

# Management Rapport

Expo 2 - The Songbuilder  
NJ2010

---

Auteurs:

Monique Buskes  
Martijn van der Drift  
Collin Kessels  
Rob Maassen  
Peter Nagtzaam  
Melchior du Pau

## Inhoud

1. Inleiding .....	2
2. Klantspecificatie .....	3
2.1.  Werktuigbouwkundig deel .....	3
2.2.  Elektrotechnisch deel .....	3
3.  Systeem Specificatie .....	4
3.1.  Werktuigbouwkundig deel .....	4
3.2.  Elektrotechnisch deel .....	4
3.3.  Systeem Opbouw .....	5
4.  Resultaten .....	6
4.1.  Werktuigbouwkundig deel .....	6
4.2.  Elektrotechnisch deel .....	9
5.  Acceptatietest .....	11
6.  Marktperspectief in relatie met kosten .....	12
7.  Conclusie .....	13
7.1.  Aanbevelingen .....	13

## 1. Inleiding

Dit rapport is geschreven naar aanleiding van het project EXPO 2 – The Songbuilder, dat aangeboden werd op de Fontys hogeschool voor Engineering. In dit project werkt een multidisciplinaire groep van studenten van elektronica en werktuigbouwkunde aan een door de opdrachtgever aangeboden opdracht. Onze opdrachtgever, Dhr. Peters, gaf ons de opdracht een prototype te maken voor zijn idee.

Het doel van de Songbuilder is dat kinderen spelenderwijs leren omgaan met het muziknotensysteem of muziek in het algemeen. Door gebruik te maken van blokjes (schuiven) met verschillende lengte die een notenwaarde vertegenwoordigen en deze te schuiven op een notenbalk krijgt het kind visueel inzicht in de duur van een muziknoot, de maat en het ritme. Er behoort een rijdende miniatuurtrein te komen die het gecomponeerde liedje afspeelt. Dit principe kan toegepast worden in bijvoorbeeld themaparken en attractieparken.

In dit rapport wordt het groepsproces uitgelegd, wat de kosten waren, waar op getest is en wat de conclusies en het resultaat zijn.

## 2. Klantspecificatie

Bij aanvang van het project is een vergadering gehouden met de heer Peters erbij. Hierin werden de klantspecificaties duidelijk uitgelegd. Hierin kregen we de mogelijkheid om een trein op grotere schaal te nemen. Deze hebben we aangenomen en de trein is gedurende de eerste weken van het project afgeleverd. De volgende specificaties zijn in de vergadering verder naar boven gekomen en zijn van toepassing op werktuigbouwkunde, dan wel elektrotechniek.

### 2.1. *Werktuigbouwkundig deel*

De blokjes (noten) behoren door middel van een schuifpaneel op hun plaats gezet te kunnen worden, zonder dat de kinderen er blokjes eruit kunnen halen. Het product behoort tevens stevig zijn. Dit houdt in dat de onderdelen niet kapot gemaakt kunnen worden door een klein kind. Er wordt een trein gebruikt welke uitgevoerd zal worden met sensoren om de blokjes welke deze uitleest om te zetten naar de bijbehorende geluidssignalen.

Er wordt een perron gevormd in de vorm van een notenbalk. Hierin kunnen blokjes van 4 verschillende lengtes (kwart, halve, driekwart en hele noot) geschoven worden. Door een blok op een bepaalde plaats in de notenbalk te schuiven verandert de afstand tot aan de trein welke voorbijrijdt. Het schuifstelsel moet gemakkelijk te begrijpen zijn voor kinderen.

### 2.2. *Elektrotechnisch deel*

Het systeem zal worden aangesloten op netspanning (230VAC). Met behulp van een drukknop kan de locomotief aan- of uitgezet kunnen worden. De trein is in snelheid regelbaar, zodat liedjes sneller of langzamer afgespeeld kunnen worden. (Tussen 0 en 20 volt). De afstand waarop de blokken geplaatst kunnen worden moet overeen komen met het frequentie bereik in de noten ladder. Twee noten van dezelfde toonhoogte achter elkaar, moeten toch apart afgespeeld kunnen worden. Het frequentiebereik gaat van lage C tot hoge A, waarbij de lage C op 262 Hz zit en de hoge A op 880Hz.

Het geheel zal werken met behulp van een microcontroller. De frequenties van de tonen zullen waar mogelijk gemaakt worden door een toongenerator van een keyboard. De geluidskwaliteit van de versterker en luidsprekers zal zodanig zijn, dat het herkenbaar klinkt voor mensen, het niet pijn doet aan de oren en niet kraakt, piept, etc. Eventueel kan er met behulp van drukknopjes een bepaald instrument gekozen worden. Het geheel behoort te passen in de trein (inclusief sensor, versterker en luidsprekers). Het formaat van de trein is op *G-schaal* ( 1:22.5 ). De blokken zullen een grootte hebben die vergelijkbaar is met die van Duplo. De sensor zal dus een bereik nodig hebben van tenminste 13 blokken achter elkaar + enige speling.

### 3. Systeem Specificatie

In de weken na de eerste vergadering is de klantspecificatie uitgewerkt tot een systeem specificatie document (SSD). In dit document is duidelijk op een rijtje gezet wat de plannen zijn en wat de uiteindelijke specificaties zijn waaraan het systeem moet voldoen.

#### 3.1. *Werktuigbouwkundig deel*

De opdracht voor de werktuigbouw lieden is om een systeem te bedenken waarmee de blokken gemakkelijk verschoven kunnen worden, zonder dat ze door kinderen meegenomen kunnen worden. Het systeem moet veilig en stevig zijn en ook gemakkelijk te begrijpen zijn voor kinderen.

Verder zullen er modificaties aan de trein gedaan moeten worden zodat de elektronica geplaatst kan worden.

Daarnaast moeten we het te meten gebied met blokken zo goed mogelijk leesbaar maken voor de sensor. Dit betekent het zwart maken van de achtergrond en wit maken van de blokken. Hierdoor kan de sensor de blokken beter onderscheiden van de omgeving.

#### 3.2. *Elektrotechnisch deel*

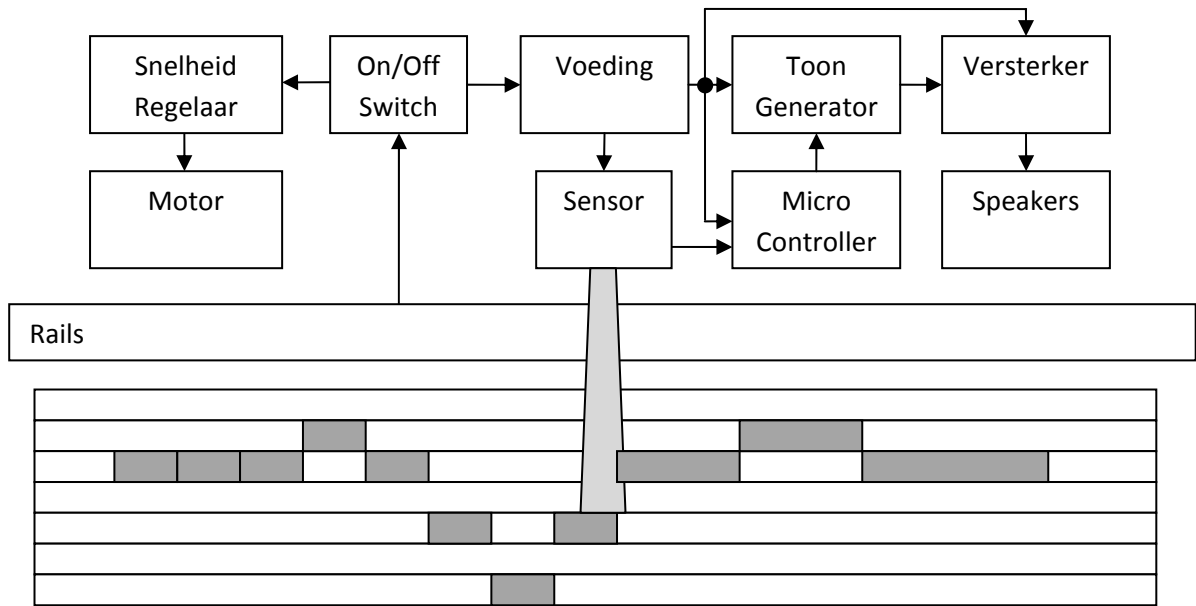
##### Functionele eisen:

- Het systeem wordt aangesloten op het lichtnet.
- De trein zal rijden op een spanning instelbaar van 0VDC tot 20 VDC, 1A.
- Met behulp van een drukknop moet de locomotief aan of uit gezet kunnen worden.
- Als de sensor een bepaalde afstand "leest", dan moet deze waarde correct doorgegeven worden. De sensor mag pas een andere waarde doorgeven als de afstand ook daadwerkelijk is veranderd.
- Bij een bepaalde afstand hoort een bepaalde frequentie. De afstanden van de lego stenen zitten in een bereik van lage C tot hoge B. Deze frequenties moeten zuiver weergegeven worden, ervan uitgaande dat de lage C op 260 Hz zit en de hoge B op 880Hz.

##### Niet functionele eisen:

- Het geheel moet werken met behulp van een microcontroller.
- De frequenties van de tonen zullen gemaakt worden door een toongenerator van een keyboard.
- De geluidskwaliteit van de versterker en luidsprekers moet zodanig zijn, dat het herkenbaar klinkt voor mensen, het niet pijn doet aan de oren en niet kraakt, piept, etc.
- De lego stenen zijn vast te leggen op een lego bouwplaat langs de lengte van de rails van de motor, zodat op die manier de afstanden worden bepaald.
- Eventueel kan er met behulp van drukknopjes een bepaald instrument gekozen worden.
- Het geheel moet werken met behulp van een microcontroller en moet ook passen in de trein (inclusief sensor, versterker en luidsprekers). Het formaat van de trein is op G-schaal (1:22.5)

### 3.3. *Systeem Opbouw*



## 4. Resultaten

De volgende resultaten zijn geboekt tijdens het project.

### 4.1. *Werktuigbouwkundig deel*

In samenwerkingsverband zijn aan de hand van de specificaties verscheidene resultaten behaald. Het hoofdresultaat het prototype van het schuifpaneel. Deze resultaten zijn tot stand gekomen door berekeningen en door uitwerkingen van concepten en het uiteindelijke eindproduct als model in het programma Autodesk inventor.

Hierbij is gekeken naar twee hoofdonderdelen, namelijk het blokje en het schuifpaneel.

De uiteindelijke vormen van deze onderdelen zijn tot stand gekomen door het zorgvuldig uitkiezen van de beste concepten. Hiermee is uiteindelijk het volledige model gemaakt.

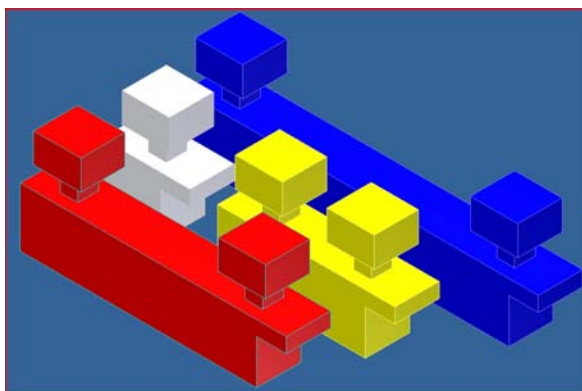


Fig 1. (plaatje blokje inventor)

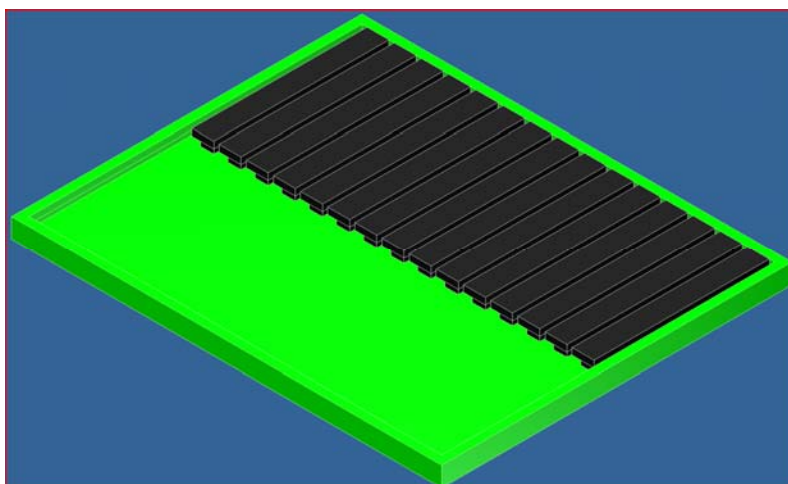


Fig 2. (plaatje paneel inventor)

Voor dit uiteindelijke concept zijn de maten bepaald aan de hand van de werking van de sensor.

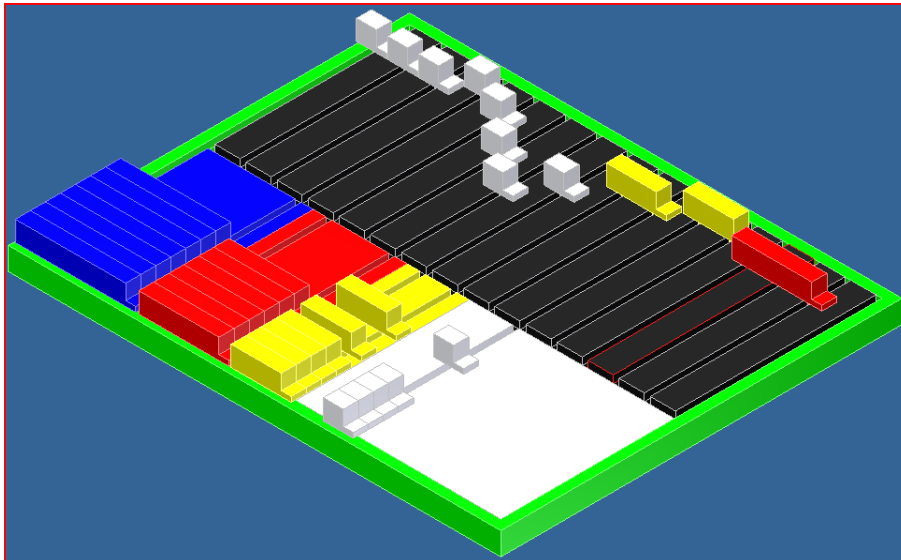


Fig 3. (plaatje gehele systeem in inventor)

Het prototype is uiteindelijk vervaardigd uit maat gezaagde houten delen. Deze zijn aan elkaar bevestigd door middel van lijm.



Fig 5. (plaatje prototype)



Voor het inbouwen van de sensor in de trein is ook een CAD-model gemaakt om te zorgen voor een precieze passing. Hierna is de werkelijke locomotief bewerkt om te zorgen dat deze passing uitgevoerd kan worden.



*Fig 4. (plaatje treinlocomotief met snelheidsregelaar ingebouwd)*

Tevens is een van de wagons omgebouwd om als behuizing te dienen voor de speakers.



*Fig 5. (plaatje wagon met ingebouwde speakers)*

Voor de productieversie zijn nog berekeningen gemaakt met betrekking tot de wrijving uitgaande van een metalen constructie.

## 4.2. Elektrotechnisch deel

Nadat de taken verdeeld waren onder de elektrotechnici zijn een aantal deel ontwerpen van start gegaan. Ten eersten zijn alle onderlinge eisen afgesproken. Deze zijn terug te vinden in de sub system documenten. Elk deelontwerp is structureel getest op breadboard voordat er prints ontworpen werden.

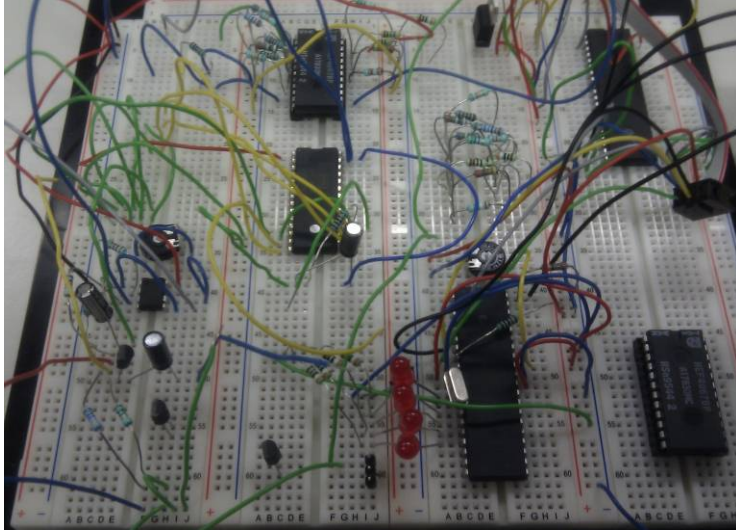


Fig1. Breadboard tests

Nadat de testfase succesvol afgerond was kon begonnen worden aan een print. Er werd besloten om de subdelen samen te voegen op één grote print, die netjes in een van de wagons zou passen.

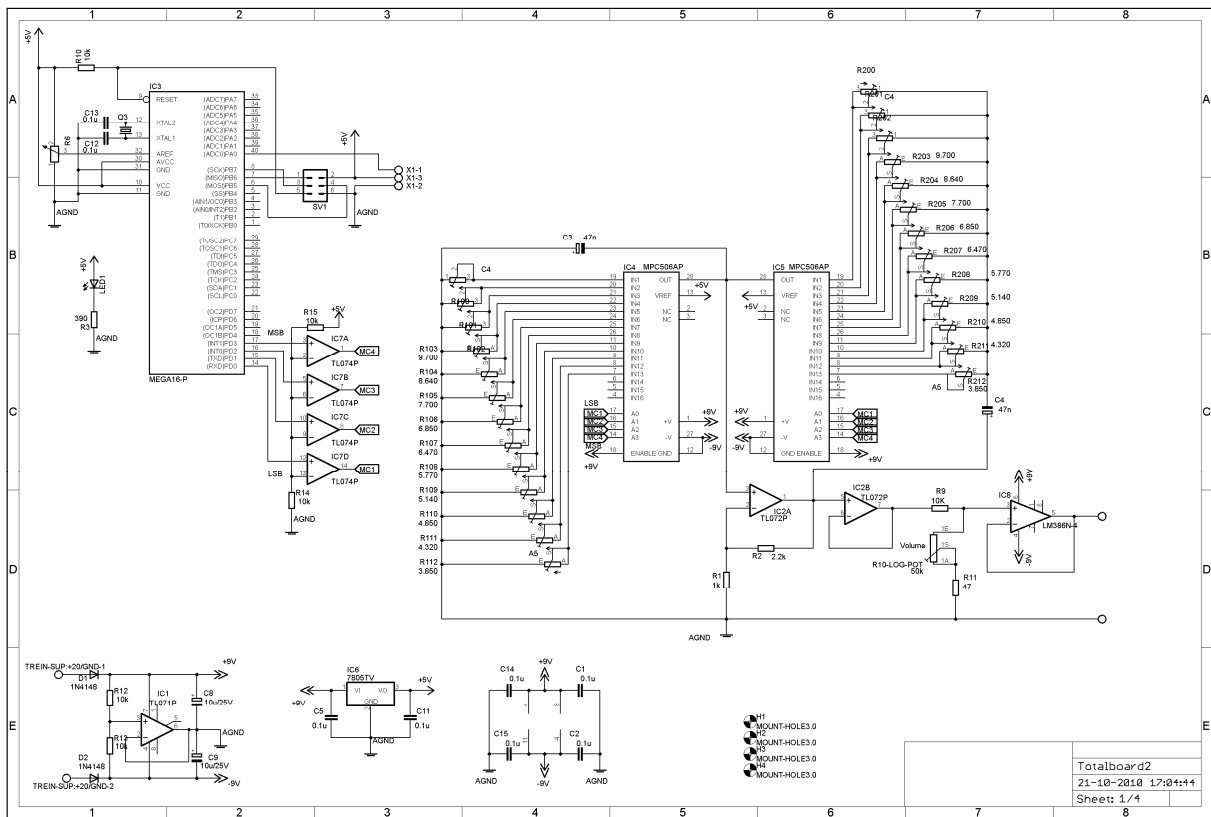


Fig2. Totaal schema.

Een kleine toelichting voor de geïnteresseerden. Links onderin een +9/-9V voeding, die op zichzelf gevoed wordt door de spanning op de rails. Daarnaast een 5V voeding die gebruik maakt van de +9V en ground. De 5V voeding is nodig voor de sensor en microcontroller. De microcontroller vinden we links boven. Deze is in circuit programmeerbaar zorgt ervoor dat de sensor uitgelezen kan worden afhankelijk waarvan de tonen uitgestuurd kunnen worden. Dit wordt gerealiseerd met 4 bits die twee multiplexers aansturen. De multiplexers kunnen afhankelijk van de 4 bits, 16 uitgangen aansturen. De 4 bits worden echter verwacht als laag=-9V en hoog=+9V, vandaar de opamps achter de uitgangen van de microcontroller. De multiplexers zijn eigenlijk digitale potmeters die gebruikt worden in een sinus generator. Elke geselecteerde uitgang van de multiplexer stelt een bepaalde noot voor in het sinus generator circuit. Deze sinus wordt helemaal rechts nog eens versterkt zodat het op de speakers aangesloten kan worden.

Afhankelijk van het schema is de uiteindelijke print gemaakt.

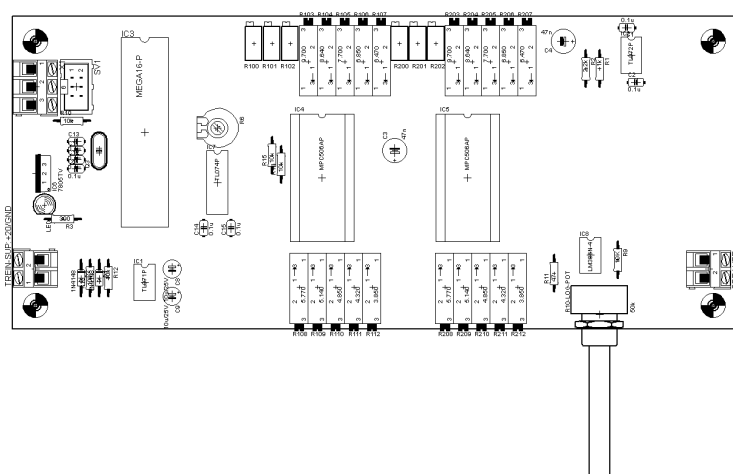


Fig3. Totaal print

De print is belicht, ontwikkeld en geëtst. Met aceton, boren, staalwol en soldeer flux behandelt. Bestuurd met alle componenten en getest. Hij zal niet worden ingeleverd voordat hij helemaal werkt en voldoet aan de acceptatietest.

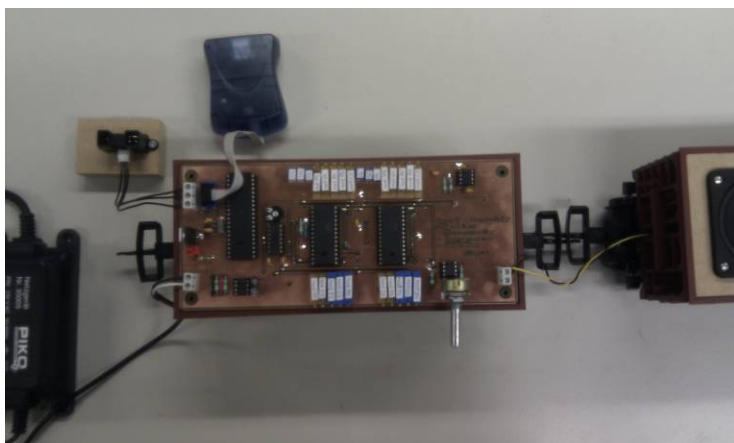


Fig4. Totaal print resultaat.

## 5. Acceptatietest

Aansluiten van het systeem: Wit op het linkse spoor, Zwart op het rechtse spoor als de locomotief er overheen rijdt. Controleer dit!! De linker wielen van de locomotief MOETEN op het “witte” spoor staan. Verbind de draden tussen de wagons en locomotief. Geel = plus, Zwart = min.

Het spoor hoeft ook niet helemaal rond te gaan. Een stuk recht spoor is ook prima.

- **Is het geheel zonder problemen aan te sluiten op de netspanning, zonder dat hier een labvoeding voor nodig is?** (Dit is een algemene werking test. Zet de trein op de juiste manier op het spoor en sluit de transformator aan op het spoor. De trein moet nu volledig functioneel zijn. De trein mag maar in 1 richting op het spoor komen omdat een omgekeerde polariteit op het spoor het einde van onze elektronica betekend. Dit komt komende week welk ergens in het management verslag te staan of in een handleiding.)
- **Is de locomotief aan of uit te zetten zonder dat hiervoor de stekker uit het stopcontact gehaald moet worden?** (De schakelaar op de trein moet de hele trein uitschakelen. Verder kun je de draaiknop op de locomotief naar het midden draaien, dan zou hij stil moeten staan.)
- **Is de snelheid voldoende regelbaar?** (minstens een factor 2 tussen de langzaamste en snelste stand. Meet de snelheid waarop de locomotief in beweging komt en de snelheid die de locomotief maximaal kan halen. Als hier een factor 2 tussen zit is het prima. Verder zijn er als het goed is een stuk of 8 standen tussen 0 en 20V (uit en maximaal))
- **Kunnen alle noten afzonderlijk afgespeeld worden afhankelijk van de sensor?** (Controleer of alle 13 noten worden afgespeeld als je een wit vel papier langzaam dichterbij de sensor beweegt. Dit zou tussen de 40 en 20cm moeten zijn dacht ik?)
- **Kan in de “Worsed case” de noot die het verste weg staat direct na de noot die het dichtste bij staat gespeeld worden, met gebruik van 1/4 noten en de hoogste locomotief snelheid?** (Draai de snelheid van de locomotief maximaal. Schuif op de notenbalk  $\frac{1}{4}$  noten op de onderste en bovenste noot achter elkaar. \_--\_--\_-- en stuur de trein er langs. Als de noten goed af gespeeld worden is het goed gekeurd. Zorg ervoor dat je van dichtst bij naar verst weg EN ANDERSOM test.)
- **Worden de noten juist en duidelijk hoorbaar afgespeeld op de beschreven kwaliteit?** (Zijn de tonen niet pijnlijk aan de oren? Klinken ze on pitch?)
- **Zijn er geen verstoringen tijdens het rijden van de trein, door slechte contacten en dergelijke?** (Zet een aantal lange noten achter elkaar en luister of er verstoringen zijn tijdens het rijden. Het stuk rails moet wel zo recht mogelijk zijn.)

De resultaten van de test zijn te vinden in het testrapport.

## 6. Marktperspectief in relatie met kosten

Om het prototype tot stand te laten komen zijn de volgende kosten gemaakt:

Budget:	100,-
Elektrotechnisch gedeelte:	143,47
Werktuigbouwkundig gedeelte:	0,-
Bedrag over:	-43,47

In feiten is het budget (en meer) totaal gespendeerd aan het elektrotechnisch gedeelte, in dit geval had er ongeveer 20,- bespaard kunnen worden aan onderdelen die uiteindelijk vervangen zijn of niet gebruikt zijn.

Bij het werktuigbouwkundig gedeelte was het een ander verhaal: Het hout dat beschikbaar was in de werkplaats mocht gratis gebruikt worden, evenals bevestigingsmaterialen zoals houtlijm en spijkers. Dit alles resulteerde erin dat er niets is uitgegeven bij het maken van het schuifpaneel met de blokjes.

In de toekomst van het product zullen de kosten nog stijgen voor een degelijk eindproduct. Ten eerste hoort een aangepaste trein dan ook tot de kosten (deze werd nu gratis verkregen). Tevens zal het werktuigbouwkundig gedeelte dan ook kosten met zich meebrengen. Het schuifpaneel zou bijvoorbeeld een frees product worden, een andere mogelijkheid zou het spuitgieten van kunststof zijn. Voor de blokjes geldt hetzelfde, dat betekent dat er een zeer groot volume aan materiaal gebruikt zal moeten worden. Daarnaast komen er ook nog assemblage kosten bij kijken voor zowel het elektrotechnisch als het werktuigbouwkundig gedeelte. Al met al betekent dit dat de kosten veel verder zullen stijgen dan de nu verbruikte 97,06 euro.

## 7. Conclusie

### Elektrotechnisch deel

Ondanks de trage start is het werkende prototype toch ontzettend dichtbij. Er is waarschijnlijk bij het omzetten van breadboard naar PCB iets fout gegaan waardoor de totaal print toch een aantal aanpassinkjes heeft moeten ondergaan. Dit is te wijden aan het tijdgebrek waar we ons zelf mee opgezadeld hebben. De print zal snel werkend gemaakt kunnen worden maar niet voor de presentatie. Met een beetje extra tijd kunnen we Peter Peters toch het product leveren waar hij op hoopte.

### Werktuigbouwkundig deel

We hebben veel tijd besteed aan het ontwerpen van het perron. Bij de uiteindelijke assemblage bleek dat het hout wat we gekozen hadden niet de ideale stevigheid bezat die we nodig hadden, waardoor een aantal van de blokjes gemakkelijk brak. Een simpele spijker verhielp dit echter gemakkelijk. Het aanpassen van de locomotief en wagons is goed gelukt en de elektro mannen en dame hebben hierover voor de aansluiting van hun elektronica geen klachten.

### 7.1. Aanbevelingen

#### Elektrotechnisch deel

Het liefst hadden we de totaalprint in een van de wagons verborgen onder een plankje zodat de elektronica niet binnen bereik van de kindervingertjes zou zijn, maar door de constructie van de wagons was dit na overleg met werktuigbouw helaas niet mogelijk met het gereedschap dat ze ter beschikking hadden. Onze aanbeveling is daarom om een wagon te zoeken waarin dit wel nodig is of, als mogelijk, het gereedschap zoeken waarmee de wagon alsnog om te bouwen is.

#### Werktuigbouwkundig deel

Omdat het materiaal waarmee we het prototype van het schuif systeem gemaakt hebben zeker niet optimaal is, is onze belangrijkste aanbeveling om hiervoor in ieder geval een geschikte vervanger te vinden zoals aluminium, plastic of geschikter hout. Verder zouden wagons met een eenvoudigere binnenkant, zoals containers of iets dergelijks, makkelijker zijn voor het wegwerken van de elektronica en boxen.

## Bijlage A

Budgetbeheer	Afgenomen materiaal	aantal	Prijs	totaal
	Budget	1	100	100
Expo groep 2				
	Afstandssensor	1	19,81	19,81
	Breedband luidspreker	1	17,2	17,2
	atmega 16	1	3,69	3,69
	4067, Hef 16 ch multiplexer	2	2,13	4,26
	24way ic socket	2	0,24	0,48
	8way ic socket	1	0,07	0,07
	dual low noise bifet opamp	1	0,67	0,67
	electrolytic capacitor	5	0,4	2
	cermet trimmer sigle turn	5	0,32	1,6
	high speed diode	2	0,01	0,02
	16 mhz kristal	1	0,79	0,79
	voltage regulator	1	0,11	0,11
	10way boxed header	1	0,28	0,28
	polyester capacitor	1	0,46	0,46
	1way crimp socket	0,02	5,9	0,118
	5 mm led tinted lens	4	0,08	0,32
	36way pin header	0,3	0,48	0,144
	Nfet uds 25 v 20ma 360mw	2	0,2	0,4
	frequency comp opamp	1	0,12	0,12
	16k mux	1	29,02	29,02
	potmeters	26	1,5	39
	Totaal excl BTW			120,56
	BTW			22,91
	Totaal			143,47
	Bedrag over			-43,47

