

SPORTVEILIGHEID - OVERLASTMELDER ELEKTRISCH HIJSSYSTEEM



Geschreven door
Wouter H. Bisschop

Datum
10 augustus 2010

Uitgevoerd bij
Bosan Sportinstallaties - Haaksbergen

Kader:
Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente - Enschede



UNIVERSITEIT TWENTE.

Volledige titel

“Sportveiligheid - Ontwikkeling overlastmelder voor elektrisch hijssysteem”

Gegevens opleiding

Universiteit Twente
Opleiding Industrieel Ontwerpen
Postbus 217
7500 AE Enschede
053 - 489 4326

Gegevens opdrachtgever

Bosan B.V.
Postbus 96
7480 AB Haaksbergen
053 - 572 3115

Gegevens student

Student Industrieel Ontwerpen
Studentnummer: 0082007
w.h.bisschop@student.utwente.nl

Examencomissie

Voorzitter: Prof. A. De Boer
Docentbegeleider: Ir. C.M. Beusenberg
Bedrijfsbegeleider: Dhr. R. Ten Bos

Overige gegevens

Inleverdatum: 10 augustus 2010
Oplage: 6 exemplaren
Examendatum: 24 augustus 2010

Voorwoord

In het kader van de Bachelor Eindopdracht voor de opleiding Industrieel Ontwerpen van de Universiteit Twente, ben ik bij Bosan B.V. gedurende een periode van drie maanden bezig geweest met het ontwerp van een overlastmelder voor hun elektrisch ringenhijsstelsel.

Bij het zoeken naar een geschikte opdracht wilde ik graag mijn studie Industrieel Ontwerpen combineren met mijn ervaring als gymnastiektrainer. Het bedrijf Bosan was al bekend bij mij, aangezien hun installaties in veel gym- en sportzalen waar ik kom te vinden zijn. Binnen dit bedrijf heb ik de mogelijkheid gekregen deze interesses samen te laten komen.

Ik wil graag in het bijzonder bedanken:

- Richard Ten Bos
- Marc Beusenberg
- Clemens Borgelink
- Jeroen Oldenhof
- Rinaldo Hemel

Samenvatting

Bosan B.V. is een bedrijf gespecialiseerd in sportinstallaties. Het bedrijf houdt zich onder andere bezig met de inrichting van vele gym- en sportzalen.

Het ‘Elektrisch hijssysteem Unigym Elite’ is een plafondinstallatie, waarbij twee koorden met afstandsbediening kunnen worden bediend. Hieraan zijn bijvoorbeeld ringen of touwen, maar ook grotere installaties te hangen. Met name bij deze grotere installaties bestaat de kans dat het hijs-systeem overbelast wordt.

Binnen het bedrijf bestond al langere tijd het idee om een alarmsysteem op de markt te brengen, dat waarschuwt wanneer het hijssysteem wordt overbelast. Dit verslag beschrijft de ontwikkeling van deze zogenaamde ‘overlastmelder’.

Begonnen is met het uitvoeren van analyses van een vergelijkbare afstudeeropdracht, de markt, de stakeholders, het ringenhijssysteem, richtlijnen en afspraken en theorie omtrent signalering. De resultaten worden vertaald naar een Programma van Eisen, waarin de randvoorwaarden voor de ontwikkeling staan beschreven.

In de ontwerpfase is via een productanalyse en oplossingsanalyse een conceptringing bepaald. In deze richting zijn een aantal productconcepten afgeleid, waaruit uiteindelijk het productvoorstel is gekozen.

In de daaropvolgende fase is dit productvoorstel gedetailleerd, gemodelleerd in SolidWorks en vertaald naar een Bill of Materials met de daarbij horende werktekeningen. Aan de hand hiervan zijn de benodigde onderdelen besteld of gemaakt, en geassembleerd tot een functioneel prototype.

Omdat het gaat om een veiligheidsvoorziening is een Failure Mode and Effect Analysis uitgevoerd. Hiermee wordt onderzocht of en hoe de veiligheid van de gebruiker in het geding komt en welke ontwerpaanpassingen nodig zijn.

Het resultaat van de opdracht is een uitgewerkt productvoorstel voor de overlastmelder. Voordat het product op de markt kan worden geïntroduceerd moeten nog tests worden uitgevoerd, bepaalde onderdelen verder worden gespecificeerd en aanpassingen worden gedaan aan het ontwerp. Dit verdere verloop van de ontwikkeling is samengevat in een lijst van aanbevelingen.

Summary

Bosan B.V. is a company which specializes in sports installations. For instance, the company is responsible for the equipment of many gyms and sports halls throughout the country.

The electric lifting device 'Unigym Elite' is an installation allowing the user to lower two cords from the ceiling by remote control. At the end of the cords gymnastics rings and climbing robes can be attached, but also much larger parts. In particular for the latter, it is imaginable that the lifting device will be overloaded.

The idea for an overload detection device already existed at Bosan for some time. This report describes the development of the device.

In the first phase, analyses of a comparable graduation assignment, market, stakeholders, the lifting device, guidelines and agreements, and cognitive theory on signals was done. Results from the analysis were translated into a Design Brief ("Programma van Eisen").

During the design phase a concept direction was determined through design and solution analyses. Design concepts were derived, from which the design proposal was chosen.

In the proceeding phase, the design was detailed, modelled in Solid Works, and put into a Bill of Materials with supporting detail drawings. The necessary parts were then ordered or manufactured, and assembled into a functional prototype. The design was tested for requirements derived from the first phase.

As the design involves the safety of the user, a Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) was conducted, in which possible failures of the system and their effect were examined.

The result of this project is a detailed design proposal for an overload protection device suited for the Unigym Elite. Before the product can be commercialized, certain parts need to be specified further, tests have to be done, and design adjustments have to be made. This has been summarized in a list of recommendations.

Inhoudsopgave

Voorwoord	iii
Samenvatting	iv
Summary	v
Begrippenlijst	ix
Hoofdstuk 1 Inleiding	1
§ 1.1 Doelstelling	1
§ 1.2 Projectkader	1
§ 1.3 Plan van Aanpak	2
Hoofdstuk 2 Analyse	4
§ 2.1 Documentatie Uniguard	4
§ 2.2 Marktonderzoek	6
§ 2.3 Stakeholders	11
§ 2.4 Ringenhijsstelsel “Unigym Elite 50”	14
§ 2.5 Richtlijnen & afspraken	18
§ 2.6 Theorie cognitieve ergonomie	20
§ 2.7 Programma van Eisen	22
Hoofdstuk 3 Ontwerp	23
§ 3.1 Productanalyse	23
§ 3.2 Oplossingsanalyse	27
§ 3.3 Bepaling conceptringing	30
§ 3.4 Productconcepten	34
Hoofdstuk 4 Detaillering	39
§ 4.1 Specificatie onderdelen	39
§ 4.2 Bill of materials & werktekeningen	45
§ 4.3 Conclusie	45
Hoofdstuk 5 Failure mode & effects analysis (FMEA)	46
§ 5.1 Werkwijze	46
§ 5.2 Conclusie	47
Hoofdstuk 6 Beproevingen	48
§ 6.1 Prototype	48
§ 6.2 Opzet bezwijkproef	51
§ 6.3 Conclusie	51
Hoofdstuk 7 Evaluatie, conclusie & aanbevelingen	52
§ 7.1 Evaluatie resultaat	52
§ 7.2 Algemene conclusie	53
§ 7.3 Aanbevelingen	54
Referenties	56
Literatuur	56
Internet	56

Figuurlijst

Figuur 1 - PvA onderzoeksmodel	2
Figuur 2 - Variastel Nijha (bron: website Nijha)	6
Figuur 3 - Elektrisch hijssysteem ADEC sport (bron: website ADEC sport)	7
Figuur 4 - Personenweegschaal	7
Figuur 5 - Schematisch weergave overlastsensor in ouderwetse lift	8
Figuur 6 - Kabelspanningsmeter (bron: www.checkline.nl)	8
Figuur 7 - Schematische weergave werking load-cell (bron: ref. 6)	9
Figuur 8 - Ringenhijssysteem “Unigym Elite ‘50” (bron: Bosan)	14
Figuur 9 - Vooraanzicht, zij aanzicht - hijssysteem in afgerolde stand (bron: Bosan)	15
Figuur 10 - Functie-indeling	23
Figuur 11 - Systeembenadering (1)	24
Figuur 12 - Systeembenadering ‘meten’	24
Figuur 13 - Systeembenadering ‘informereren’	25
Figuur 14 - Systeembenadering (2)	25
Figuur 15 - Plaatsing overlastmelder	28
Figuur 16 - Deelconcept 1: ‘Kracht op hijsunit’	30
Figuur 17 - Deelconcept 2: ‘Moment op trommel’	31
Figuur 18 - Sleepcontacten op aandrijftras	31
Figuur 19 - Verend contact	31
Figuur 20 - Deelconcept 3: ‘Spanning in koord’	32
Figuur 21 - Deelconcept 4: ‘Gericht alarm’	32
Figuur 22 - Deelconcept 5: ‘Benoemend alarm’	32
Figuur 23 - Werkwijze conceptuering	34
Figuur 24 - Productconcept 1 (links: onbelast, recht: belast)	35
Figuur 25 - Productconcept 2	36
Figuur 26 - Productconcept 3 (links: onbelast, recht: belast)	36
Figuur 27 - Productconcept 4	37
Figuur 28 - Werking meetsysteem	39
Figuur 29 - Hoofdafmetingen	40
Figuur 30 - Arm	40
Figuur 31 - Hefboom	41
Figuur 32 - Standen scharnierblok	41
Figuur 33 - Veeras met scharnieren	42
Figuur 34 - Scharnierpunten	42
Figuur 35 - Pennen	43
Figuur 36 - Afsteller (onderdeel van de schakelaar)	43
Figuur 37 - Elektrische schakeling alarmsysteem	44
Figuur 38 - Losse onderdelen meetsysteem op plaats gelegd	49
Figuur 39 - De veer en schakelaar parallel van elkaar	49
Figuur 40 - De signaalgevers zijn ingebouwd in de kap van de hijsunit	50
Figuur 41 - Aangrijpingspunt trommel-hefboom en scharnierpunt arm-hefboom	50

Tabellijst

Stakeholders: belang en invloed	11
Eisen en ontwerprichtlijnen ergonomie	21
Signaalkeuze	21
Verkort Programma van Eisen	22
Meetprincipes per plaats	28
Overzicht oplossingen	28
Boordeling deelconcepten	33
Schema conceptalternatieven	34
Conceptbeoordeling	38
Evaluatie PvE	52

Begrippenlijst

Hijssysteem.....	Elektrisch of mechanisch systeem voor ophijzen van koorden of banden
Cupsheetkoorden ..	Koord met relatief lage rekwaarde, gebruikt in het hijssysteem van Bosan
Zoemer	Een geluidsgever die d.m.v. ingebouwde mechanische schakeling een toon voortbrengt.
Piëzospeaker	Een ‘kale’ geluidsgever, die voor het geven van een toon afhankelijk is van een externe stuurschakeling.
Overlastmelder.....	Het ontworpen product, beschreven in dit verslag
Alarmsysteem	De user interface met componenten
Meetsysteem	Het mechanische deel van het systeem
SW-Simulation.....	Tool in SolidWorks voor eindige elementen modellering

Hoofdstuk 1 Inleiding

Bij het gebruik van ringen en touwen in een gymzaal, bestaat de kans dat het hijssysteem wordt overbelast, met kans op defecten of zelfs ongelukken. Daarom wil Bosan een systeem ontwikkelen om de gebruiker te alarmeren bij overbelasting van het hijssysteem. Met de komst van de universele hijssystemen is de kans op overbelasting van het systeem aanzienlijk vergroot, doordat deze meer mogelijkheden bieden om groot materiaal op te hangen.

§ 1.1 Doelstelling

Het doel van deze Bachelor Eindopdracht is te komen tot een productvoorstel voor een systeem dat een alarm geeft bij overbelasting van het “Elektrisch Ringenhijssysteem Unigym Elite 50”. In dit verslag wordt het te ontwerpen systeem aangeduid als “overlastmelder”. Het productvoorstel zal worden ondersteund met een functioneel prototype.

De oplossing voor het probleem wordt gezocht in een meetinstrument wat geïntegreerd wordt in het hijssysteem. Bij overbelasting dient dan een visueel en/of auditief signaal te worden gegeven.

§ 1.2 Projectkader

Bosan B.V. beschikt over een eigen constructieafdeling, verkoopt de producten zelfstandig en installeert zo nodig ter plaatse.

Het project speelt zich in de eerste plaats af op de tekenafdeling. Daarnaast kunnen eventueel andere afdelingen, bijvoorbeeld productie of inkoop, worden betrokken bij het project

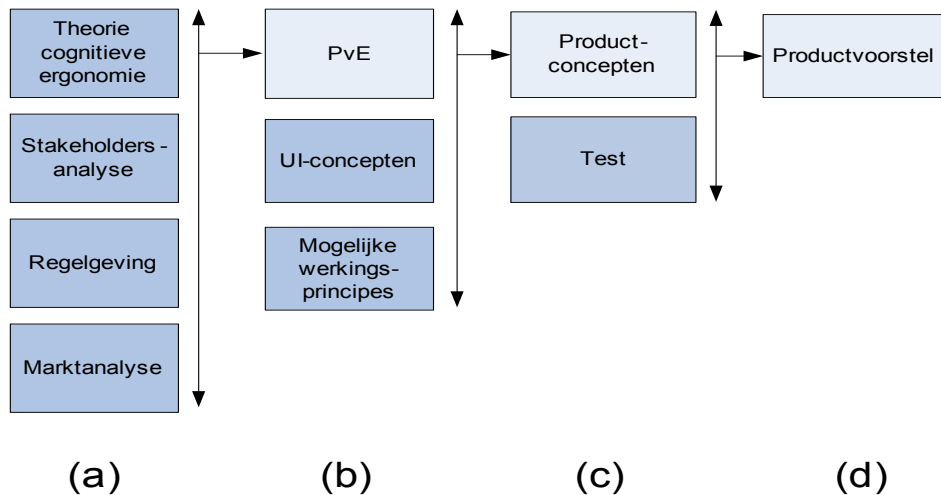
Het bedrijf heeft kennis betreft het produceren, installeren en inspecteren van hijssystemen in sport- en turnhallen. Ook worden klantrelaties onderhouden met sportinstellingen en –verenigingen.

De omgeving waarin het product zal worden gebruikt, is een sportzaal waar door een vakdocent les wordt gegeven aan een groep van maximaal 25 personen. De vakdocent is dan ook in de eerste plaats de gebruiker.

De overige actoren, anders dan de gebruiker en het bedrijf zelf, zijn de leveranciers van de half-fabricaten, de sporters en de afnemers, zoals verenigingen en gemeentes.

§ 1.3 Plan van Aanpak

Aan de hand van het onderzoeksmodel (fig. 1) is de onderzoeksvraag bepaald (zie hieronder).



Figuur 1 - PvA onderzoeksmodel

Verwoording onderzoeksmodel

- (a) Analyse van de mechaniek van hijssystemen, regelgeving, de stakeholders en de markt, en theorie over cognitieve ergonomie, levert het Programma van Eisen voor het te ontwikkelen product.
- (b) Een beoordeling van deelconcepten voor de UI en werkingsprincipes voor het meten van de overbelasting, aan de hand van het PvE, resulteert in een aantal productconcepten.
- (c) Met behulp van een test worden deze concepten beoordeeld, wat resulteert in het productvoorstel.
- (d) Het productvoorstel wordt ondersteund met werktekeningen en een prototype.

Onderzoeksvraag

1. Wat zijn relevante onderwerpen (analyseresultaten) voor het inventariseren van het Programma van Eisen voor het te ontwerpen product?
 - 1.1. Welke factoren zijn van belang bij het waarnemen van signalen in een rumoerige omgeving?
 - 1.2. Wat zijn de waarden voor elk van de factoren, voortgekomen uit deelvraag 1.1
 - 1.3. Welke (Europese) normen gelden er voor ringenstellen, touwen en dergelijke toestellen?
 - 1.4. Welke (Europese) normen gelden er voor elektrische producten?
 - 1.5. Wat zijn de werking, afmetingen en toleranties van het elektrische ringenhijsstelsel van Bosan?
 - 1.6. Welke inzichten levert bestudering van de markt op?
2. Welke productconcepten voldoen aan het PvE?
 - 2.1. Welke deelconcepten voor het werkingsprincipe voldoen aan het PvE
 - 2.2. Welke deelconcepten voor de User Interface voldoen aan het PvE
3. Welk productconcept kan binnen de duur van de opdracht worden uitgewerkt tot een product met specificaties die voldoen aan het PvE?

Opbouw in het verslag

Het vooronderzoek corresponderend met onderzoeksvraag 1.1 t/m 1/6 hierboven wordt beschreven in hoofdstuk 2 Analyse. De resultaten van dit onderzoek worden vertaald naar het Programma van Eisen, opgenomen in de laatste paragraaf van dat hoofdstuk. In hoofdstuk 3 Ontwerp wordt het ontwerpproces beschreven. Hierin wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 2 en 3.

De overige hoofdstukken beschrijven de uitwerking van het productvoorstel. De detaillering van het productvoorstel is opgenomen in hoofdstuk 4 Detaillering met als resultaat werktekeningen voor het prototype. Hoofdstuk 5 Failure Mode & Effects Analysis is bedoeld om ten behoeve van de veiligheid verbeterpunten aan het ontwerp te vinden en hoofdstuk 6 Beproevingen beschrijft de bouw van het prototype en de tests hieraan. Het verslag wordt afgesloten met hoofdstuk 7 Evaluatie, conclusie en aanbevelingen.

Hoofdstuk 2 Analyse

In dit hoofdstuk wordt een analyse gemaakt van de markt, regelgeving en stakeholders, de theorie over cognitie in een rumoerige omgeving, en de directe omgeving van het product, namelijk het elektrische hijssysteem ‘Unigym’ waarvoor de overbelastingsmelder moet worden ontworpen. De analysefase resulteert in een Programma van Eisen, waarin de randvoorwaarden aan het ontwerp zijn beschreven en aan de hand waarvan het ontwerpresultaat zal worden getest.

§ 2.1 Documentatie Uniguard

In 1996 zijn twee studenten van de Hogeschool Enschede bezig geweest met hun afstudeeropdracht ‘ontwerp een apparaat dat overbelasting van een ringenstel registreert en dan een waarschuwings-signaal geeft’ (ref. 3). Gedurende drie maand hebben zij volgens de Delftse methode voor productontwikkeling gewerkt aan een ontwerp hiervoor. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een werkend prototype, waarna is gestart met de octrooiaanvraag onder de naam Uniguard.

De huidige opdracht heeft een aantal raakvlakken met de afstudeeropdracht uit 1996, dus daarom is het nuttig dit proces te analyseren en hier conclusies uit te trekken. Niet alleen de kennis en ideeën die zij hebben vergaard, maar ook eventuele fouten in de aanpak kunnen nuttig zijn.

2.1.1 Het afstudeerverslag

In de analysefase van het afstudeerverslag uit 1996 wordt beargumenteerd dat het alarmsysteem in de ophanging van het ringenstel moet komen, zodat de gebruiker het alarm direct associeert met het ringenstel. In het onderzoek naar meetmethoden staat een korte uiteenzetting van verschillende meetmethoden in bestaande producten. Daarnaast wordt een overzicht gegeven van voor de overlastmelder interessante punten betreft de ergonomie van geluidssignalen.

In de conclusie van het ontwerponderzoek geven zij aan dat de kostprijs te hoog is, namelijk een kleine 800,- EURO, terwijl het PvE 300,- EURO als grens voor een ringensysteem geeft. Het product heeft als toevoeging dat het visueel continu de belasting weergeeft en die data ook opslaat voor gebruiksanalyse nadien. Deze elektronica draagt voor 33% bij aan de kostprijs. De arbeidskosten voor vervaardiging onderdelen en montage dragen voor respectievelijk 23% en 31% bij aan de kostprijs. De keuze voor het continu weergeven en opslaan van belastingsdata wordt niet onderbouwd. Dit kwam voor als wens van de opdrachtgever in het Programma van Eisen, maar deze zou hier waarschijnlijk van af zien bij de afweging van dit voordeel tegen de meerkosten.

Daarnaast staan in het verslag een aantal eisen aan de invloed van het alarmsysteem op de ringen en aan het signaal, zoals de extra verplaatsing van het touwuiteinde onder invloed van het meetsysteem van maximaal 8mm.

2.1.2 Correspondentie octrooiaanvraag

Na afronding van de afstudeeropdracht is bij Bosan de octrooiaanvraag begonnen. De correspondentie van Bosan met het octrooibureau en het ontwerpbureau is bijgehouden. Hieruit blijkt onder andere dat indertijd nog geen dergelijk octrooi bestond. Het octrooi op de Uniguard is vanwege de meting in de vaste ophanging aan de muur niet toepasbaar op een alarmsysteem voor het elektrische hijssysteem, waar het koord om een trommel is gerold (§2.4 Ringenhijssysteem “Unigym Elite 50”).

2.1.3 Conclusie

De keuze voor het continue weergeven en opslaan van de ringenbelasting is niet onderbouwd en biedt weinig voordeel en zal daarom niet meegenomen worden in het PvE (bijlage D). Een eis die wel direct toepasbaar is op deze ontwerpdracht, is: “de gebruiker mag niet schrikken van het alarmsignaal” (PvE – nr. 3). Dit zou namelijk een nieuw gevaar opleveren. Overige eisen die zijn overgenomen in het PvE, zijn:

- - Nr. 11 “Het alarm moet werken bij wisselbelastingen”
- - Nr. 17 “Het alarm moet voldoen aan de geldende normen en besluiten”
- - Nr. 24 “Max. verplaatsing koordeind o.i.v. het alarm moet minimaal zijn.”
- - Nr. 36 “De kostprijs moet laag zijn t.o.v. het hijssysteem

§ 2.2 Marktonderzoek

In het marktonderzoek wordt kort gekeken naar de andere aanbieders van hijssystemen, naar bestaande producten met een enigszins vergelijkbaar werkingsprincipe, en naar octrooien op het gebied van het meten van belasting waarbij vervolgens een reactie optreedt. Voor de stakeholders is een aparte paragraaf gereserveerd, volgend op het marktonderzoek.

2.2.1 Leveranciers hijssystemen

Hier volgt een korte analyse van de concurrenten op de Nederlandse markt, gebaseerd op de informatie gegeven op de desbetreffende websites. Gekeken wordt naar de hijssystemen die zij leveren en, mits vermeld, aanvullende informatie over toegestane belasting en beveiliging.

Janssen & Fritsen Nederland B.V.

Het kantoor van Janssen & Fritsen Nederland is gevestigd in Helmond. Zij leveren ook elektrisch verstelbare hijssystemen, maar hierover geven zij geen verdere informatie op de website. In plaats van touwen worden banden gebruikt, waardoor het goedkoper, maar - volgens Bosan - minder goed in gebruik is ten opzichte van touw (ref. 6).

Nijha B.V.

Dit bedrijf, gevestigd in Lochem, levert onder andere het zogenaamde ‘variastel’. Het betreft een tweetal touwen, handmatig in hoogte verstelbaar, met aan de uiteinden snelsluiters, voor de bevestiging van bijvoorbeeld ringen of touwen. Volgens hun specificatie is dit systeem belastbaar tot 750 kg, waar een traditioneel ringenstel volgens hen te belasten is tot 350 kg (ref. 7).



Figuur 2 - Variastel Nijha (bron: website Nijha)

ADEC sport

Dit Belgische bedrijf levert en installeert onder andere elektrische hijssystemen met sleutel- of afstandsbediening. Ook dit hijssysteem gebruikt banden in plaats van koorden (ref. 8).

Schelde

Net als ADEC sport, levert dit bedrijf uit Goes ook elektrische hijssystemen met banden. Zij geven nog een aantal specificaties over dit systeem. Zij definiëren de breeksterkte als 2000kg. Het systeem bevat een 230 volt motor, met een vermogen van 435 watt. De motor is voorzien van een valbeveiliging met een maximum vangvermogen van 1990 kg. (ref. 9)



*Figuur 3 - Elektrisch hijssysteem ADEC sport
(bron: website ADEC sport)*

2.2.2 Toegepaste meetprincipes

In dit onderzoek wordt gezocht naar een systeem om het gewicht aan het koordeind te meten. Een analyse van verschillende gangbare methoden om direct of indirect gewicht te meten, al dan niet met alarm, levert het uitgangspunt voor §3.2.3 “overzicht oplossingen” in dit verslag. Hieronder volgt een selectie van uiteenlopende producten, met elk een verschillend meetprincipe.

Personenweegschaal

Deze weegschaal kan een behoorlijk gewicht meten, terwijl de verplaatsing van het lichaam in kwestie slechts tienden van millimeters is. Dit gebeurt niet, zoals het misschien op het eerste gezicht lijkt, met een zeer stijve drukveer, maar met een relatief slappe trekveer en een hefboomoverbrenging. Een viertal hefbomen vergroten de verplaatsing met ongeveer een factor 20, daarbij de kracht evenredig verminderend. De hefbomen scharnieren op meslagers, die goedkoop zijn, en weinig speling of wrijving hebben. De uiteinden van de hefbomen trekken de veer naar beneden, waarna via een krukas en een heugel-rondselsysteem de schijf met schaalverdeling wordt geroteerd.



Figuur 4 - Personenweegschaal

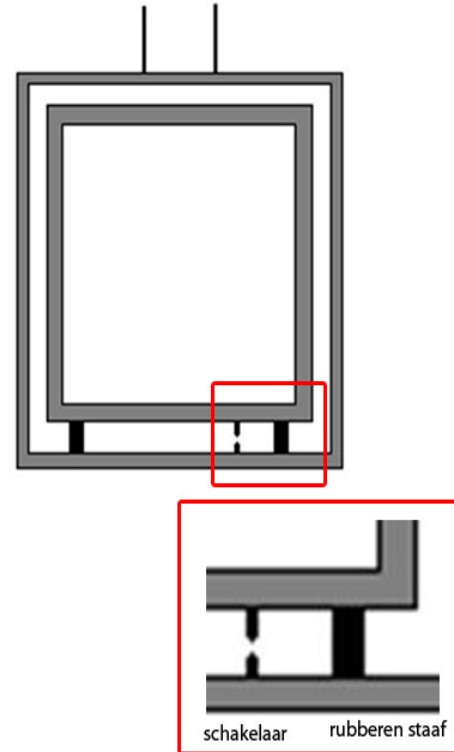
Bij een elektrische weegschaal is deze schijf vervangen door een codeschijf; een schijf met uitsparingen aan de rand. Een stappenteller meet de draaiing, waarna dit wordt omgezet in gewicht en weergegeven op het scherm. (ref. 3)

Overlastsensor lift

De functie van de overlastsensor in een ouderwetse lift is gelijk aan de overlastsensor van het te ontwerpen systeem, namelijk het afgeven van een signaal wanneer de lift te zwaar belast is. De werking is zeer eenvoudig. De cabine staat in een kooi op enkele rubberen staven. Wanneer deze staven te ver worden ingedrukt, dan maakt de schakelaar contact en wordt een (alarm-)signaal gegeven.

Het interessante aan dit systeem is dat op zeer eenvoudige wijze, met de rubberen staven, zeer stijve veren zijn gerealiseerd. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de uitlijning zeer nauwkeurig moet gebeuren en nauwkeurige meting niet langer duurt dan de dag van kalibreren zelf, doordat de stijfheid van het rubber verandert onder druk. (ref. 10).

In moderne liften wordt gebruik gemaakt van onder andere meting van de kabelspanning en gewichtsmeting door middel van zogenaamde load cells. Deze twee methoden zullen hieronder kort worden toegelicht.



Figuur 5 - Schematisch weergave overlastsensor in ouderwetse lift



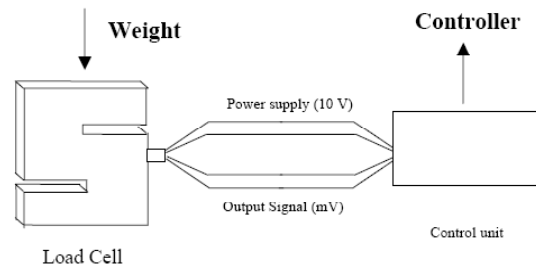
Figuur 6 - Kabelspanningsmeter (bron: www.check-line.nl)

Kabelspanningsmeter

Door de kabel langs drie katrollen te geleiden, waarbij de (gespannen) kabel opzij wordt geduwd, kan de spanning in de kabel gemeten worden. Hoe hoger de spanning in de kabel, hoe meer zijwaartse druk op de middelste katrol.

Vervormingsmeters

Deze groep producten zijn passieve elektrische elementen waarvan de elektrische weerstand of spanning lineair en proportioneel verandert met de vervorming van het metalen element. Voor het meten van de belasting is een controller nodig voor het leveren van een ingangsspanning (bij de load cell en rekstrook) en versterken en meten van de uitgangsspanning.



*Figuur 7 - Schematische weergave werking load-cell
(bron: ref. 6)*

Een groot voordeel van het gebruik is de nauwkeurige meting over lange tijd. Een nadeel is de relatief hoge prijs, onder andere vanwege de noodzakelijke controller.

2.2.3 Octrooien

Via de online database van Octrooiencentrum Nederland, Esp@cenet (ref.12b), is gezocht naar patenten die aanknopingspunten hebben met het te ontwerpen product. Hieronder volgt in het kort en puntsgewijs een beschrijving van het doorlopen proces bij het octrooionderzoek, volgens de handleiding van Octrooiencentrum Nederland (ref. 11)

1. Trefwoorden vertalen van het Nederlands naar het Engels
2. Via de zoekfunctie een verkennend onderzoek in titels en samenvattingen van octrooien naar de Engelse trefwoorden
3. Octrooien met enige gelijkenis selecteren, en hun classificatiecodes noteren
4. Via de gevonden classificatiecodes zoeken in de verschillende classes, eventueel met toevoeging van een trefwoord
5. De meest gelijkende octrooien uitkiezen

De resultaten zijn opgenomen in bijlage C Octrooionderzoek. De classificatiecodes (punt 3) zijn tabelvorm gezet, met aansluitend een beknopte beschrijving van een selectie van de gevonden octrooien; punt 5.

Het merendeel van de gevonden octrooien maakt gebruik van buiging of rek van materiaal om belasting te 'meten', gecombineerd met een schakelaar die bij overbelasting de stroomkring sluit waarmee een alarm of rem in werking wordt gezet. Een ander octrooi beschrijft een torsiesensor, waarbij de torsiekracht in een as via een torsieveer wordt omgezet in een axiale verdraaiing.

2.2.4 Conclusie

Voor zover is na te gaan, hebben alle onderzochte bedrijven geen overbelastingmelder verwerkt in hun hijssystemen. Daarnaast wordt bij alle elektrische uitvoeringen gebruikgemaakt van banden en niet, zoals bij Bosan, van koorden.

De beschreven meetprincipes van vergelijkbare producten worden gebruikt in §3.2.3 Overzicht oplossingen.

Het octrooionderzoek heeft geen octrooi specifiek voor dit ontwerpprobleem opgeleverd. Vanwege de beperkte tijd hiervoor beschikbaar, is niet uit te sluiten dat bepaalde octrooien gemist zijn. Doordat de relevante classificatiecodes zijn geïnventariseerd, kan bij de beoordeling van concepten in de ontwerpfase snel gecontroleerd worden of het specifieke ontwerp nog niet gepatenteerd is.

§ 2.3 Stakeholders

Om inzicht te krijgen in de betrokkenen, en zo de slaagkans van de ontwikkeling te vergroten, wordt een stakeholderanalyse gemaakt. Hierbij wordt de volgende definitie van een stakeholder gehanteerd:

‘Een stakeholder is een individu, groep of organisatie binnen of buiten de organisatie die een band heeft met de organisatie en aan de hand van deze band beïnvloed wordt door de organisatie of een bepaalde vorm van invloed kan uitoefenen op de organisatie’(ref.4).

De informatie voor dit onderzoek is gehaald uit ervaringen binnen het bedrijf en ondervraging van enkele gymnastiekdocenten.

2.3.1 Inventarisatie

Grofweg onderscheiden we de levensloop van het product in ontwikkeling, productie, verkoop, gebruik en afdanking. Bij elk van deze levensfasen wordt getracht de stakeholders, volgens bovenstaande omschrijving, te identificeren. Om een bondig overzicht te krijgen, wordt per stakeholder kort in tabelvorm verwoord welk belang deze bij en/of invloed op het ontwikkelingsproces heeft.

Tabel 1 - Stakeholders: belang en invloed

Stakeholder	Naam	Belang	Bron van invloed
<i>Ontwikkeling</i>			
Opdrachtgever	Bosan	Veiligheid product	Beslist
		Commercie	Kennis van de markt
Regelgever	EG	Product binnen regelgebied	Kennis van de regels
Keuringsdienst	Keuringsdienst van Waren	Werk / goede naam	Verstrekt certificaat
<i>Productie</i>			
Productieafdeling	Bosan	Werk / produceerbaar	Produceert het product
Installateur	Bosan	Werk / installeerbaar	Installeert het product
Leverancier onderdelen		Inkomsten	Levert onderdelen
<i>Verkoop</i>			
Verkoper	Bosan	Verkoopbare toevoeging	Verkoopt het product
Koper		Wenselijke toevoeging	Beslist tot kopen
Concurrent		Marktaandeel	Eigen innovatie
<i>Gebruik</i>			
Primaire gebruiker		Goed product	Kennis over gebruik
<i>Afdanking</i>			
Recyclingbedrijf/ inname		Recyclebaar	--

2.3.2 Beschrijving

Per stakeholder is kort verwoord (Bijlage A Beschrijving stakeholders) wat zijn of haar belang en invloed is op het productontwerp.

Primaire gebruikers

In de eerste plaats zal het product gebruikt worden door vakdocenten lichamelijke opvoeding en verenigingsleiders gymnastiek, vanaf nu: gymnastiekdocent. Zij zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van alle pupillen, de secundaire gebruikers.

Hun belang is dus een veilig elektrisch hijssysteem. Het blijkt dat gymnastiekdocenten meestal niet weten hoe zwaar een willekeurig hijssysteem belast mag worden. Dit kan twee ongewenste gevolgen hebben: 1) de unit wordt overbelast, met het gevaar op ongelukken of defecten, en 2) de unit wordt slechts beperkt gebruikt, vanwege de angst deze te overbelasten.

Zij kopen het product niet zelf, maar hebben wel invloed op de koopbeslissing van bijvoorbeeld de school of vereniging. Voordat zij invloed gaan uitoefenen moet zij wel eerst kennis nemen van het bestaan van het alarm en het voordeel hiervan voor hen. Een mogelijk voordeel is, dat de kans op een ongeluk in de zaal met het hijssysteem kleiner wordt, en daarmee eveneens de kans op aansprakelijkstelling.

De tweede groep primaire gebruikers vormen de pupillen. Zij maken net als de eerste groep direct gebruik van het product, zei het zonder dat zij beroepshalve verantwoordelijk zijn. Het alarm moet ook hen bereiken, omdat ook zij gevaar lopen op lichamelijke letsels bij overbelasting van het hijs-systeem.

Ondanks het veronderstelde voordeel van een alarm, kan de gebruiker het alarm willen uitschakelen, bijvoorbeeld om een bepaalde (te zware) lessituatie te creëren, of uit kattenkwaad.

2.3.3 Conclusie

De stakeholders voor het product zijn geïdentificeerd en beschreven. Uit deze beschrijving worden eisen en wensen afgeleid. De specificatie hiervan zal worden gedaan bij het opstellen van het Programma van Eisen in paragraaf 2.7.

Uit de analyse van de koper 'overheid' kan bijvoorbeeld worden afgeleid dat een wens aan het product is dat het product duurzaam is (ref. 15). Dit kan gespecificeerd worden in een bepaalde

levensduur, hoeveelheid schadelijke stoffen of productiemethoden, en/of in hoeverre het product recyclebaar is.

Uit de beschrijving van de primaire gebruikers kan worden afgeleid dat de overlastmelder niet door de gebruiker kan worden uitgezet.

§ 2.4 Ringenhijssysteem “Unigym Elite 50”

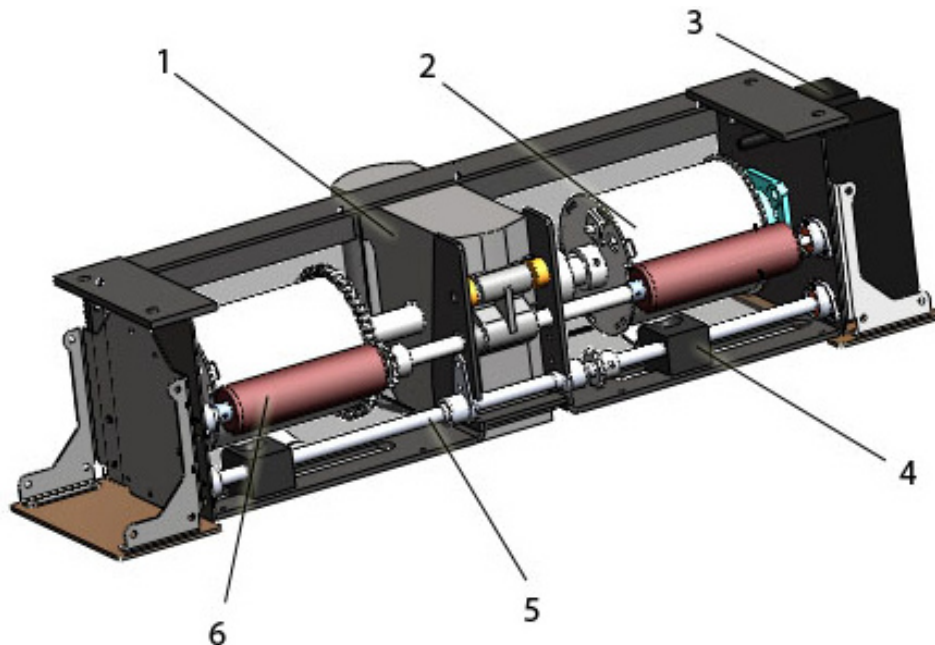
Een wens van de opdrachtgever is dat de te ontwerpen overlastmelder wordt geïntegreerd in het elektrisch ringenhijssysteem, genaamd de Unigym Elite 50 (fig. 8). Dit betekent dat de vrijheden van ontwerpen van het alarmsysteem beperkt worden door de dimensies en de mechaniek van deze ‘behuizing’. Vandaar dat geprobeerd wordt deze zo duidelijk mogelijk in beeld te krijgen, om daarna hieruit de vrijheidsgrenzen af te leiden.

Als enige in Nederland levert Bosan een elektrisch hijssysteem met koorden, terwijl alle andere elektrische hijssystemen gebruikmaken van banden, met een grotere kans op vastlopen. De kostprijs van de Unigym Elite 50 is ruim 800,00 EURO en de verkoopprijs is 1.951,00 EURO. Per jaar worden ongeveer 150 stuks geproduceerd en verkocht door Bosan.

2.4.1 Werking

Door middel van dit systeem is het mogelijk om, met het indrukken van een knop op een afstandsbediening, twee cupsheetkoorden met snelfitting naar beneden te laten zakken, en uiteraard weer omhoog. Dit wordt gedaan door een aanstuurbare 500 Watt elektromotor (1) welke via een spie-as de trommels (2) laat draaien, en daarmee de koorden af- en oprolt. Het maximale hijsvermogen van de motor is 280 kg. De maximale belasting van het hijssysteem bedraagt 400 kg per koord. De bedieningskast (3) voor het aansturen van de motor levert een gelijkstroomspanning van 24 Volt.

Het touw wordt geleid door het geleidingsblok (4), welke tijdens het oprollen langzaam opzij beweegt over de draadspindel (5), om zo het touw netjes van links tot rechts verdeeld over de



Figuur 8 - Ringenhijssysteem “Unigym Elite ‘50” (bron: Bosan)

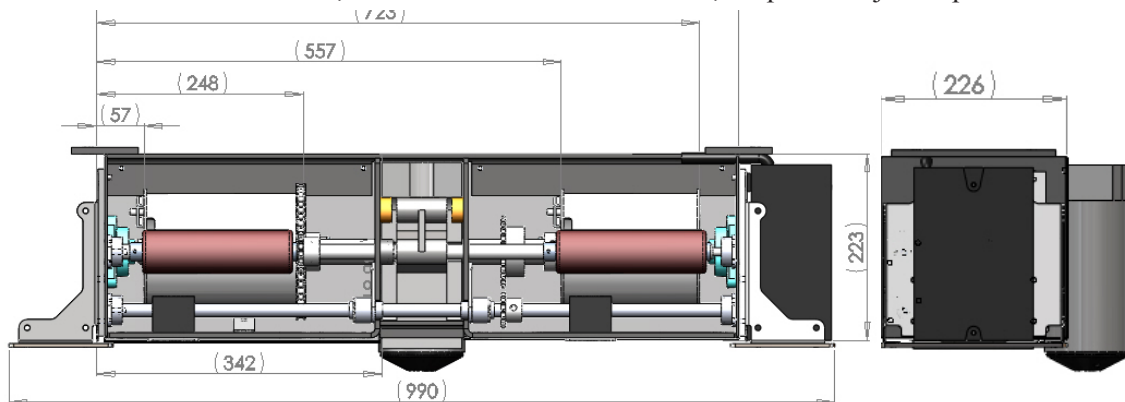
trommel te leggen. De draadspindel wordt via een ketting/tandwiel-overbrenging door de as van de trommel aangedreven. Het zelfde principe omgekeerd geldt voor het afrollen. De as zelf wordt via een wormschroef door de motor aangedreven, wat tevens fungeert als beveiliging tegen vrij afrollen van het koord.

Vanwege het verschil in spanning van het touw bij het oprollen, zou het systeem kunnen vastlopen, doordat er lussen in het opgerolde touw kunnen ontstaan. Bij het afrollen van een onbelast touw kan de wrijving in het geleidingsblok ervoor zorgen dat het touw hierin blijft steken, waardoor het systeem vastloopt.

Om dit te voorkomen wordt het touw bij het afrollen door middel van de iets sneller draaiende rol (6) door het geleidingsblok ‘geperst’ om zo de wrijvingskracht in het geleidingsblok te overwinnen. De rol wordt met een tandwiel en een ‘kettingkroon’ aangedreven. Omdat tussen de aandrijving en de rol een vrijlooplager zit, werkt dezelfde rol bij het oprollen als een soort rem, waarmee het touw strak om de trommel wordt ‘getrokken’.

2.4.2 Dimensies

In afbeelding 9 hieronder zijn een aantal afmetingen weergegeven om een indruk te krijgen van de hoofdafmetingen van het ophangstelsel. Exactere afmetingen kunnen, wanneer nodig in het ontwerpproces, direct worden gemeten in het 3D-model of het fysieke product. De hartafstand tussen de twee touwen bedraagt gewoonlijk 50 cm, al worden soms modellen geleverd met een grotere hartafstand. Belangrijk is hierbij op te merken dat de horizontale positie van het touw in onderstaand vooraanzicht, en dus van de te meten kracht, verplaatst bij het op- en afrollen. In



Figuur 9 - Vooraanzicht, zij aanzicht - hijssysteem in afgerolde stand (bron: Bosan)

opgerolde stand is het koord 17 tot 19 keer om de trommel gewikkeld.

De 2 x 2 gaten bovenop (zie figuur 8) zijn voor de montage aan een werkbalk. In verband met de soms beperkte ruimte onder het plafond, mag er aan de hoogte van het hijssysteem niets veranderen. De vrije ruimte rondom de trommelwand bedraagt ten minste 19mm.

2.4.3 Assemblage, montage en onderhoud

Assemblage

Het hijssysteem wordt op dit moment bijna compleet binnen het bedrijf in elkaar gezet. Mogelijk belangrijk voor het alarmsysteem is dat eerst de 750mm lange as ‘door’ de motor wordt gestoken, en daarna pas de trommels worden geplaatst. Wanneer de meetinrichting verbonden moet worden aan de as, moet hiermee dus rekening worden gehouden.

Montage

Op de locatie wordt deze doorgaans op een hoogte van 5,5 tot circa 7 meter gemonteerd aan een werkbalk. In bestaande gymzalen kan het voorkomen dat de bouwconstructie niet voldoet aan de gewenste sterkten. Daarom is het wenselijk als de overlastmelder instelbaar is. Bij de montage hoeft het hijssysteem slechts nog met vier bouten geplaatst te worden en de stekker aangesloten te worden.

‘s Zomers kan de temperatuur vlak onder het dak van een sporthal oplopen tot, naar schatting, 60°C. Bovendien wordt de unit blootgesteld aan stof en vuil.

Onderhoud

Jaarlijks voert Bosan inspecties uit aan de sportinstallaties. Indien noodzakelijk kan het hijssysteem gedemonteerd worden en vervangen door een nieuwe. De oude wordt dan ingenomen en eventueel gerepareerd in de bedrijfshal.

2.4.4 Conclusie

De mechanische afstelling van de rol en het geleidingsblok is dermate nauwkeurig, dat het ongewenst is hieraan aanpassingen te doen voor het doel van deze ontwerpopdracht. Ingrijpen in de motor, overbrenging, aandrijfas en trommel is in principe wel mogelijk. Verder kan de aanwezigheid van een elektrische gelijkstroomvoeding gezien worden als ontwerpvoordeel.

De afstand tussen de touwen, en daarmee ook van de rol, het geleidingsblok en de trommel, liggen vast. Ook de hoogte van het hijssysteem kan vrijwel niet worden aangepast. De overige dimensies zijn in principe vrij om aan te passen, hoewel de voorkeur uitgaat naar gebruik van de ruim aanwezige open ruimte binnen de behuizing, zodat een reeds geïnstalleerd hijssysteem zonder meer vervangen kan worden door een hijssysteem met overlastmelder.

Op de aandrijfassen van de trommel, de rol en het geleidingsblok kunnen geen vaste verbindingen worden gemaakt, omdat deze bij montage door de behuizing en motor moeten worden gestoken. Wel is het mogelijk om bijvoorbeeld een spieverbinding te realiseren.

§ 2.5 Richtlijnen & afspraken

Om de consument te beschermen tegen gebrekkige producten, gelden in Nederland regels die zijn opgesteld om de veiligheid van de consument te waarborgen. Ook zijn ten behoeve van normalisatie afspraken gemaakt om, naast veiligheid, controleerbaarheid en duurzaamheid te bevorderen. In dit onderzoek wordt het Warenbesluit Elektrische Producten buiten beschouwing gelaten, omdat de nadruk van deze ontwerpopdracht ligt op de mechanische uitwerking van de overlastmelder. Dit Besluit wordt voor de volledigheid wel genoemd in het Programma van Eisen.

2.5.1 Productveiligheid & –aansprakelijkheid

In de Europese richtlijnen voor Productaansprakelijkheid (ref. 13) en Productveiligheid (ref. 14) staat geschreven dat de producent aansprakelijk is als schade wordt veroorzaakt door een gebrek in of aan zijn product. Het is voor het slachtoffer voldoende om aan te tonen dat de schade is veroorzaakt door een gebrek in het product.

Een product is gebrekkig wanneer het niet de veiligheid biedt die men ervan verwachten mag. Een paar voorbeelden van zaken waardoor het product gebrekkig kan zijn:

- - Het ontbreken van een bepaalde veiligheidsvoorziening
- - Het ontbreken van waarschuwingen tegen ‘niet in het ontwerp uitgesloten’ risico’s

Zelfs wanneer een product aan alle eisen voldoet, kan het in een concreet schadegeval toch worden bestempeld als gebrekkig. Een product mag in een schadegeval niet worden beschouwd als onveilig, wanneer nadertijd een beter/veiliger product op de markt is gebracht.

2.5.2 Nederlandse Normen

Normen zijn documenten waarin producenten, handelaren, inspecteurs, consumentenorganisaties en andere belanghebbenden gezamenlijk afspraken hebben gemaakt over de veiligheid van producten en processen. In Nederland is het Nederlands Normalisatie-instituut (NNI) degene die de normen levert. Voor het hijssysteem is gekeken naar de volgende Nederlandse normen:

- NEN-EN 913:2008 en (definitieve norm)

Turntoestellen - Algemene veiligheidseisen en beproevingsmethoden

- NEN-EN 12655:1998 en (definitieve norm)

Turntoestellen - Ringtoestellen - Functionele en veiligheidseisen, beproevingsmethoden

- NEN-EN 13276:1998 Ontw. en (ontwerp norm)

Turn- en sportveldtoestellen - Hijsinrichtingen - Veiligheidseisen en beproevingsmethoden

N.B. deze norm is nog in de ontwerpfase, dus nog niet definitief.

Beschouwing van de bovenstaande normen (Bijlage B) levert geen directe eisen aan de meetinrichting. Voor het elektrisch hijssysteem zal de norm voor ringtoestellen worden aangehouden. Hieruit volgt een maximum belasting van 400kg per koord.

2.5.3 Conclusie

De Europese richtlijnen voor productaansprakelijkheid en –veiligheid stellen dat gevaren voldoende moet worden aangegeven.

§ 2.6 Theorie cognitieve ergonomie

Om te komen tot een efficiënt alarmsignaal zouden een theoretisch onderzoek en een gebruiksonderzoek moeten worden gedaan. Echter, vanwege de beperkte tijd beschikbaar voor deze opdracht, is dit onderzoek beperkt tot een theoretisch gedeelte. In de theorie over cognitieve ergonomie wordt het volgende gezegd over signalering in de gebruikssituatie van het hijssysteem. (ref. 1, ref. 2):

Van de vijf zintuigen zijn twee, namelijk horen en zien, de belangrijkste voor ruimtelijke oriëntatie van de mens. Ze kunnen snel en relatief éénduidig worden aangewend voor signalering in deze situatie. Voor het overbrengen van complexe informatie is een ‘tweetraps-signaal’ gewenst, waarbij eerst de aandacht getrokken wordt, en vervolgens informatie wordt gegeven.

2.6.1 Auditief signaal

In een rumoerige omgeving, zoals een volle zaal tijdens de gymles, wordt gebruik van een auditief signaal aanbevolen, omdat snelle, indringende aandacht gewenst is in een situatie met veel andere informatie. Een aantal punten voor efficiënte presentatie van een auditief signaal in deze situatie, zoals frequentie en intensiteit, kunnen rechtstreeks vertaald worden naar eisen. Daarnaast wordt nog het volgende opgemerkt: hoewel het oor het gevoeligst is in het frequentiebereik van 2000-4000Hz, is de richting van het signaal in dit frequentiebereik moeilijk te bepalen. Daarom is een additioneel signaal nodig.

2.6.2 Visueel signaal

Een visueel signaal wordt pas opgemerkt wanneer het zich in het blikveld van de toeschouwer bevindt. Daarbij is in de gebruikssituatie een overvloed aan visuele stimuli. Om het visuele signaal onderscheidend te maken, kan men variëren met beweging, kleur, intensiteit en vorm. Maar eenmaal opgemerkt is de herkomst exact te bepalen.

2.6.3 Signaalkeuze

Het tweetraps-signaal kan weer worden opgedeeld in vier fases: aandacht trekken en aandacht richten, en probleem benoemen en instrueren. Een gebruikstest met een werkend prototype zal moeten uitwijzen uit welke fases het signaal moet bestaan om de boodschap over te laten komen. In onderstaand schema staat per fase van het alarmsignaal in hoeverre wordt verwacht dat het auditieve en visuele signaal hieraan voldoen, in de context van de overlastmelder.

Tabel 1 - Signaalkeuze

Fase\ signaal	Auditief	Visueel	Signaalkeuze
Aandacht trekken	++	-	Auditief
Richten	o	++	Visueel
Benoemen	-	+	Visueel
Instrueren	-	+	Visueel

Het is wenselijk het gekozen signaal te testen onder een representatieve gebruikersgroep, om zeker te zijn dat het signaal wordt waargenomen en begrepen.

2.6.4 Conclusie

Het alarmsignaal zal bestaan uit een auditieve component gericht op het trekken van aandacht, en een visuele component voor het richten van de aandacht en het geven van informatie. In de tabel staan de eisen en ontwerprichtlijnen welke aan het signaal verbonden worden.

Tabel 2 - Eisen en ontwerprichtlijnen ergonomie

Signaal	Eis	Ontwerprichtlijn
Auditief	Geluid moet hoorbaar zijn in rumoerige omgeving	Intensiteit 40-80 dB
		Frequentie 2-4 kHz
	Signaal moet direct opgemerkt worden	Onderbroken signaal
	Gebruiker mag niet schrikken van signaal	-
	Signaal mag niet interfereren met ander signaal	Onderscheidend van brandalarm/ schoolbel
Visueel	Signaal moet richtend zijn	Knipperend signaal
		Oplichtend signaal
	Boodschap met duidelijk zijn	Waarschuwendende vorm
		Waarschuwendende kleur

§ 2.7 Programma van Eisen

De resultaten van de analysefase worden vertaald naar een lijst van eisen en wensen voor het te ontwerpen product; het zogenaamde Programma van Eisen (Bijlage D). Hierin wordt nauwkeurig omschreven waaraan het product moet voldoen om de functies van het product te vervullen. Deze eisen moeten ook testbaar zijn, zodat het uiteindelijke productontwerp beoordeeld kan worden.

Om het geheel overzichtelijk te houden worden de eisen verdeeld over verschillende gebieden en functies. Daarbij wordt in overleg met de opdrachtgever aan elke eis een niveau toegekend, waarbij de primaire eisen onomstotelijk vaststaan, de secundaire eisen nog enigszins bespreekbaar zijn, en de tertiaire eisen gezien moeten worden als wensen.

Tabel 3 - Verkort Programma van Eisen

Gebied	Functie	Niveau	Omschrijving	Nr.	Specificatie	Bron §
User Interface	Aandacht trekken	Primair	Geluid moet hoorbaar zijn in rumoerige omgeving	1	Gebruikstest	2.6
	Informeren	Primair	Boodschap moet duidelijk zijn	5	Gebruikstest	2.6
Gebruik	Overbelasting indiceren	Primair	Alarm geven bij overbelasting	9	Belasting > 7000N voor hijssysteem	2.5
					Belasting > 4000N per koord	2.5
	Regelgeving/ besluiten	Primair	Het alarm moet voldoen aan de geldende normen en besluiten	17	Warenwetbesluit elektronische producten	2.1
		Primair	Producten met gebreken, aansprakelijkheid	18	85/374/EEG	2.5
		Primair	Algemene productveiligheid	19	2001/95/EG	2.5
		Primair	...algemene veiligheid	20	NEN-EN 913:2008	2.5
		Primair	...ringenstellen	21	NEN-EN 12655:1998	2.5
		Primair	...hijsinrichtingen	22	NEN-EN 13276:1998	2.5
Interface met hijssysteem	Niet storen	Primair	De werking van het hijssysteem mag niet worden beïnvloed	23	Geen verande-ring in hijssnelheid, belastbaarheid, ...	2.4
		Primair	Max. verplaatsing koordeind o.i.v. melder moet minimaal zijn	24	Max. 8mm verplaatsing uiteinde koord	2.1
Productie/ installatie	Produceerbaar	Primair	De productiemethode moet geschikt zijn voor productieaantallen hijssysteem	30	150 stuks per jaar	2.4
	Kosten	Primair	De kostprijs moet laag zijn t.o.v. hijssysteem	36	<5 % van de kostprijs tot oplevering = maximaal 40 euro	2.1

Hoofdstuk 3 Ontwerp

De ontwerpfase wordt grofweg opgedeeld in vier delen. In §3.1 Productanalyse worden de functies van het te ontwerpen product uiteengezet in de productanalyse. Daarna wordt in §3.2 oplossingsanalyse een overzicht gemaakt van mogelijke meetprincipes en oplossingen.

Om het brede spectrum aan oplossingsrichtingen af te bakenen, wordt in §3.3 Bepaling conceptring met behulp van deelconcepten de conceptring bepaald. In deze conceptring worden in §3.4 Productconcepten een aantal productconcepten beschreven, waaruit het productvoorstel wordt gekozen.

§ 3.1 Productanalyse

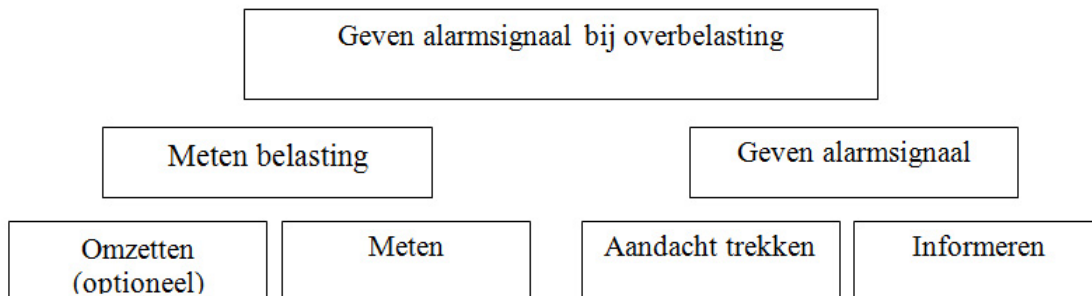
Om een beeld te krijgen van het te ontwikkelen product, worden de deelfuncties van het systeem in kaart gebracht, waarna met een systeembenadering wordt gekeken hoe de functies elkaar opvolgen, en vervolgens welke componenten en instellingen nodig zijn om deze functies te vervullen.

3.1.1 Functie-indeling

Eerst wordt een verdeling gemaakt van subfuncties en deelfuncties die nodig zijn voor het vervullen van de hoofdfunctie:

‘Geven van een alarmsignaal wanneer de maximale belasting wordt overschreden.’

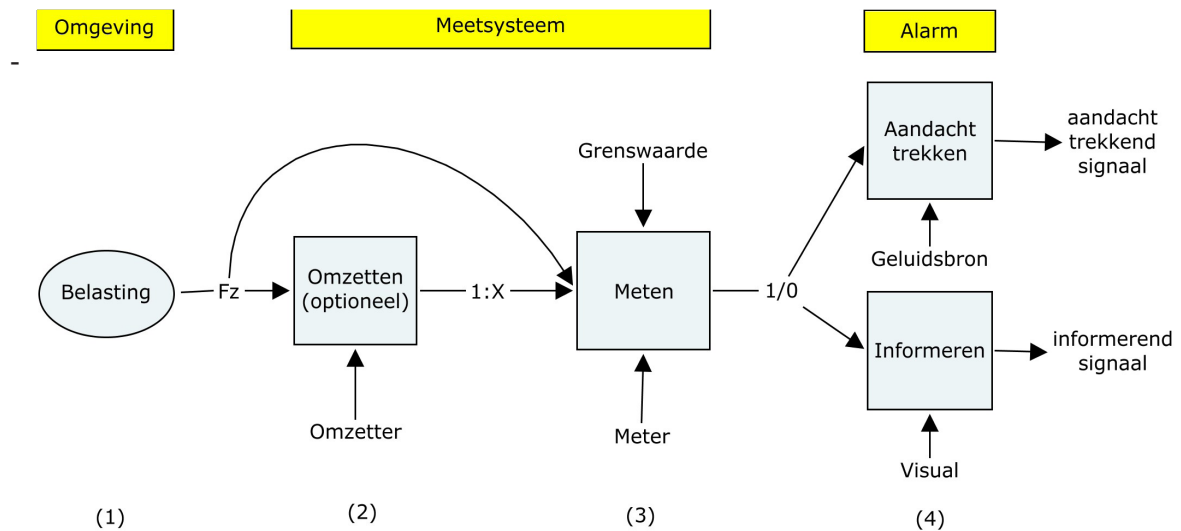
Het overzicht hieronder geeft schematisch de functies, met van boven naar beneden de hoofdfunctie, verdeeld in respectievelijk sub- en deelfuncties:



Figuur 10 - Functie-indeling

3.1.2 Systeembenadering

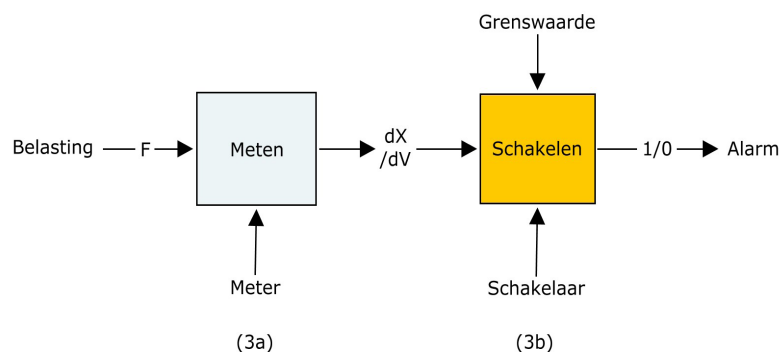
Nu de deelfuncties zijn bepaald, kan het systeem benaderd worden door de functies sequentieel te ordenen. Per functie wordt vervolgens aangegeven welke interfaces, informatie en middelen nodig zijn om de functies uit te kunnen voeren. Uit de eisen (§2.7 PvE) volgt dat een belasting moet worden gemeten, en bij overbelasting het alarm moet worden gegeven. Hieruit volgt dat het meetsysteem een aan- of uitsignaal (1/0) voor het alarm moet opleveren.



Figuur 11 - Systeembenadering (1)

Beschrijvend figuur 11: een belasting (1) aan het koord levert een kracht als input voor het systeem. Deze kracht wordt, al dan niet omgezet (2), via een meting vergeleken met de grenswaarde (3). Dit resulteert in een 'ja' of 'nee' voor het alarmsysteem (4).

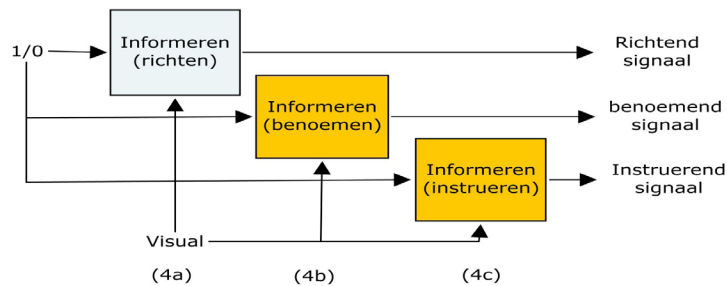
Omdat de analoge kracht niet direct om te zetten is in het digitale 1 of 0 wordt de functie 'meten' opgesplitst in 'meten' en 'schakelen'. De grenswaarde van de schakelaar moet worden afgesteld.



Figuur 12 - Systeembenadering 'meten'

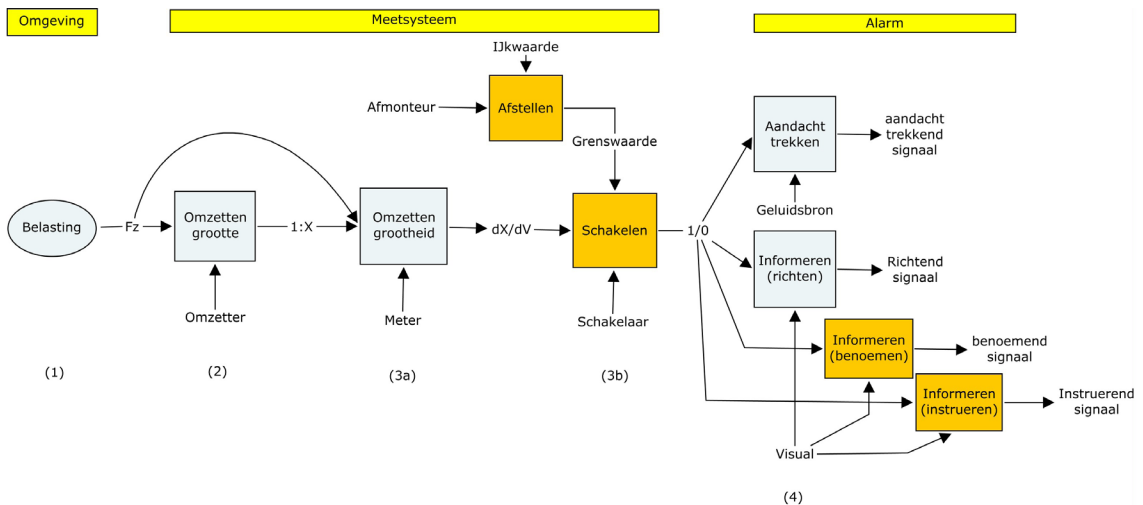
Beschrijvend figuur 12: een kracht als input wordt omgezet (3a) in een verplaatsing of spanningverschil (dX of dV). De schakelaar schakelt bij een dX of dV groter dan de grenswaarde het alarm in.

De functie 'informer' kan één, twee of drie fasen beslaan, namelijk 'richten', 'benoemen' en 'instrueren':



Figuur 13 - Systeembenadering 'informer'

De volledige systeembenadering volgt hieronder:



Figuur 14 - Systeembenadering (2)

N.B. uitleg systeembenadering algemeen: onderaan de functieblokken staan de benodigde middelen om de functies te vervullen. Dit zijn de onderdelen waaruit het product zal bestaan. Bovenaan staat de informatie die moet worden toegevoegd; in dit geval is dat de grenswaarde die moet worden

ingesteld. Achter de functieblokken staat de output, welke de input is voor de volgende functie(s). Het is een open-loop systeem, dus zonder terugkoppeling.

3.1.3 Conclusie

De deelfuncties nodig om de hoofdfunctie te vervullen, en de daarvoor benodigde componenten en data zijn bepaald. De meetinrichting bestaat uit 1) een meter met 2) schakelaar, en eventueel 3) een omzetter. De grenswaarde moet worden afgesteld. Bij overschrijding hiervan moet het alarmsysteem worden ingeschakeld. Dit deel bestaat uit 4) een geluidsbron en 5) een 'visual', welke uit één tot drie fasen bestaat.

Voor het systeem als geheel is de input een belasting, en de output een meerfasen alarmsignaal. Hierbij is duidelijk wat de interfaces tussen de componenten zijn.

§ 3.2 Oplossingsanalyse

Het zoeken naar principeoplossingen begint met het formuleren van het ontwerpprobleem. Vervolgens wordt gekeken waar in het hijssysteem of omgeving naar oplossingen kan worden gezocht. Tot slot worden oplossingen voor het ontwerpprobleem bedacht.

3.2.1 Ontwerpprobleem

Het hoofdprobleem wordt opgedeeld in sub- en deelproblemen aan de hand van de systeembenadering (figuur 14). Deze problemen worden omschreven als vragen, waarin de input, informatie en output van de functies verwerkt zijn. Vervolgens wordt per probleem naar oplossingen gezocht. De antwoorden op de vragen leveren dus de (principe-)oplossingen om de functies te vervullen.

Hoofdprobleem:

- ‘Hoe kan een alarmsignaal worden gegeven bij overbelasting van de hijssysteem?’

Sub- en deelproblemen:

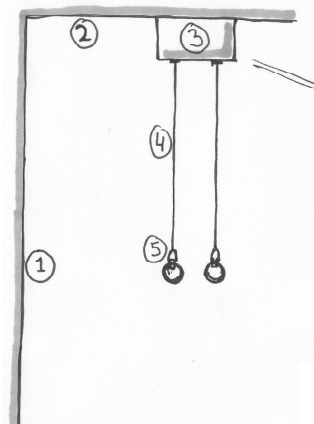
- ‘Hoe kan een kracht worden vergroot/ verkleind?’ (omzetten)
- ‘Hoe kan een kracht worden vergeleken met de grenswaarde, met als output 1 of 0?’ (meten)
 - ‘Hoe kan een kracht worden omgezet in een meetbare waarde?’ (meten)
 - ‘Hoe kan deze meetwaarde worden vergeleken met de grenswaarde, met als output 1 of 0?’ (schakelen)
- ‘Hoe kan de grenswaarde worden afgesteld?’
- ‘Hoe kan een positieve waarde worden omgezet in een auditief, aandachttrekkend signaal?’ (aandacht trekken)
- ‘Hoe kan een positieve waarde worden omgezet in een visueel, informerend signaal?’ (informeren)
 - ‘Hoe kan een visueel signaal de aandacht richten?’
 - ‘Hoe kan een visueel signaal het probleem benoemen?’
 - ‘Hoe kan een visueel signaal de gebruiker instrueren?’

Bij elk van de problemen moeten bij het zoeken naar oplossingen de randvoorwaarden, opgesteld in het PvE, in de gaten worden gehouden. Bij het eerste en tweede subprobleem gelden met name de punten voortgekomen uit de analyse van het ringenhijssysteem (§2.4). Voor het derde en vierde subprobleem zijn vooral de punten uit de analyse van de cognitieve ergonomietheorie (§2.6) van belang.

3.2.2 Plaatsing

Voordat de oplossingsprincipes worden beschreven, wordt eerst kort gekeken wáár deze principes kunnen worden toegepast.

- 1 Wand
- 2 Plafond
- 3.A.... Ophanging hijssysteem
- 3.B.... Trommel/as
- 3.C.... As/opanging
- 3.D.... Geleidingsblok
- 4 Koord
- 5 Fitting



Figuur 15 - Plaatsing overlastmelder

3.2.3 Overzicht oplossingen

Aan de hand van de subprobleemformulering (§3.2.1), mogelijke plaatsing (§3.2.2) en toegepaste meetprincipes (§2.2.2) is op “brainstorm”-achtige wijze gezocht naar meetprincipes voor het ontwerpprobleem. Dit is samengevat in tabel 4 hieronder, waarin met trefwoorden voor- en nadelen zijn vermeld.

Op dezelfde wijze is voor elk van de functies voortgekomen uit de systeembenadering (§3.1.2) aan de hand van de subprobleemformulering (§3.2.1) en toegepaste meetprincipes (§2.2.2) tabel 5 ingevuld.

Tabel 4 - Meetprincipes per plaats

Plaats	Meetprincipe	Voordeel	Nadeel
1/2	n.v.t.	-	-
3A	Belastingmeter	Meting totaal	Afhankelijk v. koordpositie
	Momentmeter	Meting per koord	Op draaiende delen
3D	Spanningmeter	Meting per koord	Buiten behuizing hijssysteem
4/5	Trekkrachtmeter	Meting per koord	Ingreep in koord

Tabel 5 - Overzicht oplossingen

Probleem	Oplossing	Voordeel	Nadeel
Overbrengen	Tandwielen	Compact	Speling tussen wielen
	Wormschroef	Compact	Één richting (blokkerend)
	Hefboom	Eenvoudig	Grote kracht op as
	Katrollen	Eenvoudig	Neemt veel ruimte in

Meten	Druk- /trekveer	Eenvoudig, ruime standaard	Relatief lage krachten meetbaar
	Bladveer	'Meet' haakse belasting	Geen bewerking mogelijk
	Torsieveer	Direct meten moment	Lage k
	Schotelveer	Grote k, lange levensduur	Zeër beperkte veerweg
	Rekstrookje	Analoge meting, kleine verplaatsing	Controller nodig
	Load cell	Analoge meting, geen significante verplaatsing	Controller nodig, zeer duur
Schakelen	1/0 schakelaar	Goedkoop en eenvoudig	Afhankelijk van meter
	Controller	Extra mogelijkheden	Duur
Aandacht trekken	Bel	Eenvoudig	Verwarrend
	Sirene	Meertonig	Duur
	Zoemer	Variabel	Goedkoop
Informeren (richten)			
	Zwaailicht	Waarschuwend	Duur
	Rood licht	Licht waarschuwend	Valt slecht op
Informeren (benoemen)	Knipperend licht	Tevens aandacht trekkend	Extra schakeling
	Symbool overbelast	Specifiek	Niet éénduidig
	Symbool gevaar	Algemeen bekend	Niet specifiek
Informeren (instrueren)	Tekst overbelast	Specifiek	Hoge verwerkingstijd
	Symbool	Specifiek	Niet éénduidig
	Tekst	Specifiek	Hoge verwerkingstijd

3.2.4 Conclusie

Voor het meten van de belasting zijn vier geschikte meetprincipes gevonden. Vermenigvuldigd met het aantal mogelijke oplossingen voor de afzonderlijke deelfuncties leidt dit tot een zeer groot aantal mogelijke uitwerkingen.

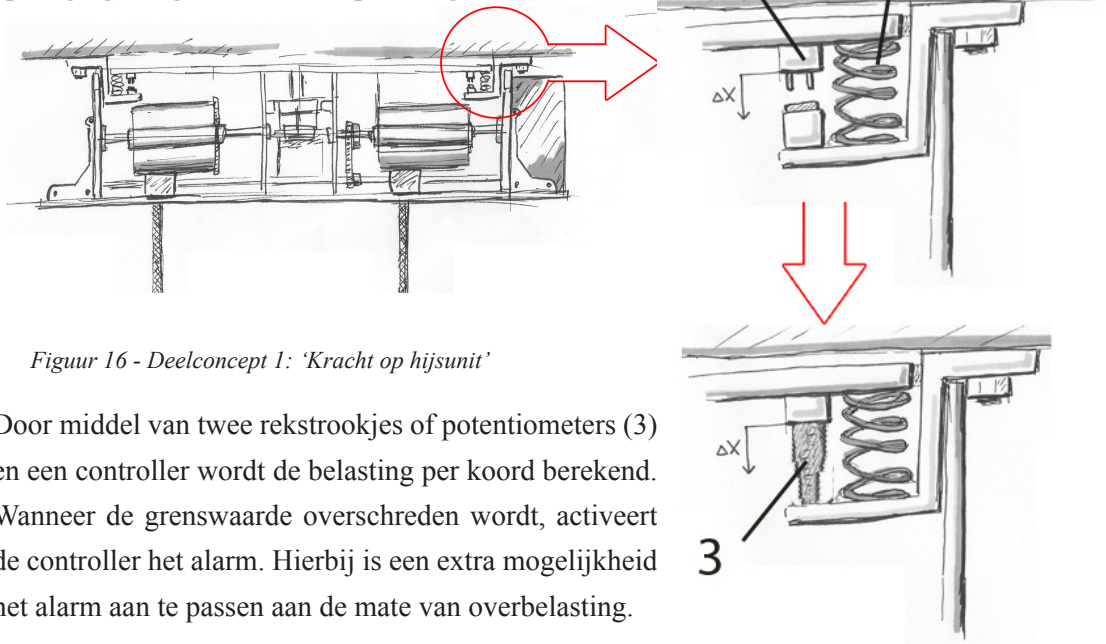
§ 3.3 Bepaling conceptring

Om de verschillende meetprincipes en alarmfasen te kunnen beoordelen worden deelconcepten bedacht. Bij de deelconcepten zijn kanttekeningen gemaakt over de haalbaarheid van het idee en hoe efficiënt de functie wordt vervuld. Zonodig wordt het aangepast en opnieuw verwoord, totdat een betrouwbaar te beoordelen deelconcept is neergezet. Uit de beoordeling volgt uiteindelijk een onderbouwde keuze voor het meetprincipe en de alarmfase(n): de conceptring.

3.3.1 Deelconcepten

Deelconcept 1 - 'kracht op hijssysteem'

Dit concept is afgeleid van de overlastsensor van de lift (§2.2 Marktonderzoek). De belasting wordt door middel van een aantal veren (2) tussen het hijssysteem en de ophanging) omgezet in een verplaatsing Δx (1).

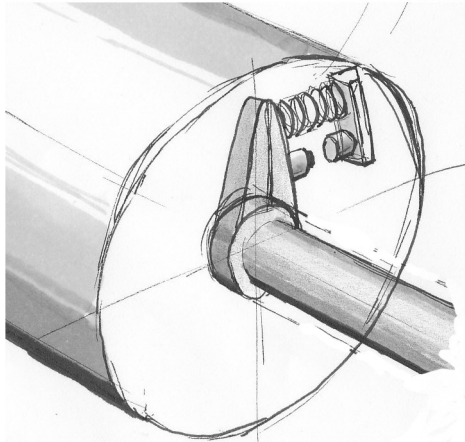


Figuur 16 - Deelconcept 1: 'Kracht op hijssunit'

Door middel van twee rekstrookjes of potentiometers (3) en een controller wordt de belasting per koord berekend. Wanneer de grenswaarde overschreden wordt, activeert de controller het alarm. Hierbij is een extra mogelijkheid het alarm aan te passen aan de mate van overbelasting.

Deelconcept 2 - 'moment op trommel'

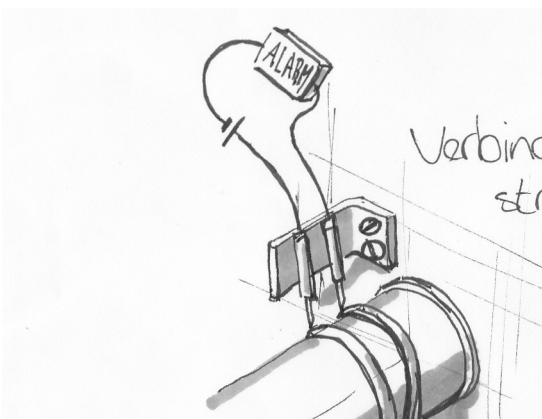
De belasting aan het koord levert een moment van de trommel op de aandrijfas. De spieverbinding tussen de trommel en de as wordt vervangen door een arm met veer. Hierdoor wordt het moment via hoekverdraaiing $\Delta\alpha$ omgezet in een verplaatsing Δx . Wanneer Δx de kritieke waarde bereikt, wordt de stroomkring van het alarm gesloten. Zodra de belasting weer onder de kritieke waarde komt, opent de stroomkring weer en gaat het alarm uit.



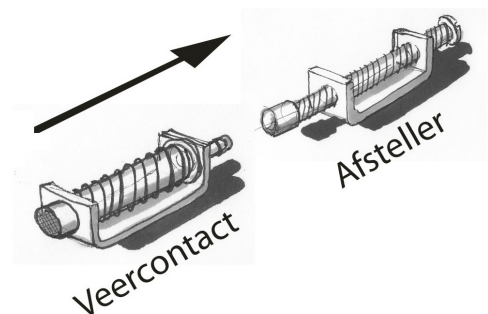
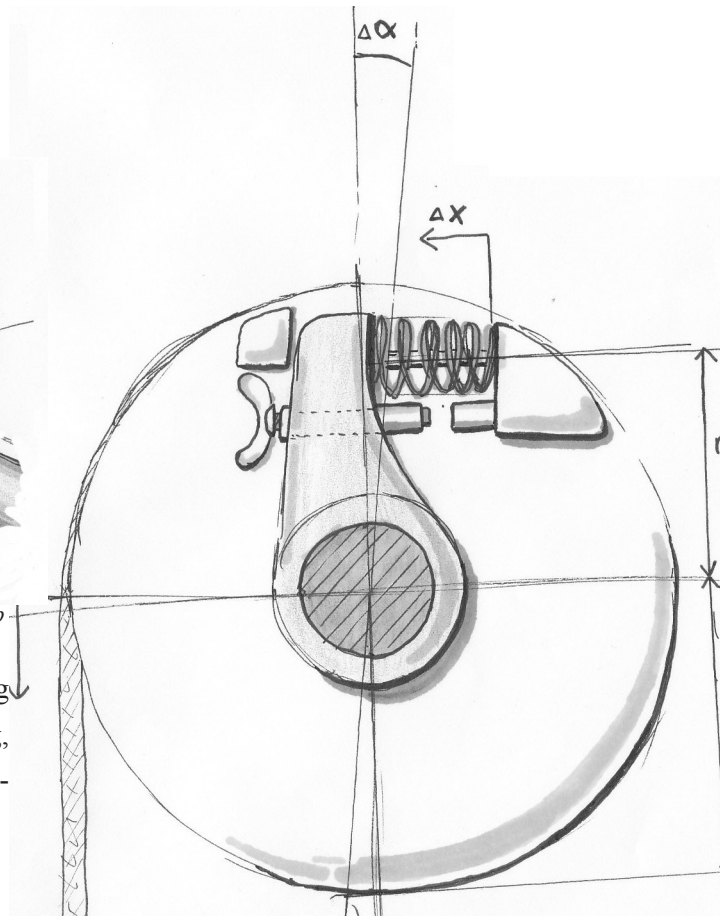
Figuur 17 - Deelconcept 2: 'Moment op trommel'

Het overbrengen van de spanning naar de draaiende as, en weer terug, gebeurt door middel van twee sleepcontacten (figuur 18).

De schakelaar moet kunnen meebewegen bij overschrijding van de kritieke waarde. Dit wordt opgelost met een verend contact (19), of door een meebuigend contact.



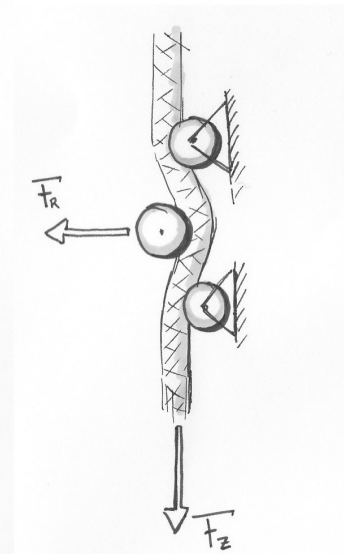
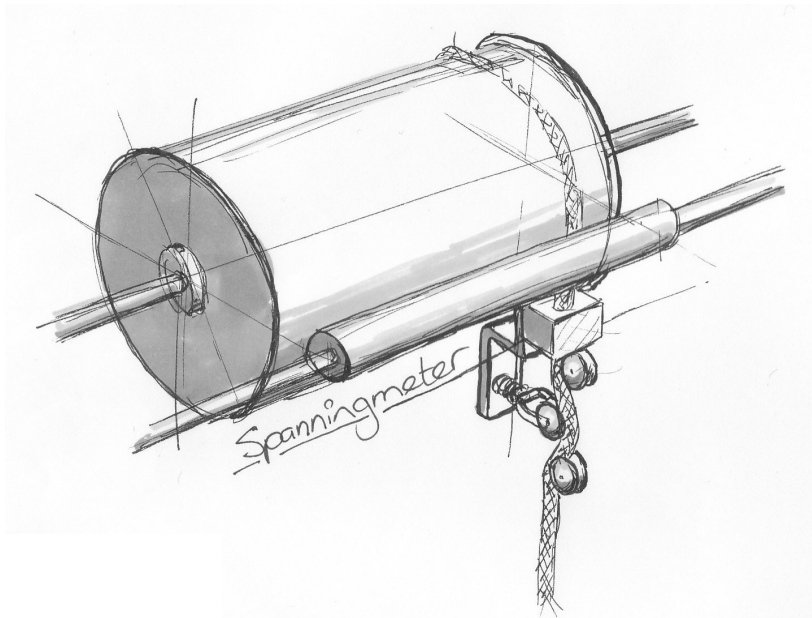
Figuur 18 - Sleepcontacten op aandrijf-as



Figuur 19 - Verend contact

Deelconcept 3 - 'spanning in koord'

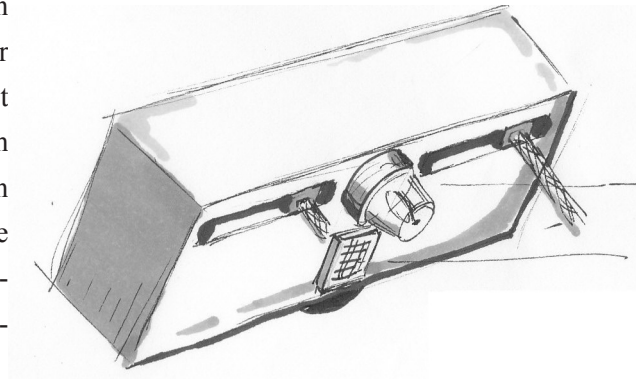
Bij de 'koorduitgang' van het hijssysteem, wordt het meetsysteem bevestigd. Dit meetsysteem bestaat uit drie katrollen (figuur 20), waarvan er één is bevestigd aan een veer. Het koord wordt zigzaggend door de katrollen geleid, waardoor de belasting wordt omgezet in een resultante in de lengterichting van de veer. De belasting wordt dus omgezet in een indrukking van de veer. Evenals in deelconcept 2 wordt bij een kritieke waarde het alarm geactiveerd, en moet deze schakelaar flexibel zijn.



Deelconcept 4 - 'gericht alarm'

Figuur 20 - Deelconcept 3: 'Spanning in koord'

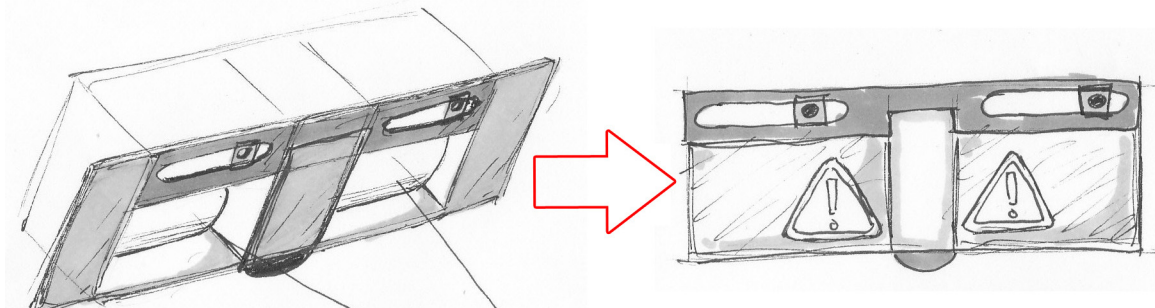
In dit deelconcept bestaat het alarm uit een zoemer en een klein zwaailicht. De zoemer trekt de aandacht van de gebruiker en het zwaailicht geeft aan dat het hijssysteem de bron is, wat impliceert dat hieraan een probleem is. Verondersteld wordt dat de gebruiker begrijpt dat het hijssysteem overbelast is, en hoe hierop moet worden gereageerd.



Figuur 21 - Deelconcept 4: 'Gericht alarm'

Deelconcept 5 - 'benoemend alarm'

Ook in dit deelconcept wordt de aandacht getrokken door een zoemer. In plaats van een zwaailicht, wordt een knipperende, rode lamp gebruik om de aandacht te richten. Voor deze lamp is een doorzichtige plaat geplaatst. De plaat is in de vorm van een gevarendriehoek, welke expliciet de gebruiker de boodschap geeft dat er een probleem met het hijssysteem is.



Figuur 22 - Deelconcept 5: 'Benoemend alarm'

3.3.2 Beoordeling

In mijn beoordeling is gelet op 1) de efficiëntie waarmee de functie wordt vervuld, 2) de haalbaarheid van het concept binnen de gestelde tijd, 3) de kosten van ontwikkeling en onderdelen, en 4) integratie in de behuizing van het hijssysteem. Tabel 8 geeft de beoordeling van de deelconcepten weer.

Tabel 6 - Beoordeling deelconcepten

Deelconcept	Functie	Tijd	Kosten	Integratie	Totaal
Kracht op hijssysteem	++	+	o	+	4
Moment in trommel	++	+	+	+	5
Spanning in koord	++	+	+	-	3
Gericht alarm	+	+	o	+	3
Benoemend alarm	++	+	o	o	3

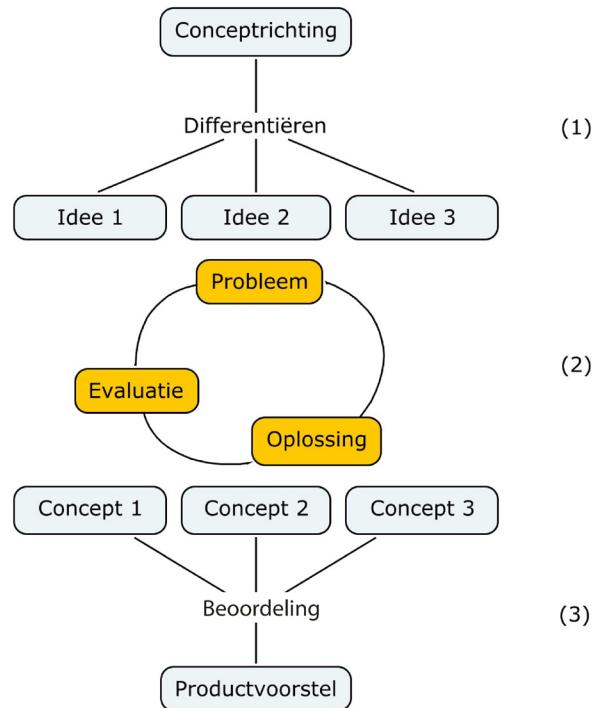
3.3.3 Conclusie

Uit de beoordeling volgt dat de combinatie van de deelconcepten ‘moment in trommel’ met het ‘gericht of benoemend alarm’ de beste oplossing biedt voor het ontwerpprobleem. Hiermee is de conceptring voor het meetprincipe en de fasen van signalering bepaald:

- 1) het moment op de trommel wordt gemeten via een veer met een aan-/uit- schakelaar
- 2) de fasen van signalering zijn aandacht trekken, richten en/of benoemen

§ 3.4 Productconcepten

Beschrijving figuur 3-11: vanuit de concept-richting wordt in de breedte (1) een drietal productideeën bedacht. Gedurende een vooraf gestelde periode van twee weken worden deze ideeën verder uitgewerkt (2) tot (product) concepten. Na beoordeling samen met Bosan wordt het productconcept gekozen welke wordt uitgewerkt tot het productvoorstel.



3.4.1 Differentiëren

Figuur 23 - Werkwijze conceptuering

De onderdelen waaruit het product wordt opgebouwd zijn

- 1) een veer,
- 2) een meeverende en afstelbare schakelaar,
- 3) een geluidsgever om aandacht te trekken en
- 4) een 'visual', bestaande uit een lichtbron met een waarschuwende functie.

Voor elk onderdeel worden verschillende opties vergeleken (bijlage E Conceptalternatieven, tabel E2 t/m E6). De beoordelingscriteria zijn afgeleid van het PvE (tabel E1). Kansloze opties vallen af, waardoor de selectie overblijvende opties overzichtelijk in onderstaande tabel 7 kunnen worden gezet. Met behulp van dit schema zijn eenvoudig verschillende conceptideeën af te leiden. Hierin worden het meetsysteem en alarm onafhankelijk van elkaar gekozen.

Tabel 7 - Schema conceptalternatieven

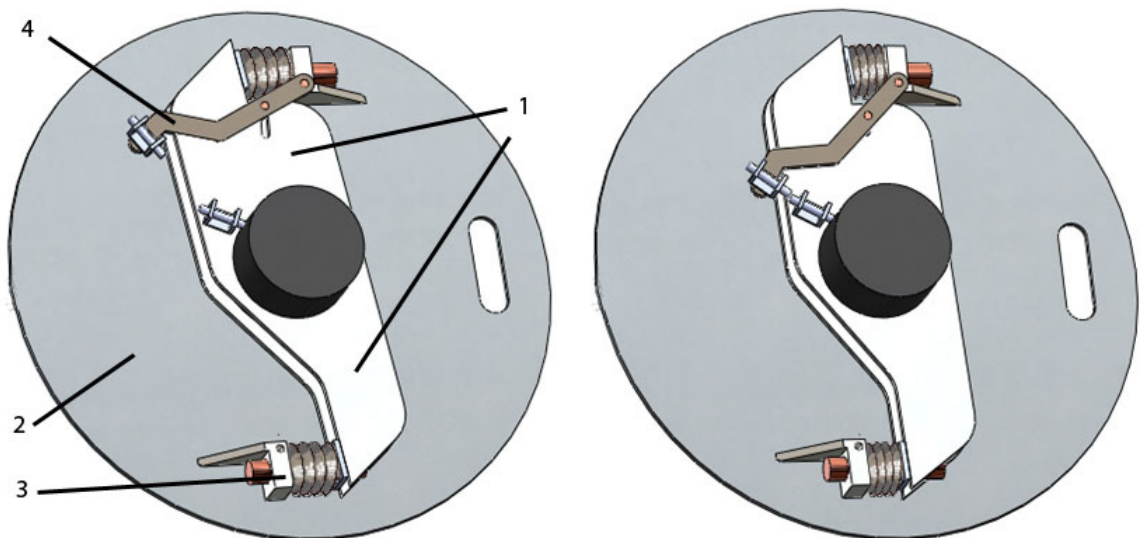
Onderdeel	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3
Veer	Schotelveer	Drukveer	Bladveer
Schakelaar	Contactpunt+ veer	Flexibel contact	
Afsteller	Verplaatsing d+r	r met arm	d met arm
Geluidsgever	Zoemer	Piëzospeaker	
Lamp	LED's	Zwaailicht	

3.4.2 Productconcepten

Door het combineren van verschillende alternatieven uit tabel 7 ontstaan productconcepten. Per concept worden een aantal criteria bekeken. Om de kostprijs (PvE nr. 33) laag te houden, is het onder andere van belang dat het aantal onderdelen en bevestigingen zo laag mogelijk is. Tevens moeten de productiemethoden zoveel mogelijk binnen de mogelijkheden van Bosan liggen (PvE nr. 28). Omwille van de meetnauwkeurigheid (PvE nr. 10) is het van belang een schatting van de veerweg en het aantal scharnierpunten te geven. Daarnaast worden nog belangrijke eigenschappen van het concept gegeven, welke van invloed zijn op overige eisen uit het PvE.

Productconcept 1

- Op de aandrijfas zijn twee armen (1) bevestigd. Via 2*4 schotelveren zijn deze armen verbonden met de trommel (2). Bij belasting aan het koord verdraait de trommel ten opzichte van de aandrijfas, waardoor de veren worden ingedrukt.
- De veeras zit vast bevestigd aan het trommelblok (3). De verdraaiing van de trommel ten opzichte van de aandrijfas, resulteert in een verdraaiing van de veeras ten opzichte van de arm. Deze verdraaiing van ongeveer 6° heeft geen significante invloed op de werking van de schotelveren (ref. 2).
- De schakelaar is via een hefboom (4) verbonden aan de trommel, scharnierend op de arm, om de meetweg te vergroten. Bij maximale belasting maakt de schakelaar contact en wordt het alarm ingeschakeld. Bij overschrijding van de maximale belasting kan de schakelaar meebewegen dankzij de veer. Voor het afstellen (en bijstellen) van de maximale belasting kan de afstand tussen de contacten worden veranderd door middel van een contact met schroef.



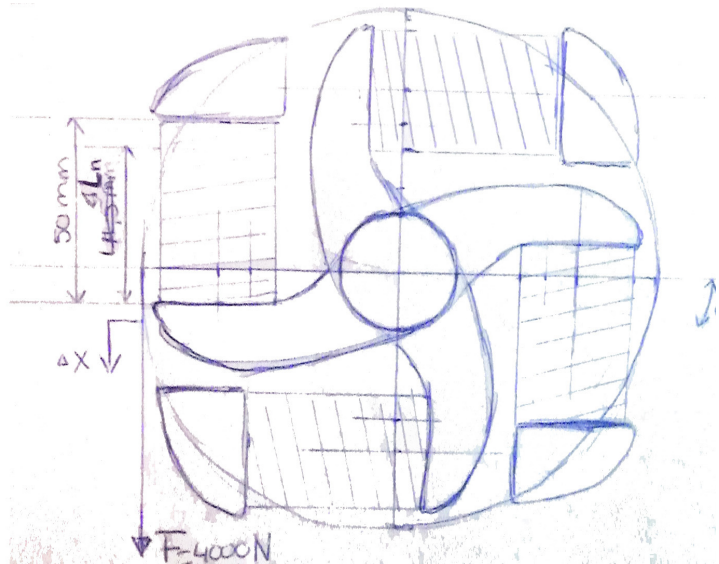
Figuur 24 - Productconcept 1 (links: onbelast, recht: belast)

Opmerkingen:

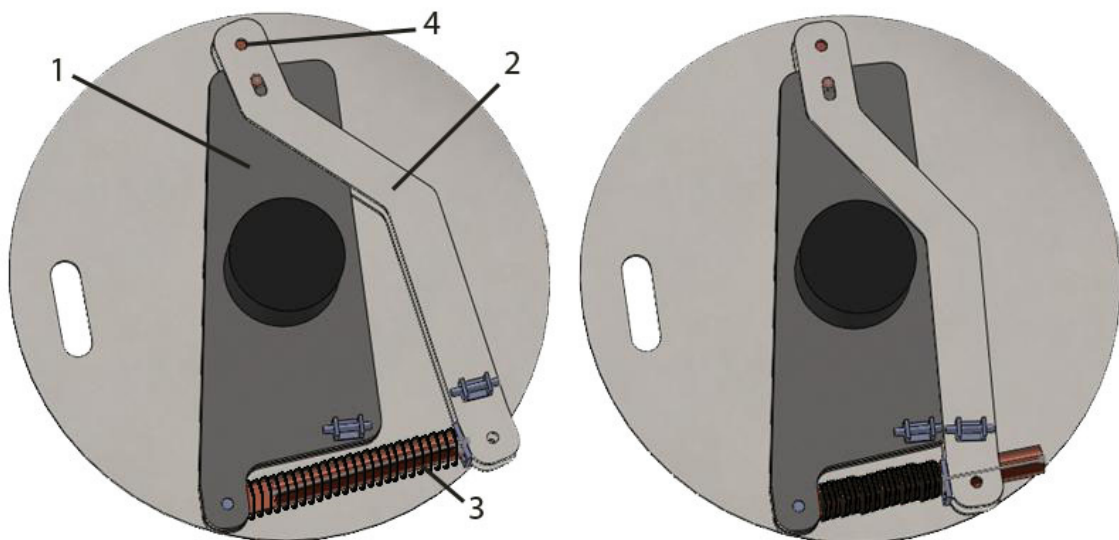
- Schotelveren hebben een lange levensduur in verhouding tot andere veren (ref. 3).
- Alle onderdelen zijn vast verbonden aan de as of de trommel, waardoor weinig speling tussen de onderdelen kan optreden.
- Krachten om de aandrijfas zijn gelijk verdeeld.
- De meetweg is zeer klein. Via een hefboom kan deze worden vergroot, maar met als gevolg meer kans op speling en meer onderdelen.
- Het monteren van schotelveren onder voorspanning is lastig.

Productconcept 2

Het blijkt dat vier drukveren nodig zijn met evenveel armen om de verdraaiing van de trommel binnen de 8° te houden. De beschikbare ruimte rondom de trommelwand (§2.4 Ringenhijssysteem) reeds in dit stadium volledig gevuld. Voor verdere uitwerking blijft geen speling over. Daarom valt dit concept voortijdig af.



Figuur 25 - Productconcept 2



Figuur 26 - Productconcept 3 (links: onbelast, recht: belast)

Productconcept 3

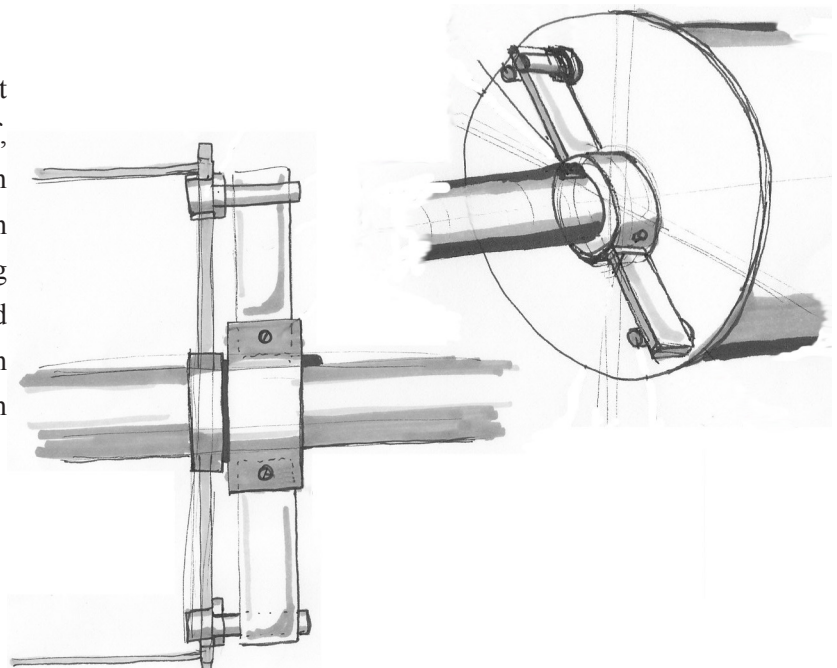
- Grofweg bestaat dit meetsysteem uit een arm (1), een hefboom (2), een veer (3) en drie scharnierpunten, waarvan één (4) op de trommel is bevestigd.
- De verbinding tussen de trommel en de as wordt gerealiseerd via een hefboom. Hierdoor is de meetweg groter en de benodigde veerstijfheid lager. De hefboom is met een as verbonden aan de trommelwand. Aan het andere uiteinde is de hefboom via de arm verbonden aan de aandrijfas met een drukveer.
- Binnen het meetsysteem zitten drie draaipunten, waarvan twee significant belast worden.
- Om verdraaiing van de arm en hefboom te vermijden, bestaan deze uit twee symmetrisch bevestigde delen.
- De schakelaar zit parallel aan de veer, en de meetweg is dan ook ongeveer gelijk aan de veerweg. Het afstellen gebeurt op de zelfde wijze als in concept 1.

Opmerkingen:

- De draaipunten in de hefboom kunnen zorgen voor speling door buiging of slijtage in de assen.
- De meetweg is relatief groot, waarmee de schakelaar nauwkeurig kan worden afgesteld.
- Op de hefboom werken grote krachten, wat dit een kritiek ontwerppunt maakt.
- Het scharnierpunt van de hefboom op de arm heeft twee vrijheidsgraden.

Productconcept 4

Ondanks de eenvoud van dit concept valt het voortijdig af, omdat geen bladveer kan worden gevonden welke voldoet aan de maximale hoekverdraaiing tussen de trommel en as (afgeleid uit eisnr. 24, PvE bijlage D) en de beschikbare ruimte rondom de trommelwand.



Figuur 27 - Productconcept 4

3.4.3 Beoordeling

De concepten 1 en 3 heb ik beoordeeld op de criteria genoemd in §3.4.2 ‘Productconcepten’. Eerst wordt een gewicht toegekend aan de beoordelingscriteria als percentage van de totaalbeoordeling. Vervolgens worden per concept per criterium punten toegekend op een schaal van 0 tot 100. De som van de punten vermenigvuldigd met het gewicht geeft de score van het concept.

Tabel 8 - Conceptbeoordeling

Criterium	Gewicht	Concept 1		Concept 3	
		Pt	Totaal	Pt	Totaal
Gering aantal onderdelen	15	50	7.5	70	10.5
Gering aantal scharnierpunten	25	80	20	50	12.5
Mogelijkheid van productiemethoden	15	60	9	70	10.5
Gering aantal bevestigingen	20	60	12	75	15
Ruime veerweg	25	20	5	80	20
Totaal	100		53.5		68.5

3.4.4 Conclusie

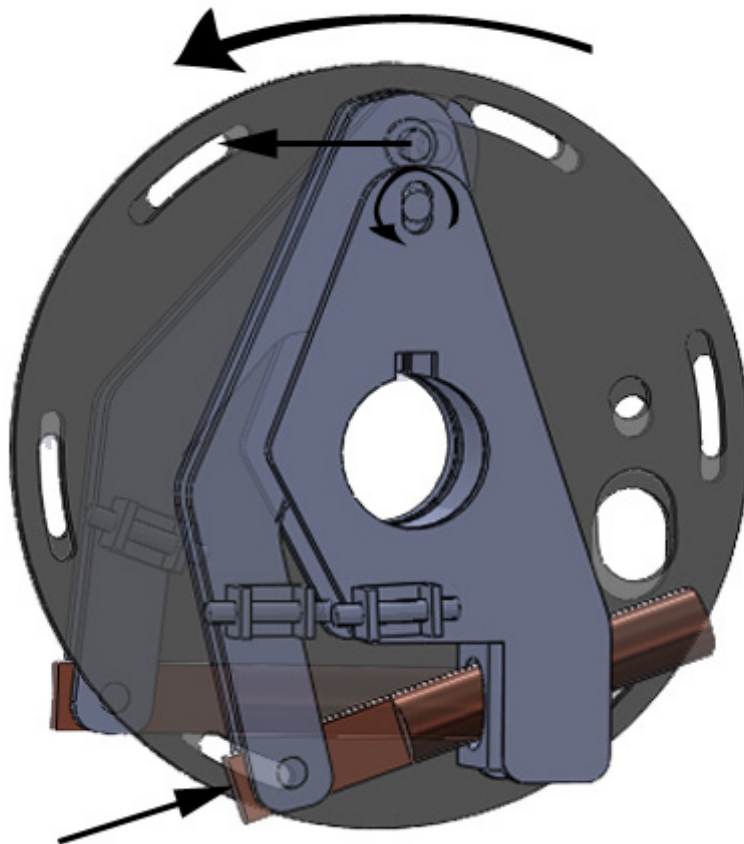
Concept 3 zal worden uitgewerkt tot productvoorstel, met name vanwege het geringe aantal onderdelen, de eenvoudige montage en de ruime meetweg ten opzichte van concept 1. In deze keuze zijn de veerweg en het aantal onderdelen doorslaggevend. De grote krachten op de scharnierpunten en de hefboom zijn kritieke punten in de detaillering.

Hoofdstuk 4 Detaillering

§ 4.1 Specificatie onderdelen

4.1.1 Overzicht

Het meetsysteem (figuur 28) bestaat globaal uit een arm vast verbonden aan de as met een spieverbinding, een hefboom verbonden tussen de trommel en de veer, en scharnierend om de arm.



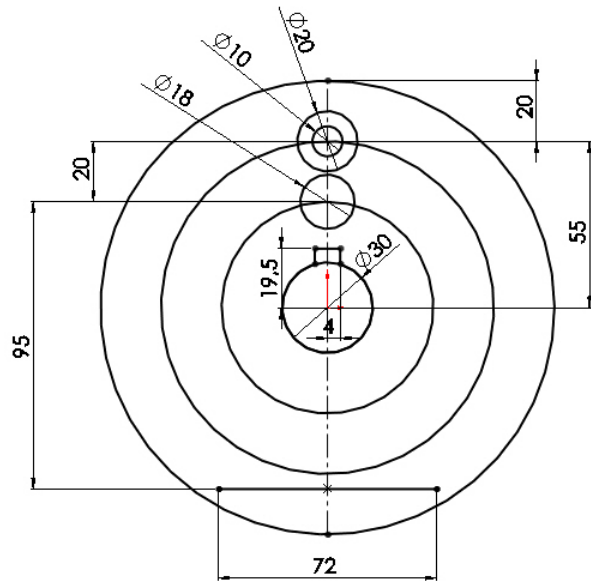
Figuur 28 - Werking meetsysteem

Overbrengingsverhouding & hoofdafmetingen

Het aangrijpingspunt van de trommel op de hefboom wordt zo dicht mogelijk bij de rand van de trommel gekozen, omdat hier de resulterende kracht het laagst is. Gekozen is voor een hartafstand van 55mm (figuur 29), waarbij rekening is gehouden met ruimte voor de vormgesloten verbinding van de as met de trommel.

De keuze van de veer (4.1.3 Veerkeuze) hangt samen met de hefboomoverbrenging. Deze relatie is weergegeven in tabelvorm (bijlage G Tabellen detaillering) om de keuze te vereenvoudigen.

De afstand van het aangrijpingspunt met het scharnier is gekozen op 20 mm. De afstand van het scharnier tot de veer is gekozen op 95 mm. De overbrengingsverhouding van de hefboom is dan ongeveer 4:19.



Figuur 29 - Hoofdafmetingen

4.1.2 Vormgeving arm & hefboom

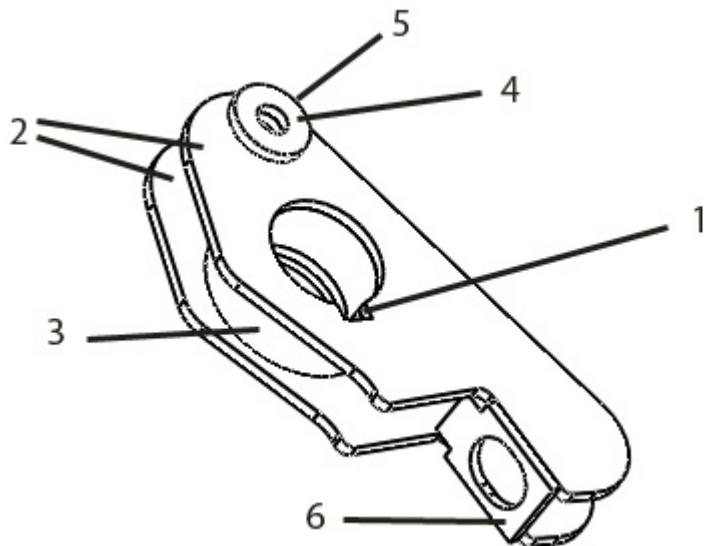
Bij het bepalen van de vorm van de arm en hefboom is veelvuldig gebruik gemaakt van Solid-Works. Via SW-Simulation is via een iteratief proces van simuleren en aanpassen geprobeerd zwakke punten te verstevigen. Tevens is gecontroleerd of de onderdelen vrij langs elkaar kunnen bewegen.

Arm

De arm (fig. 30) is voorzien van een naaf (1) voor een spieverbinding met de as. De lengte van de naaf is overgenomen van de naaf in de bewezen bestaande verbinding tussen trommel en as. Hiervoor is tussen de armplaten (2) een tussendeel (3) geplaatst.

Rond het scharniergat is de plaat verdikt (4) ter versterking en aan de trommelwandzijde voorzien van een lasmoer (5), zodat de pen niet kan roteren in het scharniergat.

De veerplaat (6) zorgt voor een glijdende verbinding van de veeras en drukt tegen de veer. De sleufvorm van het gat staat verdraaiing van de contacthoek toe.

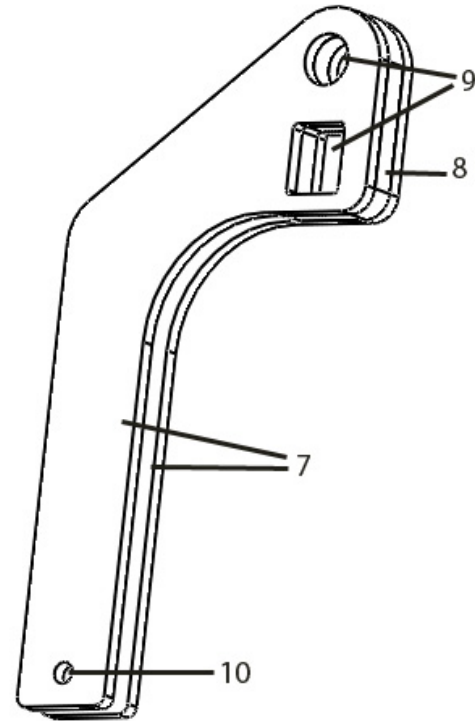


Figuur 30 - Arm

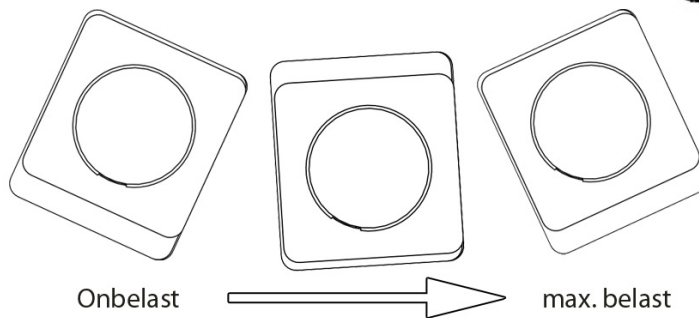
Hefboom

De hefboom (fig. 31) bestaat uit drie delen: de twee hefboomplaten (7) en het tussenstuk (8) voor versteviging rondom de gaten voor de trommelpen en het scharnierblok. Aan de punt van de lange zijde zit het gat (10) voor de pen waaraan de veeras bevestigd is.

Het scharnierblok (fig. 32) is rechthoekig met afmetingen 12.2mm x 14mm. Het scharnierblok beweegt vanaf onbelaste stand via het dode punt terug naar dezelfde stand bij maximale belasting.



Figuur 31 - Hefboom



Figuur 32 - Standen scharnierblok

4.1.3 Veerkeuze

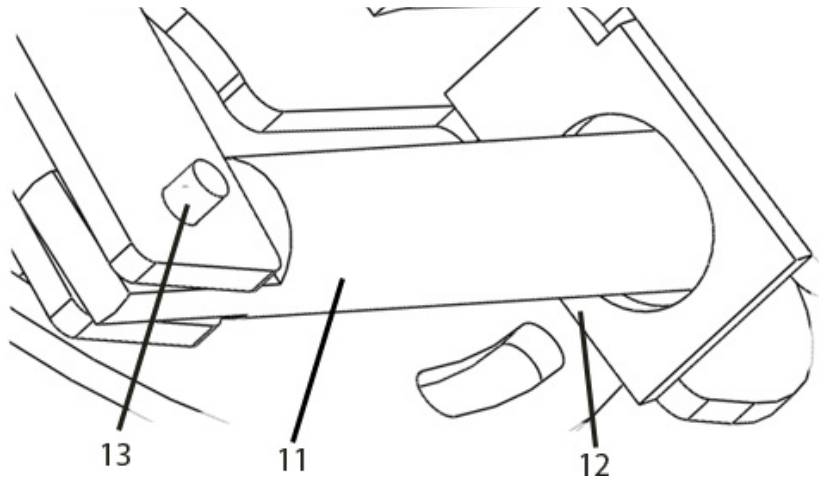
Veer

De kracht op de veer bij de grensbelasting van 4000N is maximaal 1110N (zie bijlage G). Verder blijkt hieruit dat de onbelaste lengte $L_0 \approx 70\text{mm}$. Voor de veerweg geldt dat deze maximaal $6,3 * 4,5 \approx 28\text{mm}$ mag zijn, dus de maximaal belaste lengte $L_n \geq 42\text{mm}$. Voor de buitendiameter geldt $\varnothing_{\text{max}} = 30\text{mm}$.

Doordat de hoek tussen de vlakken die op de veer drukken afhangt van de mate van indrukking, zal de verhouding veerkracht-indrukking waarschijnlijk niet constant zijn. Dit effect heeft geen nadelig gevolg voor de meting, omdat de meting alleen een 1 of 0 waarde hoeft te geven.

Veeras

De veeras (figuur 33) heeft als functie de veer op zijn plaats te houden. Doordat de arm en hefboom onderling verdraaien, moet de veeras (11) scharnierend bevestigd worden. Aan de arm kan de veeras glijden en verdraaien in de sleuf van de veerplaat (12). Aan de hefboom kan de veeras



Figuur 33 - Veeras met scharnieren

vrij roteren om de pen (13). Hiertoe is het uiteinde van de veeras plat en voorzien van een pengat.

Aan het scharnierpunt tussen de hefboom en de veeras worden geen significante eisen gesteld, omdat de optredende krachten en rotatie zeer klein zijn. Voor de axiale positionering van de as in dit scharnier worden twee borgringen gebruikt.

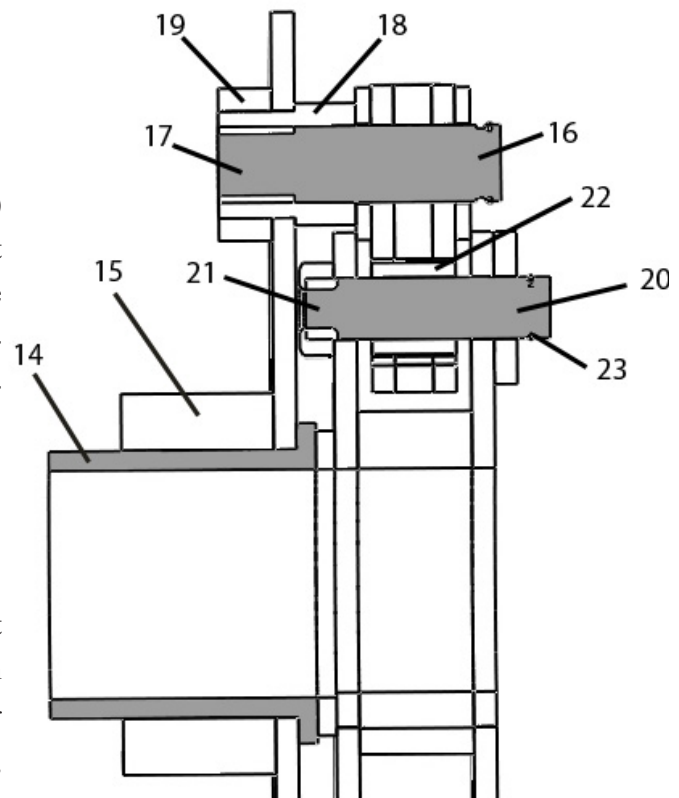
4.1.4 Scharnierpunten

Draaiing trommel om as

Door middel van een kunststof lagerbus (14) aan beide uiteinden van de trommel wordt een wrijvingsarme verdraaiing tussen de trommel en de as bewerkstelligd. De verdikking (15) aan de binnenzijde van de trommelwand vergroot het contactoppervlak.

Aangrijpingspunt trommel aan hefboom

Voor de verbinding van het aangrijpingspunt van de trommel aan de hefboom is gekozen voor een cilindrische pen (16) met diameter $\varnothing = 10\text{mm}$ (bijlage F Berekeningen), vanwege de gunstige belastbaarheid (Bijlage G Tabellen detaillering). De pen wordt met



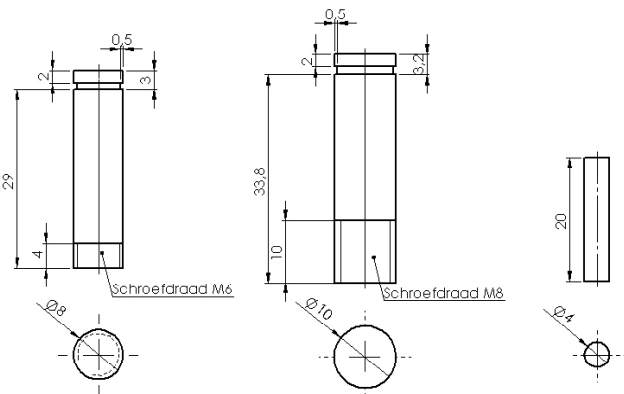
Figuur 34 - Scharnierpunten

schroefdraad (17) vastgezet in een insert (18) aan de trommel en met een zegerring wordt axiale verplaatsing van de hefboom tegengegaan.

Ter versteviging van de vormgesloten verbinding van de insert in de trommelwand, wordt de trommelwand rondom het gat verdikt (19).

Scharnierpunt hefboom om arm

De pen (20) tussen de arm en de hefboom wordt vastgezet met schroefdraad (21) in de arm om slijtage te voorkomen. De pen roteert in het scharnierblok (22) vervaardigd uit lagerbrons, welke op zijn beurt glijdt in de sleuf.



Figuur 35 - Pennen

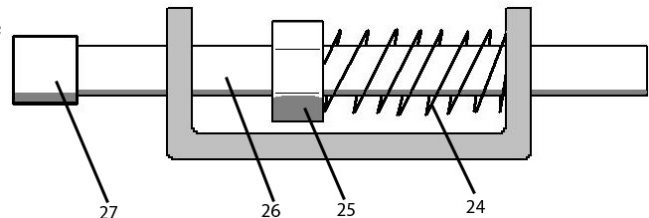
Tussen de hefboom en de arm zitten twee nylon ringen om wrijving tussen arm en hefboom te verminderen. Een zegerring (23) voorkomt axiale verplaatsing van de hefboom en arm. De pen-diameter is bepaald op $\varnothing = 8\text{mm}$ (bijlage F Berekeningen)

In het prototype wordt het scharnierblok vanwege de beschikbaarheid vervaardigd uit staal. Hiervan wordt verwacht dat dit voldoende is voor het testen van het werkingsprincipe.

4.1.5 Schakelaar & afsteller

Schakelaar

De schakelaar moet kunnen meeveren wanneer de meetweg groter is dan de afgestelde grenswaarde. Dit wordt gedaan door middel van een veer (24) welke wordt ingedrukt bij overschrijding van de grenswaarde. De moer (25) zorgt voor het contact tussen de veer en de bout (26). Aan het uiteinde van de bout zit het contactpunt (27), welke verbonden is met het alarmsysteem.



Figuur 36 - Afsteller (onderdeel van de schakelaar)

Afsteller

De afsteller (figuur 36) vormt het tweede contactpunt. De basisplaat is voorzien van schroefdraad, waarin de bout is bevestigd. Door de bout te draaien wordt de grenswaarde vergroot of verkleind.

4.1.6 Elektra

Contactpunten

Op de schakelaar en de afsteller komen contactpunten. Deze zijn geïsoleerd op de uiteinden geplaatst. Aan het contactoppervlak worden geen bijzondere eisen gesteld, omdat het contact enkel dient om het tijdrelais in te schakelen. Vanaf de contactpunten lopen stroomdraden via de as met sleepringen naar de sleepcontacten.

Sleepcontacten

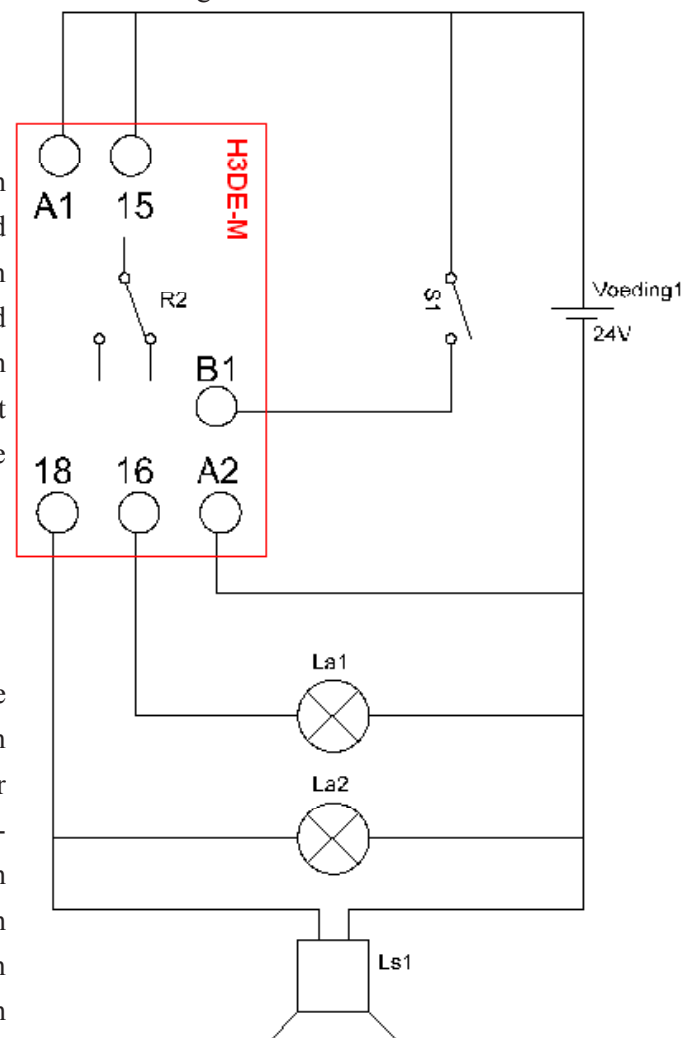
Voor de sleepcontacten is het van belang dat de sleepringen twee kanten op roteren. De rotatiesnelheid is relatief laag, dus aan de slijtvastheid worden geen significante eisen gesteld. In verband met gebrek aan tijd voor uitwerking hiervan, zijn deze niet meegenomen in het prototype. Voor het testen van het meetprincipe en alarm zijn deze niet van belang.

Tijdrelais

De functie van het tijdrelais is om bij een korte ingangspuls een vertraagd afvallend uitgangssignaal te geven. Een efficiënt en relatief goedkoop tijdrelais moet nog bepaald worden in overleg met een distributeur. In het prototype wordt gebruik gemaakt van het model OMRON H3DE-M1. Hiermee is de gewenste functie instelbaar (zie Bijlage H).

Schema

Figuur 37 geeft weer hoe de verschillende componenten in het prototype worden aangesloten. In de figuur is één schakelaar (S1) opgenomen. Voor de volledige hijssysteem kan de tweede schakelaar parallel aan S1 worden aangesloten. Om te controleren of de elektronica werkt kan optioneel een controlelamp (La1) worden opgenomen in de schakeling.



Figuur 37 - Elektrische schakeling alarmsysteem

§ 4.2 Bill of materials & werktekeningen

Met behulp van het 3D-model in SolidWorks is een Bill of Materials (bijlage J) gemaakt en een pakket aan werktekeningen.

De Bill of Materials is gebaseerd op de productie van een alarm-systeem voor één overlastmelder. Voor een volledig elektrisch hijssysteem moeten de aantallen bij de onderdelen, behalve het relais en de signaalgevers, worden verdubbeld.

De werktekeningen zijn gericht op de productie van het prototype. Hierop staan het draai- en snijwerk en de assemblage van het meetsysteem met de gemaakte en bestelde onderdelen. Nauwkeurigheden en lasverbindingen zijn hierop nog niet aangegeven. Dit moet gedaan worden na deze opdracht in overleg met de productieafdeling.

§ 4.3 Conclusie

De detaillering heeft geresulteerd in een pakket werktekeningen en een Bill of Materials. Hiermee is duidelijk hoe de onderdelen gemaakt worden, welke worden besteld, en hoe de overlastmelder geassembleerd moet worden.

De overlastmelder is in zoverre gedetailleerd dat een realistisch prototype kan worden gemaakt. Het doel van het prototype is het testen van het meetsysteem en demonstreren van de werking van de overlastmelder als geheel.

Wat ontbreekt in de detaillering zijn de sleepcontacten. Dit hangt samen met detaillering van de integratie van het ontwerp in het hijssysteem. Tevens kunnen dan bevestigingspunten in het ontwerp van het hijssysteem worden verwerkt.

Hoofdstuk 5 Failure mode & effects analysis (FMEA)

Omdat de veiligheid van de gebruiker in het geding is bij de werking van de overlastmelder, wordt een analyse gemaakt van de mogelijke faalwijzen en gevolgen; een zogenaamde FMEA-analyse. Het doel is vooraf het gebruik maatregelen te treffen om ernstige gevolgen door falen van componenten te voorkomen.

§ 5.1 Werkwijze

De overlastmelder wordt onderverdeeld in de meter, afsteller, schakelaar, geluidsbron, visual en de (overige) elektra. Per onderdeel worden op “brainstorm”-achtige wijze bepaald:

- 1) de faalwijzen
- 2) de gevolgen en de ernst hiervan
- 3) de mogelijke oorzaken en kans van optreden
- 4) de detectiemethoden en kans op detectie

Aan de ernst, kans op optreden en kans op detectie wordt waarde tussen 0 en 10 gegeven, waarbij een hoge waarde correspondeert met een ernstig gevolg, een hoge kans op optreden of een lage kans op detectie. Door vermenigvuldiging van deze drie getallen wordt het RPN (Risk Priority Number) berekend. De hoogte van de RPN-waarde geeft aan hoe hoog de prioriteit is van aanpakken van de betreffende faalwijze.

In bijlage staat het ingevulde FMEA-werkblad. Voor de ernst (severity factor) is de waarde 10 toegekend aan direct gevaar voor de gebruiker. Wanneer alleen het alarm niet functioneert, en het hijssysteem dus wel, wordt de waarde 6 toegekend. Een te vroeg alarm levert geen gevaar op, dus hieraan wordt de waarde 1 gegeven.

Op soortgelijke zijn de waarden voor kans op voorkomen (occurence wijze factor) en detectie (detection factor) toegekend.

Het werkblad is in Excel-formaat, waardoor wijzigingen, verkregen door nieuw inzicht of productaanpassingen, eenvoudig kunnen worden doorgevoerd.

§ 5.2 Conclusie

Doordat de spieverbinding tussen de aandrijfas en de trommel is ‘vervangen’ door het meetsysteem zijn nieuwe faalwijzen geïntroduceerd. Deze faalwijzen zijn opgenomen in het FMEA van de overlastmelder.

Als de drukveer verzwakt zal de grenswaarde bij een kleinere belasting bereikt worden. Bij gebruik van een trekveer zou dit effect andersom zijn.

De prioriteit ligt bij het voorkomen van de faalwijze van de meter. Als de rotatievrijheid van de trommel om de as wordt beperkt, zal een breuk in de meter niet leiden tot een vrije val van de gebruiker (effectvermindering). Een andere mogelijkheid is om de kans te verkleinen, bijvoorbeeld door een grotere veiligheidsfactor voor de constructiesterkte te nemen.

Voor de overige faalwijzen wordt aanbevolen de onderdelen vooraf en/of tijdens de jaarlijkse inspectie te controleren of te testen.

-

Hoofdstuk 6 Beproevingen

Om het ontwerp te beoordelen, moeten de eisen uit het PvE gecontroleerd kunnen worden. Hiertoe is een prototype gemaakt en een proefopstelling ontworpen voor het uitvoeren van een bezwijktest.

§ 6.1 Prototype

Voor het vervaardigen van het prototype zijn de bestellingen van onderdelen via de inkoopafdeling gedaan. Voor de productie van de onderdelen en assemblage binnen Bosan zijn werktekeningen gemaakt, zodat de productie van het prototype het uiteindelijke productieproces benadert. Hierdoor zal het gedrag van het prototype vergelijkbaar zijn met het gedrag van het uiteindelijke product. Wanneer het ontwerp geoptimaliseerd is, kan vervaardiging van bepaalde onderdelen worden uitbesteed.

De gebruikte elektronica-componenten dienen ter demonstratie van de werking van het alarmsysteem, waarbij de signaalgevers gekozen zijn op signalering binnen de testsituatie.

Aanpassingen t.o.v. detaillering

Om tijd en kosten te besparen zijn de volgende onderdelen in het prototype vereenvoudigd qua materiaal of afwerking:

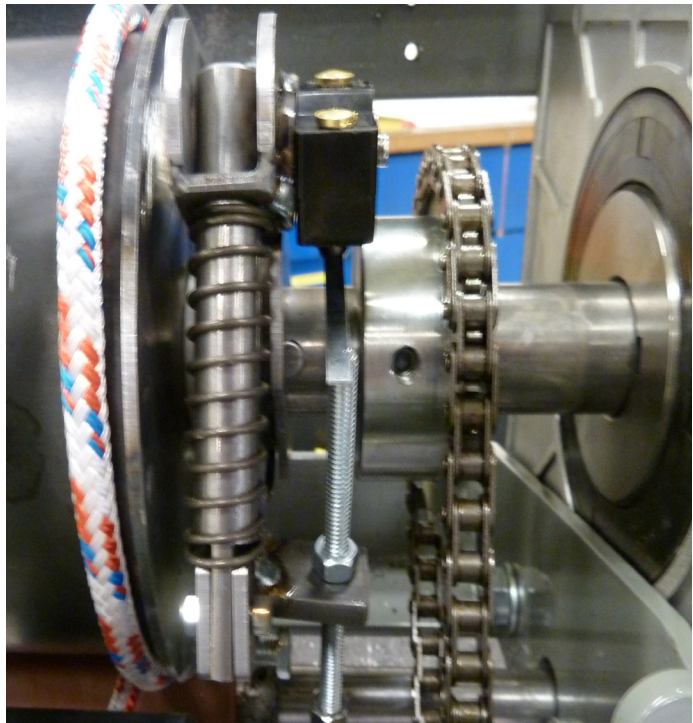
- Het scharnierblok is vervaardigd uit staal in plaats van lagerbrons, omdat voor de uitvoering van de test geen nadelige invloed van slijtage wordt verwacht.
- Het alarm is ter demonstratie van de werking. De definitieve keuze voor de componenten dient te worden gemaakt aan de hand van een gebruikstest. Vervolgens kunnen deze worden geïntegreerd in het hijssysteem.
- Voor het tijdrelais is een breed instelbaar exemplaar gebruikt, welke later in andere prototypes kan worden hergebruikt.
- De gebruikte schakelaar werkt met een flexibel contact (zie figuur X). Door middel van de bout kan de grenswaarde worden ingesteld. Bij overschrijding van deze grenswaarde veert de schakelaar mee.
- Vanwege een assemblagefout is in plaats van de vormgesloten verbinding voor het aangrijpingspunt van de trommel op de hefboom een lasbout op de trommelwand bevestigd.

Resultaat

De figuren 38 t/m41 geven een impressie van het prototype. Dit prototype is gebruikt om de werking van de overlastmelder te demonstreren aan Bosan. Hiervoor is tijdelijk een slappe veer ($k \approx 4\text{N/mm}$) gebruikt, zodat zonder zware last het alarm in werking kan worden gezet. De veer kan eenvoudig worden vervangen door het gespecificeerde exemplaar ($k \approx 40\text{N/mm}$) voor de bezwijkttest.



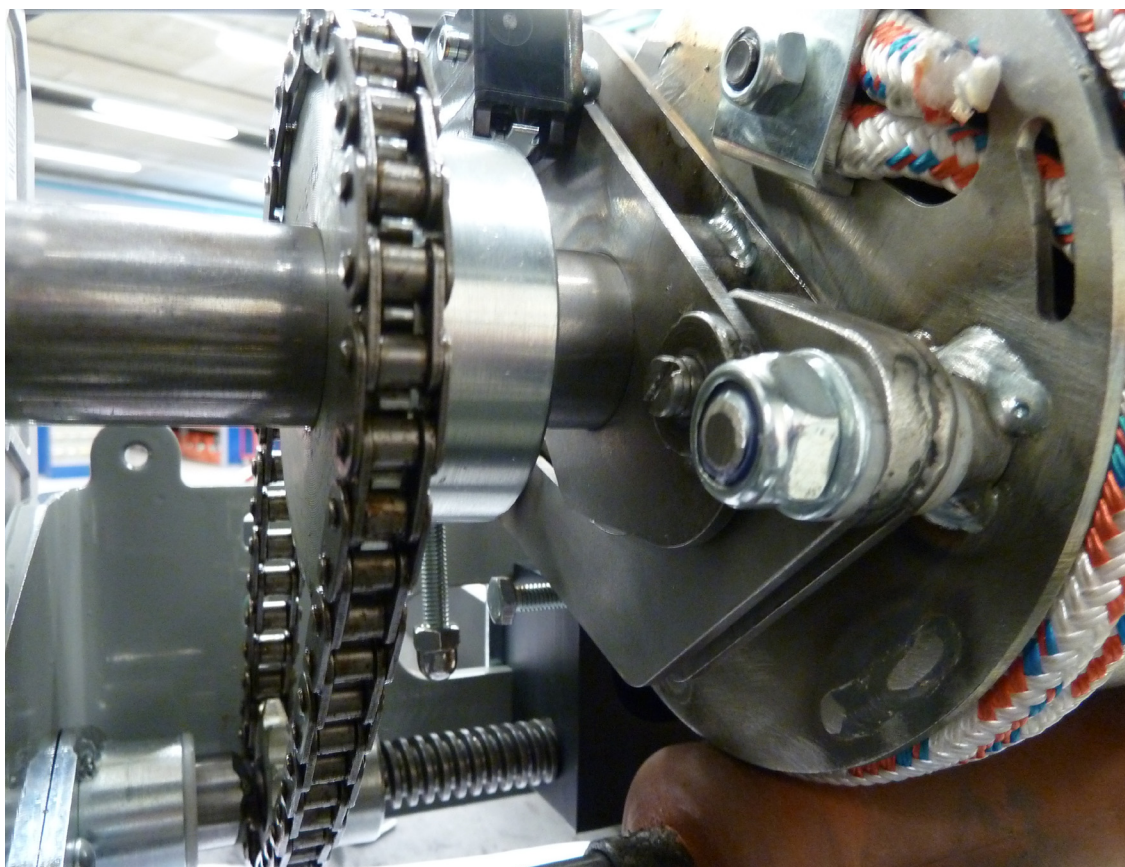
Figuur 38 - Losse onderdelen meet-systeem op plaats gelegd



Figuur 39 - De veer en schakelaar parallel van elkaar



Figuur 40 - De signaalgevers zijn ingebouwd in de kap van de hijsunit



Figuur 41 - Aangrijpingspunt trommel-hefboom en scharnierpunt arm-hefboom

§ 6.2 Opzet bezwijkproef

Om het bezwijkpunt van het product te testen moet een bezwijkproef worden uitgevoerd. De uitvoering hiervan zal plaatsvinden na het schrijven van dit verslag.

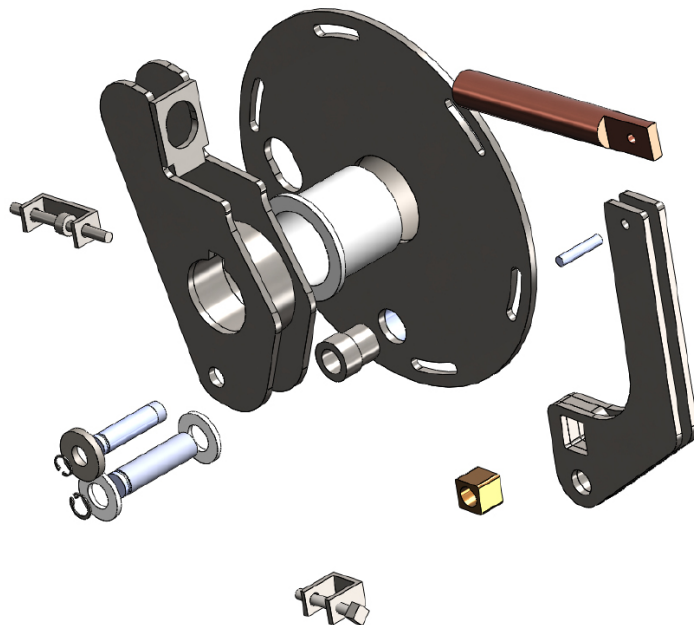
Voorgestelde bezwijkproef:

- 1) Het prototype wordt geplaatst onder een bok.
- 2) Tussen het prototype en de bok wordt een koord met een hefboom unster geplaatst
- 3) De spanning in het koord wordt met een koordspanner stapsgewijs vergroot tot aan het bezwijkpunt.
- 4) Tijdens de uitvoering wordt nauwlettend gekeken waar en bij welke koordspanning vervormingen optreden en het systeem bezwijkt.

§ 6.3 Conclusie

Het prototype laat zien dat het meetprincipe en het alarmsysteem werken. De onderdelen in het meetsysteem bewegen soepel langs elkaar en de schakelaar en het alarm functioneren als bedoeld.

Over de sterkte van het meetsysteem kan nog niets worden gezegd. Hiervoor zal de hierboven voorgestelde bezwijkproef moeten worden uitgevoerd.



Hoofdstuk 7 Evaluatie, conclusie & aanbevelingen

§ 7.1 Evaluatie resultaat

In hoofdstuk 2 Analyse wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag 1 (§1.3 Plan van Aanpak), wat heeft geresulteerd in het Programma van Eisen (§2.7). In hoofdstuk 3 Ontwerp is een product-concept te gekozen dat hieraan kan voldoen, waarmee antwoord wordt gegeven op onderzoeksvraag 2 en 3. Om dit project te evalueren moet het resultaat van de detaillering (hoofdstuk 4) worden vergeleken met het Programma van Eisen.

Niet alle eisen konden worden getest binnen de duur van het project. In tabel 9 hieronder staan de eisen waarvan bepaald dat is ze al dan niet gehaald zijn.

Tabel 9 - Evaluatie PvE

Gebied	Functie	Niveau	Omschrijving	Nr.	Specificatie	Voldaan
User Interface	Bedienen	Secundair	Melder functioneert zonder inschakelen door gebruiker	6	Altijd actief	Ja
		Secundair	Melder kan niet worden uitgezet door gebruiker	7	Geen uitknop	Ja
Gebruik	Overbelasting indiceren	Secundair	Indicatie gebeurd zo goed als continue	8	Maximale tussentijd van metingen is 1sec.	Ja
		Tertiair	Indicatie gebeurd per afzonderlijk koord	12		Ja
	Instelbaar	Tertiair	Max. belasting per koord moet opnieuw instelbaar zijn, ná installatie, bij inspectie	16	Belasting per koord tussen de 2000 en 4000N	Ja
Interface met hijs-systeem	Niet storen	Primair	Max. verplaatsing koordeind o.i.v. melder moet minimaal zijn	24	Max. 8mm verplaatsing uiteinde koord	Ja
		Secundair	Het hijs-systeem mag niet zichtbaar bewegen	25	Max. 5mm speling o.i.v. belastingen	Ja
	Compact	Secundair	Moet passen in behuizing van het hijs-systeem	26	Geen in het oog springende toevoegingen	Ja
Productie/installatie	Produceerbaar	Secundair	Productie moet relatief eenvoudig zijn	29	Binnen gebruikelijke productiemethoden van Bosan	Ja
		Secundair	Afmontage moet mogelijk zijn zonder veel extra kennis	31	Binnen de expertise van Bosan	Ja

Installeerbaar	Secundair	Mag bij installatie ter plaatse geen extra werk opleveren	32	Montage en instellen voorafgaand aan plaatsing	Ja
	Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op bredere hijssystemen	33	Ook toepasbaar bij 80cm hartafstand touwen	Ja
	Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op handbediende systemen	34		Nee
	Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op bestaande hijssystemen	35	Het systeem moet geheel modulair zijn	Ja
Kosten	Primair	De kostprijs moet laag zijn t.o.v. hijssysteem	36	<5 % van de kostprijs tot oplevering, dus maximaal 40 euro	Nee
Afdanking	Tertiair	De overlastmelder moet ontmanteld kunnen worden	37	Materialen scheidbaar	Ja

§ 7.2 Algemene conclusie

In deze opdracht is vanuit een probleem gekomen tot een gedetailleerd productvoorstel voor een overlastmelder voor het elektrisch hijssysteem ‘Unigym Elite 50’ van Bosan. Dit productvoorstel bestaat uit een SolidWorks-model, werktekeningen en een eerste prototype ter demonstratie van de werking.

Voordat de overlastmelder marktklaar is moet echter nog veel gebeuren. Het prototype moet getest worden, waarna eventuele aanpassingen aan het meetsysteem volgen. Daarnaast moet de integratie van de overlastmelder in het hijssysteem verder uitgewerkt worden. Hierbij dient te worden gedacht aan sleepringen, bevestigingspunten voor de elektronica en uiteindelijk een pakket werktekeningen voor het totaalproduct van hijssysteem en overlasmelder. Om de overige eisen te testen, moet het product gedurende ten minste een jaar in de gebruikssituatie getest worden.

§ 7.3 Aanbevelingen

Elektronica

Het gebruikte tijdrelais functioneert bij een omgevingstemperatuur van -10oC tot ongeveer 55oC. Tevens is dit relais onnodig gecompliceerd. Wanneer de precieze functie is gedefinieerd kan een eenvoudigere en compactere variant voor de specifiek functie worden gezocht.

Aanbevelingen betreffende de signaalgevers worden in deze paragraaf gegeven bij ‘gebruikstest’.

Overige onderdelen

De ontworpen schakelaar en afsteller moeten worden herontworpen. Voorgesteld wordt om een flexibele schakelaar met afsteller achter de veeras te monteren. De bevestiging hiervan kan worden geïntegreerd in de hefboom. Dit levert een besparing van productie- en montagekosten op en waarschijnlijk een meer betrouwbare schakelaar.

De exacte positie van de ‘ophijser’ is nu bekend. De bevestiging hiervan moet in de trommelwand worden opgenomen.

Via twee sleepcontacten moet de stroomkring van de trommel naar het alarm gerealiseerd worden. Het tandwiel op de aandrijfas voor de kettingverbinding met het geleidingsblok kan worden gespiegeld, waarna op de as ruimte is voor sleepringen.

Productieproces

De tekeningen van de overlastmelder en het hijssysteem moeten samengevoegd worden tot één set productietekeningen. De SolidWorks-modellen moeten genummerd worden en voorzien van éénduidige benamingen. Hierbij moeten de bevestigingen van de elektronicacomponenten geïntegreerd worden in de beschermkap van het hijssysteem.

Gebruikstest

De signaalgevers gebruikt in het prototype zijn slechts ter indicatie van de werking (§6.2). Aan de hand van de richtlijnen genoemd in §2.6 dienen signaalgevers gekozen te worden, waarvan de geschiktheid onderzocht moet worden.

Om te testen of het alarmsysteem voldoet aan de eisen 1, 2, 3 en 5 uit het PvE, moet de overlastmelder in de gebruiksomgeving getest worden.

Overige tests

Naar aanleiding van de beproeving moet het ontwerp worden aangepast en opnieuw getest.

De eisen 10 en 14 zijn niet in het tijdsbestek van de Bacheloropdracht te meten. Hiervoor moet de overlastmelder voor een periode van minstens 12 maanden geïnstalleerd en gebruikt worden. Na deze periode kan beoordeeld worden op de hierboven genoemde eisen.

FMEA

Het is aan te raden het FMEA-werkblad aan te passen/vullen bij nieuwe inzichten verkregen uit gebruikservaringen en wijzigingen in het ontwerp.

Instructies voor gebruik

Volgens de Europese richtlijnen voor Productaansprakelijkheid en –veiligheid (§2.5) moet gewaarschuwd worden tegen niet in het ontwerp uitgesloten risico's. De Nederlandse Norm NEN-EN 12655:1998 adviseert het bijleveren van een informatieboekje, waarin gebruiksvorschriften zijn opgenomen. In ieder geval moet hierin het maximale aantal gebruikers worden vermeld.

Referenties

Literatuur

1. P. Veldman, *Ergonomie 3*, Delft, TU Delft, 1993
H6: Informatie over ergonomische aspecten van geluidssignalen
2. Hans Dirken; *Productergonomie 'ontwerpen voor gebruikers'*, Delft, derde druk 2001
H13: informatie over ergonomische aspecten van geluidssignalen
H15: Informatie over ergonomische aspecten van visuele signalen
3. J. Bruins en W. van Winkelen, *Afstudeerverslag 'ontwerpproces Uniguard'*, HTS Enschede en Bosan Haaksbergen, 1996
Afstudeerverslag uitgevoerd bij Bosan B.V. – Ontwerp van een overbelastingmeter voor vaste ophanging ringenstel
4. Renske Heiligen, *'SWOT-analyse stakeholdersproject kleinschalig wonen'*, Enschede UT, 2009
Bacheloropdracht over o.a. stakeholderanalyse
5. James M. Gere, *'Mechanics of Materials'*, Stanford University, 2004

Internet

6. Janssen & Fritsen, 'online catalogus', www.janssen-fritsen.nl, geraadpleegd op 8-3-2010
7. Nijha B.V., 'Vaste inrichting en toestellen', <http://www.nijha.nl/sporttoestellen/vasteinrichtingtoestellen/>, geraadpleegd op 8-3-2010
8. ADEC Sports, geen titel, <http://www.adecsport.be>, geraadpleegd op 8-3-2010
9. Schelde Sports, 'bewegingsunit's', [http://www.scheldeinternational.nl/index.php?id=89&tx_ttproducts_pi1\[cat\]=184&cHash=3a5f5267f6](http://www.scheldeinternational.nl/index.php?id=89&tx_ttproducts_pi1[cat]=184&cHash=3a5f5267f6), geraadpleegd op 8-3-2010
10. Auteur onbekend; 'Load control in elevators', <http://www.drakaep.com/partners/micelect/Load-Control-Article.pdf>, geraadpleegd op: 4-5-2010
Beschrijving van de belastingcontrole van een lift
11. (a) Auteur onbekend, 'Handleiding Esp@cenet', http://www.octrooicentrum.nl/images/stories/brochures/handleiding_espacet.net.pdf, geraadpleegd op: 18-3-2010
Handleiding voor het zoeken naar octrooien via de online database van Octrooicentrum Nederland: (b) www.espacet.net
12. Ing. W. Verwoerd; 'Richtlijn productaansprakelijkheid', <http://www.euronorm.net/content/template.php?itemID=228>, geraadpleegd op: 10-5-2010
Inleiding in de productaansprakelijkheid in Europa
13. Auteur onbekend, 'Producten met gebreken, aansprakelijkheid', http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32012_nl.htm, geraadpleegd op: 10-5-2010
Samenvatting van Richtlijn 85/374/EEG, Europese Wetgeving
14. Auteur onbekend, 'Algemene voorschriften: productveiligheid', http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l21253_nl.htm, geraadpleegd op: 11-5-2010
Samenvatting van Richtlijn 2001/95/EG, Europese wetgeving
15. Ministerie VROM, 'Duurzaam inkopen', <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=34352>, geraadpleegd op: 25-3-2010
Uitleg over duurzaam inkoopbeleid overheidsinstellingen

Bijlagen

<u>Bijlage A.</u>	<u>Beschrijving stakeholders</u>	<u>59</u>
<u>Bijlage B.</u>	<u>NEN - Nederlandse Norm</u>	<u>61</u>
<u>Bijlage C.</u>	<u>Octrooionderzoek</u>	<u>62</u>
<u>Bijlage D.</u>	<u>Programma van Eisen (4)</u>	<u>63</u>
<u>Bijlage E.</u>	<u>Conceptalternatieven</u>	<u>65</u>
<u>Bijlage F.</u>	<u>Berekeningen</u>	<u>67</u>
<u>Bijlage G.</u>	<u>Tabellen detaillering</u>	<u>68</u>
<u>Bijlage H.</u>	<u>Gegevens H3DE - M1</u>	<u>69</u>
<u>Bijlage I.</u>	<u>Bill of Materials(2)</u>	<u>70</u>
<u>Bijlage J.</u>	<u>FMEA</u>	<u>71</u>

Bijlage A. Beschrijving stakeholders

Opdrachtgever

De opdrachtgever is natuurlijk nauw betrokken bij het project en heeft vanzelfsprekend ook veel invloed, omdat hij de initiator en financier is van de ontwikkeling. Daarbij heeft hij kennis van de markt, de verkoop en de sterktes en zwaktes van het bedrijf.

Een wens van de opdrachtgever is dat de overlastmelder ook plaatsbaar is op reeds gemonteerde hijssystemen. Ook voor bredere hijssystemen en handbediende systemen is toepasbaarheid van de overlastmelder wenselijk. Hierdoor kan de afzet van de overlastmelder aanzienlijk worden vergroot.

Regelgever

De regelgevende instanties stellen normen en wetten op waaraan ieder product dient te voldoen. Deze normen zijn tegen betaling te verkrijgen bij de desbetreffende instanties. Hierover wordt verderop in dit hoofdstuk een aparte paragraaf geweid.

Keuringsdienst

Deze instantie is verantwoordelijk voor het keuren van (nieuwe) producten. Er wordt dan onder andere gekeken of het product aan alle regels voldoet. Het voldoen aan alle regels geeft echter niet zonder meer de goedkeuring door de keuringsdienst.

Productieafdeling

Deze stakeholder heeft kennis van de mogelijkheden en beperkingen van productiemethoden. Ook kunnen zij een goede inschatting geven van de meertijd die de producttoevoeging kost.

De kennis en machines nodig om het systeem te produceren en monteren moeten reeds aanwezig zijn, zodat geen extra investering hoeft te worden gedaan.

Installateur

Voor de installateur geldt grotendeels hetzelfde als voor de productieafdeling. Zijn input levert vrij direct de eisen en/of wensen aan de installeerbaarheid in een zaal.

Aangezien de hijssysteem op vijf tot 8 meter hoogte wordt gemonteerd, is het wenselijk dat tijdens de installatie geen extra handelingen hoeven worden uitgevoerd.

Leverancier onderdelen

Het is goed mogelijk dat bepaalde onderdelen moeten worden ingekocht. Voor de leverancier is dit een bron van inkomsten en zal het dus niet gratis weggeven. De leverancier bezit als specialist belangrijke kennis op zijn gebied.

Verkoper

De verkoper staat in contact met de klant: de potentiële koper. Hij weet waarschijnlijk het best wat speelt bij de klanten, vooral waarop de koper zijn aankoop baseert. De verkoper zal willen dat de toevoeging verkoopbaar is, dus dat de toevoeging een onderscheidende toevoeging is.

Koper

De koper heeft macht over de aankoopbeslissing. Hij betaalt, en dus bepaalt de prijs van het product. Als de meerwaarde van het product niet opweegt tegen de meerkosten, zal het dan ook niet gekocht worden.

Een grote afnemer van sportmateriaal, en dus ook van het ringenhijssysteem, is de overheid. Voor dit jaar (2010) willen de lagere overheden voor 50% tot 75% duurzaam gaan inkopen; de rijksoverheid zelfs voor 100% (bron: lit.14).

Concurrent

Wanneer het product aantrekkelijk is voor de koper, zal ook de concurrent de toevoeging willen aanbieden. Dit kan bijvoorbeeld door het product te kopiëren, of een soortgelijk product op de markt te brengen. Het product moet dus goed afgeschermd kunnen worden, door middel van geheimhouden of patenteren. Ook moet het dermate onderscheidend zijn ten opzichte van de concurrent om daadwerkelijk een productvoordeel op te leveren.

Primaire gebruikers

In de eerste plaats zal het product gebruikt worden door vakdocenten lichamelijk opvoeding en verenigingleiders gymnastiek, vanaf nu: gymnastiekdocent. Zij zijn verantwoordelijk voor de veiligheid van alle pupillen, de secundaire gebruikers.

Hun belang is dus een veilig systeem elektrisch hijssysteem. Het blijkt dat gymnastiekdocenten meestal niet weten hoeveel gewicht aan een hijssysteem kan worden opgehangen. Dit kan twee kanten op: 1) de unit wordt overbelast, met het gevaar op ongelukken of defecten, en 2) de unit wordt slechts beperkt gebruikt, vanwege de angst deze te overbelasten.

De gebruiker kan het alarm uit willen zetten, omdat hij/zij bijvoorbeeld denkt dat het te gevoelig is afgesteld.

Zij kopen het product niet zelf, maar hebben wel invloed op de koopbeslissing van bijvoorbeeld de school of vereniging. Voordat zij invloed gaan uitoefenen moet zij wel eerst kennis nemen van het bestaan en het voordeel hiervan voor hen. Een mogelijk voordeel zou kunnen zijn, dat de kans op een ongeluk in de zaal met het hijssysteem kleiner wordt, en daarmee eveneens de kans op aansprakelijkstelling.

De tweede groep primaire gebruikers vormen de pupillen. Zij maken net als de eerste groep direct gebruik van het product, zei het zonder dat zij beroepshalve verantwoordelijk zijn. Het is van belang dat het doel van het alarm ook hen bereikt, omdat zij bij overbelasting evengoed gevaar lopen.

Bij het turnen aan de ringen is het bijvoorbeeld van belang dat de koorden voldoende stijf zijn. Wanneer de eigenschappen van het ringenhijssysteem afnemen, zal dit met name voor hen nadelig zijn.

Voor beide groepen geldt dat een sportinstallatie niet alleen betrouwbaar moet zijn, maar ook betrouwbaar ogen. Voor het hijssysteem geldt dat deze niet zichtbaar mag bewegen, al zou dit technisch wel veilig zijn.

Recyclingbedrijf / inname

Voor de afdanking is het wenselijk dat de onderdelen waaruit het product bestaat, goed te scheiden en recyclebaar zijn. Tevens wordt het voor overheidsinstellingen, die veel sportzalen beheren, steeds belangrijker dat zij 'groene' producten kopen. Voor hen is het belangrijk dat het een product goed recyclebaar is.

Bijlage B. NEN - Nederlandse Norm

Kort overzicht per norm van eventueel ontwerprelevante punten:

NEN-EN 913:2008 en (definitieve norm)

Turntoestellen - Algemene veiligheidseisen en beproevingsmethoden

5.3 Stabiliteit en sterkte

- Tenzij elders gespecificeerd, moet verificatie van stabiliteit en sterkte van apparatuur (EN: equipment) gebeuren door ingenieurcalculatie of door testen volgens Annex B
 - Berekening belasting voor bepaling van stabiliteit en sterkte
- Tabel B.1 "lichaamsgewicht voor meer-personengebruik", geeft als hoogste waarden bij stabiliteitsmetingen: rekengewicht 10 volwassen gebruikers: 833kg, rekengewicht 10 kinderen: 588kg (de stabiliteitsmeting geldt echter niet voor het hijssysteem)

NEN-EN 12655:1998 en (definitieve norm)

Turntoestellen - Ringtoestellen - Functionele en veiligheidseisen, beproevingsmethoden

6 Testmethode

- Een verticale kracht van 4530N, zonder schok, aanbrengen aan een ringenstel. Elk teken van breuk e.d. noteren.

7 Instructions for use

- Een informatieboekje moet worden bijgeleverd, met de volgende informatie: 'niet meer dan één gebruiker per ringenstel'

NEN-EN 13276:1998 Ontw. en (ontwerp norm)

Turn- en sportveldtoestellen - Hijsinrichtingen - Veiligheidseisen en beproevingsmethoden

4.4.2 Touwkabels en katrollen

- De katroldiameter moet minstens 18 maal de koorddiameter bedragen
- Verder: specificatie van groefhoek en groefradius

5.2 Testen

- Testconditie betreft temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

5.3 Bepaling van de maximale kracht

- Methode voor het bepalen van de maximale kracht tijdens het hijsen

6 Instructies voor gebruik

- Onderhoudsinterval niet groter dan 12 maand

7 'Marking'

- De naam van de producent en het bouwjaar moeten vermeld worden

NEN-EN-IEC 60204-1:2006 /A1:2009 nl (definitieve norm)

Veiligheid van machines - Elektrische uitrusting - Deel 1: Algemene eisen

Niet onderzocht

NEN-EN-IEC 60204-32:2008 en (definitieve norm)

Veiligheid van machines - Elektrische uitrusting - Deel 32: Eisen voor hef- en hijswerktuigen

Niet onderzocht

Bijlage C. Octrooionderzoek

Nederlands

Hijssysteem
Hijssysteem
Hijsen
(over-)Belasting
Gewicht
Alarm
Torsie

Engels

Lifting unit / haul in unit
Lifting system
To hoist (up)
(over-)Load,
Weight
Alarm
Torsion

ECLA-classificatie

Omschrijving

A63B7	Vrij opgehangen gymnastiekapparatuur
A63B7/02	Zwaairingen en trapezes
A63B7/04	Klimtouwen
B66C15	Veiligheidsvoorzieningen (voor touw-, kabel- of kettingoprolmechanismes)
B66C15/06	Indeling of gebruik van waarschuwingmiddelen
B66D1	Touw-, kabel- of opwindmechanismen
B66D1/54	Veiligheidsuitrusting
B66D1/56	Aanpassingen van limietschakelaars
B66D1/58	Overmaat van belasting beantwoordend
G01G3	Weegapparaten gekarakteriseerd door gebruik van elastisch vervormbare onderdelen
G01G3/10	...waarin de verplaatsing door torsie wordt gemeten
G01G3/12	...waarin het wegende element een belast, massief deel is
G01G3/14	...waarin variaties in elektrische weerstand worden gemeten
G01L1	Metten van kracht of belasting in't algemeen
G01L1/04	...door middel van elastische vervorming
G01L3	Metten van koppel, arbeid, vermogen, etc. in het algemeen
G01L3/04	...waarin het koppeloverbrengend element bestaat uit een torsieflexibele as
G01L5	Metten van krachten in specifieke situaties
G01L5/06	Metten spanning in touwen, d.m.v. mechanisch principe
G01L5/12	Metten van axiale (stuw)kracht in aandrijf-as
H01H35	Schakelaar, werkend bij verandering in fysische staat
H01H35/00C	...bij mechanische overbelasting, bijv. te hoog kracht of koppel

Bijlage D. Programma van Eisen (4)

Gebied	Functie	Niveau	Omschrijving	Nr.	Specificatie	Bron §
User Interface	Aandacht trekken	Primair	Geluid moet hoorbaar zijn in rumoerige omgeving	1	<i>Gebruikstest</i>	2.6
		Secundair	Signaal moet direct opgemerkt worden	2	<i>Gebruikstest</i>	2.6
		Secundair	Gebruiker mag niet schrikken van signaal	3	<i>Gebruikstest</i>	2.1
	Informereren	Secundair	Signaal mag niet interfereren met ander signaal	4	Onderscheidend van brandalarm/ schoolbel	2.6
		Primair	Boodschap moet duidelijk zijn	5	<i>Gebruikstest</i>	2.6
	Bedienen	Secundair	Melder functioneert zonder inschakelen door gebruiker	6	Altijd actief	2.3
		Secundair	Melder kan niet worden uitgezet door gebruiker	7	Geen uitknop	2.3
Gebruik	Overbelasting indiceren	Secundair	Indicatie gebeurd zo goed als continue	8	Maximale tussentijd van metingen is 1sec.	2.3
		Primair	Alarm geven bij overbelasting	9	Belasting > 7000N voor hijssysteem	2.5
					Belasting > 4000N per koord	2.5
		Secundair	Afwijking in meting tijdens gebruik moet minimaal zijn	10	Max. 10% afwijking in meting tijdens gebruik	2.4
		Secundair	Alarm moet werken bij wisselbelastingen	11	Wisselbelasting tot 1000N mogen geen invloed hebben op de werking	2.1
	Functiebehoud	Tertiair	Indicatie gebeurd per afzonderlijk koord	12		2.3
		Secundair	Nauwkeurigheid in meting mag niet teveel verminderen na tijdverloop	14	Max. 10% verschil in periode van 12 maand (tussentijd inspectie)	2.4
		Secundair	Bij slijtage of bezwijken, moet de grenswaarde eerder lager dan hoger komen te liggen	15		5.2
	Instelbaar	Tertiair	Max. belasting per koord moet opnieuw instelbaar zijn, ná installatie, bij inspectie	16	Belasting per koord tussen de 2000 en 4000N	2.4
	Regelgeving/ besluiten	Primair	Het alarm moet voldoen aan de geldende normen en besluiten	17	Warenwetbesluit elektronische producten	2.1
		Primair	Producten met gebreken, aansprakelijkheid	18	85/374/EEG	2.5
		Primair	Algemene productveiligheid	19	2001/95/EG	2.5

		Primair	...algemene veiligheid	20	NEN-EN 913:2008	2.5
		Primair	...ringenstellen	21	NEN-EN 12655:1998	2.5
		Primair	...hijsinrichtingen	22	NEN-EN 13276:1998	2.5
Interface met hijssysteem	Niet storen	Primair	De werking van het hijssysteem mag niet worden beïnvloed	23	Geen verandering in hijssnelheid, belastbaarheid, ...	2.4
		Primair	Max. verplaatsing kooordeind o.i.v. melder moet minimaal zijn	24	Max. 8mm verplaatsing uiteinde koord	2.1
		Secundair	Het hijssysteem mag niet zichtbaar bewegen	25	Max. 5mm speling o.i.v. belastingen	2.4
	Compact	Secundair	Moet passen in behuizing van het hijssysteem	26	Geen in het oog springende toevoegingen	2.4
Omgeving	Functiebehoud	Secundair	Moet blijven functioneren bij temperatuurverschillen	27	bereik van 10-60 graden Celsius	2.4
		Secundair	Moet blijven functioneren o.i.v. vuil en stof	28		2.4
Productie/ installatie	Produceerbaar	Secundair	Productie moet relatief eenvoudig zijn	29	Binnen gebruikelijke productiemethoden van Bosan	2.3
		Primair	De productiemethode moet geschikt zijn voor productieaantallen hijssysteem	30	150 stuks per jaar	2.4
		Secundair	Afmontage moet mogelijk zijn zonder veel extra kennis	31	Binnen de expertise van Bosan	2.3
	Installeerbaar	Secundair	Mag bij installatie ter plaatse geen extra werk opleveren	32	Montage en instellen voorafgaand aan plaatsing	2.3
		Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op bredere hijssystemen	33	Ook toepasbaar bij 80cm hartafstand touwen	2.3
		Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op handbediende systemen	34		2.3
		Tertiair	Systeem moet ook kunnen worden toegepast op bestaande hijssystemen	35	Het systeem moet geheel modulair zijn	2.3
	Kosten	Primair	De kostprijs moet laag zijn t.o.v. hijssysteem	36	<5 % van de kostprijs tot oplevering, dus maximaal 40 euro	2.1
	Afdanking	Tertiair	De overlastmelder moet ontmanteld kunnen worden	37	Materialen scheidbaar	2.3

Bijlage E. Conceptalternatieven

Onderdeel	Relevante eisen (nr. PvE)	Criterium
Veer	10, 25	Betrouwbaar
	28	Reproduceerbaar
	14, 26	Duurzaam (consistent)
	24	Gunstige afmeting
	33	Lage kostprijs
Schakelaar	10, 15, 25	Betrouwbaar
	11	Belastbaar
Afsteller	10, 15, 25	Betrouwbaar
	13	Meetbereik
	27	Eenvoudige toepassing
	33	Lage kostprijs
Geluidsbron	1, 2	Juiste geluidssterkte
	1, 2	Juiste frequentie
	4	Niet interfererend
	33	Lage kostprijs
Lamp	2	Zichtbaar
	4	Niet interfererend
	33	Lage kostprijs

Onderdeel: veer		Conceptalternatieven			
Criteria	Weging (%)	Drukveer	Trekveer	Schotelveer	Bladveer
Betrouwbaar	25	+	-	+	+
Reproduceerbaar	25	+	+	+	o
Duurzaam (consistent)	20	o	o	+	o
Gunstige afmeting	15	o	+	-	o
Lage kostprijs	15	+	+	+	o
	100				
$\Sigma+$ (goed)		65	55	85	25
$\Sigma-$ (slecht)		-	25	15	-
Σo (onduidelijk)		35	20	-	75

Onderdeel: schakelaar		Conceptalternatieven	
Criteria	Weging (%)	Contactpunt met veer	Flexibel contactpunt
Betrouwbaar	50	+	o
Belastbaar	50	+	+
	100		
$\Sigma+$ (goed)		100	50
$\Sigma-$ (slecht)		-	-
Σo (onduidelijk)		-	50

Onderdeel: afsteller		Conceptalternatieven			
Criteria	Weging (%)	Δd	$\Delta d + \Delta r$	$\Delta r + \text{arm}$	$\Delta d + \text{arm}$
Betrouwbaar	25	+	+	+	+
Meetbereik	25	-	+	+	+
Eenvoudige toepassing	25	+	o	o	o
Lage kostprijs	25	+	+	+	+
	100				
$\Sigma+$ (goed)		75	75	75	75
$\Sigma-$ (slecht)		25	-	-	-
Σo (onduidelijk)		-	25	25	25

Onderdeel: geluidsbron		Conceptalternatieven		
Criteria	Weging (%)	Zoemer	Piëzo	Sirene
Juiste geluidssterkte	25	+	+	+
Juiste frequentie	25	o	+	+
Niet interfererend	25	+	+	-
Lage kostprijs	25	+	o	-
	100			
$\Sigma+$ (goed)		75	75	50
$\Sigma-$ (slecht)		-	-	50
Σo (onduidelijk)		25	25	-

Bijlage F. Berekeningen

Berekening diameter penverbinding scharnierpunt hefboom

(Roloff / Matek Machine onderdelen)

$$\text{Diameter } d = k \sqrt{\frac{K_A \cdot F}{\bar{\sigma}_B}} = 1,1 \sqrt{\frac{1,5 \cdot 6000}{0,2 \cdot 1,25 \cdot 800}} \approx 7,4 \text{ mm}$$

Inklemfactor $k = 1,1$

Factor voor type belasting $K_A = 1,5$

Belasting $F = 6000$

Toelaatbare buigspanning $\bar{\sigma}_B = 0,1 \cdot K_t \cdot R_{mN}$

$K_t = 1,25$

$R_{mN} = 800$

Berekening diameter penverbinding aangrijpingspunt op trommel

(Mechanics of Materials)

$$\text{Section Modulus } S = \frac{M_{\max} n}{\sigma_{\text{allow}}} = \frac{2 \cdot 27,5}{600 \cdot 10^6} = \frac{55}{600 \cdot 10^6} = \frac{\pi d^3}{32} = 0,09 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \Rightarrow 90 \text{ mm}^3$$
$$d = \sqrt[3]{\frac{S \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 32}{\pi}} = 9,7 \text{ mm}$$

Max. buigmoment $M_{\max} = (q \cdot x^2) / 2 = (5000 / 0,011) \cdot 0,011^2 / 2 = 55 \text{ Nm}$

$Q = F / x$

$F = 5 \text{ kN}$

$X = 11 \text{ mm}$

$\sigma_{\text{allow}} \approx 600 \text{ MPa}$

Bijlage G. Tabellen detaillering

	Conische pen	Cilindrische pen	Kerfpen	Spanbus
Positionering	++	++	+/-	+/-
Trilvastheid	-	-	+	+
Prijs	-	+/-	++	++
Belastbaarheid	++	++	+/-	-
Montage	++	+/-	++	++
Hergebruik	+	+	+	+
Voorbeelden gebruik	Positionerend	Positionerend / roterend / beveiligend	Positionerend / roterend	Positionerend / roterend / smerend

Bron: dictaat Elementaire Functies, figuur 4.21

		gewicht aan koord: belasting				400 Kg 3924 Newton										Ruimte voor veer+bevestiging $2 \cdot \sqrt{70 \cdot A \cdot x^2}$
Asafstand	d_max	Aantal veren (parallel)				Overbrenging hefboom (1 veer)										
		1	2	3	4	1/2	1/3	1/4	1/4.5	1/5	1/6	1/7	1/8			
70	8,00	3924	1962	1308	981	1962	1308	981	872	785	654	561	491	0		
65	7,43	4226	2113	1409	1056	2113	1409	1056	939	845	704	604	528	52		
60	6,86	4578	2289	1526	1145	2289	1526	1145	1017	916	763	654	572	72		
55	6,29	4934	2497	1665	1249	2497	1665	1249	1110	999	832	713	624	87		
50	5,71	5494	2747	1831	1373	2747	1831	1373	1221	1099	916	785	687	98		
45	5,14	6104	3052	2035	1526	3052	2035	1526	1356	1221	1017	872	763	107		
40	4,57	6867	3434	2289	1717	3434	2289	1717	1526	1373	1145	981	858	115		
35	4,00	7848	3924	2616	1962	3924	2616	1962	1744	1570	1308	1121	981	121		
30	3,43	9156	4578	3052	2289	4578	3052	2289	2035	1831	1526	1308	1145	126		
25	2,86	10987	5494	3662	2747	5494	3662	2747	2442	2197	1831	1570	1373	131		
20	2,29	13734	6867	4578	3434	6867	4578	3434	3052	2747	2289	1962	1717	134		
15	1,71	18312	9156	6104	4578	9156	6104	4578	4069	3662	3052	2616	2289	137		
10	1,14	27468	13734	9156	6867	13734	9156	6867	6104	5494	4578	3924	3434	139		
5	0,57	54936	27468	18312	13734	27468	18312	13734	12208	10987	9156	7848	6867	140		
0	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140		

Bijlage H. Gegevens H3DE - M1

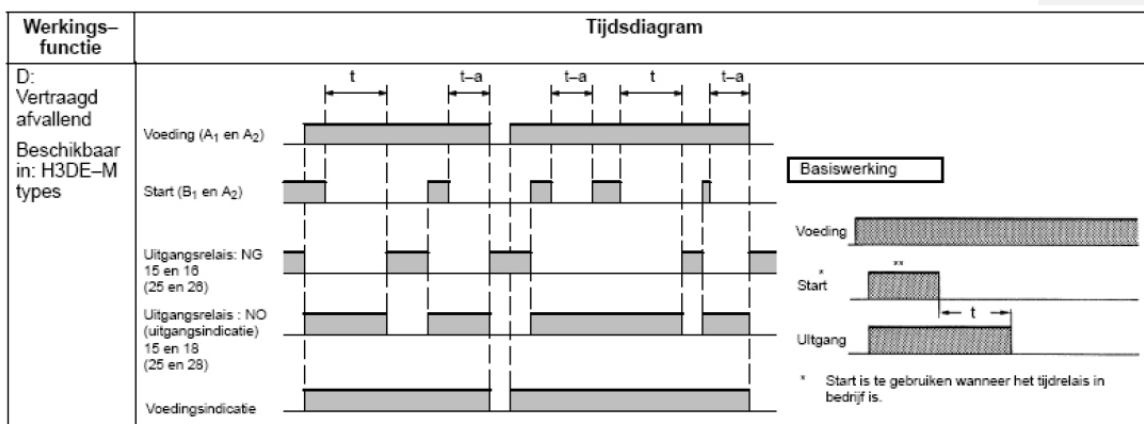
■ Specificaties

Aansluitspanning (zie opm. 1 en 2)		Multispanning: 24 tot 230 VAC/DC (50/60 Hz)
Tolerantie aansluitspanning		85% tot 110% van de aansluitspanning
Reset door spanningsonderbreking		Minimum onderbrekingstijd: 0,1 s
Resetspanning tijdrelais		2,4 VAC/DC max.
Opgenomen vermogen (zie opm. 3)	H3DE-S1	AC: ong. 2,7 VA (1,6 W) bij 230 VAC DC: ong. 0,7 W bij 24 VDC
	H3DE-S2	AC: ong. 3,2 VA (1,9 W) bij 230 VAC DC: ong. 1,0 W bij 24 VDC
	H3DE-M1	AC: ong. 2,8 VA (1,8 W) bij 230 VAC DC: ong. 0,7 W bij 24 VDC
	H3DE-M2	AC: ong. 3,3 VA (2,1 W) bij 230 VAC DC: ong. 1,0 W bij 24 VDC
Spanningsingang (-S2 en -M2 type)		H-niveau: 20,4 tot 253 VAC/DC (spanningsgestuurd / PNP ingang) L-niveau: 0 tot 2,4 VAC/DC
Besturingsuitgang		Contactuitgang: 5 A bij 250 VAC met weerstandsbelasting (cosφ = 1) 5 A bij 30 VDC met weerstandsbelasting (cosφ = 1)
Omgevingstemperatuur		In bedrijf: -10°C tot 55°C (zonder ijsafzetting) In opslag: -25°C tot 65°C (zonder ijsafzetting)
Vochtigheidsgraad		In bedrijf: 35% tot 85% RH (zonder condensatie)

Opm.: 1. DC rimpelspanning: 20% max.

- Omdat er een inschakelstroom van 0,25 A zal optreden bij gebruik van 24 VDC voedingsspanning, dient men hiermee rekening te houden bij het schakelen van het tijdrelais met de elektronische uitgang van bijvoorbeeld een sensor. Gebruik bij sensoren die deze inschakelstroom niet kunnen uitschakelen eventueel de startingang van het tijdrelais.
- Het opgenomen vermogen geldt voor werkingfunctie A na het bereiken van de ingestelde tijd en voor de AC ingang bij 50 Hz. Het opgenomen vermogen van de H3DE-M1/-M2 is inclusief het ingangscircuit met de klemmen B1 en A1 doorverbonden.

figuur 0-3 - specificaties H3DE-M1



Bijlage I. Bill of Materials(2)

PART NAME	DISCRIPTION	PRICE	ITEM NO.	QTY.
Trommel_assembly		20	1	2
trommelwand			1,1	2
trommelblok			1,2	2
Trommelwandverdikking1			1,3	2
Trommelwandverdikking2			1,4	2
30-35-35	Kunststof lagerbus		1,5	4
Arm_assembly		20	2	1
tussenstuk			2,1	1
armplaat			2,2	2
veerplaat			2,3	1
armplaat_oplas			2,4	1
M 6-929	Lasmoer		2,5	1
asplaat_verdikking			2,6	1
Hefboom_assembly		20	3	1
hefboom			3,1	2
hefboomoplas			3,2	1
drukveeras			4,1	1
D3550	Drukveer		4,2	1
Pen_trommelhefboom			5	1
Pen_asarmhefboom			6	1
Pen_hefboomveeras			7	1
Sleufblok			8	1
B27.7M - 3BM1-10	Zegerring M10		9,1	1
Bout + moer M3			9,2	1
M 8-PA66	nylon ringen		10	2
M10-PA66	nylon ringen		11	2
Schakelaar_assembly		5	12	1
Schakelpin	Bout M4 inbus		12,1	1
Schakelring	Moer M4		12,2	1
Schakelplaat			12,3	1
Afsteller_assembly		5	13	1
Afstellerpin	Bout M4 inbus		13,1	1
Afstelplaat			13,2	1
Elektronica (excl. aansluitingen):		80	14	1
H3DE-M1	Tijdrelais		14,1	1
Lamp_alarm	Rode LED 24VDC + kap		14,2	1
Geluidsgever	Zoemer 24VDC		14,3	1
Sleepcontact			14,4	2
Sleepring_dubbel			14,5	1

Bijlage J. FMEA

				Versie		Revisiedatum		Door	
						1		28-5-2010	
								W.H. Bisschop	
Onderdeel	(Faakwijze) Potential failure mode	(Mogelijk effect v. falen) Potential effect of failure	Severity factor S	(Mogelijke oorzaak) Potential cause of failure	Occurrence factor O	(Controle) Control mechanism	Detection factor D	RPN	(Aanbevolen acties) Recommended action
Meter	Geen hoekverdraaiing	Geen meting	6	Vastlopen onderdeel	3	Test	4	72	Testen vooraf
	Tevooi hoekverdraaiing	Te vroeg alarm	1	Verzwakking veer	5	Test	7	35	ijken bij inspectie
	Trommel draait vrij om as	Vrije val gebruiker	9	Brak am	3	Visuele inspectie	4	108	bepersen rotatievrijheid trommel/as
			9	Brak halboom	6	Visuele inspectie	4	216	bepersen rotatievrijheid trommel/as
			9	Brak aangrijpas	6	Visuele inspectie	4	216	bepersen rotatievrijheid trommel/as
			9	Brak schamieras	6	Visuele inspectie	4	216	bepersen rotatievrijheid trommel/as
			9	Brak schamierblok	6	Visuele inspectie	4	216	bepersen rotatievrijheid trommel/as
			9	Brak trommelblok	6	Visuele inspectie	4	216	bepersen rotatievrijheid trommel/as
Afsteller	Contact sluit niet	Geen meting	6	Verbogen contact	2	Visuele inspectie	4	48	Meenemen bij inspectie
			6	Stof op contact	3	Visuele inspectie	4	72	Meenemen bij inspectie
			6	Verkeerd ingesteld	2	Test	4	48	Testen vooraf
			6	Verkeerde ijkwaarde	1	Test	4	24	Testen vooraf
	Contact bezwijkt	Geen meting	6	Te ver overbelast	1	Visuele inspectie	4	24	Meenemen bij inspectie
			6	Verbinding losgeraakt	4	Visuele inspectie	4	96	Meenemen bij inspectie
Schakelaar	Contact bezwijkt	Geen meting	6	Vaert niet mee	4	Test	4	96	Testen vooraf
			6	Kortsluiting	4	Visuele inspectie	4	96	Meenemen bij inspectie
	Contact sluit niet	Geen meting	6	Veer zit vast	4	Test	4	96	Testen vooraf
			6	Verbogen contact	4	Visuele inspectie	4	96	Meenemen bij inspectie
			6	Stof op contact	4	Visuele inspectie	4	96	Meenemen bij inspectie
			6	Contact los	2	Visuele inspectie	4	48	Meenemen bij inspectie
Geluidsbron	Geen geluidsignaal	Alarm niet opgemerkt	6	Geluidsgaver bezwaken	1	Visuele inspectie	4	24	Meenemen bij inspectie
Visual	Lamp brandt niet	Alarm niet opgemerkt	6	Contact los	2	Visuele inspectie	4	48	Meenemen bij inspectie
			6	Lamp bezwaken	2	Visuele inspectie	4	48	Meenemen bij inspectie
Elektra	Tijdsleis kapot	Geen alarmsignaal	6	Te hoge temperatuur	4	Test	4	96	Testen bij inspectie
			6	Te lage temperatuur	2	Test	4	48	Testen bij inspectie
			6	Fabrieksfout	2	Test	1	12	Testen vooraf
			6	Verkeerd aangesloten	2	Test	4	48	Testen vooraf
	Kortsluiting	Zeer kort alarmsignaal	6	Verkeerd ingesteld	2	Test	4	48	Testen vooraf
			9	Kabel defect	2	Visuele inspectie	4	72	Meenemen bij inspectie
Totaal			141		61		81	1294	

Opmerkingen:

1) Failure mode: 'the effect by which a failure is observed...?'

