.42	9.26.26	344	(K1)
Zuiveren intern kopstuk extruder (door tweede onderhoudsman)	9.22.09	9.23.50	101	(E1)
Zuiveren breaker plate (met boormachine)	9.23.50	9.28.40	290	(F2)
Loskoppelen van de vultrechter bij de menger (2 arbeiders wachten totdat vultrechter kan verwijderd worden)	9.26.26	9.27.30	64	(G2)
Verder leeglopen van de extruder (zuivering van de extruder)	9.27.30	9.29.04	94	(L7)
Zuiveren breaker plate (borstelen) (2 ^{de} onderhoudsman)	9.28.40	9.30.16	96	(F2)
Verwijderen en wegleggen van de vultrechter (2 - 3 werknemers onderhoudsdienst)	9.29.04	9.32.29	205	(G2)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Zuiveren breaker plate (met schroevendraaier)	9.30.16	9.30.45	<u>29</u> (F2)
Inspectie breaker plate	9.30.45	9.30.58	<u>13</u> (F2)
Zuiveren van de weggelegde vultrechter	9.32.29	9.33.50	81 (G3)
Zuiveren van de binnenkant extruder (met kleine borstel)	9.33.50	9.34.05	15 (E1)
Losdraaien van de extruder schroef achteraan de extruderbarrel	9.34.05	9.37.40	215 (H1)
Verwijderen van de oude extruder schroef (en metalen cilinder)	9.37.40	9.44.10	390 (H1)
Zuiveren van extruderbarrel met hoge drukreiniger	9.44.10	9.44.32	22 (M2)
Opbergen oude extruder schroef (nee) (2 ^{de} onderhoudsman)	9.44.10	9.46.26	<u>136</u> (H1)
Zoeken naar ander kopstuk voor de hoge druk reiniger	9.44.32	9.45.36	64 (J1)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Monteren van nieuw kopstuk op de hoge druk reiniger	9.45.36	9.47.18	102	(L8)
Zuiveren van de metalen cilinder met grote borstel (cilinder wordt als verlengstuk achter de schroef geplaatst) (2 ^{de} onderhoudsman)	9.46.26	9.47.26	60	(H2)
Zuiveren van extruderbarrel met hoge druk reiniger	9.47.18	9.48.50	92	(M2)
Zuiveren van nieuwe extruderschroef (met droge doek en breakmes) (2 ^{de} onderhoudsman)	9.47.26	9.49.40	134	(H2)
Invetten van metalen cilinder (wordt gemonteerd op de extruder schroef)	9.48.50	9.51.55	185	(H3)
Zuiveren van nieuwe schroef (2 ^{de} onderhoudsman)	9.49.40	9.50.20	40	(H2)
Monteren van de ingesmeerde cilinder op nieuwe extruder schroef	9.51.55	9.52.52	57	(H4)
Plaatsen van de nieuwe extruderschroef	9.52.52	9.53.32	40	(H4)
Zuiveren oude kopstuk extruder met kleine borstel	9.53.32	9.54.14	42	(E1)
Halen van het nieuwe kopstuk extruder	9.54.14	9.55.06	52	(E3)
Monteren van het nieuwe extruder kopstuk	9.55.06	9.56.05	59	(E3)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Demonteren van het nieuwe extruder kopstuk (breaker plate vergeten te plaatsen)	9.56.05	9.57.20	75 (E2)
Inspecteren van de gezuiverde breaker plate	9.57.20	9.58.21	61 (I1)
Installeren van de breaker plate (breaker plate past niet)	9.58.21	10.00.17	116 (F3)
Zuiveren en aanpassen van de breaker plate	10.00.17	10.02.12	115 (F2)
Installeren van de breaker plate	10.02.12	10.04.48	156 (F3)
Invetten schroeven (D)	10.04.48	10.05.09	21 (C9)
Monteren van het nieuwe extruder kopstuk	10.05.09	10.06.30	81 (E3)
Zuiveren van de container met de hoge druk reiniger	10.06.30	10.07.50	80 (G3)
Vastdraaien schroeven (D) en plaatsen middenring (C)	10.07.50	10.08.56	66 (C7)
Ontwarren van de verschillende kabels extruder kopstuk (en aansluiten van de kabels op plug - in)	10.08.56	10.15.26	390 (D2)
Vastdraaien van warmtesonde (Sonda temperatuur zona 'B')	10.15.26	10.15.45	19 (D4)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Vastzetten van de extruder schroef achteraan op de extruderbarrel (onderhoudsman corrugator wacht tot vultrechter kan geplaatst worden)	10.15.45	10.19.56	(H4)	251
Plaatsen van de vultrechter (onderhoudsman corrugator helpt)	10.19.56	10.20.22	(G4)	26
Vastdraaien van de vultrechter bij de menger (einde additionele omschakelactiviteiten)	10.20.22	10.22.38	(G4)	136
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (extruder: operator niet aanwezig) (corrugator: uitvoering omschakelactiviteiten)	10.22.38	10.43.02	(L3)	1224
Plaatsen van warmte element (Resistenza (A)) (nieuw warmte element past niet)	10.43.02	10.43.12	(D2)	10
Zoeken naar correct warmte element (Resistenza (A))	10.43.12	10.44.58	(J2)	106
Geen uitvoering van omschakeltijden aan extruder (Aanpassen van nieuw warmte element (Resistenza (A)))	10.44.58	10.45.52	(L8)	54
Plaatsen van warmte element (Resistenza (A))	10.45.52	10.45.59	(D2)	7
Aansluiten van warmte element (Resistenza (A)) op plug - in	10.45.59	10.46.25	(D2)	26
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (operator controleert de overige productielijnen)	10.46.25	11.13.43	(L3)	1638
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (pauze)	11.13.43	11.47.06	(L5)	2003

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Plaatsen van de dampkap	11.47.06		44	(M3)
Zoeken naar boormachine (herstellen van de dampkap noodzakelijk)	11.47.50	11.52.21	271	(J1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (onderhoudsman overlegt met collega)	11.52.21		165	(L2)
Aanpassen van de dampkap	11.55.06	11.55.06	221	(M3)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (onderhoudsman overlegt met collega)	11.58.47		186	(L2)
Zoeken naar nieuwe female die (FD(A) en FD(B)) Zoeken naar nieuw warmte element (start activiteiten operator)	12.01.53		1633	
Zoeken naar nieuwe male die (MD(A))	12.29.06	12.29.06	163	(J2)
Zoeken naar gereedschap (voor het zuiveren van nieuwe female die (FD(A) en FD(B)))	12.31.49	12.31.49	425	(J2)
Zuiveren van nieuwe female die (FD(A) en FD(B))	12.38.54	12.38.54	133	(J1)
Uit elkaar halen van nieuwe female die (FD(A) en FD(B))	12.41.07	12.41.07	143	(B2)
In elkaar zetten van warmte element (Resistenza (A))	12.43.30	12.43.30	96	(L8)
Plaatsen extern warmte element	12.43.30	12.45.06		(D1)(D2)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten aan de extruder (gesprek van operator met menger, verkeerd granulaat in vultrechter gedaan) (grijze PP in plaats van witte PP)	12.45.06		173
Leeglopen van de vultrechter via secundaire exit	12.47.59	12.47.59 (L2)	122
Verhogen van de temperatuur tot 235°C (alle secties)	12.50.01	12.50.01 (G1)	25
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (leeglopen van machine)	12.50.26	12.50.26 (M1)	1310
Aantrekken veiligheidshandschoenen	13.12.16	13.12.16 (L7)	7
Verhogen van snelheid extruder (RPM = 12,4)	13.12.23	13.12.23	133
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (wachten op leegdraaien extruder met grijze PP)	13.14.36	13.14.36 (M1)	270
Verwijderen van extern warmte element	13.19.06	13.19.06 (L7)	21
Verwijderen van oude male en female die (MD(A) en FD(A)) (Preflex die's nog op nieuw extruder kopstuk)	13.19.27	13.19.27 (D1)	157
Zuiveren van de oude male en female die (MD(A) en FD(A)) (Preflex die's nog op nieuw extruder kopstuk)	13.22.04	13.22.04 (B1)	72
		13.23.16 (B2)	

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Verwijderen van nieuw warmte element (Resistenza (A))	13.23.16	13.23.49	33 (D1)
Losdraaien schroeven (A) en demontage van middenring (A)	13.23.49	13.24.38	49 (C1)
Verwijderen van oude female die (FD(B))	13.24.38	13.25.14	36 (B1)
Zuiveren van oude female die (FD(B))	13.25.14	13.25.48	34 (B2)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (operator controleert andere productielijn)	13.25.48	13.26.03	15 (L3)
Losdraaien schroeven (B) (aantrekken handschoenen = 7s) (demontage van middenring (B) (152s))	13.26.03	13.28.42	159 (C2)
Zuiveren van extruder kopstuk achter middenring B	13.28.42	13.29.02	20 (E1)
Vastdraaien schroeven (B) en middenring (B)	13.29.02	13.32.13	191 (B6)
Monteren van nieuwe female die (FD(B))	13.32.13	13.33.43	90 (B3)
Aantrekken van veiligheidshandschoenen	13.33.43	13.33.57	14
Invetten en vastdraaien van schroeven (A) (invetten: 58s) (223s)	13.33.57	13.38.38	281 (C6)(C9)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Invetten van nieuwe male die (MD(A))	13.38.38	13.39.06	(B4)	28
Installeren van nieuwe male die (MD(A))	13.39.06	13.39.57	(B3)	51
Vastzetten van schroeven (A) (met inbussleutel)	13.39.57	13.40.48	(C5)	51
Installeren van nieuwe female die (FD(A))	13.40.48	13.41.46	(B3)	58
Montage van nieuw warmte element (Resistenza (A))	13.41.46	13.42.45	(D2)	59
Aansluiten van nieuw warmte element op plug - in (Resistenza (A))	13.42.45	13.43.07	(D2)	22
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (controle andere productielijnen)	13.43.07	13.50.28	(L3)	441
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (uitvoering omschakelactiviteiten corrugator) = volledig corrugator (L3: 18*60+1 =1081s)	13.50.28	14.18.01	(L1)(L3)	1653
Zoeken naar gereedschap voor vastzetten schroeven (C)	14.18.01	14.19.05	(J1)	64
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (vastlopen van andere productielijn)	14.19.05	14.28.12	(L3)	547
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (opruimen materiaal (295s, zie corrugator) (omschakelen corrugator(917s))	14.28.12	14.48.24	(L1)	917
Zoeken naar gereedschap voor vastzetten schroeven (C)	14.48.24	14.51.01	(J1)	157

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Vastzetten van schroeven (C) (centreren van de male die)	14.51.01	14.53.02	121 (C3)
Installeren en aansluiten van extern warmte element	14.53.02	14.53.43	41 (D2)
Installeren en aansluiten van temperatuursonde (Sonda temperatuur zona 'C')	14.53.43	14.55.08	85 (D4)
Vastzetten van schroeven (C) (centreren van de male die)	14.55.08	14.56.01	53 (C3)
Inspectie van positie male die	14.56.01	14.56.18	17 (I2)
Instellen procesparameters op extruderbarrel (instellen procesparameters)	14.56.18	14.57.08	50 (M1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (controle andere productielijn)	14.57.08	15.13.40	992 (L3)
Herplaatsen van temperatuur sonde (Sonda temperatuur zona 'C') (temperatuur sonde staat op de onderkant van het extruder kopstuk in plaats van de bovenkant)	15.13.40	15.27.08	808 (D5)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (controle van andere productielijnen)	15.27.08	16.08.34	2486 (L3)
Stilleggen van extruder	16.08.34	16.08.36	2 (M1)

Observatiedata extruder 3 juli 2008 (PVC naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (wachten op extruder die leegloopt)	16.08.36		9 (L7)
Installeren en vastzetten van nieuwe sealing as op extruder (reeds behandeld bij de corrugator)	16.08.45	16.08.45	100 (zie corrugator)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten extruder (uitvoeren omschakelactiviteiten aan de corrugator)	16.10.25	16.10.25	12 (L1)
Opstarten van de extruder	16.10.37		

Totale observatietijd: 7 uur, 26 minuten en 20 seconden (26780s)

Totale tijd benodigd voor de uitvoering van alle activiteiten: 7 uur, 41 minuten en 19 (27679s)

Totale tijd benodigd voor de uitvoering van alle activiteiten – activiteiten reeds opgenomen bij de corrugator:

7 uur, 33 minuten en 52 seconden (27232s)

Observatiedata extruder 10 juli 2008 (PP naar PP)

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (operator controleert productielijnen)	12.06.52	12.21.53	(L3)	901
Aantrekken van veiligheidshandschoenen (*)	12.21.53	12.22.17		24
Afnemen en loskoppelen van extern warmte element (*)	12.22.17	12.22.26	(D1)	9
Verwijderen van female die (FD(A)) (*)	12.22.26	12.24.52	(B1)	146
Zoeken van borstel (voor zuiveren van onderdelen kopstuk extruder)	12.24.52	12.25.10	(J1)	18
Zuiveren van oude male die (MD(A), buitenkant) (*)	12.25.10	12.25.35	(B2)	25
Verwijderen van oude male die (MD(A)) (*)	12.25.35	12.26.05	(B1)	30
Zuiveren van male die (MD(A), binnenkant) (*)	12.26.05	12.27.03	(B2)	58
Verwijderen warmte element (Resistenza (A)) (*)	12.27.03	12.27.24	(D1)	21
Losdraaien schroeven (A) en verwijderen van middenring (A) (*) (schroeven klemmen, zijn te hard vastgedraaid)	12.27.24	12.28.58	(C1)	94
Zuiveren van middenring M(A) (*)	12.28.58	12.29.05	(C8)	7

Observatiedata extruder 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Verwijderen en zuiveren van female die (FD(B)) (*) (35s verwijderen)	12.29.05	12.31.59	(B1)(B2)	174
Zuiveren van extruder kopstuk (*) (intern gedeelte van extruder kopstuk achter de verwijderde female die)	12.31.59	12.32.20	(E1)	21
Zoeken naar nieuwe die's	12.32.20	12.32.40	(J2)	20
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (operator overlegt met werknemer onderhoudsdienst)	12.32.40	12.34.27	(L2)	107
Zuiveren kopstuk extruder (*) (binnenkant)	12.34.27	12.36.25	(E1)	118
Zoeken naar product voor invetten van onderdelen	12.36.25	12.37.05	(J1)	40
Zoeken naar nieuwe male die (MD(A))	12.37.05	12.38.12	(J2)	67
Vastzetten van schroeven (A), FD(B) en M(A) (*) (female die (FD(B)) wordt samen met middenring (A) manueel vastgezet) (21s)	12.38.12	12.39.15	(B3)(C5)	63
Vastzetten van schroeven (A) (*) (met inbussleutel)	12.39.15	12.41.18	(C5)	123
Insmeren en installeren van nieuwe male (MD(A)) (25s installeren)	12.41.18	12.42.05	(B3)(B4)	47
Vastzetten van schroeven (A) (*) (met inbussleutel)	12.42.05	12.43.51	(C5)	106
Vastzetten van schroeven (A) (*) (met inbussleutel en grote metalen cilinder voor hefboomwerking)	12.43.51	12.45.26	(C5)	95

Observatiedata extruder 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de extruder				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Vastzetten van nieuwe female die (FD(A)) (*)	12.45.26	12.46.34	68	(B3)
Vastzetten van schroeven (A) (*) (met inbussleutel)	12.46.34	12.47.02	28	(C5)
Geen observatiedata extruder (nog plaatsen Resistenza (A) en extern warmte element) (*) (observeren van de omschakelactiviteiten cutter) Extruder is volledig omgeschakeld en operationeel (RPM = 1,3)	12.47.02	13.43.01	3359	NVT
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (geen activiteiten worden uitgevoerd aan de stilstaande productielijn)	NVT	NVT		NVT
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten	13.43.01	14.24.52	2511	(L3)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (uitvoeren van omschakelactiviteiten aan de corrugator)	14.24.52	14.46.53	1321	(L1)
Stilleggen van extruder (*)	14.46.53	14.46.55	2	(M1)
Verwijderen van extern warmte element (*)	14.46.55	14.47.23	28	(D1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (controle productielijnen) (L1: vanaf 14.49.30 = 151s)	14.47.23	14.52.01	278	(L1)(L3)
Opstarten van extruder (*)	14.52.01	14.52.07	6	(M1)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (controle productielijnen) (L1: vanaf 14.56.19 = 276s)	14.52.07	15.00.55	528	(L1)(L3)
Stilleggen extruder (*)	15.00.55	15.00.57	2	(M1)

Observatiedata extruder 10 juli 2008

Machine onder beschouwing: de extruder			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (*) (Wachten tot extruder is leeggelopen)	15.00.57		7
Vastzetten van nieuwe sealing as op extruder (*) (reeds behandeld bij de corrugator)	15.01.04	15.01.04	(L7)
Extruder wordt opgestart (*)	15.01.50	15.01.50	(zie corrugator)

Totale observatietijd: 2 uur, 54 minuten en 58 seconden (10498s)

Observatiedata cutter (10 juli 2008)

Machine onder beschouwing: de cutter				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Openen van de machine (*)	12.55.14	12.55.56	42	(F1)
Losdraaien van centralisatie (*)	12.55.56	13.01.12	316	(B1)
Verwijderen van het systeem van mes en stabilisaties (*)	13.01.12	13.03.15	123	(A1)
Zoeken naar gereedschap (voor verwijderen van systeem)	13.03.15	13.07.13	238	(E1)
Verwijderen van het systeem van mes en stabilisaties (*)	13.07.13	13.10.19	186	(A1)
Schroeven op mobiele metalen bus worden losgedraaid (*) (zowel de schroeven aan de buitenkant en binnenkant van de metalen ring)	13.10.19	13.11.24	65	(A2)
Inspectie van de stabilisaties (*)	13.11.24	13.11.34	10	(D1)
Schroeven aan de buitenkant van de metalen ring worden (*) vervangen en vastgedraaid	13.11.34	13.13.45	131	(A2)
Schroeven aan de binnenkant van de metalen ring worden (*) vervangen en vastgedraaid	13.13.45	13.16.55	190	(A2)
Inspectie van het nieuwe systeem van mes en stabilisaties (*)	13.16.55	13.17.06	11	(D1)

Observatiedata cutter (10 juli 2008)

Machine onder beschouwing: de cutter				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Monteren van het nieuwe systeem van mes en stabilisatiesingen (*)	13.17.06	13.18.32	(A3)	86
Zoeken naar een nieuwe inbussleutel	13.18.32	13.18.55	(E1)	23
Nieuwe centralisatie moet aangepast worden (schroef werd verkeerd geplaatst in de nieuwe centralisatie waardoor deze moet aangepast worden)	13.18.55	13.24.58	(B2)	363
Zoeken naar een testemplaar van de 50mm PP afvoerbuis (testemplaar moet in het magazijn gehaald worden)	13.24.58	13.34.07	(E2)	549
Testemplaar wordt in de cutter gestoken (*)	13.34.07	13.34.35	(F3)	28
Instellen en vastzetten van de klemming bij ingang machine (*)	13.34.35	13.36.07	(C1)	92
Instellen en vastzetten van de centralisatie (*)	13.36.07	13.37.50	(B3)	103
Printer op het uiteinde van de puller wordt verplaatst (geen goede fit van testemplaar) (*)	13.37.50	13.38.11	(F2)	21
Opnieuw instellen en vastzetten van de centralisatie (*)	13.38.11	13.40.31	(B3)	140
Verwijderen van het testemplaar uit de cutter (*)	13.40.31	13.40.41	(F3)	10
Printer op het uiteinde van de puller wordt opnieuw geïnstalleerd (*)	13.40.41	13.42.27	(F2)	106

Totaal benodigde tijd: 47 minuten en 13 seconden (2833 seconden)

Observatiedata koeler (30 juni 2008)

Machine onder beschouwing: de koelinstallatie (koeler)				
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)	
Toedraaien van watertoevoer (*)	8.24.13	8.24.22	(E1)	9
Openen van dekplaten koelinstallatie (*)	8.24.22	8.25.25	(E2)	63
Losdraaien van spuitopeningen (32 stuks) van de koeler	8.25.25	8.33.27	(B1)	482
Verplaatsen naar werkplaats technische dienst	8.33.27	8.34.29	(C1)	62
Zuiveren van spuitopeningen	8.34.29	8.36.51	(B2)	142
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (Stilvallen van andere productielijn)	8.36.51	8.48.14	(D2)	683
Zuiveren van spuitopeningen	8.48.14	8.58.50	(B2)	636
Drogen van spuitopeningen	8.58.50	9.02.39	(B3)	229
Verplaatsen van naar productieafdeling	9.02.39	9.03.51	(C1)	72
Installeren van de spuitopeningen (32 stuks) in de koeler	9.03.51	9.12.41	(B4)	530

Observatiedata koeler (30 juni 2008)

Machine onder beschouwing: de koelinstallatie (koeler)			
Activiteit	tbegin (uur.min.sec)	teinde (uur.min.sec)	tbenodigd (seconden)
Verwijderen, zuiveren en plaatsen van filter (*)	9.12.41	9.20.14	453 (A)
Geen uitvoering van omschakelactiviteiten (Stilvallen van andere productielijn)	9.20.14	11.03.16	6182 (D2)
Geen omschakelactiviteit aan koelinstallatie (omschakelactiviteiten worden uitgevoerd aan andere machines)	11.03.16	16.39.55	20199 (D1)
Bijschuiven van koelinstallatie naar corrugator (terwijl gehele productieproces reeds operationeel is)	NVT	NVT	Extern

Totale observatietijd: 8 uur, 15 minuten en 42 seconden (29742 seconden)

Bijlage D.2: verklaring failure modes

a) Algemene failure modes (niet van toepassing op een bepaalde machine):

1. **Oorzaak failure mode:** beschadiging van de motor door belasting of ouderdom (wear & tear).
 - **Gevolg:** stilstand van de machine, geen output
 - **Detectie:** het stilvallen van de machine wordt vastgesteld door de extrudeur en controle operator. Bovendien zal het stilvallen van de motor bij de corrugator en extruder leiden tot activering van de veiligheidsfunctie.

2. **Oorzaak failure mode:** beschadiging van de motorriem door belasting of ouderdom (wear & tear).
 - **Gevolg:** stilstand van de machine, geen output
 - **Detectie:** voordat permanente schade aan de motorriem optreedt, maakt de versleten riem een geluid tijdens productie. Het doorbreken van de riem kan preventief worden vastgesteld.

3. **Oorzaak failure mode:** foutieve afboeking van verspilling (waste).
 - **Verklaring:** er worden regelmatig testruns uitgevoerd omdat het productieproces in ontwikkeling is. Hierbij worden verschillende procesparameters uitgetest. Door hun experimenteel karakter leiden deze testruns tot een hoge verspilling van ruwe grondstoffen. Deze verspilling wordt echter niet afgeboekt van de voorraden. Hierdoor is de standaard afboeking van 5% waste te laag. Dit kan ervoor zorgen dat de voorraad ruwe grondstoffen vlugger opgebruikt is dan verwacht.
 - **Gevolg:** stilstand van het productieproces.
 - **Detectie:** de exacte hoeveelheid waste tijdens de testruns wordt niet vastgelegd. Bijgevolg is er geen detectie aanwezig.

4. **Oorzaak failure mode:** foutieve ingave voorraadmutatie.
 - **Verklaring:** door een foutieve ingave van de voorraadmutatie worden grondstoffen soms laattijdig besteld.
 - **Gevolg:** stilstand van het productieproces.
 - **Detectie:** vaststelling van een te lage voorraad grondstoffen gebeurt door de magazijnier.

5. **Oorzaak failure mode:** foutieve samenstelling van de bestelde grondstoffen.
 - **Verklaring:** de bestelde grondstoffen worden door de leverancier voorzien van een kwaliteitsdocument. Dit document vermeldt de 'melt index'. Deze index meet de ratio waarmee een thermoplastisch materiaal door een opening met een specifieke lengte en diameter, de zogenaamde 'orifice', wordt geëxtrudeerd onder een vooraf gespecificeerde druk en temperatuur (Shah, 2002).

Deze melt index wordt echter vermeld binnen een bepaald bereik. De kwaliteit van een geproduceerde afvoerbuiz verschilt sterk naargelang de verschillende waarden binnen dit bereik. Hierdoor is er binnen de onderneming geen kwaliteitscontrole aanwezig betreffende de samenstelling van geleverde grondstoffen.

- **Gevolg:** de afvoerbuizen voldoen niet aan de kwaliteitsnorm – zichtbare vervorming mogelijk
 - **Detectie:** een foutieve samenstelling van grondstoffen kan pas gedurende productie worden vastgesteld. Dit zal resulteren in een onverwachte stilstand van het extrusieproces.
6. **Oorzaak failure mode:** exacte procesparameters van de productie-installatie zijn niet gekend door de werknemer (onderhoud of lijnoperator). Deze failure mode is eigen aan de ontwikkelingsfase van het productieproces.
- **Gevolg:** eindproducten wijken af van de verwachte kwaliteitsnorm.
 - **Detectie:** detectie gebeurt door controle operator op basis van go / no – go beslissing.

b) Failure modes extruder

7. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling van PP naar PVC worden de verkeerde procesparameters door de extrudeur ingesteld (235°C).
8. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling van PVC naar PP wordt de vultrechter gevuld met PVC in plaats van PP (menger).
9. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling naar PVC beschadigt de operator of een werknemer van de onderhoudsdienst de kabels die in contact staan met de PIC's. Omdat de integrator geen registratie van temperatuur doorkrijgt, zal hij een signaal doorsturen naar de heaters voor opwarming.
10. **Oorzaak failure mode:** malfunctie van de integrator tijdens omschakeling naar PVC
11. **Oorzaak failure mode:** foutieve plaatsing van PIC tijdens omschakeling naar PVC. Hierdoor kan de PIC het contact met de extruder verliezen.
- **Gevolg:** verbranding van de stilstaande PVC in de extruderbarrel. Dit zal ertoe leiden dat bij opstart van het productieproces de verhitte PVC uit de machine spuit. Dit houdt ernstige gezondheidsrisico's in voor de extrudeur. Ook de extruder kan beschadigd geraken. Door de verbranding van PVC zullen er gassen vrijkomen in de afgesloten barrel. Dit leidt tot een toename van druk. Het granulaat wordt harder op elkaar gedrukt waardoor additionele wrijvingshitte vrijkomt. Hierdoor zal meer PVC verbranden. Omdat meer grondstoffen verbranden, komen er meer gassen vrij zodat het proces herhaald wordt. De druk gaat zich blijven opbouwen waardoor de veiligheidsfunctie van de machine geactiveerd wordt. Indien het verbrandingsproces niet tijdig wordt stilgelegd, zal dit leiden tot het exploderen van de extruder.

Het verbrandingsproces van PVC wordt in dit werkstuk als hypothese geformuleerd. Volgens Dhr. Marnix is het verbrandingsproces van PVC een proces dat niet alleen verergert maar ook zichzelf in stand houdt. De verbranding van grondstoffen werd nog niet onderzocht door de ingenieursafdeling. Bijgevolg is het mogelijk dat de activering van de veiligheidsfunctie het verbrandingsproces niet meer kan stilleggen.

- **Detectie:** de vrijgekomen chloorgassen kunnen vastgesteld worden door de aanwezige extrudeur. Ook zal de veiligheidsfunctie van de machine geactiveerd worden. Omdat de juiste parameters van de veiligheidsfunctie nog niet werden onderzocht, kan de veiligheidsfunctie laattijdig in werking treden.
12. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling van PVC naar PP worden de verkeerde procesparameters door de extrudeur ingesteld. (180°C-195°C)
13. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling van PP naar PVC wordt de vultrechter met PP gevuld (menger).
- **Gevolg:** door de hoge werkingstemperatuur van PP zal het granulaat niet genoeg gesmolten zijn. Het extrudaat kan bijgevolg niet door het kopstuk van de machine geraken. Door de stijgende drukopbouw zal het die – systeem openscheuren. Ook houdt dit risico's in voor de aanwezige operator.
 - **Detectie:** Geen output van de machine. Geen veiligheidsfunctie aanwezig bij de productie van PP.
14. **Oorzaak failure mode:** malfunctie van de integrator (bij PP of productie PVC).
15. **Oorzaak failure mode:** beschadiging van de bedrading op de PIC's tijdens omschakeling (bij PP).
16. **Oorzaak failure mode:** foutieve plaatsing PIC bij de omschakeling naar PP
- **Gevolg:** door de stijging in temperatuur zal het extrudaat te vloeibaar worden. Dit leidt tot een foutieve diameter van het eindproduct .
 - **Detectie:** vaststelling door de arbeider die de afgewerkte producten controleert (controle operator). Deze controle gebeurt op basis van een go / no - go beslissing.
17. **Oorzaak failure mode:** brugvorming van PVC.
- **Verklaring:** Dhr. Marnix vertelde me dat brugvorming een fenomeen is dat zich vooral voordoet in silo's. Door sterke cohesiekrachten tussen het PVC granulaat en een grote externe druk, kunnen de korrels aan elkaar kleven. Dit leidt tot de vorming van grote, vaste structuren granulaat.
 - **Gevolg:** bij brugvorming van PVC zal de vultrechter geblokkeerd geraken. Hierdoor komt er geen granulaat in de extruderbarrel. De machine produceert geen output.
 - **Detectie:** de extrudeur stelt vast dat de machine geen output produceert. Bij afwezigheid van de extrudeur wordt dit vastgesteld door de controle operator.

18. **Oorzaak failure mode:** menger vergeet om de vultrechter op tijd bij te vullen.
19. **Oorzaak failure mode:** door een gebrek aan tijd is de menger niet in staat de vultrechter tijdig aan te vullen.
20. **Oorzaak failure mode:** tijdelijke voorraad aan de extruder wordt niet tijdig aangevuld door de magazijnier.
 - **Gevolg:** in de operationele extruderbarrel bevinden zich geen pellets. De extruder kan bijgevolg geen output produceren.
 - **Detectie:** de extrudeur stelt vast dat de machine geen output produceert. Bij afwezigheid van de extrudeur wordt dit vastgesteld door de controle operator.

21. **Oorzaak failure mode:** opstapeling van PVC in druktoevoer kopstuk.
22. **Oorzaak failure mode:** defect centrale compressor
 - **Verklaring:** de druktoevoer in het extruder kopstuk bestaat uit drie individuele componenten. Door de grote spanning op de toevoer kan het PVC extrudaat in de toevoer lekken. Dit zal ertoe leiden dat de druktoevoer geblokkeerd wordt.
 - **Gevolg:** Het goed in bewerking wordt foutief uitblazen (vervorming eindproduct).
 - **Detectie:** vaststelling gebeurt door controle operator op basis van een go / no – go beslissing.

23. **Oorzaak failure mode:** opstapeling van PVC in de openingen langs de breaker plate.
 - **Gevolg:** het stilstaande granulaat zal verbranden. Hierdoor treedt plaatselijke vervorming van het eindproduct op.
 - **Detectie:** duidelijke vervorming eindproduct. Vaststelling gebeurt door controle operator.

24. **Oorzaak failure mode:** verkeerde die's worden door het onderhoudsteam op het extruderkopstuk geplaatst tijdens de omschakeling
 - **Gevolg:** indien de geplaatste die's een kleinere diameter hebben dan de gewenste die's, zal dit leiden tot een drukopbouw in de extruder omwille van de verkeerde procesparameters. Bij die's met een hogere diameter moet de extruder immers meer output produceren. Dit zal leiden tot schade van de geplaatste die's. Indien de geplaatste die's een grotere diameter hebben dan de gewenste die's, zal schade aan de corrugator optreden omdat de geplaatste mold blocks een te nauwe diameter hebben.
 - **Detectie:** duidelijke vervorming eindproduct. Vaststelling gebeurt door controle operator.

25. **Oorzaak failure mode:** defect aan een ventilator op de extruderbarrel
 - **Gevolg:** door de stijging van de temperatuur in de extruderbarrel zal het PVC granulaat verbranden. Dit leidt tot expulsie van vaste granulaatkorrels uit het die – systeem. Deze expulsie kan gevaarlijk zijn voor de werknemers (PVC).

- **Gevolg:** door de hogere temperatuur zal het extrudaat te vloeibaar zijn waardoor vervorming van het eindproduct optreedt (PP).
 - **Detectie:**
 - Door controle operator op basis van go / no – go beslissing (PP).
 - Vaststelling door extrudeur of controle operator (PVC).
26. **Oorzaak failure mode:** vervuiling van de filter op de ventilator die de motor afkoelt.
- **Gevolg:** ventilator koelt de motor niet af. Hierdoor zal de motor oververhit geraken en stilvallen.
 - **Detectie:** veiligheidsfunctie van de extruder treedt in werking.
27. **Oorzaak failure mode:** verkeerde extruderschroef wordt door het onderhoud geplaatst bij omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** drukopbouw in extruderbarrel en te snelle output. Dit leidt tot mogelijke schade aan het die-systeem en extrudeur.
 - **Detectie:** signalisatie door veiligheidsfunctie.
- c) Failure modes corrugator
28. **Oorzaak failure mode:** de metaaldetector op de corrugator wordt te diep geplaatst bij omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** de detector zal beschadigd geraken door contact met de bewegende mold blocks. Hierdoor moet het onderdeel vervangen worden. Bovendien stuurt de corrugator geen signaal naar de extruder waardoor het extrudaat foutief wordt uitgeblazen in de mold blocks.
 - **Detectie:** vervorming van de diameter wordt vastgesteld door de arbeider die de afgewerkte producten controleert. Deze controle gebeurt op basis van een go / no-go beslissing.
29. **Oorzaak failure mode:** de procesparameters T1 en T2 worden door de extrudeur foutief ingesteld bij omschakeling.
- **Gevolg:** de corrugator stuurt geen signaal naar de extruder waardoor het extrudaat foutief wordt uitgeblazen in de mold blocks.
 - **Detectie:** een vervorming van de diameter wordt vastgesteld door de arbeider die de afgewerkte producten controleert. Deze controle gebeurt op basis van een go / no-go beslissing.
30. **Oorzaak failure mode:** de verkeerde procesparameters, niet T1 en T2, worden ingesteld bij omschakeling.
- **Gevolg:** omdat de snelheid van de corrugator verkeerd wordt ingesteld, bewegen de mold blocks met een verschillende snelheid dan het geproduceerde extrudaat.

Hierdoor zal het extrudaat te vlug in de mold blocks geperst worden of zullen de mold blocks trekken aan het trage extrudaat. In beide gevallen zal het verbruik van de motor stijgen waardoor de veiligheidsfunctie in werking treedt.

- **Detectie:** signalisatie door de veiligheidsfunctie van de corrugator.
31. **Oorzaak failure mode:** de watertoevoer vanuit de gesloten koelinstallatie naar de corrugator wordt te vroeg geopend tijdens de omschakeling van het productieproces.
- **Gevolg:** mogelijke vervorming van de metalen machine. Tijdens de omschakeling van 3 juli stelde men vast dat de machine lichtjes vervormde onder invloed van de lage temperatuur. Hierdoor veronderstelt men dat de dichtingen van de koeling kunnen opengaan waardoor er water in contact komt met het goed in bewerking.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator.
32. **Oorzaak failure mode:** defect aan de encoder op de motor van de corrugator.
- **Gevolg:** de exacte snelheid van de corrugator wordt niet meer vastgesteld. Er zal geen synchronisatiesignaal verstuurd worden naar de computersturing van puller en cutter. De veiligheidsfunctie van de corrugator treedt hierdoor in werking.
 - **Detectie:** stilstand van de machine. Signalisatie door de veiligheidsfunctie van de corrugator.
33. **Oorzaak failure mode:** verkeerde volgorde van de geplaatste mold blocks.
- **Gevolg:** de afvoerbuizen worden geproduceerd met een foutieve configuratie.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controleoperator.
34. **Oorzaak failure mode:** opstapeling van onzuiverheden in de corrugator.
- **Gevolg:** door de aanwezigheid van onzuiverheden in de corrugator stijgt het verbruik van de motor. Hierdoor zal de veiligheidsfunctie in werking treden.
 - **Detectie:** stilstand van de machine. Signalisatie door de veiligheidsfunctie van de corrugator.
35. **Oorzaak failure mode:** laag waterpeil in de gesloten koelinstallatie. In tegenstelling tot de open koelinstallatie kan het water niet verdampen in de installatie. Wel kan het sporadisch verlies van water tijdens de omschakeling van de productielijn op lange termijn leiden tot daling van het waterpeil.
36. **Oorzaak failure mode:** defect aan de pompen in de gesloten koelinstallatie
37. **Oorzaak failure mode:** de watertoevoer vanuit de gesloten koelinstallatie wordt niet/ te traag geopend bij omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** de corrugator gaat niet gekoeld worden waardoor de veiligheidsfunctie geactiveerd wordt gedurende productie.

- **Detectie:** signalisatie door de veiligheidsfunctie van de corrugator
38. **Oorzaak failure mode:** Tijdens de omschakeling vergeet het onderhoud één of meerdere oude mold blocks van een kleinere diameter te vervangen.
- **Gevolg:** de aanwezigheid van een foutieve mold block wordt niet door de corrugator vastgesteld. Wanneer het die – systeem in de corrugator wordt geplaatst, zullen hierdoor zowel de ketens mold blocks en het die – systeem onherstelbaar beschadigd geraken.
 - **Detectie:** Stilstand van de machine. Signalisatie treedt op door stilstand van de beschadigde ketens mold blocks.
39. **Oorzaak failure mode:** Tijdens de omschakeling wordt een mold block in de verkeerde richting geplaatst (zoals vastgesteld bij het SMED-algoritme).
- **Gevolg:** door de verkeerde richting van de mold block treedt de veiligheidsfunctie van de corrugator in werking.
 - **Detectie:** signalisatie door de veiligheidsfunctie van de corrugator.

d) Failure modes koeler

40. **Oorzaak failure mode:** lek in aanvoerbuizen waardoor het gekoelde water wordt gepompt van de open koelinstallatie naar de koeler.
41. **Oorzaak failure mode:** defect pompen open koelinstallatie.
42. **Oorzaak failure mode:** opstapeling van vuil in de spuitopeningen.
43. **Oorzaak failure mode:** *de watertoevoer vanuit de open koelinstallatie wordt niet geopend.*
44. **Oorzaak failure mode:** *de filter van de koeler wordt niet tijdig gezuiverd door de onderhoudsdienst. Dit zal leiden tot de opstapeling van onzuiverheden in de filterzak waardoor de toevoer van water geblokkeerd geraakt.*
- **Gevolg:** het goed in bewerking wordt niet met water gekoeld door de machine. Dit heeft een invloed op de nakrimp van de eindproducten. Hierdoor zullen variaties in de diameter van de afvoerbuizen optreden.
 - **Detectie:** vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator. Deze controle gebeurt op basis van een go / no-go beslissing.
45. **Oorzaak failure mode:** defect aan de ventilatoren van de open koelinstallatie.
- **Gevolg:** het verhitte goed in bewerking wordt afgekoeld door de machine. Door een defect aan de ventilatoren van de open koelinstallatie zal het gebruikte water een hogere temperatuur hebben. Dit heeft een invloed op de nakrimp van de afvoerbuis.
 - **Detectie:** vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator. Deze controle gebeurt op basis van een go / no-go beslissing.

46. **Oorzaak failure mode:** verdamping water open koelinstallatie.

- **Gevolg:** door het lage waterpeil kan geen water meer aangevoerd worden vanuit de installatie. De controle van het waterpeil is geautomatiseerd. Bij detectie zal de computersturing van de open koelinstallatie de opdracht geven de waterputten aan te vullen. De volledige zuivering van de open koelinstallatie is momenteel opgenomen in het jaarlijks preventieprogramma van de onderhoudsdienst.
- **Detectie:** vroegtijdige detectie van het waterpeil via het controlepaneel van de open koelinstallatie. Omdat het berekende 'RPN' gelijk is aan 1, wordt deze failure mode niet opgenomen in de definitieve FMEA – tabellen.

e) Failure modes droger

47. **Oorzaak failure mode:** defect aan de centrale compressor.

48. **Oorzaak failure mode:** de positie van de openingen, waaruit de geperste lucht komt, wordt tijdens de opstartfase van het productieproces niet aangepast aan het goed in bewerking.

49. **Oorzaak failure mode:** druktoevoer wordt niet tijdens de opstartfase opgedraaid.

- **Gevolg:** het natte goed in bewerking wordt niet gedroogd door de droger. Omdat de cutter een uiterst gevoelige machine is, zal een natte afvoerbuis leiden tot een foutieve bewerking van deze machine.
- **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Vaststelling gebeurt door de controle operator zonder ondersteuning van controle-instrumenten.

f) Failure modes puller

50. **Oorzaak failure mode:** mechanisch defect treedt op aan het relais. Dit relais geeft het signaal door voor het vastzetten van het goed-in-bewerking.

51. **Oorzaak failure mode:** defect central compressor.

52. **Oorzaak failure mode:** band rond de twee systemen van ronddraaiende wielen slijt af gedurende productie.

- **Gevolg:** het goed-in-bewerking wordt niet geklemd gedurende productie. Hierdoor zal de cutter de afvoerbuisen verkeerd doorsnijden.
- **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Vaststelling gebeurt door de controle operator zonder ondersteuning van controle-instrumenten.

g) Failure modes printer

53. **Oorzaak failure mode:** inkt van de printer werd niet tijdig aangevuld.
54. **Oorzaak failure mode:** mechanisch defect aan de printer.
- **Gevolg:** de printer zal geen afdruk maken op het goed in bewerking.
 - **Detectie:** vaststelling gebeurt door de controle operator zonder ondersteuning van controle-instrumenten.
55. **Oorzaak failure mode:** solvent van de printer werd niet tijdig aangevuld.
- **Gevolg:** beschadiging en vervuiling van het kopstuk van de printer.
 - **Detectie:** vaststelling gebeurt door de controle operator zonder ondersteuning van controle-instrumenten. Op de interface van de printer kan preventief worden vastgesteld hoeveel solvent aanwezig is.
56. **Oorzaak failure mode:** verbinding met het stopcontact wordt verbroken (menselijke fout)
- **Gevolg:** de printer staat niet constant onder spanning waardoor hij zichzelf niet automatisch reinigt. Dit leidt tot de opstapeling van inkt in de leidingen van de printer. Hierdoor geraakt de printer beschadigd. De opgelopen schade is wel herstelbaar.
 - **Detectie:** vaststelling gebeurt door de controle operator zonder ondersteuning van controle-instrumenten.
57. **Oorzaak failure mode:** de printsnelheid wordt niet aangepast door het onderhoud gedurende de omschakeling of opstartfase. Hierdoor verschilt de snelheid van de printer met de snelheid van het goed in bewerking.
58. **Oorzaak failure mode:** de printer wordt tijdens de omschakeling niet centraal op het goed in bewerking geplaatst.
- **Gevolg:** vervorming van de printafdruk. Omdat de relatieve afstand van de verschillende componenten van de barcode verandert, kan de afvoerbuis niet gescand worden in de winkel.
 - **Detectie:** een kleine vervorming van de barcode kan niet met het blote oog worden vastgesteld door de controle operator. Bijgevolg kan een onleesbare barcode niet gedetecteerd worden.
59. **Oorzaak failure mode:** de verschillende componenten van het logo worden tijdens de omschakeling of opstartfase foutief ingegeven door het onderhoud.
- **Gevolg:** de producten krijgen een foutieve barcode toegekend. Hierdoor zullen de verkooppunten een foutieve prijs registreren tijdens verkoop.
 - **Detectie:** de verschillende elementen van het logo worden niet door de controle operator gecontroleerd. Bijgevolg is geen detectie aanwezig in de onderneming.

h) Failure modes cutter

60. **Oorzaak failure mode:** vervuiling van de laser door gasvorming bij PVC. Hierdoor is de laser niet in staat de exacte positie van het goed in bewerking te detecteren.
61. **Oorzaak failure mode:** de cutter en puller worden niet correct opgestart door de onderhoudsdienst. Beide machines moeten gelijktijdig worden geactiveerd via een vastgelegde procedure.
- **Gevolg:** de cutter zal de afvoerbuizen op een foutieve positie doorsnijden.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator.
62. **Oorzaak failure mode:** slijtage van de spindel. Dit is de as waarover de cutter zich verplaatst.
- **Gevolg:** stilstand van de cutter.
 - **Detectie:** vaststelling gebeurt door de controle operator. Geen signalisatie door veiligheidsfunctie corrugator.
63. **Oorzaak failure mode:** slijtage van het mes tijdens langdurige productie.
64. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling naar PVC wordt een mes geplaatst voor het snijden van PP.
- **Gevolg:** het goed in bewerking wordt niet volledig doorgesneden.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Vaststelling gebeurt door de controle operator.
65. **Oorzaak failure mode:** systeem van mes en s.r. wordt verkeerd ingesteld tijdens de omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** beschadiging van het systeem (instellingen zijn te nauw) of niet correct doorsnijden van de afvoerbuis (instellingen zijn te groot)
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Eventuele schade aan de productie-installatie wordt onmiddellijk vastgesteld door de controle operator.
66. **Oorzaak failure mode:** de klemming aan het begin van de machine wordt verkeerd ingesteld door het onderhoud.
67. **Oorzaak failure mode:** defect centrale compressor
68. **Oorzaak failure mode:** slijtage van de stabilisatieringen die zich bevinden naast het mesblad.
- **Gevolg:** het goed in bewerking wordt niet goed vastgehouden wanneer het wordt doorgesneden. Dit leidt tot vervorming van het uiteinde van de afvoerbuis.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Vaststelling gebeurt door de controle operator.

69. **Oorzaak failure mode:** tijdens de omschakeling wordt een centralisatiering met een te kleine diameter geplaatst.
- **Gevolg:** onherstelbare schade aan de cutter.
 - **Detectie:** stilstand van het productieproces met signalisatie (door beschadiging van de machine).
70. **Oorzaak failure mode:** de onderhoudsdienst plaatst een verkeerde klemming bij omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** de klemming schuurt tegen het goed-in-bewerking. Dit leidt tot vervorming van het eindproduct.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator.
71. **Oorzaak failure mode:** de verkeerde procesparameters, betreffende de positie waar de machine het goed-in-bewerking moet doorsnijden, worden ingegeven door de onderhoudsdienst bij omschakeling van de productielijn.
- **Gevolg:** de eindproducten worden op een verkeerde positie doorgesneden.
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator.
72. **Oorzaak failure mode:** de werknemers van de onderhoudsdienst plaatsen een PP mes tijdens de omschakeling naar productie afvoerbuizen uit PVC.
- **Gevolg:** de afvoerbuizen worden niet correct doorgesneden. De reden hiervoor is dat PVC harder, en bijgevolg moeilijker snijdbaar, is dan PP
 - **Detectie:** zichtbare vervorming van het eindproduct. Dit wordt vastgesteld door de controle operator.