



Optimalisatie van parameters die invloed hebben op de elektrostatische eigenschappen van vloerbedekking bij een geautomatiseerde loopproef ISO-6356.

Nys Isaura

Bachelorproef voorgedragen tot het behalen van de graad van
Bachelor in de Textieltechnologie

Afstudeerrichting: 3^{de} jaar Professionele Bachelor Textieltechnologie

Promotor : Kurt Gabriël
Tweede beoordelaar: Geert De Smedt

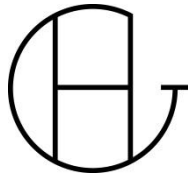
Instelling: Hogeschool Gent, Campus Schoonmeersen

Academiejaar 2016-2017
1ste Examenkans – 1ste Examenperiode

Deze bachelorproef/scriptie is gemaakt door Isaura Nys, student aan de Hogeschool Gent, ter voltooiing van de bacheloropleiding, Bachelor in de Textieltechnologie. De standpunten die in deze bachelorproef zijn verwoord, zijn louter het persoonlijke standpunt van de individuele auteur en reflecteren niet noodzakelijkerwijs de mening, het officiële standpunt of het beleid van de Hogeschool Gent.

© 2017, Isaura Nys. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur. Het gebruik of de reproductie van bepaalde informatie uit dit werk is enkel toegestaan voor persoonlijk gebruik en mits bronvermelding. Elk gebruik voor commerciële of publicitaire doeleinden is verboden.

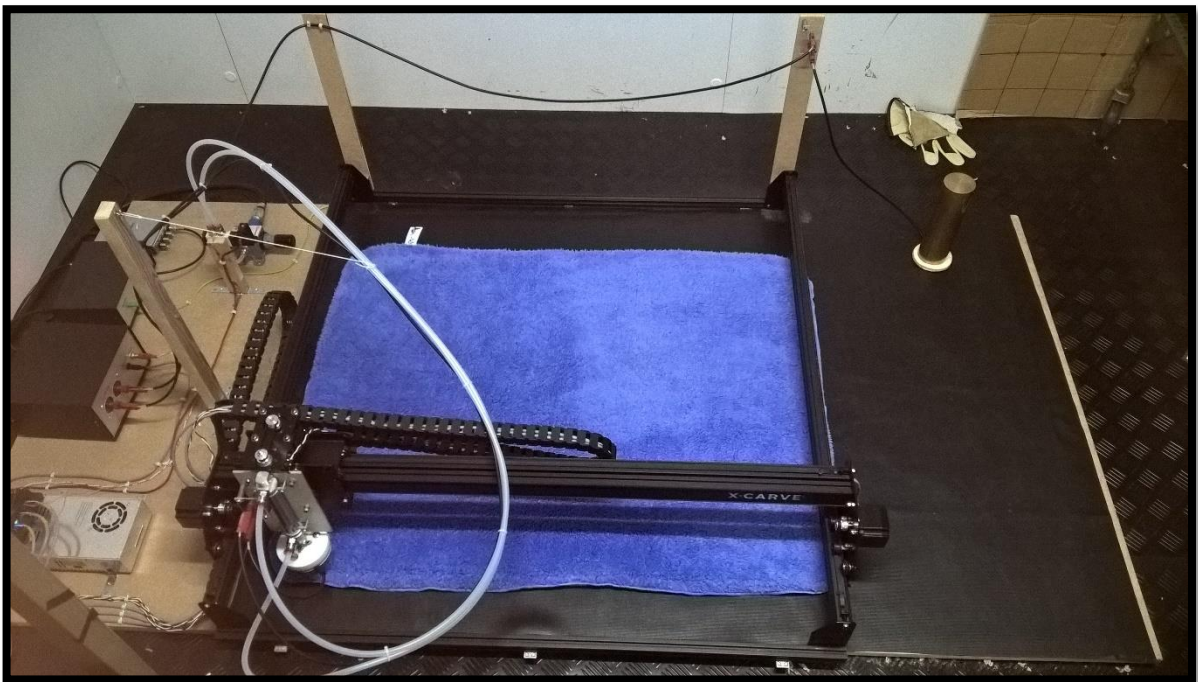
Deze bachelorproef/scriptie is gemaakt door Isaura Nys, student aan de Hogeschool Gent, ter voltooiing van Bachelor in de textieltechnologie. De standpunten die in deze bachelorproef/scriptie zijn verwoord, zijn louter het persoonlijke standpunt van de individuele auteur en reflecteren niet noodzakelijkerwijs de mening, het officiële standpunt of het beleid van de Hogeschool Gent.



HoGent

NATUUR
EN
TECHNIEK

**Optimalisatie van parameters die invloed hebben op
de elektrostatische eigenschappen op
vloerbedekking bij een geautomatiseerde loopproef
ISO-6356.**



Nys Isaura

Abstract

In het afstudeerjaar voor de Professionele Bachelor Textieltechnologie wordt er van de studenten verwacht om stage te lopen. Tijdens deze periode wordt er ook verlangd van de studenten om een onderzoeksvraag te gaan analyseren en bespreken.

In dit rapport zijn metingen uitgevoerd volgens de huidige ISO-norm 6356 en volgens de geautomatiseerde proefmethode. Deze norm kan de elektrostatische eigenschappen van vloerbedekkingen bepalen, namelijk de statische elektriciteit van een vloerbedekking.

De proeven worden nog steeds uitgevoerd met een persoon. Doordat deze proefmethode verschillende nadelen heeft die een doorslaggevende invloed hebben op het eindresultaat, werd er een nieuw meetsysteem ontworpen. Dit systeem werd ontworpen door studenten van Elektromechanica uit de Hogeschool te Kortrijk. Dit systeem zorgt ervoor dat de mens geëlimineerd wordt als parameter, door de menselijke uitvoeringen te vervangen door mechanische en elektronische componenten. Het doel van dit meetsysteem is om consistente, reproduceerbare metingen te kunnen uitvoeren.

Eerst werden er kleine metingen uitgevoerd op diverse soorten vloerbedekking. Dit werd uitgevoerd volgens de huidige en de nieuwe methode. De waarden volgens de huidige proefmethode van deze vloerbedekkingen waren al gekend. Deze testen zijn reeds uitgevoerd door een laborante. Daarom werden deze vloerbedekkingen gebruikt voor het uitvoeren van kleine metingen volgens de geautomatiseerde proefmethode. Dit was onderdeel van het onderzoek om de betrouwbaarheid van de proeven te kunnen nagaan.

Verder werd er een diepgaande analyse uitgevoerd van het geautomatiseerd systeem en werden de vier parameters uitgetest (stapdruk, staphoogte, grootte van de zool en stappatroon). De proeven werden uitgevoerd op twee verschillende soorten vloerbedekking, een getuft tapijt en een laminaat. Verder werd er een analyse opgemaakt om na te gaan of de parameters al dan niet verband hebben met elkaar.

Uit de verschillende metingen kon men vaststellen dat elke parameter een ander reactie teweegbrengt per proefstuk vloerbedekking. Dit kan te wijten zijn aan verschillende factoren.

De druk heeft een invloed op het sneller opladen van een vloerbedekking: hoe lager deze parameter zich bevindt, hoe trager de oplading gebeurt. De proeven werden uitgevoerd op 2 bar, 1.5 bar en 1 bar. De staphoogte heeft ook een impact op het oplading van de vloerbedekking, maar in mindere mate dan de druk. De grootte van de zool kon ook het eindresultaat beïnvloeden, dit is ook afhankelijk van soort zool.

Als laatste scoorde het stappatroon het beste bij beide zolen op beide vloerbedekkingen. Deze parameter bezit de minst beïnvloedbare eigenschappen voor beide zolen op een diversiteit van vloerbedekking.

Voorwoord

Graag zou ik iedereen willen bedanken, die het mogelijk heeft gemaakt om dit werk tot een goed einde te kunnen brengen. Verder wil ik hierin het bijzonder een aantal mensen vermelden voor de steun, het delen van hun ervaringen en kennis.

Als eerste zou ik graag mijn stagementor, Didier Van Daele, afdelingshoofd voor tapijt en vloerbedekking van Universiteit Gent, willen bedanken voor het mogelijk maken van een stageplaats en een bachelor proef. Daarnaast wil ik hem danken voor de samenwerking en het delen van zijn kennis ervaring en tenslotte voor de steun en feedback tijdens het project.

In het bijzonder zou ik ook graag Johanna Louwagie, afdelingshoofd van het fysisch laboratorium van de Universiteit Gent, en Mevrouw Raes van de Hogeschool Gent, willen bedanken voor het mogelijk te maken van deze stageplaats en voor hun steun.

Graag zou ik ook mijn promotor willen bedanken, Kurt Gabriel, praktijklector aan de Hogeschool Gent, voor de begeleiding, het delen van zijn ervaring en de feedback.

Graag zou ik Kai Chi Lui, laborante van tapijten van de Universiteit Gent, willen bedanken voor de positieve ervaring, samenwerking, het delen van haar kennis, ervaring en voor de steun tijdens het hele project.

Verder zou ik graag Eddy Liedts, laborant voor brandproeven en tapijt, en Thomas Van de Putte, systeemverantwoordelijke van de Universiteit Gent, willen bedanken voor het herstellen van verschillende onderdelen en de samenwerking en tenslotte het delen van hun kennis, ervaring en de steun tijdens het project.

Ook zou ik graag Bennny Malengier, post-doctoral researcher aan de Universiteit Gent, in het bijzonder willen bedanken voor het delen van zijn ervaring en kennis.

Tenslotte zou ik graag alle docenten Textieltechnologie van de Hogeschool Gent, willen bedanken voor het delen van hun ervaringen en kennis.

Inhoudstafel

Lijst illustraties

1 Inleiding

2 Loopproef volgens ISO norm-6356

2.1 Omschrijving ISO norm -6356

3

2.1.1 Toepassingsgebied

2.1.2 Apparaten

2.1.3 Testen

2.1.4 Conditionering atmosfeer en proefstalen

2.1.5 Procedures

2.1.6 Berekenen waarden

2.2 Weerstandsmeting

9

2.2.1 Principe

2.2.2 Verband

2.3 Principe loopproef

15

2.4 De huidige proefmethode

15

2.4.1 Werkwijze

2.5 Geautomatiseerde loopproef

23

2.5.1 Beschrijving

2.5.2 Werkwijze

2.5.3 Uitvoeren van testen

2.6 Testen en waarnemingen volgens beide proefmethoden

35

2.6.1. Overzicht

2.6.2. Waarnemingen

3 Statische elektriciteit

42

3.1 Definitie

3.2 Principe

3.3 Oplading van vloerbedekking

3.3.1 Belopen van vloerbedekking

4 Parameters	47
4.1 Stapkracht	48
4.1.1 Proefstuk 1, getuft tapijt	
4.1.2 Proefstuk 2, laminaat	
4.2 Stap hoogte	57
4.2.1 Proefstuk 1, getuft tapijt	
4.2.2 Proefstuk 2, laminaat	
4.3 Grootte van de zool	62
4.3.1 Proefstuk 1, getuft tapijt	
4.3.2 Proefstuk 2, laminaat	
4.4 Stappatroon	66
4.4.1 Proefstuk 1, getuft tapijt	
4.4.2 Proefstuk 2, laminaat	
5 Optimalisatie	71
5.1 Machine en software	
5.1.1 Coax kabel	
5.1.2 Dynamische voet	
5.1.3 Frame en elementen	
5.1.4 Aandachtspunten	
5.2 Voor –en nadelen	73
6 Statistische verwerking	76
6.1 Parameters : verband	
6.1.1 Stapkracht	
6.1.2 Staphoogte	
6.1.3 Grootte van de zool	
6.1.4 Stappatroon	
6.2 Referentie tapijten : reproduceerbaarheid	84
6.2.1 Metingen in functie van een periode	
6.2.2 Verband en uitschieters	
7 Toekomst perspectieven en besluit	88
Referentielijst	90
Verklarende woordenlijst	91
Lijst van afkortingen	92
Bijlagen	93

Lijst van illustraties

Tabellen

Tab. 1: Weerstandsmeting voor BAM, kleine zool	9
Tab. 2: Weerstandsmeting voor NEO, kleine zool	9
Tab. 3: Weerstand in functie van de dikte-BAM, kleine zool	10
Tab. 4: Weerstand in functie van de dikte-NEO, kleine zool	11
Tab. 5 : Weerstandsmeting voor BAM, grote zool	12
Tab. 6: Weerstandsmeting voor NEO, grote zool	12
Tab. 7: Weerstand in functie van de dikte BAM, grote zool	13
Tab. 8: Weerstand in functie van de dikte NEO, grote zool	14
Tab. 9: Voorbeeld gegevens verwerken voor de BAM zool.	22
Tab. 10: Voorbeeld gegevens verwerken voor de NEO zool.	22
Tab. 11: Voorbeeld van G-codes	27
Tab. 12: Overzicht metingen	35
Tab. 13: Overzicht van de huidige proefmethode met BAM zool	36
Tab. 14: Overzicht van de huidige proefmethode met NEO zool.	37
Tab. 15: Overzicht volgens uitvoering voor BAM zool.	38
Tab. 16: Overzicht volgens uitvoering voor NEO zool.	39
Tab. 17: Overzicht volgens uitvoering voor BAM zool	40
Tab. 18: Overzicht volgens uitvoering voor NEO zool.	41
Tab. 19: Materialenreeks (Tribo-elektrisch effect, Wikipedia, 2017)	43
Tab. 20: Datamatrix voor BAM zool – Sample 1	49
Tab. 21: Datamatrix voor NEO zool – Sample 1	50
Tab. 22: Gemiddelde waarden voor BAM zool – sample 1.	51
Tab. 23: Gemiddelde waarden voor NEO zool.-sample 1	52
Tab. 24: Datamatrix voor BAM zool – sample 2	53
Tab. 25: Datamatrix voor NEO zool – sample 2	54
Tab. 26: Gemiddelde waarden voor BAM zool – sample 2	55
Tab. 27: Gemiddelde waarden voor NEO zool – sample 2	56
Tab. 28: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor BAM zool – sample 1	58
Tab. 29: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor NEO zool – sample 1	59
Tab. 30: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor BAM zool – sample 2	60
Tab. 31: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor NEO zool – sample 2	61
Tab. 32: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor BAM zool – sample 1	62
Tab. 33: Gemiddelde waarden van de grootte van de NEO zool – sample 1	63
Tab. 34: Gemiddelde waarden van de grootte van de BAM zool – sample 2	64
Tab. 35: Gemiddelde waarden de grootte van de NEO zool – sample 2	65
Tab. 36: Gemiddelde waarden van stappatronen voor BAM zool – sample 1	67
Tab. 37: Gemiddelde waarden van stappatronen voor NEO zool – sample 1	68
Tab. 38: Gemiddelde waarden van stappatronen voor BAM zool – sample 2	69
Tab. 39: Gemiddelde waarden van stappatronen voor NEO zool – sample 2	70
Tab. 40: Voor –en nadelen van beiden proefmethoden	75

Figuren

Fig.1 : Voorbeeld loopproef volgens huidige methode, meting met BAM-zool	7
Fig.2: Voorbeeld loopproef volgens geautomatiseerde methode, meting BAM-zool	8
Fig.3: Grafiek van de BAM kleine zool	10
Fig.4: Grafiek van de NEO kleine zool	11
Fig.5: Grafiek van de BAM grote zool	13
Fig.6: Grafiek van de grote NEO zool	14
Fig.7: Loopproef volgens huidige methode, <i>Thesis, Ontwerp en realisatie van elektronisch meetplatform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel. (2015-2016)</i>	15
Fig.8: Voorbeeld van gestandaardiseerde zolen, NEO en BAM.	16
Fig.9: Voorbeeld, berekenen van de waarden	16
Fig.10: Opstelling van de huidige loopproef <i>Thesis, Ontwerp en realisatie van elektronisch meetplatform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel. (2015-2016)</i>	17
Fig.11: Voorbeeld van een ionenblower	18
Fig.12: Electrometer	19
Fig.13: De recorder	20
Fig.14: Voorbeeld van de aluminiumplaat en rubberplaat met een te testen vloerbedekking.	21
Fig.15: Voorbeeld van de BAM zolen, dynamische voet en statische voet.	23
Fig.16: Dynamische voet gemonteerd op de pneumatische cilinder.	24
Fig.17: Opstelling van de geautomatiseerde proefmethode, <i>Thesis, Ontwerp en realisatie van een elektronisch meet platform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel.(2015-2016)</i>	24
Fig.18: Voorbeeld van een proefopstelling.	25
Fig.19: Mechanisch en elektronisch gedeelte van de geautomatiseerde loopproef	26
Fig.20: Elektronisch gedeelte	27
Fig.21: Voorbeeld png, één meting van één kwaliteit	29
Fig.22: Voorbeeld van samengevoegde grafieken, drie metingen	29
Fig.23: Coax kabel [1: binnen geleider], [2: isolatie materiaal], [3 : buitengeleider], [4 : mantel],(Fleshgrinder, 30 Juni, 2015)	30
Fig.24: Voorbeeld bevestiging kabels	30
Fig.25: Setup scherm, loopproef volgens de geautomatiseerde methode	32
Fig.26: Setting scherm, loopproef volgens de geautomatiseerde methode	32
Fig.27: Measure scherm, loopproef volgens de geautomatiseerde proefmethode.	33
Fig.28: Review data scherm, loopproef volgens de geautomatiseerde proefmethode.	34
Fig.29: Een persoon op een vloerbedekking (<i>Invloed van slijtage op het elektrostatisch gedrag van getufte tapijten, Els David,1989</i>)	45
Fig.30: Fase 1, ladingscheiding	45
Fig.31: Fase 2, ontlading over één voet.	45
Fig.32: Fase 3, neerzetten van 1 voet	46
Fig.33: Fase 4, ontlading over beide voeten	46
Fig.34: Grafiek van de 1 ^{ste} parameter, druk voor BAM zool.	51
Fig.35: Grafiek voor de 1 ^{ste} parameter, druk voor NEO zool	52
Fig.36: Grafiek voor de 1 ^{ste} parameter, druk voor BAM zool – sample 2	55
Fig.37: Grafiek voor de 1 ^{ste} parameter, druk voor NEO zool – sample 2	56
Fig.38: Grafiek van de 2 ^{de} parameter, staphoogte voor BAM zool	58
Fig.39: Grafiek van de 2 ^{de} parameter, staphoogte voor NEO zool	59
Fig.40: Grafiek van de 2 ^{de} parameter, staphoogte voor BAM zool – sample 2	60
Fig.41: Grafiek voor de 2 ^{de} parameter, staphoogte voor NEO zool – sample 2	61

Fig.42: Grafiek van de 3 ^{de} parameter, grootte van de BAM zool – sample 1	62
Fig.43: Grafiek van de 3 ^{de} parameter, grootte van de NEO- zool – sample 1	63
Fig.44: Grafiek van de 3 ^{de} parameter, grootte van de BAM -zool – sample 2	64
Fig.45: Grafiek van de 3 ^{de} parameter, grootte van de NEO -zool – sample 2	65
Fig.46: Stappatroon 1, zigzag	66
Fig.47: Stappatroon 2, verticale lijnen	66
Fig.48: Grafiek van de 4 ^{de} parameter, stappatronen voor BAM- zool – sample 1	67
Fig.49: Grafiek van de 4 ^{de} parameter, stappatronen voor NEO- zool – sample 1	68
Fig.50: Grafiek van de 4 ^{de} parameter, stappatroon voor BAM- zool – sample 2	69
Fig.51: Grafiek van de 4 ^{de} parameter, stappatroon voor de NEO zool – sample 2	70
Fig.52: Grafiek van de 1 ^{ste} parameter, druk voor de BAM zool – Sample 1	76
Fig.53: Grafiek van de 1 ^{ste} parameter voor de NEO zool – sample 1	76
Fig.54: Grafiek van de 1 ^{ste} parameter voor de BAM zool – sample 2	77
Fig.55: Grafiek van de 1 ^{ste} parameter voor de NEO zool – sample 2	77
Fig.56: Grafiek van de 2 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 1	78
Fig.57: Grafiek van de 2 ^{de} parameter voor de NEO zool – sample 1	78
Fig.58: Grafiek van de 2 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 2	79
Fig.59: Grafiek van de 2 ^{de} parameter voor de NEO zool – sample 2	79
Fig.60: Grafiek van de 3 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 1	80
Fig.61: Grafiek van de 3 ^{de} parameter voor de NEO zool – sample 1	80
Fig.62: Grafiek van de 3 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 2	81
Fig.63: Grafiek van de 3 ^{de} parameter voor de NEO zool – sample 2	81
Fig.64: Grafiek van de 4 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 1	82
Fig.65: Grafiek van de 4 ^{de} parameter voor de NEO zool – sample 1	82
Fig.66: Grafiek van de 4 ^{de} parameter voor de BAM zool – sample 2	83
Fig.67: Grafiek van de 4 ^{de} parameter voor de NEO-zool – sample 2	83
Fig.68: Grafiek van het referentie tapijt van de BAM zool in de voormiddag	84
Fig.69: Grafiek van het referentie tapijt van de BAM zool in de namiddag	84
Fig.70: Grafiek van het referentie tapijt voor de NEO zool in de voormiddag.	85
Fig.71: Grafiek van het referentie tapijt voor de NEO zool in de namiddag.	85
Fig.72: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de BAM zool in de voormiddag.	86
Fig.73: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de BAM zool in de namiddag.	86
Fig.74: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de NEO zool in de voormiddag.	87
Fig.75: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de NEO zool n de namiddag.	87

1 Inleiding

Het fenomeen van statische elektriciteit is al jaar en dag bij de mens gekend. Op een droge winterdag kunnen we ontladingen voelen wanneer we een auto of een deurklink aanraken. Ook bij vloerbedekking kan dit ontstaan.

Naast het vervelend effect op de mens kan dit ook een invloed hebben op de werking van elektronica. In dit tijdperk van gevoelige elektronica zijn deze storingen allerm minst gewenst. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de elektrostatische eigenschappen van vloerbedekkingen in de industrie een belangrijke factor zijn die de kwaliteit van de vloerbedekkingen bepalen.

Wrijving is één van de vaakst voorkomende oorzaken die het fenomeen statisch opladen in de hand werkt en wordt meestal veroorzaakt door contact van twee oppervlakken met een ongelijke lading, het potentiaalverschil.

Andere bijkomende factoren zijn temperatuur, vochtigheid, stapfrequentie, stapkracht, staphoogte, type zool en vloerbekleding.

Om de elektrostatische eigenschappen te bepalen, bestaan er verschillende testmethodes. In het centrum is een van de methodes voor de loopproef vastgelegd in ISO 6356.

De loopproef heeft als doel de spanning te meten die opgestapeld is in de mens en die wordt opgewekt door het lopen over vloerbedekkingen. In deze methode loopt een persoon met een vastgelegde frequentie en staphoogte geurende 60 seconden over staal met een probe in de hand.

Hierbij worden er lagen gegenereerd van statische energie in het lichaam van de persoon. De probe en plotter registreren de spanning die over de mens ontstaat.

Deze proef heeft echter verschillende nadelen:

- Tijdrovend
- Afhankelijk van de persoon (interne weerstand)
- Staphoogte
- Frequentie
- Klimaat

Al deze parameters hebben een grote invloed op de uitvoering en het resultaat .

Om dit probleem te verhelpen, hebben de studenten Elektromechanica van de Hogeschool uit Kortrijk, in opdracht van hun thesis, een automatisch meetsysteem ontworpen ter vervanging van de huidige proeven en conform ISO 6356. Met dit systeem wordt de mens geëlimineerd als parameter in het meetsysteem. Het doel is een accurate, consistente en vooral reproduceerbare meting te krijgen.

Om de parameters te kunnen testen, werd er door de ontwerpers van dit systeem een procedure opgesteld met standaard parameters. Deze standaard parameters werden ingesteld op:

- druk : 2bar
- hoogte: 50mm
- soort zool : klein of groot (BAM en NEO)
- stappatroon: zigzag

Het prototype werd onderworpen aan meerdere consistentietesten. Uit deze consistentietesten is gebleken dat dit prototype gebruikt kan worden om het elektrostatisch gedrag van vloerbedekking te testen.

Het doel van deze bachelorproef is een onderzoek naar de verschillende parameters. Door telkens één parameter te veranderen, worden alle parameters constructief gewijzigd en uitgetest:

- Werkdruk
- Staphoogte
- Oppervlakte zool
- Stappatroon

Er worden verschillende kwaliteiten getest en vergeleken met de gekende waarden van de individuele loopproef. De kwaliteiten die getest worden met de geautomatiseerde loopproef worden daarna uitgevoerd volgens de individuele loopproef door een operator. Hierna worden de gemeten resultaten vergeleken en kan worden nagaan of deze verschillende variabelen een verband hebben met elkaar.

2 De loopproef volgens ISO-6356

2.1 Omschrijving ISO-6356

2.1.1 Toepassingsgebied(scope)

De Internationale Standaard omschrijft een methode om het elektrostatisch gedrag van textiel vloerbedekking, vinyl en laminaat te kunnen beoordelen.

Het gegenereerde potentiaalverschil is afhankelijk van fysieke kenmerken zoals bijvoorbeeld het vochtgehalte, stapkracht, staphoogte en verder het soort schoeisel en het wandeloppervlak.

Soms kunnen de proeven uitgevoerd worden onder niet-gecontroleerde condities (in situ). Om proeven te kunnen uitvoeren, kan men gebruik maken van de specifieke apparatuur die omschreven staat in de Internationale Standaard. Door het gebruiken van deze apparatuur, is de opgestelde omschrijving van belang voor de eindgebruiker.

De gestandaardiseerde zolen zullen bestaan uit BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung), dit is een conductief rubber dat een synthetische rubber simuleert.

De andere zool bestaat uit NEO (Neoliet), deze zool zal een lederen zool simuleren.

2.1.2 Apparatuur

De opstelling is afhankelijk van het te testen materiaal. Voor textiële vloerbedekking wordt er een ander element aan de opstelling toegevoegd dan bijvoorbeeld bij het testen van laminaat. De algemene opstelling van de loopproef bestaat uit een aantal onderdelen.

De onderdelen die gebruikt worden zijn o.a.:

- Metalen plaat
- Rubber mat
- PE-mat
- Gestandaardiseerde zolen
- Reinigen van de zolen
- Ionisatie bron
- *Body voltage measuring system* (ISO 6356:2012)

De metalen plaat die als basis gebruikt wordt, moet een dikte hebben van minstens 1 mm en moet minstens 100 cm x 200 cm meten. Aansluitend moet de metalen plaat geaard zijn. Deze aarding gebeurt door een kabel te bevestigen aan de metalen plaat. Aangezien de plaat permanent geaard is, kunnen de restladingen snel wegvloeien.

De rubberen mat moet minstens 3 mm dik zijn en moet minstens 100 cm x 200 cm meten. Verder moet de rubberen mat een verticale weerstand hebben van $\geq 10^{13} \Omega$ (ohm) op een oppervlakte van 1 cm² en gemeten bij een spanning van 500 V, direct current (D.C.). Deze rubberen mat wordt op de geaarde metalen plaat gelegd.

Bij vloerbedekking zoals laminaat wordt onder de laminaat een geluidabsorberende laag gelegd, namelijk een PE-mat. De afmetingen voor de PE-mat bedraagt 220 cm X 120 mm en moet een dikte hebben van 3 ± 0.5 mm. De verticale weerstand voor de PE-mat moet $\geq 10^{13} \Omega$ bedragen en gemeten bij 500 Volt(V).

Indien de proeven uitgevoerd worden op laminaat zonder geluidsabsorberende laag, wordt er gebruikgemaakt van de standaard opstelling met rubberen mat. De afmetingen van deze laag moeten 220 cm X 120 cm bedragen, met een verticale weerstand van $\geq 10^{13} \Omega$, gemeten bij 500 V.

De gestandaardiseerde schoeisels zijn open sandalen waarbij rivetten in de binnenzijde van de zool bevestigd zijn. Deze rivetten worden bij twee paar sandalen op verschillende plaatsten bevestigd bij het ene paar ter hoogte van de hiel en bij het ander paar ter hoogte van de palm van de voet. Tussen de binnenzijde en de buitenzijde van de zool, ter hoogte van de drukzone (palm van de voet), is er een element gemonteerd dat de elektrische weerstand meet. Om de sandalen te kunnen vastmaken, wordt de uitvoering afgewerkt met klittenband. Dit zorgt ervoor dat diverse schoenmaten met deze sandalen gedragen kunnen worden.

Er zijn twee paar sandalen aanwezig, de ene met de BAM-zool en de andere met de NEO-zool. Om de stroomdoorlaatbaarheid te kunnen meten, wordt er een weerstandsmeting uitgevoerd. De weerstand die zich bevindt tussen de persoon met de BAM-zolen en de metalen plaat zal ongeveer $10^8 \Omega$ tot $10^9 \Omega$ bedragen. Voor de NEO-zolen zullen de waarden $> 10^{11} \Omega$ bedragen.

De sandalen worden gereinigd met fijn schuurpapier met een korrelgrootte van P280 tot P360. Daarnaast worden de zolen nagereinigd met ethanol of isopropanol op een papieren doek dat vrij is van detergents.

Verder wordt er nog gebruik gemaakt van een ioniserende bron. Deze bron is een blazer die lucht blaast en ervoor zorgt dat de restladingen die de materialen nog bezitten worden ontladen. Deze ionenblower wordt gebruikt op de rubberen mat en op het te testen materiaal

Het *body voltage measuring system* (ISO 6356:2012), bestaat uit een electrometer, een grafische recorder en een handelektrode. Al deze elementen moeten aan bepaalde eisen voldoen, zoals:

- De weerstand van de elektrometer en de handelektrode : $\geq 10^{13} \Omega$
- Capaciteit van de handelektrode: $\leq 20 \text{ pF}$
- Reactietijd (recorder) : $\leq 0.25 \text{ s}$
- Opladingen van vloerbedekking: -20k V tot + 20 kV.

2.1.3 Testen

De afmetingen voor het te testen textiel vloerbedekking wordt op 2000 mm x 1000 mm afgesneden, in de productierichting. Doorgaans zijn de stalen nabehandeld met additieven zoals anti-statica. Deze kunnen een invloed uitoefenen op de gemeten resultaten. Indien er vermeld wordt dat het te testen textielvloerbedekking nabehandeld is geweest, is het mogelijk om vóór het uitvoeren van de proeven een nareinigingsproces of een weerstandsmeting uit te voeren.

Voor laminaatvloerbedekking zullen de afmetingen 2000 mm x 1000 mm bedragen.

2.1.4 Atmosfeer en conditioneren van proefstalen

Het pre-conditioneren van het te testen materiaal moet minstens 24 uur in een gecontroleerde en geconditioneerde ruimte plaatsvinden bij een temperatuur $23 \pm 3 \text{ Celcius (}^{\circ}\text{C)}$ en relatieve vochtigheid $55 \pm 10 \%$.

De rubberen mat en het PE-schuim worden voor geen andere doeleinden gebruikt en zullen zich enkel in de gecontroleerde en geconditioneerde ruimte bevinden.

Alvorens de proef uit te voeren, moeten deze minstens zeven dagen in de geconditioneerde ruimte geplaatst worden bij een temperatuur van $23 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en een relatieve vochtigheid van $25 \pm 2\%$.

2.1.5 Procedures

Voor aanvang van een serie proeven worden de BAM-zolen gereinigd met een papieren doek met ethanol om de resterende contaminanten te verwijderen. Daarna wordt het nareinigen herhaald tot er geen verkleuring op het papieren doek verschijnt. Na het reinigen is er een minimum wachttijd vereist van ± 5 min. Wanneer de zolen meerdere keren zwaar bevuild zijn, worden de zolen met fijn schuurpapier behandeld en vervolgens wordt er nagereinigd met ethanol.

Ook voor het testen met de NEO-zolen, moeten de zolen voor aanvang van een serie proeven gereinigd worden. Deze reiniging wordt volgens dezelfde werkwijze uitgevoerd als bij de BAM-zolen.

Indien de zolen zich een bepaalde tijd buiten de geconditioneerde ruimte bevinden, moeten de zolen lichtjes geschuurd worden met schuurpapier (korrel: P280) om vervolgens met ethanol of isopropanol na te reinigen.

2.1.5.1 Methode A: Testprocedure in laboratoriumcondities

Voor aanvang van de proeven wordt het klimaat van het laboratorium gecontroleerd. Als de temperatuur en de relatieve vochtigheid zich tussen de opgegeven waarden bevindt, kunnen de serie proeven uitgevoerd worden.

Voor textiel vloerbedekking met een rubberen mat wordt de restvoltage d.m.v. de ionenblower ontladen. Vervolgens wordt het te testen materiaal op de rubberen mat gelegd, met zo min mogelijk wrijving. Daarna wordt het ook behandeld met de ionenblower.

Voor textiel vloerbedekking zonder de rubberen mat wordt enkel de te testen vloerbedekking ontladen d.m.v. de ionenblower. Daarna wordt de te testen vloerbedekking op de metalen plaat gelegd met zo min mogelijk wrijving.

Voor het testen van laminaat vloerbedekking, zowel met als zonder absorberend materiaal, wordt de restvoltage verwijderd en behandeld met de ionenblower. De laminaat wordt zowel aan de voor- als achterkant behandeld met de ionenblower en indien er gebruikgemaakt wordt van een absorberend materiaal, wordt de laminaat voorzichtig op de PE-laag gelegd.

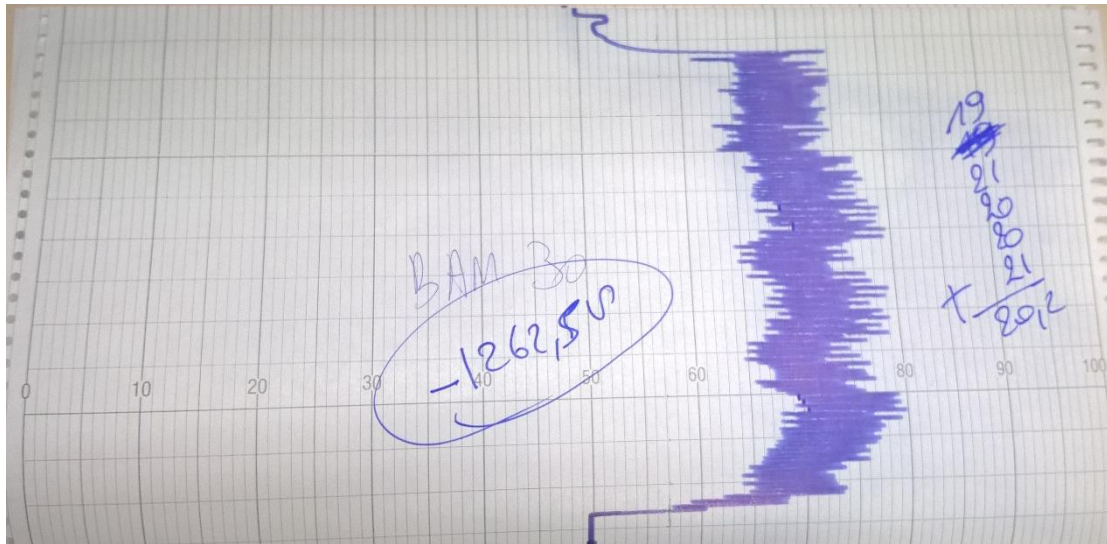
2.1.5.2 Methode B: Test procedure in situ

Alvorens het uittesten volgens deze methode, worden er allerlei parameters genoteerd zoals de temperatuur, de relatieve vochtigheid en de conditie van het te testen vloerbedekking. Vervolgens wordt er contact gemaakt met het oppervlak van de vloerbedekking door te staan op het oppervlak met de gestandaardiseerde zolen.

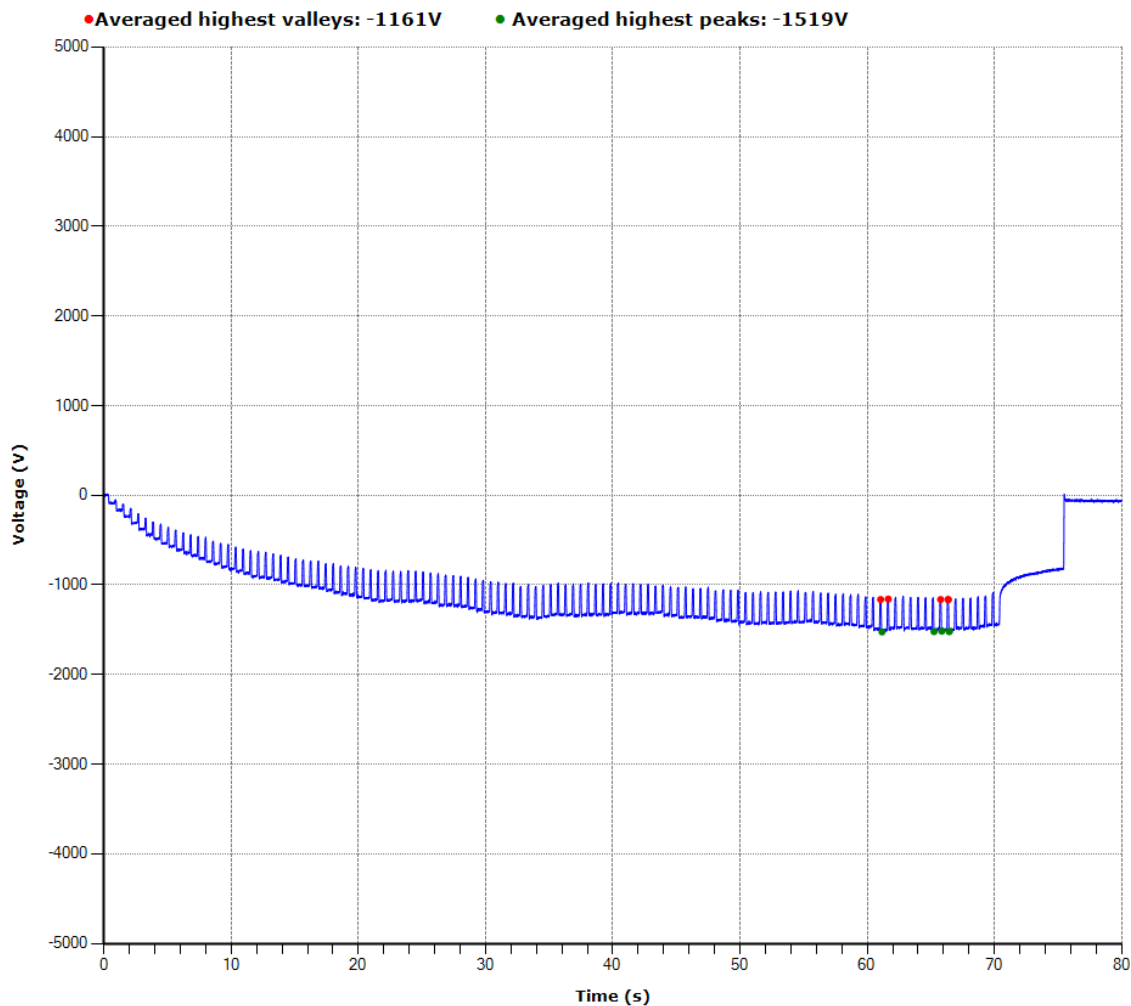
2.1.6 Waarden berekenen

Om het gemiddelde van de proef te kunnen berekenen worden de vijf hoogste valleien aangeduid op de grafiek. Dit zijn de dichtsbijligende punten t.o.v. de Y-as. Op de onderstaande afbeelding wordt er een grafisch voorbeeld weergegeven.

Doorgaans wordt de pen op de verticale lijn t.o.v. de 0-as geplaatst of men kan kiezen dat het nulpunt in het midden staat. Dit is afhankelijk wat de gebruiker wenst toe te passen tijdens de uitvoering voor de loopproef. Het is gebruikelijk wanneer men voorspelt dat een vloerbedekking hoog oplaadt men de schaalgrootte aanpast of het nulpunt verplaatst.



Figuur 1: Voorbeeld loopproef volgens huidige methode, meting met BAM-zool



Figuur 2: Voorbeeld loopproef volgens geautomatiseerde methode, meting BAM-zool

Vervolgens gaat men van de vijf verkregen waarden het gemiddelde berekenen en daarna vermenigvuldigen met de toegekende waarden volgens schaalgrootte.

Telkens wordt er met beide zolen minstens drie maal gelopen. Deze drie waarden worden genoteerd, vervolgens wordt hiervan het gemiddelde berekend, en bekomt men de uiteindelijke waarde van de vloerbedekking.

Om de variatiecoëfficiënt te kunnen berekenen wordt de standaardafwijking vermenigvuldigd met 100 en wordt deze gedeeld door het gemiddelde van de gemeten resultaten.

Volgens de ISO-norm moeten alle waarden boven 20% opnieuw bewandeld worden tot dit niet meer het geval is. Bevinden de waarden zich onder 20%, dan kan men vaststellen dat de meetresultaten niet veel spreiding vertonen en wordt de vloerbedekking goedgekeurd volgens de ISO-norm.

Waarden tussen de 2000V en de -2000V worden beschouwd als antistatische vloerbedekking. Wanneer de waarde boven 2000 V of groter is dan -2000 V, dan valt dit niet meer binnen de goedkeuringscriteria en wordt dit vermeld in het rapport. Wanneer de waarde tijdens het uitvoeren van een proef hoger dan 5000 V bedraagt, moet de proef onmiddellijk worden stopgezet.

(ISO 6356,2012)

2.2 Weerstandsmeting

Doordat de zolen nog niet intensief in gebruik zijn genomen, worden de zolen onderworpen aan enkele weerstandsmetingen. Doordat de dikte en de weerstandsfactor van de zool een impact kan hebben op het eindresultaat van de metingen, werd dit nader bekeken.

2.2.1 Principe

Het te testen materiaal wordt op een koperen plaat in een kast van Faraday geplaatst. Daarop wordt een probe geplaatst die vervolgens verbonden wordt met de spanningsbron. De koperen plaat is op zijn beurt verbonden met de electrometer. Vervolgens wordt de spanningsbron ingeschakeld op de electrometer, waarna men de stroom die doorgelaten wordt aflezen op de electrometer.

2.2.2 Verband

In de onderstaande tabellen wordt er een kort overzicht gegeven van de stroom die elke zool doorlaat. Volgens de norm zijn er opgegeven waarden die men dient te respecteren om betrouwbare metingen te kunnen uitvoeren. Deze waarden zijn afhankelijk van de samenstelling van de zool. Voor deze waarden verwijs ik graag naar het punt 2.1.2 *Apparatuur*.

Sample	Datum	Weerstand (Ω) bij 500 Volt	Stroom (A)	Dikte (cm)*weerstand (Ω)
BAM Klein	28/03/2017	3,13E+11	1,60 E-09	3,28E+11
	30/03/2017	3,85E+11	1,30E-09	3,88E+11
	30/03/2017	5,00E+11	1,00E-09	5,00E+11
	6/04/2017	5,00E+11	1,00E-09	5,00E+11

Tabel 1: Weerstandsmeting voor BAM, kleine zool

Sample	Datum	Weerstand (Ω) bij 500 Volt	Stroom (A)	Dikte (cm)* weerstand (Ω)
NEO klein	28/03/2017	3,33E+11	1,50E-09	4,47E+11
	30/03/2017	3,33E+11	1,50E-09	4,47E+11
	30/03/2017	4,17E+11	1,20E-09	4,13E+11
	6/04/2017	4,17E+11	1,20E-09	4,21E+11

Tabel 2: Weerstandsmeting voor NEO, kleine zool

De weerstandswaarde staat omschreven eerder in dit hoofdstuk. Uit de tabel met waarnemingen kan men vaststellen dat de waarden voor de BAM-zool lager liggen dan de waarden voor de NEO-zool. Uit de meetresultaten kan men ook waarnemen dat de eerste meting voor de BAM-zool, opmerkelijk hoog is. De onderliggende oorzaak kan te wijten zijn aan het feit dat deze zolen nieuw en nog niet in gebruik waren.

Na enkele keren lichtjes te schuren met korrel P280, werden deze zolen opnieuw onderworpen aan de weerstandsmetingen. Hieruit kon men waarnemen dat de doorlaatbare stroom lichtjes daalde, maar nog niet voldoende. De waarden die omschreven zijn in de huidige norm liggen lager dan de waarden die tijdens deze proef verkregen werden voor de BAM zool.

Om de waarden voor de BAM-zool te laten dalen, werd er regelmatig geschuurd met een fijne korrel P280 die volgens de norm geaccepteerd wordt. Doordat er geen opmerkelijk verschil

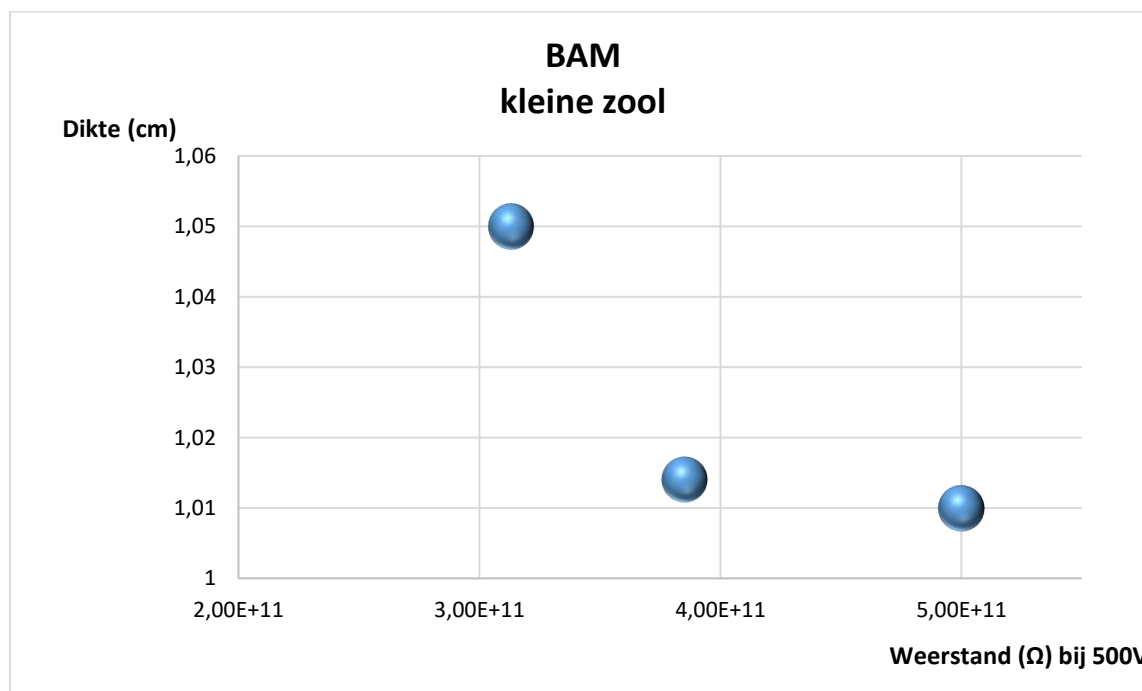
werd vastgesteld, werden de zolen onderworpen aan enkele keren schuren met een grovere korrel P220 en achteraf lichtjes geschuurd met een fijne korrel van P280. Na elke schuurbeurt werd er gereinigd volgens de ISO-norm, met ethanol en een doek dat vrij is van detergents. Naar het einde van de metingen toe kon men duidelijk vaststellen dat de waarden nog niet voldoende gedaald waren. De hoge weerstandswaarden zijn essentieel voor de eindresultaten van de proeven.

Ook de dikte van de zolen is relevant. Bij de geautomatiseerde zolen kon men duidelijk vaststellen dat deze dikker waren ten opzichte van de gebruikte zolen van de huidige proefmethode.

In de onderstaande grafieken zullen beide zolen verder geanalyseerd worden. De volgorde die uitgewerkt is in dit rapport, werd tijdens het onderzoek in dezelfde wijze gevolgd en uitgevoerd. De grafieken en tabellen worden per zool en diameter geanalyseerd en besproken.

Bij de weerstandsmetingen in functie van de dikte van de zolen kan men vaststellen dat de weerstandswaarden niet dalen in verhouding tot de dikte. Na deze proef kon men vaststellen dat de weerstandswaarden van de BAM-zool opvallend fluctueren.

De spreiding die deze BAM-zool vertoont kan een invloed uitoefenen op de resultaten en dit zal in acht genomen moeten worden bij het uitvoeren van de loopproef met de moderne uitvoering.



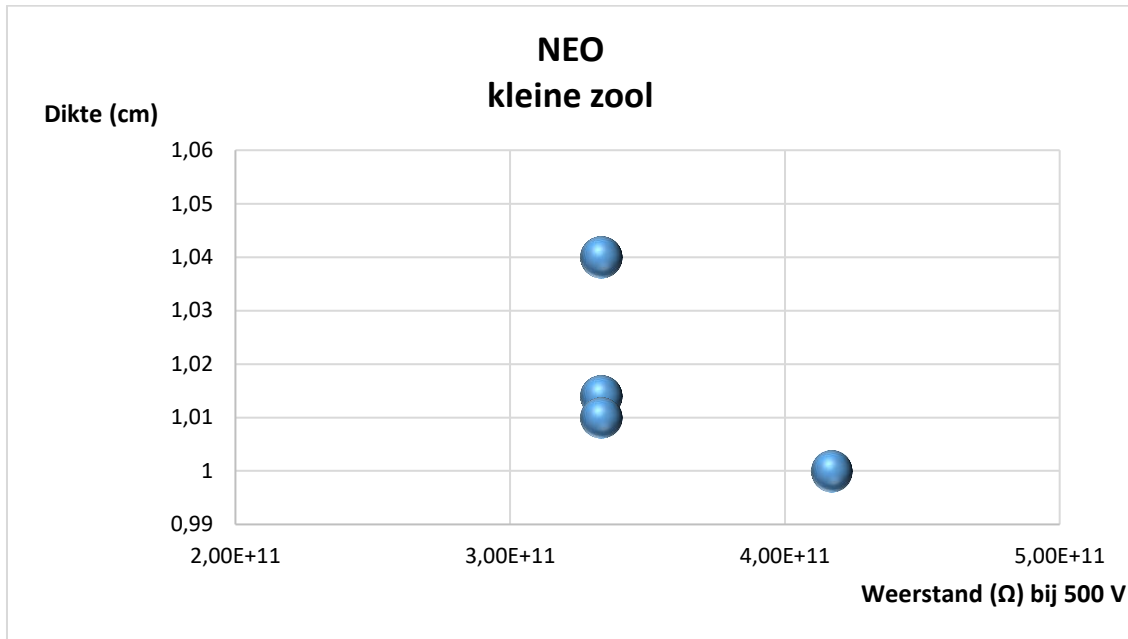
Figuur 3: Grafiek van de BAM kleine zool

Weerstand (Ω)	Dikte (cm)
3,13E+11	1,05
3,85E+11	1,01
5,00E+11	1,01
5,00E+11	1,01

Tabel 3: Weerstand in functie van de dikte-BAM, kleine zool

Uit de spreiding die waar te nemen is in de onderstaande grafiek kan men opmaken dat de NEO-zool minder fluctuatie vertoont t.o.v. de BAM-zool. Bij de derde weerstandsmeting wordt er een piek vastgesteld. Deze kan te wijten zijn aan een systeemfout, waarbij één van de instellingen niet juist opgesteld stonden (achteraf vastgesteld dat schakelaar voor de electrometer verschoven was).

Beide zolen vertonen geen verwantschap met de spreiding, dit kan in de onderstaande tabellen nader bekeken worden.



Figuur 4: Grafiek van de NEO kleine zool

Weerstand(Ω)	Dikte(cm)
3,33E+11	1,04
3,33E+11	1,01
4,17E+11	1,00
3,33E+11	1,01

Tabel 4: Weerstand in functie van de dikte-NEO, kleine zool

Sample	Datum	Weerstand (Ω) bij 500 Volt	Stroom (A)	Dikte (cm)* weerstand (Ω)
BAM Groot	28/03/2017	$1,56^E +11$	$3,20^E -09$	$1,92^E +11$
	5/04/2017	$1,67^E +11$	$3,00^E -09$	$1,20^E +10$
	7/04/2017	$3,33^E +10$	$3,00^E -09$	$3,56^E +11$
	14/04/2017	$3,23^E +10$	$3,10^E -09$	$3,91^E +10$

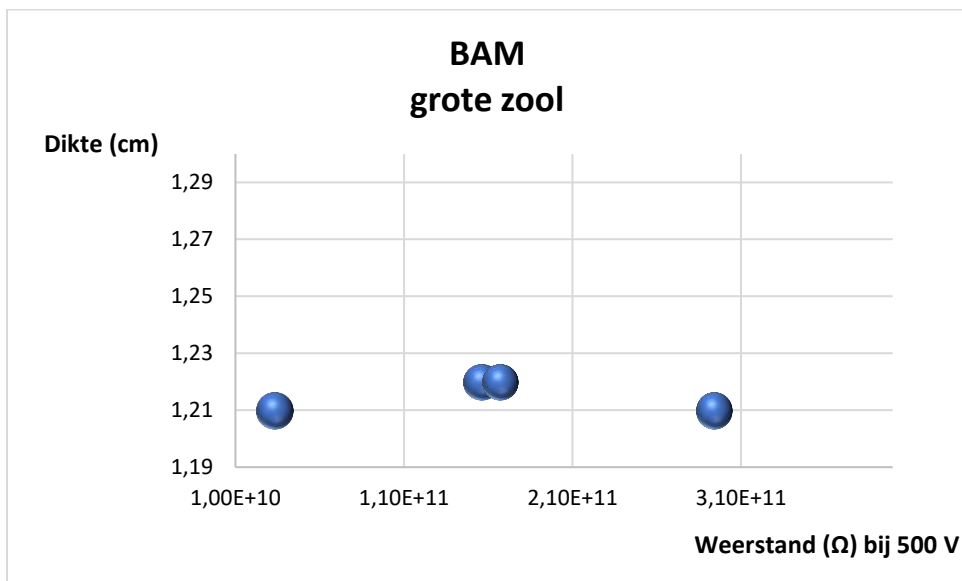
Tabel 5 : Weerstandsmeting voor BAM, grote zool

Sample	Datum	Weerstand (Ω) bij 500 Volt	Stroom (A)	Dikte (cm)* weerstand (Ω)
NEO Groot	12/04/2017	$2,78^E +11$	$1,80^E -09$	$3,34^E +11$
	14/04/2017	$1,00^E +11$	$5,00^E -09$	$1,22^E +11$
	28/04/2017	$1,39^E +11$	$3,60^E -09$	$1,70^E +11$

Tabel 6: Weerstandsmeting voor NEO, grote zool

In de onderstaande grafiek kan men uit opmaken dat de grote BAM-zool ook fluctuaties vertoont, enkel zijn deze fluctuaties dicht bij elkaar gelegen t.o.v. de waarden voor de kleine BAM-zool. Na enkele keren lichtjes schuren met een korrel van P280 was er geen duidelijk verschil in dikte. Nadien werd er geschuurd met een grovere korrel P220 en vervolgens met een fijnere korrel P280. Telkens na elke schuurbeurt werd er grondig gereinigd met een papieren doek dat vrij is van detergenten en ethanol.

Na de tweede meting daalt de dikte met 0,01 cm, dit verschil is verwaarloosbaar klein. Hieruit kan er vastgesteld worden dat het schuren van de nieuwe zolen op korte termijn geen doorslaggevende factor is. Daarnaast kunnen deze fluctuaties van de weerstandsmetingen afgeleid worden van de uitgevoerde proeven op het referentietapijt voor deze zool. Deze metingen zullen verder in dit rapport toegelicht worden in *hoofstuk 6 deel 6.2: uitschieters van referentietapijt*.



Figuur 5: Grafiek van de BAM grote zool

Weerstand (Ω)	Dikte (cm)
1,56E+11	1,22
1,67E+11	1,22
3,33E+10	1,21
2,94E+11	1,21

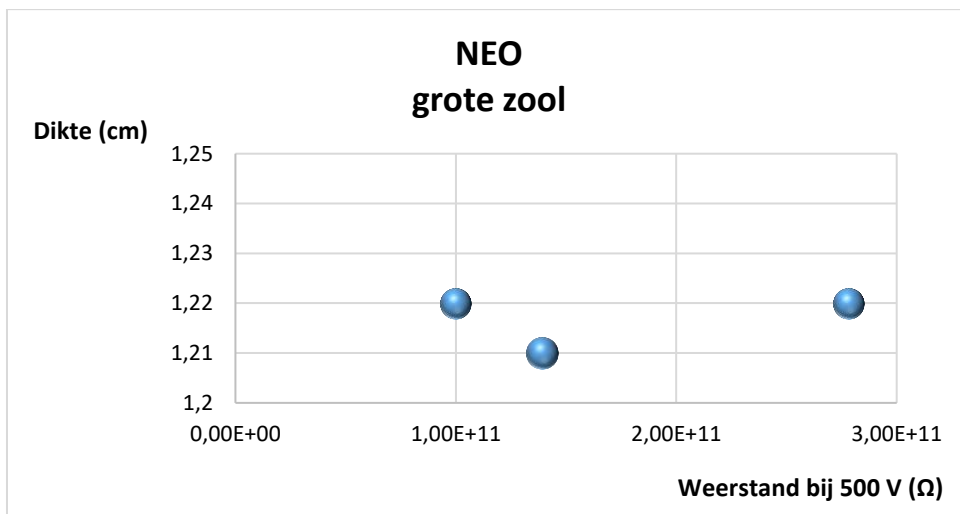
Tabel 7: Weerstand in functie van de dikte BAM, grote zool

In de onderstaande grafiek kan men vaststellen dat de weerstandswaarden voor de grote NEO-zool fluctuaties vertonen. Vervolgens zijn de fluctuaties minder groot t.o.v. de weerstandswaarde voor de BAM-zool.

Algemeen kan men vaststellen dat de BAM-zolen, zowel groot als klein, niet voldoen aan de voorwaarden van de ISO-norm. Volgens deze norm moet de weerstandswaarde voor de BAM-zool 10^9 ohm zijn. Zowel voor de grote als de kleine zool liggen de weerstandswaarden hoger. Bij de metingen voor het referentietapijt voor BAM, deze metingen zijn terug te vinden onder het hoofdstuk 6, kan men vaststellen dat de CV-waarden voor de BAM-zool veel hoger liggen en meer fluctuaties vertonen t.o.v. de metingen voor het referentietapijt voor NEO.

Tijdens het uitvoeren van deze weerstandsmetingen werden er ook ander gestandaardiseerd schoeisel getest. Deze sandalen zijn afkomstig van andere bedrijven die soortgelijke testen uitvoeren. Uit de metingen kon men vaststellen dat de weerstandswaarden voor BAM dezelfde waarden vertoonden als de BAM-zolen voor de geautomatiseerde loopproef. Hieruit kon men vaststellen dat de samenstelling van de BAM-zool eventuele afwijkingen vertoont.

Voor de NEO-zool kan men vaststellen dat zowel voor de grote als kleine zolen de weerstandswaarden constant blijven. De goedkeuringscriteria volgens de norm wordt er gestreefd naar $5 \cdot 10^{11}$. Volgens de metingen voor de NEO-zolen van de geautomatiseerde loopproef zullen deze weerstandsmetingen niet voldoen aan de vooropgestelde waarde. Uit de metingen voor de sandalen die van andere bedrijven afkomstig zijn, kan men vaststellen dat deze gelijkaardige waarden vertoonden als de zolen van de geautomatiseerde loopproef. Hierdoor werd er vastgesteld om de norm te herschrijven, en de waarden te gaan aanpassen door 10^{11} ohm.



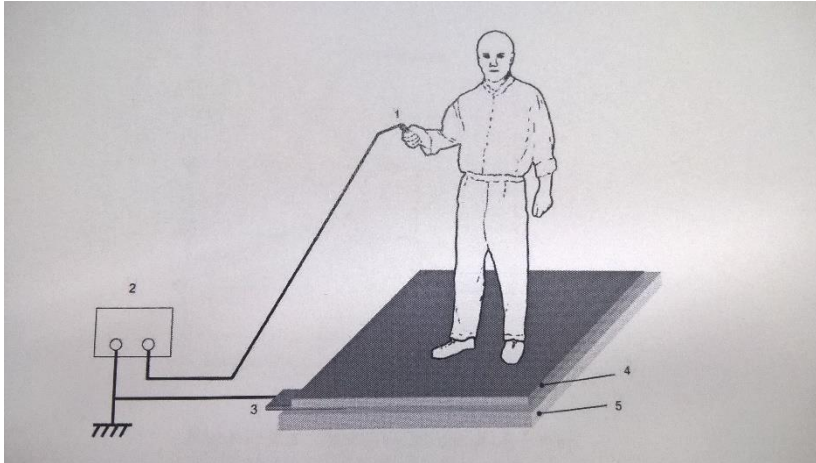
Figuur 6: Grafiek van de grote NEO-zool

Weerstand (Ω)	Dikte (cm)
2,78E+11	1,22
1,00E+11	1,22
1,39E+11	1,21

Tabel 8: Weerstand in functie van de dikte NEO, grote zool

2.3 Principe van de loopproef

Het principe berust op het meten van het elektrisch potentiaalverschil ten opzichte van het aardoppervlak. Het genereren van statische elektriciteit wordt veroorzaakt door het lopen van een persoon op een vloerbedekking met gestandaardiseerd schoeisel (zolen). De proefstalen en de proeven worden in voorgeschreven condities bewaard en uitgevoerd.



Figuur 7 : Loopproef volgens huidige methode, *Thesis, Ontwerp en realisatie van een elektronisch meet platform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel.* (2015-2016) [1]handprobe, [2]electrometer,[3]recorder,[4]rubberen mat, [5] geaarde inoxplaat.

2.4De huidige proefmethode

De huidige proefmethode wordt uitgevoerd door een persoon. Bij deze loopmethode worden er veel menselijke handelingen uitgevoerd, zoals de afzonderlijke apparaten verbinden met elkaar en het juist instellen van de apparatuur. Vervolgens vraagt deze methode veel input van de gebruiker. Zowel voor als na de proef moet de gebruiker gaan inschatten voor de schaalgrootte en het berekenen van de waarden. Wanneer men veronderstelt dat de te testen vloerbedekking een lage oplading heeft, wordt er voor aanvang van een serie proeven de schaalgrootte aangepast naar de kleinste schaal (10).

Dit nulpunt wordt voor aanvang van de proef uitgevoerd, doordat de persoon met één voet op het te testen vloerbedekking staat en met de andere voet op de aluminium plaat. Hierdoor wordt de restlading die de persoon kan bezitten ontladen. Dit zal vervolgens grafisch zichtbaar worden op de recorder door het nulpunt. Zodra de persoon met de proef begint, kan er een grafiek verkregen worden.

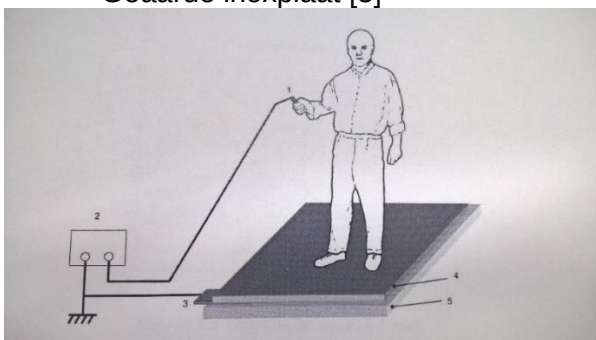
Na het uitvoeren van de proef worden de hoogste valleien berekend. De hoogste valleien kan men vinden door de punten die het verste verwijderd zijn t.o.v. van de 0-as [3]. Op de afbeelding worden deze valleien aangeduid d.m.v. een pijl [1] [2].

Van de hoogste valleien wordt er een gemiddelde berekend en vervolgens wordt het gemiddelde vermenigvuldigd met de waarde die evenredig is met de gebruikte schaalgrootte. Dit wordt telkens herhaald tot minimaal 3X per zool, en minimaal 6X per kwaliteit. Indien de CV (variatiecoëfficiënt) zich hoger dan 20% bevindt, zal de proef herhaald moeten worden tot dit niet meer het geval is.

2.4.1 Werkwijze

Bij aanvang van een serie proeven, zal de gebruiker verplicht zijn om alle verbonden toestellen te gaan controleren: elektrometer [2], probe [1] en recorder [3]. Doordat de electrometer ook nog voor andere doeleinden gebruikt wordt, is men verplicht om alles na te kijken. Andere benodigdheden worden hieronder even samengevat:

- BAM- en NEO-sandalen
- Reinigingsmateriaal voor de zolen: papier en ethanol
- Ionenblower
- Stofzuiger
- Werkblad (via excel raadplegen)
- Inkt voor de pen
- Papier voor de machine
- Handelektrode(probe) [1]
- Elektrometer [2]
- Recorder [3]
- Rubberen mat [4]
- Geaarde inoxplaat [5]



Figuur 10: Opstelling van de huidige loopproef *Thesis, Ontwerp en realisatie van elektronisch meetplatform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel. (2015-2016)*

Al deze benodigdheden kan men gebruiken voor het succesvol uitvoeren van de loopproef. De rubberen mat moet telkens voor aanvang van elke proef behandeld worden met de ionenblower, welke verantwoordelijk is om de rubberen mat te gaan ontladen.



Figuur 12 : Electrometer

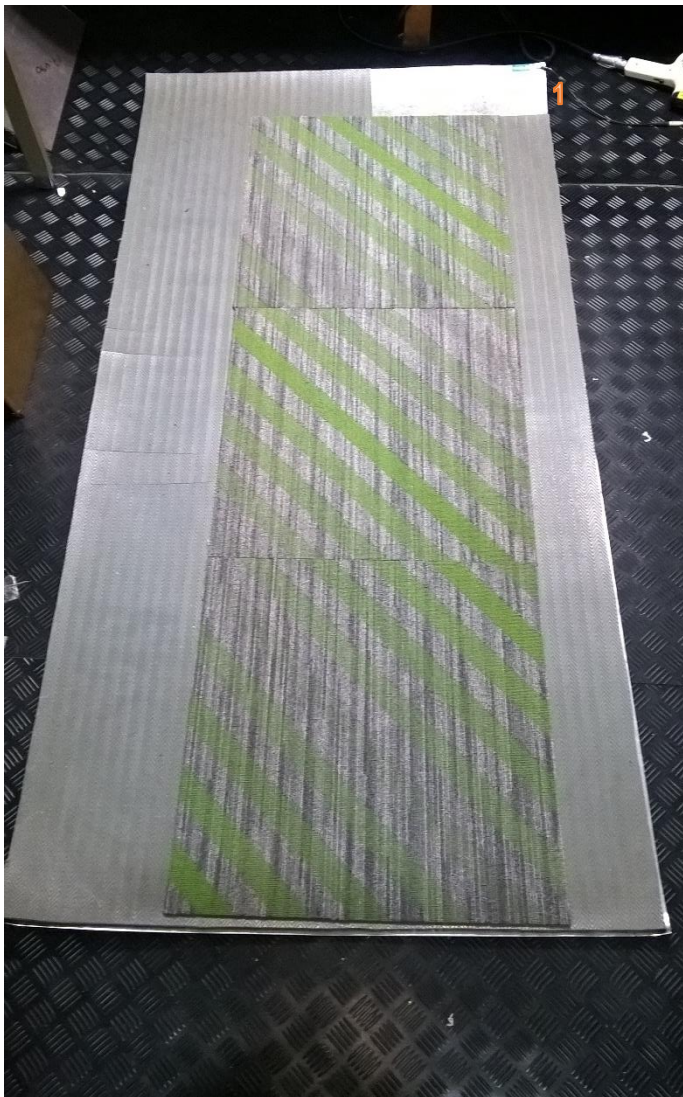
Hierna zal de gebruiker de genormeerde zolen aandoen, eerst BAM-rubber en hierna NEO. Op de electrometer, op de bovenstaande afbeelding, kan de schaalgrootte ingesteld worden[1]. Volgens de norm zijn deze waarden ook vastgelegd op: 10,30 of 100. Hierna moet de handprobe bevestigd worden op de electrometer. Deze probe wordt door de uitvoerder in de hand vastgehouden, gedurende de loopproef. Dit element is verantwoordelijk voor het doorgeven van de statische elektriciteit die via de persoon vloeit. Op de recorder wordt de grafiek verkregen tijdens het uitvoeren van de loopproef.



Figuur 13 : De recorder

Nadat de juiste schaalgrootte ingesteld is, moet de recorder ingeschakeld [1] worden, het pennetje [2] bevestigen en vervolgens het draaimechanisme [3] voor het papier ingeschakeld worden. Het is van belang om telkens voor aanvang van een serie proeven de apparaten te controleren. Indien de recorder niet verbonden is met de electrometer [4] kunnen er ook geen waarden verkregen worden en met als gevolg ook geen grafiek.

Vervolgens neemt de gebruiker de handprobe [5] in de hand, en gaat men met één voet op het aluminium gedeelte te staan, en houdt men tegelijk 5 seconden lang de knop 'zero' ingedrukt op de electrometer. Hierdoor wordt de persoon ontladen.



Figuur 14 : Voorbeeld van de aluminiumplaat en rubberplaat met een te testen vloerbedekking.

Hierna kan de loopproef beginnen. De vloerbedekking wordt gedurende 60 seconden bewandeld aan 2 stappen per seconde met een staphoogte tussen 5 tot 8 cm. Wanneer de tijd verstreken is, gaat de terug persoon met beide voeten op het aluminium gedeelte [1] staan om te gaan ontladen.

De gegenereerde spanning wordt op een continue wijze via de probe door de elektrometer gemeten en geregistreerd. Op deze manier kan men duidelijk op de grafiek de stapswijze volgen.

Na het uitvoeren van de proef wordt dit minstens drie maal herhaald per zool. Daarna worden de resultaten samengebracht en kan men hieruit het gemiddelde gaan berekenen en vermenigvuldigen met de overeenstemmende waarden van de schaalgrootte.

In de onderstaande tabellen wordt er een voorbeeld gegeven van hoe de waarden verwerkt worden. Hieruit kan men waarnemen hoe de gemiddelde waarde van 3 loopproeven per zool werd berekend. Hieruit kan men vervolgens de CV-waarde (coëfficiënt variatie) gaan berekenen.

Druk(bar)	Hoogste vallei(V)	Hoogste piek(V)
1,5	-1558	-1811
1,5	-1645	-1946
1,5	-1704	-2011
Gemidd.	-1636	-1923
CV	-4,49	

Tabel 9 : Voorbeeld gegevens verwerken voor de BAM-zool.

Druk(bar)	Hoogste vallei(V)	Hoogste piek(V)
1,5	-631	-786
1,5	-781	-981
1,5	-695	-853
Gemidd.	-702	-873
CV	-10,72	

Tabel 10 : Voorbeeld gegevens verwerken voor de NEO-zool.

2.5 Geautomatiseerde loop proef

2.5.1 Beschrijving

Voor de moderne uitvoering van de loopproef, werden verschillende menselijke handelingen (manueel uitrekenen van vijf valleien, bewandelen van vloerbedekking, enz.) vervangen door mechanische en elektrische elementen.

Doordat de stapkracht, stapswijze, staphoogte en het stappatroon ongewijzigd blijven tot de gebruiker deze wenst te wijzigen, kan de betrouwbaarheid van de loopproef gegarandeerd worden waardoor deze parameters als constanten beschouwd kunnen worden.

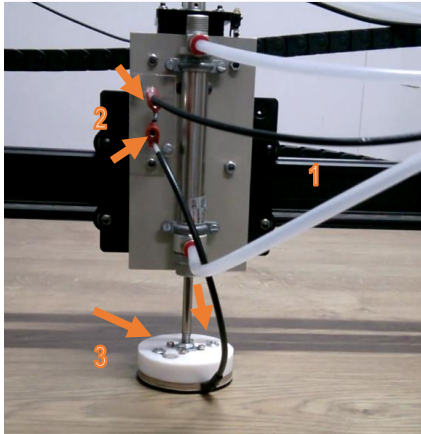
Verder kunnen elk van deze parameters een invloed uitoefenen op het uiteindelijke meetresultaat. Deze invloeden worden verder toegespitst in het vierde hoofdstuk van dit rapport.



Figuur 15 : Voorbeeld van de BAM-zolen, dynamische voet en statische voet.

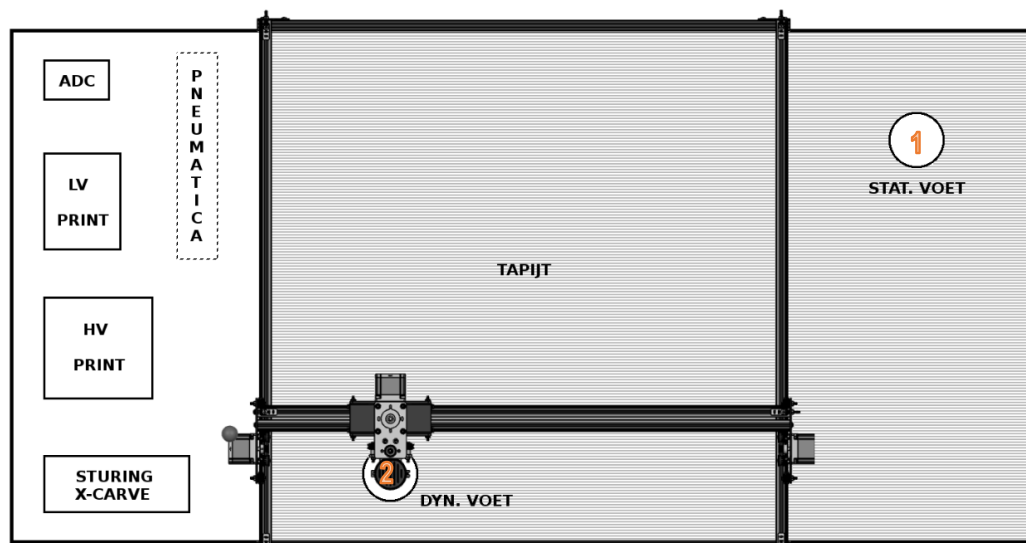
Verder zijn er twee verschillende voeten aanwezig, een dynamische voet [1] en een statische voet [2].

De dynamische voet zal gedurende de loopproef gaan bewegen d.m.v. een pneumatische cilinder die op zijn beurt verbonden is met het frame van de machine. Deze pneumatische cilinder is weergegeven op de onderstaande afbeelding.



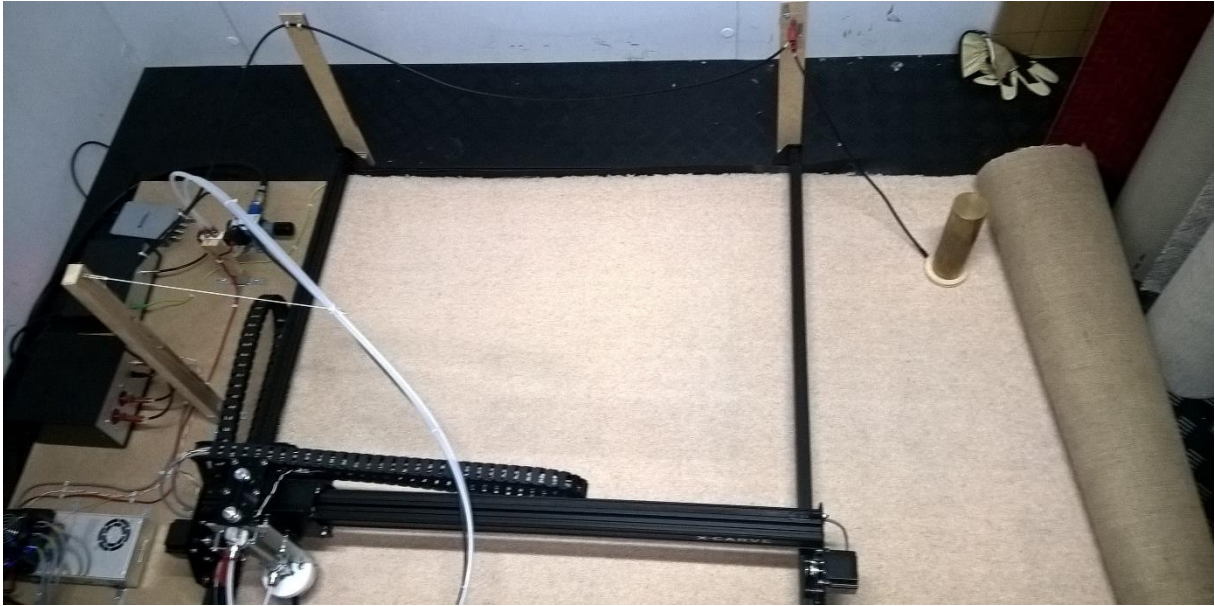
Figuur 16 : Dynamische voet gemonteerd op de pneumatische cilinder.

Verder wordt deze voet vastgemonteerd op de X-carve [1] , met daarop nog verbindingpunten [2] met coaxkabels die een verbinding vormen met de computer en de interface-unit. Het frame van de machine, de X-carve, zal zich verder bewegen volgens een stappatroon met X- en Y-coördinaten die ontworpen worden in een excel bestand. Onder de pneumatische cilinder is er een kleine cilinder uit kunststof [3] gemonteerd met twee verbindingpunten, een banana systeem. Deze verbindingpunten zullen ervoor zorgen dat het wisselen van de zolen op een eenvoudige en flexibele wijze kan verlopen.



Figuur 17: Opstelling van de geautomatiseerde proefmethode, *Thesis, Ontwerp en realisatie van een elektronisch meet platform voor statische elektriciteitseigenschappen van textiel.* (2015-2016)

Op de bovenstaande afbeelding wordt de proefopstelling van de geautomatiseerde proefmethode voorgesteld. Aan de rechterzijde bevindt zich de statische voet [1] die tijdens de loopproef zal blijven stilstaan. Deze wordt als referentiepunt gebruikt voor de dynamische voet. De statische voet bevindt zich buiten het bereik van het frame [2], maar moet nog wel op het proefstuk geplaatst worden.



Figuur 18 : Voorbeeld van een proefopstelling.

2.5.2 Werkwijze



Figuur 19 : Mechanisch en elektronisch gedeelte van de geautomatiseerde loopproef

De moderne uitvoering bestaat uit een mechanisch gedeelte [figuur 13] en een elektronisch gedeelte [1]. Het mechanische gedeelte, dat links achteraan geplaatst werd, wordt gestuurd d.m.v. perslucht. Op de aansluiting met het pneumatisch circuit werd een drukregelaar [2] bevestigd. Op deze manier kan men op een eenvoudige en een flexibele wijze de werkdruk veranderen.

Vervolgens worden de bewegingen van de dynamische voet mogelijk door een pneumatische dubbelwerkende cilinder te monteren op de X-carve, die op zijn beurt wordt gestuurd door een pneumatisch ventiel. De pneumatische cilinder zal ervoor zorgen dat de dynamische voet op en neer zal gaan bij elke coördinaat die gegeven wordt via een bepaald stappatroon. Dit stappatroon kan gerealiseerd worden door coördinaten in een Excel- of CSV-bestand te verwerken en op te slaan.

Vervolgens kan de gebruikte software, Arduino, enkel een G-code lezen. Daarom is het belangrijk om het stappatroon volgens een juist bestandsformaat op te slaan. De G-code maakt gebruik van korte commando's die serieel doorgezonden kunnen worden. Doordat de X-carve zich verderbeweegt d.m.v. stappenmotoren, kunnen de korte commando's van de G-code de beweging van het systeem realiseren. Deze G-code is ook verantwoordelijk voor de beveiliging van het systeem. Telkens wanneer er een nieuw stappatroon ontwikkeld wordt, zullen elk van deze G-codes gecontroleerd worden en uitgevoerd worden. Indien er één voorwaarde niet voldaan wordt, kan de software dit patroon niet lezen en wordt het gedetecteerd als een fout bestand met een foute G-code.

Een voorbeeld van deze G-codes wordt op de onderstaande afbeelding voorgesteld. Bij de verschillende G-codes wordt er telkens verwezen welk commando de G-code uitvoert. Verder zal er geen diepere analyse gevoerd worden voor het elektronisch gedeelte, vermits dit niet de doelstelling is van dit rapport..

G-code	commando
G0	rapid motion(mm/min.)
G1	coordinated motion(patroon)
G2	arc. clockwise
G3	arc. counter clockwise
G4	dwel
G20	inches as units
G21	millimeters as units
G28	go home
G30	go home via intermediate point
G90	absolute positioning
G91	incremental positioning
G92	set current as home

Tabel 11: Voorbeeld van G-codes

Verder zal Arduino verantwoordelijk zijn om alle berekeningen voor de sturing uit te voeren. Doordat er gebruik gemaakt werd van stappenmotoren, moet voor aanvang van elke proef de nulpositie opnieuw ingegeven worden. Dit gebeurt door in het setup-scherm op home te drukken.

De nulpositie wordt aangegeven door eindeloopschakelaars: één eindeloopschakelaar op de Y-as en één eindeloopschakelaar op de X-as.



Figuur 20 : Elektronisch gedeelte

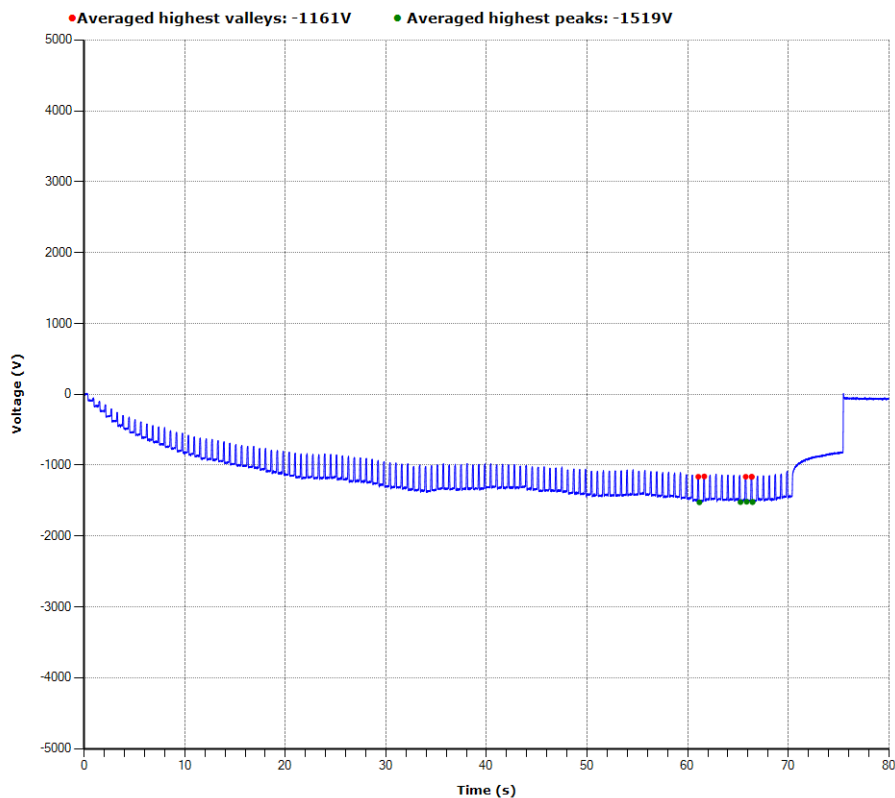
Om de metingen vervolgens grafisch te kunnen voorstellen, wordt er gebruikgemaakt van de GUI, die verbonden is met de ADC-lezer [1]. Dit apparaat wordt op figuur 20 voorgesteld. De ADC-lezer zal ervoor zorgen dat bij aanvang van een serie proeven de data in real time uitgelezen kan worden. Telkens de dynamische voet op en neer gaat, kan dit gevolgd worden op het scherm d.m.v. een grafiek.

De grafische user interface zorgt voor het grafische gedeelte. Hiervoor maakt GUI het mogelijk voor de gebruiker om verschillende schermen te kunnen raadplegen. In het setup-scherm kan men de nul-positie invoeren, vervolgens de gemeten spanning en het kalibreren. Het kalibreren biedt verschillende mogelijkheden. Indien er geen vaste spanningsbron gekend is, wordt rt meestal gekozen om te kalibreren op "0 volt". Op het measure-scherm kan men een aantal gegevens gaan invoeren zoals de gebruikte zool en de staphoogte. Tijdens het uitvoeren van een loopproef biedt dit scherm ook de mogelijkheid aan de gebruiker om elke stap grafisch weer te geven. Vervolgens wordt er ook een stap- en stopknop weergegeven. De gebruiker zal telkens bij aanvang van een proef de startknop moeten indrukken zodat de proef gestart kan worden. Indien er tijdens het uitvoeren van een meting iets misloopt, kan men door behulp van een stopknop de uitvoering onderbreken. Uit veiligheidsoverwegingen moet de software dan herstart worden.

Verder biedt GUI een derde scherm: het review data-scherm. Op dit scherm kan men eerdere metingen raadplegen die automatisch worden opgeslaan.

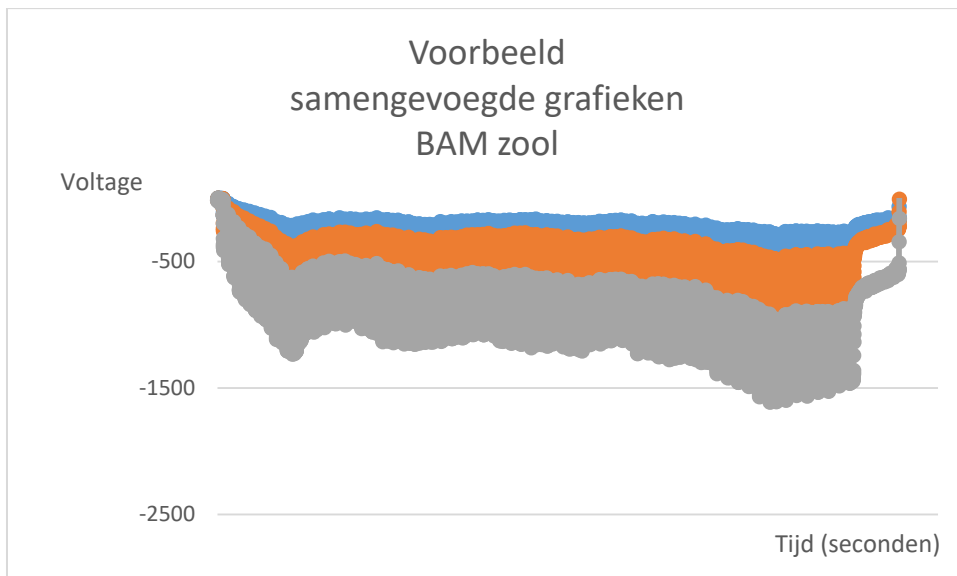
In het laatste scherm, het setting-scherm, kan men verschillende instellingen wijzigen zoals de map waarin de gegevens opgeslagen moeten worden, de verscaling van het scherm, de tijd en het stappatroon. Het wijzigen of invoeren van de instellingen moet enkel eenmalig uitgevoerd worden tot de gebruiker wenst om andere parameters te veranderen.

Na het uitvoeren van een meting wordt het meetresultaat automatisch opgeslaan volgens twee bestanden: een CSV-bestand of een PNG-bestand. Het PNG-bestand is een afbeelding en biedt een eenvoudige manier voor het aflezen van de data. Een CSV-bestand kan in Excel verder uitgewerkt worden.



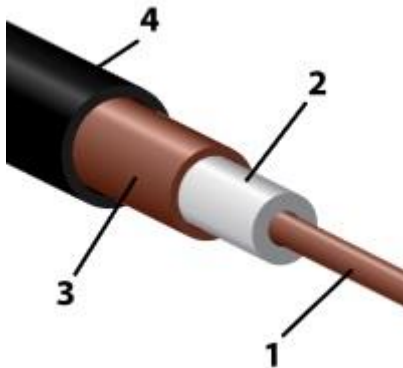
Figuur 21: Voorbeeld png, één meting van één kwaliteit

Op de bovenstaande afbeelding ziet men een voorbeeld van een meetresultaat dat volgens een afbeelding opgeslagen werd. Omdat dit niet verder verwerkbaar is, is dit niet interessant voor een serie proeven. Hiervoor kan men beter een CSV-bestand gaan raadplegen, waar men verschillende grafieken van één dezelfde kwaliteit verder kan verwerken.



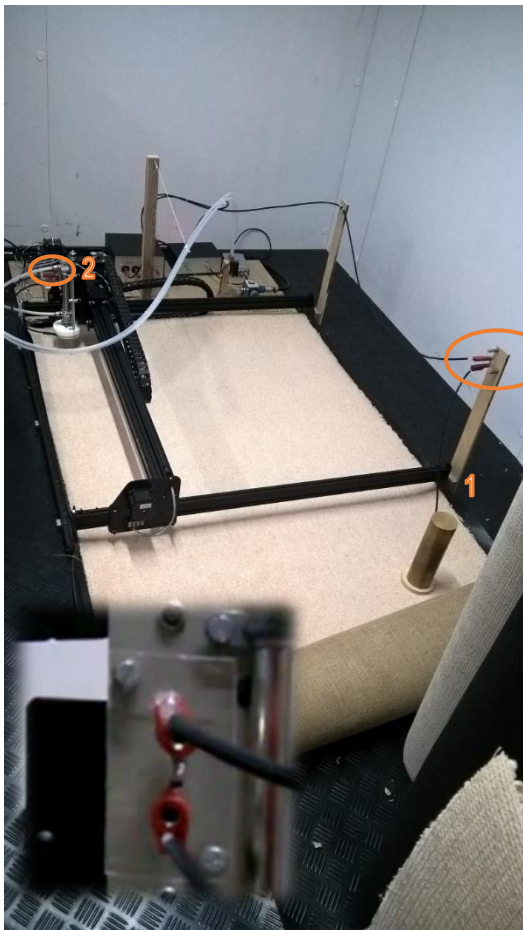
Figuur 22: Voorbeeld van samengevoegde grafieken, drie metingen

Verder wordt er voor de verbinding van de beide voeten gebruikgemaakt van een coaxkabel. Op de onderstaande afbeelding worden de verschillende onderdelen voorgesteld van een coaxkabel. De studenten motiveren hun keuze voor een coaxkabel voor weerstand tegen invloeden van buitenaf.



Figuur 23 : Coax kabel [1: binnengeleider], [2: isolatie materiaal],
[3 : buitengeleider], [4 : mantel],(Fleshgrinder,30 Juni, 2015)

Het circuit is aangesloten op een hoogspanningsprint hierop zal er geen verdere toelichting volgen voor het commercialiseren te hypothekeren.



Figuur 24 : Voorbeeld bevestiging kabels

Er zijn twee kabels gemonteerd d.m.v. een pin en plexiglas. De ene kabel is gemonteerd op het plexiglas op de statische voet [1], die niet beweegt. De andere kabel is gemonteerd op het plexiglas van de dynamische voet [2]. Hierbij is er ook plaatsgemaakt voor een verbinding met de zool. Deze bevindt zich eronder op het plexiglas. Zoals op de bovenstaande afbeelding wordt voorgesteld, linksonderaan is een voorbeeld voor de bevestiging voor beide zolen.

Verder is de interfaceprint- en hoogspanningsbron bij het ontwerp getest geweest i.v.m. het kalibreren van het systeem. De condensator zal ervoor zorgen om de resterende lading te verwijderen in het systeem. Het wordt ontladen door gebruik te maken van de drukknop 'calibrate 0V' op het setup-scherm. Hiervoor is er een kleine input van de gebruiker gevraagd.

Verder is dit circuit aan verschillende testen onderworpen geweest door de ontwerpers van dit systeem. Uit hun onderzoek bleek dat een hogere weerstand de ontlading van de buffer aan de condensator vertraagt. Er werd een hoge lekstroom opgemerkt die een negatieve invloed uitoefende op het laden van de condensator. Door het verwijderen van enkele onderdelen, werd dit herberekend. Hierdoor blijft er enkel een lekstroom over van de buffer, en deze zal na een meting van ongeveer één minuut $15\mu\text{V}$ opladen. Dit is een lage waarde die verwaarloosbaar klein is en deze kan waargenomen worden op het setup-scherm voor en na een meting.

Om overslag te vermijden is het systeem versterkt en zullen de metingen afgebroken worden indien ze hoger dan 15kV bedragen (laagspanning). Verder werden er waarden vastgelegd in het systeem om metingen te kunnen afbreken die zich rond 10 kV bevinden.

Vervolgens wordt het systeem na aanvang van een serie proeven telkens uitgeschakeld om ecologische redenen.

Zowel voor de uitvoering van de huidige methode als de geautomatiseerde methode werd er eerst een aluminium plaat gemonteerd. Vervolgens werd de aluminiumplaat verbonden met de interface unit, waardoor het kalibreren mogelijk wordt.

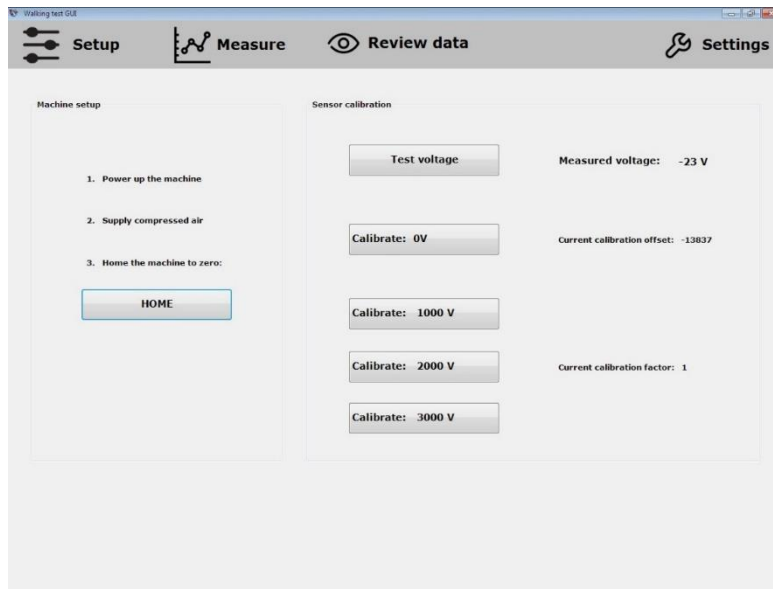
Op de aluminiumplaat werd er een rubberen mat gelegd, deze kan al dan niet verwijderd worden door deze af te nemen van de aluminiumplaat.

2.5.3 Uitvoeren van testen

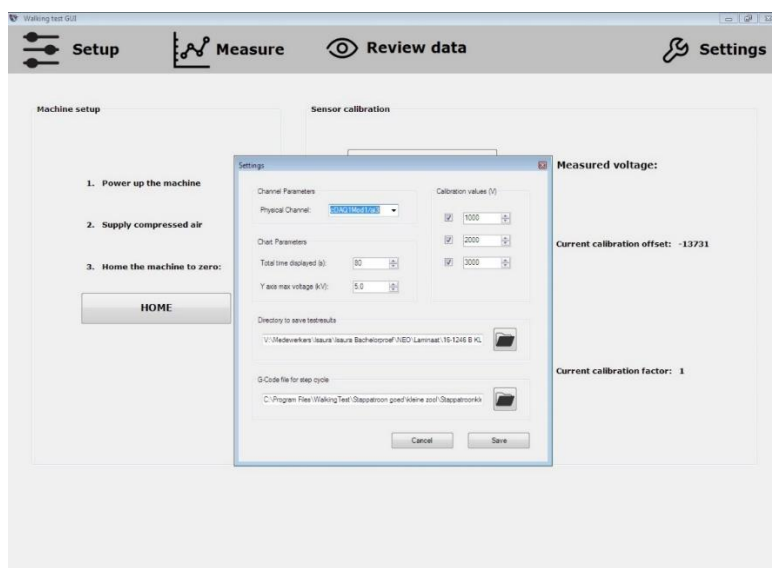
Voor aanvang van een serie proeven wordt het volledige systeem opgestart. De software 'walkingtest GUI' wordt geopend en hierna moet de gebruiker een procedure volgen om het systeem niet te belasten en om geen schade aan te richten aan de machine.

Volgens de procedure moet de gebruiker voor aanvang van een serie proeven controleren of de instellingen al dan niet gewijzigd moeten worden (staphoogte, map, stappatroom, enz.). Daarna legt men de te testen vloerbedekking al dan niet op de rubberen mat. Hierna worden de gestandaardiseerde zolen volgens keuze (BAM of NEO) bevestigd op de bevestigingsplaatsten. De dynamische voet wordt bevestigd aan de teflon zool die verbonden is met de pneumatische cilinder. De statische voet wordt buiten het bereik van het frame maar nog wel op de vloerbedekking geplaatst. De pinnen die voor contact van beide voeten zorgen, worden in het voorziene plexiglaasje bevestigd. Zowel voor de dynamische voet als de statische voet worden deze bevestigingsplaatsen gecontroleerd en indien nodig nog vastgedraaid.

Nadat alle instellingen nagekeken zijn geweest, kan men beginnen met de dynamische voet naar zijn nulpositie brengen door gebruik te maken van de home-knop. Daarna gaat men op hetzelfde scherm de knop bedienen voor het kalibreren zodat de meting zal starten met de gewenste spanning.

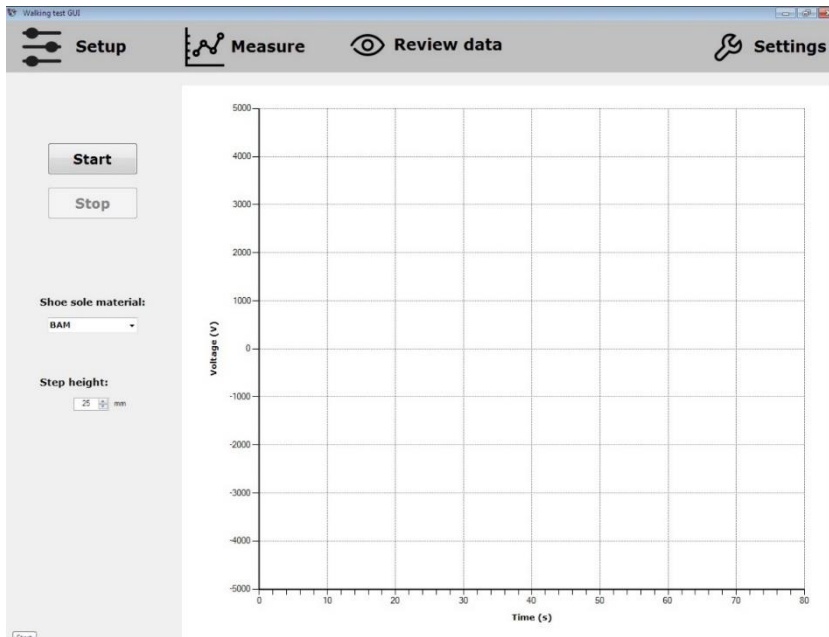


Figuur 25: Setupscherm, loopproef volgens de geautomatiseerde methode

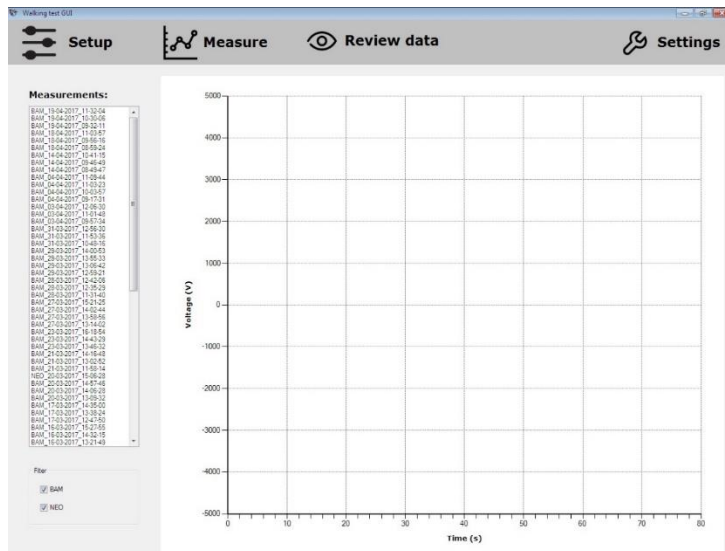


Figuur 26 : Settingsscherm, loopproef volgens de geautomatiseerde methode

Hierna zal de gebruiker het tweede scherm moeten raadplegen, het measurescherm. Op dit scherm hoeft de gebruiker enkel de gebruikte zool aan te duiden en op start te duwen. Op de onderstaande illustratie wordt het measure scherm afgebeeld. Op dit scherm is het ook mogelijk om de gewenste staphoogte te wijzigen. Verder kan de gebruiker de zool die opgesteld staat aanduiden. Wanneer de gebruiker het review data-scherm wil raadplegen, zullen de opgeslagen metingen automatisch gerangschikt staan volgens zool. Elke cycli die uitgevoerd wordt, zal automatisch opgeslagen worden door het systeem en de software. Ook wanneer de gebruiker de noodstop wenst te gebruiken, wordt de meting automatisch opgeslagen.



Figuur 27 : Measurescherm, loopproef volgens de geautomatiseerde proefmethode.



Figuur 28 : Review data-scherm, loopproef volgens de geautomatiseerde proefmethode.

Nadat de serie beëindigd is, zal de dynamische voet automatisch naar zijn uitgangspositie bewegen. Na elke meting worden de zolen telkens ontkoppeld en gereinigd met een papieren doek en ethanol volgens de ISO-norm 6356.

2.6 Testen en waarnemingen volgens beide proefmethoden

2.6.1 Overzicht

In het onderstaande overzicht worden de metingen weergegeven volgens:

- Soort vloerbedekking
- Operator
- Uitvoering
- Referentietapijten voor BAM- en NEO-zolen

Samples	Huidige proefmethode	Geautomatiseerde proefmethode
Kamerbreed tapijt	✓	✓
Laminaat	✓	✓
Vinyl	✓	✓
Tapijt op afmetingen(tegels)	✓	✓

Tabel 12: Overzicht metingen

In de bovenstaande tabel worden de verschillende kwaliteiten en soorten proefmethoden voorgesteld. Doordat de uitvoering van de proefmethode een belangrijke factor is, kan men waarnemen dat de huidige proefmethode variabelen beschikt die zich bij de moderne uitvoering als een constante gedragen. In de volgende helft van dit hoofdstuk worden deze nader bekeken en geanalyseerd.

2.6.2 Waarnemingen

De volgende metingen zijn uitgevoerd volgens de huidige proefmethode door twee personen:

- persoon A: operator
- persoon B: student

De tabellen zijn opgemaakt volgens soort zool.

Samples	Persoon A	Persoon A	Persoon B	Persoon B
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	< -200	-	- 327	11,31
16-1293	- 542	8,68	- 1169	7,70
Rood tapijt B4	-775	-	-1271	12,80
Rood tapijt B3	-713	-	-1081	2,08

Laminaat				
16-407 B	-11 780	-	-12 400	-
16-1246 A	-373	10,89	-1296	10,58
16-1246 B	-677	2,83	-1042	15,00

Vinyl	Met	Zonder			Met	Zonder		
15-685	-8940	-3400	-		-8720	-3200	-	
Wit ITL	-1663	-425	-		-3525	-529	-	

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-278	9,57	-381	18,26
16-1268	-753	7,86	-1150	11,35

Tabel 13: Overzicht van de huidige proefmethode met BAM-zool.

Samples	Persoon A	Persoon A	Persoon B	Persoon B
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	-485	11,98	-785	8,15
16-1293	-673	19,22	-1663	5,64
Rood tapijt B4	-1237.5	-	-2088	2,74
Rood tapijt B3	-1400	-	-1935	2,93

Laminaat				
16-0407 B	-9740	-	-12 120	-
16-1246 A	-468	3,92	-1471	7,23
16-1246 B	-1043	18,66	-1600	6,68

Vinyl	Met	Zonder			Met	Zonder		
15-685	-426	-228	-	1,82	-4080	-1683	-	5,27
Wit ITL	-1913	-563	-		-2750	-917	-	

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-278	5,69	-676	9,70
16-1268	-953	19,10	-1608	17,97

Tabel 14: Overzicht van de huidige proefmethode met NEO-zool.

In de bovenstaande tabel hebben beide personen dezelfde proefstalen getest volgens de huidige proefmethode. De waarden van persoon A bevinden zich lager dan de waarden van persoon B. De oorzaak van de fluctuerende waarden per persoon is te wijten aan fysieke kenmerken. De proefmethode is door beide personen volgens dezelfde wijze uitgevoerd, enkel de persoon die de vloerbedekking heeft bewandeld, werd gewijzigd.

De CV-waarden liggen bij persoon B lager dan bij persoon A. Dit is te wijten aan de stapfrequentie en staphoogte van de persoon.

De interne weerstand van een persoon is een doorslaggevende factor en kan een invloed hebben op het eindresultaat. Vervolgens zijn er nog andere factoren zoals loopfrequentie en loophoogte die het eindresultaat sterk kunnen beïnvloeden.

Doordat deze variabelen fluctueren, kan deze loopproefmethode enkel door één en dezelfde persoon uitgevoerd worden.

Doordat de loopproef door één en dezelfde persoon wordt uitgevoerd, zullen de variabelen (stapfrequentie; stappatroon,..) tijdens het lopen regelmatig zijn, maar hierdoor nog niet constant. Het stappatroon en stapfrequentie kunnen afwijken afhankelijk van bijvoorbeeld de gemoedstoestand van deze persoon. Deze afwijkingen kunnen een grote invloed uitoefenen op het eindresultaat.

De onderstaande metingen zijn uitgevoerd volgens proefmethode door één en dezelfde operator:

- Huidige loopproef
- Geautomatiseerde loopproef

Samples	Huidige proefmethode		Geautomatiseerde proefmethode	
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	- 327	11,31	-307	8,56
Rood tapijt B4	-1271	12,80	-986	8,73
Rood tapijt B3	-1081	2,08	-837	11,73

Laminaat				
16-0407 B	-12 400	-	-6935	0,70
16-1246 A	-1296	10,58	-2007	7,12
16-1246 B	-1042	15,00	-2240	13,41

Vinyl	Met	Zonder	Met	Zonder	Met	Zonder	Met	Zonder
15-685	-8720	-3200	-		-2019	-2345	19,63	16,89
Wit ITL	-3525	-529	-	9,55	-1490	-1741	1,97	6,02

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-381	18,26	-498	7,13
16-1268	-1150	11,35	-373	9,25

Tabel 15: Overzicht volgens uitvoering voor BAM-zool.

Samples	Huidige proefmethode		Geautomatiseerde proefmethode	
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	-785	8,15	-1111	8,52
Rood tapijt B4	-2088	2,74	-1922	0,13
Rood tapijt B3	-1935	2,93	-1526	5,35

Laminaat				
16-0407 B	-12 120	-	-3505	9,53
16-1246 A	-1471	7,23	-1038	9,55
16-1246 B	-1600	6,68	-1421	5,97

Vinyl	Met	Zonder	Met	Zonder	Met	Zonder	Met	Zonder
15-685	-4080	-1683	-	5,27	-1274	-1608	12,27	10,11
Wit ITL	-2750	-917	-	6,86	-1187	-1305	4,00	4,00

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-676	9,70	-125	13,71
16-1268	-1608	17,97	-287	15,77

Tabel 16: Overzicht volgens uitvoering voor NEO-zool.

Uit de tabel kan men waarnemen dat de persoon die de proeven uitgevoerd heeft volgens de huidige proefmethode soms lagere waarden bezit t.o.v. de geautomatiseerde proefmethode. Dit is niet het geval voor de resultaten voor het kamerbreed tapijt met de BAM-zool. Hierbij zijn de waarden van de huidige proefmethode hoger dan de andere proefmethode, de geautomatiseerde proefmethode.

De oorzaak dat de waarden voor de geautomatiseerde proefmethode van de andere proefstukken lager gelegen zijn t.o.v. de waarden voor de huidige proefmethode, kan te wijten zijn aan de samenstelling van het proefstuk.

Verder moet er in acht genomen worden dat de huidige proefmethode afhankelijk is van een persoon en dit biedt geen garantie op betrouwbaarheid.

Men kan concluderen dat de resultaten voor de spreiding van de geautomatiseerde proefmethode steeds lager zijn dan 20%. De meeste van deze proefstukken bezitten een CV-waarde lager dan 15%, met hier en daar wat uitschieters zoals dit het geval is bij de vinyl en op de tegel 16-1268.

De volgende metingen werden uitgevoerd door twee verschillende personen.

- Persoon A: operator van Universiteit Gent, volgens de huidige uitvoering
- Geautomatiseerde machine: bestuurd door de student, volgens de geautomatiseerde uitvoering

Persoon A, is de operator die de huidige loopproeven nog steeds uitvoert volgens de huidige proefmethode.

De machine is door een andere persoon bediend geweest.

Samples	Persoon	Persoon	Machine	Machine
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	< -200	-	-307	8,56
Rood tapijt B4	-775	-	-986	8,73
Rood tapijt B3	-712.5	-	-837	11,73

Laminaat				
16-0407 B	-11 780	-	-6935	0,70
16-1246 A	-373	10,89	-2007	7,12
16-1246 B	-677	2,83	-2240	13,41

Vinyl	Met	Zonder		Met	Zonder	Met	Zonder
15-685	-8940	-3400	-	-2019	-2345	19,63	16,89
Wit ITL	-1663	-425	-	-1490	-1741	1,97	6,02

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-278	9,57	-489	7,13
16-1268	-753	7,86	-373	9,25

Tabel 17: Overzicht volgens uitvoering voor BAM-zool.

Samples	Persoon	Persoon	Machine	Machine
	Hoogste vallei(Volt)	CV(%)	Hoogste Vallei(Volt)	CV(%)
Kamerbreed tapijt				
17-0178	-485	11,98	-1111	8,52
Rood tapijt B4	-1238	-	-1922	0,13
Rood tapijt B3	-1400	-	-1526	5,35

Laminaat				
16-0407 B	-9740	-	-3505	9,53
16-1246 A	-468	3,92	-1038	9,55
16-1246 B	-1043	18,66	-1421	5,97

Vinyl	Met	Zonder			Met	Zonder		
15-685	-426	-228	-	1,82	-1274	-1608	12,27	10,11
Wit ITL	-1913	-563	-		-1187	-1305	4,00	4,00

Tapijt op afmetingen(tegels)				
16-1487	-278	5,69	-125	13,71
16-1268	-953	19,10	-287	15,77

Tabel 18: Overzicht volgens uitvoering voor NEO-zool.

Algemeen kan men vaststellen dat de waarden van persoon A lager gelegen zijn dan de waarden van de geautomatiseerde proefmethode. Doordat de geautomatiseerde proefmethode met een constante snelheid, druk en hoogte de proef uitvoert, is de meting en spreiding betrouwbaarder t.o.v. de huidige proefmethode.

Er valt op te merken dat alle metingen op een druk van 1,5 bar uitgevoerd zijn. Doordat er weinig verschil was tussen de meetresultaten voor 2 bar en 1,5 bar, werd er besloten om de metingen uit te voeren op 1,5 bar.

3 Statische elektriciteit

3.1 Definitie

Het tribo-elektrisch effect wordt veroorzaakt door wrijving van materialen waarbij er elektrische ladingen worden uitgewisseld en vervolgens elektrisch opgeladen worden.
(Tribo-elektrisch effect, Magere Hein, 15 februari 2017)

Het tribo-elektrisch effect wordt veroorzaakt door wrijving tussen de geleider en de isolator. Hierbij worden vrije elektronen losgewreven en creëren zo een ladingsverschil.
(Tribo-elektrisch effect, Freddy Alferink, Meettechniek, april 2014)

In Van Dale staat statische elektriciteit omschreven als:

Leer van de elektrische ladingen in rust, omvattend de voortbrenging van elektriciteit door wrijving en inductie, en de elektrische ontlading. (Statische elektriciteit, Van Dale, 2017)

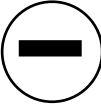
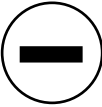
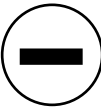
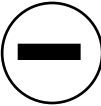
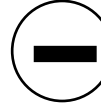
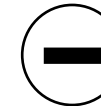
3.2 Principe

Statische elektriciteit kan opgewekt worden door bijvoorbeeld wrijving, maar ook door toevoegen van warmte, mechanische druk en influentie. Door een ongelijke verhouding van elektronen en protonen tussen twee lichamen kan er een statische elektrische spanning heersen.

Bij elektrostatica treedt er geen magnetisme op doordat er geen stroom vloeit, in tegenstelling tot de dynamische elektriciteit. Verder zullen er nog krachten uitgeoefend worden bij geladen voorwerpen. Indien de lichamen een gelijke lading hebben, zullen ze elkaar afstoten. Indien lichamen een ongelijke lading hebben, zullen deze elkaar aantrekken.

Statische elektriciteit is al gekend sinds 600 v.C., en werd ontdekt door Thales Van Milet, de Griekse filosoof. Thales Van Milet heeft dit verschijnsel bewezen door een experiment waarbij hij een stuk stof over een amberen staaf wreef en in contact bracht met een licht materiaal, bijvoorbeeld een veer. (Geschiedenis van de wetenschap, Hans Vanlanduyt, 2014)
Hieruit kon hij vaststellen dat lichtje deeltjes aangetrokken werden. Pas later in 1746 voerde Franklin negatieve en positieve ladingen in. De elektrostatica werd geboren.

Vervolgens werd er een tribo-elektrische reeks opgesteld. In deze lijst worden de materialen gerangschikt volgens de sterkte van de lading, in de onderstaande figuur wordt deze reeks voorgesteld. Indien men twee materialen in contact brengt met elkaar, zal het materiaal positief of negatief geladen zijn: de diëlektrische constante. Deze constante is van belang bij het uitvoeren van de loopproeven. Het te testen materiaal kan zowel positieve als negatieve waarden vertonen, welke dus te wijten is aan het diëlektrische constante.

droge huid			
asbest			
leder			
konijnenvel			
glas			
mica			
haar (mens)			
nylon(garen)			
nylon (polymeer)			
wol			
lood			
kattenvel			
zijde			
aluminium			
papier			
Katoen	0		
Staal			
Hout			
barnsteen			
Plexiglas			
Polystyreen			
Rubberballon			
Harsen			
Harde rubber			
Nikkel			
Zwavel			
Zilver			
Goud, platina			
Acetaat			
Synthetische rubber			
Polyester			
Styreen(piepschuim)			
Orlon			
huishoudfolie			
Polyurthaan			
Polyethyleen(kleefband)			
Polypropyleen			
Vinyl (PVC)			
Sillicium			
Teflon			
Siliconenrubber			
eboniet			

Tabel 19 : Materialenreeks (tribo-elektrisch effect, Wikipedia, 2017)

Wol is bijvoorbeeld een textielvezel dat zowel positief als negatief geladen kan worden: het amfoteer karakter. Indien er contact ontstaat d.m.v. wrijving tussen wol en barnsteen, dan zal de wolvezel geladen worden. Dit kan men afleiden vanuit de bovenstaande tabel waarbij de positie van deze materialen van belang is voor de ladingsoverdracht.

3.3 Oplading van vloerbedekking

Een verschijnsel van statische elektriciteit van een tapijt is bij velen bekend. Bijvoorbeeld, wanneer men na het belopen van een tapijt de deurknop aanraakt, en daarbij een elektrische schok ondervindt. Om dit te vermijden, heeft men hiernaar onderzoek gedaan. Daaruit bleek dat de maximale oplading zich onder 2,5 tot 3,5 Kilovolt (kV), (laag spanning) moet bevinden, voor comfort van de mens. Indien de oplading hoger is dan deze waarden, kan dit ervaren worden als een elektrische schok. Dit is onaangenaam, maar niet gevaarlijk voor de mens. Voor de industriële verwerking voornamelijk bij elektronische toestellen, kan dit wél schadelijk zijn. Daarom werden er in de ISO-norm 6356 waarden vooropgesteld, waardoor men een vloerbedekking al dan niet antistatisch kan beoordelen.

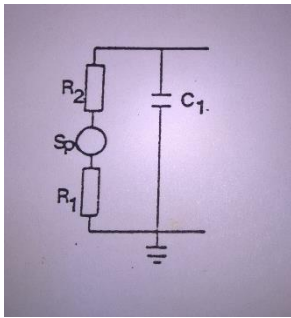
Bijvoorbeeld, bij industriële processen treedt er vaak statische oplading op, ontstaan door scheiding of wrijving van twee ongelijk geladen lichamen. Indien deze gegenereerde statische oplading niet kan weglekken, kan er een doorslag ontstaan met als gevolg een vonk. Dit kan soms aanleiding geven tot brand en explosies indien er zich brandbare stoffen in de buurt bevinden. Daarom is het van belang om de elektrische eigenschappen van vloerbedekking te kunnen testen.

3.2.1 Belopen van vloerbedekking

Zoals eerder vermeld in dit rapport, wordt statische elektriciteit op vloerbedekking gegenereerd d.m.v. wrijving tussen twee materialen met ongelijke lading.

Tegengestelde ladingen zullen elkaar aantrekken i.p.v. afstoten, hierdoor zullen ongelijke ladingen een aantrekkingskracht veroorzaken naar elkaar. Daarbij zullen deze twee oppervlakken waarop deze verblijven naar elkaar toetrekken.

Bijvoorbeeld bij het belopen van een vloerbedekking, zullen de oppervlakken van de schoen en de vloerbedekking van elkaar gescheiden worden d.m.v. het opheffen van de voet en treedt er een ladingsscheiding op. Het ladingsmechanisme dat zich voordoet bij het belopen van een vloerbedekking wordt op de volgende afbeelding weergegeven. De stappen van de persoon op een vloerbedekking kunnen beschouwd worden als in serie geschakelde weerstanden met een capaciteit die parallel geschakeld zijn.



Figuur 29 : Een persoon op een vloerbedekking (*Invloed van slijtage op het elektrostatisch gedrag van getufte tapijten, Els David, 1989*)

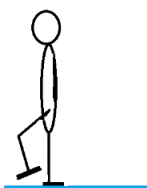
Zoals eerder vermeld, is het materiaal één van de doorslaggevende factoren bij het meten van een antistatische vloerbedekking. Er zijn namelijk materialen die beter geleiden dan andere en elk soort materiaal bezit een bepaalde weerstand (R_1 in bovenstaande afbeelding). Daarnaast is er een spanningsbron aanwezig, welke wordt aangeduid met Sp . Vervolgens bezitten de gestandaardiseerde zolen (R_2) een weerstand. Deze waarde wordt in de omschrijving van de ISO-norm verder toegelicht in het begin van dit rapport, bij hoofdstuk 2.1. De weerstand van de persoon (interne weerstand). Tenslotte wordt de capaciteit, de geleidbaarheid van de persoon op het te testen vloerbedekking, voorgesteld als C_1 .

In het model van Oxé en Boschung werd het systeem gebaseerd op een viertal elementen:

- De binnenzolen van de sandalen en het menselijk lichaam.
- De zool, het contactoppervlak met de vloerbedekking, die in zekere mate een goede isolator en diëlektrum is.
- De vloerbedekking. Afhankelijk van het type vezel vindt men uiteenlopende weerstandswaarden.
- Een geleidende en geaarde vloer, bijvoorbeeld een aluminium plaat.

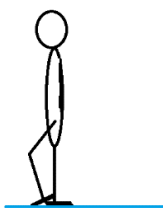
(Invloed van het elektrostatisch gedrag van getufte tapijten, Els David, 1989)

Uit het model kan men vier fasen onderscheiden voor het genereren van statische elektriciteit. Op de onderstaande afbeeldingen, wordt het genereren van één stap voorgesteld en toegelicht.



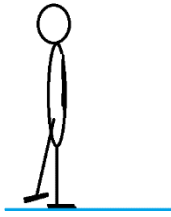
In de eerste fase voor de eerste stap wordt er een ladingsscheiding gevormd. Dit komt door wrijving van de zool op de vloerbedekking. De zool en vloerbedekking worden vervolgens van elkaar gescheiden. De afgescheiden lading bij het opheffen van één voet zal een potentiaal U_1 vormen.

Figuur 30 : Fase 1, ladingscheiding



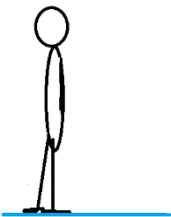
De voet wordt verder opgeheven, waardoor de afstand tussen de vloerbedekking en de zool groter wordt. In deze fase zal de opgeheven voet ontladen worden gedurende een tijd via één schoen. Hierdoor wordt er potentiaal U_2 gevormd.

Figuur 31 : Fase 2, ontlading over één voet.



In de derde fase vormt er zich een potentiaalverschil door het neerzetten van de voet. Dit is te wijten aan een capaciteitsvergroting van de mens met beide voeten op de grond. Hierdoor wordt potentiaal U_3 gevormd.

Figuur 32 : Fase 3, neerzetten van 1 voet



In de laatste fase zal de voet zich terug op de vloerbedekking bevinden en zullen beide voeten ontladen worden via beide schoenen. Hierdoor wordt er potentiaal U_4 gevormd.

Figuur 33 : Fase 4, ontlading over beide voeten

(Invloed van slijtage van het elektrostatisch gedrag van getufte tapijten, Els David, 1989)

Na de vierde fase zullen deze fasen herhaald worden voor de tweede stap, waarbij er zich opnieuw een ladingsscheiding zal voordoen door het opheffen van de tweede voet. Hierbij zal de tweede voet een restlading meedragen die afkomstig is van de eerste voet.

Deze fasen worden herhaald, totdat men zoals voorgeschreven in de norm een totaal van 120 stappen bereikt heeft.

4 Parameters

Dit zijn de parameters die invloed kunnen hebben:

- Stapkracht
- Staphoogte
- Grootte van de zool
- Stappatroon

In het begin van dit rapport werd reeds kort toegelicht dat deze parameters vervangen zijn door elektronische/mechanische componenten. Hierdoor biedt dit systeem een hogere betrouwbaarheid voor de proeven. In dit deel van het rapport zullen de parameters uitgebreid geanalyseerd en besproken worden.

De soorten vloerbedekking waarmee deze proeven uitgetest zijn geweest, zijn een getuft tapijt en een laminaat. Daarvoor zijn er eerst kleine metingen uitgevoerd met deze machine, *zie deel 2.6.2 waarnemingen*, en werden alle data verzameld en geanalyseerd.

Om de keuze te motiveren voor het te testen proefmateriaal, zijn alle waarnemingen uit het deel 2.6.2 zorgvuldig geanalyseerd. De analyse en keuze zijn op basis van de regelmatigheid in waarden en in spreiding (CV) geselecteerd.

Het tapijt bestaat uit een grondlaag (doek) en een gebruikerslaag (poolaag). Beide oppervlaktes, zowel gesneden als lussenpool, bezitten een bijkomende factor, namelijk de resiliëntie of veerkracht. Deze bijkomende factor kan het resultaat beïnvloeden. Daarom werd de keuze uitgebreid om twee proefstalen te gebruiken, namelijk ook een laminaat. Een laminaat bestaat uit homogene lagen waardoor de invloed van de resiliëntie gering zal zijn.

Doordat de datamatrixen veel gegevens bevatten, zal er enkel een voorbeeld voorgesteld worden zoals in deel 4.1: stapkracht. De andere tabellen zullen toegevoegd worden in dit rapport als bijlage.

4.1 Stapkracht



Volgens de huidige proefmethode zal de persoon een stapkracht uitoefenen onder invloed van zijn of haar gewicht. Het gewicht is niet de meest bepalende factor voor de huidige proefmethode, maar wel de capaciteit van de mens (interne weerstand). Doordat de huidige proefmethode afhankelijk is van fysieke kenmerken, zal de interne weerstand de meest doorslaggevende factor zijn op de eindresultaten van de loopproef. Tenslotte is de interne weerstand van een persoon bepalend, d.w.z. dat een persoon een bepaald vochtgehalte bezit, de ene meer dan de andere. Daardoor zal de ene persoon beter geleiden dan de andere persoon. Het gewicht kan de interne weerstand gaan beïnvloeden.

De stapkracht van een persoon met een gewicht van 80 kg zal, bij benadering, gelijk zijn aan 3.2 bar.

Deze gegevens werden berekend a.d.h.v. de volgende formules:

- 1) $1\text{kg}=9.8\text{Newton}$
 - $9.8\text{N}\cdot 80\text{kg}= 785\text{N}$
- 2) $\text{Pa}= \text{N}/\text{m}^2$
 - $785\text{N}/0.0025\text{m}^2=314\ 000\text{Pa}$
- 3) $100\ 000\text{Pa}=1\text{bar}$
 - $314\ 000/100\ 000= 3.14=3.2\text{bar}$

De werkdruk van 3.2 bar is al een hoge waarde. In dit deel worden de resultaten voorgesteld in de tabellen en kan men vaststellen dat de gebruikte werkdruk zich tussen 1 bar en 2 bar bevindt. Hiervoor werd er door de studenten uit Kortrijk een waarde vast toegekend, namelijk 2 bar. Door hun diepgaande analyse, hebben de studenten vastgesteld dat het systeem niet optimaal werkt indien de werkdruk niet hoger dan 2 bar bedraagt.

4.1.1 Proefstuk 1, getuft tapijt

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Sample 1 (RED CARPET B4)	Cut pile/ volle breedte	1	27/03/2017	IN	2	-1066	-1412	BAM	Zigzag	
		2	27/03/2017	IN	2	-895	-1241	BAM	Zigzag	
		3	27/03/2017	IN	2	-997	-1345	BAM	Zigzag	
		4	28/03/2017	IN	2	-1089	-1441	BAM	Zigzag	
		5	28/03/2017	IN	2	-1010	-1370	BAM	Zigzag	
		6	28/03/2017	IN	2	-880	-1247	BAM	Zigzag	
		7	28/03/2017	IN	2	-926	-1272	BAM	Zigzag	
		8	29/03/2017	IN	2	-1015	-1371	BAM	Zigzag	
		9	29/03/2017	IN	2	-873	-1245	BAM	Zigzag	
		10	29/03/2017	IN	2	-1080	-1457	BAM	Zigzag	
TOT.						-983,1				-8,52
		11	29/03/2017	IN	1,5	-969	-1290	BAM	Zigzag	
		12	29/03/2017	IN	1,5	-988	-1304	BAM	Zigzag	
		13	29/03/2017	IN	1,5	-970	-1276	BAM	Zigzag	
		14	3/04/2017	IN	1,5	-1161	-1519	BAM	Zigzag	
		15	3/04/2017	IN	1,5	-1019	-1353	BAM	Zigzag	
		16	3/04/2017	IN	1,5	-894	-1136	BAM	Zigzag	
		17	3/04/2017	IN	1,5	-856	-1180	BAM	Zigzag	
		18	3/04/2017	IN	1,5	-1079	-1432	BAM	Zigzag	
		19	3/04/2017	IN	1,5	-1083	-1443	BAM	Zigzag	
		20	3/04/2017	IN	1,5	-1085	-1415	BAM	Zigzag	
TOT.						-1010,4				-9,30
		21	4/04/2017	IN	1	-677	-877	BAM	Zigzag	
		22	4/04/2017	IN	1	-727	-926	BAM	Zigzag	
		23	4/04/2017	IN	1	-649	-854	BAM	Zigzag	
		24	4/04/2017	IN	1	-753	-967	BAM	Zigzag	
		25	4/04/2017	IN	1	-700	-897	BAM	Zigzag	
		26	5/04/2017	IN	1	-603	-773	BAM	Zigzag	
		27	5/04/2017	IN	1	-692	-892	BAM	Zigzag	
		28	5/04/2017	IN	1	-641	-833	BAM	Zigzag	
		29	5/04/2017	IN	1	-743	-954	BAM	Zigzag	
		30	5/04/2017	IN	1	-714	-928	BAM	Zigzag	
						-689,9				-6,94

Tabel 20 : Datamatrix voor BAM-zool – Sample 1

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Red Carpet B4	Cut pile/ volle breedte (korte pool)	1	27/03/2017	IN	2	-1920	-2497	NEO	Zigzag	
		2	27/03/2017	IN	2	-1925	-2520	NEO	Zigzag	
		3	27/03/2017	IN	2	-1922	-2540	NEO	Zigzag	
		4	28/03/2017	IN	2	-1978	-2597	NEO	Zigzag	
		5	28/03/2017	IN	2	-1896	-2531	NEO	Zigzag	
		6	28/03/2017	IN	2	-2021	-2656	NEO	Zigzag	
		7	28/03/2017	IN	2	-2021	-2668	NEO	Zigzag	
		8	29/03/2017	IN	2	-1695	-2269	NEO	Zigzag	
		9	29/03/2017	IN	2	-1964	-2579	NEO	Zigzag	
		10	29/03/2017	IN	2	-1959	-2577	NEO	Zigzag	
						-1930,1				-4,81
		11	29/03/2017	IN	1,5	-1598	-2104	NEO	Zigzag	
		12	29/03/2017	IN	1,5	-1701	-2244	NEO	Zigzag	
		13	29/03/2017	IN	1,5	-1737	-2297	NEO	Zigzag	
		14	3/04/2017	IN	1,5	-1590	-2092	NEO	Zigzag	
		15	3/04/2017	IN	1,5	-1843	-2357	NEO	Zigzag	
		16	3/04/2017	IN	1,5	-1854	-2371	NEO	Zigzag	
		17	3/04/2017	IN	1,5	-1879	-2408	NEO	Zigzag	
		18	3/04/2017	IN	1,5	-1924	-2477	NEO	Zigzag	
		19	3/04/2017	IN	1,5	-1858	-2400	NEO	Zigzag	
		20	3/04/2017	IN	1,5	-1829	-2353	NEO	Zigzag	
						-1781,3				-6,64
		21	4/04/2017	IN	1	-1237	-1581	NEO	Zigzag	
		22	4/04/2017	IN	1	-1484	-1884	NEO	Zigzag	
		23	4/04/2017	IN	1	-1239	-1622	NEO	Zigzag	
		24	4/04/2017	IN	1	-995	-1250	NEO	Zigzag	
		25	4/04/2017	IN	1	-1168	-1486	NEO	Zigzag	
		26	5/04/2017	IN	1	-1214	-1527	NEO	Zigzag	
		27	5/04/2017	IN	1	-946	-1257	NEO	Zigzag	
		28	5/04/2017	IN	1	-1340	-1694	NEO	Zigzag	
		29	5/04/2017	IN	1	-1228	-1576	NEO	Zigzag	
		30	5/04/2017	IN	1	-1375	-1742	NEO	Zigzag	
						-1222,6				-13,28

Tabel 21 : Datamatrix voor NEO-zool – Sample 1

Voor het eerste proefstuk (getuft tapijt) werden de metingen gesorteerd volgens zool. Uit de grafiek hier bovenaan kan men vaststellen dat het toevoegen van de druk een invloed uitoefent op de resultaten die in de grafiek voorgesteld zijn op de X-as (in volt).

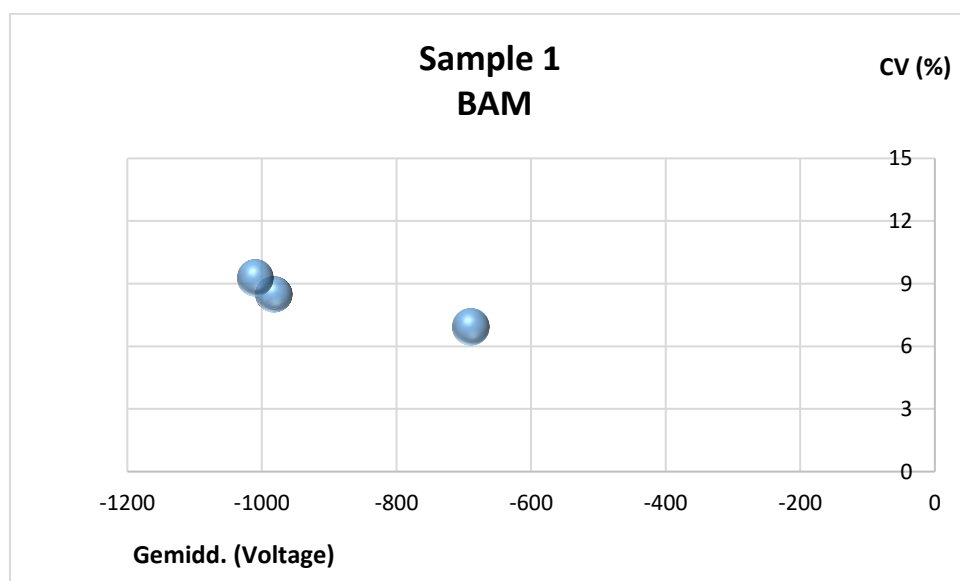
Verder bevinden de spreiding op de metingen zich op de Y-as en worden voorgesteld als CV in %.

Uit de onderstaande tabel worden de gemiddelde waarden voorgesteld met daarnaast de bijhorende CV-waarde.

Uit de grafiek en tabel kan men vaststellen dat het resultaat met een druk van 2 bar een lager resultaat geeft dan de waarde met 1.5 bar. De waarde met een druk van 1 bar heeft de laagste waarde met de minste spreiding.

Hieruit kan men vaststellen dat de verhoogde druk een invloed uitoefent op het eindresultaat. De fluctuerende waarden kunnen een gevolg zijn van de nieuwe zool (BAM). Deze zolen werden onderworpen aan weerstandsmetingen. Deze weerstand oefent een invloed uit op de verkregen resultaten. Indien de weerstand hoger is dan vermeld zoals in de ISO-norm zal dit gepaard gaan met lagere resultaten. Uit de weerstandsmetingen, zie *deel 2.2*, kan men ook afleiden dat de BAM-zool meerdere fluctuaties vertoonde t.o.v. de NEO-zool.

De spreiding (CV) heeft ook een invloed op de resultaten. Doordat de dynamische voet zich met een constante druk en snelheid op het te testen materiaal verplaatst, kan dit een positieve invloed uit oefenen. De CV-waarden bevinden zich allemaal onder 10%, wat een positief resultaat weergeeft.



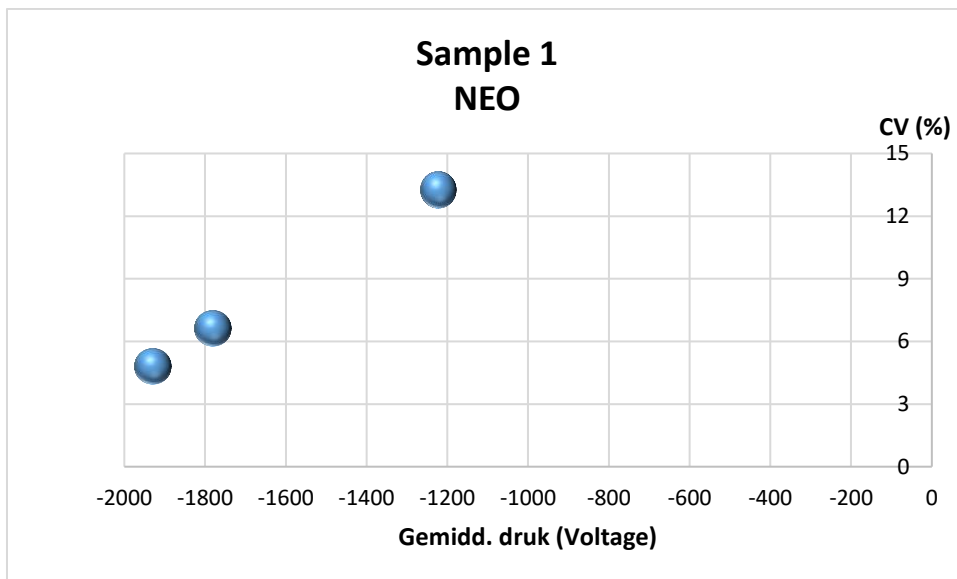
Figuur 34: Grafiek van de 1^{ste} parameter, druk voor BAM-zool.

Druk (bar)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
2 bar	-983,1	8,52
1,5 bar	-1010,4	9,3
1 bar	-689,9	6,94

Tabel 22: Gemiddelde waarden voor BAM-zool – sample 1.

Uit de onderstaande tabel kan men vaststellen dat de interactie tussen zool en het getuft tapijt anders verloopt t.o.v. de BAM-zool. Wanneer de werkdruk verhoogd wordt, zal dit een invloed hebben op de resultaten. De resultaten bevinden zich in een stijgende lijn, en men kan hieruit vaststellen dat de werkdruk een invloed heeft op de resultaten.

De spreiding op de waarden hebben een positieve invloed. Doordat de werkdruk verhoogd wordt, zullen de resultaten onderling zich dichter bij elkaar bevinden. Hierdoor zullen de CV-waarden zich in een dalende lijn bevinden, wat een positief resultaat oplevert t.o.v. de ISO-norm en de constante waarmee de proef uitgevoerd wordt.



Figuur 35: Grafiek voor de 1^{ste} parameter, druk voor NEO-zool

Druk (bar)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
2 bar	-1930,1	4,81
1,5 bar	-1781,3	6,64
1 bar	-1222,6	13,28

Tabel 23: Gemiddelde waarden voor NEO-zool.-sample 1

4.1.2 Proefstuk 2, laminaat

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Sample 2 Laminate 16- 1246 B		1	26/04/2017	IN	1	-1549	-2137	BAM	Zigzag	
		2	26/04/2017	IN	1	-1904	-2616	BAM	Zigzag	
		3	26/04/2017	IN	1	-1956	-2710	BAM	Zigzag	
		4	26/04/2017	IN	1	-1915	-2659	BAM	Zigzag	
		5	26/04/2017	IN	1	-2162	-2965	BAM	Zigzag	
		6	26/04/2017	IN	1	-2217	-3027	BAM	Zigzag	
		7	26/04/2017	IN	1	-1805	-2519	BAM	Zigzag	
		8	26/04/2017	IN	1	-1955	-2726	BAM	Zigzag	
		9	26/04/2017	IN	1	-2071	-2891	BAM	Zigzag	
		10	26/04/2017	IN	1	-1926	-2729	BAM	Zigzag	
						-1946				-9,64
		11	18/04/2017	IN	1,5	-2173	-3072	BAM	Zigzag	
		12	18/04/2017	IN	1,5	-2189	-3161	BAM	Zigzag	
		13	18/04/2017	IN	1,5	-2199	-3210	BAM	Zigzag	
		14	18/04/2017	IN	1,5	-2571	-3628	BAM	Zigzag	
		15	18/04/2017	IN	1,5	-2575	-3617	BAM	Zigzag	
		16	18/04/2017	IN	1,5	-2322	-3364	BAM	Zigzag	
		17	18/04/2017	IN	1,5	-2460	-3459	BAM	Zigzag	
		18	18/04/2017	IN	1,5	-2255	-3228	BAM	Zigzag	
		19	18/04/2017	IN	1,5	-2480	-3501	BAM	Zigzag	
		20	18/04/2017	IN	1,5	-2523	-3526	BAM	Zigzag	
						-2374,7				-6,91
		21	27/04/2017	IN	2	-2445	-3516	BAM	Zigzag	
		22	27/04/2017	IN	2	-2409	-3503	BAM	Zigzag	
		23	27/04/2017	IN	2	-2459	-3561	BAM	Zigzag	
		24	27/04/2017	IN	2	-2550	-3686	BAM	Zigzag	
		25	27/04/2017	IN	2	-2541	-3665	BAM	Zigzag	
		26	27/04/2017	IN	2	-2562	-3699	BAM	Zigzag	
		27	27/04/2017	IN	2	-2540	-3665	BAM	Zigzag	
		28	27/04/2017	IN	2	-2541	-3676	BAM	Zigzag	
		29	28/04/2017	IN	2	-2725	-3827	BAM	Zigzag	
		30	28/04/2017	IN	2	-2585	-3685	BAM	Zigzag	
						-2535,7				-3,46

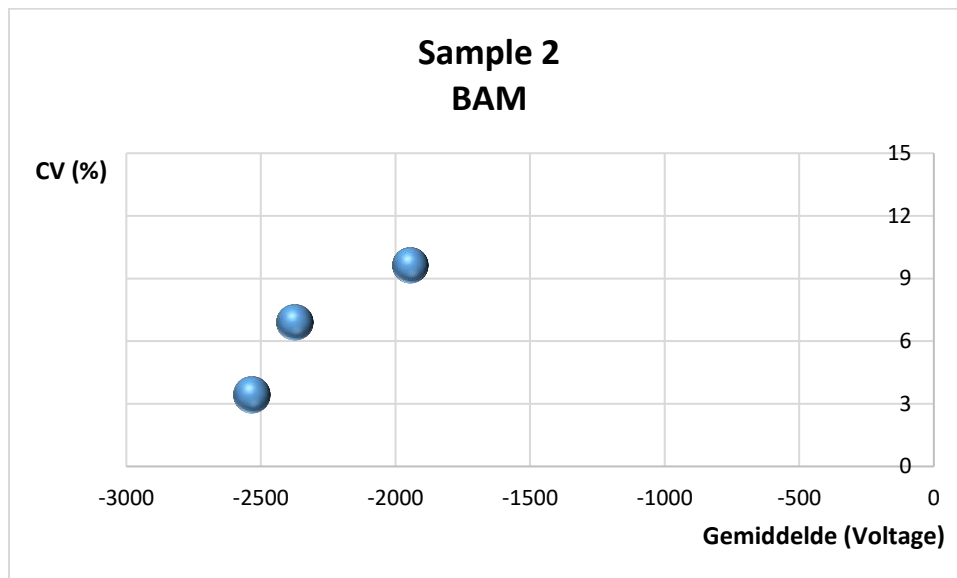
Tabel 24: Datamatrix voor BAM-zool – sample 2

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)	
Sample 2 Laminate 16-1246 B		1	26/04/2017	IN	1	-801	-1127	NEO	Zizag		
		2	26/04/2017	IN	1	-842	-1194	NEO	Zigzag		
		3	26/04/2017	IN	1	-834	-1174	NEO	Zigzag		
		4	26/04/2017	IN	1	-897	-1265	NEO	Zizag		
		5	26/04/2017	IN	1	-909	-1281	NEO	Zigzag		
		6	26/04/2017	IN	1	-713	-1020	NEO	Zigzag		
		7	26/04/2017	IN	1	-951	-1325	NEO	Zizag		
		8	26/04/2017	IN	1	-959	-1354	NEO	Zigzag		
		9	26/04/2017	IN	1	-994	-1402	NEO	Zigzag		
		10	26/04/2017	IN	1	-1058	-1490	NEO	Zizag		
						-895,8			-11,30		
		11	18/04/2017	IN	1,5	-1371	-1940	NEO	Zigzag		
		12	18/04/2017	IN	1,5	-1272	-1848	NEO	Zigzag		
		13	18/04/2017	IN	1,5	-1603	-2216	NEO	Zigzag		
		14	18/04/2017	IN	1,5	-1404	-1942	NEO	Zigzag		
		15	18/04/2017	IN	1,5	-1259	-1763	NEO	Zigzag		
		16	18/04/2017	IN	1,5	-1436	-1979	NEO	Zigzag		
		17	18/04/2017	IN	1,5	-1213	-1684	NEO	Zigzag		
		18	18/04/2017	IN	1,5	-1256	-1740	NEO	Zigzag		
		19	18/04/2017	IN	1,5	-1470	-2007	NEO	Zigzag		
		20	18/04/2017	IN	1,5	-1391	-1917	NEO	Zigzag		
						-1367,5					-8,78
		21	27/04/2017	IN	2	-1529	-2203	NEO	Zigzag		
		22	27/04/2017	IN	2	-1556	-2239	NEO	Zigzag		
		23	27/04/2017	IN	2	-1557	-2249	NEO	Zigzag		
		24	27/04/2017	IN	2	-1358	-2033	NEO	Zigzag		
		25	27/04/2017	IN	2	-1439	-2120	NEO	Zigzag		
		26	27/04/2017	IN	2	-1432	-2094	NEO	Zigzag		
		27	27/04/2017	IN	2	-1441	-2144	NEO	Zigzag		
		28	27/04/2017	IN	2	-1414	-2115	NEO	Zigzag		
		29	28/04/2017	IN	2	-1514	-2172	NEO	Zigzag		
		30	28/04/2017	IN	2	-1474	-2135	NEO	Zigzag		
						-1471,4					-4,49

Tabel 25: Datamatrix voor NEO-zool – sample 2

Uit de onderstaande grafiek en tabel kan men vaststellen dat de resultaten met een druk van 1 bar zich het laagst bevinden t.o.v. de andere waarden. Wanneer de werkdruk verhoogd wordt, zal dit zich vertalen in een stijgende lijn van waarden, deze zijn uitgedrukt in voltages. In tegenstelling tot de waarden van de BAM-zool voor sample 1 (getuft tapijt), liggen de waarden voor sample 2 in een rechte lijn op een bepaalde afstand van elkaar. Het verschil tussen de waarden voor sample 2 bedraagt ± 200 V. Dit verschil is relatief klein voor een schaal op 2500 V.

De spreidingen op de resultaten onderling bevinden zich onder de 10%. Dit geeft een positief resultaat zoals de waarden voor sample 1. Verder kan men waarnemen dat het verschil tussen de CV-waarden met een constante afneemt, wat zich niet voordoet voor de CV-waarden van sample 1.



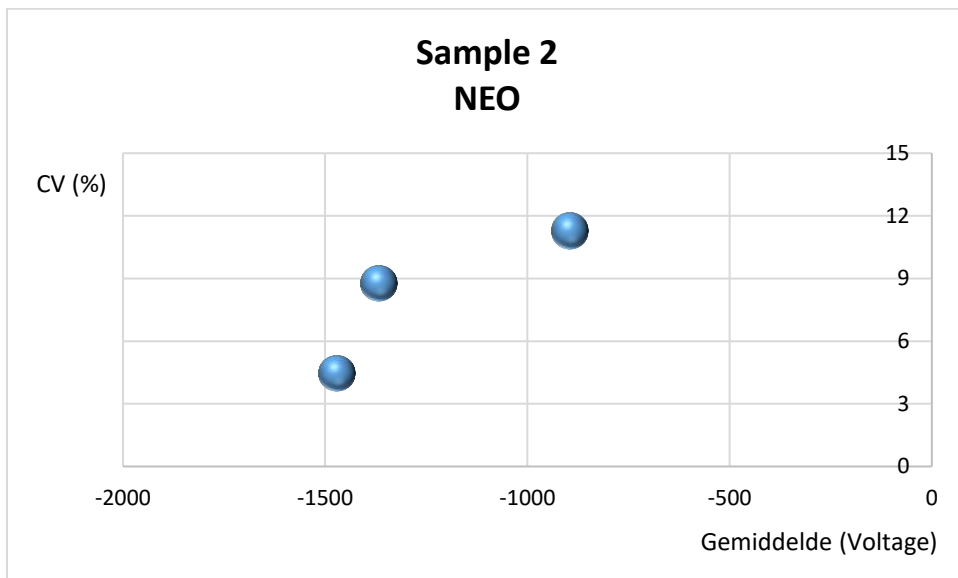
Figuur 36: Grafiek voor de 1^{ste} parameter, druk voor BAM-zool – sample 2

Druk (bar)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
2	-2536	3,46
1,5	-2375	6,91
1	-1946	9,64

Tabel 26: Gemiddelde waarden voor BAM-zool – sample 2

In de onderstaande grafiek en tabel worden de gemiddelde resultaten voorgesteld van de NEO-zool voor de 1^e parameter. Uit de tabel kan men waarnemen dat wanneer de werkdruk verhoogd wordt, de waarden toenemen. Dit geldt ook voor sample 1.

De waarden voor de spreiding vertalen zich in een dalende lijn. Verder bevindt de CV-waarde voor 1 bar zich hoger dan 10%. Dit geldt ook voor de resultaten van de NEO-zool voor de 3^{de} parameter, dit wordt later in dit deel verder toegelicht.

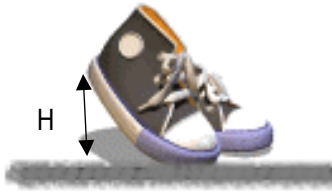


Figuur 37: Grafiek voor de 1^{ste} parameter, druk voor NEO-zool – sample 2

Druk (bar)	Gemidd. (Volt)	CV(%)
2	-1471,4	4,49
1,5	-1367,5	8,78
1	-895,8	11,3

Tabel 27 : Gemiddelde waarden voor NEO-zool – sample 2

4.2 Staphoogte



Als tweede parameter wordt de staphoogte verder geanalyseerd en toegelicht. De staphoogte kan een invloed uitoefenen op het eindresultaat.

Bijvoorbeeld, wanneer men op een hoogte van 80 mm stapt, zal men een hogere afstand creëren, wat een invloed kan uitoefenen op de ladingsscheiding, het ontladen wanneer de voet terug neergezet wordt, enz.. Stel dat een persoon maar 10 mm of nog geen 10 mm hoogte stapt, dan kan dit beschouwd worden als een slepende voet over een vloerbedekking. Dit zorgt voor meer wrijving, maar minder druk. Hierdoor kan het te testen materiaal een invloed uitoefenen op het eindresultaat.

Volgens de ISO-norm 6356, bevindt de staphoogte zich tussen 50 mm en 80 mm.

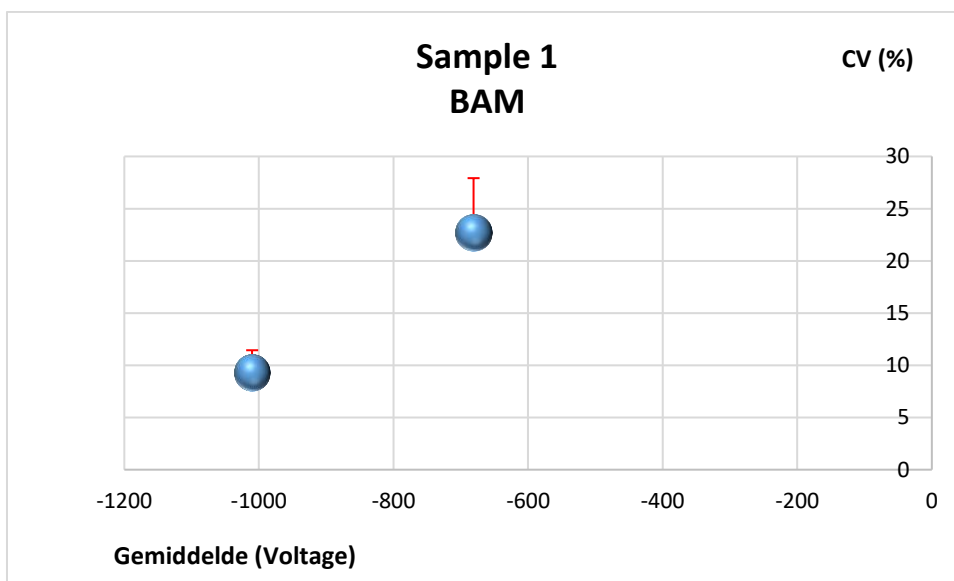
De proeven werden uitgetest op twee verschillende hoogten. Doordat een normale staphoogte van een persoon zich gemiddeld bevindt rond 50 mm, werden de proeven op deze hoogte uitgevoerd. Bijkomend werd er ook getest op een staphoogte van 25 mm.

Doordat het systeem gekoppeld is met de gebruikte software, hebben de studenten ervoor gekozen om de staphoogte van dit systeem te begrenzen tot 50 mm. Het doel om deze parameter te testen, is om na te gaan wat de interactie is tussen een hogere staphoogte en een lagere staphoogte. Tijdens het uitvoeren van de test gebeurt dit steeds met een constante hoogte, frequentie en stappatroon. Daarna kunnen de resultaten worden geanalyseerd en toegelicht.

4.2.1 Proefstuk 1, getuft tapijt

Uit onderstaande gegevens kan men vaststellen dat de staphoogte een grote invloed heeft op het eindresultaat. Wanneer de afstand groter wordt tussen beiden lagen (zool en vloerbedekking), laadt het tapijt meer op. Een mogelijke oorzaak kan zijn doordat de afstand groter is tussen de oppervlakte van zool en de oppervlakte van de vloerbedekking. Wanneer er meer stappen worden gezet tijdens de proef, zal dit exponentieel toenemen in waarde (volt). Tussen de waarden van de eerste staphoogte en de tweede staphoogte is er een verschil van ongeveer 300 V.

Wanneer de dynamische voet hoger stapt, bevinden de resultaten zich dichterbij elkaar. Wanneer de dynamische voet met een geringe staphoogte stapt, zullen de resultaten verder van elkaar gelegen zijn. Tenslotte heeft de parameter met een staphoogte van 25 mm een CV-waarde die buiten de norm ligt, namelijk 20%. Dit is waar te nemen op de grafiek, dit wordt in de grafiek aangeduid d.m.v. een verticale rode lijn.



Figuur 38: Grafiek van de 2^{de} parameter, staphoogte voor BAM-zool

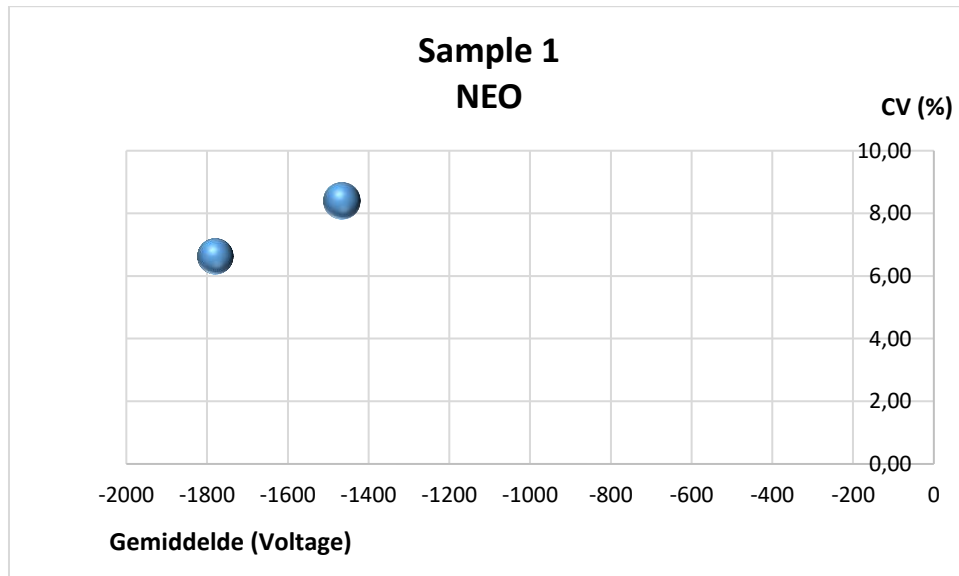
Hoogte (mm)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
50	-1010	9,3
25	-681	22,7

Tabel 28: Gemiddelde waarden (van de staphoogte) voor BAM-zool – sample 1

Uit de onderstaande gegevens merken we op dat de staphoogte een invloed heeft op het eindresultaat. Hoe hoger de dynamische voet stapt, hoe hoger de waarden zich zullen bevinden. De spreidingswaarden voor beide resultaten bevinden zich onder 10%, wat een positief resultaat is.

Tenslotte biedt deze parameter voor deze zool bijzondere CV-waarden, vermits deze onderling $\pm 1\%$ verschil tonen. Dit verschil is verwaarloosbaar klein en kan men vaststellen dat deze parameter voor de NEO-zool een kleine impact uit oefent op het eindresultaat.

Vermits de weerstandswaarden voor deze zool lager zijn dan opgesteld in de ISO-norm 6356, biedt deze zool voor het getuft tapijt een goed eindresultaat.



Figuur 39: Grafiek van de 2^{de} parameter, staphoogte voor NEO-zool

Hoogte (mm)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
50	-1781	6,64
25	-1468	8,41

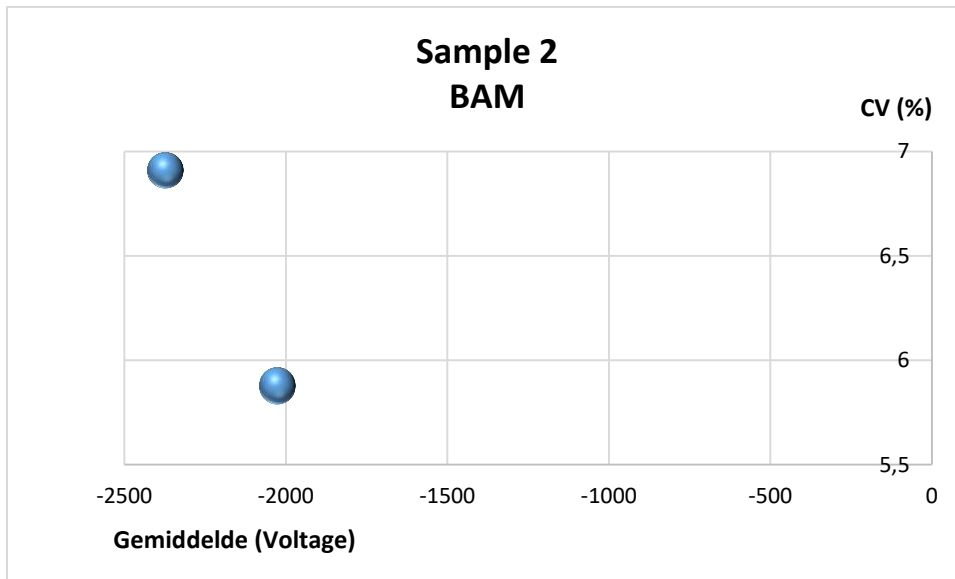
Tabel 29: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor NEO-zool – sample 1

4.2.2 Proefstuk 2 , laminaat

Uit onderstaande gegevens zien we dat de resultaten zich in een stijgende lijn bevinden. Hoe hoger de staphoogte, hoe meer oplading op de laminaat. Dit kan te wijten zijn doordat dit proefstuk een andere samenstelling heeft en uit homogene lagen bestaat. Hierdoor zal de staphoogte minder impact hebben t.o.v. het getuft tapijt.

Verder heeft de staphoogte een invloed op de spreiding van de resultaten. Dit kan men afleiden uit de tabel: hoe hoger de staphoogte, hoe meer spreiding op de meetresultaten.

Tenslotte bevinden zich de CV-waarden voor beide resultaten niet ver van elkaar en is dit verschil verwaarloosbaar klein.



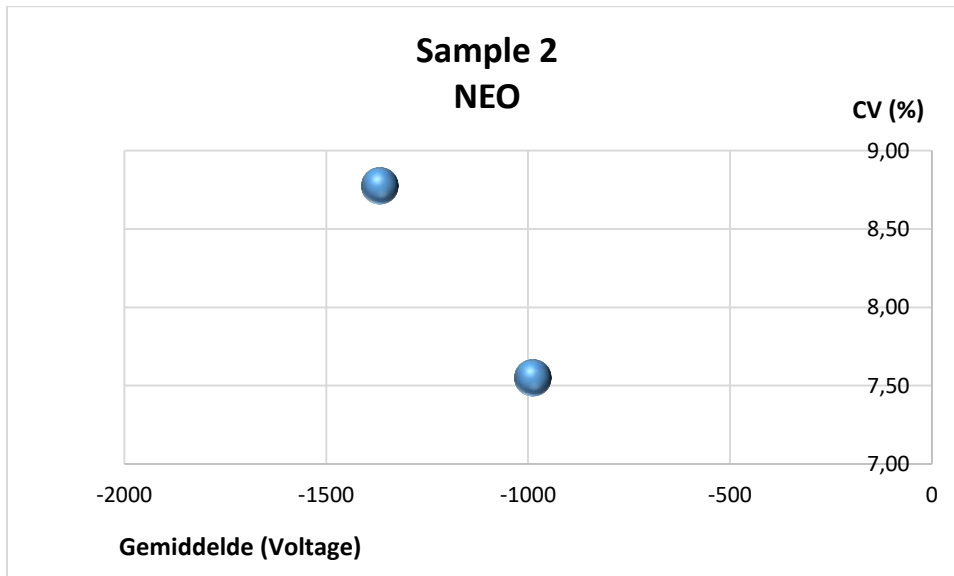
Figuur 40: Grafiek van de 2^{de} parameter, staphoogte voor BAM-zool – sample 2

Hoogte (mm)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
50	-2375	6,91
25	-2027	5,88

Tabel 30 : Gemiddelde waarden van de staphoogte voor BAM-zool – sample 2

Uit de onderstaande gegevens blijkt dat de waarden zich in een stijgende lijn bevinden. Hoe hoger de staphoogte, hoe hoger de oplading van de laminaat zal zijn. Het verschil tussen de resultaten is aanzienlijk groter dan de resultaten voor de BAM-zool. Dit kan te wijten zijn aan de interactie tussen de soort zool en de laminaat. De backing van de laminaat kan ook één van de oorzaken zijn, waardoor de resultaten grotere verschillen toont.

De CV-waarden zijn voor beide resultaten positief. Gezien het systeem met een constante hoogte op de laminaat stapt, kan het groter verschil van de meetresultaten voor deze zool aan een andere grondoorzaak te wijten zijn.

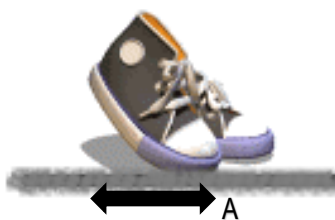


Figuur 41: Grafiek voor de 2^{de} parameter, staphoogte voor NEO-zool – sample 2

Hoogte (mm)	Gemidd. (Volt)	CV (%)
50	-1368	8,78
25	-989	7,55

Tabel 31 : Gemiddelde waarden van de staphoogte voor NEO-zool – sample 2

4.3 Grootte van de zool



Het contactoppervlak van de zool kan aanschouwd worden als een bijkomende beïnvloedende factor op het eindresultaat. In de huidige proefmethode zit het meetinstrument ter hoogte van de palm van de zool, dit is de plek waar de voet een oplading veroorzaakt ten gevolge van wrijving.

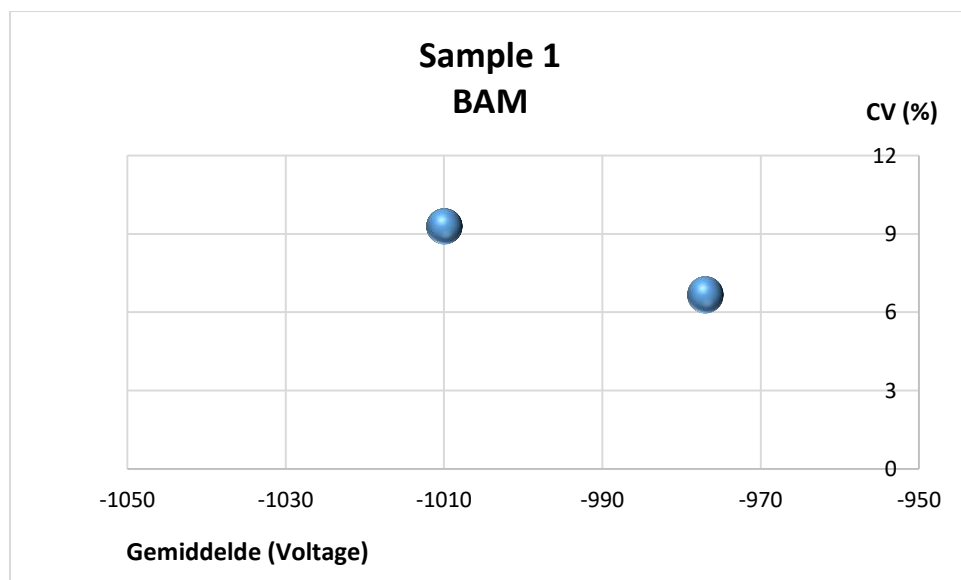
De afmetingen van het contactoppervlak van de nieuwe zolen bedragen voor de kleine zool, 80 mm en voor de grote zool 160 mm.

Deze parameter kan een invloed uit oefenen op vloerbedekking met een erg hoge oplading, bij benadering, ± 10000 V. Anderzijds kan deze parameter een impact hebben op het verspreiden van de restladingen op de vloerbedekking.

De onderstaande gegevens zullen verder geanalyseerd en toegelicht worden.

4.3.1 Proefstuk 1, getuft tapijt

Uit de onderstaande gegevens blijkt dat de grootte van de zool een beïnvloedende factor is: Hoe groter het contactoppervlak, hoe lager de waarden. Dit kan de oorzaak zijn dat de oplading zich op het contactoppervlak beter kan verdelen. Verder biedt een grotere zool minder spreiding op de resultaten



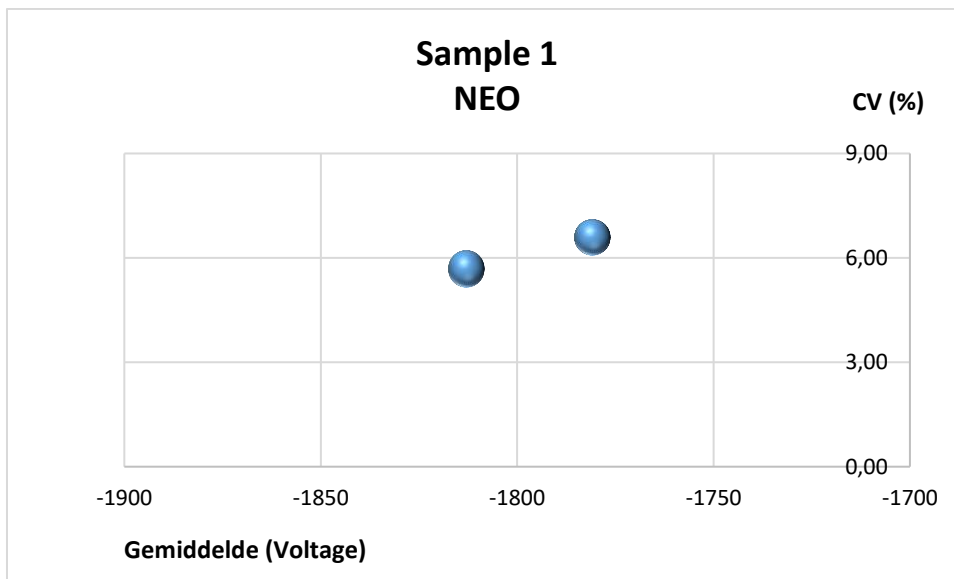
Figuur 42 : Grafiek van de 3^{de} parameter, grootte van de BAM-zool – sample 1

Grootte (mm)	Gemidd. (Voltage)	CV (%)
80	-1010	9,3
160	-977	6,69

Tabel 32: Gemiddelde waarden van de staphoogte voor BAM-zool – sample 1

Uit de onderstaande gegevens blijkt dat de grootte van de zool een impact heeft op het eindresultaat. Hoe groter het contactoppervlak, hoe meer oplading deze kan opslaan. In tegenstelling tot de resultaten voor de BAM-zool, liggen de resultaten voor de NEO-zool hoger bij een groter contactoppervlak. Dit verschijnsel kan te wijten zijn aan samenstelling en de interactie van de soort zool met de vloerbedekking.

Tenslotte is het verschil onderling van de resultaten verwaarloosbaar klein en kan men voor de NEO-zool een constantere waarde vaststellen. Dit vertaalt zich ook naar de CV-waarden, waar het verschil onderling ook verwaarloosbaar klein is. Dit betekent dat de spreiding rond de resultaten per grootte weinig impact heeft op dit proefstuk.



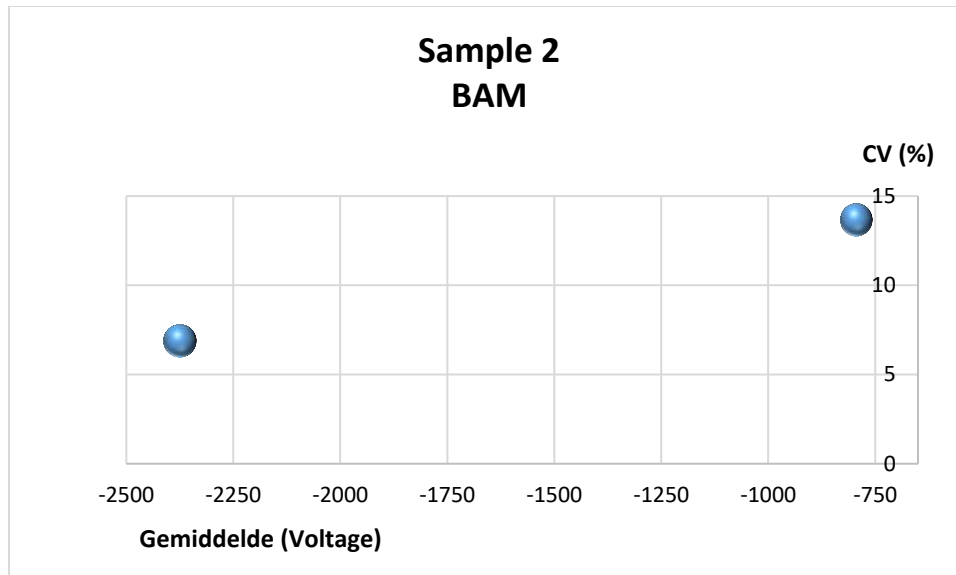
Figuur 43 : Grafiek van de 3^{de} parameter, grootte van de NEO-zool – sample 1

Hoogte (mm)	Gemidd. (Voltage)	CV (%)
80	-1781	6,60
160	-1813	5,70

Tabel 33 : Gemiddelde waarden van de grootte van de NEO-zool – sample 1

4.3.2 Proefstuk 2, laminaat

Uit onderstaande gegevens blijkt dat een groter contactoppervlak dalende waarden vertoont. Het verschil onderling is aanzienlijk groot, dit vertaalt zich in een verschil van ± 1600 V. De oplading van de laminaat bevindt zich hoger dan de oplading voor het getuft tapijt (-1010 V) en (-977V). Tenslotte kan men vaststellen dat de spreiding groter is dan de spreiding voor het getuft tapijt, (9.30 %) en (6.69 %).

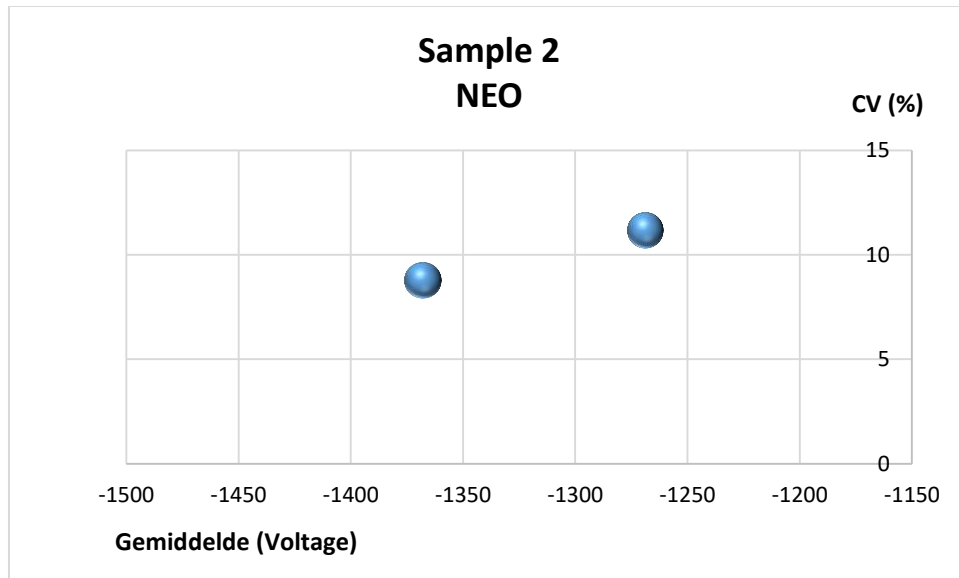


Figuur 44: Grafiek van de 3^{de} parameter, grootte van de BAM-zool – sample 2

Hoogte (mm)	Gemidd. (Voltage)	CV (%)
80	-2375	6,9
160	-795	13,7

Tabel 34 : Gemiddelde waarden van de grootte van de BAM-zool – sample 2

Uit de onderstaande tabel kan men vast stellen dat de waarden zich in een dalende lijn bevinden wanneer de grootte van de zool toeneemt. Dit verschijnsel was ook het geval voor de BAM-zool, en hieruit kan men vaststellen dat er een verband is tussen beiden zolen. Verder zal de spreiding toenemen op de meetresultaten wanneer het contactoppervlak groter is. Tenslotte kan men waarnemen dat het verschil tussen beide waarden opmerkelijk kleiner is dan voor de BAM-zool.



Figuur 45: Grafiek van de 3^{de} parameter, grootte van de NEO-zool – sample 2

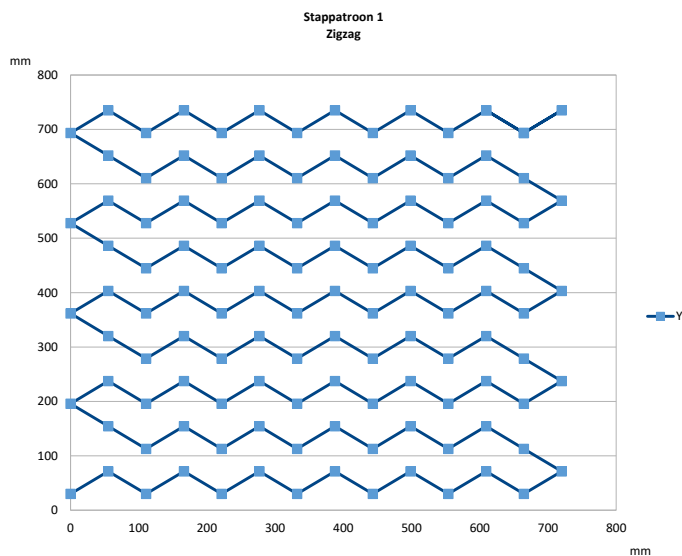
Hoogte (mm)	Gemidd. (Voltage)	CV (%)
80	-1368	8,80
160	-1269	11,20

Tabel 35: Gemiddelde waarden de grootte van de NEO-zool – sample 2

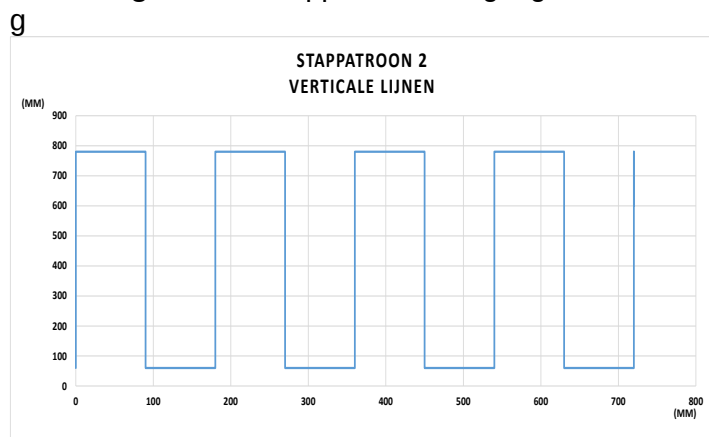
4.4 Stappatroon

Als laatste parameter zal de wijze waarop de dynamische voet zich verder beweegt, onderzocht worden. Doordat het oppervlak van het te testen vloerbedekking optimaal belopen moet worden, hebben de studenten voor een zigzag stappatroon gekozen. In realiteit kan er afgeweken worden van het stappatroon dat belopen wordt. Daarom werd er een nieuw stappatroon ontwikkeld in Excel om de impact van de wijze waarop de dynamische voet zich verder beweegt te kunnen analyseren en bespreken.

Als tweede stappatroon werd er gekozen voor verticale lijnen. De creatie van het nieuw stappatroon werd gebaseerd op het dagelijks leven waarin vloerbedekking, bijvoorbeeld een looper in een gebouw, meerdere malen belopen wordt in verticale lijnen. Op de onderstaande afbeelding worden beiden stappatronen voorgesteld.



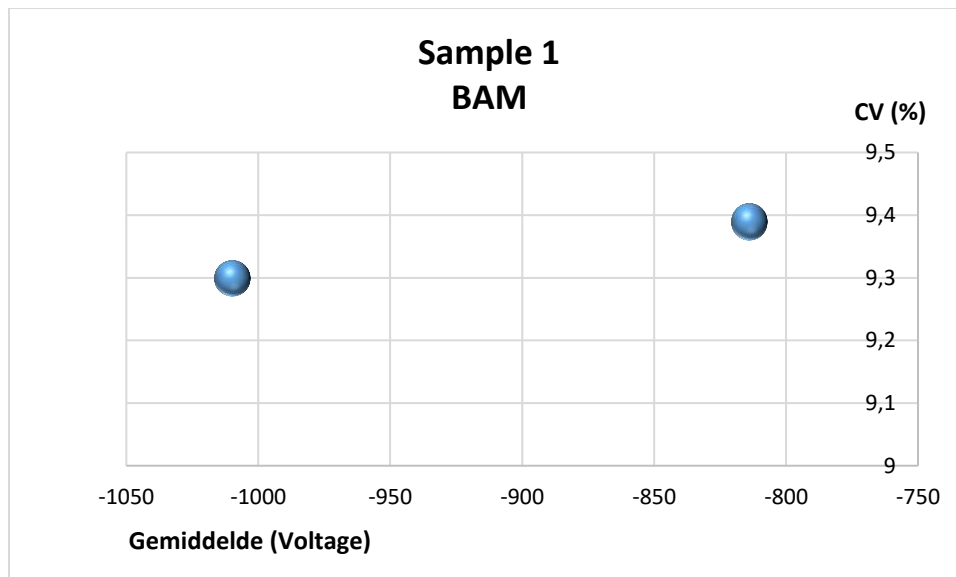
Figuur 46 : Stappatroon 1, zigzag



Figuur 47: Stappatroon 2, verticale lijnen

4.4.1 Proefstuk 1, getuft tapijt

Uit de onderstaande gegevens kan men vaststellen dat de laatste parameter, een gewijzigd stappatroon, een kleine impact kan hebben op het eindresultaat. Het zigzag stappatroon geeft een hogere waarde weer dan het tweede stappatroon met verticale lijnen. De resultaten voor de spreiding zijn verwaarloosbaar, en men kan vaststellen dat een gewijzigd stappatroon weinig tot geen invloed biedt op de spreiding van de resultaten.

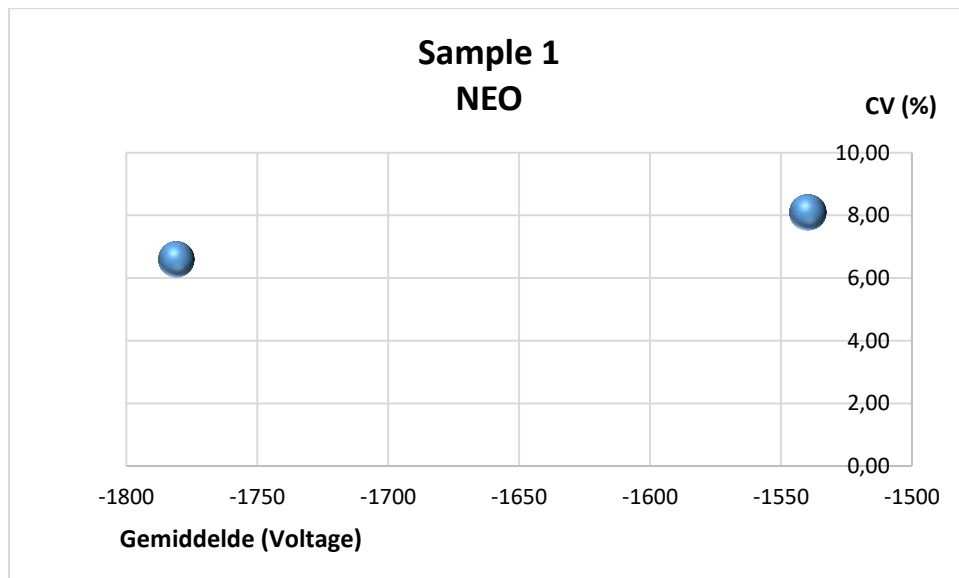


Figuur 48: Grafiek van de 4^{de} parameter, stappatronen voor BAM-zool – sample 1

Stappatroon	Gemidd. (Volt)	CV (%)
Zigzag	-1010	9,30
Verticale lijnen	-814	9,39

Tabel 36: Gemiddelde waarden van stappatronen voor BAM-zool – sample 1

Uit de bovenstaande gegevens kan men vaststellen dat een gewijzigd stappatroon voor de NEO-zool meer interactie teweegbrengt dan voor de BAM-zool. De resultaten tonen weinig verschil. In de resultaten voor de spreiding is het verschil opmerkelijker groter dan voor de BAM-zool. De oorzaak kan te wijten zijn aan de interactie van het gewijzigd stappatroon en de zool.



Figuur 49: Grafiek van de 4^{de} parameter, stappatronen voor NEO-zool – sample 1

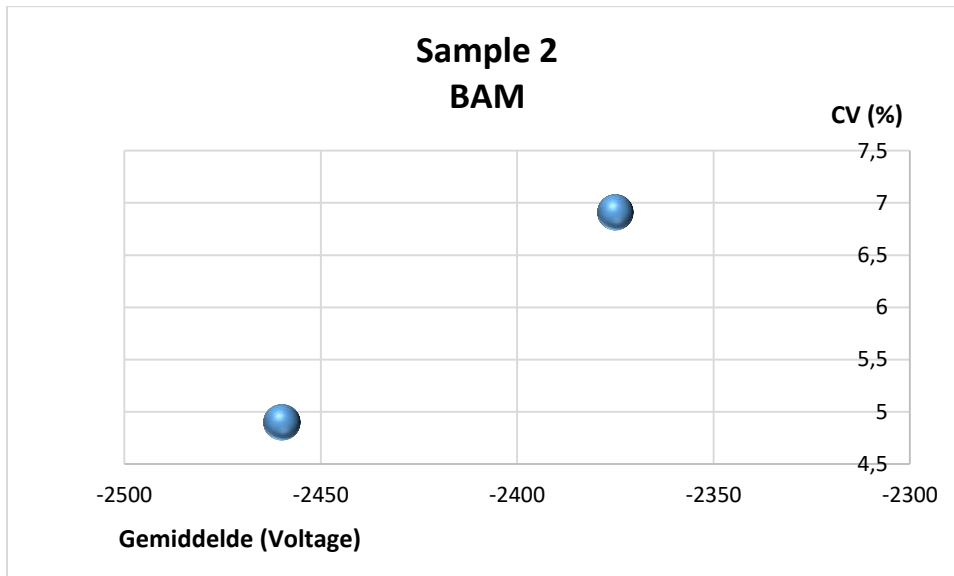
Stappatroon	Gemidd. (Volt)	CV (%)
Zigzag	-1781	6,60
Verticale lijnen	-1540	8,10

Tabel 37: Gemiddelde waarden van stappatronen voor NEO-zool – sample 1

4.4.2 Proefstuk 2, laminaat

Uit de bovenstaande gegevens die voorgesteld worden in de grafiek en de tabel, kan men waarnemen dat een gewijzigd stappatroon en proefstuk een andere interactie teweegbrengt. De waarden liggen onderling niet ver van elkaar, wat zich minder duidelijk vertaalt naar de CV-waarden. De CV-waarden zijn berekend op 10 metingen per soort zool, en hierbij valt op te merken dat er bij de metingen enkele uitschieters zijn. Dit wordt in een later hoofdstuk nog verder toegelicht.

Verder zijn de CV-waarden nog onder de 10%, wat zich wel vertaalt als een positief resultaat.

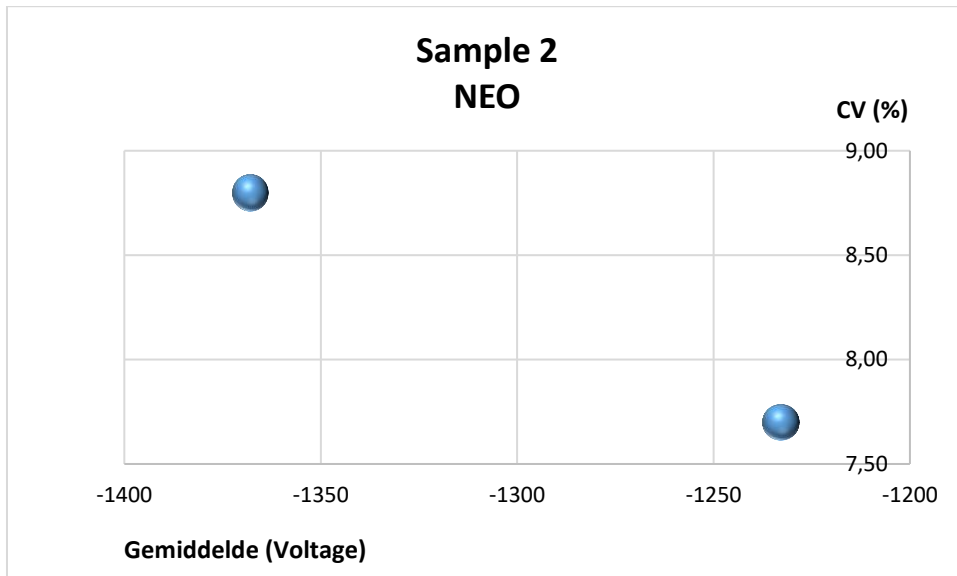


Figuur 50: Grafiek van de 4^{de} parameter, stappatronen voor BAM-zool – sample 2

Stappatroon	Gemidd. (Volt)	CV (%)
Zigzag	-2375	6,91
Verticale lijnen	-2460	4,90

Tabel 38: Gemiddelde waarden van stappatronen voor BAM-zool – sample 2

Uit de bovenstaande gegevens blijkt dat het gewijzigd stappatroon een dalende waarde toont. Dit verschil is gering en zal weinig impact geven op het eindresultaat. Dit kan men afleiden van de CV-waarden, waar dit exact een verschil van 1% bedraagt. Dit is te verwaarlozen en kan men vaststellen dat een gewijzigd stappatroon voor een laminaat met de NEO -zool weinig tot geen impact geeft op het eindresultaat.



Figuur 51: Grafiek van de 4^{de} parameter, stappatroon voor NEO-zool – sample 2

Stappatroon	Gemidd. (Volt)	CV (%)
Zigzag	-1368	8,80
Verticale lijnen	-1233	7,70

Tabel 39 : Gemiddelde waarden van stappatronen voor NEO-zool – sample 2

5 Optimalisatie

Het ontwerp van dit innovatief meetsysteem heeft verschillende elementen vervangen en vernieuwd. Zo ook wordt de focus gelegd op de machine, software en andere onderdelen (zoals de zolen, kabels,...).

Tijdens het uitvoeren van de loopproeven met de geautomatiseerde proefmethode deden er zich enkele storingen voor, met meestal een probleem als gevolg.

Door het intensief gebruik van deze machine werd er een lijst opgemaakt met problemen die tijdelijk of permanent opgelost zijn. Verder werden andere problemen genoteerd als aandachtspunten, die zich enkel onder bepaalde omstandigheden vertoonden. Dit hoofdstuk werd onderverdeeld volgens prioriteit en oplossing:

- Machine: element dat eventuele storingen op de resultaten uitvoerde.
- Software en machine: aandachtspunten

5.1 Machine en software

De machine wordt elektrisch en pneumatisch gestuurd. De innovatieve machine werd dagelijks aan beweging onderworpen gedurende 8 u per dag. Doordat deze machine sinds enkele maanden terug intensief gebruikt werd, werden er enkele aandachts- en verbeteringspunten genoteerd en verholpen volgens prioriteit en mogelijkheid.

5.1.1 Coaxkabel

De verbinding die zich bevindt tussen de zool met het meetsysteem voor registratie van de data is de coaxkabel.

Een coaxkabel die gekozen werd voor dit ontwerp, is een kabel met vier lagen. De diameter van deze lagen bevinden zich coaxiaal, vandaar de naamgeving. Verder bieden deze vier lagen, een isolator, de buitenmantel vervolgens een geleider. Na de tweede laag (richting de kern) bevindt zich opnieuw een isolator met daarin een geleider. Deze kabel was een goede keuze om data te verzenden zonder invloeden van buitenaf (schokken, beweging van personen, enz..).

Tijdens het uitvoeren van de proeven werden andere eigenschappen van deze kabel aangesproken, namelijk de stijfheid. Het oorzaak van de stijfheid is een eigenschap van deze kabel. Telkens de dynamische voet zich neerwaarts beweegt, gaat dit gepaard met een schok. Deze schok kan een reactie teweegbrengen, namelijk wrijving tussen de binnenste geleider en het nijppunt van de kabelschoen. Het gevolg van de stijfheid is een breukpunt, namelijk bij het connectiepunt tussen de kabel en de zool. Afhankelijk van de toegepaste druk, zal de wrijving op dit punt toenemen bij een hogere druk en lichtjes afnemen bij een lagere druk. Dit probleem kon volledig en permanent verholpen worden door de stijfheid van de kabel weg te nemen, maar dit zal als een nadeel van het systeem beschouwd worden.

Om dit probleem te verminderen hebben we de verbindingpunten verwisseld, waardoor de kabel van de zool minder spanning uitoefent op de kabel tijdens het neerwaarts bewegen. Verder werd er ook geopteerd voor een andere, tijdelijke, oplossing waarbij men een onderdeel toevoegde: een kabelschoen waarin de kabel glijdt. Door het creëren van een langere afstand, kan de trekspanning verminderd worden.

5.1.2 Dynamische voet

De dynamische voet is een dubbelwerkende cilinder die aangestuurd wordt d.m.v. een pneumatisch circuit. Telkens wordt de machine na het voltooien van proeven op het einde van de dag uitgeschakeld. Bij aanvang van een serie proeven wordt het hele systeem opnieuw opgestart. Wanneer men een serie proeven start, deed er zich regelmatig een probleem voor bij het uitvoeren van de eerste meting, namelijk bij de neerwaartse beweging van de dubbelwerkende cilinder.

De dubbelwerkende cilinder bewoog voor gedurende 5 seconden niet neerwaarts, waardoor de proef ongeldig verklaard werd. De oorzaak van dit probleem werd opgelost door telkens de eerste beweging van de dag, te laten uitvoeren op een vloerbedekking. Deze meting was telkens ongeldig. Naarmate de periode en het intensief gebruik van de machine, was dit probleem geringer.

Een andere factor die een bijkomende invloed kan uit oefenen op dit probleem, is stof. Het geproduceerde stofgehalte van de vloerbedekking tijdens het drukken van de dynamische voet kan een invloed uit oefenen. Doordat er in het pneumatisch circuit een beperkt gehalte olie bezit voor de slijtage van de onderdelen, hebben de kleine stofdeeltjes de gelegenheid om rond de cilinder te gaan kleven. Dit werd pas na een periode van 10 weken visueel zichtbaar, en werden de stofdeeltjes d.m.v. een papieren doek verwijderd. Dit kan het probleem in de hand werken, maar is daarom nog niet de kern van het probleem.

5.1.3 Frame & elementen

5.1.3.1 Nulpositie

De nulpositie voor de dynamische voet wordt aangegeven d.m.v. eindeloopschakelaars op het frame. Verder wordt dit ook berekend in het Excel bestand d.m.v. coördinaten. Het probleem met de positie die standaard werd ingesteld, is dat de dynamische voet met een grote diameter bij het bewegen andere onderdelen van het frame zou raken. Dit zou schade aan het systeem en de cilinder kunnen veroorzaken.

Het probleem werd zowel via de software als met het frame aangepast. Bij het stappatroon die als standaard gebruikt werd, begon de dynamische voet niet meteen neerwaarts te bewegen, maar deed hiervoor nog een extra voorwaartse beweging op de Y-as. Als gevolg hiervan voerde de dynamische voet een extra beweging uit die onnodig was. Hiervoor werden in het stappatroon alle coördinaten gewijzigd, zodat er bij de eerste beweging enkel de voet zich neerwaarts moest bewegen.

Vervolgens werd de nulpositie permanent veranderd op het frame. De positie van de eindeloopschakelaars werd zowel op de Y-as als de X-as gewijzigd. Dit gebeurde door het bevestigingspunt te verplaatsen met een drietal centimeters. Deze oplossing zorgde ervoor dat de machine optimaal kon werken zowel met de kleine zool als grote zool met een gewijzigd stappatroon. Hierdoor wordt de mogelijkheid van het raken van andere onderdelen beperkt.

5.1.3.2 Frame

Doordat de nulpositie permanent gewijzigd werd, volgde hierop een ander probleem, namelijk het botsen van de stappenmotor met de houten plank (achteraan de machine).

Deze houten planken zorgen voor de verbinding van de statische voet met de ADC-lezer en de software.

Het probleem werd permanent opgelost door extra ruimte te creëren tussen het frame en de houten planken d.m.v. een houten blokje ertussen te bevestigen.

5.1.4 Aandachtspunten

Tijdens het uitvoeren van proeven deden er zich enkel onder bepaalde omstandigheden problemen voor. Deze problemen varieerden van een bevestigingsplaats die loskwam bij een hogere druk tot het gebruik van de software.

De onderstaande lijst vormt een korte opsomming van de problemen met de omschrijving van het probleem en het aandachtspunt.

- **Nieuwe zolen:** De nieuwe zolen die eventueel no een vetlaag kunnen bevatten, moeten regelmatig geschuurd worden. Bij erg lage meetresultaten moet er een weerstandsmeting uitgevoerd worden en indien nodig schuren en nareinigen met ethanol.
- **Bevestigingsplaatsen:** Deze plaatsen zijn de verbindingspunten van de kabel met de aansluiting op het circuit d.m.v. pinnen die bevestigd zijn met moeren. Bij het gebruik van een hogere druk, bijvoorbeeld 2 bar, kunnen deze bevestigingsplaatsen loskomen. Dit moet regelmatig gecontroleerd worden, en indien nodig opnieuw aangedraaid worden. Dit geldt zowel voor het elektronisch circuit als het pneumatisch circuit.
- **BAM-zool:** Tijdens het uitvoeren van de 2^{de} parameter, de staphoogte, werd er vastgesteld dat de BAM-zool regelmatig problemen veroorzaakte op een lagere staphoogte. Het probleem deed zich voor bij beide soorten vloerbedekking. De zool sleepte op willekeurige plaatsen op de vloerbedekking, hieruit kon men concluderen dat de oorzaak te wijten is aan de interactie van de soort zool met de vloerbedekking o.i.v. de kleine staphoogte.
- **Kalibreren:** Voor aanvang van de proeven moet telkens de opgestelde procedure gevolgd worden. Het kalibreren van 0 V is belangrijk zodat de meting bij 0 V start en het systeem ontladen wordt. Wanneer men toevallig een andere knop bediend, bijvoorbeeld calibrate 1000 V, zal er op het scherm een kalibratiefactor tevoorschijn komen. Dit moet vermeden worden. De andere bedieningsknoppen voor het kalibreren mogen enkel toegankelijk zijn wanneer men een gekende en vaste spanningsbron gebruikt. Deze kalibratiefactor moet via de software, Arduino, opnieuw gereset worden.
- **Stappatroon:** Bij het ontwerpen van een nieuw stappatroon moeten de juiste G-codes gebruikt worden. In het tweede hoofdstuk wordt er een lijst voorgesteld met de verschillende G-codes en bijhorende commando's. Deze lijst moet gevolgd worden. Indien er één van de G-codes niet juist is, kan het nieuw stappatroon niet uitgelezen worden. Verder is het formaat Unix-indeling en het aantal lijnen (120) van belang. Het karakterset, het alfabet dat ervoor zorgt voor het uitwisselen van informatie tussen computers, is ook van belang. ANSI is een tekenset dat gebruikt wordt voor een bepaalde ASCII-tekenset voor Windows. Verder moeten de coördinaten gescheiden worden door komma's en niet puntkomma.

- **Stopknop:** Wanneer er zich tijdens het uitvoeren van een loopproef een probleem voordoet, kan dit gestopt worden met de stopknop. Wanneer deze knop bediend wordt, wordt de meting opgeslagen. Verder zal het systeem door de gebruiker opnieuw gestart worden uit veiligheidsoverwegingen. Daarnaast moet de USB-verbinding van de dynamische voet en de computer, opnieuw ingeschakeld worden zodat de software geen melding meer geeft i.v.m. de connectie van de serial port.
- **Bedieningsknoppen** (calibrate en test voltage): Op het setupscherm, kan er nog een test-voltageknop bediend worden. Wanneer men de calibrate 0 V gebruikt, kan men de test voltage knop ook bedienen en komt er een waarde tevoorschijn (eventuele restlading) die te verwaarlozen is voor de volgende meting. Wanneer men één van deze bedieningsknoppen bedient, zal de andere bedieningsknop niet mee veranderen, wat als een nadeel kan aanschouwd worden.
- **Storing commando's:** Tijdens het uitvoeren van de proeven deden er zich soms problemen voor i.v.m. het uitvoeren van de commando's wanneer men een bedieningsknop bediende. Hierdoor werd het volledige systeem opnieuw gestart en indien nodig werd er een update uitgevoerd van de software.

5.2 Voor- en nadelen van beide proefmethoden

Gedurende 13 weken, werd er gebruikgemaakt van zowel de huidige proefmethode als de geautomatiseerde proefmethode. Hierdoor kon men enkele problemen aanschouwen als nadelen. Daarnaast kunnen beiden systemen met elkaar vergeleken worden i.v.m. innovatie.

	Huidige proefmethode	Geautomatiseerde-proefmethode
+	Eenvoudig (bijvoorbeeld: herbeginnen)	Snel en eenvoudig systeem
		Duurzaam
		Digitaal
		Automatisch berekenen
-		Onafhankelijk van uitvoerder
		Mechanische –en elektrische elementen, constanten
	Tijdrovend en complex	Breekpunt van de coax kabel
	Minder duurzaam (papier, inkt,..)	Automatisch opslaan van een foute meting
	Fysieke kenmerken invloed op resultaat, variabelen	
	Menselijke handelingen	

Tabel 40: Voor- en nadelen van beiden proefmethoden

De huidige proefmethode biedt meer nadelen t.o.v. de geautomatiseerde proefmethode. Dit komt doordat de geautomatiseerde proefmethode op een eenvoudige wijze bediend kan worden, onafhankelijk van de uitvoerder. Volgens de huidige proefmethode, moet er eerst een validatietapijt belopen worden en gekeken worden of de waarden van de uitvoerder binnen de tolerantiegrenzen liggen. Pas daarna kan de persoon beginnen met de loopproeven.

De geautomatiseerde versie biedt ook enkele nadelen. Deze nadelen kunnen verbeterd worden mits enkele aanpassingen.

6 Statistische verwerking

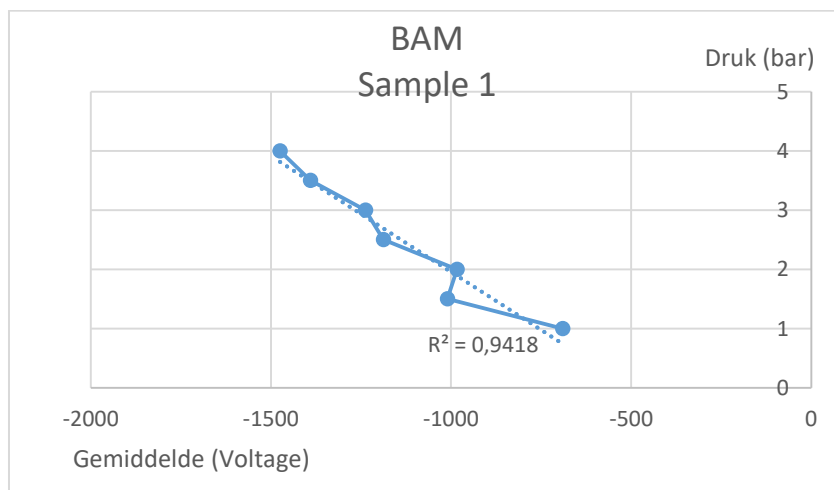
6.1 Parameters: verband

De volgende resultaten worden in grafieken weergegeven volgens parameter. De proefstukken worden benoemd volgens:

- Sample 1 = het getuft tapijt
- Sample 2 = een laminaat

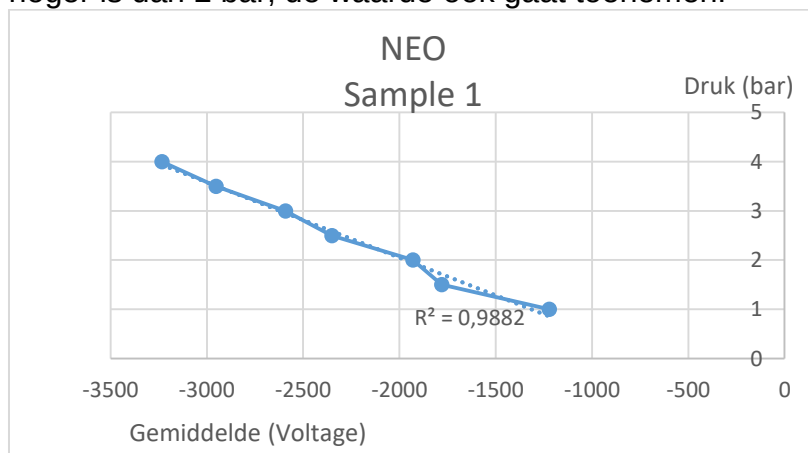
6.1.1 Stapkracht

Zoals in de onderstaande grafiek, worden de resultaten voorgesteld op de X-as en de overeenstemmende druk op de Y-as. Men kan vaststellen dat de resultaten voor de BAM-zool, lichtjes stijgen naarmate de druk verhoogd wordt. Tenslotte valt er op te merken dat dit niet het geval is voor de druk van 2 bar. Op dit punt vertoont de grafiek een lagere waarde. Wanneer vervolgens de druk nog meer verhoogd zal worden, zal de waarde ook terug gaan toenemen. Tenslotte kan het determinatiecoëfficiënt gelijk gesteld worden aan 1. Er is degelijk een verband tussen de de druk en genereerde spanning.



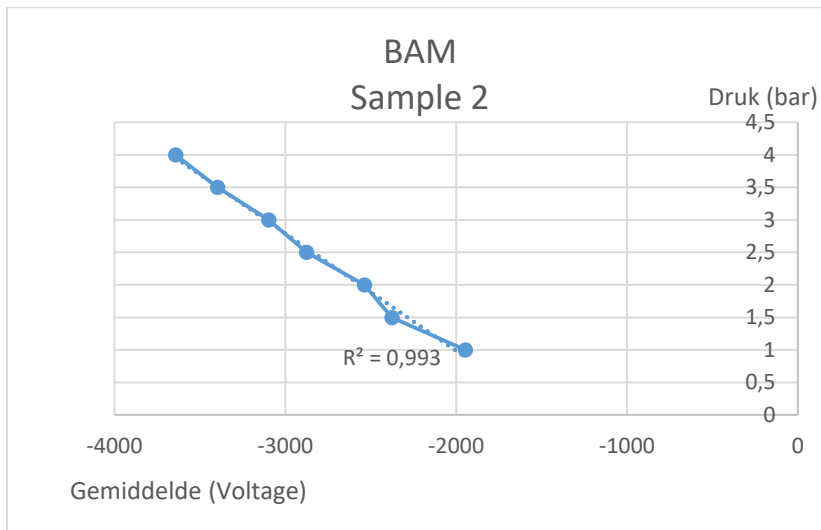
Figuur 52: Grafiek van de 1^{ste} parameter, druk voor de BAM-zool – Sample 1

Op de onderstaande afbeelding worden de resultaten weergegeven voor de NEO-zool. Zoals bij de BAM-zool zal er bij de NEO-zool een toenemende voltage plaatsvinden wanneer de druk verhoogd wordt. Verder kan men concluderen dat wanneer de druk hoger is dan 2 bar, de waarde ook gaat toenemen.



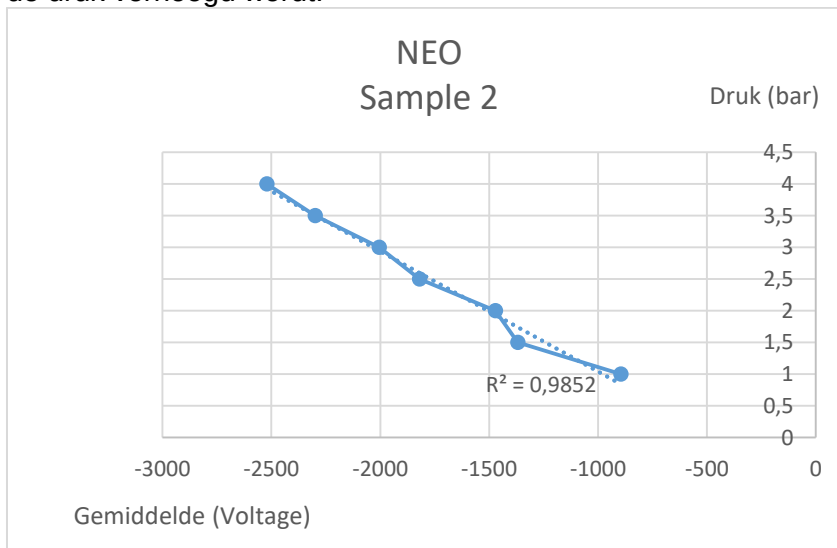
Figuur 53: Grafiek van de 1^{ste} parameter, druk voor de NEO-zool – Sample 1

In de onderstaande grafieken worden de resultaten weergegeven voor het tweede proefstuk, een laminaat. Voor de BAM-zool kan men vaststellen dat de druk een invloed uitoefent op het eindresultaat. Hoe hoger de druk, hoe hoger de voltage.



Figuur 54: Grafiek van de 1^{ste} parameter voor de BAM-zool – Sample 2

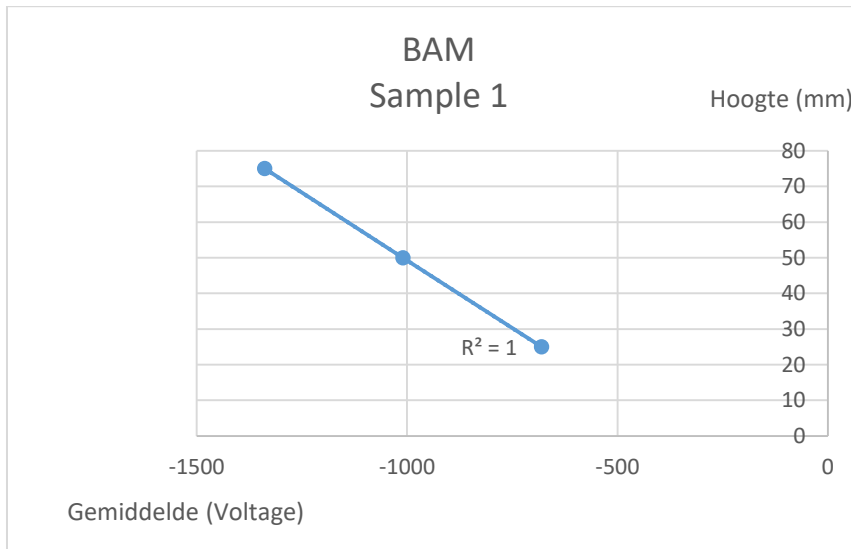
In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de NEO-zool. Hieruit kan men concluderen dat , zoals bij de BAM-zool, de genereerde spanning zal toenemen wanneer de druk verhoogd wordt.



Figuur 55: Grafiek van de 1^{ste} parameter voor de NEO-zool – Sample 2

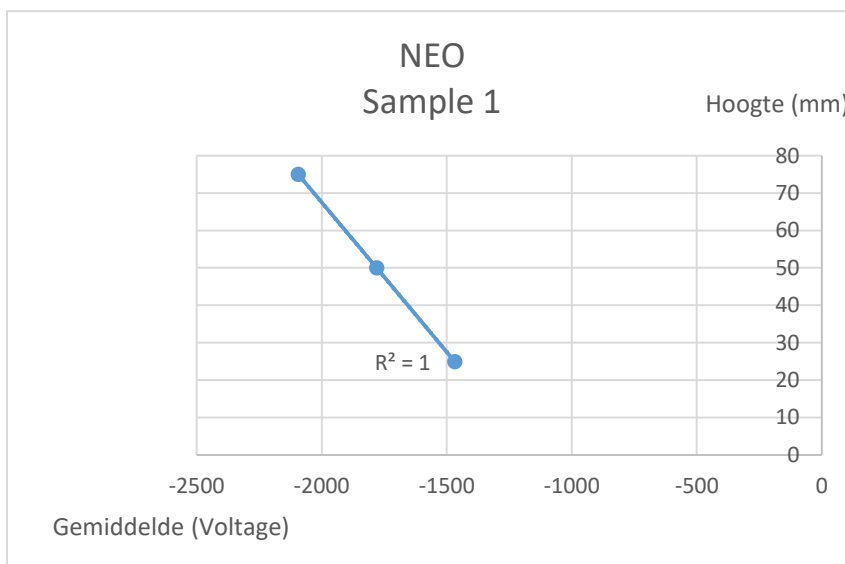
6.1.2 Staphoogte

In de onderstaande grafieken worden de resultaten weergegeven voor de tweede parameter, de staphoogte. Voor de BAM-zool voor het eerste proefstuk zal de genereerde spanning toenemen wanneer de afstand tussen zool en vloerbedekking toeneemt. Dit is te wijten aan de ladingscheiding en het opslaan van de restlading op de contactoppervlakken.



Figuur 56: Grafiek van de 2^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 1

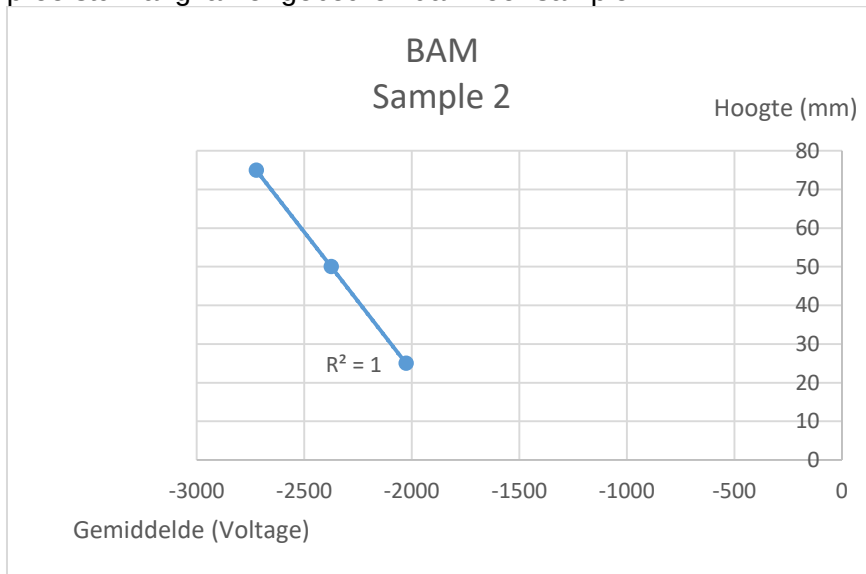
In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de NEO-zool. Zoals het grafiekverloop bij de BAM-zool, volgen de resultaten ook een stijgende lijn. De genereerde spanning zal toenemen wanneer de staphoogte groter is. Zoals vermeld bij de bovenstaande grafiek, is dit te wijten aan de ladingscheiding, het opslaan van restvoltage, maar ook aan de structuur en vezel van de vloerbedekking.



Figuur 57: Grafiek van de 2^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 1

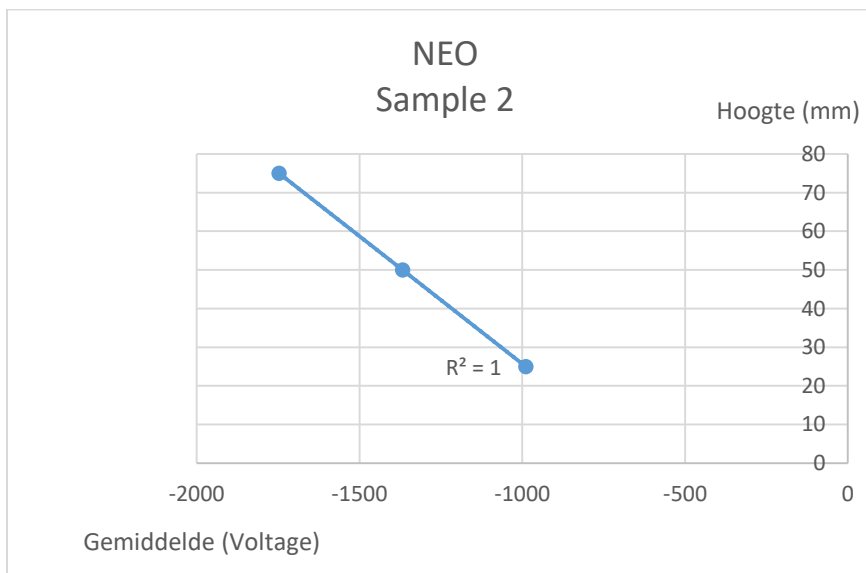
In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de BAM zool van het tweede proefstuk, een laminaat. In de grafiek kan men een stijgende lijn waarnemen, en kan men concluderen dat de genereerde spanning zal toenemen wanneer de staphoogte toeneemt.

Tenslotte gebeurt de ladingscheiding en het opslaan van de restvoltage anders op dit proefstuk dan op het getuft tapijt (sample 1). De toename van de genereerde spanning zal voor dit proefstuk langzamer gebeuren dan voor sample 1.



Figuur 58: Grafiek van de 2^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 2

In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de NEO-zool. Hieruit kan men concluderen dat de genereerde spanning zal toenemen wanneer de staphoogte ook zal toenemen. De toename van de genereerde spanning verloopt sneller dan voor het getuft tapijt, sample 1.

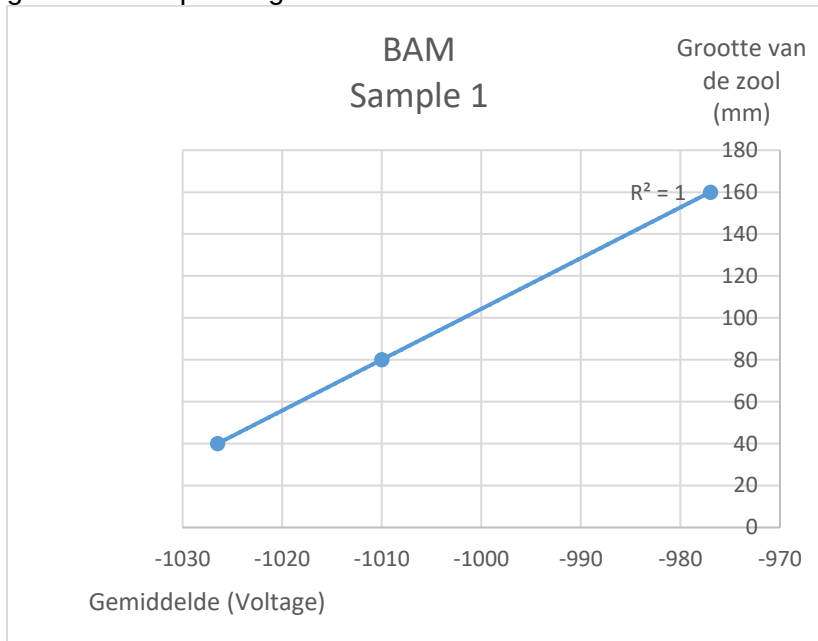


Figuur 59: Grafiek van de 2^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 2

6.1.3 Grootte van de zool

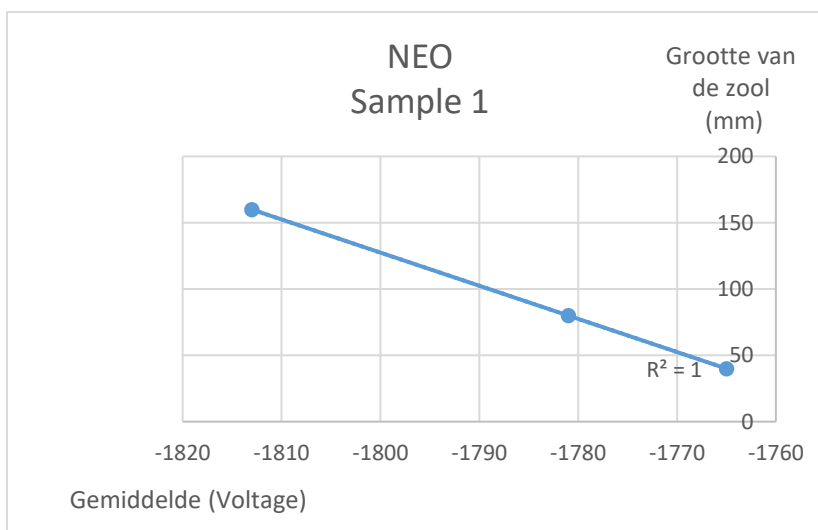
In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de derde parameter, de grootte van de zool. Voor de BAM-zool kan men waarnemen dat wanneer de grootte van zool toeneemt op de Y-as, ook de genereerde spanning zal toenemen, op de X-as.

De diameters die werden toegepast tijdens het uitvoeren van de proeven waren de kleine zool (80 mm) en de grote zool (160 mm). De kleinste diameter (40mm) werd verwerkt om te kunnen aantonen dat er zich een lineair verband voordoet tussen de toenemende diameter en de genereerde spanning.



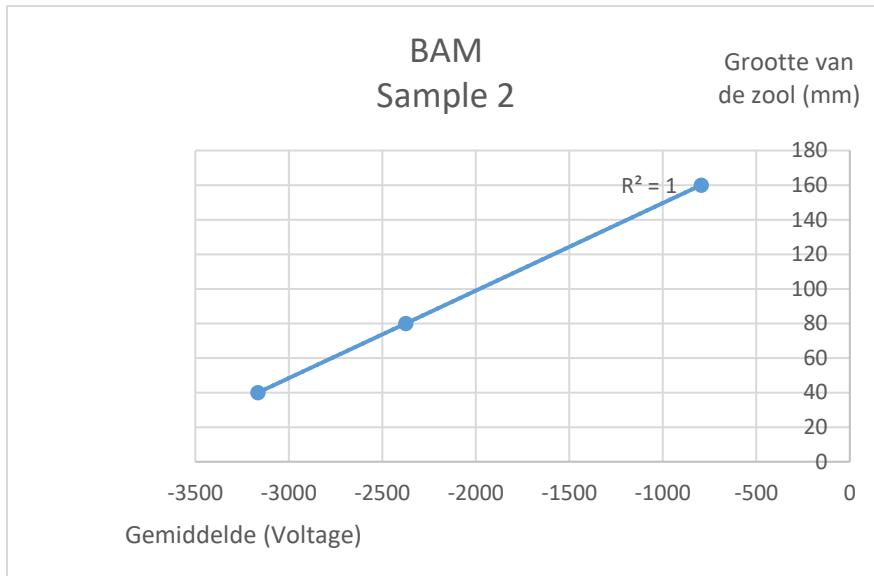
Figuur 60: Grafiek van de 3^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 1

De resultaten voor de NEO-zool bevinden zich in een stijgende lijn. Wanneer de grootte van de zool toeneemt zal de genereerde spanning ook toenemen. Opmerkelijk zijn de resultaten voor de NEO-zool hoger dan die voor de BAM-zool. Dit is te wijten aan de samenstelling van de zool en de interactie tussen de zool en het soort vloerbedekking.



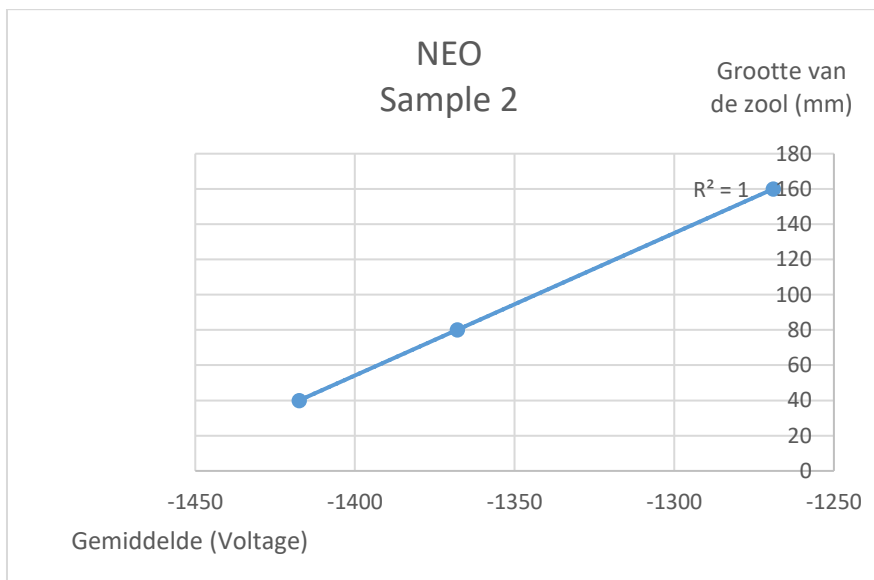
Figuur 61: Grafiek van de 3^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 1

Voor het tweede proefstuk, een laminaat, worden de resultaten voor de derde parameter op de onderstaande grafieken weergegeven. Uit de grafiek voor de BAM-zool kan men vaststellen dat wanneer de diameter van de zool groter is, de genereerde spanning toeneemt.



Figuur 62: Grafiek van de 3^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 2

Voor de resultaten van de NEO-zool kan men op de onderstaande grafiek waarnemen. Zoals voor de resultaten van BAM-zool, vertonen de resultaten voor de NEO-zool een stijgende lijn. Enkel zijn de waarden voor de NEO-zool opmerkelijk lager dan die voor de BAM-zool. Dit kan te wijten zijn aan de interactie tussen de soort zool en het te testen vloerbedekking.



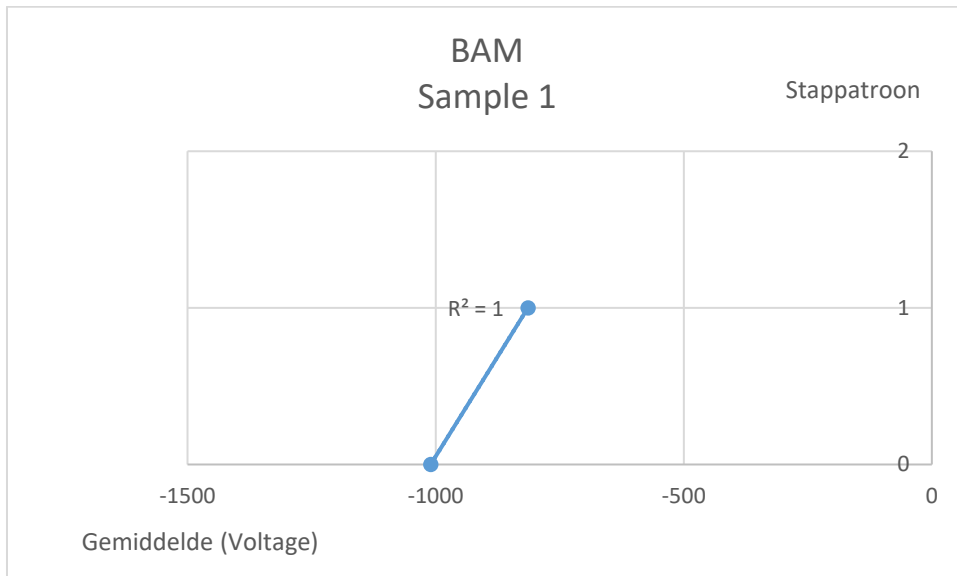
Figuur 63: Grafiek van de 3^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 2

6.1.4 Stappatroon

Op de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor de vierde en laatste parameter, een gewijzigd stappatroon. Dit stappatroon wordt gecodeerd volgens een categorische variabele:

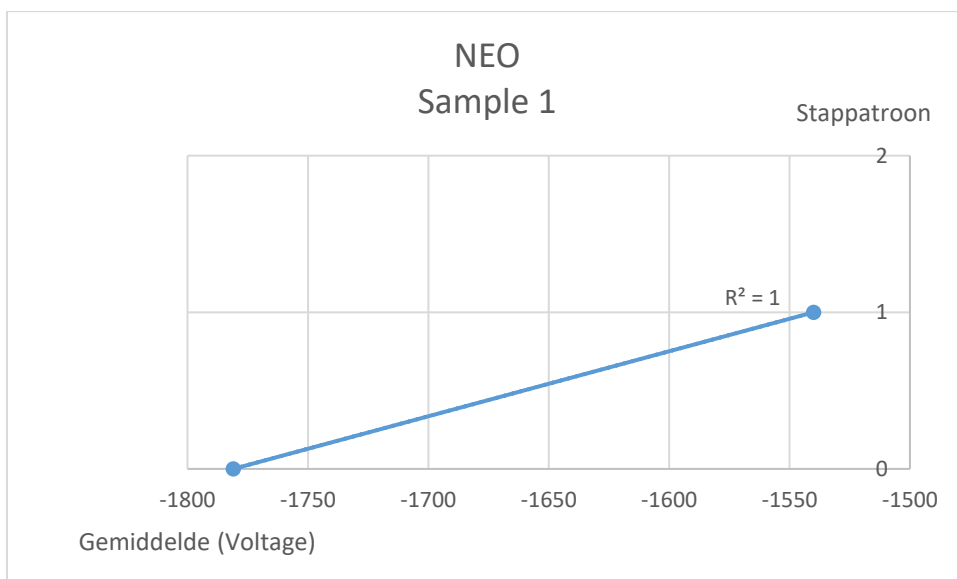
- 0= zigzag stappatroon (standaard ingesteld)
- 1= verticale lijnen (nieuw stappatroon)

Uit de grafiek kan men waarnemen dat het gewijzigd stappatroon voor de BAM-zool een invloed uitoefent op het genereren van de spanning. Het verschil van de invloed op de resultaten is tussen beide niet opmerkelijk groot. De grafiek toont aan dat een verticale verplaatsing van de zool de genereerde spanning zal laten afnemen .



Figuur 64: Grafiek van de 4^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 1

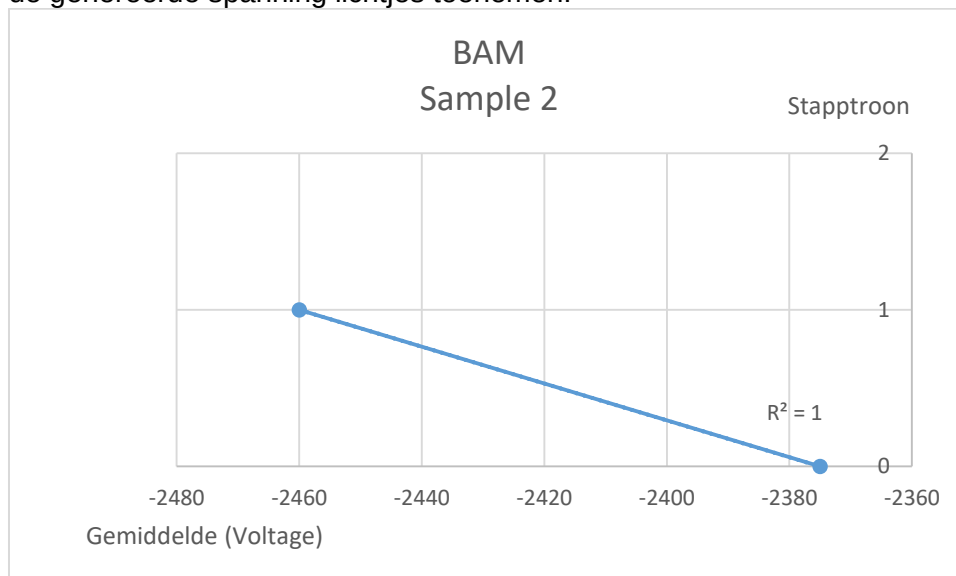
De onderstaande grafiek vertoont dezelfde interactie als die voor de BAM-zool, d.w.z. dat de genereerde spanning zal afnemen wanneer het stappatroon van zigzag naar verticale lijnen zal plaats vinden.



Figuur 65: Grafiek van de 4^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 1

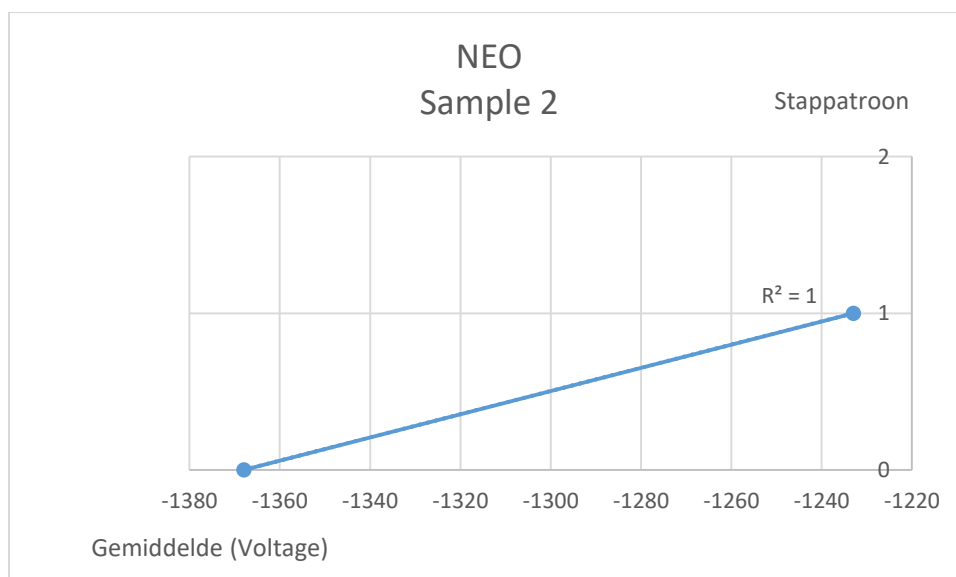
In de onderstaande grafiek worden de resultaten weergegeven voor het tweede proefstuk, een laminaat.

De resultaten vertalen zich in een stijgende lijn. Het gewijzigd stappatroon zal een invloed uitoefenen op de genereerde spanning. Wanneer de zool zich in verticale lijnen verplaatst, zal de genereerde spanning lichtjes toenemen.



Figuur 66: Grafiek van de 4^{de} parameter voor de BAM-zool – Sample 2

Uit de onderstaande grafiek kan men waarnemen dat de resultaten voor het tweede proefstuk voor de NEO-zool zich vertalen in een dalende lijn. In tegenstelling tot de resultaten voor de BAM-zool, zal bij verplaatsing van de zool in verticale lijnen, de genereerde spanning afnemen. Het verschijnsel kan te wijten zijn aan de interactie van de soort zool en structuur van de vloerbedekking. Doordat de laminaat uit homogene lagen bestaat, kan de snelheid en wijze van de ladingscheiding en het opslaan van de restvoltage anders verlopen t.o.v. proefstuk 1, een getuft tapijt, waarbij de veerkracht een bijkomende factor is.



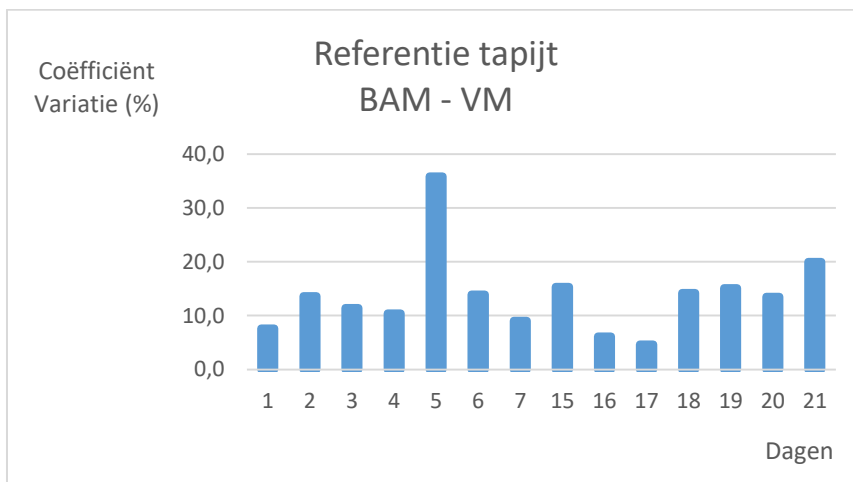
Figuur 67: Grafiek van de 4^{de} parameter voor de NEO-zool – Sample 2

6.2 Referentietapijten : reproduceerbaarheid

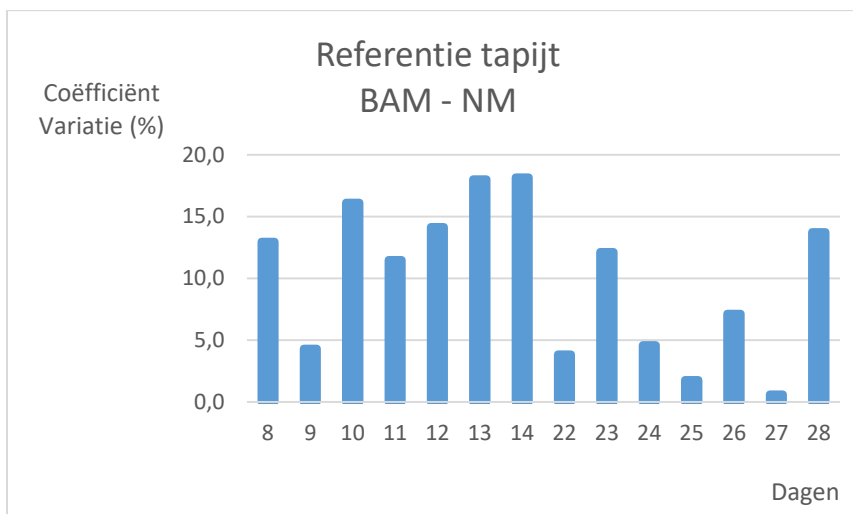
6.2.1 Metingen in functie van een periode

In de onderstaande grafieken worden de gegevens voorgesteld voor het referentietapijt van de BAM-zool. Deze metingen werden repetitief uitgevoerd, een week in de voormiddag, een week in de namiddag. Het doel van deze metingen is om de reproduceerbaarheid van 20% naar 15 of 10% te brengen.

Uit de eerste grafiek kan men vaststellen dat de CV voor de uitvoering in de voormiddag minder goede resultaten weergeeft t.o.v. de uitvoering van de namiddag.



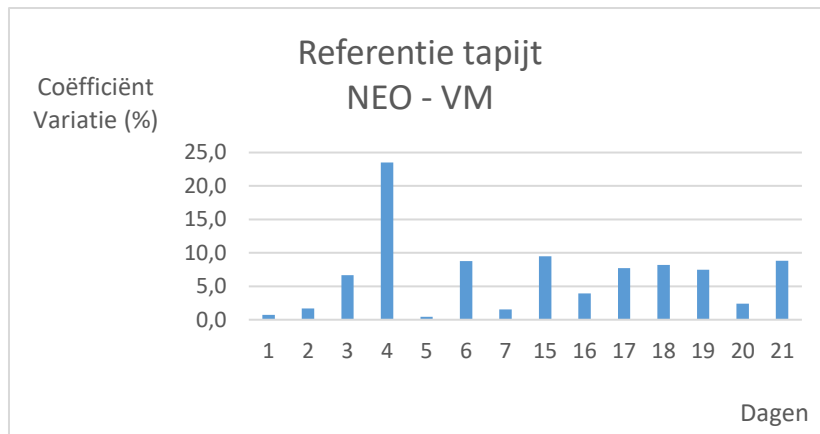
Figuur 68: Grafiek van het referentietapijt van de BAM-zool in de voormiddag



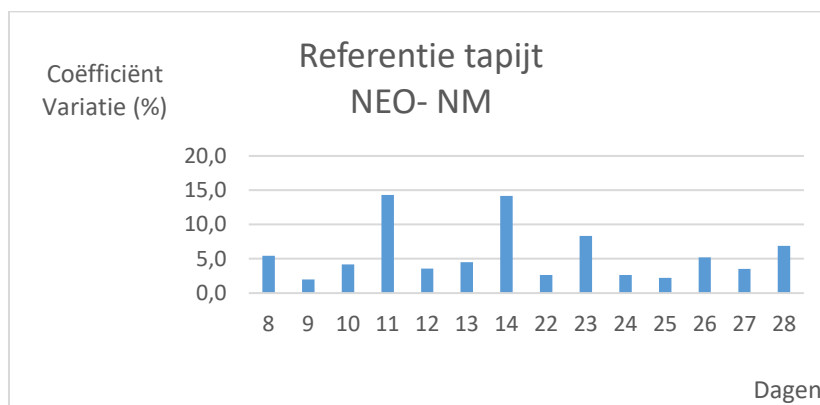
Figuur 69: Grafiek van het referentietapijt van de BAM-zool in de namiddag

In de onderstaande grafieken worden de resultaten weergegeven voor het referentietapijt van de NEO-zool. Zoals in bovenstaande alinea, zijn deze proeven ook repetitief uitgevoerd gedurende vier weken.

Opmerkelijk is dat de resultaten van de voormiddag minder goede resultaten weergeeft dan de resultaten voor de namiddag.



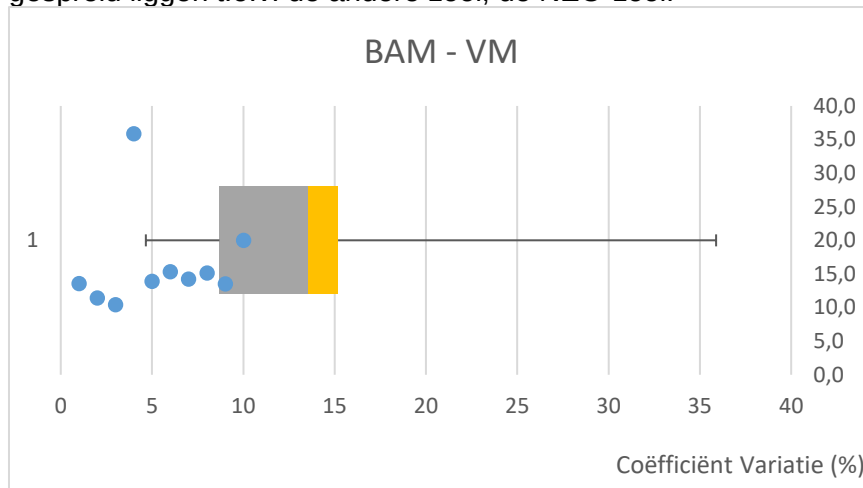
Figuur 70: Grafiek van het referentietapijt voor de NEO-zool in de voormiddag.



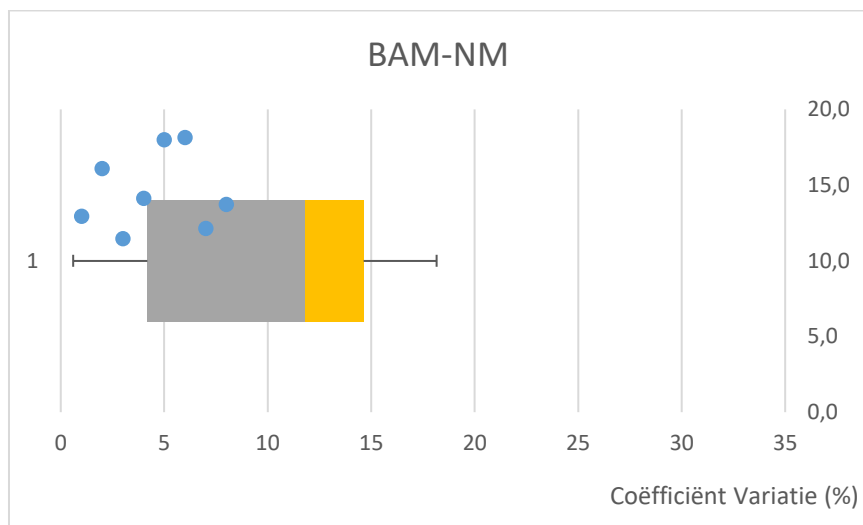
Figuur 71: Grafiek van het referentietapijt voor de NEO-zool in de namiddag.

6.2.2. Verband en uitschieters

In de onderstaande grafieken worden de boxplots weergegeven voor het referentietapijt voor de BAM-zool. De uitschieters werden bepaald om een reproduceerbaarheid weer te geven van 10%. In de tweede grafiek kan men een opmerkelijk minder uitschieters waarnemen dan in de eerste grafiek. Dit kan gerelateerd zijn aan de periode waarin de proef uitgevoerd is geweest. Tenslotte werd er tijdens de proeven vastgesteld dat de spreiding op de resultaten meer gespreid liggen t.o.v. de andere zool, de NEO-zool.

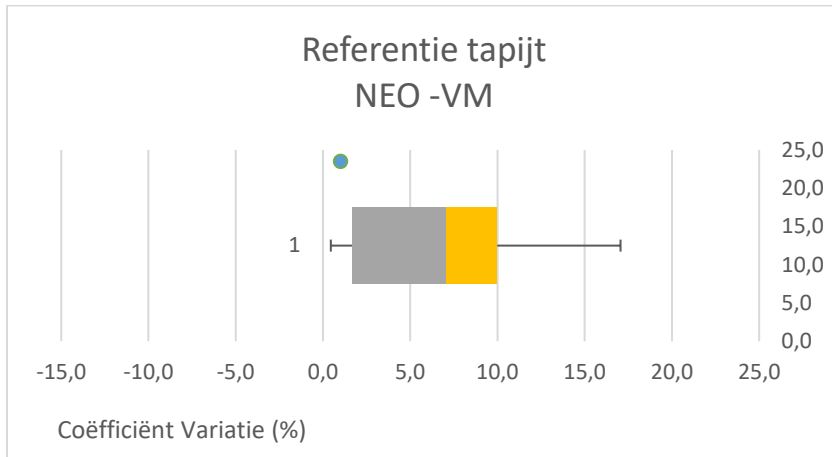


Figuur 72: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de BAM-zool in de voormiddag.

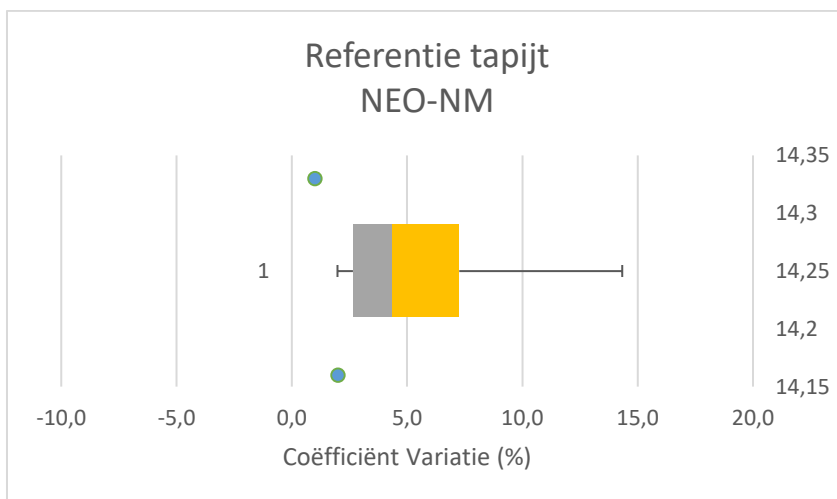


Figuur 73: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de BAM-zool in de namiddag.

In de onderstaande grafieken worden de resultaten voor CV-waarden voorgesteld in deze boxplots. Beiden grafieken zijn gesorteerd volgens periode, voormiddag en namiddag. De uitschieters werden gesorteerd volgens grootte. In deze grafieken worden de resultaten weergegeven in uitschieters voor de reproduceerbaarheid van 10%. In de tweede grafiek vertonen zich opmerkelijk twee uitschieters en op de eerste grafiek een enkele uitschieter.



Figuur 74: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de NEO-zool in de voormiddag.



Figuur 75: Boxplot, uitschieters voor referentie tapijt voor de NEO-zool in de namiddag.

Tenslotte kan men concluderen dat er zich geen verband voordoet tussen voormiddag en namiddag. Deze uitspraak wordt bevestigd door de uitgevoerde T-test.

De resultaten hiervoor zijn:

- P(BAM): 10%
- P(NEO): 29%

7 Toekomstperspectieven en besluit

Het innovatief meetsysteem werd ontworpen door de studenten Elektromechanica te Kortrijk. In dit rapport werd er onderzoek gedaan met het innovatief meet systeem op vloerbedekking voor het meten van elektrostatische eigenschappen. Dit werd gedaan in een geconditioneerde ruimte waar ook de huidige loopproef uitgevoerd wordt.

Uit de meetresultaten blijkt dat dit innovatief meetsysteem, de geautomatiseerde loopproef, capaciteiten bezit om naar de toekomst toe de huidige loopproef te vervangen. Door de metingen hiermee uit te voeren, kan men concluderen dat het genereren van statische elektriciteit zonder een persoon kan uitgevoerd worden. Dit wordt ook weergegeven in de consistentie van de resultaten en de reproduceerbaarheid in de spreiding (CV%) van de resultaten.

De geautomatiseerde loopproef kan de elektrostatische eigenschappen van vloerbedekking gaan meten. De diversiteit van vloerbedekking die gemeten kan worden, is redelijk. Wanneer dit geautomatiseerd meetsysteem geïntegreerd wordt naar de klanten toe van Universiteit Gent, dan zou de diversiteit aan het te testen vloerbedekking uitgebreid kunnen worden met het testen van dekens. Men zou in de toekomst namelijk ook dekens willen testen voor het meten van elektrostatische eigenschappen, doordat de vraag van bepaalde klanten groot is. Voorlopig worden voor deze klanten enkel weerstandsmetingen uitgevoerd, maar het meten van statische elektriciteit nog niet. Verder kan dit meetsysteem een expansie kennen op andere textielmaterialen.

In hoofdstuk 2 werd de norm omschreven, vervolgens werden met de nieuwe zolen weerstandsmetingen uitgevoerd. Hieruit kan men concluderen dat de stroomdoorlaatbaarheid voor BAM te laag is, vandaar de lage meetresultaten. Verder kan de samenstelling van deze zool een impact uitoefenen. Dit kan men afleiden van de CV-waarden die telkens bij de meetresultaten vermeld staan. Daarnaast werden beiden proefmethoden uitgelegd en kan men opmerkelijke verschillen waarnemen. Dit werd ook aangetoond in deel 2.6, waar metingen uitgevoerd werden volgens de geautomatiseerde en huidige proefmethode. Hieruit kan men concluderen dat de resultaten afhankelijk zijn van de uitvoerder, en biedt de huidige proefmethode meer nadelen t.o.v. geautomatiseerde proefmethode.

In hoofdstuk 3 werd het principe uitgelegd waardoor de verkregen resultaten een positieve of negatieve waarden weergeven die afhankelijk zijn van het tribo-elektrische constante. Verder werd het genereren van statische elektriciteit door een persoon op een vloerbedekking voorgesteld. Men kan de voet van een persoon vervangen door een dynamische voet die de bewegingen goed kan simuleren.

In hoofdstuk 4 werden alle parameters afzonderlijk per proefstuk voorgesteld. Hieruit kan men concluderen dat de meeste invloed voor een getuft tapijt de hoogte en druk is. Dit kan te wijten zijn aan de structuur van de vloerbedekking die bestaat uit een gebruikerslaag en een grondlaag. Vervolgens zullen er nog andere invloedbare factoren een rol spelen voor het eindresultaat. Verder kan men hieruit ook concluderen dat de spreiding tussen de resultaten voor een getuft tapijt voor de BAM-zool hoger gelegen zijn dan voor de NEO-zool.

Voor de laminaat hebben de grootte en de hoogte de meeste impact op de resultaten. Dit kan ook te wijten zijn aan de structuur van de vloerbedekking. Deze bestaat uit homogene lagen, waardoor andere invloedfactoren zoals resiliëntie (zie proefstuk 1, getuft tapijt), minder impact hebben op de resultaten. Verder kan men vaststellen dat de spreiding op de resultaten van de laminaat voor de BAM-zool hoger gelegen zijn dan de spreiding voor de NEO-zool.

Hieruit kan men nog concluderen dat de resultaten voor de BAM-zool in grote lijnen meer spreiding vertonen dan de resultaten voor de NEO-zool.

De gemeenschappelijke parameter die de meeste invloed uitoefent op beide proefstukken is de staphoogte.

In hoofdstuk 5 werd de optimalisatie van de machine en software voorgesteld en hieruit kan men waarnemen dat er nog enkele wijzigingen werden aangebracht met daarop volgend nog enkele aandachtspunten.

Vervolgens werden de voor- en nadelen opgesomd. Hieruit kan men vaststellen dat de huidige proefmethode meer nadelen biedt dan de geautomatiseerde proefmethode. Duurzaamheid is een grote troef in de textielsector, maar ook in onze maatschappij. Dit kan een doorslaggevende factor zijn voor het kiezen van het juiste systeem. De geautomatiseerde proefmethode biedt de meeste voordelen.

In hoofdstuk 6 werden de parameters afzonderlijk behandeld en kan men concluderen dat bepaalde parameters een andere interactie hebben afhankelijk van het soort vloerbedekking. Voor het getuft tapijt zijn de belangrijkste parameters de staphoogte en de stapkracht, voor de laminaat zijn de belangrijkste parameters de grootte van de zool en de staphoogte.

Vervolgens werd er ook onderzoek gedaan naar de reproduceerbaarheid. Men wilt naar een reproduceerbaarheid van 10% streven, wat ook mogelijk is voor de NEO-zool: deze waarden blijven stabiel en onder 10% op een tot twee uitschieters na.

De reproduceerbaarheid voor de BAM-zool zal men niet naar 10% kunnen brengen, wat ook uit de boxplots blijkt. Dit kan te wijten zijn aan de samenstelling, zoals de weerstandsmetingen ook hogere en onstabiele resultaten weergaf. Men zal in de toekomst nadenken of deze soort zool gebruikt zal worden of men gaat opteren voor een nieuwe zool.

Referentielijst Digitaal

<http://www.aatcc.org/> (geraadpleegd op 10 maart, 2017)

<https://www.bam.de/Navigation/DE/Home/home.html> (geraadpleegd op :10 maart,2017)

<https://www.arduino.cc/> (geraadpleegd op 5 april, 2017)

<http://www.encyclo.nl/begrip/Tribo-elektrisch%20effect> (geraadpleegd op 3 mei, 2017)

<https://meettechniek.info/elementair/meetfout.html> (geraadpleegd op 2 mei, 2017)

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/25000-49999/035321-an-01-nl-CONRAD_ARDUINO_STARTERKIT.pdf (geraadpleegd op 3 mei, 2017)

<http://replicat.org/gcodes> (geraadpleegd op 5 mei,2017)

<http://vowb.vandale.be/zoeken/zoeken.do> (geraadpleegd op 13 mei, 2017)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Statische_elektriciteit (geraadpleegd op 28 februari,2017)

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Coaxkabel> (geraadpleegd op 28 april,2017)

Niet digitaal

ISO – 6356, Textile and laminate floor coverings-assessment of static electrical propensity-walking test,2012

Proefmethode, Loopproef PM/777, Universiteit Gent, Didier Van Daele, 2014

Thesis, invloed van slijtage op het elektrostatisch gedrag van getufte tapijten, Els David, 1988-1989

Kalibratiemethode, Proefsandalen KM 0079, Universiteit Gent, Didier Van Daele, 2013

Verklarende woordenlijst

(In de tekst)	betekenis
potentiaalverschil	Het verschil van twee geladen lichamen
gestandaardiseerde (zolen)	Zolen die volgens de ISO-norm toegepast worden
Ohm	Een SI-eenheid voor elektrische weerstand
body voltage measuring system	Menselijk meetsysteem
D.C.	Direct current = gelijk spanning
BAM	Een rubber die gemakkelijk elektriciteit geleid(conductie)
NEO	Een styreen butadeen rubber, zonder olie met vullers , ontwikkeld door AATCC
	(waarvan 10% hout vezels aanwezig zijn)
Tapijt op afmetingen	Een vloerbedekking die volgens bepaalde afmetingen afgesneden word,
	bijvoorbeeld: tegels
pF	SI-eenheid,Pico farad= eenheid voor capaciteit van de mens
ANSI	Een tekenset zonder lijn tekensymbolen voor Microsoft Windows
Coaxiaal	Een kabel met een gemeenschappelijke as

Lijst van afkortingen

Afkorting	betekenis
ISO	Internationale Organisatie voor Standaardisatie
IEC	International Electrotechnical Commission
CV	Variatiecoëfficiënt
NEO	Neoliet
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung
PE	Polyethyleen
(Ω)	Ohm
VM	validatiemat
AATCC	Association of Textile, Apparel & materials professionals

Bijlage

Bijlage 1: Datamatrix voor BAM zool, 2^{de} parameter – Sample 1(getuft tapijt)

						HOOGTE 1 (50 mm)	HOOGTE 1 (50 mm)		HOOGTE 2 (25 mm)	HOOGTE 2 (25 mm)			
Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
B4	Cut pile/ volle breedte	1	18/04/2017	IN	1,5	-969	-1290		-1038	-1314	BAM	Zigzag	
(RED CARPET B4)	(korte pool)	2	18/04/2017	IN	1,5	-988	-1304		-785	-1069	BAM	Zigzag	
		3	18/04/2017	IN	1,5	-970	-1276		-700	-922	BAM	Zigzag	
		4	18/04/2017	IN	1,5	-1161	-1519		-632	-832	BAM	Zigzag	
		5	18/04/2017	IN	1,5	-1019	-1353		-598	-797	BAM	Zigzag	
		6	18/04/2017	IN	1,5	-894	-1136		-625	-828	BAM	Zigzag	
		7	18/04/2017	IN	1,5	-856	-1180		-629	-833	BAM	Zigzag	
		8	18/04/2017	IN	1,5	-1079	-1432		-737	-935	BAM	Zigzag	
		9	19/04/2017	IN	1,5	-1083	-1443		-446	-650	BAM	Zigzag	
		10	19/04/2017	IN	1,5	-1085	-1415		-624	-824	BAM	Zigzag	
						-1010		-9,30	-681				-22,70

Bijlage 2 : Datamatrix voor NEO zool, 2^{de} parameter – Sample 1 (getuft tapijt)

						HOOGTE 1 (50 mm)	HOOGTE 1 (50 mm)		HOOGTE 2 (25 mm)	HOOGTE 2 (25 mm)			
Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Red Carpet B4	Cut pile/ volle breedte (korte pool)	1	18/04/2017	IN	1,5	-1598	-2104		-1656	-2129	NEO	Zigzag	
		2	18/04/2017	IN	1,5	-1701	-2244		-1597	-2032	NEO	Zigzag	
		3	18/04/2017	IN	1,5	-1737	-2297		-1435	-1825	NEO	Zigzag	
		4	18/04/2017	IN	1,5	-1590	-2092		-1598	-2022	NEO	Zigzag	
		5	18/04/2017	IN	1,5	-1843	-2357		-1433	-1820	NEO	Zigzag	
		6	18/04/2017	IN	1,5	-1854	-2371		-1516	-1910	NEO	Zigzag	
		7	18/04/2017	IN	1,5	-1879	-2408		-1355	-1748	NEO	Zigzag	
		8	18/04/2017	IN	1,5	-1924	-2477		-1257	-1627	NEO	Zigzag	
		9	19/04/2017	IN	1,5	-1858	-2400		-1399	-1775	NEO	Zigzag	
		10	19/04/2017	IN	1,5	-1829	-2353		-1429	-1828	NEO	Zigzag	
						-1781		-6,64	-1468				-8,4

Bijlage 3: Datamatrix voor BAM zool, 2^{de} parameter - Sample 2 (laminaat)

						HOOGTE 1 (50 mm)	HOOGTE 1		HOOGTE 2 (25 mm)	HOOGTE 2			
Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Laminaat		1	18/04/2017	IN	1,5	-2173	-3072		-1998	-2877	BAM	Zigzag	
		2	18/04/2017	IN	1,5	-2189	-3161		-2032	-2931	BAM	Zigzag	
		3	18/04/2017	IN	1,5	-2199	-3210		-1959	-2858	BAM	Zigzag	
		4	18/04/2017	IN	1,5	-2571	-3628		-2149	-3066	BAM	Zigzag	
		5	18/04/2017	IN	1,5	-2575	-3617		-2034	-2950	BAM	Zigzag	
		6	18/04/2017	IN	1,5	-2322	-3364		-1776	-2628	BAM	Zigzag	
		7	18/04/2017	IN	1,5	-2460	-3459		-2094	-2991	BAM	Zigzag	
		8	19/04/2017	IN	1,5	-2255	-3228		-2223	-3100	BAM	Zigzag	
		9	19/04/2017	IN	1,5	-2480	-3501		-1996	-2826	BAM	Zigzag	
		10	19/04/2017	IN	1,5	-2523	-3526		-2004	-2896	BAM	Zigzag	
						-2375		-6,91	-2027				-5,88

Bijlage 4: Datamatrix voor de NEO zool, 2^{de} parameter – Sample 2 (laminaat)

						HOOGTE 1	HOOGTE 1		HOOGTE 2	HOOGTE 2			
Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Laminate 16-1246 B		1	18/04/2017	IN	1,5	-1371	-1940		-1021	-1459	NEO	Zigzag	
		2	18/04/2017	IN	1,5	-1272	-1848		-1031	-1471	NEO	Zigzag	
		3	18/04/2017	IN	1,5	-1603	-2216		-980	-1425	NEO	Zigzag	
		4	18/04/2017	IN	1,5	-1404	-1942		-1096	-1560	NEO	Zigzag	
		5	18/04/2017	IN	1,5	-1259	-1763		-1091	-1542	NEO	Zigzag	
		6	18/04/2017	IN	1,5	-1436	-1979		-978	-1389	NEO	Zigzag	
		7	18/04/2017	IN	1,5	-1213	-1684		-931	-1333	NEO	Zigzag	
		8	18/04/2017	IN	1,5	-1256	-1740		-967	-1364	NEO	Zigzag	
		9	19/04/2017	IN	1,5	-1470	-2007		-946	-1344	NEO	Zigzag	
		10	19/04/2017	IN	1,5	-1391	-1917		-849	-1231	NEO	Zigzag	
						-1368		-8,78	-989				-7,55

Bijlage 5: Datamatrix voor de BAM zool, 3^{de} parameter – Sample 1 (getuft tapijt)

						ZOOL 1 (80 mm)			ZOOL 2 (160 mm)				
Sample	Struct. Opp.	Sample N°	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
B4	Cut pile/ volle breedte	1	24/04/2017	IN	1,5	-969	-1290		-941	-1617	BAM	Zigzag	
(RED CARPET B4)	(korte pool)	2	24/04/2017	IN	1,5	-988	-1304		-972	-1708	BAM	Zigzag	
		3	24/04/2017	IN	1,5	-970	-1276		-998	-1768	BAM	Zigzag	
		4	24/04/2017	IN	1,5	-1161	-1519		-989	-1744	BAM	Zigzag	
		5	24/04/2017	IN	1,5	-1019	-1353		-983	-1745	BAM	Zigzag	
		6	24/04/2017	IN	1,5	-894	-1136		-1019	-1806	BAM	Zigzag	
		7	24/04/2017	IN	1,5	-856	-1180		-1021	-1811	BAM	Zigzag	
		8	24/04/2017	IN	1,5	-1079	-1432		-1014	-1796	BAM	Zigzag	
		9		IN	1,5	-1083	-1443		-1024	-1739	BAM	Zigzag	
		10		IN	1,5	-1085	-1415		-806	-1535	BAM	Zigzag	
						-1010		-9,30	-977				-6,69

Bijlage 6: Datamatrix voor de NEO zool, 3^{de} parameter – Sample 1 (getuft tapijt)

						ZOOL 1 (80 mm)			ZOOL 2 (160 mm)				
Sample	Struct. Opp.	Sample N	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Red Carpet B4	Cut pile/ volle breedte	1	24/04/2017	IN	1,5	-1598	-2104		-1600	-2876	NEO	Zigzag	
	(korte pool)	2	24/04/2017	IN	1,5	-1701	-2244		-1847	-3245	NEO	Zigzag	
		3	24/04/2017	IN	1,5	-1737	-2297		-1763	-3198	NEO	Zigzag	
		4	24/04/2017	IN	1,5	-1590	-2092		-1894	-3354	NEO	Zigzag	
		5	24/04/2017	IN	1,5	-1843	-2357		-1891	-3320	NEO	Zigzag	
		6	24/04/2017	IN	1,5	-1854	-2371		-1741	-3184	NEO	Zigzag	
		7	24/04/2017	IN	1,5	-1879	-2408		-1932	-3427	NEO	Zigzag	
		8	24/04/2017	IN	1,5	-1924	-2477		-1725	-3121	NEO	Zigzag	
		9		IN	1,5	-1858	-2400		-1892	-3284	NEO	Zigzag	
		10		IN	1,5	-1829	-2353		-1846	-3275	NEO	Zigzag	
						-1781		-6,6	-1813				-5,7

Bijlage 7: Datamatrix voor de BAM zool, 3^{de} parameter – Sample 2 (laminaat)

						ZOOL 1 (80 mm)			ZOOL 2 (160 mm)				
Sample	Struct. Opp.	Sample N	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Laminaat		1	24/04/2017	IN	1,5	-2173	-3072		-640	-1180	BAM	Zigzag	
		2	24/04/2017	IN	1,5	-2189	-3161		-773	-1561	BAM	Zigzag	
		3	24/04/2017	IN	1,5	-2199	-3210		-622	-1405	BAM	Zigzag	
		4	24/04/2017	IN	1,5	-2571	-3628		-834	-1749	BAM	Zigzag	
		5	24/04/2017	IN	1,5	-2575	-3617		-711	-1589	BAM	Zigzag	
		6	24/04/2017	IN	1,5	-2322	-3364		-836	-1753	BAM	Zigzag	
		7	24/04/2017	IN	1,5	-2460	-3459		-827	-1744	BAM	Zigzag	
		8	24/04/2017	IN	1,5	-2255	-3228		-873	-1852	BAM	Zigzag	
		9	25/04/2017	IN	1,5	-2480	-3501		-865	-1732	BAM	Zigzag	
		10	25/04/2017	IN	1,5	-2523	-3526		-966	-1985	BAM	Zigzag	
						-2375		-6,9	-795				-13,7

Bijlage 8: Datamatrix voor de NEO zool, 3^{de} parameter – Sample 2 (laminaat)

						ZOOL 1 (80 mm)			ZOOL 2 (160 mm)				
Sample	Struct. Opp.	Sample N	Datum	Operator	P(bar)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	Zool	Patroon	CV(%)
Laminate 16-1246 B		1	24/04/2017	IN	1,5	-1371	-1940		-1241	-2294	NEO	Zigzag	
		2	24/04/2017	IN	1,5	-1272	-1848		-1191	-2322	NEO	Zigzag	
		3	24/04/2017	IN	1,5	-1603	-2216		-1298	-2528	NEO	Zigzag	
		4	24/04/2017	IN	1,5	-1404	-1942		-1369	-2651	NEO	Zigzag	
		5	24/04/2017	IN	1,5	-1259	-1763		-975	-2037	NEO	Zigzag	
		6	24/04/2017	IN	1,5	-1436	-1979		-1348	-2620	NEO	Zigzag	
		7	24/04/2017	IN	1,5	-1213	-1684		-1379	-2673	NEO	Zigzag	
		8	24/04/2017	IN	1,5	-1256	-1740		-1333	-2621	NEO	Zigzag	
		9		IN	1,5	-1470	-2007		-1113	-2235	NEO	Zigzag	
		10		IN	1,5	-1391	-1917		-1443	-2772	NEO	Zigzag	
						-1368		-8,8	-1269				-11,2

Bijlage 9: Datamatrix voor de BAM zool, 4^{de} parameter – Sample 1 (getuft tapijt)

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Zool
B4	Cut pile/ volle breedte	1		IN	1,5	Zigzag	-969	-1290		Verticaal	-918	-1189		BAM
(RED CARPET B4)	(korte pool)	2		IN	1,5	Zigzag	-988	-1304		Verticaal	-687	-957		BAM
		3		IN	1,5	Zigzag	-970	-1276		Verticaal	-756	-1031		BAM
		4		IN	1,5	Zigzag	-1161	-1519		Verticaal	-876	-1169		BAM
		5		IN	1,5	Zigzag	-1019	-1353		Verticaal	-843	-1125		BAM
		6		IN	1,5	Zigzag	-894	-1136		Verticaal	-845	-1128		BAM
		7		IN	1,5	Zigzag	-856	-1180		Verticaal	-883	-1186		BAM
		8		IN	1,5	Zigzag	-1079	-1432		Verticaal	-721	-1027		BAM
		9		IN	1,5	Zigzag	-1083	-1443		Verticaal	-766	-1052		BAM
		10		IN	1,5	Zigzag	-1085	-1415		Verticaal	-844	-1047		BAM
							-1010		-9,30		-814		-9,39	

Bijlage 10: Datamatrix voor de NEO zool, 4^{de} parameter – Sample 1 (getuft tapijt)

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Zool
Red Carpet B4	Cut pile/ volle breedte (korte pool)	1		IN	1,5	Zigzag	-1598	-2104		Verticaal	-1533	-2009		NEO
		2		IN	1,5	Zigzag	-1701	-2244		Verticaal	-1617	-2130		NEO
		3		IN	1,5	Zigzag	-1737	-2297		Verticaal	-1661	-2210		NEO
		4		IN	1,5	Zigzag	-1590	-2092		Verticaal	-1229	-1605		NEO
		5		IN	1,5	Zigzag	-1843	-2357		Verticaal	-1556	-2043		NEO
		6		IN	1,5	Zigzag	-1854	-2371		Verticaal	-1589	-2104		NEO
		7		IN	1,5	Zigzag	-1879	-2408		Verticaal	-1605	-2122		NEO
		8		IN	1,5	Zigzag	-1924	-2477		Verticaal	-1628	-2149		NEO
		9		IN	1,5	Zigzag	-1858	-2400		Verticaal	-1447	-1952		NEO
		10		IN	1,5	Zigzag	-1829	-2353		Verticaal	-1533	-2070		NEO
							-1781		-6,6		-1540		-8,1	

Bijlage 11: Datamatrix voor de BAM zool, 4^{de} parameter – Sample 2 (laminaat)

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Zool
Laminaat		1		IN	1,5	Zigzag	-2173	-3072		Verticaal	-2218	-3177		BAM
16-1246 B		2		IN	1,5	Zigzag	-2189	-3161		Verticaal	-2328	-3328		BAM
		3		IN	1,5	Zigzag	-2199	-3210		Verticaal	-2432	-3466		BAM
		4		IN	1,5	Zigzag	-2571	-3628		Verticaal	-2457	-3492		BAM
		5		IN	1,5	Zigzag	-2575	-3617		Verticaal	-2564	-3616		BAM
		6		IN	1,5	Zigzag	-2322	-3364		Verticaal	-2562	-3608		BAM
		7		IN	1,5	Zigzag	-2460	-3459		Verticaal	-2535	-3589		BAM
		8		IN	1,5	Zigzag	-2255	-3228		Verticaal	-2379	-3411		BAM
		9		IN	1,5	Zigzag	-2480	-3501		Verticaal	-2546	-3595		BAM
		10		IN	1,5	Zigzag	-2523	-3526		Verticaal	-2581	-3611		BAM
							-2375		-6,91		-2460		-4,9	

Bijlage 12: Datamatrix voor de NEO zool, 4^{de} parameter – Sample 2 (laminaat)

Sample	Struct. Opp.	Sample NR	Datum	Operator	P(bar)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Patroon	Hvallei(volt)	Hpiek(volt)	CV(%)	Zool
Laminate 16-1246 B	homogeen	1		IN	1,5	Zigzag	-1371	-1940		Verticaal	-1208	-1775		NEO
		2		IN	1,5	Zigzag	-1272	-1848		Verticaal	-1264	-1869		NEO
		3		IN	1,5	Zigzag	-1603	-2216		Verticaal	-1139	-1725		NEO
		4		IN	1,5	Zigzag	-1404	-1942		Verticaal	-1392	-2043		NEO
		5		IN	1,5	Zigzag	-1259	-1763		Verticaal	-1086	-1663		NEO
		6		IN	1,5	Zigzag	-1436	-1979		Verticaal	-1306	-1916		NEO
		7		IN	1,5	Zigzag	-1213	-1684		Verticaal	-1268	-1872		NEO
		8		IN	1,5	Zigzag	-1256	-1740		Verticaal	-1311	-1925		NEO
		9		IN	1,5	Zigzag	-1470	-2007		Verticaal	-1125	-1720		NEO
		10		IN	1,5	Zigzag	-1391	-1917		Verticaal	-1233	-1829		NEO
							-1368		-8,8		-1233,2		-7,7	

