

Automatisering productie steunzolen en optimalisatie CNC-freesmachines

Holtappels Michael

Willems Wouter

master IW Elektromechanica

master IW Elektromechanica

Inleiding

De focus van deze masterproef ligt op het **optimaliseren** van het **productieproces** van steunzolen bij Spronken Orthopedie [1]. Dit proces omvat diverse handmatige handelingen die gevoelig zijn voor fouten en het reproduceren van de steunzolen is momenteel niet optimaal. Het hoofddoel van deze masterproef is om de **productietijd** van een batch van 10 paar steunzolen te **verminderen** en/of de **manuele arbeid** te **verminderen**. Bijkomend moet de kans op **fouten** **verkleind** worden en moeten de steunzolen **beter reproduceerbaar** zijn. Het uitgewerkte concept voor deze opdracht omvat het herzien van de volgorde van het productieproces. Hierbij wordt prioriteit gegeven aan het frezen van de leest in de steunzool, in plaats van deze handeling handmatig uit te voeren met een slijpmachine. Dit vereist het **ontwerpen** van een **vacuüm**mat die het mogelijk maakt om de freesblokken omgekeerd op de freesmachine te bevestigen.

Huidig proces

Het huidige proces (zie fig. 1) gebruikt **Ethyleen-vinylacetaat** blokken met een **Duralux** bodem. Uit deze blokken worden de bovenzijden van de steunzolen met een **CNC-router** gefreesd. Om dit in één bewerking te doen is de machine met een **bolfree**s uitgevoerd die geschikt is om MDF mee te frezen. Voor het snel in- en uitladen van de machine wordt er een **vacuüm**tafel gebruikt om de freesblokken aan te zuigen. De bolfree is niet ontworpen om doorheen de Duralux laag te frezen [2]. Hierdoor is de maximale freesdiepte tot tegen de Duralux.



Figuur 1: Huidige freesproces

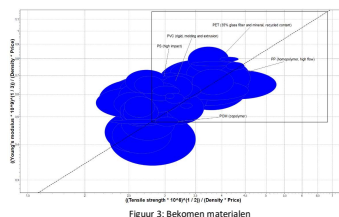
Na het freesproces snijdt een arbeider met een **breekmes** de Duralux-laag door, wat **zwaar** is voor de polsen. Vervolgens worden de steunzolen verwijderd van de freesblokken. Hierna zal een medewerker handmatig de leest **slijpen** (zie fig. 2) in de steunzolen, dit wordt op het oog gedaan en op basis van de **ervaring** van de arbeiders. Dit is het gedeelte van het proces waarbij de meeste **fouten** gemaakt worden en waarbij de **reproduceerbaarheid** wegvalt uit het product.



Figuur 2: Op leest slijpen

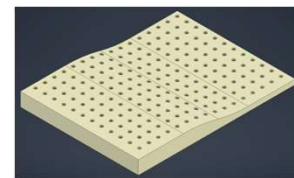
Ontwerp

Bij het ontwerpen van de vacuümmat voor het benaderen van het **inverse reliëf** van de freesblok is het materiaal belangrijk. Het materiaal moet **licht** zijn, zodat een medewerker het gemakkelijk kan omwisselen, maar tegelijkertijd **stevig** genoeg om de freesblokken stabiel te houden. Bovendien mag het materiaal geen schade veroorzaken aan de frees wanneer deze in contact komt met de vacuüm. Na een grondig onderzoek is gebleken dat **Polypropyleen** het meest geschikte materiaal is dat aan alle eisen voldoet (zie fig. 3).



Figuur 3: Bekomen materialen

Het mechanisch ontwerp van de vacuüm (zie fig. 4) is gebaseerd op de **aanzuigpunten** die in de vacuümtafel aanwezig zijn en op het reliëf van de freesblokken [3]. De vacuüm is zodanig ontworpen dat de freesblokken perfect aansluiten en dat het geheel **waterpas** ligt. De gaten zijn **conisch** voorzien zodat het gatenpatroon met zekerheid overeenkomt met de gaten van de tafel.



Figuur 4: Prototype vacuüm

Resultaten

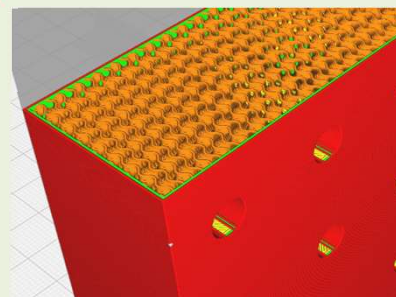
Er zijn verschillende tests uitgevoerd om het beste resultaat te behalen. Dit omvat niet alleen het **optimaliseren** van het ontwerp om ervoor te zorgen dat de freesblokken **waterpas** liggen en goed passen, maar ook het onderzoeken naar mogelijkheden om met de **bolfree**s door de Duralux-laag heen te frezen door gebruik te maken van ramping. De bovengenoemde tests zijn **succesvol** afgerond en hebben geleid tot de uitvoering van een finale test (zie fig. 6). De leest wordt eerst uitgefreesd en vervolgens de bovenzijden van de steunzool.



Figuur 6: Finale resultaat

Deze laatste test is ook met succes afgerond maar met een **complicatie** die ervoor zorgt dat er geconcludeerd moet worden dat bij **grote batchgroottes** deze methode niet ideaal is. Tijdens het frezen van de bovenzijden van de steunzool wordt er opgemerkt dat het **lekverlies** van de vacuüm is te groot is na een paar steunzolen. Dit ontstaat omdat er vacuüm kan ontsnappen langs de contour van de steunzolen. Dit onderzoek opent de mogelijkheid om **complexe steunzolen** in kleine batches te produceren, wat bruikbaar is in productie en kan leiden tot innovatieve concepten.

Productie



Figuur 5: Screenshot slicer

Origineel zouden deze blokken machinaal vervaardigd worden maar door de hoge productiekosten is er geopteerd om deze te **3D-printen** [4]. Deze keuze is **voordelig** op meerdere vlakken, als eerste de **prijs**: tien van deze blokken 3D-printen zou minder dan de helft kosten aan materiaal dan één machinaal te ontwikkelen. Een ander voordeel is dat Spronken Orthopedie nu in staat is om deze blokken **zelf te produceren** zonder de hulp van een extern bedrijf. Daarnaast biedt het gebruik van 3D-printen ook mogelijkheden om de **stevigheid** van het product aan te passen en het **gewicht** te optimaliseren (zie fig. 5).

Conclusie

Door het gebruik van een nieuwe vacuüm is de **manuele arbeidstijd** met **36 % ingekort**. Er zijn enkel nog kleine afwerkingen nodig, zoals het uitsnijden van een deel van de steunzool en het verwijderen van bramen. De pasvorm is ook **consistent** en **reproduceerbaar**. Deze methode vertoont goede resultaten voor **kleine batchgroottes** en **complexe steunzolen**. Helaas ondervindt deze methode significante **vacuümverliezen** naarmate de batchgrootte vergroot. Verder onderzoek is aanbevolen.

Promotoren / Copromotoren /
Begeleiders

Prof. Dr. ing. Michael Daenen
Stefan Boons