

18-09-17

Accuboormachine



Haagse Hogeschool, Delft
Floris Dusseljee
16149351

Samenvatting

In dit verslag zal het voorwerp de accuboormachine centraal staan. De accuboormachine wordt van vele kanten bekeken zoals de belanghebbende en hun behoeftes tot aan de productietechnieken. Elk onderdeel wordt behandeld doormiddel van de hoofdzaken eruit te lichten. Eerst zal er een exploded view gepresenteerd worden om duidelijk te krijgen wat er precies allemaal in de accuboormachine zit. Daarna volgt de probleemstelling de belanghebbende en hun behoeftes. Hier zal gekeken worden naar de reden van het ontstaan van de accuboormachine en welke mensen hier baadt bij hebben. Als derde wordt gekeken naar de functie die de accuboormachine allemaal heeft. Dit wordt gedaan doormiddel van verschillende schema's. Hierna volgt een 2D tekening van een onderdeel van de accuboormachine. Dit is gedaan om te laten zien hoe het normaal bij de fabrikant wordt voorgeschoteld. Als vijfde komen drie kleinere deelonderwerpen aan bod. Deze gaan over verbindingen, energieoverbrengingen en alternatieve manieren van verbindingen of onderdelen. Daarna zullen de materialen en productietechnieken toegelicht worden. En er wordt afgesloten met een vrij lichaamsschema van een bepaald onderdeel.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk	pagina
1. Samenvatting	ii
2. Inleiding	1
3. Exploded view	2
4. Probleemstelling, belanghebbende en behoeftes	3
5. Functieboom en functieblokschema	5
6. 2D-tekening	7
7. Energieoverbrengingen, verbindingen en alternatieven	8
8. Materialen	10
9. Productietechnieken	11
10. Klantenwensen en plan van eisen	12
11. Vrij lichaamsschema	13
12. Conclusie	14
13. Literatuurlijst	15
14. Bijlage	16

Inleiding

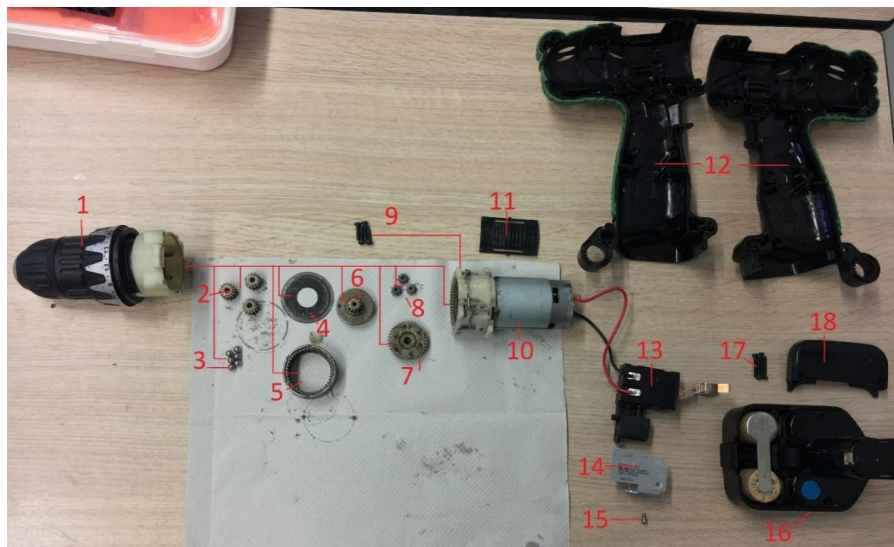
In ons eerste blok was de opdracht om een werktuigbouwkundig product te ontleden en te kijken naar alle facetten die erbij komen kijken. Ik heb ervoor gekozen om een accuboormachine hiervoor te gebruiken. Een alledaags product dat rondom het huis gebruikt wordt en ook door vaklui. Er zal zeker een verschil in de accuboormachine die ik heb ontleed en een professionele accuboormachine zitten, maar de opzet blijft hetzelfde.

De onderwerpen die besproken worden gaan van belanghebbende en hun behoeftes tot aan de productietechniek die gebruikt is. Dit maakt het een heel breed verslag waardoor er bij elk onderwerp de belangrijkste hoofdzaken naar bovenkomen.

Het verslag is geschreven voor mijn medestudenten aan de Haagse Hogeschool te delft. En bedoelt om andere te informeren over mijn bevindingen.

Exploded view.

Een exploded view is een technische tekening. In deze tekening zijn de onderdelen van het apparaat zichtbaar. Het wordt in 3D weergegeven. De onderdelen liggen op volgorde zoals ze in het apparaat zitten. Hieronder zijn twee verschillende exploded views zichtbaar. Het eerste exploded view is een foto waar met een lijn aangegeven is op welke volgorde de onderdelen in het apparaat zitten. Het tweede exploded view is een tekening die professioneel is gemaakt. Bij beide exploded views zal een lijst aanwezig zijn met een nummering. Hierin staan de onderdelen zichtbaar in de exploded view. In bijlage 2 is ook een professioneel exploded view aanwezig.



Afbeelding 1. Foto van de boormachine uit elkaar gehaald en op de juiste volgorde neergelegd. Alle onderdelen zijn genummerd

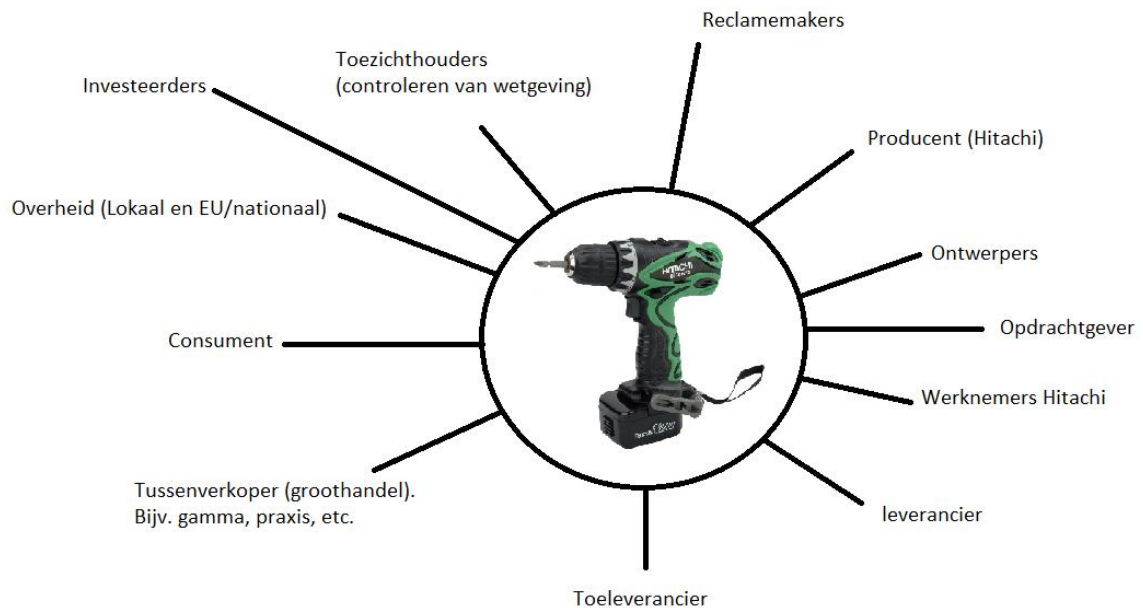
Tabel 1. Tabel van alle onderdelen met nummer uit afbeelding 1.

#	Onderdeel
1	Boorkop
2	Tandwiel Type A
3	Kogellagers
4	Sluitring
5	Ring Versnelling
6	Klein Tandrad
7	Tandwiel Type B
8	Tandwiel Type C
9	Schroeven Type A
10	Motor
11	Schuifschakelaar
12	Behuizing
13	Snelheid regelaar
14	Metalen behuizing
15	Schroef Type B
16	Accu
17	Schroeven Type C
18	Plastic Klep

Probleemstelling, Belanghebbende en behoeftes

Probleemstelling:

In een werksituatie van de bouw moet men vaak een gat in de muur maken. Dit kan op meerdere manier zoals doormiddel van een handboor maar er is ruimte voor verbetering omdat het lang duurt om een gat te maken. Doel van deze ontwikkeling is om snel gaten te kunnen boren op afgelegen plaatsen en dat het apparaat makkelijk bruikbaar is.



Afbeelding 2. Een woorden web met alle belanghebbende van de accuboormachine.
[1]

Belanghebbende met hun behoeftes:

De belanghebbende bij zoon nieuw product zijn:

- Producent:
- Wilt een goede winstmarge.
 - Werknemers kunnen het product fabriceren en hebben een opdracht.
 - Het product is goedkoop te maken.
 - Het product kan snel gefabriceerd worden.
- Ontwerpers:
- Product moet in de stijllijn van het bedrijf passen.
 - Het moet voor elke consument bruikbaar zijn.
 - Het design moet bijtijds zijn.
 - Wilt het ontwerp zo eenvoudig mogelijk.
- Opdrachtgever:
- Goedkoop
 - Wilt een grootte winstmarge.
 - Een product dat goed verkoopt.
- Werknemers:
- Een product dat met hun opleiding te maken is.

- Leverancier:
- Het product moet niet zwaar zijn.
 - Het product moet ruimte efficiënt zijn.
 - Het product moet passen in het vervoer van de leverancier.
 - De route van A naar B moet tijdsefficiënt zijn.

- Toeleverancier:
- Wilt zo veel mogelijk materiaal kunnen verkopen.
 - Wilt zijn materiaal voor de beste prijs kunnen verkopen.

- Tussenverkoper (groothandel):
- Een product dat snel leverbaar is.
 - Een product waar winst op te maken is.
 - Een product dat goed verkoopt.

- Consument:
- Een goede prijs-kwaliteit verhouding.
 - Een aantrekkelijk design.
 - Het moet makkelijk op te ruimen zijn.
 - Het moet veilig te gebruiken zijn.
 - Het product moet zo stil mogelijk zijn.

- Overheid:
- Wilt belasting kunnen heffen op het product.
 - Wilt dat het product aan de wetten voldoet.

- Investeerders:
- Willen zo veel mogelijk winst maken.

- Toeziethouders:
- Willen dat het product aan de wetten van de overheid voldoet.

- Reclamemakers:
- Willen dat het product bekend wordt onder de consument.
 - Willen dat het product herkend wordt door de consument en dat het van een bepaald bedrijf is.

Functieboom en functieblokschema

Een boor heeft veel functies maar de hoofdfunctie is: Gaten boren.

Verder zijn er ook deelfuncties van de boormachine zoals het los en vastdraaien van schroeven, moeren, bouten, etc.

Hieronder is in een tabel weergegeven wat per onderdeel de functie is.

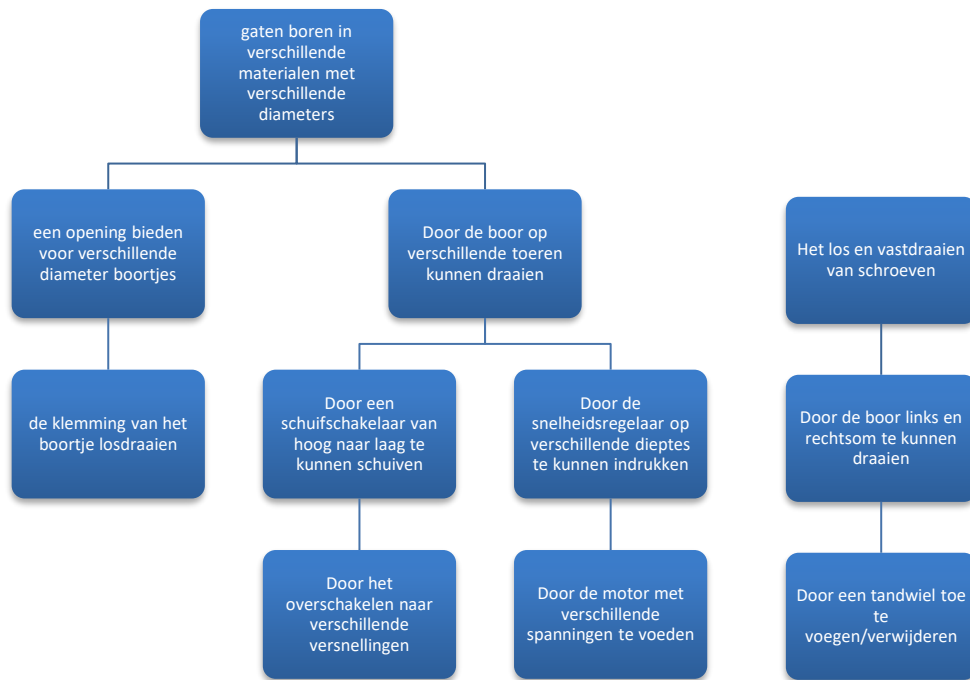
Tabel 2. Een overzicht van alle onderdelen met per onderdeel de functie.

#	Onderdeel	Functie
1	Boorkop	Draaien boortje
2	Tandwiel Type A	Overbrengen energie
3	Kogellagers	Weerstand verlagen
4	Sluitring	Delen afsluiten
5	Ring Versnelling	Snelheden aanpassen
6	Klein Tandrad	Overbrengen energie
7	Tandwiel Type B	Overbrengen energie
8	Tandwiel Type C	Overbrengen energie
9	Schroeven Type A	Vasthouden materiaal
10	Motor	Energie genereren
11	Schuifschakelaar	Versnelling kiezen
12	Behuizing	Onderdelen vasthouden
13	Snelheid regelaar	Snelheid beheren
14	Metalen behuizing	Stevigheid bieden
15	Schroef Type B	Vasthouden materiaal
16	Accu	Energie opslaan
17	Schroeven Type C	Vasthouden materiaal
18	Plastic Klep	Onderdeel afsluiten

Een functieboom geeft duidelijk weer hoe de hoofdfunctie onderverdeeld kan worden in deelfunctie. Wanneer het schema van boven naar beneden wordt doorlopen wordt er elke keer dezelfde vraag gesteld: Hoe? Wanneer het schema in de tegengestelde richting wordt doorlopen dan wordt er antwoord op de vraag gegeven: Waarom?

Hieronder is de functieboom van een boormachine weergegeven. Aan de linkerkant staat de hoofdfunctie met daaronder de deelfuncties. Aan de rechterkant staat een andere grote deelfunctie in een aparte functieboom. Dit is gedaan omdat de hoofdfunctie niet aansluit op de deelfunctie maar wel een belangrijke eigenschap is van een accuboormachine.

Tabel 3. Functieboom van een accuboormachine



In een functieblokschema staan de belangrijkste functies op volgorde van tijd. Hierin wordt stap voor stap aangegeven wat er allemaal gedaan moet worden om het uiteindelijke resultaat te krijgen waarvoor het apparaat voor bedoeld is. Voor de accuboer is ook een functieblokschema gemaakt met daarin alle stappen.

Tabel 4. Functieblokschema van een accuboormachine.

Tijd	1	2	3	4
Materie	Accuboormachine aanzetten	Juiste snelheid kiezen	Gat boren	Accuboormachine uitzetten
Info	Juiste boortje kiezen	Weten in wat voor materiaal je gaat boren		
Energie	Energie verkrijgen uit batterij	Energie omzetten naar een draaibeweging door middel van een motor	Draaibeweging omzetten naar een kracht die het boortje aanstuurt	Energietoevoer afsluiten naar de motor

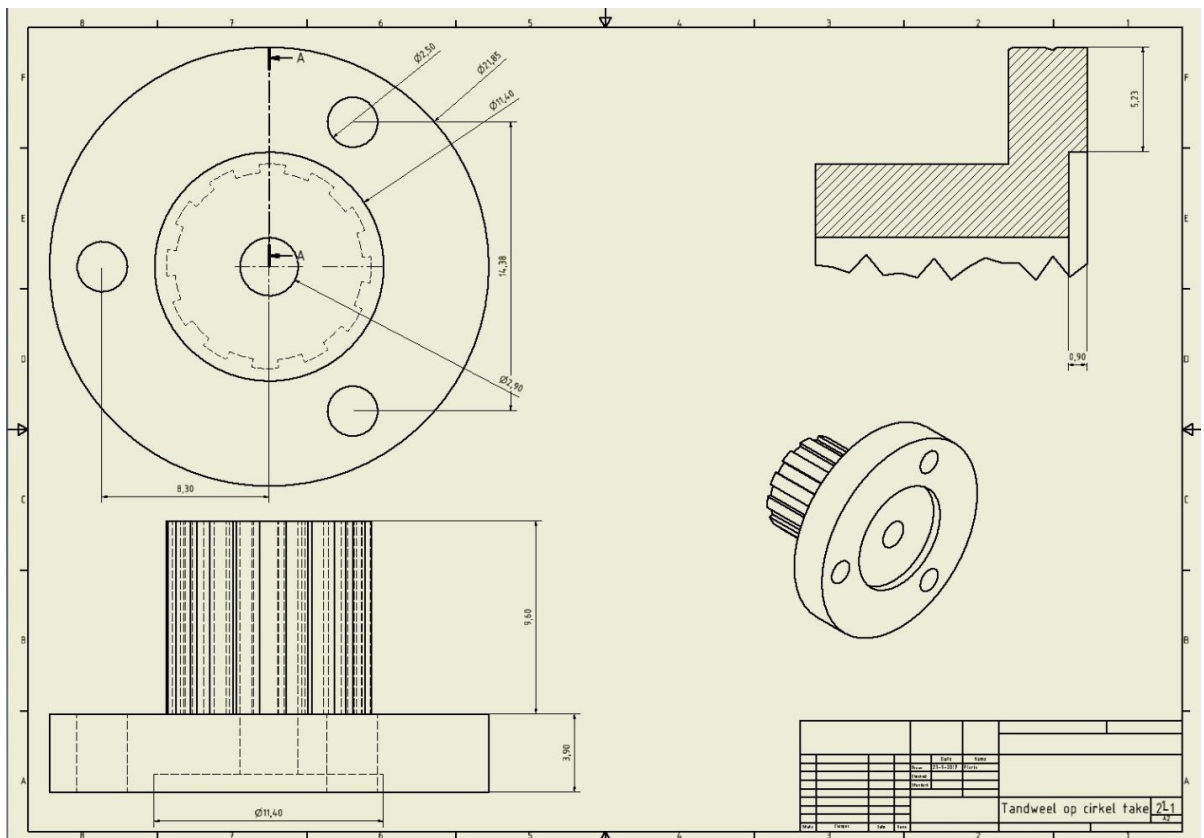
2D-tekening

Een onderdeel wordt altijd eerst zorgvuldig uitgetekend voordat het gemaakt kan worden. Dit kan met de hand worden gedaan maar er zijn ook programma's voor. Als opdracht moest er ook van een onderdeel uit de boormachine een tekening gemaakt worden. Dit is gedaan door middel van het programma Autodesk Inventor Professional 2018. Er is een tekening gemaakt van een kleine ringtand. Afbeelding 3 & 4 geven weer hoe het onderdeel er in het echt uitziet. Op de afbeeldingen zijn er drie pinnen te zien die uitsteken op het onderdeel. Deze zijn op de tekening niet weergegeven en als gat beschouwd. Dit is in overleg met de docent gedaan. De reden hierachter is dat deze pinnen in het onderdeel geperst zijn. De pinnen zijn dus niet samen met het onderdeel gemaakt maar apart.

Hieronder is de tekening van het product te zien. De maten zijn ook in de tekening weergegeven zodat als het moet het onderdeel compleet nagemaakt kan worden doormiddel van de onderstaande tekening.



Afbeelding 3 & 4. Het getekende object weergegeven van 2 kanten.



Afbeelding 5. Een 2D tekening van een tandrad. Schematisch.

Energieoverbrengingen, verbindingen en alternatieven

Energieoverbrengingen

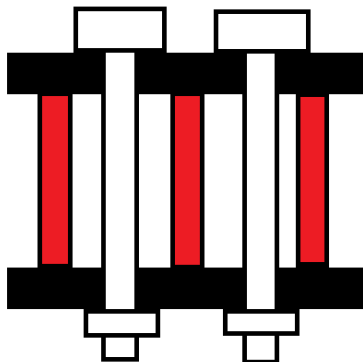
Er treden 2 energieoverbrengingen op in mijn accuboer. Deze zijn elektrische en mechanische overbrengingen. De elektrische overbrenging in de accuboer is de energie die uit de batterij langs de snelheidsschakelaar naar de motor gaat. Hierna zet de motor deze energie om in mechanische energie. De draaiing die de motor voortbrengt wordt daarna doormiddel van tandwielen overgebracht naar de boorkop. De tandwielen die door elkaar gaan draaien is ook een vorm van mechanische overbrenging.

Verbindingen

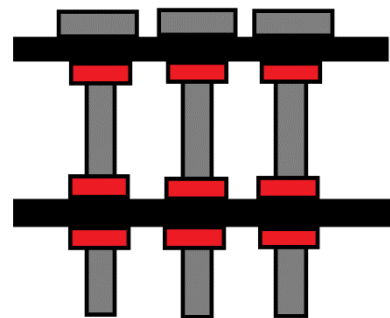
De drie verbindingen waarnaar gekeken wordt zijn: vormgesloten, krachtgesloten en materiaalgesloten. Een vorm van een vormgesloten verbinding in mijn product zit bij het tandrad (#6 bij exploded view). In dit onderdeel zitten drie gaten. In deze gaten zijn drie metalen pinnen door middel van krimpen vastgezet. Een krachtgesloten verbinding is de veer die in de boorkop zit. Doordat deze veer onder spanning staat blijven verbindingen aan elkaar. Een ander voorbeeld is het gebruik van schroeven in de boormachine. Er is niet van materiaalgesloten verbindingen gebruikgemaakt in de accuboormachine.

Alternatieven

De veer die in de boormachine zit heeft een functie, het op spanning houden van twee onderdelen waar het druk op uitoefent. De veer is een optie waarvoor ze gekozen hebben maar er zijn ook andere manieren waarop dit gedaan kan worden. Een mogelijkheid is om een moer te nemen en door middel van bouten ze op de juiste afstand te houden. Zie afbeelding 6 Het onderdeel moet dan tussen twee bouten vast gezet worden en zo is het ook mogelijk om het op spanning



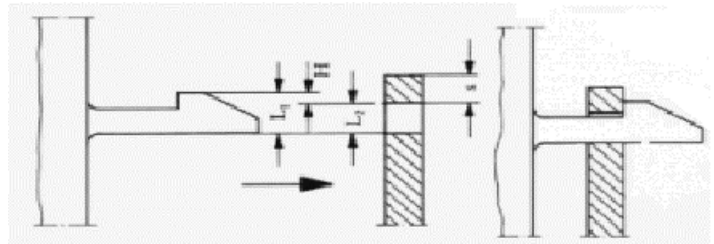
Afbeelding 7. Een alternatieve manier van de veer. Zwart, materiaal. Wit, bout en moer. Rood, elastisch materiaal.



Afbeelding 6. Een alternatieve manier van de veer. Zwart, materiaal. Grijs, bout. Rood, moer.

te houden. Een andere mogelijkheid is om bouten te gebruiken en in plaats van ze door middel van moeren op hun plaats te houden er een ander materiaal tussen te stoppen zoals weer gegeven in afbeelding 7. Het rode materiaal zit ertussen geklemd en de bouten met elk een moer (wit) duwt het tegen elkaar aan. Wanneer voor het rode materiaal gezocht wordt naar een materiaal dat hoge elasticiteit heeft kan het ook trillingen opvangen van de boor.

Een ander onderdeel dat vervangen zou kunnen worden zijn de schroeven die behuizing bij elkaar houden. Een mogelijkheid zou zijn om een klikverbinding te gebruiken (afbeelding 8). Met deze verbinding zit het stevig vast aan elkaar maar is het nog wel mogelijk om de behuizing te verwijderen indien er een onderdeel vervangen moet worden. Een andere mogelijkheid om de schroeven te vervangen is door middel van bouten en moeren. Dit zorgt er ook voor dat het product nog los te maken is.



Afbeelding 8. Schematische tekening van een klikverbinding. [2]

Materialen [4]

In een accuboormachine zitten veel verschillende soorten materialen. Elk materiaal heeft zijn eigen eigenschappen. En deze eigenschappen moeten ook bij de functie van het onderdeel passen. Er wordt naar drie materialen gekeken die in de accuboormachine. De onderdelen die uit deze materialen worden gemaakt hebben allemaal een andere functie. (In bijlage 1 staan 3 screenshots uit ces EduPack 2016 van de gekozen materialen)

Het eerste onderdeel is de behuizing, deze is gemaakt van polycarbonaat. Dit is te achterhalen omdat er op de behuizing een code staat. Deze code is PC-GF15. Het eerste deel van de code is PC dit staat voor polycarbonaat. Belangrijke eigenschappen voor de accuboormachine die dit materiaal heeft zijn dat het geen elektriciteit geleid en dat het een grootte hardheid heeft. In de boormachine lopen elektriciteitskabels en deze zijn op sommige delen niet beschermd. De behuizing zorgt ervoor dat wanneer de accuboormachine aan staat de gebruiker geen schok krijgt. De hardheid van de thermoplast is ook belangrijk. De accuboormachine is een gebruiksvoorwerp en zal tijdens het gebruik wel wat stoten krijgen. Wat dan niet mag gebeuren is dat er een gat of een kras in de behuizing komt. Dit zorgt voor een zwakke plek wat voor gevaar kan zorgen.

Een ander onderdeel is de behuizing van tandwielen. Dit onderdeel houdt tandwielen op zijn plaats. De tandwielen hebben wel de mogelijkheid om in het onderdeel rond te draaien. Een eigenschap wat hier belangrijk is, is het smeltpunt van de thermoplast. Door het snelle ronddraaien van de boor zorgen de tandwielen voor weerstand en ook dus hitte. Het mag nooit voorkomen dat het onderdeel gaat smelten vandaar het hoge smeltpunt. De andere eigenschap die uitgelicht wordt is het elastische limiet. Door het draaien zal de boor gaan trillen en dit zorgt voor buigingen en stress op het materiaal. Door het hoge elastische limiet blijft de behuizing heel en scheurt niet.

Het laatste onderdeel zijn kleine kogeltjes. Deze kogeltjes zitten tussen de tandwielen in om wrijving te verlagen. Ze zorgen ervoor dat de materialen elkaar niet raken maar via de kogeltjes

over elkaar heen rollen. Hier is ook de smeltemperatuur van groot belang. De kogeltjes rollen met hoge snelheid over 2 andere metalen. Hierbij komt hitte vrij maar het kogeltje mag niet gaan smelten want dan is hij niet meer rond en veroorzaakt het juist wrijving in tegenstelling dat het wordt voorkomen. Bij dit principe is de hardheid ook van belang er mogen geen krassen of deukjes op de kogeltjes komen daarom is het van sterk materiaal gemaakt met een hoge hardheid.



Afbeelding 9. Kogeltjes zoals in de accuboormachine. [3]

Productietechnieken [5]

Elk onderdeel in de accuboormachine wordt op een andere manier gemaakt. Om toch een oriëntatie te hebben van hoe de accuboormachine gemaakt wordt zullen er een paar productietechnieken uitgelicht worden.

De eerste productietechniek is verloren-was-gieten. Dit wordt vaak toegepast bij tandwielen. De reden hierachter is dat het materiaal van de tandwielen vaak moeilijk te verspanen is. Bij deze techniek heeft het eindproduct een uitstekende oppervlaktestructuur en een hoge maatnauwkeurigheid. Hierdoor hoeft het eindproduct nauwelijks of niet bewerkt te worden. Dit is een voordeel omdat tandwielen heel nauwkeurig moeten zijn en uit hard materiaal gemaakt worden. Hierdoor is het naderhand heel lastig daarom is deze techniek prettig voor het maken van tandwielen. Deze techniek telt een aantal stappen. De eerste stap is het maken van een wasmodel. Vaak worden meerdere wasmodellen samen op een wasboom gezet. De wasboom wordt hierna ondergedompeld in een keramische “slurry”. Dit gebeurt meerdere keren dat er een dikke laag ontstaat. Daarna wordt het was er uitgesmolten en de huls gebakken. Dan is de vorm klaar en kan er met metaal in de huls gegoten worden voor het uiteindelijke product.

Om de behuizing te maken van de accuboormachine is het een mogelijkheid om spuitgieten te gebruiken. Deze methode is perfect voor thermoplasten. Het materiaal wordt in vaste vorm een trechter in gegoten waarna het in een cilinder terecht komt. In de cilinder zit een schroef. Deze schroef neemt het vaste materiaal mee richting de spuitmond. Onderweg smelt het materiaal doormiddel van wrijving en warmte elementen. Wanneer er genoeg gesmolten materiaal bij de spuitmond zit en het homogeen is wordt het de matrijs in gespoten onder hogedruk. Als de matrijs is afgekoeld kan de behuizing van de accuboormachine eruit worden gehaald. Deze methode is perfect voor de behuizing omdat het kleine details bevat en die kunnen op deze manier perfect vervaardigd worden.

De laatste productietechniek die toegelicht wordt is rolbuigen. Deze techniek is toegepast bij het maken van het omhulsel van de motor. Het is een simpele techniek maar kan daarom wel snel gedaan worden en kost niet veel geld. Dit is handig om de kosten zo laag mogelijk te houden. Het onderdeel hoeft alleen te beschermen en zit nergens aan vast. Het maken van het omhulsel gebeurt door drie buigrollen. Hiertussen wordt een plaat gedrukt. Er zitten 2 buigrollen onder de plaat en een erboven. De buigrol aan de bovenkant geeft aan hoe erg het materiaal gebogen moet worden.

Klantenwensen en plan van eisen

Voordat een accuboormachine gemaakt kan worden moet er eerst gekeken worden naar wat de klant eigenlijk in huis wilt hebben. Dit wordt gedaan door middel van klantenwensen. Deze informatie kan verkregen worden door bijvoorbeeld een marktonderzoek. Voor de accuboormachine zijn er ook klanten wensen zoals hieronder weergegeven.

Klantenwensen:

- Het product moet gaten kunnen boren in verschillende materialen.
- Het product moet draagbaar zijn.
- Het product moet snoerloos zijn.
- Het product moet zo stil mogelijk zijn.
- Het product moet snel gaten kunnen boren.
- Het product moet makkelijk te gebruiken zijn.
- Het product moet robuust zijn.

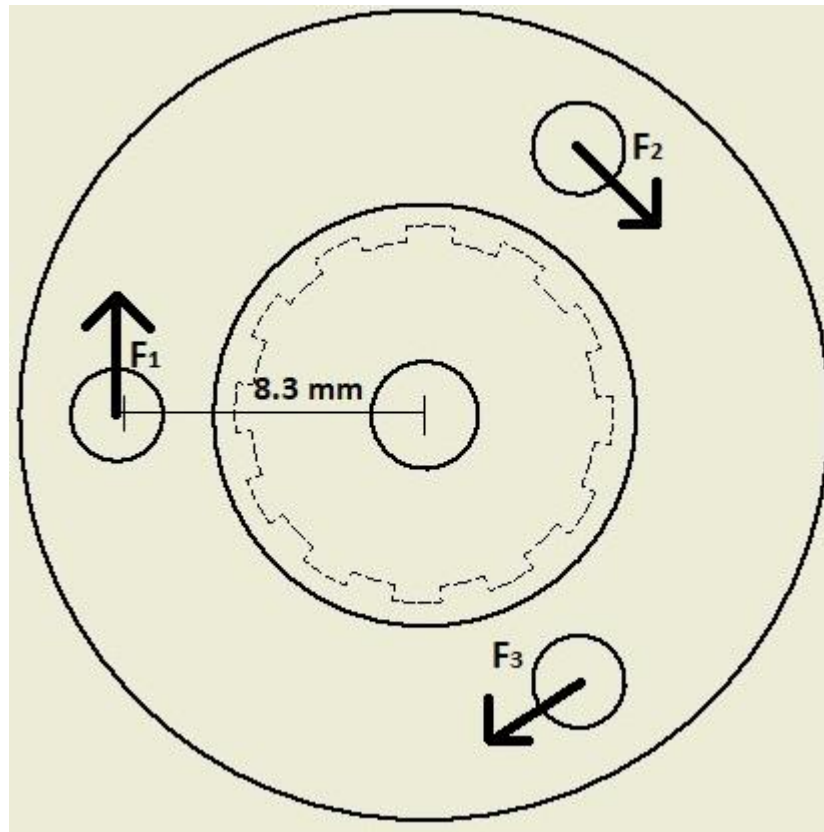
Doormiddel van een pakket van eisen wordt het voor de ontwerper duidelijk waar het gemaakte apparaat aan moet voldoen en wat de klant voor apparaat zou willen hebben. Hieronder volgt een lijst van eisen waaraan de accuboormachine moet voldoen:

Tabel 5. Het plan van eisen.

Nummer	Eis	Eenheid	Verificatie	datum
1	Het apparaat mag niet zwaarder zijn dan 3.0 kg	Kg	Controle in de productietekening	20-9-2017
2	Het apparaat moet gaten kunnen boren met een doorsnede van minimaal 10 mm	Mm	Controle in de productietekening	20-9-2017
3	De levensduur van het apparaat moet minimaal 7 jaar zijn	Jaar	Versnelde verouderingstest met prototype	20-9-2017
4	De batterij van het apparaat moet na 1000 keer opgeladen te zijn nog voor minimaal 85% van de originele capaciteit hebben	Procent	Versnelde verouderingstest met prototype	20-9-2017
5	Het apparaat mag niet duurder zijn dan 100 euro	Euro	Marktonderzoek	20-9-2017
6	Het apparaat moet links en rechtsom kunnen draaien	Nvt.	Controle in de productietekening	20-9-2017
7	Onderdelen van het apparaat moeten los vervangbaar zijn	Nvt.	Controle in de productietekening	20-9-2017

Vrij lichaamsschema

Voor het vrij lichaamsschema is het tandrad gebruikt waar ook al eerder de 2D tekening over gemaakt is. Dit is gekozen omdat de krachten die erop werken duidelijk te bepalen zijn.



Afbeelding 10. Het vrije lichaamsschema.

De krachten F_1 , F_2 en F_3 zijn gelijk aan elkaar.

De afstand tussen de kracht en de as waar het onderdeel omheen draait is 8.3mm

$$F_1 = F_2 = F_3 = 1\text{ N}$$

$$M = F * r$$

$$M_1 = 1 * 8.3 = 8.3\text{ Nmm} = 8.3 * 10^{-3}\text{ Nm}$$

Wat betekent dat elke kracht een moment heeft van $8.3 * 10^{-3}\text{ Nm}$. En dit moment werkt vanuit dezelfde plaats als de kracht.

Voor de krachten is 1 N gekozen, dit is een aannamen. Er is gekeken naar de groten van het onderdeel en de plaats in de accuboormachine. Waaruit de schatting gekozen is.

Conclusie

In de probleemstelling werd er gezocht naar een oplossing voor het trage proces van een gat boren. Hiervoor is uiteindelijk een oplossing gevonden na nauwkeurig onderzoek doen. Een accuboormachine blijkt de beste uitkomst. Het voldoet aan alle klantenwensen en het pakket van eisen stemt er mee in. Nadat die waren goedgekeurd moest er ook nog gekeken naar alle functie die het nieuwe apparaat moest hebben. Dit is onderzocht door middel van verschillende tabellen. Ook is er gekeken naar verschillende materialen en welke eigenschappen zij beter hebben dan andere materialen. En die eigenschappen op de juiste manier toe laten passen. Na het kiezen van de materialen moest het product ook nog efficiënt geproduceerd worden daarom is er gekeken naar de productietechnieken. Al die stappen hebben als eindresultaat een accuboormachine.

Literatuurlijst

- [1] Alleen de afbeelding in het midden komt van: Geraadpleegd op 16-10-17.
<https://www.toolmax.nl/hitachi-ds12dvf3-accu-boor-schroefmachine-lamp-ub12d.html>
- [2] Geraadpleegd op 16-10-17.
<http://technotheek.utwente.nl/wiki/Bestand:Klikverbindingen4.png>
- [3] Geraadpleegd op 16-10-17 <https://nl.aliexpress.com/item/50-stks-Duurzaam-Fiets-Rvs-Bal-Vervanging-Onderdelen-5mm-Fiets-Staal-Kogellager-Gratis-Schip/32834779771.html?spm=a2g0z.search0305.4.14.qxgBbx>
- [4] CES EduPack 2016
- [5] Kals H.J.J, Buiting-Csikos Cs., van Luttervelt C.A., Moulijn K.A., Ponsen J.M., Streppel A.H., (2015), Industriële productie (5de druk), Amsterdam, Nederland: Boom uitgevers Amsterdam, pagina 62,63,77,109
- [6] Geraadpleegd op 4-10-17. <https://www.mmtoolparts.com/store/ds12dvf3-parts>

Bijlagen

Bijlage 1.

Hieronder zijn vier screenshots te vinden uit CES EduPack 2016. Ze staan op dezelfde volgorde als genoemd in het hoofdstuk.

Polycarbonate (PC)

.ayout

Edu Level 1

Show/Hide

Compositional summary ⓘ
(O-(C6H4)-C(CH3)2-(C6H4)-CO)n

General properties

Density	ⓘ	1,14e3	-	1,21e3	kg/m³
Price	ⓘ	* 3,42	-	3,72	EUR/kg

Mechanical properties

Young's modulus	ⓘ	2	-	2,44	GPa
Yield strength (elastic limit)	ⓘ	59	-	70	MPa
Tensile strength	ⓘ	60	-	72,4	MPa
Elongation	ⓘ	70	-	150	% strain
Hardness - Vickers	ⓘ	17,7	-	21,7	HV
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	ⓘ	22,1	-	30,8	MPa
Fracture toughness	ⓘ	2,1	-	4,6	MPa.m ^{0.5}

Thermal properties

Maximum service temperature	ⓘ	101	-	144	°C
Thermal conductor or insulator?	ⓘ	Good insulator			
Thermal conductivity	ⓘ	0,189	-	0,218	W/m.°C
Specific heat capacity	ⓘ	1,53e3	-	1,63e3	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient	ⓘ	120	-	137	µstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?	ⓘ	Good insulator			
------------------------------------	---	----------------	--	--	--

Optical properties

Transparency	ⓘ	Optical Quality			
--------------	---	-----------------	--	--	--

Eco properties

Embodied energy, primary production	ⓘ	* 103	-	114	MJ/kg
CO2 footprint, primary production	ⓘ	* 5,74	-	6,35	kg/kg
Recycle	ⓘ	✓			
Recycle mark	ⓘ				

Afbeelding 11. Screenshot uit CES Edupack over polycarbonate.[4]

Polyamides (Nylons, PA)

.ayout

Edu Level 1

Show/Hide

Compositional summary

(NH(CH2)5CO)n

General properties

Density

1,12e3 - 1,14e3

kg/m^3

Price

* 3,39 - 3,81

EUR/kg

Mechanical properties

Young's modulus

2,62 - 3,2

GPa

Yield strength (elastic limit)

50 - 94,8

MPa

Tensile strength

90 - 165

MPa

Elongation

30 - 100

% strain

Hardness - Vickers

25,8 - 28,4

HV

Fatigue strength at 10^7 cycles

* 36 - 66

MPa

Fracture toughness

* 2,22 - 5,62

MPa.m^0.5

Thermal properties

Melting point

210 - 220

°C

Maximum service temperature

110 - 140

°C

Thermal conductor or insulator?

Good insulator

Thermal conductivity

0,233 - 0,253

W/m.°C

Specific heat capacity

* 1,6e3 - 1,66e3

J/kg.°C

Thermal expansion coefficient

144 - 149

µstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?

Good insulator

Optical properties

Transparency

Translucent

Eco properties

Embodied energy, primary production

* 115 - 127

MJ/kg

CO2 footprint, primary production

* 7,58 - 8,38

kg/kg

Recycle

✓

Recycle mark

Afbeelding 12. Screenshot uit CES Edupack over polyamides.[4]

High carbon steel

Layout:

Edu Level 1

Show/Hide

General properties

Density		7,8e3	-	7,9e3	kg/m^3
Price		* 0,532	-	0,541	EUR/kg

Mechanical properties

Young's modulus		200	-	215	GPa
Yield strength (elastic limit)		400	-	1,16e3	MPa
Tensile strength		550	-	1,64e3	MPa
Elongation		7	-	30	% strain
Hardness - Vickers		160	-	650	HV
Fatigue strength at 10^7 cycles		* 281	-	606	MPa
Fracture toughness		27	-	92	MPa.m^0.5

Thermal properties

Melting point		1,29e3	-	1,48e3	°C
Maximum service temperature		* 350	-	400	°C
Thermal conductor or insulator?		Good conductor			
Thermal conductivity		47	-	53	W/m.°C
Specific heat capacity		440	-	510	J/kg.°C
Thermal expansion coefficient		11	-	13,5	µstrain/°C

Electrical properties

Electrical conductor or insulator?		Good conductor			
------------------------------------	-------------	----------------	--	--	--

Optical properties

Transparency		Opaque			
--------------	-------------	--------	--	--	--

Eco properties

Embodied energy, primary production		* 25,3	-	28	MJ/kg
CO2 footprint, primary production		* 1,71	-	1,89	kg/kg
Recycle		✓			

Afbeelding 13. Screenshot uit CES Edupack over High carbon steel.[4]

Bijlage 2.

Het professionele exploded view. Op afbeelding 14 is de tekening weergegeven en in tabel ... staat de lijst met onderdelen, genummerd zoals in de tekening.

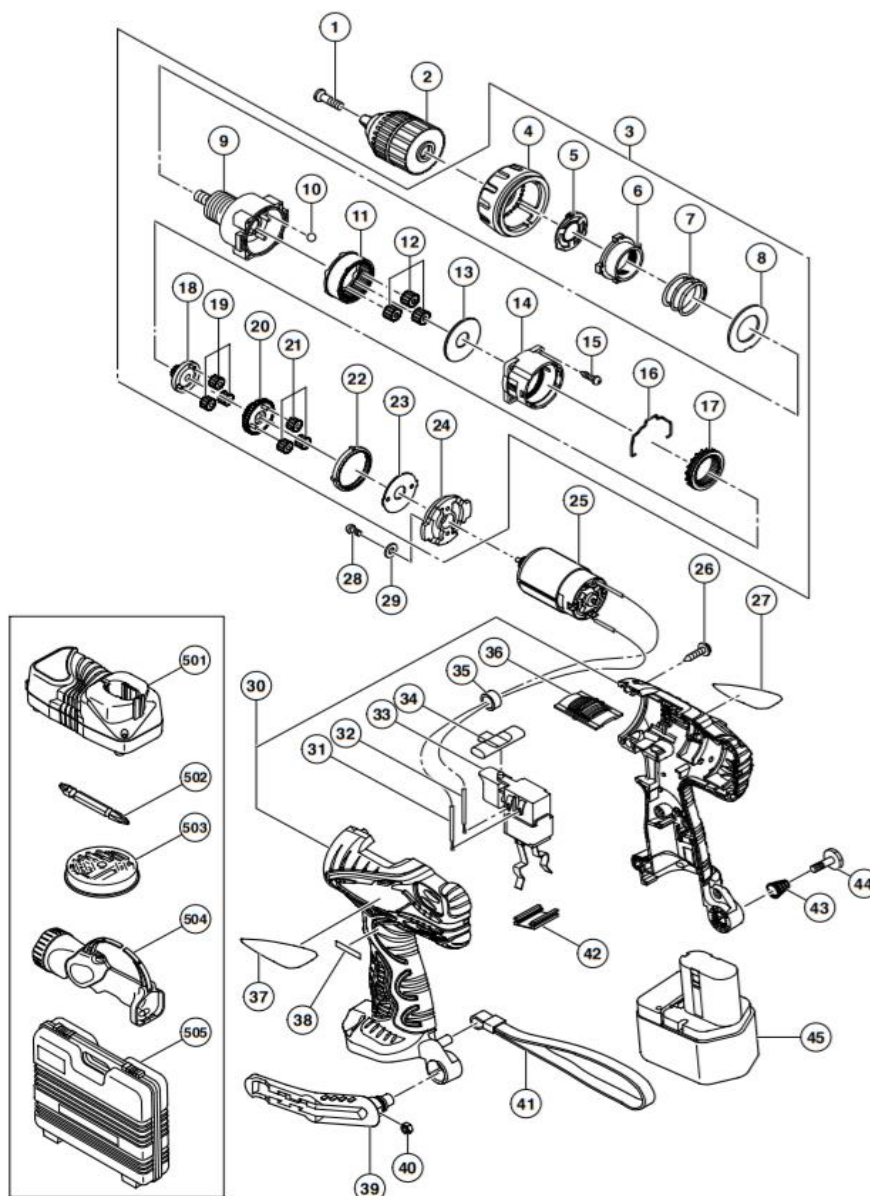
Hitachi Power Tools

LIST NO. G818

ELECTRIC TOOL PARTS LIST

CORDLESS DRIVER DRILL
Model DS 12DVF3

2005 · 3 · 30
(E1)



Afbeelding 14. Professioneel exploded view. [6]

Tabel 6. Lijst met alle onderdelen uit afbeelding 14. [6]

PARTS				DS 12DVF3	
ITEM NO.	CODE NO.	DESCRIPTION	NO. USED	REMARKS	
1	318-228	SPECIAL SCREW (LEFT HAND) M5X27	1		
2	323-250	DRILL CHUCK 10TLRK-N (W/O CHUCK WRENCH)	1		
3	324-106	GEAR BOX ASS'Y	1	INCLUD. 4-24	
4	324-114	CLUTCH DIAL	1		
5	324-108	CLICK SPRING	1		
6	324-109	NUT	1		
7	324-110	SPRING	1		
8	324-347	WASHER (D)	1		
9	324-107	FRONT CASE	1		
10	306-936	STEEL BALL D5	6		
11	324-111	RING GEAR	1		
12	324-348	PLANET GEAR (C) SET (3 PCS.)	3		
13	324-349	WASHER (A)	1		
14	324-350	REAR CASE	1		
15	324-357	SCREW SET D3X12 (4 PCS.)	4		
16	324-115	SHIFT ARM	1		
17	324-351	SLIDE RING GEAR	1		
18	324-112	PINION (C)	1		
19	324-352	PLANET GEAR (B) SET (3 PCS.)	3		
20	324-113	PINION (B)	1		
21	324-354	PLANET GEAR (A) SET (3 PCS.)	3		
22	324-353	FIRST RING GEAR	1		
23	324-355	WASHER (B)	1		
24	324-356	MOTOR SPACER	1		
25	318-244	MOTOR	1		
26	313-687	TAPPING SCREW (W/FLANGE) D3X16 (BLACK)	8		
27		NAME PLATE	1		
28	949-203	MACHINE SCREW M3X8 (10 PCS.)	2		
29	949-451	SPRING WASHER M3 (10 PCS.)	2		
30	324-363	HOUSING (A). (B) SET	1		
31	324-121	INTERNAL WIRE (B) 90L (BLACK)	1		
32	324-120	INTERNAL WIRE (B) 140L (RED)	1		
33	324-119	DC-SPEED CONTROL SWITCH	1		
34	324-117	PUSHING BUTTON	1		
* 35	323-229	FERRITE CORE	1	FOR EUROPE	
36	324-116	SHIFT KNOB	1		
37		HITACHI LABEL	1		
* 38		LABEL (CHINA)	2	FOR TPE	
39	320-287	HOOK ASS'Y	1	INCLUD. 40	
40	320-288	V-LOCK NUT M5	1		
41	306-952	STRAP (BLACK)	1		
42	315-141	TERMINAL SUPPORT (A)	1		
43	319-926	HOOK SPRING	1		
44	319-927	SPECIAL SCREW M5	1		
* 45	320-387	BATTERY EB 1220BL (W/ENGLISH N.P.)	2		
* 45	322-629	BATTERY EB 1214S (W/ENGLISH N.P.)	2		
* 45	324-360	BATTERY EB 1214S (W/ENGLISH N.P.)	2	FOR USA, CAN	
* 45	324-361	BATTERY EB 1214S (W/ENGLISH N.P.)	2	FOR TPE	
* 45	324-362	BATTERY EB 1214S (W/ENGLISH N.P.)	2	FOR KOR	