



Analyse verslag Leertaken.

Sjoerd van der Laan - 17074584

Analyse verslag Leertaken

Project blok 1 Leerjaar 1

Sjoerd van der Laan
17074584

De Haagse Hogeschool Delft

09-14-2018

De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in opdracht van de begeleiding van het eerste project van het eerste leerjaar van de studie Werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool in Delft.

Dit rapport is samengesteld over een periode van 7 weken, hiervoor was er iedere week op maandag drie-en-een-half uur beschikbaar gesteld waarin er docenten aanwezig waren die feedback konden geven en vragen konden beantwoorden.

Dit verslag is bedoeld om informatief te zijn voor mede studenten of andere die eventueel geïnteresseerd zijn in het deconstructief onderzoek van een Accuboormachine.

Ten slotte wil de mijn docenten J. H. Kluiver en L. M. Hollegien bedanken voor hun goed voorbereide lessen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
1 Inleiding	5
2 Onderzoek	6
2.1 Exploded view & Onderdelen lijst	6
2.2 Deconstructie proces/stappen.....	7
2.3 Onderdelen beschrijving	7
3 Orientatie	10
3.1 Probleemstelling	10
3.2 Klantwensen	10
3.3 Belanghebbenden & Behoeftte	10
3.4 Programma van Eisen	11
4 Analyse	12
4.1 Functie analyse	12
4.2 Functieboom	13
4.3 Functieblokschema	14
5 Opdrachten	15
5.1 2D tekening	15
5.1 Vrij-lichaam schema	16
5.3 Verbindingen & overbrengingen	18
5.4 Morfologisch overzicht	19
5.5 Materialen	20
5.6 Productie technieken	20
6 Conclusie	22
Literatuurlijst & Bronnen	23

1. Inleiding

In dit verslag wordt het deconstructief onderzoek van een accuboormachine beschreven.

Het primaire doel van dit verslag is om de werktuigbouwkundige ontwerp en productie methoden gebruikt om het gekozen apparaat te produceren.

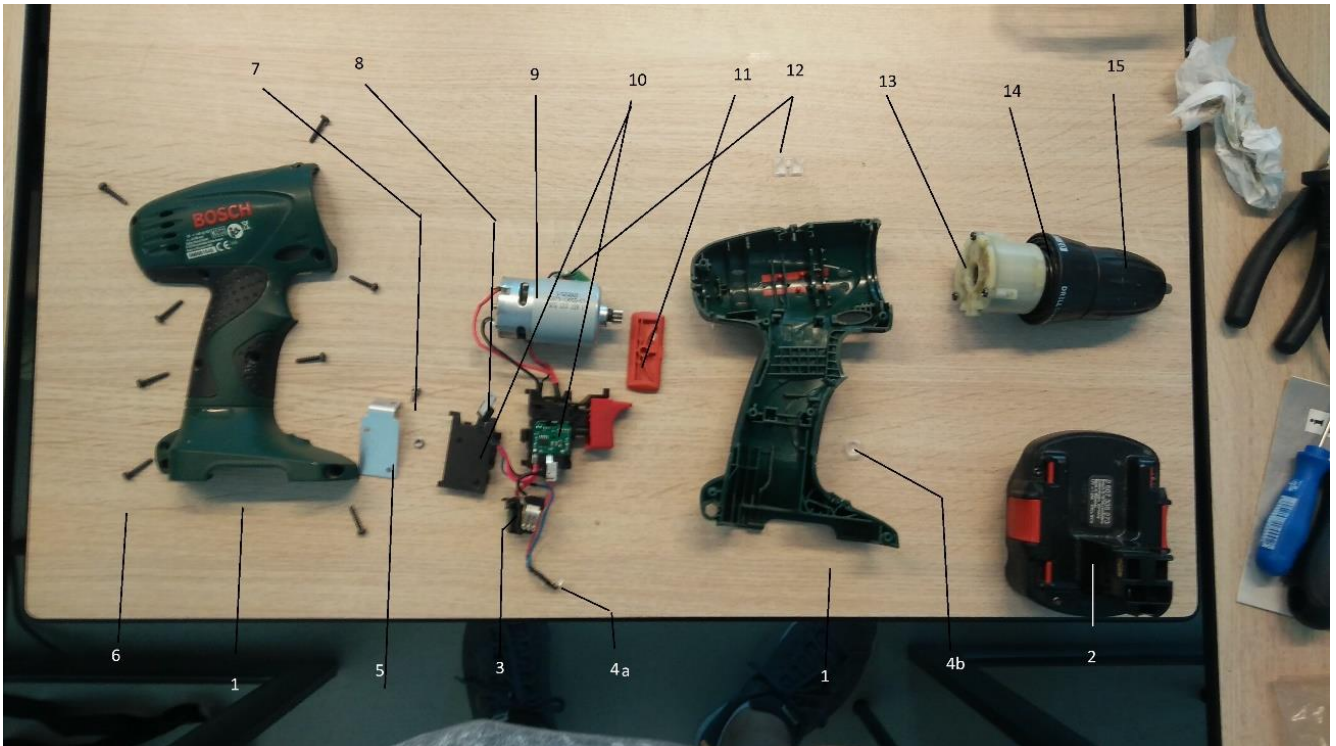
Daarnaast is het de bedoeling dat de eerstejaars studenten met behulp van deze opdracht leren hoe zij een goed verslag kunnen schrijven.

Het uitgevoerde onderzoek bestaat uit een aantal onderdelen:

- Deconstructie
- Per onderdeel functies bestuderen
- Oriëntatie proces nabootsen
- Analyse proces nabootsen
- Programma van eisen
- Verder bestuderen van het apparaat
- Ontwerp proces nalopen
- Conclusie

2 Onderzoek

2.1 Exploded view met onderdelenlijst



nummer	benaming	functie
1	Behuizing	Structureel, handzaam
2	12v Accu	stroombron
3	Accu aansluiting	Ontkoppelbare aansluiting voor stroombron
4a	Power LED	Indicatie LED
4b	Afdekking Power LED	Bescherming Power LED
5	Koelelement	Power Control Mosfet koelen
6	Schroeven behuizing	Aan elkaar verbinden behuizings-helften
7	Schroef en moer koelelement	Bevestiging koelelement aan Mosfet
8	Power control Mosfet	Voltage regeling naar motor
9	DC motor	Aandrijving
10	Control board en schakelaar	Besturing power Mosfet, uitlezen trigger positie en uitlezen boorricting schakelaar
11	Boorricting selectie	Selectie voor richting van draaien van Electro-motor
12	Boorricting LED (afdekking)	Indicatie Led voor boorricting
13	Planetaire overbrenging	Overbrenging van DC motor naar boorkop
14	Slipkoppeling (selectie)	Koppeling die de maximum doorlaatbare hoeveelheid kracht naar de boorkop in laat stellen.
15	Boorkop	Inklemmen boortjes

Figuur 2.1 Exploded View met onderdelenlijst

2.2 Deconstructie Proces

In dit eerste onderdeel wordt het deconstructie proces beschreven van het gekozen product.

- 1 Verwijderen van de acht torx schroeven die de twee behuizing 's helften bij elkaar houden.
- 2 Openen van de behuizing 's helften.
- 3 verwijderen van de Boorkop & overbrenging 's assemblage.
- 4 verwijderen van de door een kabelnetwerk verbonden interne onderdelen.
- 5 verwijderen van het kopstuk van de draairichting schakelaar
- 6 verwijderen afschermraampjes van de indicatie LED 's
- 7 losschroeven Mosfet Koelelement
- 8 open klikken power control circuit behuizing

2.3 Onderdeel beschrijving

1 Behuizing

De behuizing van een apparaat heeft meerdere functies
Ten eerste dient de behuizing om de interne componenten te beschermen tegen fysieke of elektrische schade.
Daarnaast zorgt de behuizing er ook voor dat het product veilig en comfortabel te hanteren is door de gebruiker.
Als laatste heeft de behuizing een esthetische waarde, het oog wil ook wat.

Afbeelding 2.1



2 12v Accu

De accu is een 12 volt 1.2 Ah Nickel-Cadmium batterij
De accu is essentieel voor het bereiken van de klantwensen.
Het doel van de accu is om energie op te slaan voor de boormachine om snoerloos te kunnen functioneren.

Afbeelding 2.2



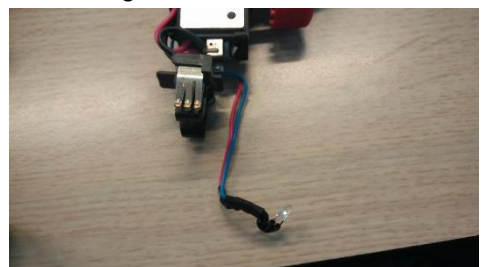
3 Accu aansluiting

De Accu aansluiting is een afneembare elektrische aansluiting ontworpen om de accu uit te kunnen wisselen.

4 Power LED

De Power LED laat aan de gebruiker weten of de boormachine aan staat.

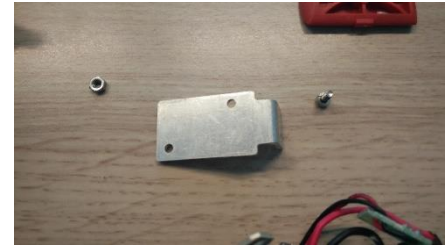
Afbeelding 2.3



5 Koelelement Mosfet

Dit is een Aluminium onderdeel wat via een warmtegeleidende verbinding met de warmte producerende Power control Mosfet verbonden wordt om deze van koeling te voorzien.

Afbeelding 2.4



7 Schroef & moer Koelelement power Mosfet

Montage materiaal Koelelement

Afbeelding 2.5



6 Torx schroeven behuizing

Deze schroeven hebben als functie om de twee behuizings schelpen bij elkaar te houden.

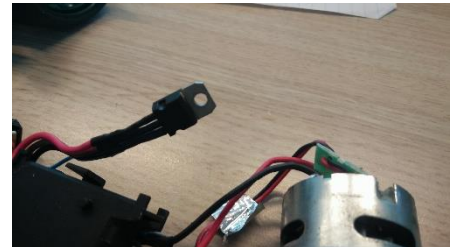
Daarnaast worden sommige interne onderdelen via een inklem-verbinding vast gehouden.

De kracht van toepassing in deze verbinding komt voort uit deze schroeven.

Afbeelding 2.6

8 Power control Mosfet

De power control Mosfet heeft als functie om het voltage afkomstig van de batterij te besturen op basis van een input van het controle bord om hiermee de snelheid van de motor te variëren.



9 DC motor (Bosch ls-550px)

De Bosch LS-550PX is een 14.4 volt brushed DC-motor. De motor is de primaire aandrijving van de boormachine.

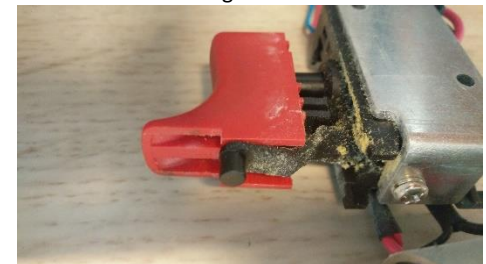
Afbeelding 2.7



10 Hoofdschakelaar controle bord

De Functie van de Hoofdschakelaar (rood in afbeelding) is om via het controlebord aan de Mosfet te vertellen hoe deze de motor moet aansturen.

Afbeelding 2.8



11 Draairichting schakelaar

Selecteert via controle bord de draairichting van de motor.

Afbeelding 2.9

12 Draairichting LED

De twee LED lampjes op dit bordje geven bovenop de boormachine de ingestelde draairichting van de motor aan.



13 Planetaire overbrenging

Vertraagd de draaisnelheid van de boorkop met een ongespecificeerde hoeveelheid ten opzichte van de motor om het koppel geleverd door de motor te versterken.

14 Slipkoppeling

De slipkoppeling is een instelbare koppeling tussen de boorkop en de overbrenging die ontkoppelt als een bepaald koppel op de boorkop wordt overschreden. Dit is om te voorkomen dat schroeven kapot gedraaid worden door de boormachine als deze hiervoor gebruikt wordt.

15 Boorkop

De Boorkop heeft als functie om het boortje of schroefbitje in te klemmen in het verstelbare inklemmechanisme.



Afbeelding 2.10 & 2.11

3 Oriëntatie

3.1 Probleemstelling

Een veelal voorkomend probleem voor zowel veel verbouwende huiseigenaren als de eventuele professional is het boren van een gaatje of het inschroeven van een schroef zonder dat het snoer van de daarvoor gebruikte machine eventueel in de weg komt te liggen of zelfs tot ongelukken kan leiden.

Er is duidelijk vraag naar een machine die in staat is om zowel te boren als om schroeven in te schroeven zonder daarbij constant aan netstroom verbonden te moeten zijn.

3.2 Klantwensen

De klant is opzoek naar een draadloze machine die in staat is om gaten te boren en schroeven in te schroeven in diverse materialen.

De machine dient een dusdanige accuduur te hebben dat de klant langdurig gebruik kan maken van het apparaat zonder de accu te hoeven verwisselen.

3.3 Belanghebbenden en Behoeften

Producten ontstaan niet zonder dat er vraag naar is, voor een concept om het tot de productiefase te halen moeten er belanghebbenden zijn.

Alle eventuele belanghebbenden en diens behoeften staan in de onderstaande tabel.

Belanghebbenden	Behoeften
Gebruiker	De Gebruiker wil een degelijke draadloze boormachine. (zie 2.3 Klantwensen)
Verkoper	De verkoper wil een goed product dat makkelijk verkoopt en voor inkomsten zorgt.
Fabrikant	De fabrikant wil een product dat snel en goedkoop geproduceerd kan worden, met zo min mogelijk nodige arbeid.
Leverancier	De leverancier wil een product dat snel en tijdig geleverd kan worden aan de verkopers.
Ontwerper	De ontwerpen wil een ontwerp maken voor een succesvol product om zo aantrekkelijk te lijken voor toekomstige opdrachtgevers.
Transporteur	De transporteur wil een product dat compact verpakt en zo licht mogelijk is, om transport kosten zo laag mogelijk te houden.

Figuur 3.1 Belanghebbenden & behoeften tabel

3.4 Programma van Eisen

Het Programma van eisen is een ontwerp onderdeel dat alle klantwensen en ontwerpcriteria in een overzicht zet.

Nummer	Eis	Eenheid	Bron	Datum
1	Productie			
1.1	Wanddikte Behuizing minimaal 2mm	mm	Werkplaats	10-10-2018
1.2	Moet verschillende maten boortjes kunnen uitwisselen		Opdrachtgever	10-10-2018
1.3	Motor moet 95W aan vermogen hebben	Watt		
1.4	Moet een gat kunnen boren in hout/kunststof/gipsmuur		Opdrachtgever	7-10-2018
1.5	Moet van een schroef kunnen inschroeven zonder deze te strippen		Opdrachtgever	7-10-2018
1.6	Moet een uitneembare batterij hebben		Opdrachtgever	10-10-2018
1.7	Moet een instelbare draairichting hebben		Opdrachtgever	
2	Duurzaamheid			
2.1	Moet van zo min mogelijk milieu belastende materialen gemaakt zijn		Opdrachtgever	11-2-2018
3	Uitstraling			
3.1	Moet herkenbaar een Bosch product zijn		Opdrachtgever	11-10-2018
3.2	Moet een Bosch logo dragen		Opdrachtgever	11-10-2018
3.3	Moet aan het Bosch kleurenschema voldoen		Opdrachtgever	11-10-2018
4	Ergonomie			
4.1	Mag maximaal 1,5 Kg wegen	Kg	Opdrachtgever	11-10-2018
4.2	Moet met een hand te gebruiken zijn		Opdrachtgever	11-10-2018
5	Omgeving			
5.1	Moet stootbestendig zijn		Werkplaats	2-11-2018
5.2	Moet trilling bestendig zijn	Hz	Werkplaats	2-11-2018
5.3	Moet tegen fijne deeltjes kunnen		Werkplaats	2-11-2018
5.4	Moet een axiale kracht van 10Kg op de boor kunnen weerstaan.	Kg	Werkplaats	7-11-2018

Figuur 3.2 PvE

4 Analyse

4.1 Functie analyse

Het doel van de functie analyse is dat er een korte lijst met alle functies die een apparaat heeft wordt samengesteld.

Hiermee kan vervolgens het analyse proces worden voortgezet.

De hoofd functies zijn de primaire doelen van het apparaat.

De deel functies zijn alle andere gebeurtenissen die plaats vinden in het apparaat.

Hoofd functies

- Gaten boren
- Schroeven inschroeven

Deel functie

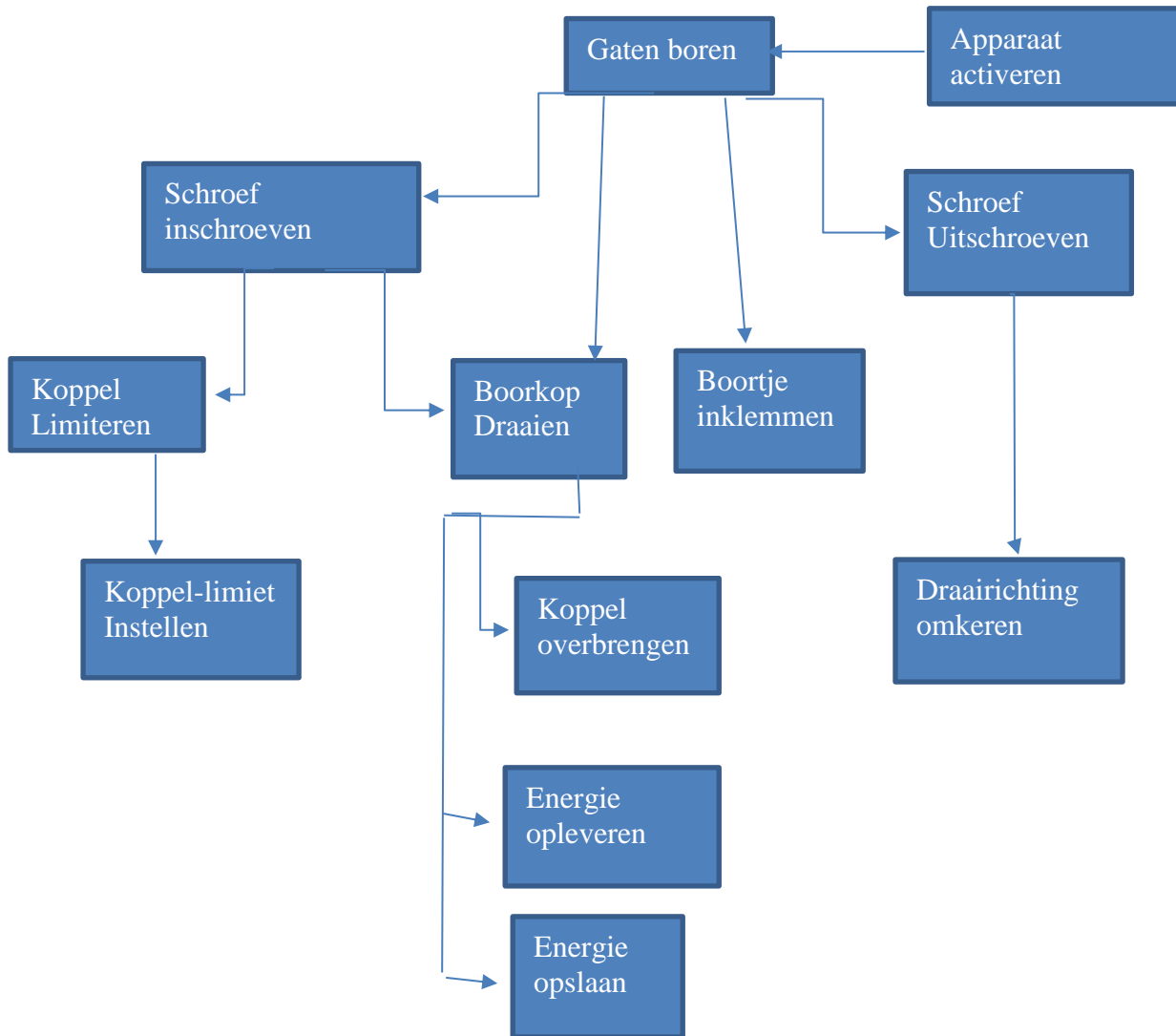
- Draaisnelheid variëren
- Draairichting instellen
- Koppel overbrengen
- Koppel limiteren
- Energie opslaan
- Energie opleveren
- Feedback leveren

Een Korte opsomming van de functies per onderdeel:

Onderdeel:	Functie
1 Behuizing	Structureel ondersteunen
2 Accu	Energie opslaan
3 Accu aansluiting	Energie overbrengen
4 Power LED	Gebruiker informeren
5 Koelelement Mosfet	Mosfet koelen
6 Torx schroeven behuizing	Behuizingshelften verbinden
7 Schroef & moer Koelelement Mosfet	Koelelement bevestigen
8 Power control Mosfet	Aansturen motor
9 DC motor	Produceren Koppel
10 Hoofdschakelaar controle bord	Controlleren motorsnelheid
11 Draairichting schakelaar	Draairichting selecteren
12 Draairichting LED	Gebruiker informeren
13 Planetaire overbrenging	Overbrengen koppel
14 Slipkoppeling	Limiteren koppel
15 Boorkop	Boortje inklemmen

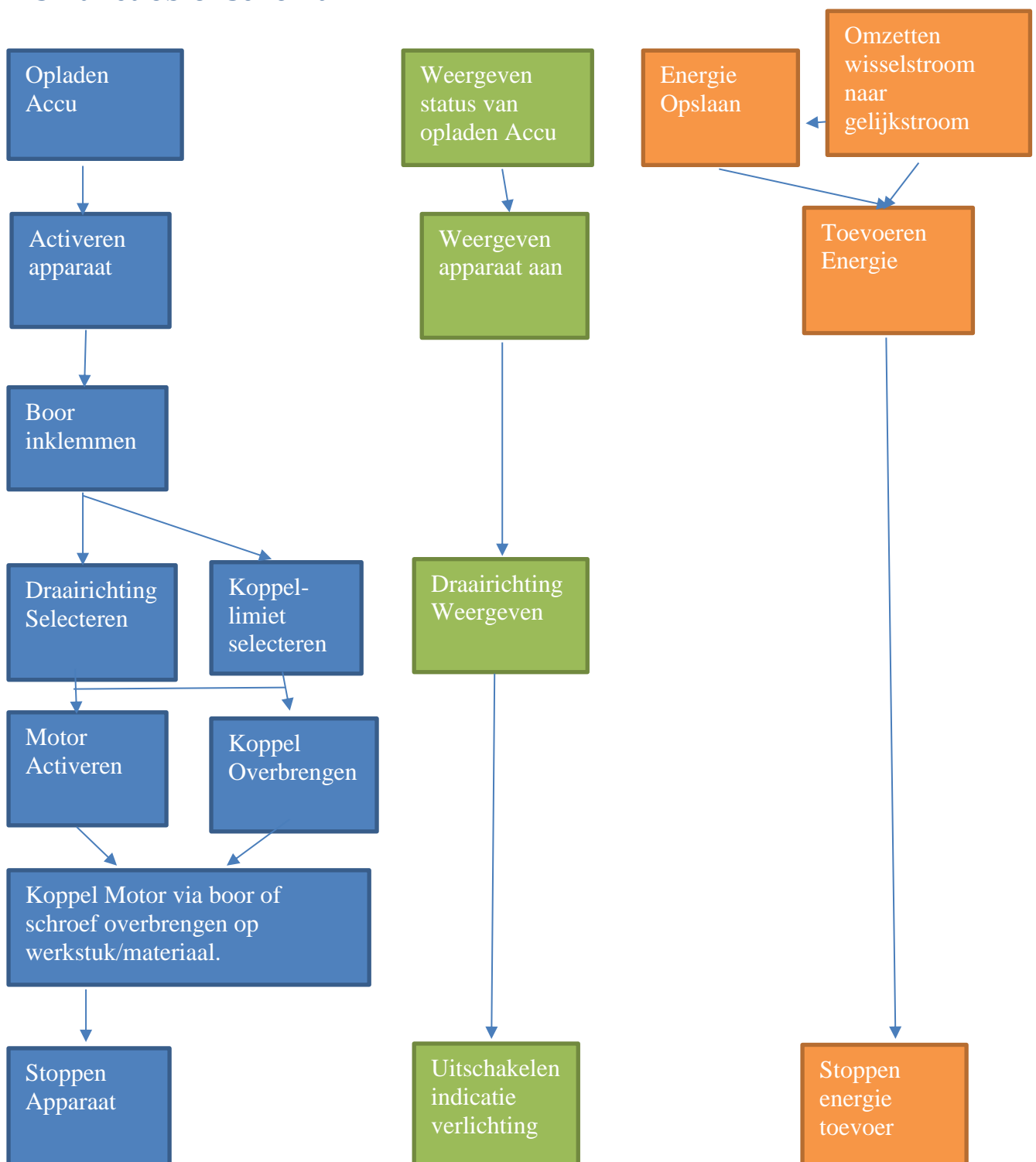
Figuur 4.1 functiebeschrijving

4.2 Functieboom



Figuur 4.2 Functieboom

4.3 Functieblokschema

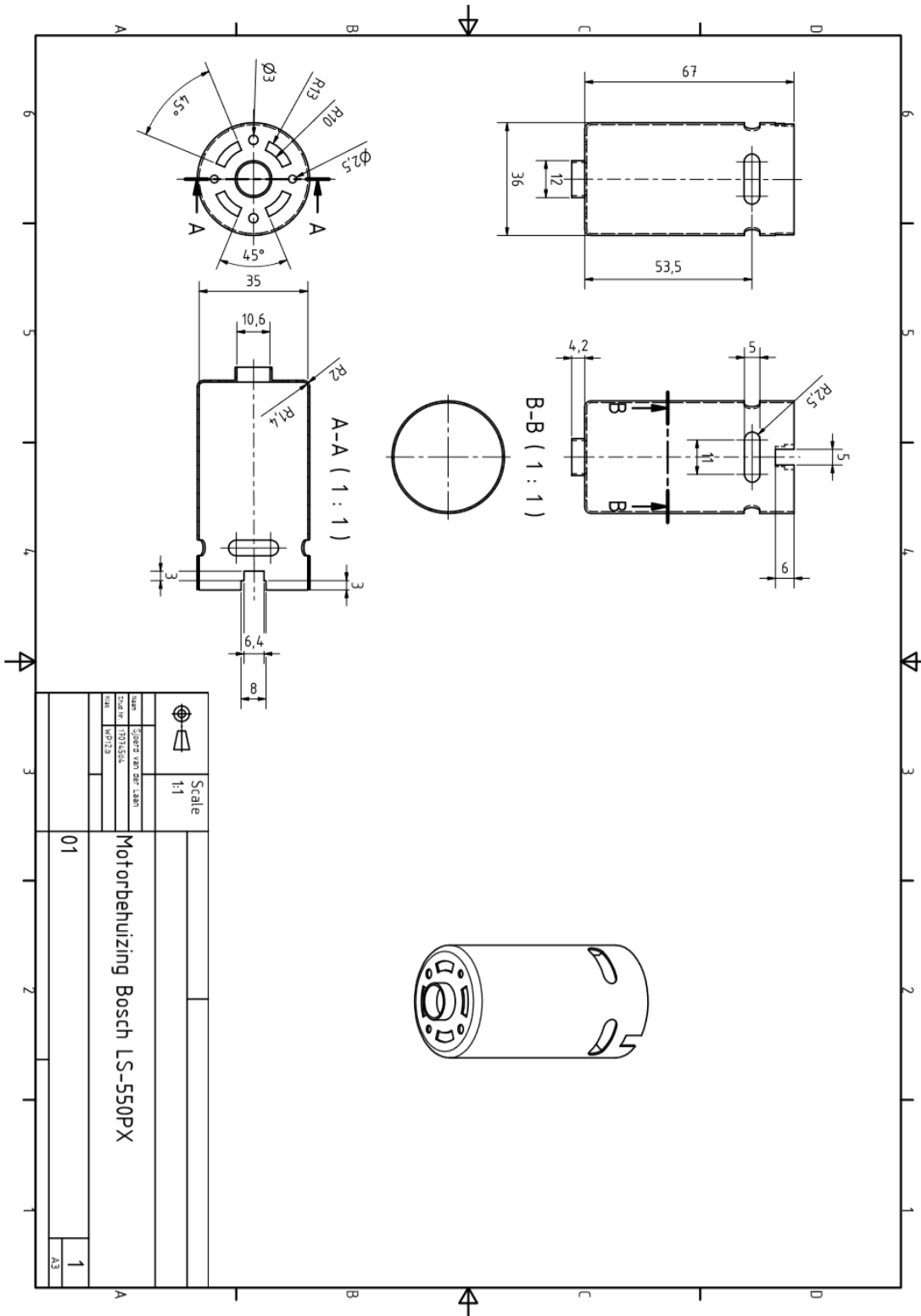


Figuur 4.3 functieblokschema

5 ontwerp

5.1 2D tekening

Voor deze opdracht had ik de behuizing van de Bosch ls-550px nagemaakt (onderdeel 1 van subassembly 9 uit de exploded view)



Figuur 5.1 2D tekening

5.2 Vrij lichaam schema

Een VLS van de externe krachten die werken op een boortje was is ingeklemd in de boorkop tijdens normaal gebruik.



Figuur 5.2 VLS

Berekeningen:

M motor is volgens de producent 26 Nm (zie bron 1 pagina 15 onder PSR 12).

Ook is de maximale draaisnelheid van de boorkop 700 rpm volgens de producent (zie bron 1 pagina 15 onder PSR 12).

Om het vermogen van de motor te berekenen moet je de koppel en het toerental van de motor weten, hiervoor moet je door de overbrenging heen rekenen.

In dit geval hebben we het over een dubbele planetaire overbrenging met een gefixeerd sattelietwiel.

Hiervoor hebben we de volgende formule:

$$\sigma = (1+Z/S)\pi$$

in ons geval:

σ = ingaand toerental van de motor

Z = aantal tanden van het zonnwiel = 9

S = aantal tanden planeet wielen = 19

π = uitgaand toerental

voor de eerste van de twee planetaire overbrengingen hebben we een uitgaan toerental van 700 rpm:

$$\sigma = (1+9/19)700 = 1031,6 \text{ rpm}$$

en dat is dan ons uitgaand toerental voor de tweede planetaire overbrenging:

$$\sigma = (1+9/19)1031,6 = 1520 \text{ rpm}$$

dit geeft de overbrenging een vertraging van $1520:700 = 2,17:1$

Om het koppel van de motor te berekenen moet je het koppel op de boorkop delen door 2,17 omdat de motor evenveel werk verricht in 2,17 keer de afstand, koppel voor gemeten in kracht maal afstand (Newton * Meter).

Dit geeft een motorkoppel van 12 Nm

Voor het berekenen van het vermogen van de motor hebben we de formule:

$$P = M \cdot \omega$$

M hebben we, dit is 12 Nm

ω is in radialen per seconde, dus moet onze 17500 rpm omgerekend worden.

Dat kan met de onderstaande formule:

$$1 \text{ rpm} = 1 \cdot (2\pi/60) \text{ rad/s (zie bron 2)}$$

$$\text{Dus } 1520 \text{ rpm} = 1520 \cdot (2\pi/60) \text{ rad/s} = 159 \text{ rad/s}$$

ω is dus 159 rad/s

dan komt P er zo uitrollen:

$$P_{\text{motor}} = 12 \cdot 159 = 1910 \text{ watt} = 1,9 \text{ kW}$$

Hieruit valt te constateren dat 700 rpm en 26 Nm de twee uiteindes van de koppel grafiek van de motor zijn.

Dit is omdat als de motor 1,9 kW trekt zou er met 12 volt bijna 160 ampère door de motor heen zou staan, en dat is onrealistisch.

Dus daaruit concludeer ik dat er niet genoeg informatie bijgeleverd staat om het vermogen van de boormachine te berekenen.

(wel heb ik de specificaties van een groepje soortgelijke motoren gevonden om een idee te krijgen, maar het exacte model staat hier niet tussen, zie bron 4)

F_{spier} is een variabele waarde omdat niet iedere gebruiker even hard op de boormachine zal duwen tijdens gebruik.

Volgens het PvE moet de de Boor een axiale kracht (**F_{spier}**) van 10 Kg kunnen houden.

Dit geeft een **F_{spier}** van 98,1 N

Dit geeft automatisch ook een **F_{normaal}** van 98,1 N omdat dit de reactiekracht op **F_{spier}** is.

$$\sum F_x = 0;$$

$$\sum F_x = F_{\text{spier}} - F_{\text{normaal}} = 98,1 - 98,1 = 0$$

Geeft **F_{normaal}** = -98,1 N

Onder normale gebruiksomstandigheden zou **F_{inklemming}** 0 moeten zijn omdat de duwkracht van de gebruiker axiaal op de as van de boor komt te staan, en in het VLS spreken we over normale gebruiksomstandigheden.

Dus:

$$\sum F_y = 0;$$

$$\sum F_y = F_{\text{inklemming}} = 0$$

Geeft **Finklemming** = 0

En als laatste **Mweerstand**:

Mweerstand is een reactie moment op **Mmotor**.

$$\sum M = 0;$$

$$\sum M = \mathbf{Mmotor} + \mathbf{Mweerstand} = 0$$

$$26 \text{ Nm} + \mathbf{Mweerstand} = 0$$

Geeft:

$$\mathbf{Mweerstand} = 0 - 26 = -26 \text{ Nm}$$

5.3 verbindingen & overbrengingen

Verbindingen:

- Schroef verbinding tussen de twee behuizing 's helften (onderdeel 1 in exploded view (x2))
Een schroefverbinding is een verbinding waarin een schroef op de schroefdraad in een gat in het onderdeel wordt gedraaid om een daar op gelegen onderdeel in te klemmen
- Inklemverbinding tussen de behuizing 's helften en de boorkop/overbrenging 's assemblage (onderdelen 1 en 13 in de exploded view)
Bij een inklemverbinding is er sprake van een negatieve speling, waardoor er een starre verbinding ontstaat
- Soldeerverbinding tussen de bekabeling en de interne componenten (toepasselijk voor onderdelen 3,4,8,9,10,11,12 in de exploded view)
Bij een soldeerverbinding wordt er een geleidend metaal met een laag smeltpunt tussen twee elektrische contacten gesmolten om een verbinding te maken.







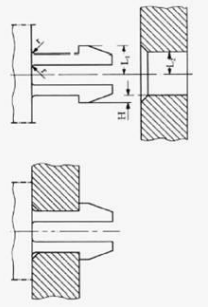




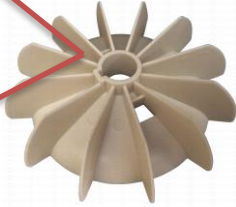
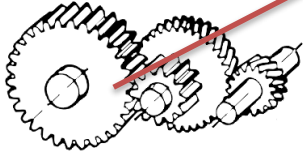


Overbrengingen:

- Tandwieloverbrenging in de planetaire overbrenging
Een tandwieloverbrenging bestaat uit twee wielen die een geribbeld oppervlak hebben die precies op elkaar aansluiten waardoor een draaibeweging overgebracht kan worden.
- De DC motor
De DC motor zet elektrische energie over in kinetische energie door een afwisselend magnetisch veld te produceren in de koper spoelen die tegen de permanente magneten aan drukt en hierdoor de motor aandraait.

5.4 Morfologisch overzicht

Het morfologische overzicht komt voort uit het probleem dat er meerdere ontwerp mogelijkheden zijn voor het oplossen van het zelfde probleem.

Het doel van dit overzicht is om uit alle mogelijke uitgangspunten het beste ontwerp te kiezen op een overzichtelijke wijze.

Functie	Functie vervullers			
energie opleveren	Netstroom 	Accu 	Handmatig 	pneumatisch 
behuizing assembleren	Schroefverbinding 	Lijmverbinding 	Klikverbinding 	
onderdelen bevestigen	Schroefverbinding 	Inklemverbinding 		
motor koelen	Radiator 	Axiale ventilator 	Radiale ventilator 	
koppeloverbrenging	tandwieloverbrenging 	tandriemoverbrenging 	Kettingoverbrenging 	

Figuur 5.3 Morfologisch overzicht

5.4 Materialen

1, koper

Koper is gebruikt in de spoelen in de elektromotor om het magnetisch veld te creëren die tegen de permanente magneten aan druk op de as om de motor rond te draaien.

Ook wordt er koper gebruikt in de bedrading in het apparaat.

In beide gevallen is dit omdat koper een goed elektrisch geleider is en omdat het een vrij taai metaal is, is het makkelijk buigbaar is waardoor het geschikt is voor bedrading en om een spoel van te wikkelen.

2, aluminium

Aluminium is gebruikt in het koelelement voor de Power Mosfet omdat Aluminium een goed en goedkoop warmte geleider is die makkelijk te bewerken is.

3, ABS plastic

ABS plastic is gebruikt voor de behuizing omdat het een sterk plastic is wat is opgewassen tegen de externe en structurele belasting die op het apparaat uitgeoefend zal worden tijdens het gebruik

Ook is ABS relatief goedkoop en makkelijk te bewerken.

4 SEBS plastic

Het handvat van de boormachine is gedeeltelijk van zachter SEBS plastic omdat dit een betere grip geeft dan het harde ABS plastic waar de behuizingshelften van gemaakt zijn.

5.5 Productietechnieken

Spuitgieten

De behuizingshelften (onderdeel 1 in exploded view) zijn met behulp van spuitgieten gemaakt. Het proces van spuitgieten wordt en een rauw kunststof granulaat door een opening (2) heen getrokken door een schroef (1) en door een verwarmingsproces heen gedrukt wordt.

Aan het einde van dit verwarmingsproces wordt het nu vloeibare plastic door de spuitmond (3) heen gedrukt om in de caviteit (5) tussen twee matrijshelften (4&6) terecht te komen.

Hierna wordt de kunststof gekoeld en het eindproduct uit de matrijs verwijderd,



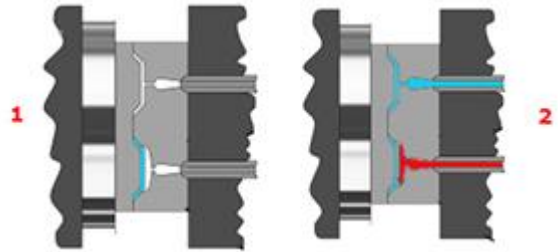
Afbeelding 5.1 spuitgieten

Overmolding

Overmolding is gebruikt om de SEBS plastic laag aan te brengen op de ABS behuizing (onderdeel 1 in de exploded view)

In het overmolding proces gebeurt grotendeels hetzelfde als in spuitgieten.

Behalve dat in plaats van dat het product wordt losgemaakt van de matrijs na het spuitgieten wordt deze terwijl het onderdeel nog op een deel van de eerste matrijs zit overgebracht naar een tweede spuitgiet machine met een andere matrijs om de spuitmond, en hier wordt een tweede laag plastic met een lager smeltpunt aangebracht op het vorige oppervlak.



Afbeelding 5.2 Overmolding

Buigen

Buigen is gebruikt voor het vorming van het aluminium koelelement van de Mosfet.

Buigen is een gerichte permanente vervorming van een plaat metaal door het onder een hoek vast te klemmen.



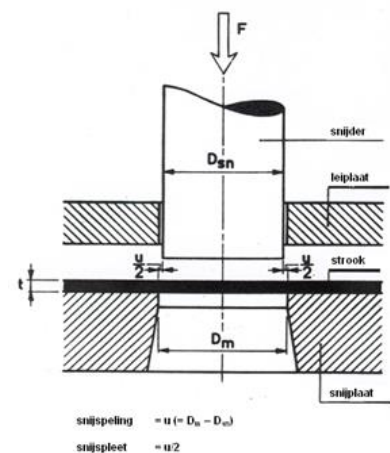
Afbeelding 5.3 Buigen

Ponsen

Ponsen is zowel gebruikt voor de schroef en pen gaten in het aluminium koelelement van de Mosfet als voor het maken van de ventilatie gaten in de DC motor.

Bij ponsen wordt er gebruik gemaakt van een pen met een kleine snijrand aan het einde.

Door de vorm en grootte van de pen te variëren kun je verschillende soorten gaten in een plaat metaal maken



Afbeelding 5.4 Ponsen

6 Conclusie

Er valt te concluderen dat de Bosch PSR 12 een goed ontworpen en uitgebreid doordacht product is. We zijn door alle ontwerp en productie fasen heen geweest zoals deze beschreven staan in

Ontwerpen van technische innovaties.

Het product is er toe in staat op fysiek werk sneller en effectiever te doen dan een soortgelijk niet-elektrisch product.

Ook slaagt het er in om dit voor elkaar te krijgen zonder aan de netstroom te hoeven hangen vanwege de grote accu.

Hierdoor is voldoet dit product aan de probleemstelling.

Literatuurlijst

1. Oskam, I., Ontwerpen van technische innovaties (2016), Tweede druk, Noordhoff Uitgevers
2. Industriële productie (2018), Zesde druk, Boom
3. K. G. Budinski, Materiaalkunde (2015), Negende editie, Pearson
4. W. Hoogland, Rapport over rapporteren (2015), Zevende editie, Noordhoff Uitgevers

Bronnen

1. <https://www.gebruikershandleiding.com/Bosch-PSR-12/preview-handleiding-221882.html>
 2. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Toerental>
 3. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Planeetwielmechanisme>
 4. <https://tpetrov.com/pictures/pdf/mot-ls-550px.pdf>
- Voor de afbeeldingen:**
5. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/74/Injection_moulding_process.png/400px-Injection_moulding_process.png
 6. <http://www.demetaalgids.nl/index.php?page=technieken&hoofdtechniek=Scheiden&techniek=Ponsen&id=11>
 7. <https://www.plaatwalserij-purmerend.nl/nl/buigen>
 8. <https://knowledge.autodesk.com/support/moldflow-insight/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/MoldflowInsight/files/GUID-418C5D0C-D09D-43ED-9EF3-05C4A6E3415B-htm.html>
 9. https://nl.wikipedia.org/wiki/Spuitgieten#/media/File:Injection_moulding_process.png
 10. https://profipatch.com/media/catalog/product/cache/1/image/1800x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/3/3/334_640x640_5.jpg
 11. <https://static.webshopapp.com/shops/219440/files/157768445/bosch-accu-bosch-24v-2000mah-20ah-ni-mh-replacemen.jpg>
 12. <https://www.toolstation.nl/shop/Handgereedschap/d10/Centerpunten+%26+Ponsen/sd3247/Handboor/p20242>
 13. <https://lemato.nl/wp-content/uploads/2016/04/AOK-Professionele-Pneumatische-Stiftslijper-Boormachine.jpg>
 14. <https://www.kitemana.nl/kitemana/kiteboard-schroef-58503>
 15. <https://www.gerstaecker.nl/Uhu-allplast-universele-plastic-lijm.html>
 16. <http://technotheek.utwente.nl/w/images/6/6d/Klikverbindingen.jpg>
 17. <https://www.speedwaymotors.com/AFCO-1949-54-Chevy-Aluminum-Radiator-Chevy-Engine,53646.html>
 18. https://webshop.drabbe.nl/WSDData/WSItemAttachments/241_175px_175px.jpg
 19. <https://www.allekabels.nl/koeler/214/1085667/ventilator-12v.html>
 20. <http://www.wescap.nl/ventilatoren-mv-klasse-f-kunststof>
 21. <http://www.tandwiel.info/wp-content/uploads/terminologie-meervoudig-tandwielstel.gif>
 22. [http://www.caldic-techniek.be/media/5d56c023-74da-417b-88ef-2a70e3dd1a2c/1450353161/Images/Locations/Caldic%20Techniek%20Belgium/CROSS%20and%20MORSE/foto%20sc%20\(Small\).jpg?mh=150](http://www.caldic-techniek.be/media/5d56c023-74da-417b-88ef-2a70e3dd1a2c/1450353161/Images/Locations/Caldic%20Techniek%20Belgium/CROSS%20and%20MORSE/foto%20sc%20(Small).jpg?mh=150)
 23. https://www.garagedeurentekoop.nl/media/catalog/product/cache/3/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/t/a/tandriem-garage-deur-marantec_1.jpg