

Hoe kan het gebruik en de interactie van een oplaadpunt voor elektrische fietsen worden verbeterd?

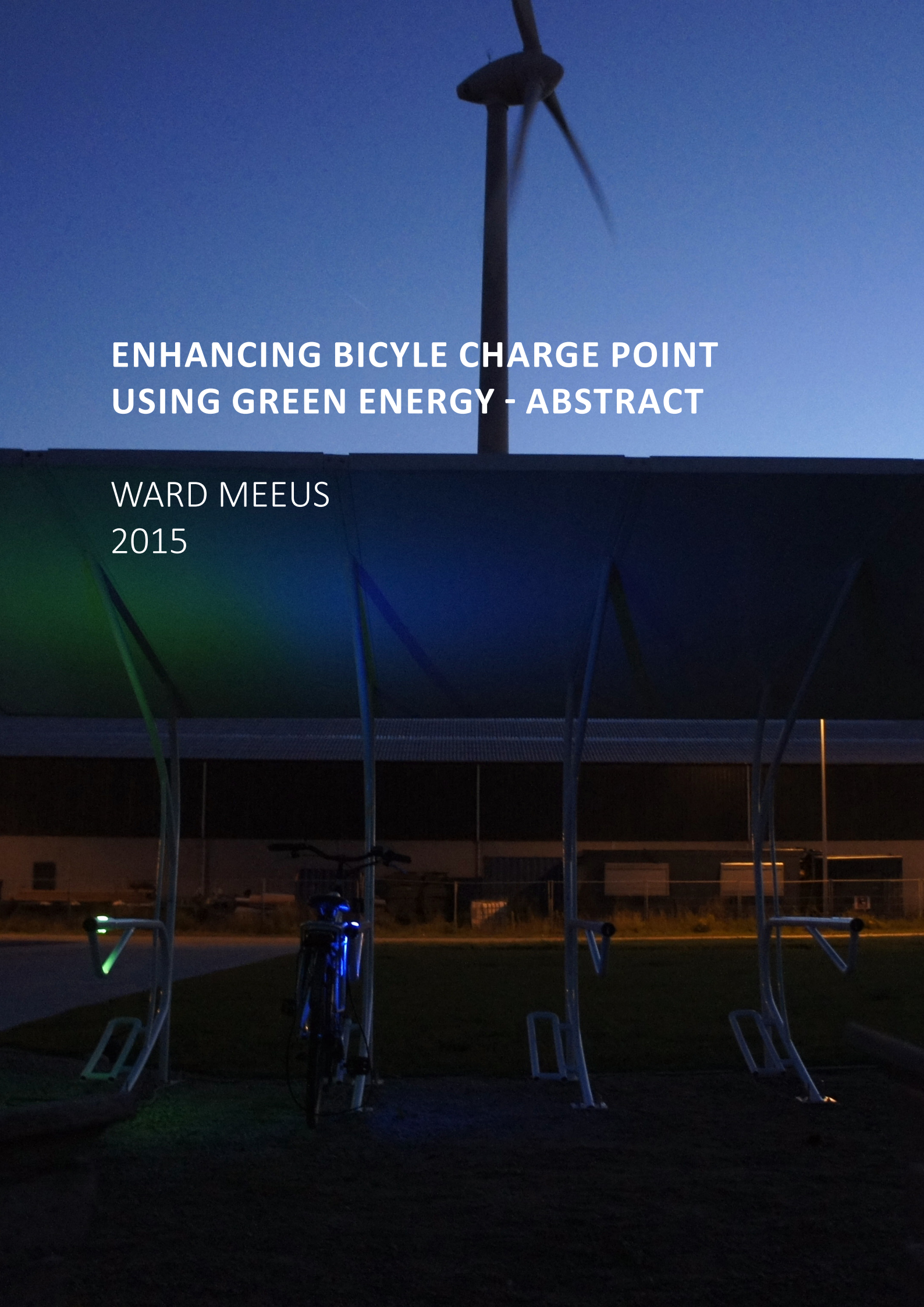
Ward Meeus

Promotoren: Tore Bleuzé, Patrick Naeyaert

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master of Science In de Industriële wetenschappen: Industrieel ontwerpen

Vakgroep Industrieel Systeem- en Productontwerp
Voorzitter: prof. Kurt Stockman
Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur
Academiejaar 2014-2015



A photograph of a bicycle charging station at night. The station consists of several white metal frames, each with a bicycle rack and a charging port. One frame on the left is illuminated with a green light. A bicycle is parked in the central frame. In the background, a large building with a grid-like facade is visible, and a tall wind turbine stands against a dark blue sky.

ENHANCING BICYCLE CHARGE POINT USING GREEN ENERGY - ABSTRACT

WARD MEEUS
2015

BEDRIJFSVOORSTELLING

Naeyaert Solar bvba is een bedrijf dat zich specialiseert in hernieuwbare energie en elektrische mobiliteit. Naast installatie en onderhoud van zonnepanelen en zonenboilers werkt het bedrijf vooral aan totaalconcepten van elektrische voertuigen, oplaadpunten en carports.

Het bedrijf heeft 7 werknemers in dienst en wist in 2013 een jaaromzet van 721 310 euro te realiseren.

OPDRACHT

“Ontwerp een innovatief oplaadpunt voor elektrische fietsen”

ONDERZOEKSVRAGEN

“Hoe kan het gebruik en de interactie van een oplaadpunt voor elektrische fietsen worden verbeterd?”

“Hoe kan informatie optimaal gecommuniceerd worden naar de gebruiker?”

ONDERZOEK

Er werden 2 onderzoeken voltooid om de bovenstaande onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden:

- *Onderzoek naar huidige laadpunten*
Conclusie: Huidige oplaadpunten zijn klaar voor vernieuwing. Er is meestal een omslagtig en moeilijk gebruik, betalend met abonnementen. Ook zijn ze moeilijk te vinden en is er geen interactie aanwezig.
- *Onderzoek naar interactietechnieken*
Conclusie: Zien en horen zijn de zintuigen waarmee realistisch kan geëxperimenteerd worden.

IDEEGENERATIE 1

Hier werden talloze functionele ideeën verzameld. Er werd nagedacht over wat het fiets oplaadpunt onderscheidend kan aanbieden.

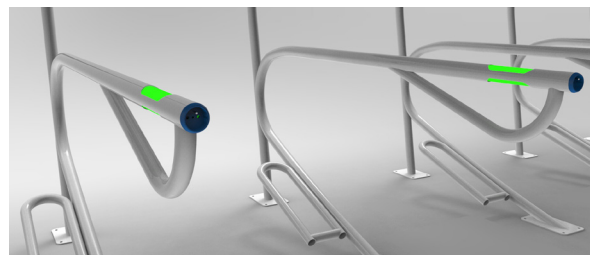
IDEEGENERATIE 2

Hier werd gezocht naar vormgeeflijke mogelijkheden en integratie van componenten. Welke vorm kan gecombineerd worden met welke functie? Welke voordelen heeft dit voor de gebruiker?

IDEESELECTIE 1

Rekening houdend met verschillende aspecten werden de beste vorm-en functionele ideeën geselecteerd en gecombineerd tot een totaal concept:

Een slim fiets oplaadpunt met toevoer van groene energie. Het oplaadpunt interageert sterk met de gebruiker door middel van licht en geluid. De gebruiker krijgt hierdoor een leuke ervaring en tevens ook genoeg informatie om de handelingen vlotter te doen verlopen. De vorm van het oplaadpunt is ergonomisch ontworpen waarbij rekening werd gehouden met veiligheid, duurzaamheid, modulariteit, esthetiek en tal van andere aspecten. Hoe dan ook zijn er beperkingen en moet alles goed afgewogen worden tegenover elkaar.



IDEESELECTIE 2

Na verdere uitwerking en onderzoek van het gekozen concept bleek duidelijk dat het geluid aspect minder sterk uitkwam.

D4UX

Design for user experience, ontwerpen waarbij de gebruiker centraal staat. Op zoek gaan naar meetmethoden om belangrijke informatie over de gebruiker om te zetten naar oplossingen in het ontwerp.

Met als doelgroep Horeca zijn vragenlijsten en gebruikerstesten met zowel benchmarks en prototypes noodzakelijk. Dit onderzoek vormt de basis voor vele beslissingen tijdens het ontwerpproces.



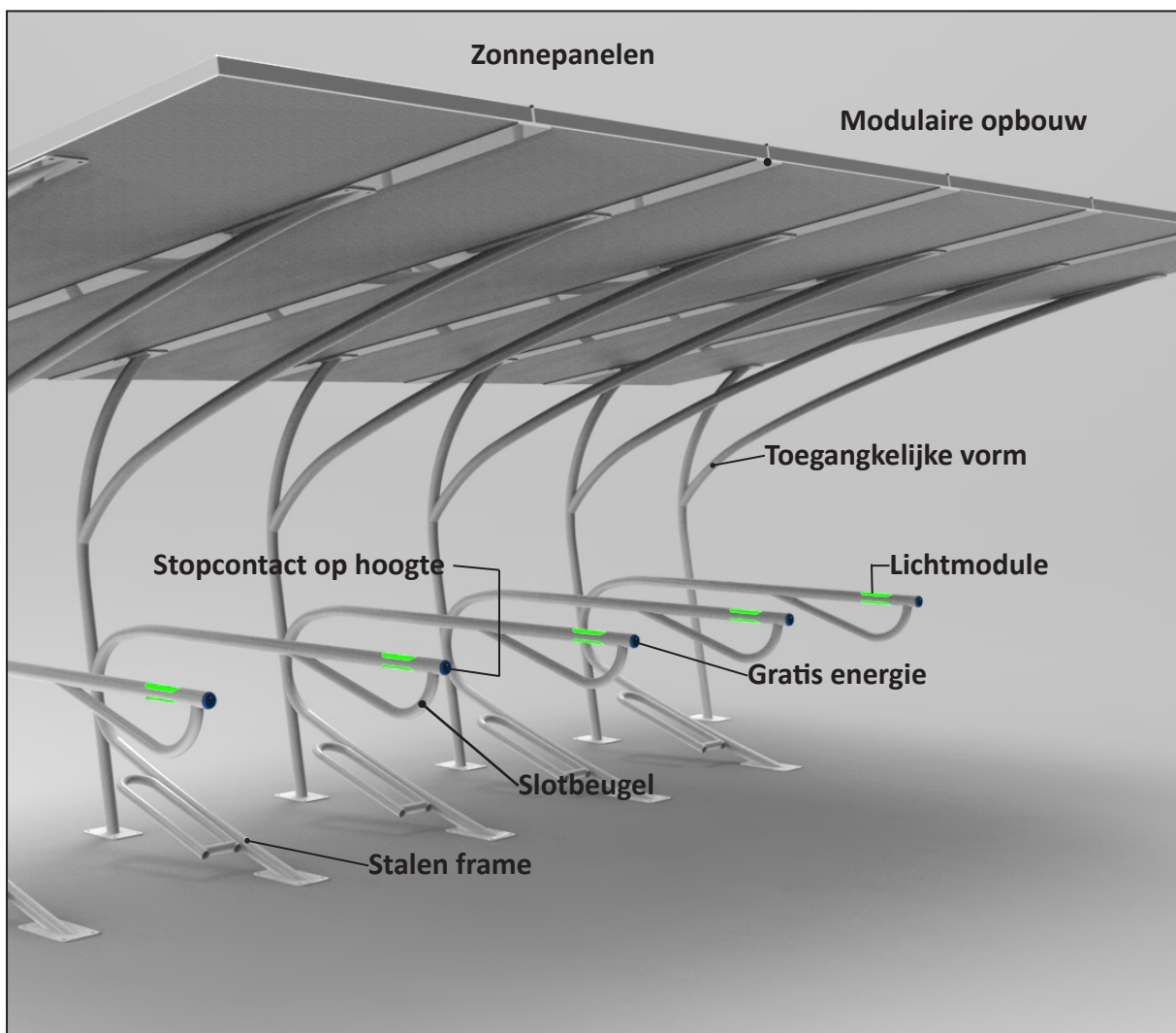
MARKETING

Het fiets oplaadpunt zal werkzaam zijn in de B2B markt. Er wordt geopereerd onder de merknaam "nSolar" met het volgende logo:



KOSTPRIJS

De vaste kosten zijn € 18 500. Daarboven komen nog de variabele kosten per oplaadpunt bij die afhankelijk zien van het verkoopsaantal. De kostprijs aan de doorverkoper is € 1500 per oplaadpunt.



Bicycle chargepoint use and interaction improvement

Ward Meeus, Tore Bleuzé
Dept. Industrial design
Ugent
Kortrijk
Ward.Meeus@Ugent.be

Abstract — This paper will give a detailed description on how to cleverly design a charge point for electrical bicycles focused on user experience. In chronological order we will go from product research and innovation possibilities to tests and conclusion. Practical examples will indicate typical problems and eventually be proof of concept. Towards the end it will become clear that simple design adjustments can change behavior. Some ideas and insights will be proposed towards the future in the final end.

Keywords — electric bicycle; charging; behavior change; interaction; user experience; innovation

I. INTRODUCTION

An electric bicycle, also known as an e-bike, is a bicycle with an integrated electric motor which can be used for propulsion. E-bikes are provided with a battery which can be charged at home, work or specific charging points. These electric charging points are elements in an infrastructure that supplies electric energy.

Nowadays Belgium counts a large amount of electric bicycles. The number of bike charging points on the other hand is not in proportion. Many companies offer the same products and do not distinguish themselves from each other. The design of those products are not always intuitive and at times it leaves the user frustrated and unable to complete simple tasks. This is one of the effects of the high demand of charging points. Since the largest user group is elderly for the moment, the product will have to be adapted to them. Especially if we know that senses of people decrease with age and physical abilities become limited. This makes the execution of common tasks more difficult. This is an important factor which should be considered while designing for user experience. By “experience” we mean all the aspects of how people use an interactive product: the way it feels in their hands, how well they understand how it works, how they feel about it while they’re using it, how well it serves their purposes, and how well it fits into the entire context in which they are using it. If these experiences are successful and engaging, then they are valuable to users.

II. MARKET

There is a great variety of e-bikes available worldwide, same for scooters and motorcycles. E-bikes use rechargeable batteries and the lighter varieties can travel up to 32 km/h, depending on the laws of the country in which they are sold. In this paper we focus on the Belgian market where the pedal support goes up to 25 km/h [1]. An electric charging point is an element in an infrastructure that supplies electric energy for the recharging of batteries. Charging points are equivalents of gas stations, focused on electric vehicles/bicycles. They consist of a connection with the low voltage network (230 V) and a standard switch-plug to attach your E-bike adapter. Every brand has their own specific battery and adapter which has a range of different and special connectors. That confirms the variety of electric charging connector standards.

There is no doubt that electric bicycles are very popular in Belgium and the Netherlands at the moment. The increasing sales every year shows the impact of this new technology. The last few years seniors (65+) took most of those sale numbers, but the average age of the e-biker is decreasing which makes the potential of this type of bike even bigger [2]. If we look into the age categories, we see that 54,1% of the bought e-bikes go to seniors. Remarkably, the 40 - 50 year olds take also a 20,6%, mostly for commuting or weekly shopping. The overall market share of the e-bike in the Belgian bike market increased up to 23,03 % last year. In 2 years time the sales from e-bikes went from 20.000 up to 50.000. Normal city bikes have to deal with a big relapse, but still share 25% of the market. This could mean a conversion between city bikes and electric bikes. This is mainly due to the commuting, which also offers tax advantages.

As battery electric vehicle ownership is expanding, there is a growing need for widely distributed and accessible charging stations, some of which support faster charging at higher voltages and currents than are available from residential systems. Many of the few charging points are on-street facilities provided by electric utility companies or located at retail shopping centers and operated by many private companies. These charging stations mostly have payment systems with mem-

berschips and subscriptions.

The Belgian government will also have to catch up with the European goals for 2020. In the long-term strategy of the European Union (EU), which was decided at the European Council of June 17, 2010, one of the topics was development of clean fuels. The European Commission wants Belgium to provide 21.000 electric charging stations by 2020. At the moment Belgium only counts 319 charging stations, including 207 for cars and 112 for e-bikes and scooters [3]. If we compare these numbers to the Netherlands which have 5.800 public charging point and 2.500 semi-public charging points, we can conclude that Belgium is lagging behind.

To set up charging points in Belgium, there is no need to ask a permission or license. Of course there are some conditions. For example they are forbidden in vulnerable area, a riparian zone or along watercourses. The most important condition is that the charging points can only take a maximum surface of 40 m², which can be compared with approximately 20 bike charging points. If the plans can not meet these conditions, then a construction license should be considered. This is highly depending on the project situation [4]. In the Flemish region there is also no legal obligation for company transport plans. In the Brussels Region it is legally required to set up a company transport plan, with a minimum on bicycle parking places (electric charge point or not). This contains the number of cyclists (employees + visitors) that come to the site, plus 20% [5].

Sustainable transport is also fiscally promoted. Employers in Belgium are required to pay a travel allowance for commuting by bike, which is profitable for the employee. Promoting the bicycle for commuting is 120% deductible for the employer (the bike itself, parking infrastructure, sanitary and changing rooms, maintenance, repair). This means that companies which promote environmentally friendly transport, make a difference not only in environmental terms but also financially. This can also have positive effects on mobility and health. People will cycle more often and longer. This probably doesn't lead to less traffic jam, but to a better accessibility (solution to the car parking problems in many cities or companies). People will get fat less easily and finally, by reducing CO₂ emissions electric cycling can also have a positive effect on climate change.

Image is also a big factor. Elderly are the most important users of the electric bicycle at the moment. Staying mobile and comfort are the key drivers to buy an electric bike. The interest in electric bicycles among other potential target groups, such as commuters and people with chronic diseases, is still relatively low. Many do not find themselves in the target group yet and find this product especially suitable for older and less disabled people. To create a wider market for the electric bicy-

cle it is very important to take the image of the bike into account. Promotion campaigns should be focusing on this aspect clearly. Also a large group indicates to be comfortable with biking on their own strength. From a health perspective this is of course highly desirable. But to clearly bring up other advantages of the electric bicycle, also the current non-cyclists could be addressed. If one could travel longer distances more easy, also longer commuting distances could be travelled with electric bikes. The same applies for visits at greater distances, for which they are currently using other types of transport. This can be replaced by the electric bicycle. Another advantage for e-bikes that can be emphasized is that commuters are not or less sweaty when they arrive at work. Research has shown that this was an important reason for not cycling to work [6]. Promotional campaigns will therefore need to focus on the advantages of the electric bicycle that particularly appeal to the desired target group.

A number of aspects of mobility, health and environment related to electric bicycle use have been discussed now. Various other aspects and topics were left out of consideration. Not everything about electric cycling is positive. For example, casual city bikers indicate to find the electric bicycle too expensive. Not looking at the road safety. The higher speeds which can be achieved with the electric bicycle, can lead to more accidents. Furthermore, a (substantial) increase of electric bikes in traffic can have a large impact on infrastructure. This can cause a greater need for additional battery-charging stations, more bike roads / highways, and more guarded bicycle parkings. The necessary financial resources will have to be available for this.

A. Target group

The most important **target groups** are definitely elderly and commuters. But people with chronic diseases and parents with young children are also potential targets for the electric bicycle. Elderly mostly use the electric bicycle for recreational purposes, commuters to travel up and down to work. Since seniors still take the upperhand, recreational biking will be the focus in the design process. But let's keep the other target groups and younger recreational bikers in mind.

Normally it is not the user of the charge point that will purchase the product. At home, the battery can simply be connected to the low voltage network (230 V), and there is no additional supply needed. This is what most users do nowadays. Theoretically, the end user is not our target group but the purchaser is. However, in practice, we must take both into account during the design process. The purchaser buys an electric chargepoint to offer as a service to the end user and transform this into some kind of profit. Regularly these are city govern-

ments, large companies, catering businesses or other enterprises. It is important to realize that the purchaser of a charging point must be interested in the product. The benefit to the buyer, must be guaranteed and taken into account. Without the end-user, purchasers will also see no potential profit in the product. Therefore it is necessary to find a good solution for both stakeholders. Recreational cyclists, specifically seniors will be taken as target group and catering as additional context.

B. Survey

To get more information about the everyday use of electric bicycles and the users, I started a survey. With a small questionnaire, there could easily be found out exactly what the user needs. This information can be used to improve the quality of the experience in the design.

I have prepared two questionnaires. One for the end user and one for the purchaser of the charging point (see annex 1). They both contain twelve questions about personal experiences with electric biking and charging. 40 surveys were sent to the end-users (people with electric bicycles) and 20 surveys were sent to the purchasers (owners of catering businesses). In total there were 27 responses, including 21 from the end users and 6 from the purchasers.

While selecting the useful information, unity of minds was noticed among the participants. We have listed the key patterns below:

End-users

- Users get scared for flat tires or other broken parts of the bike along the way.
- Most users recharge their batteries at home and avoid long distances with the limitations of the battery and propulsion.
- Users get an uncomfortable feeling when asking if it possible to charge their battery in cafés, restaurants, bed and breakfast, ect.
- People do not know where the charging points are, or how the use them (especially elderly).
- User don't have a safe cycling (speed, icy roads, heavy bike) -and parking experience.
- Some commuters do not need car parkings anymore in big cities and don't have to arrive somewhere all sweaty.

Purchasers

- Most businesses do not have a charging point but do

offer electricity for costumers.

- Little space to charge the removable batteries inside.
- People stay longer to charge their batteries longer.

After research and this small survey, we have the basis to gain more insight on what the user needs. Therefore, we can draft a list of basic demands of the two groups:

End-user

- User friendly
- Easy and simple
- Safe
- Ergonomic
- Informative
- Accessible
- Without subscriptions (free)
- Protected against wind and rain
- Fast

Purchaser

- Adaptable to the available surface
- Only costumers
- Different possibilities/packages
- High "service-level"
- Attractive/aesthetically
- Little/no additional repair costs
- Durable
- Profitable
- Added value to the business
- Affordable investment

These requirements are the basis of starting the design process of the electric charging point. Further small design adjustments will be needed regarding to the user experience. This can only be concluded after several user tests. To start generating ideas it is important to define the problem properly.

Persona's also known as user models are archetypical representations of real or potential users. They represent patterns of users' behaviour, goals and motives, compiled in a fictional description of a single individual. They also contain made-up personal details, in order to make the persona more "tangible and alive". With more specific details, the persona becomes a "real" person which will be the focus of the design. With both users and purchasers, we can make up two personas. These are based on observations of real users and potential purchasers. They are a composite of the most essential behavioral patterns, skills, goals, of the observations. Important to know is that the persona is not a one of the observed users or purchasers, it is a summarizing person. Otherwise it would be a design for only one person. In Annex 2, you can find the two user models.

III. BENCHMARKS

To create an innovative design, it is important to know which products are already on the market and how they take the "user experience" into account. These benchmarks learn us what already exists, which details we should be taken into account, which technology there can be used, how expensive they are, which strategic places there can be captured, how safe and user friendly they are, etc. If we find negative patterns in these benchmarks, we can use them as innovation opportunities.

Several brands offer electric charging points mostly for cars, scooters and e-bikes. These brands like Blue

corner, The new motion, Ecotap, Becharged, EV box, Ecoplug, Siemens or General electric (GE) offer approximately the same products except for additional details. The brands provide a choice between wall, pole, locker, rack or shelter models which can be installed public or private. Depending on the brand you can get different materials or applications like Telenet homespots, basic Led indications, wooden tables, advertising banners and smartphone apps. Almost every electric charging point does contain a payment system with membership cards and subscriptions. Mostly they do not contain an additional bike rack. In terms of user experience, some things can definitely be improved.



Figure 1. Electric bicycle charging point Bluecorner

The reason why companies offer many similar products is because the demand is high for charging stations (increasing electric bike sales). Once this market is balanced, companies will have to be more innovative, which is not the case right now. Most of the products are not equipped against weather conditions (shelter for user), have a cumbersome procedure with printed instructions and paying subscription cards. Some charging poles and wall solutions are separated from the actual bicycle rack which can cause parking and safety problems. The esthetic value from most products is also basic and inconspicuous. That is why most charge points are provided with a function sign.

On the other hand, the additional applications for the charging points ensure a higher attainability and information quality. Some benchmarks are multifunctional, for example, charging points with publicity or promotion possibilities integrated on the roof or walls. Also standalone set ups with solar pannels are very environment friendly and financial favorable. Interactive communication with LED lights has still room for improvement, but certainly has potential in terms of information. There can be adapted to aspects which are still open for innovation. Since interaction and use is the focus in this research, we can these aspects into account during the design process.

IV. INNOVATION POSSIBILITIES AND LIMITATIONS

In collaboration with Naeyaert Solar bvba in Bruges

some possibilities and limitations must be considered from the start. These will eventually be the roots of the idea generation.

Operating experience is an important trump, by experience, the company knows the do's and don't's. An outsider will never see certain insights a company has. Also the company network is an advantage. clients and other relationships can be time-saving. Of course, the more people involved, the more people that have to be taken into account.

Company capital is the basis of the prototype process. Without investment, it is not possible to build good prototypes, set up good tests, which results in bad analysis and designs. Machines, space, labor and materials are all important factors of prototyping -and test phase. With a big investment it is possible to employ more people, make more mistakes and take more time which makes it more comfortable for the designer.

Materials are limited to wood and steel for the rough prototypes, of course other small payable materials are an also an option. Machines are limited to basic metal removal techniques, extrusion is possible but operate within the companies cheaper and recommended.

The **end-user** is one of the most important stakeholder in this research. There will have to be searched for a suitable amount of test persons with a suitable age in the target group. The test results will also be depending on the motivation and collaboration of these test persons.

The **purchaser** also has a big influence. Above all, the charging point must be interesting, payable and profitable for the purchaser. Their reputation has to be confirmed with a good designed product. The purchaser can also provide advice and information.

Every process has their own possibilities and limitations. It is a matter of considering and setting priorities. It is impossible to achieve the most desired product for everything and everyone, so sacrifices will have to be made several times.

V. USER INTERACTION

Many systems are designed with a focus on business goals, fancy features, and the technological capabilities of hardware or software tools. All of these approaches to system design forget the most important part of the process, the user. User-Centered Design takes a perspective of how it will be understood and used by a human user. The result of employing user-centered design to a product is that it offers a more efficient, satisfying, and user-friendly experience, which is likely to increase sales and customer loyalty.

Under “user” we understand everyone who comes into contact with the product:

- Who pays for it?
- Who uses it day to day?
- Who transports or delivers it?
- Who installs it?
- Who sells it to the customer?
- Who repairs it if it goes wrong?
- Who makes it?

So the user is not one person. In this chapter, we focus on the interaction between the end-user (which uses it day to day) and the product.

The purpose of use and interaction improvement on a bicycle charging point is giving the correct information to the user, at the correct time and in the correct form. Besides information, also attract people to the charging point and make it a pleasant experience is part of the purpose.

Information can be given in many different ways. A person can interact with 5 human senses (sight, hearing, taste, smell and touch). Vision is considered the domination sense in humans, while hearing, touch, taste, smell, kinesthetic sense and balance are complementary in most cases, with numerous exceptions. Since taste and smell are not obvious to use in a charge point situation, we can conclude that the user can receive information in 3 different ways:

- By seeing
- By hearing
- By feeling

The intended users typically have less interest in the underlying technologies. Especially elderly, which is the main target group. So the information transmission can better be subtle and simple. Output and input methods are often different. Output might come from audio voices, light colors, screens, displays and others. Input devices may include remote controls, touch screens, movement ect. These are only a few examples of input and output drawn from a much larger set. Choices will have to be made which inputs and outputs can be translated into the charging point design.

Seeing is the ability to interpret the surrounding environment by processing information that is contained in visible light. The possibilities of visual information transfer of charging points are text (reading a manual), images/ diagrams (schematic manual) or light (feedback and confirmation). The results obtained from the survey shows that devious acts are discouraging. Manuals seemed to be one of those frustrations, so there can be concluded that light is a good option for information conversion.

Observable light depends on the intensity, the color

and its form. All of these may have an influence on the transmitted information. According to color codes, indication lights refers to specific information (IEC standard) [7]. These colors give direct feedback on the state of everyday devices. For example on a printer, laptop, car, dashboards, cell phone, ect.

Red stands for emergency, error, off/not on, braking, defect, ect.

Green stands for receiving data, start or on, working, ready, safe, ect.

Blue stands for connected, reset, standby, action, loading, ect.

Hearing is the ability to perceive sound by detecting vibrations. Two main categories of sound have been proposed for conveying information, verbal and non-verbal sounds. Verbal signals can be beneficial due to the minimal learning time necessary. In addition, they can easily convey complex information. The potential downsides are that they may interfere with other verbal communication, and it may take a relatively long time to convey the information.

One promising way to convey information using non-verbal sounds is through auditory icons (recognizable/confirmation sounds). For example, buzzers, alarms, SMS sound, ect. They tend to be more meaningful in a particular user context. However, one drawback with auditory icons is that it can be difficult to find sounds with strong mapping associations. Finding a recognizable sound is clearly a challenge for the designer [8].

Feeling is the physical sensation of touch through either experience or perception. It is proven that touch and kinesthetic sense gain great importance and can be leveled in importance with vision [9]. The sense of touch is responsible for many perceptual qualities such as mass, size, structure, resistance, roughness, pressure, orientation, temperature, etc. Also, most of the major reflexes of humans are based on the sense of touch [10]. Touch is essential as a feedback mechanism in motor control, illustrated by the ease with which we can find the light switch in the dark. Other examples are touching a computer mouse, swiping the glass of your phone, experiencing pain, ect. The use of tactile feedback is still poorly supported in common charging systems, which is not illogical. One of the only contact points on a charging station is your own adapter and the socket.

Old people are vulnerable to accidents, since the senses of direction, vision, touch, hearing and smell decrease with age. Physical abilities become limited, making the execution of common tasks more difficult. This is an important factor which should be considered in the design process. For example, higher light resolution, louder sounds, ect.

VI. BEHAVIOUR CHANGE

We now look at elements that cause behaviour change. With the previous discussed interactions it is possible to convey information and subtle change human behaviour. The feelings we want to achieve while using an electric charging point, is clearness, attraction and fun. We maintain two theories to realize these behaviours.

A. Shikake theory

Shikake is an embodied trigger for behavior change to solve social or personal issues. The mechanism behind a shikake covers a wide range of physical and psychological triggers. Physical triggers are used to ignite psychological triggers, and psychological triggers work as a driving force for changing behavior. The social or personal issues that will be the targets are education to public topics such as crime prevention, traffic safety, and ecological preservation. The shikake-driven method considers a low-tech driven approach which can be created by everyday people without much effort in terms of fabrication cost, expertise, and technology.

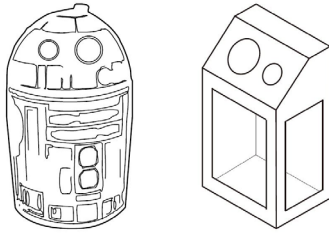


Figure 2. High-tech trash bin and transparent trash bin

Let us consider a simple example of garbage separation. Figure 2 shows a trash bin with a built-in high-tech device that can automatically separate plastic bottles and cans, and a trash bin with a transparent structure. The transparent trash bin encourages people to separate bottles and cans more than a normal, nontransparent trash bin. In the case of the transparent trash bin, what people throw in is visible to others, and that elicits prosocial behavior because people do not want to lose face and thus their self-esteem. Also, the garbage in the transparent trash bin becomes a social norm that many people separated correctly. Deviation from the social norm needs a special reason. In this way, the transparency of a trash bin becomes an effective shikake to make people aware of their behavior.

It is obvious which trash bin is a more realistic approach to garbage separation. For these advantages of both cost and functionality, most social or personal issues can be solved by our behavior.

Psychological triggers affect our psychological preference. The power of social influence has been investigated mostly in experimental settings for decades. Social forces easily alter people's opinions according to Solomon Asch [11]. Conformity increases as a

function of group, which was shown in experimental results where people in a crowd were looking up at a building, and the passersby joined the crowd [12].

Physical Triggers work directly and indirectly. As a direct effect, a physical trigger is realized by good visibility of function that enables people to understand intuitively the usage and expected results. For example, a door with good visibility of function tells people 1) opened or closed, 2) locked or unlocked, and 3) push or pull or slide right/left/up/down. If these functions are obscure, the visibility is inadequate and needs to be improved. A shikake should have good visibility because it has to induce appropriate behavior. Louis Sullivan proposed a principle known as "form follows function", where the shape of an object shows the purpose of the object [13]. A physical trigger as an indirect effect works as an ignition of a psychological trigger. For example, the transparent design of trash bin works as a physical trigger to cause the senses of social proof and self-esteem. In this case, these senses considered as psychological triggers are ignited by the physical trigger.

A simple **shikake case** will help to clarify the concept of Shikae as well as the mechanisms of triggers. Figure 3 shows a fake fly painted on a urinal. Once people (men in this case) see the fly, they instinctively aim at it. The location and type of target are designed to determine the "sweet spot" and to minimize splash back [14]. As a result, spillage is expected to reduce and the facility to become cleaner. We do not need any reason to aim at the fly other than it is fun. We do not have to aim at it, but there is no reason we should not. Followed by the success of the fly target, various repertoires of witty stickers have been produced by various companies. Today, target stickers are widely used in men's restrooms because they are inexpensive and easy to install, just put the sticker at an appropriate position, and it will contribute to making the floor cleaner. The physical shape of a fly causes a psychological trigger to aim at it by instinct. In this case, the fly metaphor for the target and playful challenge of hitting the target are considered as the underlying mechanisms.



Figure 3. Urinal fly

B. Fun-theory

"The Fun Theory" is a campaign that has created a series of successful and effective viral videos that are clever design interventions targeted at influencing behaviour change through making things fun to do. One

of many examples is the ‘Piano Stairs’ a staircase in a Stockholm subway that was made into piano keys which actually played the piano notes as you stepped on them, this encouraged people to take the stairs rather than the escalator (Figure 4). The concept was a success resulting in a 66% increase in people taking the ‘Piano Stairs’ over the escalator on an average day.



Figure 4. Piano stairs

The impacts within ‘The Fun Theory’ are the emotional and affective interaction. The user experience is designed to have an emotional reaction, to encourage engagement through fun. Like any successful parent learns, one way to encourage good behavior, from room-cleaning to tooth-brushing, is to make it fun. Not surprisingly, the same principle applies to adults.

VII. USER TESTS

With regard to electric bicycle charging points we received a great deal of information in the research process (market, benchmarks, related products, documentation of process and endorsements). What I did not receive was much documentation about actual kinds of experiences users had with the existing benchmarks or prototypes. Such documentation comes from usability testing data or customer feedback.

An interface’s level of usability can be measured by inviting intended users of the system to participate in usability testing sessions. During this usability test session, a user is given a series of tasks to complete by using the system in question, without any assistance from the researcher. The researcher records user behaviors, emotional reactions, and the user’s performance as he attempts to accomplish each task. The researcher takes note of any moments of confusion or frustration that the user experiences while trying to complete a task, and also tracks whether or not the user was able to satisfactorily complete each task. Analysis of data from several users provides the designer a means of recommending how and where to re-design the interface in order to improve its level of usability and thus, the user experience in general.

A. Methods and materials

Before we start with building prototypes we first want to know which behavior change we want to achieve

and which methods and materials we want to use. Knowing the behavior of the target group in the current situation and with the current products on the market, it is evident to try to change their behavior positively to create an differentiation from the benchmarks. We know that the benchmarks usually work long-winded with user unfriendly handling, so the behavior changes we want to become are:

- ergonomically simple, easy use and automatic handling without thinking when using the product. What information can the charging point give to the user?
- High service-level, cheap or free recharging without unnecessary cards and subscriptions.
- Fun experience.
- Safe feeling.

The test set-up is a multi-staged problem solving process. This means that I will not only analyse and foresee how users are likely to use a product, but also test the validity of their assumptions with regard to user behaviour in real world tests with actual users. In chronological order basic bicycle rack and stationing tests were followed by testing the benchmarks. Eventually we finished by testing multiple prototypes and reflect them with benchmarks and each other.

Bicycle rack test

Test1 was a basic bicycle rack test which was possible with normal city bikes. This test was form-focussed. Which rack is the most user friendly, which material, measurements, curve, what were the advantages/disadvantages, ect. At the time starting this test there was no specific tool or set-up to measure the emotions of the user. Therefore I basically observed the behavior of the user to capture the high-lighting moments during the test and took notes of any moments of confusion or frustration that the user experienced while trying to complete this test. The beginshape of the first prototype started with the results of this test.

Benchmark test

For the benchmarks test, I took a different approach. Two benchmarks from “Ecoplug” and “Bluecorner” were tested with two different persons. In addition to video material, I prepared a questionnaire of 15 questions (Annex 3). The questions are related to the users feelings while using the benchmark. Each questions contains a set of numbers. Those numbers are points that can be given from 0 to 10. Zero is the lowest score and means that the answer to the question is not true. Ten is the highest score and means that the answer to the question is totally true. At the end, the scores will be aggregated and calculated into percentages. With this method, we can find out which benchmark scores best.

Videos will be captured by 2 cameras, one distance camera and one Gopro camera mounted on the helmet of the user. The Gopro view on the helmet/head of the test person is mainly to analyse what the user is seeing, which way is the user looking, what is the user doing with his hands, how does the user move, ect. In chronological order we start with:

1. Positioning the cameras, the user waits 50 meters away from the benchmarks so they can not prepare there hypothese.
2. Starting the test and filming process. User acts natural and uses the benchmark like in a normal charging situation.
3. User fills in questionnaire

After these steps the videos and questionnaires were analysed and translated into design adjustments.

Prototype tests

After the previous limited and small tests, I will do a more detailed and substantiated test with the prototypes. Human emotions are hard to measure, so we based the final tests on the SSQS (semi-structured qualitative studies) and the SUS (system usability scale) , I re-organised the previous test and created a better insight on the users needs and behaviours. The general structure of the prototype test consists of 3 major parts. Each part contains 3 user tests with a prototype or benchmark. Each step of those 3 major parts, one benchmark or prototype can be eliminated because of the lowest rating.

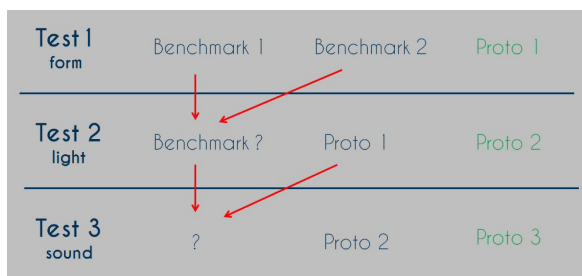


Figure 5. General test structure

At the first part we test the two benchmarks we already tested in the previous section, but now with different test persons and the newer method. Also the first prototype is tested in the first part. We compare these 3 product to each other with the SUS analyse, which gives us different ratings. The two with the highest rating go to the next test part (Test2 light). The purpose to the tests is that the prototypes always come out with a better rating then the benchmarks. If one of the benchmarks scores a better rating then the prototype, then there will be intended to fine-tune the prototype with the necessary adjustments untill it scores better then the benchmarks. This means that the prototype always goes to the

next part of the test. As you can see in figure 5, the final part of the test will be with the better rated prototype.

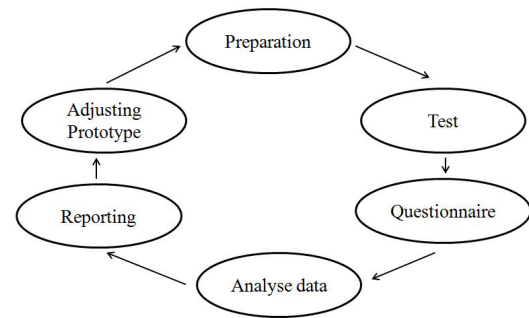


Figure 6. Test part process

The user tests with the prototypes will follow this process. The preparation, test and questionnaire will be carried out for each product by 3 different test persons. This means we will have 3 opinions on every product. For example “Test 1” which is based on the form, will have 9 opinions in total (3 persons per product). At each part of the total test there will be added one product. This means we will have 5 individual tests (benchmark1, benchmark2, prototype1, prototype2 and prototype3). The test part process (Figure 6) was based on the SSQS checklist [15] of questions.

The goal is to simulate a real situation where the user has no clue what to expect. The test-person therefore has to act natural, normal and spontaneous. The second and third prototype (light and sound) will be executed with the technique called “Wizard of Oz”. This is a technique in wich products interact with the test persons and believes to be autonomous, but actually is being operated or partially operated by the researcher. We adjust this by letting the researcher (me) control the movements and timing of the light or sounds used in the test. This will become clear in the next chapter.

The questionnaire is based on the SUS analysis, abbreviation of “System usability scale”. This system provides a “quick and dirty”, reliable tool for measuring the usability. It consists of a 10 item questionnaire with five response options for respondents; from Strongly agree to Strongly disagree [16]. It allows the researcher to evaluate a wide variety of products and services, in this case the charging point for electric bicycles. In Annex 4 you can find the used SUS questionnaire.

TEST 1	Benchmark 1	Benchmark 2	Proto 1
Person 1	SUS score	SUS score	SUS score
Person 2	SUS score	SUS score	SUS score
Person 3	SUS score	SUS score	SUS score
Average SUS score	A. SUS score	A. SUS score	A. SUS score

Figure 7. Test part rating system

According to the general test structure score every benchmark and prototype with the SUS. This means

we have several scores as results where we can calculate averages from. These average SUS scores decide which product scores the best or worst. The product with the lowest average SUS score will not go to the next part of the test. In the SUS questionnaire you can see the opinions of the test-persons are equated to a scale position from 1 to 5. If a person can not answer the question, number 3 is the neutral answer.

B. Results

The test results will be described with the same structure as the previous chapter. We start with the bicycle rack test, next the benchmark tests, and finally the extensive last test with comparing the different prototypes with the re-tested benchmarks.

Bicycle rack test

After testen the 4 different scenarios (Public station, work parking, public place and small catering business) with 2 different test persons (both 50 years old) we concluded some expected and unexpected situations.

Expected situations:

- The handlebars of the bicycles touch each other in a lot of situations. This causes bikes to get stuck into each other, which causes frustrations by the user.
- Some positions of the lock brackets are not in the ideal position to easily wrap your lock around your bike and bracket at the same time.
- Fat tired bikes are not welcome by many bike racks. The slots where the front wheel of the bike is placed, are sometimes not wide enough.

These problems were predicted before the test and can now be confirmed.

Unexpected situations:

- The bicycle pedals sometimes get stuck to another bicycle or the bike rack itself.
- Some bike racks bend the front wheel so that the bike is not rideable anymore. This mostly happens when the bike falls, but the front wheel stays clamped in the bike rack.
- The paint of bicycles get damaged by friction with the rack. Mostly on the lock brackets.
- The user sometimes has to lift the front wheel of the bike in order to place it in the slot of the bike rack. For older people (which is often the case with our target group) this can be difficult.

These problems can be translated into design features. Generating ideas to solve these problems, formed the first prototype. This prototype is based and focused on



Figure 8. Unexpected situations

form and measurements. We want the prototype to be free from the concluded problems like above as much as possible. As you can see in Figure 9, the form is designed with special adjustments. The following features of the design refer to the concluded problems of the bicycle rack test:

- The charging points will be placed 1 meter away from each other, the handlebars or pedals can not get stuck in to each other, or the charging point itself this way.
- The position of the lock bracket is provided in a wide range and in the correct position in case you want to lock your frame back -or front wheel to the construction.



Figure 9. Prototype1

- The front wheel bracket is designed wide enough (150 mm) to fit all kinds of tires. In most situations this will not be necessary, but keeping in mind that the bracket may not be too small either. Otherwise the front wheel has the chance to bend when it falls.
- To prevent paint -or scratch damage to the bike or the charging point, there is provided a rubber shock absorber to the side of the charging point (Figure 13, left corner).
- To prevent the user from lifting the bike high in order to place it in the slot of the bike rack, the front bracket is designed in a position that the user can simply ride the bike into it. As you can see in the figure the front wheel is hardly touching the ground.
- According to my research, I applied a shikake trigger to the design. The front bracket can be seen as a physical trigger which provokes the handling of placing the bicycle in the bracket with the front wheel, which then is the psychological trigger. The user does not think about it, but automatically places the front wheel at its correct position.

Benchmark test

As mentioned before, two benchmarks from “Ecoplug” and “Bluecorner” were tested with two different persons. We consider the product of Ecoplug as benchmark 1 and the product of Bluecorner as benchmark 2.

Benchmark 1

This specific benchmark of Ecoplug has access with a key. The product is built with 2 additional special bike racks, one pole in the middle. Once the charging point has been opened the plugs to charge the battery appear. The pole of the charging point also contains a very small storage compartment, which can be used at own risk it says on a small sticker. The test was carried out by a 76 year old female recreational e-biker. After testing benchmark 1, and analysing the videos and notes, we concluded some expected and unexpected situations.

Expected situations:

- The charging point has a paying system which we won't be able to use.
- The charging point will have shelter above it.
- There will be no additional bike racks.

None of these expected situations were confirmed this time.



Figure 10. Testing Benchmark1

Unexpected situations:

- There was no shelter above or near the charging point.
- To use the charging point, the test person had to go inside the building to ask if it was possible to get the key from the charging point. For getting the key, the test person had to give her identity card.
- The battery of the test person was too big to fit in the small storage compartment, so she put it on top of the pole.
- There was no feedback whether the battery was

loading or not. Except from the battery itself.

- The test person places her e-bike next to the bike rack instead of in it, she did not understand the working of the special turning system of bike rack.
- The test person locked her bike itself with the integrated lock.

After filling in the of the questionnaire (Annex 3) of 15 questions, the test-person gave this benchmark a rating of 61/150, which is a percentage of 41 %.

Benchmark 2

Two bicycle charging points of “Bluecorner” are installed next to a tea room in the village “Stene”. Each charging point contains 6 plugs (for 6 bikes) to recharge the batteries. The product also contains a telenet homespot, a payment system with a prepaid charge card and basic led indications. In front of the charge points there are different bike racks installed (not part of bluecorner charge points). Access to charge is possible by the standard Card Reader with a small display (clients only). The test was carried out by a 49 year old female recreational and commuting e-biker. After testing benchmark 2, and analysing the videos and notes, we concluded some expected and unexpected situations.

Expected situations:

- The charging point has a paying system which we won't be able to use.
- There will be no additional bike racks.
- There is a led indication at each plug.

Not all of these expected situations were confirmed. Only the paying system was correct. The user was not able to use the charging point because she had no membership with bluecorner. We continued the test with the “Wizard of oz” technique.



Figure 11. Testing Benchmark2

Unexpected situations:

- The position of the plug was very far from the position of the battery when placing the bike in one

of the bike racks.

- There was no led indication on each plug. There was 1 for the total charge point which collored green.
- There was no place to put the battery other than the bag attached to the bike itself.

After filling in the of the questionnaire (Annex 3) of 15 questions, the test-person gave this benchmark a rating of 55/150, which is a percentage of 37 %.

Prototype tests

As mentioned before, this test has a different method. We now work with a different questionnaire, based on the SUS. This questionnaire (Annex 4) contains 10 questions witch analyses the emotions of the user at a correct and standard way. Each product is tested by 3 persons this time.

Person1: Female recreative and commuting biker, 49 years old.

Person2: Female recreative biker, 71 years old.

Person3: Female recreative biker, 76 years old.

Following the general structure of this test, we have 3 major parts. In the first part we start with re-testing benchmark1 and benchmark2, and also prototype1.

Benchmark1 and benchmark2 were re-tested with the same procedure as the previous test, only the questionnaire is different. Prototype1 was installed in Bruges but was not yet connected to the general network. We tested the product with the “Wizard of oz” technique. After testing the first prototype and analysing the videos and notes, we concluded some expected and unexpected situations.

Expected situations:

- The users will have less trouble with the position of the plug.
- The users wil place the bicycle in the correct way (front wheel first)
- The users will place their lock around the bracket in the correct way.
- The handlebars of the bikes will have enough space, also the pedals will have space enough and will not touch other bikes or the charging point itself.

Not all of the expected situations can be confirmd. After the test I noticed that the users still have some trouble finding the plug where to connect the adapter. Also the lock bracket is untill now unnecessary, because the users lock their bike with an integrated lock system. The rest of the expected situations can be confirmed.

Unexpected situations:

- The users have trouble connecting the adapter with this little space. They have no place to put their battery or adapter on. The prototype now is only good for people who can charge directly from the bike, not for people who have to take out there batteries to charge.
- The plug is easily accessible and at a good height to plug in the adapter.
- The e-bikes of the users hardly touch the charging point (friction and damage).
- Some of the users let the bike rest against the steel tube, some users let their bike rest on the rear wheel support.

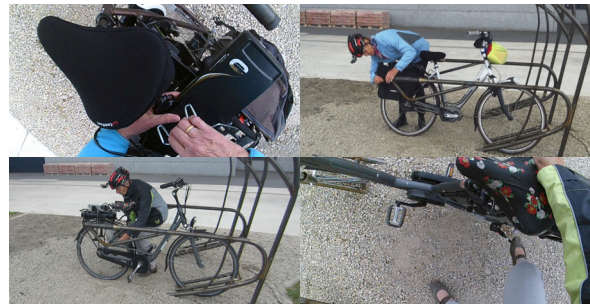


Figure 12. Testing prototype1

After filling in the questionnaires from benchmark1, benchmark2 and prototype1 we become sereval SUS scores which are displayed in the tabel below.

TEST 1	Benchmark 1	Benchmark 2	Proto 1
Person 1	62,5	62,5	60
Person 2	52,5	25	67,5
Person 3	35	37,5	62,5
Average SUS score	50	42	63

Figure 13. SUS scores first test part

If we look at the average SUS scores, Prototype1 scores best which is positive, and benchmark2 scores the lowest. This means we drop out benchmark2 and go to the next part of the test with benchmark1 and Prototype1.

Before we go to the next part of the test, the first prototype has to be adjusted. Prototype2 focuses on interaction and light. Also the problems from prototype1 will be considered and taken into account while re-desinging the prototype.



Figure 14. Prototype2

I integrated light to the steel tube which is positioned close to the power plug. The colors and movement are programmed with an arduino board. Also a motion sensor is integrated to detect if there is a person nearby. When this happens, the light turns green to show te user that the charging point is active (feed forward). This is a second shikake trigger integrated in the design. Next the person plugs in the adapter and with a small switch integrated in the plug, the light turns to blue. This gives the person feedback that the the battery is charging. According to the problem of prototype1 where the plug was not accesible enough, the light will help the user to guide him/her to the plug on the end of the tube.

Now that the prototype is updated, we can continue with the second part of the test. Here we will compare benchmark1 against prototype1 and prototype2. We allready know the SUS scores on benchmark1 and prototype1, so only prototype2 has to be tested. Again after analysing the videos and notes, we concluded some expected and unexpected situations.

Expected situations:

- Users will be more attracted to the charging point
- The users will know more information, which will lead to a positive behavior while working with the charging point.

It seems on the videos and notes that there are no or at least a very small amount of unexpected situations. This might be the result of a very simple design adjustment. Notice that this test is executed partially automated and partially manual. Again the “Wizard of oz” technique is used in this test.

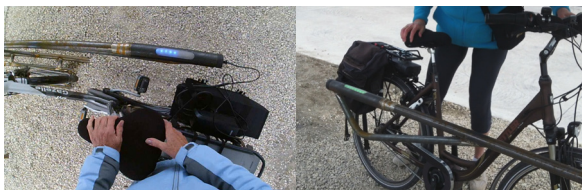


Figure 15. Testing Prototype2

After filling in the questionnaires we become a new tabel with SUS scores which are displayed below.

TEST 1	Benchmark 1	Proto 1	Proto 2
Person 1	62,5	60	95
Person 2	52,5	67,5	85
Person 3	35	62,5	65
Average SUS score	50	63	82

Figure 16. SUS scores second test part

If we look at the average SUS scores, Prototype2 scores best which is positive again, and benchmark1 scores the lowest. This means we dropout benchmark1

and go to the next part of the test with prototype1 and prototype2.

Before we go to the next part of the test, the second prototype has to be adjusted. Prototype3 focuses on interaction and sound. With prototype3 we try something else, to look if this has a special effect on the users. We apply the “fun-theory” true adding sounds to the interactive communication with light. The sound interaction starts when the user places the bike in the front bracket. When the bike is placed, a loud lock sound is emitted. Together with the green light, these two triggers are feedforward to use the charging point (light) and to lock your bike (sound). After the locksound, a specific charging sound is emitted. This is also a feed forward to charge the bike and to plug in the adapter. The user will then finally plug in the adapter of the battery. The moment that the user plugs in, the blue light appears and another specific charging sound is emitted. With this adjustment, the user will get a lot of feedforward, feedback and information. This might be too much, but it can be necessary for elderly and fun at the same time.

This test is executed with a complete form of the technique “Wizard of oz”. This means I did not adjusted the prototype technically. I placed speakers next to the charging point at let the sounds hear at the right moment. The actual prototype does not work automated but is controlled manually by me.

After analysing the notes and videos we can conclude the following situations:

- Some users seem not to understand what the sound really means, but still enjoy the experience. This could be a wrong sound choice
- The sound has to be very loud, especially with elderly. Other wise they just do not hear the sound.

After filling in the questionnaires some feedback of the users was that this sound effect might be fun the first time someone uses it, but not if you want to use the charging point everyday. The SUS scores on prototype3 are displayed in the Figure below.

TEST 3	Proto 1	Proto 2	Proto 3
Person 1	60	95	77,5
Person 2	67,5	85	70
Person 3	62,5	65	77,5
Average SUS score	63	82	75

Figure 17. SUS scores third test part

The average SUS score of prototype2 is still the highest one. Prototype3 scores better then the first prototype which is positive, but still will have to improve if we want the rating to go up. Prototype3 will therefore have to be adjusted in the future. There will have to be decided which are possible outcomes.

VIII. CONCLUSION

The most important thing to conclude is that designing for user experience is never done. There is always a way to adjust the prototype so it gets better. Ofcourse there are several other aspects which limit the the design process.

Working with elderly is not always the easiest task. By testing with this target group, it became clear very soon how limited they are physically, in knowledge, technology and general understanding simple principles. “Keep it simple” and “Less is more” is really adjustable in this situation.

Afterall I can conclude that usage can be improved by designing the charging point with a smart form. By finding solutions for repeatedly occurring frustrations or problems from users, a lot of use advantages can be realised. The interaction can be improved by designing a simple communication tool which helps the users understand their handling. Feedback and feedforward can be translated into an interactive light module.

From the theories I have followed, there can be concluded that the “fun-theory” was less popular or maybe not the strongest design trigger in the charging point. This can be potential for further research. The shikake triggers on the other hand, were subtle integrated in the design and seemed word perfectly. The triggers are intended to attract people to the charging point and guide them in the right direction.

The tests, experiments and theories have proven that simple design adjustments can change behavior and increase the quality of experience. Low cost -and smart solutions can be as valuable as a expensive high-tech approach, if not even more. This light interactive charging point for bicycles can offer a future for the new mobility infrastructure in Belgium.

IX. FURTHER RESEARCH

In the future the sound-concept from the “fun-theory” can possibly provide an upgrade to the design. But this needs further research an development. Financial and technical reasons are keeping this idea conceptual for now. What can be provided in the near future is a solution for people with bikes where the battery has to be removed from the bicycle in order to charge them. Maybe a hinged rack or another solution can solve this small problem. Also an indication for the outlet could be usefull to the users.

X. SOURCES

[1] “E-bike” [online document], available: <http://www.lokalopolitie.be/centrex/nl/faq/wegcode/e-bike.html>

[2] Steven Kins, “More than 400.000 bikes sold in 2013” [online

document], available: http://www.sport.be/cycling/nl/nieuws/article.html?Article_ID=669778

[3] Mathias De Clercq, “Commission meeting” [online report], 22 jan. 2015, available: <https://www.vlaamsparlement.be/commissies/commissievergaderingen/949284/verslag/951078>

[4] Vlaamse overheid, “Spatial planning Flanders” [online document], available: <http://www.ruimtelijkeordening.be/NL/Beleid/Wetgeving/Uitvoeringsbesluiten/Planning/UitvoeringsbesluitVormvoorschriftenRUPs>

[5] BIM, Brussels instituut voor milieubeheer, “Ecomobiliteit” [online document], available: http://documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/IF_Mobiliteit_BVP_BeschikkenOverEenFiestenstalling_NL.PDF

[6] Ingrid Hendriksen, Luuk Engbers, Jeroen Schrijver, Rene van Gijlswijk, Jesse Weltevreden (BOVAG) en Jaap Wiltink (BOVAG), “Elektrisch Fietsen, Marktonderzoek en verkenning toekomstmogelijkheden”, June 2008, p.56

[7] NFPA 79 Industrial Machinery, “Color Coding for pushbuttons, indicator (pilot) lights, and illuminated pushbuttons” [online document], available: <http://www.iprocessmart.com/techsmart/lightcodes.html>

[8] Marcelo Soares and Francisco Rebelo, “Advances in ergonomics in design usability & special populations, part III”, July 2014, p.118-129

[9] Fenko, A., Schifferstein, H.N.J., Hekkert, P., 2010, “Shifts in sensory dominance between various stages of user-product interactions. Applied Ergonomics, 41 (1), p.34 - 40

[10] Shaffer, D.R. (1989). Developmental psychology (2nd ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole publishing

[11] Asch, S. E. 1955. Opinions and social pressure. Scientific American 193(5), p.17 - 26.

[12] Milgram, S.; Bickman, L.; and Berkowitz, L. 1969. Note on the drawing power of crowds of different size. Journal of Personality and Social Psychology 13(2),p.79 - 82.

[13] Sullivan, L. H. 1896. “The tall office building artistically considered”, Lippincott’s Magazine 57, p.403 - 409.

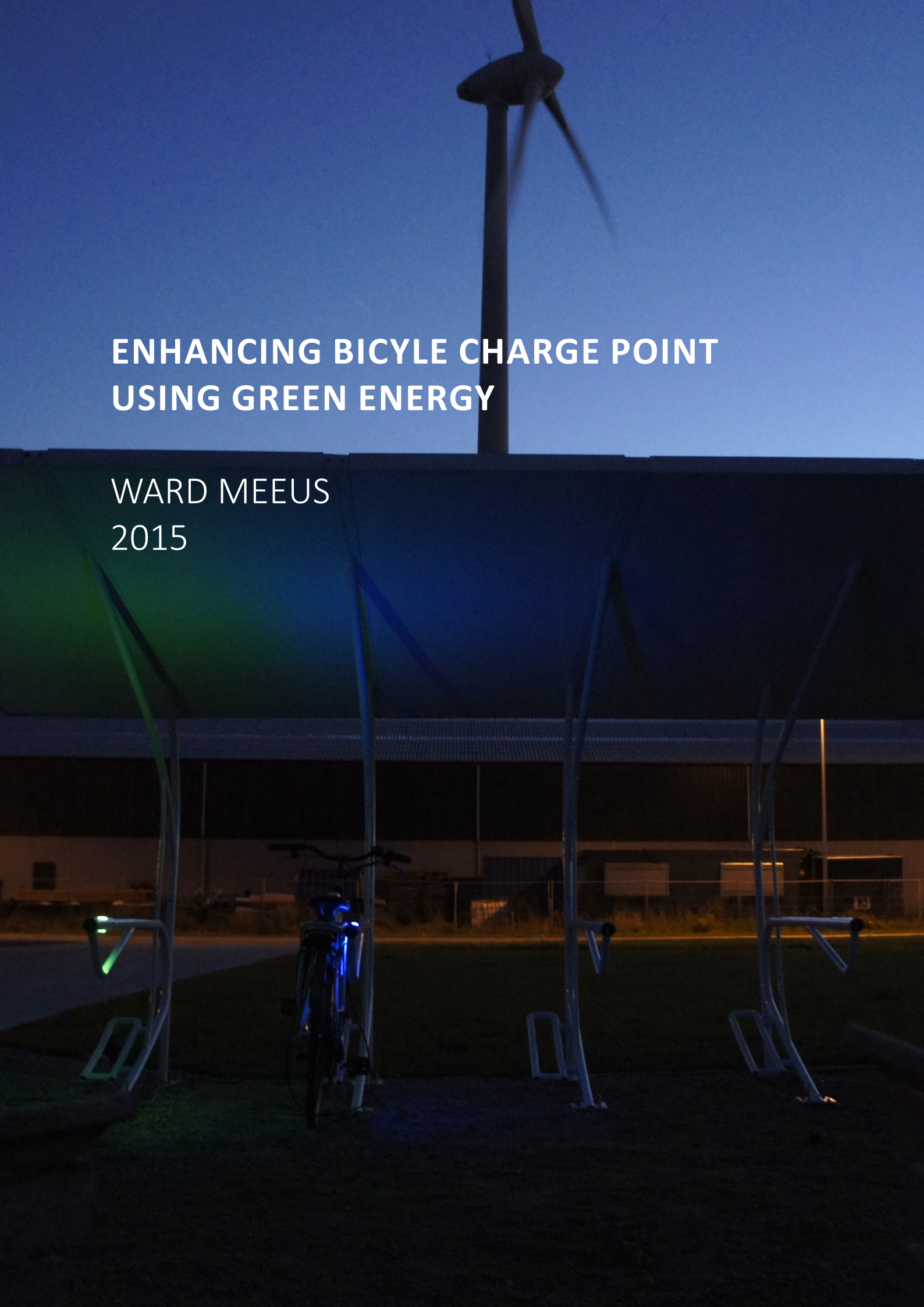
[14] Smets, G. 1995, “Industrial design engineering and the theory of direct perception and action”, Ecological Psychology 7(4), p. 329 - 374.

[15] Ann Blandford, Encyclopedia of Human-Computer Interaction “Semi-structured qualitative studies”, Chapter 52, p. 2697 - 2703.

[16] John Brooke, “SUS - A quick and dirty usability scale”, Earley, READING RG6 2UX, United Kingdom, p. 1 - 7.

ENHANCING BICYCLE CHARGE POINT USING GREEN ENERGY

WARD MEEUS
2015



VOORWOORD

Dit is het dan, het laatste document die ik opmaak om mijn opleiding Industrieel Ontwerpen te vervolledigen. Ik beschouw deze laatste periode als zeer druk en stressvol, maar voornamelijk als een zeer leerrijke ervaring. Daarom ben ik ook ontzettend dankbaar voor het schitterende project waaraan ik mocht werken.

Patrick was nauw bij dit project betrokken en waarschijnlijk de meest enthousiaste ondernemer die ik ooit heb ontmoet. Dank ook aan alle personeel van nSolar die mij gesteund hebben.

Verder wil ik ook Tore bedanken voor de meermaalse en soms confronterende feedback sessies. Hierdoor heb ik duidelijk ruimere inzichten ontwikkeld.

Veel appreciatie ben ik ook verschuldigd aan mijn ouders en alle docenten van mijn opleiding Industrieel Ontwerpen. Zij gaven mijn de kans om een boeiende en leerrijke opleiding af te werken.

Voor u ligt mijn Masterproef, een resultaat van maandenlang hard werken. Ik hoop dat het resultaat van mijn werk zichtbaar mag zijn.

Ward



INHOUD

INLEIDING 5

Bedrijfsvoorstelling
Onderwerp
Wat is een oplaadpunt
Onderzoeksvraag
Stakeholders

ONDERZOEK 7

Markt 7

Fietsenverkoop
Oplaadpunten
Wetgeving
Fiscale voordelen
Gebruikers onderzoek
Doelgroep
Bedrijf

Benchmarks 11

Oplaadpunten
Andere benchmarks
Betaalsystemen
Oplaadtechnieken
nSolar producten

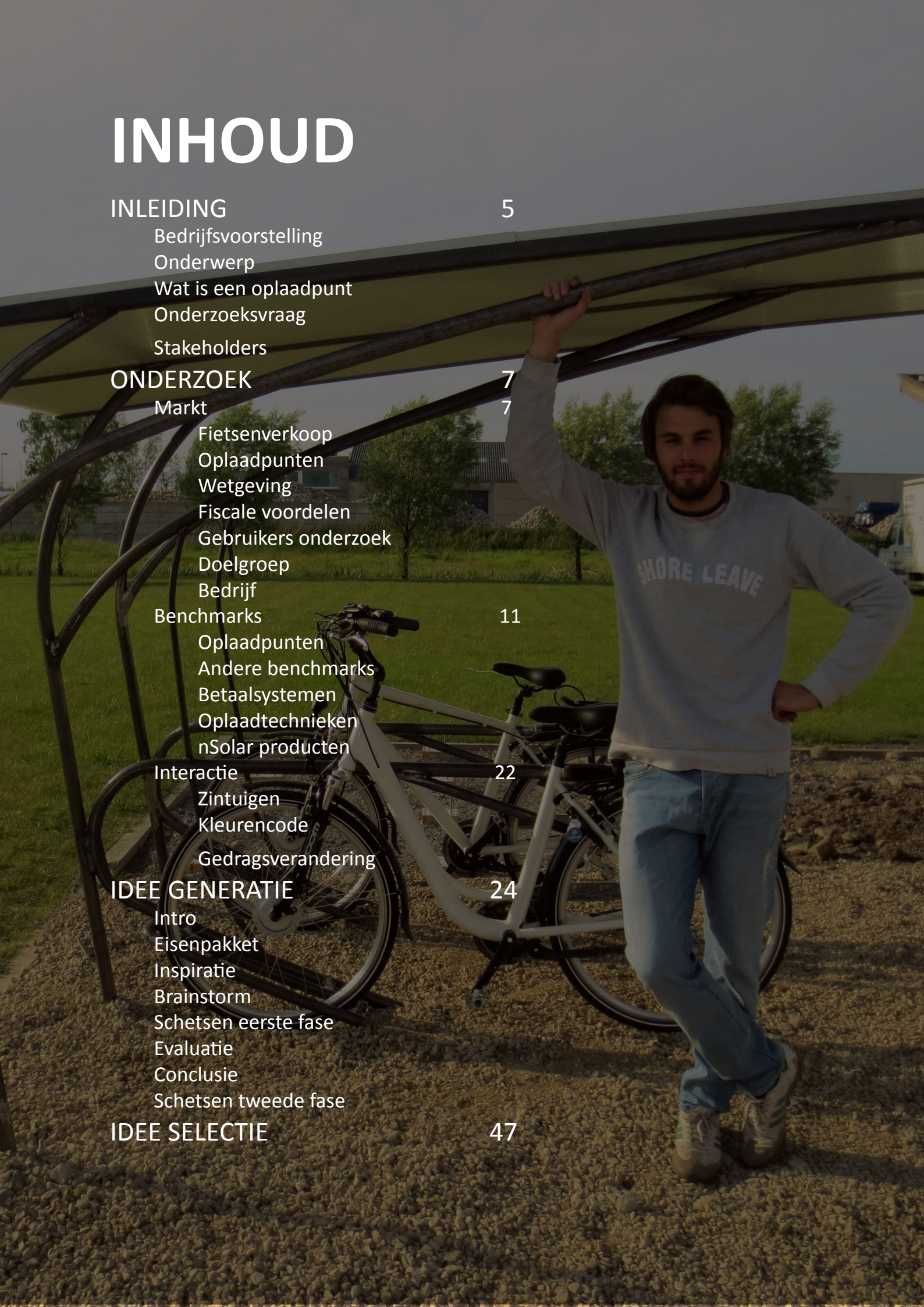
Interactie 22

Zintuigen
Kleurencode
Gedragsverandering

IDEE GENERATIE 24

Intro
Eisenpakket
Inspiratie
Brainstorm
Schetsen eerste fase
Evaluatie
Conclusie
Schetsen tweede fase

IDEE SELECTIE 47



CONCEPT 48

Licht indicatie

Geluidsindicatie

PROTOTYPING 52

Constructie

Prototype1

Prototype2

Mallen en installatie

Lichtmodule 70

Hardware

Software

Behuizing

D4UX 81

KOSTEN 82

Into

Investeringen

Vaste kosten

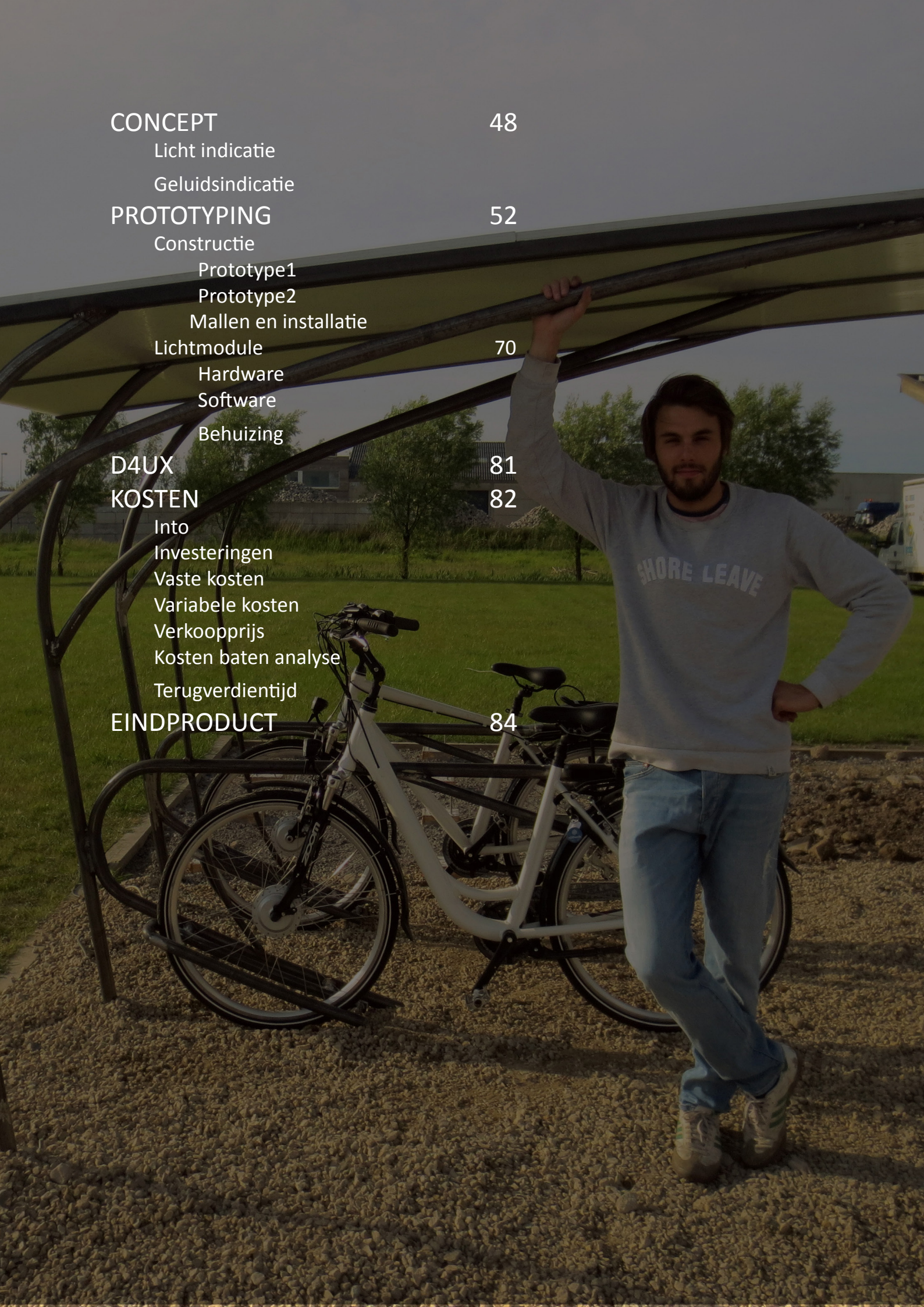
Variabele kosten

Verkoopprijs

Kosten baten analyse

Terugverdientijd

EINDPRODUCT 84



INLEIDING

Onderwerp

Nsolar biedt totaaloplossingen aan voor elektrische voertuigen, oplaadpunten en carports met zonnepanelen of een combinatie van deze. Met de sterk opkomende elektrische fietsen, is er echter nog geen innovatieve totaal oplossing die kan aangeboden worden. Het geschikte moment om er een student industrieel ontwerp op los te laten. De eerste omschrijving van de masterproef luidde als volgt:

“Ontwerp een innovatief oplaadpunt voor elektrische fietsen”

Wat is een oplaadpunt?

Een oplaadpunt is een publiek of privé infrastructuurelement dat elektrische energie voorziet om elektrische aangedreven voertuigen op te laden. Het oplaadpunt is het equivalent van een tankstation, maar gericht op elektrische voertuigen. Een oplaadpunt bestaat uit een aansluiting met het laagspanningsnet en een stroomkabel met daarop een stekker om aan het elektrische voertuig te koppelen. Bij de fiets heeft men vaak voldoende aan een standaard aansluiting van 230 volt. Openbare laadpunten zijn meestal voorzien van een betaalsysteem.

Een oplaadpunt voor elektrische fietsen is niet enkel een voorziening van energie om de batterij van de fiets op te laden. Het oplaadpunt dient voorzien te zijn tegen weersomstandigheden, hierbij wordt aan een constructie gedacht met eventueel zonnepanelen. Ook stevigheid, duurzaamheid, prijs, snel en makkelijk opzetbaar, modulariteit, gebruiksvriendelijkheid en esthetisch aantrekking zijn belangrijke aspecten van de opdracht.

Na een korte introductie in het bedrijf, kan ik meteen van start gaan met mijn masterproef.

De eerste maanden heb ik mij vooral bezig gehouden met markt- en gebruikersonderzoeken.

Aangezien de grootste groep elektrische fietsers een oudere leeftijd heeft, is het belangrijk om het ontwerp toegankelijk en simpel te houden. Dit geldt niet alleen voor de eindgebruiker maar ook de aankoper en andere mensen die er mee in contact komen. Uit deze onderzoeken en ondervragingen kwamen al snel veel ideeën gevloeid. Door de vele aspecten waarmee rekening moet gehouden worden, was het belangrijk een goede structuur aan te houden. Deelproblemen specifiek aanpakken, samenzitten en oplossingen zoeken waren dan ook veel voorkomende activiteiten.

Plots loop je vast en moeten er knopen doorgehakt worden. Prototypen is dan meestal de toegewezen oplossing. Na veel “trial en error” kreeg het concept dan toch vorming.



Met dezelfde gedachtengang als de start van de masterproef is er een filosofie ontstaan. Een meerwaarde duidelijk maken door een toegankelijk, simpel en innovatief oplaadpunt te bouwen waarbij subtiele kenmerken geïntegreerd zitten en het geheel op een slimme manier kan gemaakt en geplaatst worden.

In de eerste fase van de masterproef wordt vooral onderzoek gedaan. Hierbij is vooraf een onderzoeksvraag vast gelegd.

Samengevat is mijn onderzoeksvraag:

“Hoe kan het gebruik en de interactie van een oplaadpunt voor elektrische fietsen worden verbeterd?”

Deze onderzoeksvraag is gebaseerd op Design for user experience (D4UX), een keuzevak die zich naast de masterproef verdiept in het gebruiker-product aspect.

Dit onderzoek dient als basis om in een 2e fase over te gaan naar de echte ontwikkeling en het bouwen van het oplaadpunt.

Stakeholders



- Mezelf, Ward Meeus
- Leider van het project
- Student Industrieel ontwerpen aan de Universtiteit Gent



- Patrick Naeyaert
- Externe Promotor
- CEO nSolar bvba



- Tore Bleuzé
- Interne Promotor
- Docent aan de Universiteit Gent

Naast deze voornaamste stakeholders zijn er nog diverse andere waarmee rekening moet gehouden worden.

De verschillende spelers op de **markt** (concurrentie), De **technologische** vooruitgang (leveranciers en arbeiders), De **organisatie** op zich (Ugent en nSolar) en de **mens-maatschappelijke** stakeholders (eindgebruikers en testpersonen).

In deze masterproef zullen de verschillende stakeholders ook verschillende wensen en eisen hebben. Het is aan mezelf om deze zoveel mogelijk in te lossen. Concreet zijn er 4 verschillende partijen die hier baat bij hebben.

EINDGERBUIKER

Eis: Toegankelijk en gebruiksvriendelijk oplaadpunt voor elektrische fietsen

Wens: Mooi, goedkoop oplaadpunt met een leuke ervaring.

NSOLAR

Eis: Maak een innovatief gebruikersklaar oplaadpunt waarbij de meerwaarde en de vorm en taal van het bedrijf mag gezien worden.

Wens: Simpel en verkoopbaar

UGENT

Eis: Voldoe aan de competenties van de masterproef. Zorg dat je ontwerp een innovatie is en het onderzoek goed onderbouwd is.

Wens: Ontwerp een product waar het bedrijf verdere stappen mee kan ondernemen.

MEZELF

Eis: Voldoen aan de competenties van de masterproef, slagen. Bijleren door te werken aan een groot project met professionele begeleiders

Wens: Een innovatief eindproduct afleveren waarbij alle partijen tevreden kunnen gesteld worden.

ONDERZOEK

Markt

De markt van elektrische voertuigen zit in een sterke groeifase. Vooral België en Nederland zijn zeer actief op deze markt en worden dan ook aanzien als “de fietslanden” van Europa. Met de stijgende verkoop cijfers van elektrische fietsen de laatste jaren, is het duidelijk dat deze technologie een grote impact heeft op onze mobiliteit. Afgelopen jaren werden deze elektrische fietsen vooral verkocht aan senioren of mensen met een fysieke beperking. Merkwaardig is dat de gemiddelde leeftijd van elektrische fietsers alsmaar zakt, wat het potentieel voor deze markt nog groter maakt. Elektrische fietsen worden nu ook gebruikt voor forenzen en jongere mensen met kinderen.

Ik heb mijn research vooral gericht op wie de oplaadpunten gebruikt, hoeveel worden ze gebruikt en wat zijn de meest voorkomende plaatsen en waarom.

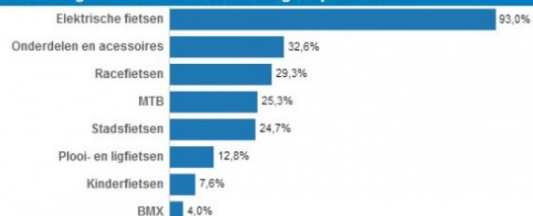
Om te weten te komen wanneer en waarom verschillende leeftijdscategorieën de elektrische fiets gebruiken, heb ik zelf een enquête opgestart.

Fietsverkoop

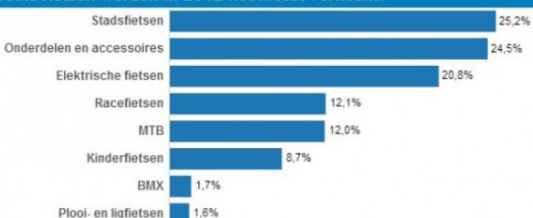
Volgens een recente enquête van Vellofolies zijn in 2013 een goede 406.000 fietsen verkocht in Belgische fietshandelszaken. Dit met een steeds groeiend aantal damesfietsen en elektrische fietsen als sterkhouders. Een marktonderzoek bij de Belgische fietsvakhandel heeft aangetoond dat een fietswinkel in ons land gemiddeld 258 fietsen per jaar verkoopt. Dus exclusief de verkopen via grootwarenhuizen en via internet. De vakhandel verkoopt naar schatting zo’n 70% van alle fietsen. Tussen 2012 en 2013 is de fietsverkoop in de detailhandel met 4,4% gestegen. Dit hebben ze vooral te danken aan de elektrische

fiets, die in 2012 voor een flinke meerverkoop zorgde en de op één na populairste fiets was, namelijk de stadsfiets. Daar kwam vorig jaar verandering in.

Welke categorieën hebben het meest groeipotentieel?



Welke fietsen werden in 2012 het meest verkocht?



De fietsenverkoop in België heeft vorig jaar alle records gebroken in België. Een 436.000 tal fietsen werden verkocht, dit zijn er 30.000 meer dan in 2013 en dus is een stijging van 7,5 procent. Opgesplitst naar type fiets is de elektrische fiets de snelste stijger (+33,9%). Daarna volgen de mountainbikes (+12,4%) en de plooi- en ligfietsen (+11,9%). Ook de gewone stadsfiets en de racefiets stijgen nog met dubbele cijfers (+11,4% en + 10,6%). Bij kinderfietsen is er een stijging met 7,4%.

Opmerkelijk is dat de sprong van de elektrische fietsen vooral te danken is aan de vrouwelijke fietsers. Niet enkel oudere mensen kopen elektrische fietsen maar ook dertigers en veertigers gebruiken ze. Dit vooral voor woon-werkverkeer. De elektrische fiets haalt de stadsfiets dus in, wat kan zorgen voor een switch tussen deze twee types fietsen.

Oplaadpunten

Het is een feit dat het aantal fiets oplaadpunten niet evenredig is met het aantal elektrische fietsen. Er ontstaat een groeiende vraag voor meer toegankelijke oplaadpunten. Veel

van de weinig oplaadpunten zijn geplaatst door elektrisch gerelateerde bedrijven, stadbesturen op privé zaken. Deze oplaadpunten beschikken dan ook meestal over een betaalsysteem met prepaid kaarten en/of abonnementen.



De Europese commissie heeft in 2010 doelstellingen opgesteld in verband met mobiliteit. Zij verwachten dat er in België 21.000 laadpalen geïnstalleerd zullen worden tegen 2020. Dit lijkt nog ver af, als je weet dat België op dit moment slechts over 319 oplaadpunten beschikt. Hievan zijn er 207 voor auto's en 112 voor elektrische fietsen en scooters. Privé ondernemingen die elektriciteit aanbieden als service worden hier niet bij gerekend. Als we dit vergelijken met Nederland die nu 5.800 publieke oplaadpunten ter beschikking stelt, dan loopt België achterop.

Wetgeving

In de meeste gevallen is er geen vergunning nodig om een oplaadpunt te mogen plaatsen in België. Er zijn enkele voorwaarden om dit binnen de perken te houden. De belangrijkste is een maximum van 40 vierkante meter oppervlakte die mag bezet worden. Dit komt ongeveer overeen met een 20 tal fiets oplaadpunten. Andere voorwaarden zijn bijvoorbeeld dat er geen oplaadpunt mag geplaatst worden in ruimtelijk kwetsbaar gebied, een oeverzone of in een 5 meter brede strook langs waterlopen. Verdere specifiekere informatie hierover kan verkregen worden via het platform van ruimtelijke ordening vlaanderen of bij gemeentelijke diensten. Deze vergunningen zijn sterk afhankelijk van de situatie

Ook zijn er voorlopig weinig verplichtingen rond mobiliteit in Vlaanderen. Voor parking en fietsenstallingen moet er bij bedrijven een rapport ingediend worden bij de Federale justitie van mobiliteit. In de Brusselse regio gelden er wel al regels, daar moeten bedrijven van meer dan 100 werknemers een bepaalde formule volgen die het aantal fietsenrekken berekend. Het bedrijf kiest natuurlijk zelf als dit nu gewone fietsenrekken zijn of oplaadpunten.

Fiscale voordelen

Duurzame mobiliteit wordt in België sterk gesteund. Dit wil zeggen dat werknemers vergoedingen krijgen om met de fiets naar het werk te reizen. Iets minder voordelig voor de werknemer, maar deze zijn voor 120 % aftrekbaar (Parking zelf, infrastructuur, Sanitair en kleedkamers, onderhoud, enz.).

Gebruikers onderzoek

Om meer te weten te komen over de eindgebruikers en het gebruik van elektrische fietsen en oplaadpunten heb ik een enquête opgestart. Hierbij kon ik makkelijk aan veel informatie komen en iets meer inzicht krijgen in wat de gebruiker nodig heeft. Als ik met deze informatie kan te weten komen hoe de gebruikers omgaan met het product, weten hoe het werkt, wat ze voelen als ze het gebruiken en hoe goed het in hun context past, dan kan ik deze informatie gebruiken om bij in ontwerp de kwaliteit van de ervaring te verhogen.

In totaal heb ik 12 korte vragen opgesteld, 40 enquêtes verstuurd en gebruikers kunnen bereiken, waarvan ik 20 antwoorden heb gekregen. Van deze uitgebreide vragenlijst heb ik veel belangrijke informatie kunnen putten. De meningen van de verschillende mensen dus ik heb de resultaten in enkele voordelen en nadelen gegoten:

Nadelen

- Schrik voor lekke band. Verder fietsen met een lekke band is vermoeiend met een zware fiets en lege batterij.
- Schrik voor fietstochten van langere afstanden.
- Gevaarlijke fietservering door de soms hoge snelheid. Zeker in de winter met gladde plaatsen op de weg kan dit voor problemen zorgen.
- Onwetendheid over oplaadpunten in de buurt. Vooral niet op de hoogte zijn van de plaats waar ze hun fiets kunnen opladen.
- Mensen zijn op hun hoede voor diefstal van fiets, batterij of batterij-oplader.
- Bij sommige fietsen moet de batterij uitgenomen worden om deze te kunnen opladen
- Te duur voor sommige mensen. De prijzen variëren ongeveer van € 900- € 4.000. Gemiddelde prijs is ongeveer € 1.500.
- Te zwaar voor sommige mensen. Het gewicht van een elektrische fiets is ongeveer het dubbele van een gewone stadsfiets.

Voordelen

- Mensen vinden het handig als ze kunnen opladen op het werk.
- Fit en in beweging blijven op een aangepaste manier.
- Niet bezweet ergens toekomen.
- Elektrisch fietsen heeft een verslavend effect. Door de hogere snelheid vertrekken de mensen telkens later om dan een beetje meer bijstand te regelen op de fiets.

- Boodschappen kunnen zonder extra moeite meegenomen worden.
- Kinderen kunnen vervoerd worden zonder extra moeite.
- In de drukke steden moet geen parkeerplaats meer gezocht en/of betaald worden.
- Fiscale voordelen voor forenzen

Het elektrisch fietsen heeft dus veel voor- en nadelen. Naast deze voor- en nadelen kan het elektrisch fietsen zeer gunstig zijn voor de algemene mobiliteit, gezondheid en milieu. Algemeen zal door de meerverkoop van fietsen er meer actief gefietst worden, wat gunstig is voor de gezondheid van de bevolking. Hierdoor zullen de nu veel voorkomende files waarschijnlijk niet minderen, maar is er wel meer toegankelijkheid in drukke steden. Stimuleren van elektrisch fietsen kan de CO₂ uitstoot verminderen wat dan terug goed is voor het milieu.

De wegveiligheid is een aspect waar we voorlopig nog geen rekening mee hebben gehouden. De hogere snelheden en het zwaardere gewicht van de elektrische fietsen kan leiden tot meer verkeersongevallen. Ook wegen de vele elektrische fietsen door op de infrastructuur van de mobiliteit. Zo zal er in de toekomst een grote vraag komen voor meer fietspaden (fietssnelwegen) en fietsenstallingen. De nodige financiële middelen zullen hiervoor vrijgemaakt moeten worden.

Imago speelt ook een grote rol bij de gebruikers. Mobiel blijven en comfort zijn de belangrijkste redenen om elektrisch te fietsen bij ouderen mensen. Forenzen en mensen met jonge kinderen voelen zich nog te veel buiten de doelgroep omdat ze elektrische fietsen meer vinden voor oude en minder mobiele mensen. Om een grotere markt te creëren is het belangrijk dat promotie campagnes de juiste boodschap overbrengen. Velen voelen zich ook nog fysiek comfortabel bij het

gewoon fietsen, wat vanuit een gezondheids perspectief ook aangewezen is. Maar ook niet-fietsers kunnen aangesproken worden als doelgroep. Als lange afstanden makkelijker kunnen afgelegd worden, zullen mensen ook makkelijker de elektrische fiets nemen.

“De gebruiker” is niet enkel de persoon met de elektrische fietsen die het oplaadpunt gebruikt. Er zijn tal van personen die in contact komen met het oplaadpunt. Wie maakt het product? Wie verkoopt het? Wie betaalt het? Wie transporteert het? Wie installeert het? Dit zijn allemaal verschillende personen die ook als “gebruiker” worden gezien. Een belangrijke van deze personen is de aankoper, want dit is de uiteindelijk klant en koper van het oplaadpunt. Als deze gebruiker geen interesse heeft, dan zullen er niet veel oplaadpunten verkocht kunnen worden. Het is dus zeer belangrijk om met de aankoper rekening te houden in het ontwerpproces.

Doelgroep

Aangezien de senioren de grootste elektrische fietsersgroep is, kunnen we aannemen dat dit ook de groep is waarmee het meest rekening moet gehouden worden. Andere groepen zoals forenzen, mensen met kinderen en fysiek beperkte mensen zijn zeker ook niet uit het oog te verliezen. Oudere mensen gebruiken de elektrische fietsen vaak voor recreatieve doelen. Hierbij worden meestal ook langere afstanden gefietst waarbij af en toe ontspannen wordt. Een van de problemen bij het onderzoek was de toegankelijkheid, mensen met schrik om langere afstanden af te leggen, onwetendheid van bepaalde mogelijkheden om de fiets op te laden, enz. Horeca blijkt dus een potentiële markt te kunnen bieden voor oplaadpunten voor elektrische fietsen. Algemeen worden de doelgroepen dus toegespitst op de recreatiefietsers en de horeca zaken.

Bedrijf

Naast het zelf zoeken naar een potentiële markt voor een fiets oplaadpunt, is het niet onbelangrijk om eens naar de klanten en de markt van het bedrijf te gaan kijken. Naeyaert Solar heeft tenslotte jaren ervaring en hebben door die jaren heen hun netwerk sterk uitgebreid. Het zogenaamde “nLab” kan in 3 onderdelen gesplitst worden: nSolmax, nSolar en nWheels.



Dit onderdeel van het bedrijf spitst zich toe op het aanbieden, installeren en onderhouden van zonneboilers. Persoonlijke netbeheerders voorzien voor de klanten subsidies voor de investering in een zonneboiler.



nSolar is de afdeling waar het masterproef project zich situeert. Dit onderdeel van het bedrijf spitst zich toe op installatie van zonnepanelen, zonnecarports, stand-alone systemen, oplaadpunten of een combinatie van deze. Ook onderhoudservice wordt voorzien. nSolar werkt nauw samen met de IRS Btech groep als leverancier en partner.

I.R.S Btech verdeelt complete waterdichtings-systemen in EPDM dakrubber, zowel voor nieuwbouw als voor renovatie. Dit Belgisch bedrijf is reeds 20 jaar actief op de Belgische markt.

Naast zonnetankstations, zonnecarports en zonnepanelen in het algemeen biedt nSolar ook laadpunten aan voor elektrische auto's, fietsen en scooters. Dit zowel voor openbare toepassing als voor thuis. Voorlopig gebeuren deze oplaadpunten wel in samenwerking met het assortiment laadpunten van de merken Siemens en GE.

Bovendien hebben ze zelf ook een fast charger ontwikkeld voor de Tesla Roadster, dit in samenwerking met de firma Erea.

Veel gemeenten in België geven ook subsidies voor het plaatsen van zonnepanelen, variërend van 125 tot 1250€.



nWheels biedt een breed gamma aan van elektrische fietsen, scooters en motorfietsen alsook diverse componenten voor ombouw naar elektrische aandrijving. Dit voor zowel de particuliere als de B2B markt.

BENCHMARKS

Oplaadpunten

Er zijn tal van concurrenten op de markt op vlak van oplaadpunten voor fietsen. Om een innovatief product te ontwerpen is het belangrijk om deze benchmarks goed te onderzoeken. De concurrerende producten leren ons welke technologieën er bestaan, welke details belangrijk zijn, hoe duur ze zijn, op welke plaatsen ze staan, hoe gebruiksvriendelijk en veilig ze zijn, enz. Elk product heeft zijn voordelen en nadelen. Zoeken naar ontbrekende factoren en patronen in de nadelen en de voordelen van de benchmarks is wat dit onderzoek als doel heeft. Op vlak van verkoopcijfers en potentieel heb ik de belangrijkste benchmarks hieronder opgesomd.

BlueCorner

Blue corner biedt fiets, scooter en auto oplaadpunten aan. Ze richten zich vooral op openbare plaatsen voor installaties. Het bedrijf heeft onlangs een overeenkomst ondertekend met buurlanden, om meer dan 1.200 oplaadpunten op publieke plaatsen te

In België zijn ze officieel verdeler van de volgende merken:

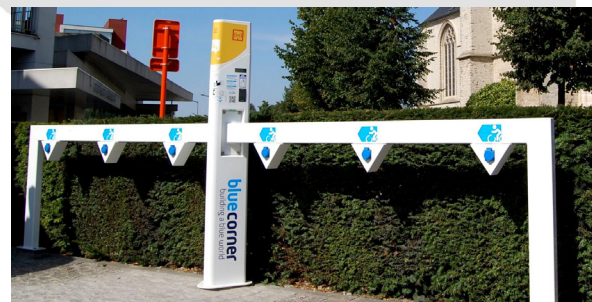
- *Zero Motorcycles*: levert performante elektrische motoren van het type S, DS, SR en FX
- *Govecs*: kwalitatieve scooters made in EU
- *Etricks*: bromfietsen van 45 km/h
- *Oset*: elektrische trial motoren voor kinderen
- *Bizbike*: elektrische bedrijfsfietsen

Algemeen kan er vastgesteld worden dat het “nLab” zowel actief is op B2B als B2C markt. Dit zal dus ook het geval zijn voor het nieuwe oplaadpunt voor elektrische fietsen.

installeren binnen de 2 jaar. Hoofdzakelijke kenmerken van hun producten zijn:

- Mogelijkheid vanaf 3 tot 6 voertuigen op-laden
- Voorzien van een Telenet hotspot
- Prepaid laadkaarten met abonnement
- Basis LED indicatie voor elke connectie (enkel op nieuwste model)
- Stand-alone opstelling of netwerk operatie

De Telenet hotspot geeft de gebruiker de kans om tijdens het wachten zijn/haar e-mails te lezen of het internet te gebruiken. Het abonnement kost 29 euro voor 6 maanden gebruik inclusief btw. De LED indicatie is enkel te vinden op het nieuwste model die nog niet veel geplaatst is. Andere modellen zijn te vinden in de streek rond en in Brugge, ook in andere steden.



Er is een standaard cardreader met een kleine display te vinden op het oplaadpunt. Samen met een bestickerde handleiding geven deze informatie over het gebruik. Een voorbeeld van de handleiding vindt je op de onderstaande afbeelding.



Dit is een van de technisch betere oplaadpunten en ook de meest geplaatste in West-vlaanderen.

Ecotap

Ecotap is een Nederlands bedrijf die ook werkzaam is in België. Naast hun service bieden ze ook systemen aan met zonne-energie. Zowel stand-alone als netwerk gekoppelde systemen. Onderscheidend van andere benchmarks hebben ze ook aandacht voor vandalisme en veiligheid. Zoals de meeste merken bieden ze ook oplaadpunten voor auto's en scooters aan. Voor elektrische fietsen bieden ze wandmodellen aan, paalmodellen en stand-alone modellen met zonnepanelen.



Bijkomende opties zijn mogelijk:

- USB connectie om telefoon of andere apparaten op te laden
- Leverbaar met passen houten picnicbank of hangtafel
- Ze installeren op privé plaatsen en op publieke plaatsen
- Een smartphone applicatie voor extra informatie

Alle opties die ze aanbieden zijn betalend en bruikbaar met een laadpas of abonnement. Ecotap voorziet wel een vergoeding per kWh als de aankoper zijn oplaadpunt als "openbaar" aanbiedt zodat iedereen met een Ecotap laadpas het oplaadpunt kan gebruiken. De smartphone applicatie voorziet informatie over de locaties van de oplaadpunten, de start en het einde van een transactie. Dit oplaadpunt wordt vooral in Nederland geplaatst.

BeCharged

BeCharged is een bedrijf die veel dezelfde eigenschappen bevat als de andere benchmarks. Bijvoorbeeld bieden ze ook wandmodellen en paalmodellen aan, voor privé en publieke plaatsen, voor auto's, fietsen en scooters. BeCharged levert wel een grote bijdrage aan de oplaadmarkt. Ze hebben verschillende projecten afgewerkt in de Benelux, nu proberen ze uit te breiden naar Europa en Azië. Wat hen kenmerkt is dat ze wel in verschillende materialen leveren. Bijvoorbeeld kan je een auto oplaadpunt in polycarbonaat verkrijgen, maar ook in aluminium.



Ook LED lichtjes voor interactieve communicatie is voorzien op sommige oplaadpunten (vooral fietsen en scooters), samen met een handleiding in stickervorm. Ook dit bedrijf werkt met een laadpas en abonnement systeem. Hierbij kost het abonnement tussen de 5 en 10 euro voor 1 maand.



In het verleden heeft BeCharged al samengewerkt met nSolar i.v.m. een overdekt oplaadpunt voor auto's en scooters.

Blue-bike

Blue-bike biedt een service aan voor pendelaars in grote steden. De service is een uitleendienst van verschillende stations in België. Hasselt, Gent, Antwerpen en Leuven zijn bijvoorbeeld voorzien van enkele Bluebike stations. De elektrische fietsen worden uitgeleend aan de hand van een abonnementen systeem waarbij je online kan inloggen. De punten zijn 24/7 open en wordt automatisch herladen.



Dit initiatief wil zeggen dat er een markt is voor pendelaars, maar die misschien niet genoeg willen investeren in de aankoop van een elektrische fiets.

Ecoplug

Ecoplug is een kleinere speler op de markt. Moeilijkheden die de gebruiker ervaart nemen ze onder handen in hun producten. Veilige oplaadpunten is hun onderscheiding. Ze bieden oplaadpunten aan met veilige lockers om de adapter in te bewaren. Vooral ook overdekte oplaadpunten is een meerwaarde die dit merk aanbiedt. Bijkomende opties:

- Promotie banner
- Sleutelslot, kaart of SMS mogelijk om toegang te krijgen tot het oplaadpunt

De "e-shelter" is hun belangrijkste product. Het afdak bedekt de gebruiker hier niet alleen tegen weersomstandigheden maar kan ook verhuurd worden als publiciteit.



Conclusie

Na het dieper in gaan op de benchmarks van oplaadpunten voor elektrische fietsen zijn er enkele dingen opgevallen. Er is veel concurrentie op de markt die veel dezelfde producten aanbiedt. Dit is één van de vele gevolgen die de stijgende verkoop van elektrische fietsen met zich meebrengt. Vele bedrijven vertrekken vanuit hetzelfde concept, behalve enkele details (materiaal, interface...). Daar is zeker niets mis mee, maar dit kan en zal niet blijven duren. De hoeveelheid oplaadpunten loopt nog sterk achter op het aantal elektrische fietsen die actief zijn. Dit wil zeggen dat de vraag naar oplaadpunten momenteel zeer hoog is, hoger dan het aanbod. Met als gevolg dat

veel bedrijven dezelfde producten kunnen aanbieden aan dezelfde prijzen. Eens deze markt in balans zal komen en het aanbod gelijk zal zijn aan de vraag, dan zullen enkele bedrijven ofwel hun strategie moeten aanpassen om nog te kunnen concurreren. Hierbij zullen de marktleiders en de innovatieve bedrijven overeind blijven en zal het niet meer zo makkelijk zijn om dezelfde producten aan te bieden. Als de Belgische overheid een elektrisch mobiliteits systeem zal doorvoeren dan zullen de klanten geïnteresseerd zijn in een betrouwbaar bedrijf met capaciteit.

De innovatie is door hoge vraag niet optimaal, dat is ook te merken. De meeste oplaadpunten zijn niet voorzien van weersomstandigheden (onderdak voor gebruiker), een omslagtig gebruik met handleidingen, laadpasjes en abonnementen. Vele oplaadpunten staan los van de fietsenrekjes ervoor, waardoor twee producten moeten voorzien worden. Dit zorgt soms voor problemen als mensen hun gewone fietsen in deze rekken plaatsen. De esthetische waarde van de meeste oplaadpunten is ook zeer bescheiden en onopvallend. Daarom moeten soms signalisatieborden worden gebruikt om aan te duiden dat het wel degelijk een oplaadpunt is.

Ook zijn er positieve aspecten zoals bijvoorbeeld de smartphone applicatie die informatie over de oplaadpunten kan weergeven. Toekomst gericht kan dit zeker een meerwaarde bieden, voorlopig zal dit nog moeilijk verlopen vanwege de veeltallige oudere gebruikers. Sommige benchmarks zijn multifunctioneel, bijvoorbeeld oplaadpunten met publiciteit en promotie mogelijkheden. Constructies met zonnepanelen zijn zeer milieuvriendelijk en de kost van het oplaadpunt kan terugverdiend worden na bepaalde tijd, indien de opstelling stand-alone is dan hoeft er geen extra elektriciteitsvoorziening plaats te vinden. De interactive communicatie met Led lichtjes heeft voorlopig nog plaats voor verbetering, maar kan in de toekomst zeker potentieel bieden op vlak van informatie.

Andere benchmarks

Er zijn enkele eisen die nu al kunnen vastgelegd worden. Mede door het bedrijf, gebruikers en mezelf kan al vastgesteld worden dat er een voorziening moet komen om de fiets te kunnen plaatsen en tegen weersomstandigheden. Daarom heb ik de benchmarks van deze onderdelen ook onderzocht.

Fietsenrekken

Op vlak van fietsenrekken kan je alle richtingen uit. Er zijn ongelooflijk veel mogelijkheden qua vormen, materialen, grote, systemen, enz. Wat een oplaadpunt nodig heeft is vooral een handig en veilig fietsenrek die makkelijk in gebruik is en in de lijn ligt van de rest van de onderdelen.

Laten we beginnen met het simpelste voorbeeld die bijna op iedere openbare plaats te vinden is.



Vaak zijn deze fietsenrekken beurteling hoog en laag om te vermijden dat de fietssturen tegen elkaar zitten tijdens het plaatsen. Dit is niet altijd succesvol, want een stuur zit niet altijd op dezelfde standaardhoogte. Bovendien zitten er vaak rem- en versnellingskabels aan een stuur die dan verward kunnen raken in het stuur van een andere fiets.



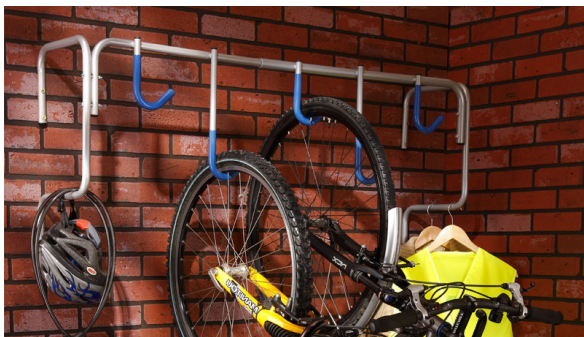
Er zijn enkele basisvarianten van dit fietsenrek mogelijk. De eerste variant is de fietsklem. Deze constructie wordt meestal toegepast bij het plaatsen van enkele fietsen.



Een erkend nadeel van veel fietsklemmen is dat het wiel kan krombuigen als er tegen de fiets wordt geduwd. Veel fietsers maken dan ook liever geen gebruik van een fietsklem.

Andere varianten zijn:

- Rekken waar men het stuur op een haak moet leggen.



Deze fietshaken worden algemeen meer op privé plaatsen gebruikt zoals thuis omdat er een hoge constructie vereist is en het sluiten van de fiets gaat met een haak minder vlot. Voordelen hiervan zijn dat er minder oppervlakte verloren gaat. Daarom wordt deze toepassing meestal ook op treinen gebruikt.

- Fietsleunhekken waar men de fiets zijdelings tegen aanzet. Wanneer deze van gebogen metalen pijp gemaakt is hebben ze vaak een min of meer origineler ontwerp. Deze constructies worden soms wel eens "nietjes" genoemd.



- Fietsenrekken met beugels. De beugels worden vooral voorzien om de fiets met een slot aan te kunnen bevestigen tegen diefstal.



De fietsrekken met beugel zie je veel in stations of andere plaatsen waar zeer veel fietsen staan. Dit is een van de betere constructies tegen diefstal.

- Rubber fietsstaanders. Ook een van de veel voorkomende rekken, waar de opstaande middenbuis tussen het rubber komt te staan.



En zo kunnen er wel nog honderden andere voorbeelden gegeven worden. Er bestaat een brede waaier aan fietsenrekken in allerlei vormen. Het materiaal bij de basismodellen meestal wel gelijkaardig, namelijk thermisch verzinkt staal. Dit materiaal is duurzaam door de lange levensduur en volledig recycleerbaar.

De belangrijkste zaken bij het ontwerpen van een fietsenrek is dat het zeer duurzaam is. De constructie moet minimum 10 jaar lang kunnen meegaan anders zijn deze de moeite niet om te plaatsen. Voor de gebruiker is het belangrijk dat de sturen niet in elkaar haken. Dit is een veel voorkomend probleem die soms frustratie kan opwekken bij de gebruiker. Ook moet er rekening gehouden worden met de beschadiging van de fiets, en ook van het rek zelf. Lakschade en roest kunnen zorgen voor minder lange levensduur van beide fiets en rek. Om een fietsrek te ontwerpen zijn er naast deze aspecten 2 belangrijke basisvoorzieningen nodig. Enerzijds moet het voorwiel mooi kunnen bevestigd worden zodat de fietsbeweging minimaal is. Anderzijds moet de slotbeugel zich op de juiste positie bevinden om geen moeilijkheden te ondervinden tijdens het sluiten van de fiets.

Voor de rest kan er relatief vrij ontworpen worden qua vormgeving. Hieronder enkele voorbeelden.



Afdaken

Een van de wensen van het bedrijf nSolar waarmee ik samen werk aan de masterproef is een voorziening tegen weersomstandigheden gecombineerd met zonnepanelen. Een combinatie van oplaadpunten en zonnepanelen in de vorm van een afdak is niets nieuw, maar weinig benchmarks hebben dit onder hun aanbiedingen. Zonnepanelen worden voorlopig op carports gelegd met de optie om een auto op te laden.



Los van de zonnepanelen zijn er veel mogelijkheden qua vorm, materiaal en technieken. De meest gebruikte materialen zijn vooral Staal en hout. Soms wordt aluminium gebruikt voor gewichtsreductie, maar staal is iets sterker, stijver en goedkoper dan aluminium. Een groter nadeel van staal is dat het sneller roest in buitenstaande omgeving, maar met de juiste nabehandeling kan dit opgelost worden. Hout is een materiaal dat veel gebruikt wordt bij autocarport constructies. Fietscarports of fietsafdaken mogen op zich slanker geconstrueerd worden. Daarvoor zijn staal en aluminium een geschikter materiaal. Bovendien bieden deze materialen vormgevelijk meer mogelijkheden.



Om de constructie van afdaken technisch te gaan vergelijken met elkaar wordt het moeilijk wegens de zoveel verschillende mogelijkheden. Belangrijk is echter dat deze stevig, robuust en duurzaam is. Daarom is dan ook een stevige verankering in de grond noodzakelijk.



De overkapping in geval er geen zonnepanelen kunnen of zouden gebruikt worden wordt hoofdzakelijk opgelost door kunststof platen. Hierbij is polycarbonaat en acrylplaat (plexiglas) mogelijk in de vorm van kanaalplaten en masieve platen. Ook glas en polyester horen tot de mogelijkheden. Sandwichplaten zijn moderne platen die ook voor deze toepassingen kunnen dienen. Aangezien de voorkeur bij zonnepanelen ligt, gaan we hier niet verder op in.

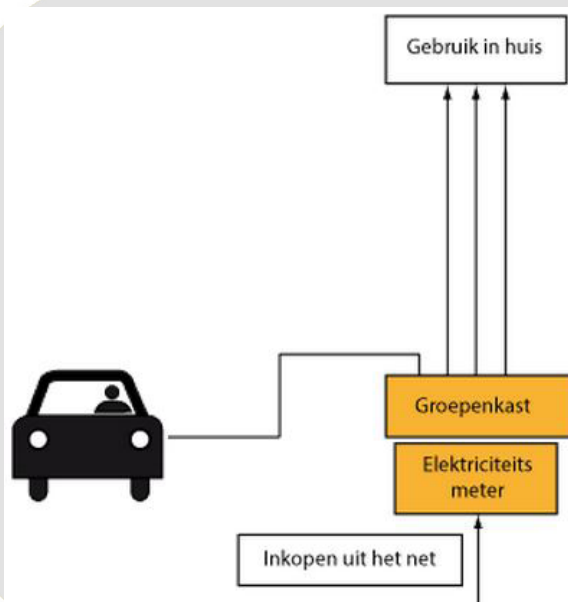
Betaalsystemen

De batterij opladen van de auto, scooter of fiets wordt gezien als “elektrisch tanken”. Net zoals overall, moet er voor deze elektriciteit betaald worden. De keuze van een betaalsysteem is gedeeltelijk afhankelijk van de locatie. De betaalsystemen zijn te groeperen per type terrein.

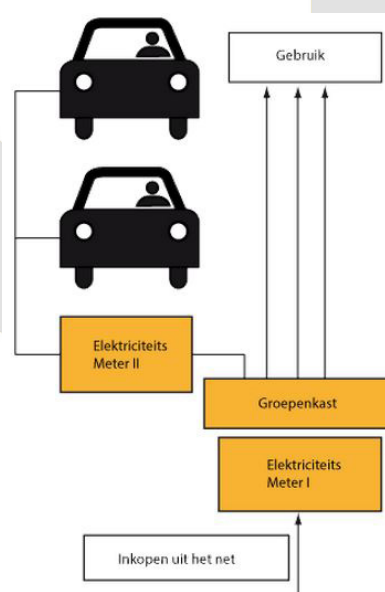
Betaalsysteem	Privé terrein	Bedrijfsterrein	Openbaar terrein
Elektriciteitsmeter	X	X	
Separate elektriciteitsmeter	X	X	
Laad pas		X	X
Prepaid pas		X	X
SMS			X
Plug & Charge		X	X
RFID/NFC		X	X

De **elektriciteitsmeter** wordt meestal gekoppeld aan een bedrijfspan. Tussen de groepenverdeling en de openbare elektrische infrastructuur bevindt zich de elektriciteitsmeter waarop periodiek de meterstand

wordt afgelezen. Op basis van het verschil van de meterstanden voor en na het energiegebruik, wordt dan afgerekend bij de energieleverancier en het netwerkbedrijf hoeveel er moet betaald worden. De gebruikte elektrische energie voor het elektrisch vervoer vormt een onderdeel van het totale energiegebruik van het gebouw.



Een **separate elektriciteitsmeter** wordt soms gewenst voor een oplaadvoorziening of een reeks oplaadvoorzieningen. Hiermee wordt het elektrisch energiegebruik van elektrische vervoermiddelen makkelijker inzichtelijk. Ook hier wordt periodiek de elektriciteitsmeter afgelezen op basis waarvan betalingen worden verricht.



Bij de tweede afbeelding wordt het energiegebruik gemeten aan meter I afgetrokken van meter II. Door het verschil te nemen van de meterstanden tussen meters I en II wordt duidelijk wat het elektrisch energiegebruik is van het gebouw exclusief de elektrische energie benodigd voor het opladen van de elektrische voertuigen.

Een bekend betaalsysteem is een **betalpas**. Bij de ontwikkeling van het pas-betaalsysteem is gebruik van het Centraal Interoperabiliteits Register (afgekort: CIR) noodzakelijk. Deze databaserver verzamelt en verstrekt ID-nummers aan passen. Hierdoor kun je een pas gebruiken bij oplaadfaciliteiten van aangesloten aanbieders. De laadpassen zijn doorgaans uitgerust met een RFID- of NFC-technologie om met de laadvoorziening te communiceren. De laadvoorziening wordt gestart met de pas en ook beëindigd met de pas.



Bekend zijn ook **prepaid** betaalmogelijkheden. Met behulp van een prepaid pas wordt eerst krediet gereserveerd op de kaart of bij de aanbieder. Daarmee kan de gebruiker zijn elektrisch vervoermiddel opladen bij aanbieders. Als het opladen gereed is, wordt een bedrag van de prepaid kaart afgehaald. Met dit systeem betaal je vooraf in plaats van achteraf.

Via **SMS** betalen voor afgenomen elektrische energie is ook mogelijk. De gebruiker meldt zich aan bij de aanbieder voor de SMS-betaalmogelijkheden. De oplaadvoorziening (laadpaal) is uitgerust met een unieke identificatiecode die de gebruiker SMS't naar de aanbieder. Na authenticatie van de identificatiecode en de gegevens van de gebruiker wordt het laadproces gestart. Als de auto is

opgeladen kan middels een SMS het laadproces weer worden gestopt. Verrekening van de afgenomen energie vindt direct plaats na het opladen of periodiek waarbij de laadtransacties zijn verzameld.

Bij **Plug & Charge**-betaalsystemen zijn geen passen of doorgeven van meterstanden noodzakelijk. Door de auto of laadkabel uit te rusten met een chip waarop alle authenticatiegegevens zijn opgenomen kan er informatie-uitwisseling plaatsvinden tussen de auto/laadkabel en de oplaadvoorziening. De enige handeling die de gebruiker moet verrichten is het bevestigen van de laadkabel aan het elektrisch vervoersmiddel en de oplaadvoorziening.

RFID of Radio Frequency Identification is een technologie die op radiogolven is gebaseerd. Daarbij is het mogelijk om op afstand informatie op te slaan of af te lezen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van tags die in een pas, laadkabel of auto zijn ingebouwd.

NFC of Near Field Communication is een variant op RFID-technologie. RFID kan alleen informatie opslaan en verzenden in één richting, NFC werkt in twee richtingen. RFID- en NFC-technologieën zijn niet alleen voorbehouden aan laadpassen. Deze kunnen ook worden gerealiseerd in de laadkabel of het vervoermiddel zelf. Bij voldoende benadering van het voertuig bij het oplaadpunt kan er gegevensuitwisseling (authenticatie) tussen het vervoermiddel en het oplaadpunt plaatsvinden middels RFID / NFC. Dergelijke systemen bieden mogelijkheden bij draadloos opladen van elektrische vervoermiddelen.

Deze betaalsystemen om op te laden zijn gebaseerd op auto's omdat deze een voor-sprong op vlak van technologie. Enkele systemen zoals prepaid, sms en gewone betaalpas zijn al van toepassing bij het opladen van elektrische fietsen. Verschillende providers zijn ook op zoek naar een universele oplossing die het voor de gebruiker makkelijker maakt.

Oplaadtechnieken

Oplaadtechnieken, vooral bij auto's zijn uiterst gevarieerd. Niet enkel te technieken van traag of snel lopen zeer uiteen, maar ook de batterijcapaciteiten en de verschillende kabelaansluitingen zijn niet meer bij te houden. De uiteenliggende verlangingen en oplossingen van fabrikanten vertraagt de standaardisering van oplaadmethodes. Daar zal in de toekomst verandering in moeten komen.

Voorlopig wordt enkel via de kabel opgeladen. Zowel fietsen, scooters als auto's. Dit kan op op verschillende spanningen en stromen (laadsnelheid). We kunnen het kabel-laden opsplitsen in twee categorieën. AC (wisselstroom) en DC (gelijkstroom) opladen.

Het opladen via **wisselstroom** gebeurt via een normale connectie met het net. Afhankelijk van het land is de stroom ongeveer 10A. De installatie moet veilig zijn en over een aardingssysteem en een circuitonderbreker beschikken (bescherming tegen overload en lekkage). Dit is de meest gebruikte techniek tegenwoordig.

Opladen via **gelijkstroom** staat gekend om sneller te kunnen opladen. Voor auto's wordt dit meestal toegepast. Het voertuig wordt ook met het normale net verbonden, maar dan met een externe oplader. Veiligheid, controle functies en de oplaadkabel zijn permanent geïnstalleerd op de installatie.

Bij elektrisch fietsen wordt wisselstroom in de adapter omgezet naar gelijkstroom om te kunnen opladen. Opnieuw zeer veel verschillende adapters zijn mogelijk en afhankelijk van het type batterij.



Er zijn verschillende handelingen mogelijk om de elektrische fiets op te laden. Dit is afhankelijk van het type fiets en welke aansluiting van de batterij er voorzien is. Enerzijds kan de batterij uit de drager van de fiets gehaald worden om op te laden, anderszijds blijft de batterij op de fiets zitten.

De meest bekende plek voor de accu in is onder de bagagedrager. Veel elektrische fietsen zijn uitgerust met een uitneembare batterij, wat niet altijd wil zeggen dat de fiets niet kan opgeladen worden als de batterij blijft zitten.

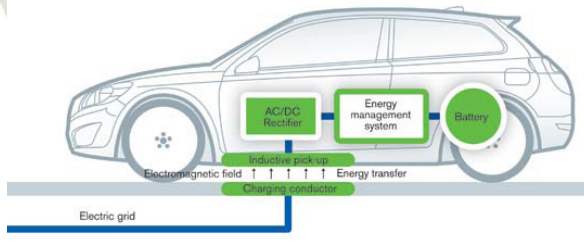


Aangezien de nog geringe openbare oplaadinfrastructuur kan dit makkelijker zijn om de batterij op te laden in huis, op het werk of in een taverne bij een fietspauze. Ze hebben ook als voordeel dat het gewicht van de batterij in het frame kan gereduceerd worden, wat handig kan zijn bij het transport van de fiets (bv. achter op de auto).

Ingebouwde batterijen kunnen verwerkt zitten in het kader. Dit heeft als voordeel dat je de batterij nauwelijks ziet omdat ze is ingewerkt.



Sinds kort is er een nieuwe techniek geïntroduceerd waarbij het mogelijk wordt om inductief op te laden. Deze techniek is echter nog conceptueel enkel beschikbaar bij auto's.



Via twee spoelen wordt draadloos wisselstroom doorgegeven. In de auto zorgt een gelijkrichter en een regelapparaat dat de accu met gelijkstroom wordt geladen.

Deelnemers in een studie naar inductief opladen zijn onder meer Bombardier, bussenbouwer Van Hool, en Volvo Cars met een fabriek in Vlaanderen. Veel bedrijven zijn druk bezig met de beproeving van inductief laden. Een nadeel is in elk geval dat een elektrische auto nog zwaarder wordt door de forse spoel die eronder komt. Ook is een spoel onder het wegdek duurder dan een laadpaal. Maar opladen van een auto wordt wel simpeler, en je bent af van problemen met een Europees/Amerikaanse Combo-stekker bij de ene auto, en een Japanse ChaDeMo-stekker op de andere. Zelfs rijdend bijladen zou in de toekomst mogelijk kunnen zijn met deze techniek.

Voor fietsen is dit minder toepasbaar vanwege gewicht en de batterij die zich meestal op een hoogte bevindt. Ook is het bijladen van de fiets iets beter gestandaardiseerd dan het bijladen van auto's, waardoor deze dure techniek nog niet genoeg ontwikkeld is om kleinschalig bij fietsen door te voeren.

nSolar producten

Naast alle benchmarks heeft het "nLab" ook enkele producten die kunnen besproken worden. Het is belangrijk dat het ontwerp van het oplaadpunt voor elektrische fietsen in de

identiteit van het bedrijf past. nSolar is verdelers van verschillende producten, maar maakt zelf ook producten

nSolarmax

De Nsolmax zonneboiler is een Vlaams product en is een slimme boiler geschikt voor ons klimaat. Er is een leeglooppincipe voorzien zodat bij extreme temperaturen de boiler niet kan overhitten of bevriezen. Deze doorstroom-zonneboiler wordt als voorverwarming geplaatst voor de bestaande installatie.

nSolar

- Zonnepanelen

Elk dak - plat of hellend, groot of klein heeft een potentieel om groene stroom op te wekken. Tegen 2020 moet 20% van de elektriciteit opgewekt worden uit hernieuwbare energie. Niet iedere situatie is gelijk. Daarom beschikt ze over een gamma van verschillende panelen.

Platte daken

Stabilu is een zelfontworpen montagesysteem dat het mogelijk maakt op een zeer eenvoudige manier zonnepanelen op een plat dak te plaatsen. Door de aerodynamische eigenschappen kan er met een minimum aan ballast gewerkt worden. Het systeem is zeer moduleerbaar en kan zowel mechanisch (10kg/m²) of met ballast (30kg/m²) geplaatst worden.



Hellende daken

Voor hellende daken heeft nSolar zowel mono- als polykristalijn zonnepanelen. Er wordt geprobeerd om enkel met de beste kwalitatieve panelen uit silicium te werken. De montagesystemen zijn volledig vervaardigd uit aluminium en inox.



Grondinstallaties

Daar er zelf aluminium constructies vervaardigd worden, zijn veel mogelijke combinaties, structuren en hellingshoeken mogelijk. Ook het nodige materiaal is beschikbaar om de grondwerken (bv. kabelsleuven) uit te voeren.

- Zonnecarports

Als het plaatsen van zonnepanelen op het dak of bedrijf niet mogelijk is. Dan kan er overwogen worden om een carport te voorzien. Er zijn twee materialen mogelijk, hout en staal, alsook een oplaadpunt voor een auto's, scooters of fietsen.



- Stand alone installaties

Stand alone installaties (ook wel eilandinstallaties genoemd) bieden een oplossing wanneer er een bepaalde plaats van energie moet

voorzien worden waar geen elektriciteitsnet aanwezig is. Deze installatie werkt volledig autonoom. Ook "ups" systemen bestaan. Hier voeden de batterijen, bij stroomuitval, voor een bepaalde tijd, alle aangesloten toestellen. Deze systemen bestaan in verschillende uitvoeringen en groottes, voor zowel bedrijven als particuliere toepassingen.

- oplaadpunten

nSolar biedt laadpunten aan voor elektrische auto's, scooters en fietsen. Dit zowel voor openbare toepassing als voor thuis. Ze verdelen oplaadpunten van de merken Siemens en GE.

De Siemens wallbox is een oplaadpunt voor auto's, die een tijdschakelaar bevat om eventueel uitgesteld te laden.

General Electric ontwikkeld met de Dura & Watstation is een zeer robuust laadpunt. Deze is verkrijgbaar als paal, sokkel en wandmodel voor industriële toepassingen. Er is mogelijkheid de laadpalen uit te rusten met RFID en softwareplatform.



Bovendien hebben ze zelf ook een fast charger ontwikkeld voor de Tesla Roadster, dit in samenwerking met de firma Erea. De snellader laadt de Tesla roadster per uur ongeveer 120km bij, dit met 90A. Enige vereiste is het hebben van een net van 3x400V.



nSolar is verdelen van verschillende merken van elektrische scooters, performance motorcycles, brommers, trail motoren voor kinderen en fietsen. Hun fietspartner is “Bizbikes”.



Conclusie

Oplaadpunten voor fietsen zijn teveel gericht op “tanken” zoals bij wagens. Vele abonnementen en pasjes zijn nodig om te kunnen opladen. Dit houdt de mensen tegen om deze punten te gebruiken. Ook vooral de omslachtige handelingen die erbij komen kijken. Er moet ingelogd worden, bij aankomst aan het punt moet eerst de handleiding gelezen worden waarna het opladen dan betalend is. Dit terwijl een volledige oplaadbeurt ongeveer 0,371 kWh elektriciteit verbruikt en de energiekost € 0,2257 per kWh is (Prijs Nuon). Dit wil zeggen dat een gemiddelde batterij volledig opladen ongeveer € 0,0837 kost. Dan stel ik mij toch vragen bij deze betaalsystemen.

INTERACTIE

Om informatie over te brengen naar de eindgebruiker is het belangrijk een goede interactieve communicatie te creëren bij het ontwerp. Het product moet als het ware spreken met de gebruiker. Voorlopig gebeurt deze communicatie vooral via kleine ledjes die oplichten, afbeeldingen of korte handleidingen. Alle stappen die een drempel kunnen vormen voor de gebruiker moeten onderzocht worden. “Keep it simple” kan hier zeker van toepassing zijn.

Zintuigen

Op basis van de menselijke zintuigen kan er een overzicht gegeven worden van welke interacties het meest geschikt kunnen zijn voor een oplaadpunt voor elektrische fietsen.



zien

Door zicht kan informatie ontvangen worden door tekst te lezen, voorbeeld afbeeldingen te bekijken, lichtindicatie/feedback te voorzien of simpelweg door de vorm en taal van het product. Bij “zien” zijn er dus een aantal mogelijkheden.

horen

Door het gehoor kunnen herkenbare geluiden opgevangen worden, er kan gepraat worden via luidspreker of gids. Gehoor kan zeer belangrijk zijn voor feedback of bevestiging.

voelen

Door de vorm van een product kan er informatie doorgegeven worden. Opnieuw omdat er een herkenbare vorm gedetecteerd wordt.

Bepaalde materialen kunnen gevoeld worden, relief, temperatuur, pijn kan ervaren worden, enz.

Proeven en *ruiken* bieden minder potentieel bij oplaadpunten van elektrische fietsen. Vooral omdat er geen herkenbare smaken of geuren kunnen geassocieerd worden met bepaalde uitvoeringen van functies. Deze informatie ligt te veraf.

We kunnen dus besluiten dat vooral zien, maar ook horen en voelen potentie bieden om een interactiemethode te gaan zoeken.

Kleurencode

Volgens de IEC standaard bestaan er Kleur codes die verwijzen naar specifieke informatie. Deze kleuren geven directe feedback over de staat van alledaagse voorwerpen. Bijvoorbeeld een laptop, dashboards, telefonen, enz. De belangrijkste kleuren zijn:

Rood die staat voor noodgeval, onderbreking, fout, uit/niet aan, defect, ect.

Groen die staat voor ontvangen van data, start en aan, werkend, klaar, veilig, ect.

Blauw die staat voor geconnecteerd, reset, standby, actie, laden.

Gedragsverandering

Door kleine aanpassingen in het ontwerp, kan soms veel veranderd worden in het hoofd van de gebruiker. Er bestaan technieken en onderzoeken het menselijk gedrag analyseren en de oorzaak zoeken van bepaalde handelingen. Hieronder worden 2 theorieën besproken die toepasbaar zouden kunnen zijn tijdens het ontwerp van het oplaadpunt.

Shikake theorie

Shikake's zijn zogezegde "triggers" die sociale of persoonlijke problemen oplost door gedrag te veranderen. De triggers zijn fysieke of psychologische aandacht trekkers. De fysieke triggers zijn bedoelt om de psychologische triggers aan te sturen, en de psychologische triggers sturen de gedragsverandering aan. De sociale en persoonlijke problemen zijn bijvoorbeeld criminaliteit, verkeersveiligheid, ecologisch behoud, enz.

Dit is geen techniek waarbij high-tech producten worden ingeschakeld om bepaalde problemen op te lossen, maar wel een filosofie waarbij iedereen simpele ontwerp aanpassingen kan doen met grote gevolgen voor het gedrag van de gebruikers. Een mooi voorbeeld van een shikake trigger is de vliegjes in mannen urinoirs. Deze vlieg is de fysieke trigger die de gebruikers aanstuurd om te richten op de vlieg. De vlieg is op een tactische plek geplaatst waardoor 80% minder gemorst wordt tijdens het plassen. Dit zorgt voor propere toiletten waardoor minder reinigingsproduct moet gebruikt worden. Bij gevolg is dit beter voor de hygiëne.

Fun theory

Een zeer simpele tweede theorie is de "fun theory". Dit is een campagne van volkswagen die tal van succesvolle filmpjes heeft gecreeerd op het internet. Hierbij worden producten slim ontworpen die gedrag veranderen door het gebruik leuk te maken. Een van de vele voorbeelden is de "piano trap", een trap in een station in Stockholm waarbij de tredes pianotoetsen zijn en dus verschillende noten laat horen. Dit motiveert mensen om eerder de trap te nemen dan de roltrap die zich naast deze piano trap bevindt. Het concept zorgde voor een 66% stijging van mensen die de trap nemen in plaats van de roltrap in vergelijking met een gewone dag zonder de piano trap. Iets leuk maken is een simpele techniek die de kwaliteit van de ervaring sterk kan beïnvloeden.

Meer informatie over de Shikake triggers en de Fun theory kan terug gevonden worden in het bovenstaande engels vertaalde "extended abstract".

IDEE GENERATIE

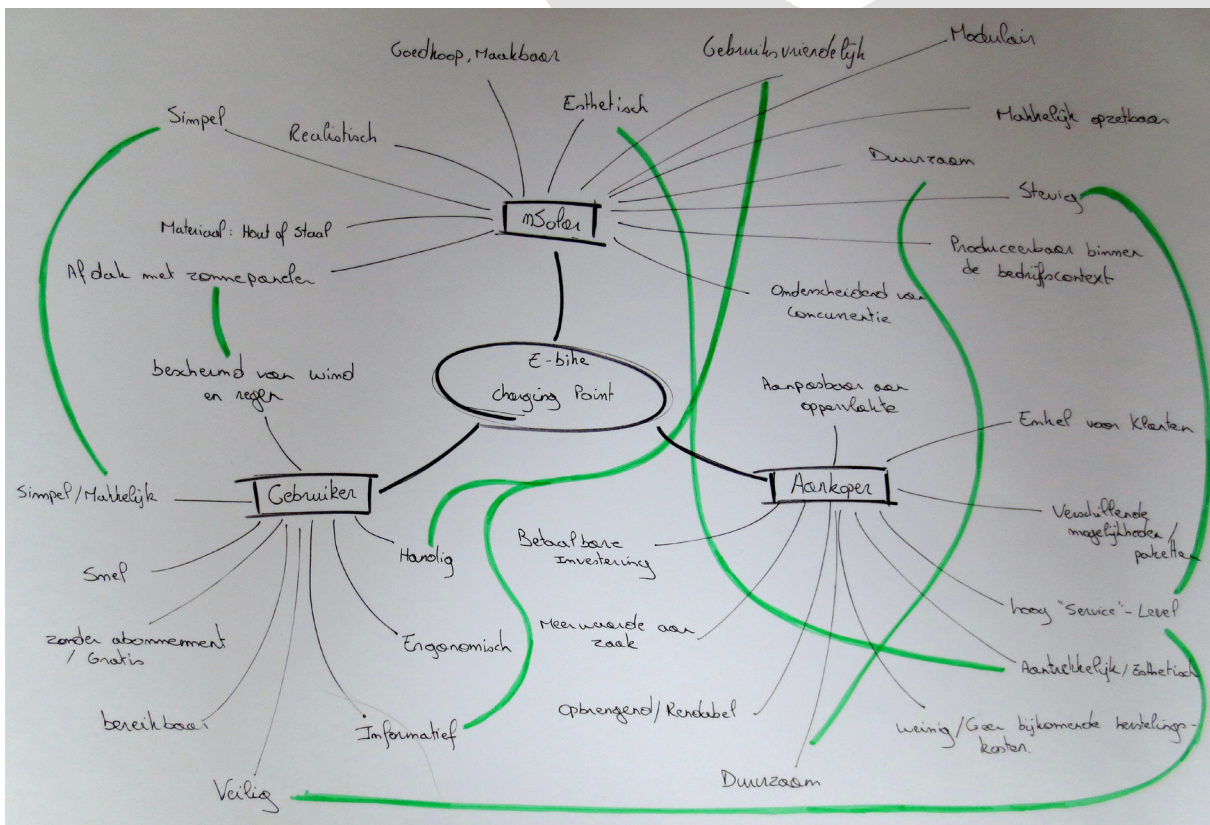
Intro

Het komt er nu op aan om op het einde daadwerkelijk het oplaadpunt voor elektrische fietsen te bouwen. Het is belangrijk om een richting te kiezen en een goed beeld te scheppen waar ik naartoe wil. Daarom is het belangrijk om een doelgroep te selecteren. Ik denk dat het meeste potentieel te vinden is bij recreatie fietsers, dus Horeca gericht gaan werken is zeker geen slecht idee. Hier komen veel mensen waar oplaadpunten voorlopig nog weinig te vinden zijn. Een investering voor de aankoper en een service voor de klant kan een goede win-win situatie vormen.

Keuze Motivatie

	Recreatie	Forenzen
Markt	Groot	Klein
Plaats	Veel	Weinig
Gebruikers	Veel	Weinig
Service	Groot	Klein
Winstgevendheid (aankoper)	Groot	Kein

EISENPAKKET



De drie belangrijkste stakeholders hebben allemaal hun eisen en wensen. In de afbeelding hierboven staan alle eisen vermeld waarmee rekening moet mee gehouden worden per groep. Wensen zijn wensen, en zullen zoveel mogelijk geprobeerd worden te vervullen, maar de eisen zijn belangrijker. De groene lijnen tonen de combineerbare eisen aan.

Inspiratie

Ik heb mijn inspiratiebronnen moeten opsplitsen in verschillende aspecten. Hierdoor was het makkelijker om ideeën te gaan zoeken en later te combineren met elkaar.

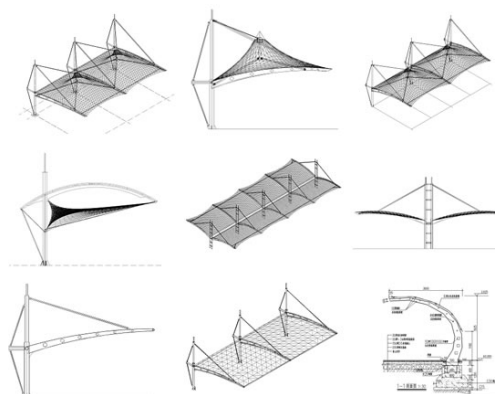
Afdaken

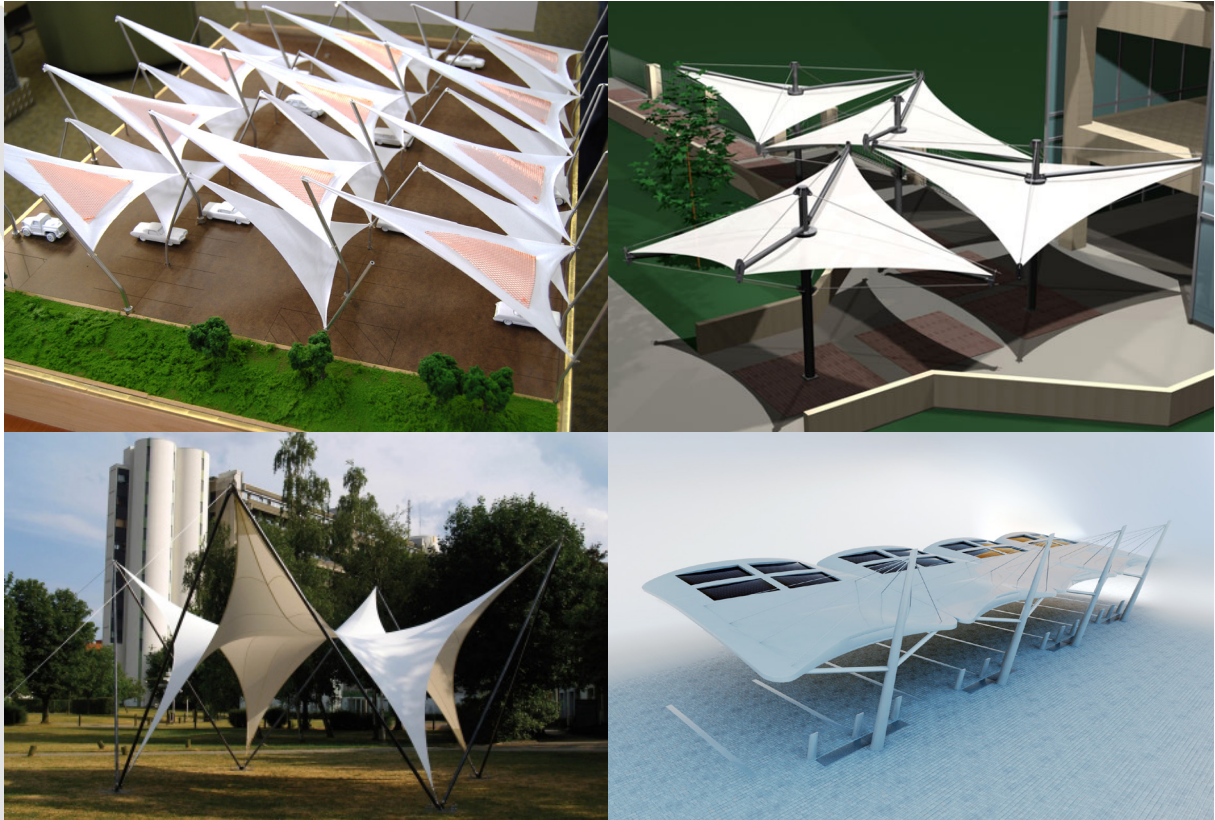
Bij de shelters of afdaken ben ik op zoek gegaan naar tal van verschillende vormen, materialen en features uit bushokken, carports en andere soort shelters.



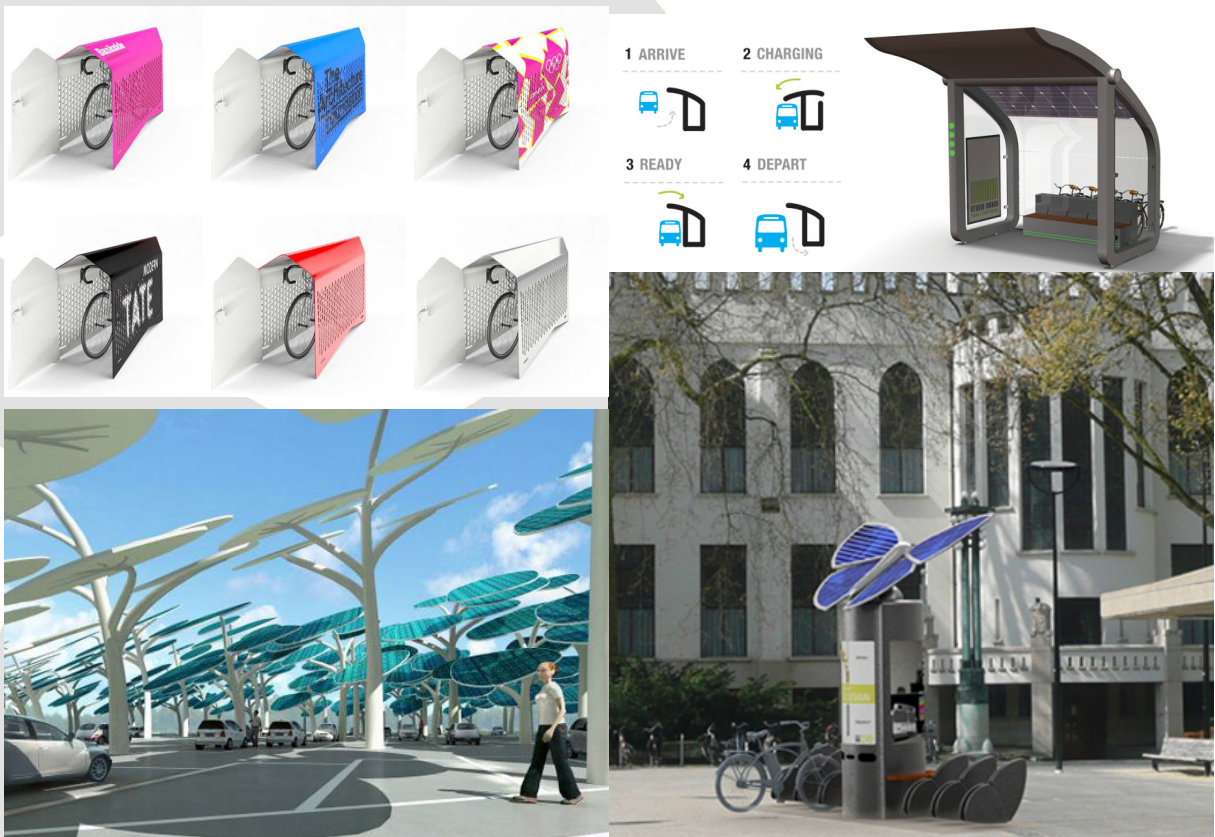


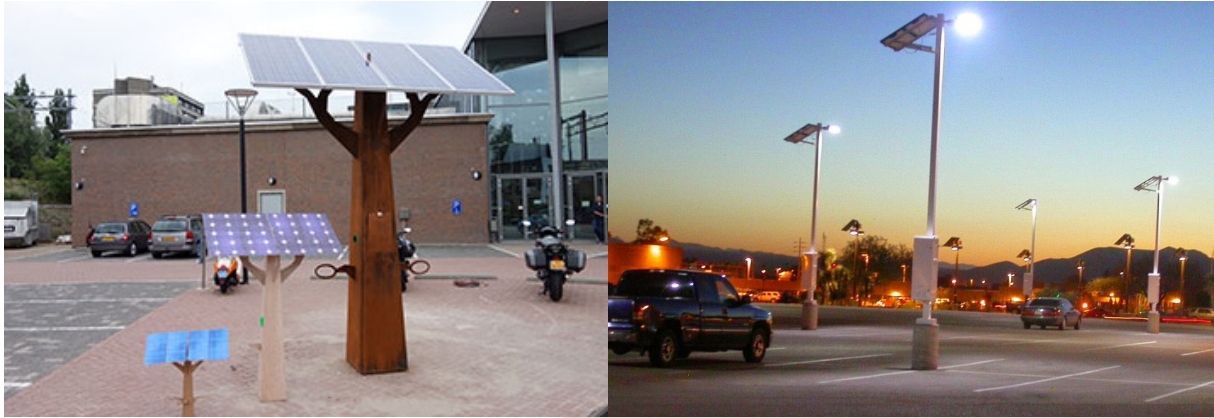
De bovenstaande afdaken en shelters hebben een relatieve basis vorm en constructie. Voordeel hierbij is dat het makkelijker maakbaar is, het nadeel dat de vormgeving wat beperkter wordt. Wikken en wegen. Hieronder staan een aantal voorbeelden van constructies met kabels, stangen of doeken, een iets complexere techniek maar vormgeveeljk direct een stuk beter.





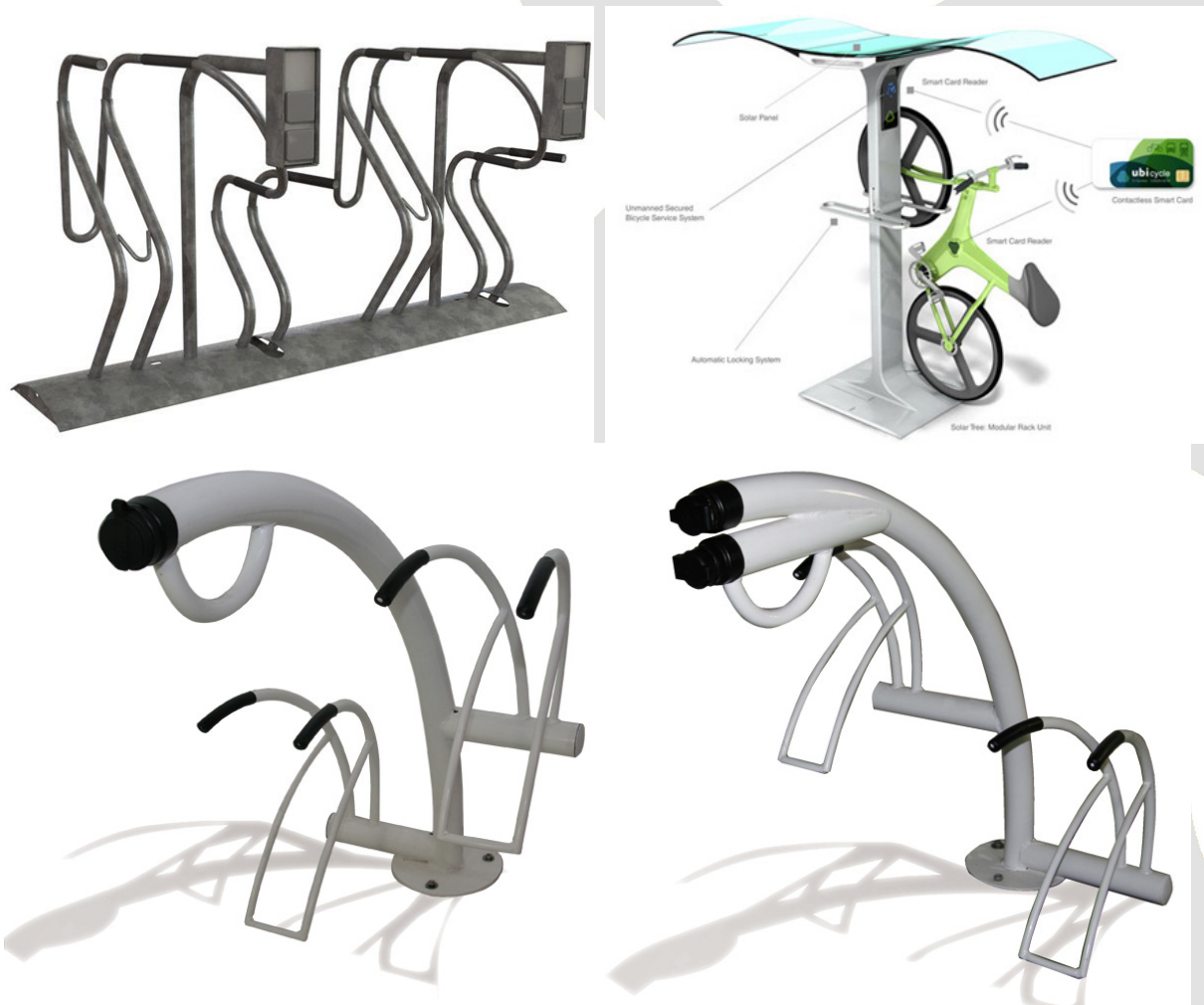
Los van de voorgaande inspiratie vormen en technieken zijn hieronder een aantal speciale af-daken afgebeeld. Met de zonnepanelen kan ook geëxperimenteerd of gecombineerd worden met andere functies.

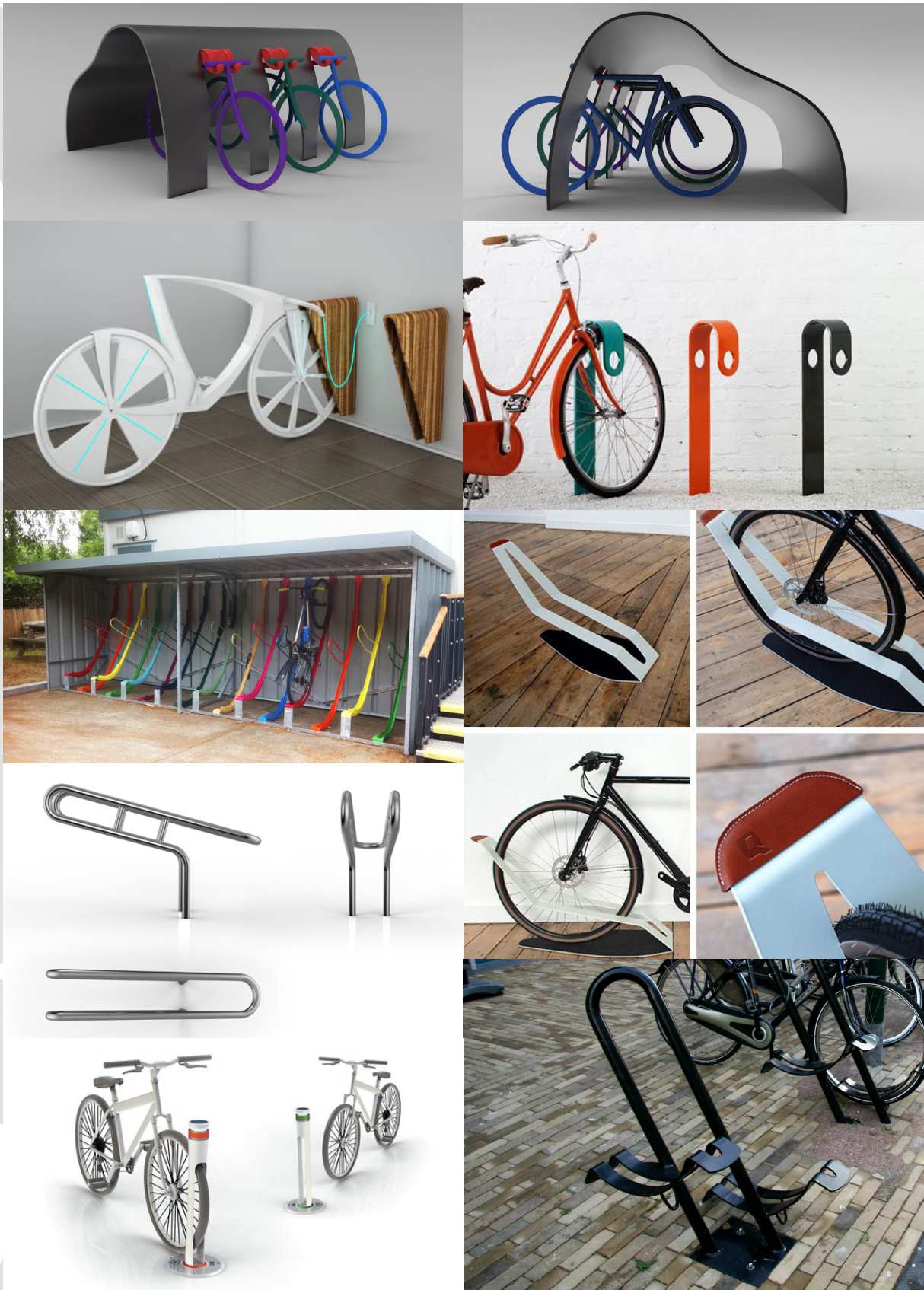




Fietsenrekken

Fietsenrekken zijn zeer uiteenlopend qua vorm. Als het voorwiel de juiste positie kan innemen zodat deze gefixeerd zit, en er mogelijkheid is om de fiets te sluiten, kan er voor de rest hoofdzakelijk gespeeld worden met de vorm. Hieronder enkele voorbeelden:

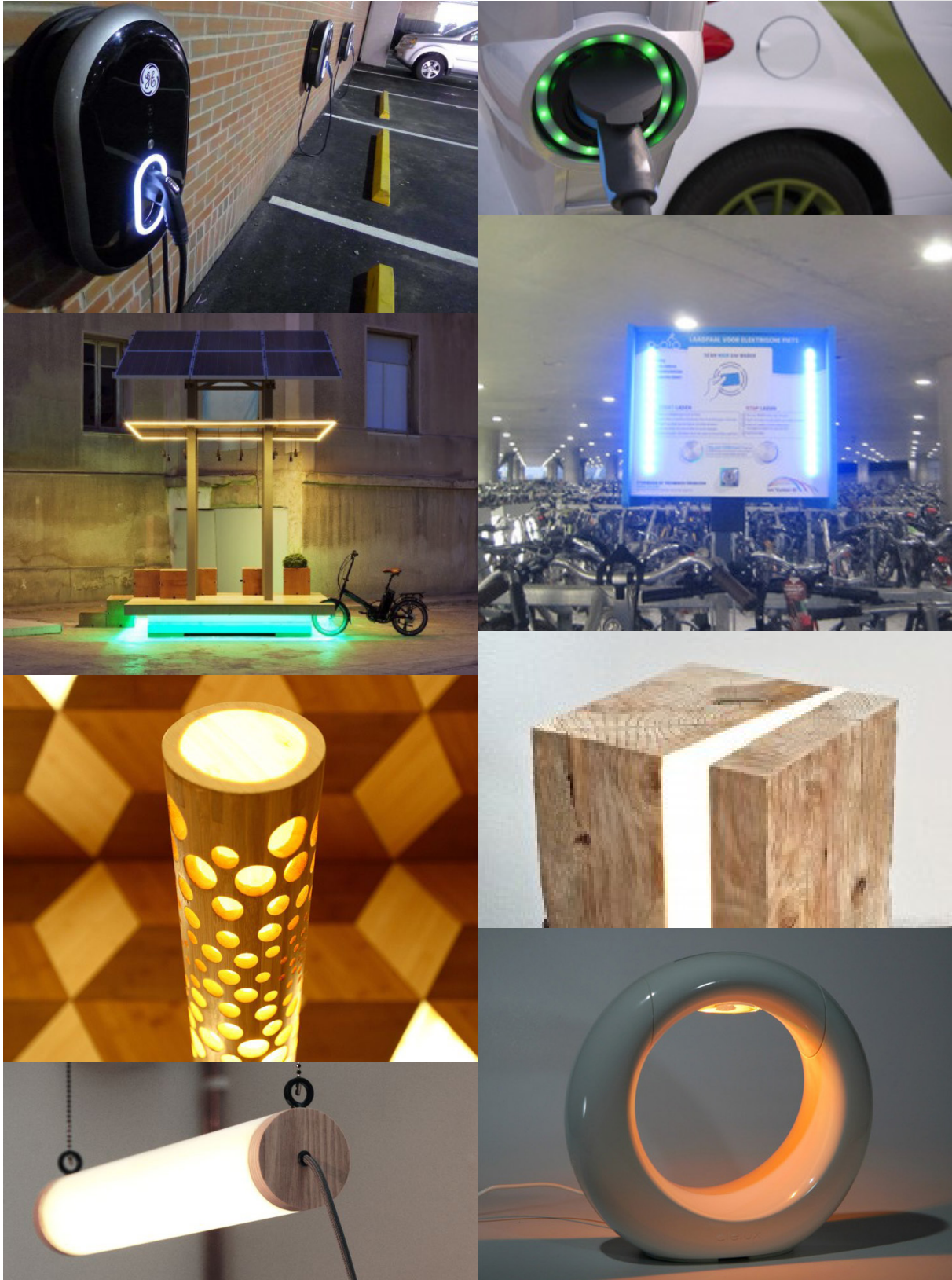




Bij het ontwerpen van het fietsenrek moet rekening gehouden worden met de fixering van de fiets, struikelblokken zoals sturen tegen elkaar, pedalen tegen fietsenrek, slotbeugel op juiste plaats en misschien het belangrijkste het contactpunt om de adapter van de elektrische fiets te verbinden.

Led indicatie

Een van de simpelere en verstaanbare manieren om informatie over te brengen is via leds. Hierbij zijn verschillende uitwerkingen, kleuren , intensiteiten en vormen mogelijk. Integratie in verschillende materialen zoals hout, metaal en kunststof bieden ook uiteenlopende oplossingen. Enkele inspiratiebronnen om eventueel led lichtjes te integreren in het ontwerp:



Inspiratie kan komen uit verschillende andere producten zoals verlichting binnen en buitenshuis, tuinverlichting, enz. Belangrijk bij verlichting is dat het duidelijk is en dat er informatie kan overgebracht worden. Natuurlijk is het niet enkel licht die dit kan. Opvallend dat deze led indicatie zich meestal voordoet bij auto's opladen en niet/weinig bij fietsen. Bij fietsen wordt meestal een gewoon stopcontact voorzien. Een oplaadpunt kan door licht interactie zeer opvallend worden en mensen naar zich toe lokken.

Extra value

Met dit inspiratie aspect bedoel ik extra features die het oplaadpunt zou kunnen aanbieden. Ik ben dus op zoek gegaan naar een extra waarde die het oplaadpunt kan aanbieden tegenover de concurrentie. Dit is het belangrijkste aspect van het ontwerp om het product innovatief te maken. De inspiratiebronnen zijn dan ook zeer uiteenlopend.



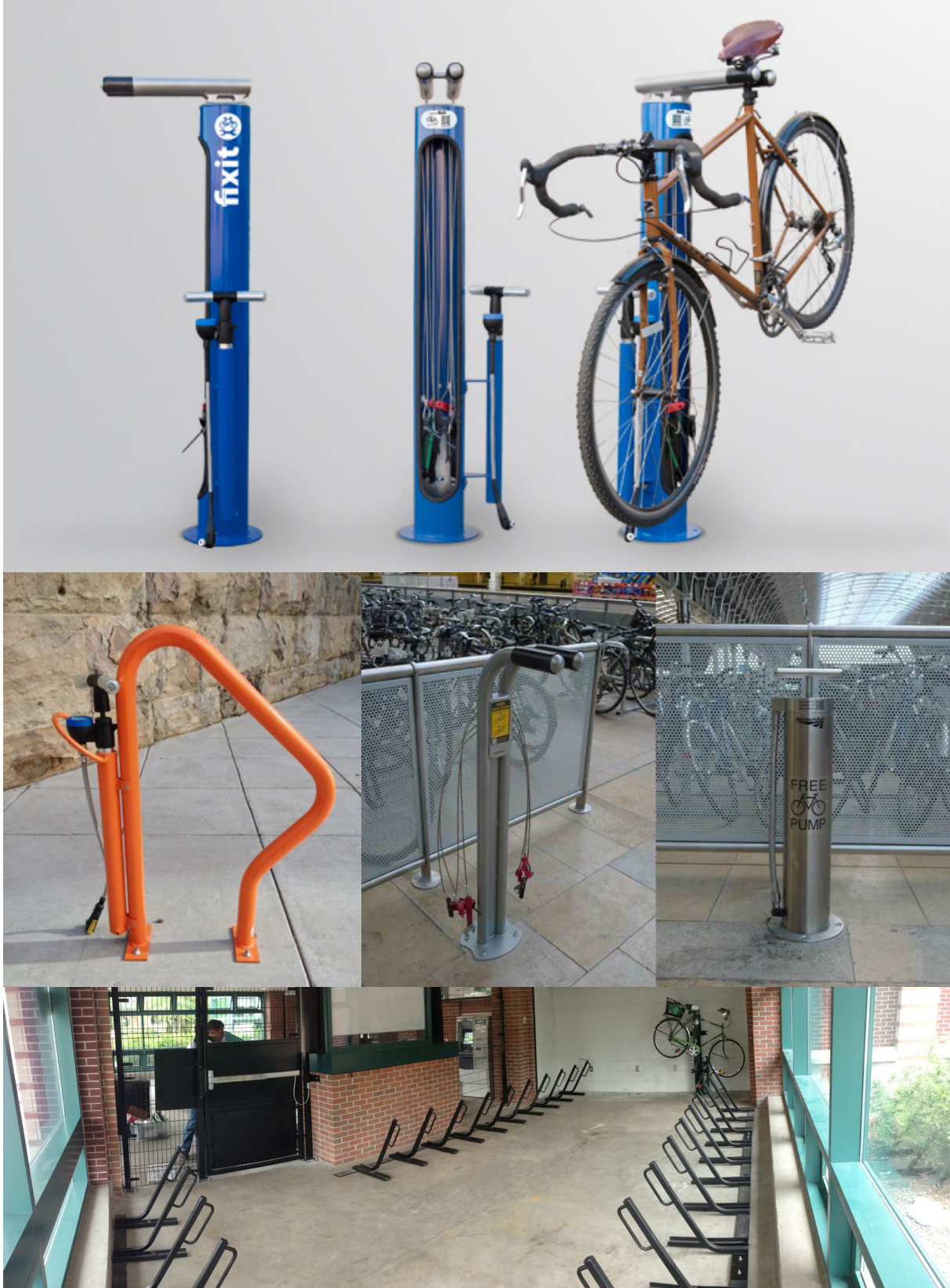
Er kan een zitplaats voorzien worden bij het oplaadpunt. Dit kan handig zijn om te wachten tijdens het opladen van de batterij.



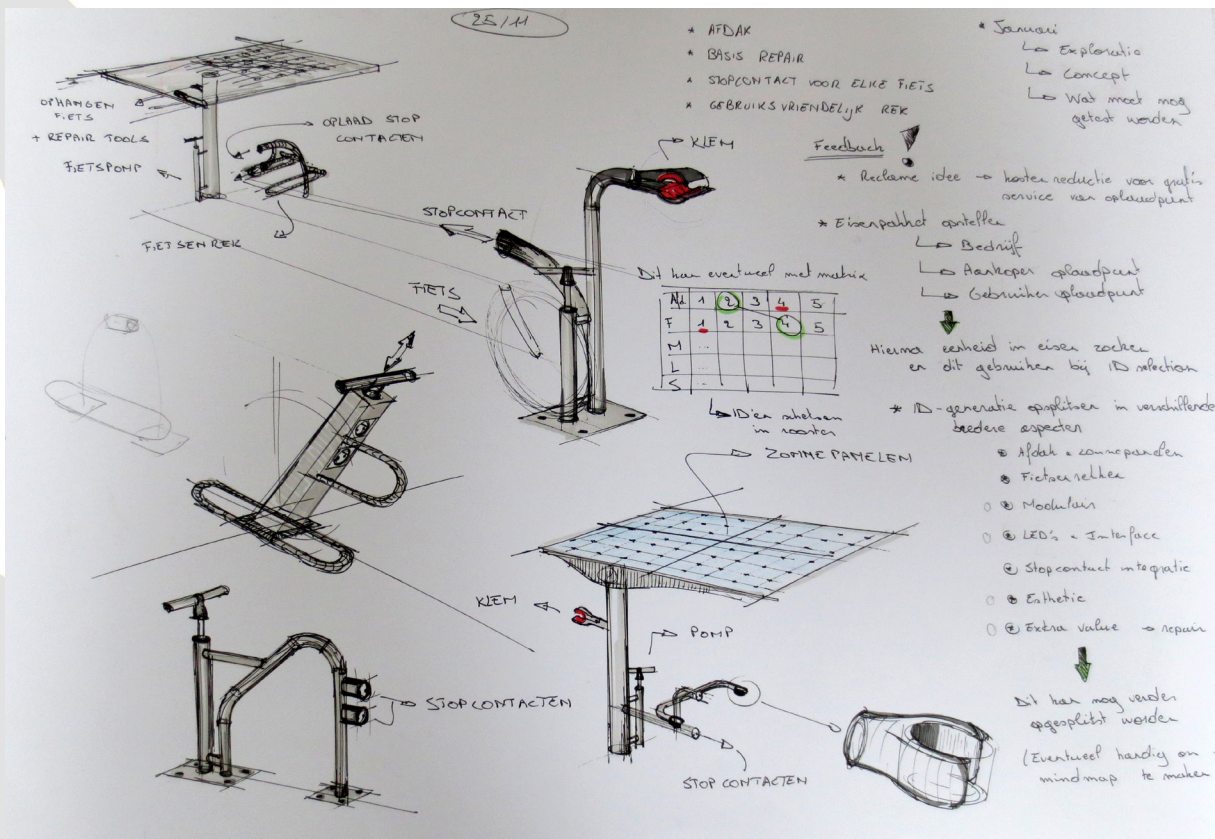
Esthetiek kan voor extra value zorgen en vooral op vlak van aantrekkingskracht. Speciale vormen kunnen iets leuk en uniek maken waardoor er meer aandacht geschonken wordt aan dit soort voorwerpen.



Uit het onderzoek bleek dat mensen soms schrik hebben om langere afstanden af te leggen. Dit wordt vooral veroorzaakt door lekke banden of mechanische defecten van de fiets. De gebruiker kan dan zeer moeilijk verder fietsen en als dit wel kan is de batterij zeer snel leeg door de grote weerstand van de fiets. Inspiratie om dit probleem aan te pakken is een repair station waar mensen aan de hand van een basiskit de fiets kunnen bijstellen of herstellen.

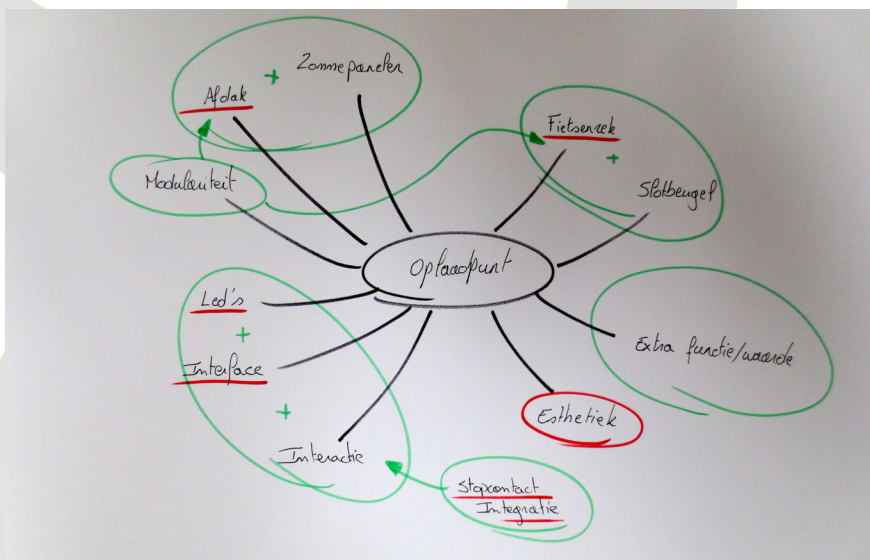


Brainstorm



Conclusie

Na de eerste brainstorm en feedback sessie was het al snel duidelijk dat ik de verkeerde kant op ging. Al brainstormen over mijn totaal concept was niet de juiste aanpak. Op aanraden van mijn promotor heb ik een andere tactiek aangenomen en het geheel opgesplitst. Op die manier kan er naar oplossingen gezocht worden voor deelproblemen. Zo is het makkelijker om op een specifiek onderdeel ideeën te gaan genereren in plaats van een overzicht waar alles bijeen komt. De opsplitsing van het ideeën genereren is op dezelfde manier gebeurd als de inspiratie.

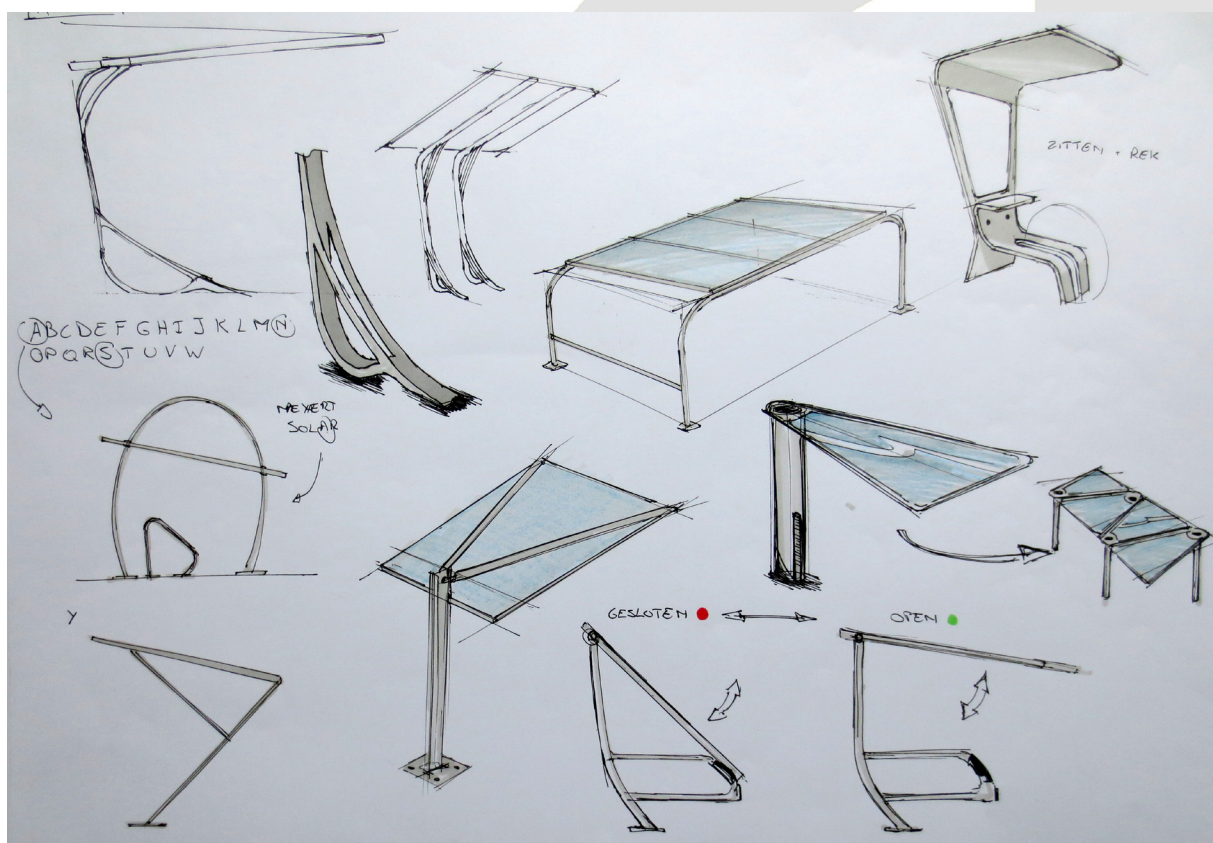
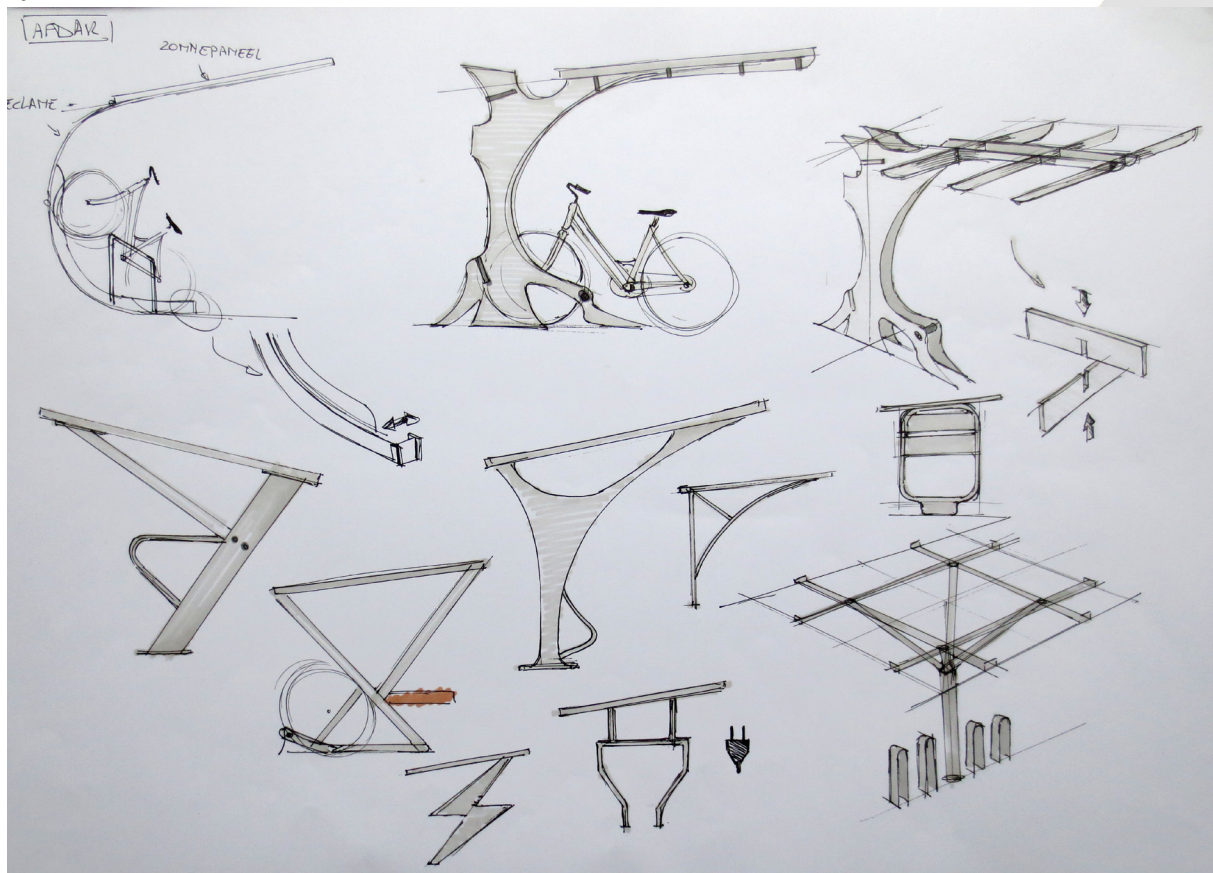


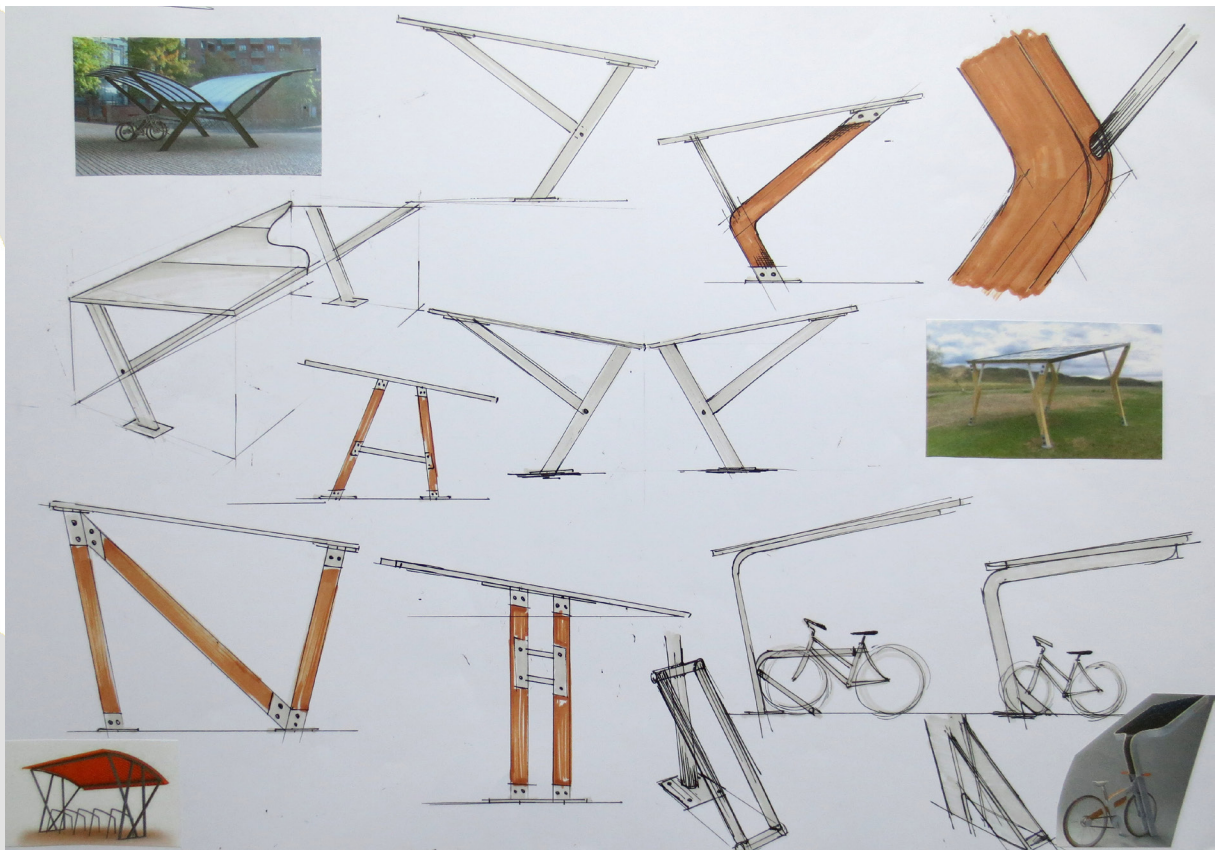
- Afdaken
- Fietsenrekken
- Led indicatie
- Extra value

De groene omcirkelde onderdelen vormen de 4 opsplitsingen. Rood onderstreept wil zeggen dat esthetiek er invloed op heeft.

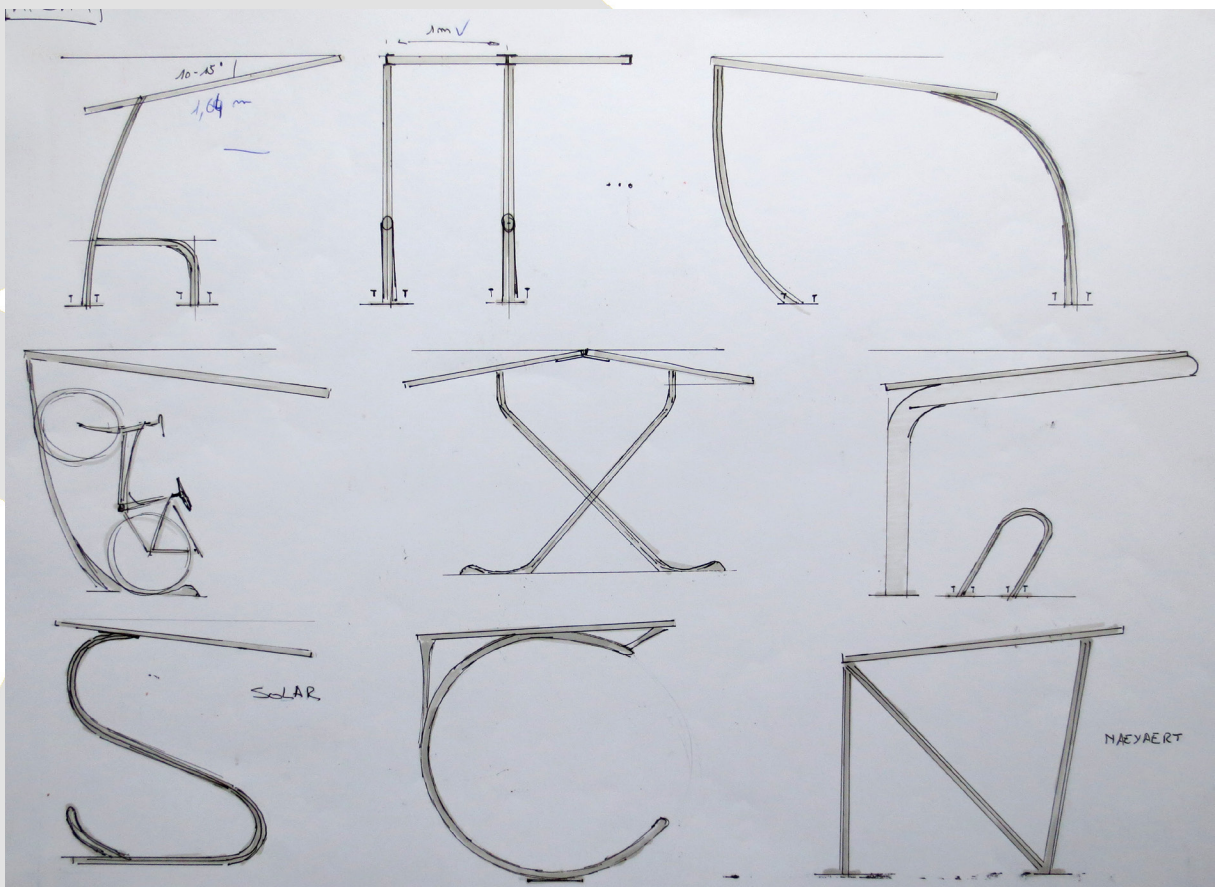
Schetsen eerste fase

Afdaken



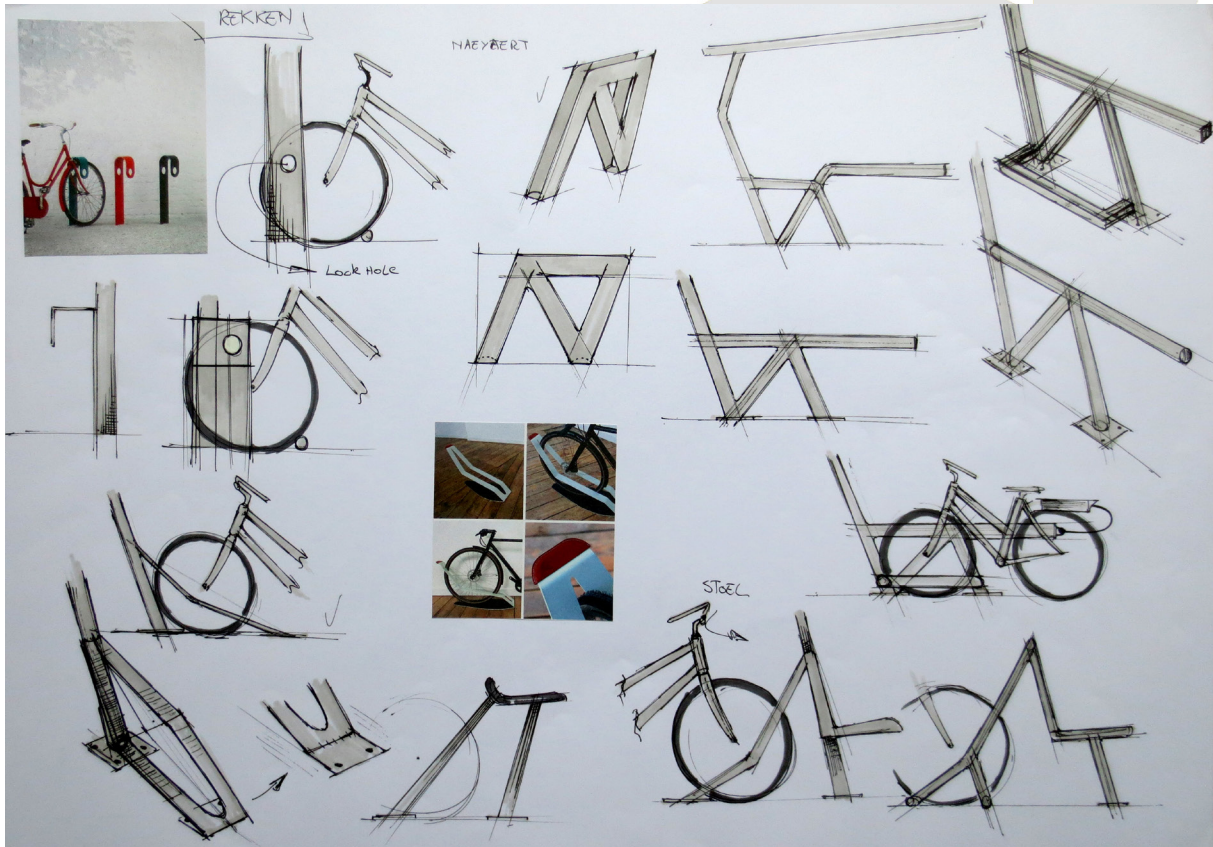


Er worden mogelijkheden voor zowel hout als stalen constructies/afdagen gezocht. Eventueel patronen die uit platen gelaserd kunnen worden, constructies in lettervorm, enz.



Fietsenrekken

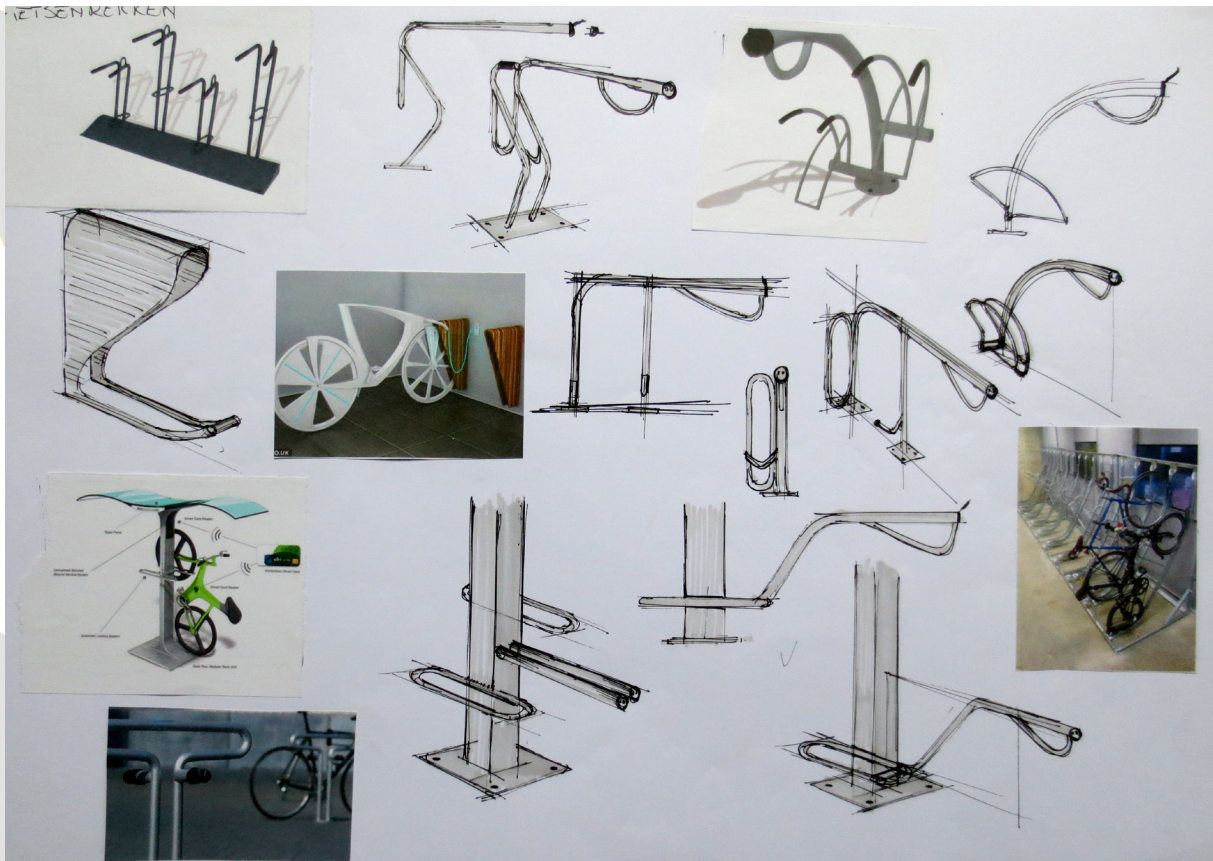
Bij de fietsrekken is het belangrijk om met bepaalde zaken rekening te houden tijdens het brainstormen en schetsen. Vooral de afstand tussen het stopcontact en de batterij mag niet te groot zijn, er moet een beugel voorzien worden waar een fietsslot aan kan bevestigd worden op een of andere manier en het wiel moet mooi in en uit kunnen gehaald worden. In de onderstaande schetsen wordt het duidelijk dat de bijgevoegde afbeeldingen voor inspiratie zorgen.



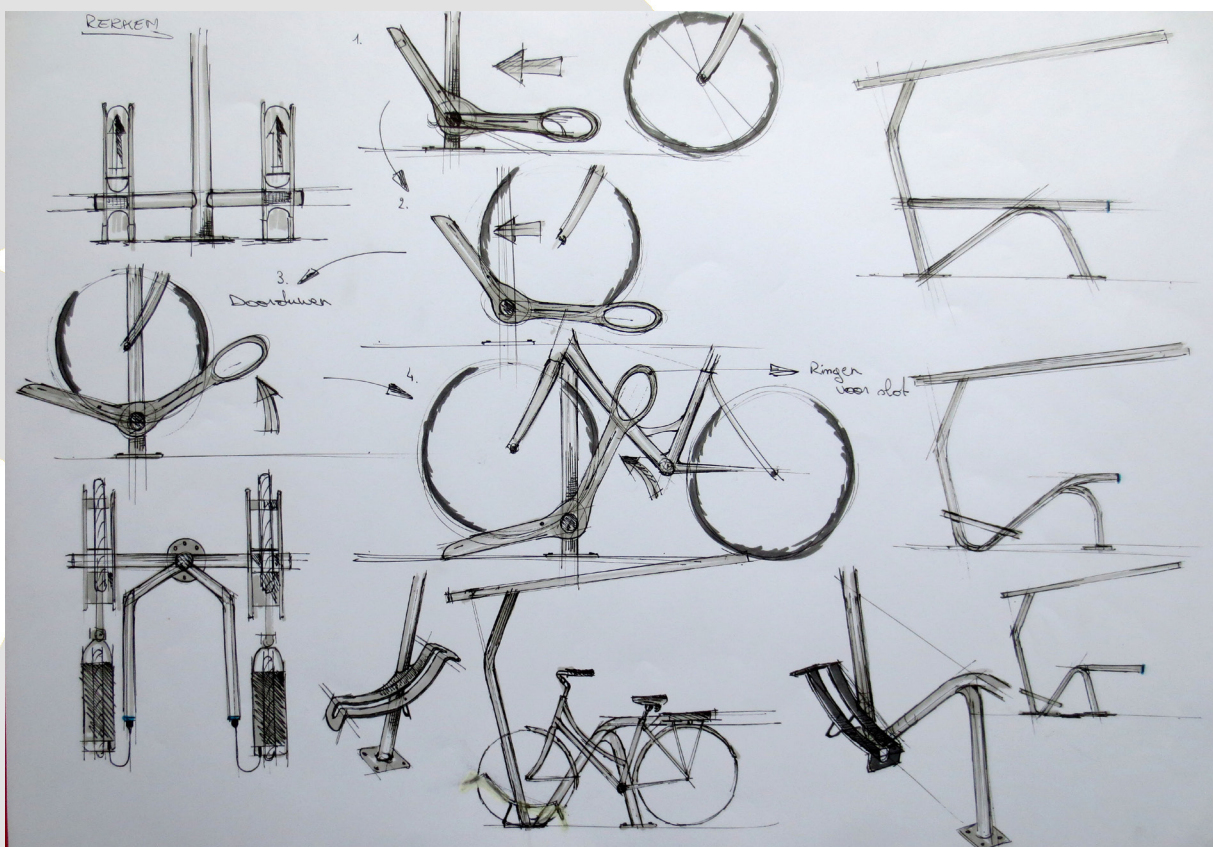
Ondanks het feit dat elektrische fietsen meestal een ingebouwd slot aanwezig hebben, kan het toch handig zijn om een slotbeugel te voorzien voor mensen die dit eventueel niet kunnen of hun fiets extrawillensluiten (durefietsen). Ook een kastje voor de adapter/oplader in te leggen kan handig zijn.

Vormgevelijk is er zeer veel mogelijk en kunnen er niet genoeg ideeën gevonden worden. Het is een kwestie van een voorop gesteld doel na te streven om niet te blijven schetsen. Ook mag er tijdens het ideeën genereren van fietsenrekken in het achterhoofd gehouden worden dat hier op een of andere manier een afdak moet boven komen. Er zal dus een verbinding moeten plaats vinden tussen deze twee objecten.

Tijdens het schetsen heb ik telkens geprobeerd om de inspiratiebron er naast te kleven en te zoeken in de richting van deze vormen, technieken, eventueel materialen, functies, enz. Zo krijg je telkens een andere invloed en kunnen veel ideeën gegenereerd worden. Ook "Innowiz" heeft mij hierbij geholpen, vooral de tools "trendwatching" en "taggalaxy" werkten voor mij het best. (<http://www.innowiz.be/>)

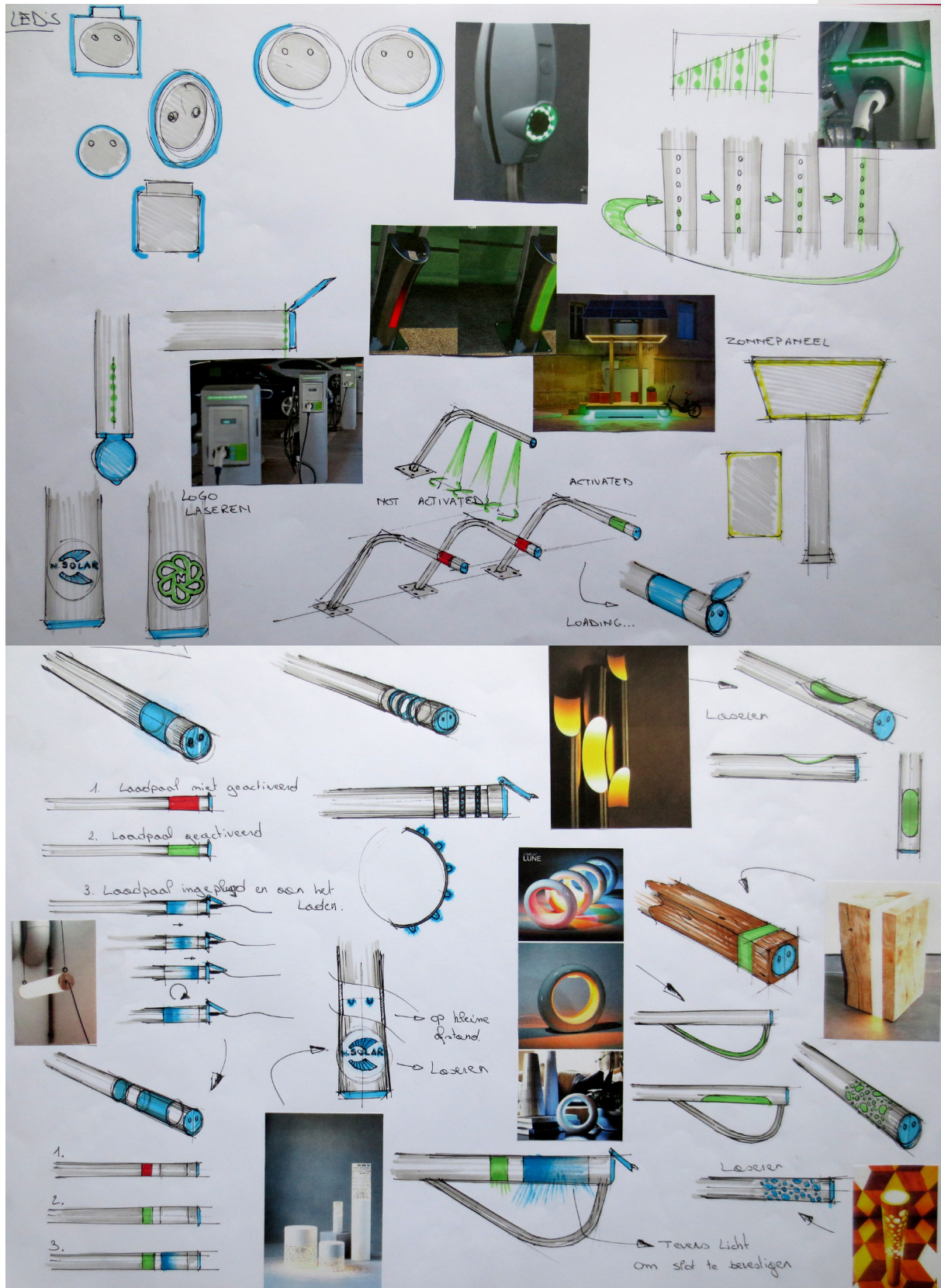


Rekening houden met de doelgroep, mag er ook niet vergeten worden om geen te complexe systemen te gaan ontwerpen. Voorlopig zijn alle ideeën nog welkom, omdat sommige misschien kunnen gecombineerd worden achteraf.



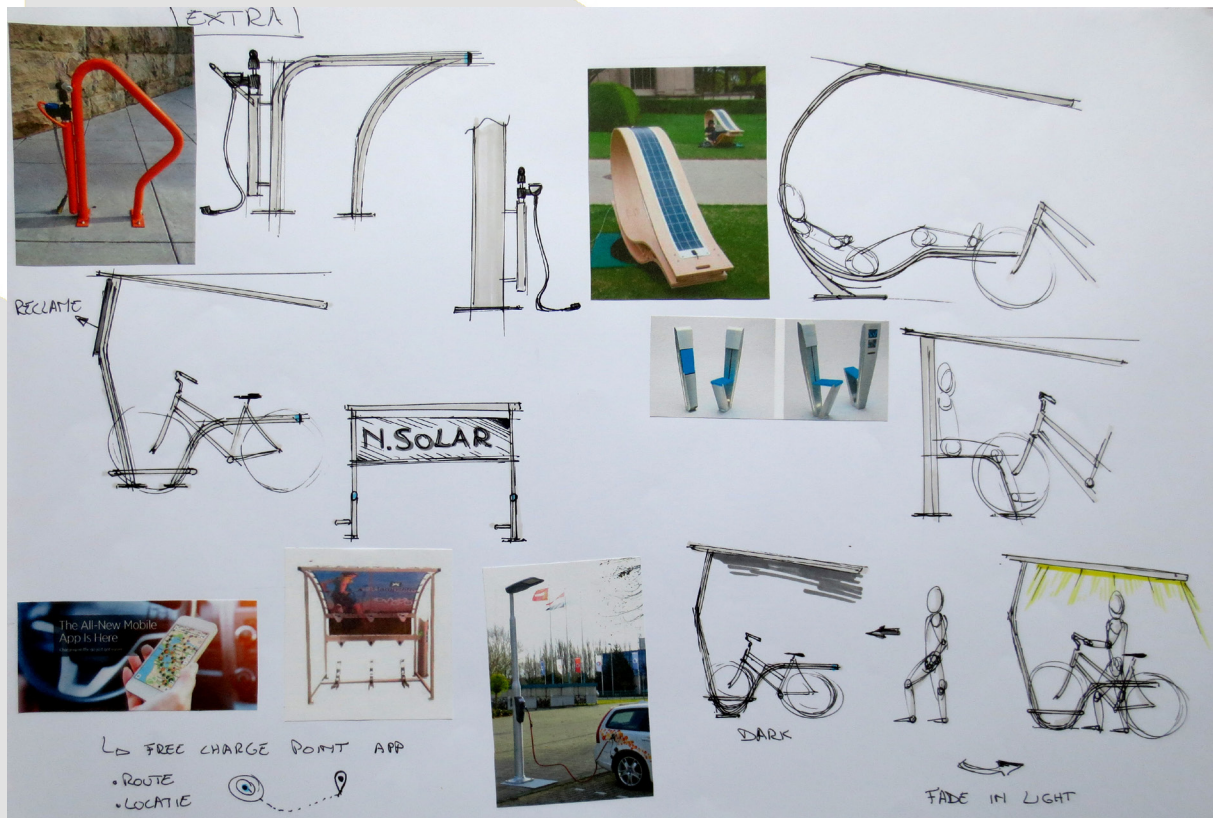
Led indicatie

Schetsen van de Leds gebeurde in combinatie met de integratie van het stopcontact. Deze twee componenten staan in direct contact met elkaar dus kunnen in eenzelfde systeem ontworpen worden.



Extra value

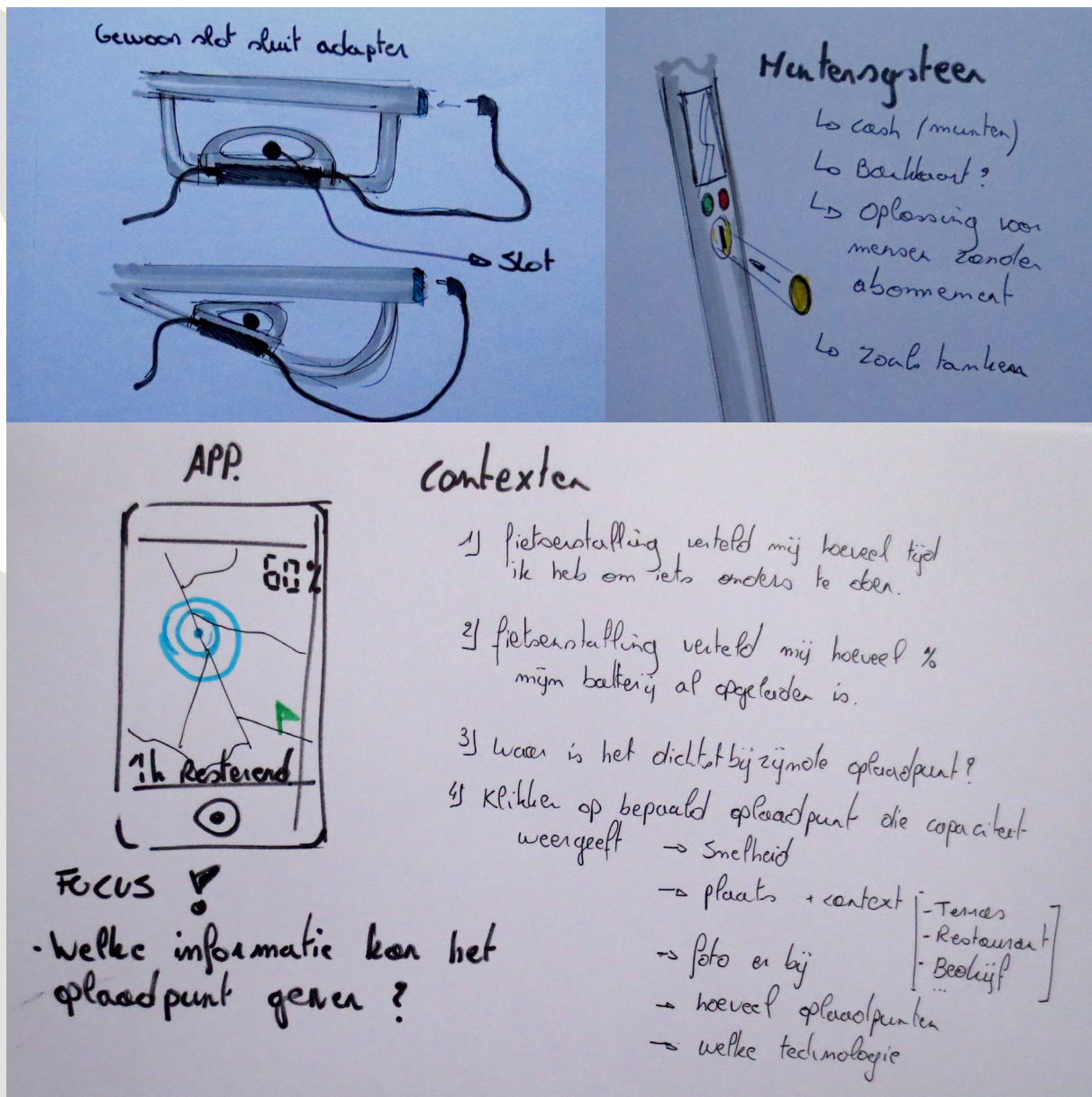
De extra waarde die kan toegevoegd worden aan het oplaadpunt is van groot belang. Naast de andere innoverende aspecten is dit een van de grootste. Hier wordt extra nagedacht wat de gebruiker nodig heeft, wat een meerwaarde kan bieden, wat onderscheidend en simpelweg beter is dan de concurrentie. Belangrijk is echter wel dat het geen “multi-tool” wordt waarbij het punt 10 dingen kan aanbieden maar die voor niemand geschikt is. Opnieuw is het dus belangrijk om de doelgroep in het achterhoofd te houden.



In de vorige onderdelen van de idee generatie ging het vooral om vormstudie. Hier gaan we meer opzoek naar bepaalde functies die het oplaadpunt kan aanbieden. Bijkomende applicatie, herstellingstools, inklapbare stoeltjes, verlichting, veiligheid, geluiden als feedback of feedforward, enz.

Tijdens het zoeken naar deze extra value, kwam het in mij op om extreme geluiden te gaan gebruiken als feedback en feedforward. Hiermee kan het geluid het oplaadpunt zowel informatief, interactief, opvallend als leuk maken. Ook veiligheid kan hiermee verholpen worden. Als een dief in de buurt komt, en een oplaadpunt begint op te lichten en er komen geluiden uit te luidspreker, dan zal de dief volgens mij minder enthousiast zijn om er een vandalistische streek uit te halen. Dit idee vormt zich uit de “fun-theory” (zie extended abstract). Hierbij worden allerlei soorten producten leuk ontworpen om het gedrag van de gebruiker te veranderen.

Een mooi voorbeeld is “the worlds deepest bin”. Dit is een vuilnismand die een valgeluid uitzend als je er afval in gooit. Het valgeluid blijft heel lang duren, zodat hij precies zeer diep is. Hierdoor worden mensen aangestuurd om meer afval in de vuilnismand te gooien omdat het leuk is. Hetzelfde zou kunnen bekomen worden met het geluid in het oplaadpunt.



Uit de onderzoeks enquête die ik heb opgesteld was een van de conclusies dat gebruikers van de elektrische fiets bang zijn voor diefstal van de fiets, batterij of oplader. In de meeste situaties kan de fiets gesloten worden via een ingebouwd slot of via een beugel aan het fietsenrek. Als dan toch de fiets gestolen wordt, kan men spreken van een zware overtreding/vandalisme. De batterij is echter meer bereikbaar om te stelen. De batterij kost veel en kan meestal losgemaakt worden van de fiets. Op de meeste fietsen is hiervoor wel een oplossing gevonden. De batterij moet met een sleutel losgemaakt worden. Als de batterij ingebouwd is dan kan hij niet gestolen worden. De oplader daarentegen is volledig toegankelijk om te stelen. Deze opladers worden in het stopcontact gestoken en blijven liggen waar deze geplaatst is. Dit wil zeggen dat dieven deze kunnen meenemen door simpelweg uit het stopcontact te trekken.

Dit probleem in rekening brengen is dus geen slecht idee. Hierboven staat een schets om de adapter te beveiligen gecombineerd met het gewone slot. Zo kan de fiets aan de beugel gesloten worden en kan de adapter niet gestolen worden. Door een voorstel van een gebruiker uit de enquête is ook een muntsysteem of bankkaart systeem uitgetekend. Dit kan handig zijn omdat auto brandstof ook op deze manier getankt wordt.

Evaluatie

Na de eerste ideeën generatie moet er reflectie gegeven worden op de verschillende mogelijkheden. Deze gebeuren in overleg met de stakeholders. Alle positieve en negatieve punten worden gebundeld waarna kan beslist worden met welke aspecten we verder kunnen. Opnieuw nemen we de 4 verschillende opsplitsingen.

Afdaken

De ideeën rond de afdaken en zonnepanelen zijn voornamelijk vormgeuelijk (vormstudie). Er kan op basis van mijn persoonlijke keuze een vormgeving gekozen worden, als deze maar stevig genoeg is. Hier komt een materiaalkeuze bij te pas.

We hebben bij nSolar 4 soorten materialen vooropgesteld:

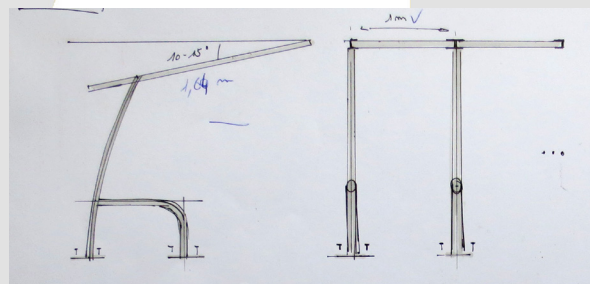
- Staal
- Hout
- Inox
- Aluminium

Elk materiaal heeft zijn goede en slechte punten. Aan de hand van ieders eigenschappen maken we een beslissing met welk materiaal we verder gaan.

Na overleg hebben we samen gekozen om staal te gebruiken. De reden hiervoor is dat het materiaal vooral sterk is en veel profielmogelijkheden heeft. Het materiaal bevat een goede stabiliteit wat voordelig is voor de constructie van een oplaadpunt. Staal is ook niet vatbaar voor rotting of barsten, kan spanningen aan, heeft grote kleurmogelijkheden (met nabewerking), is recycleerbaar en makkelijk te lassen. Dit is een groot voordeel bij het uitvoeren van moeilijke constructies of bij het prototypen. Het nadeel van staal is het gewicht en mogelijkheid tot corrosie. In het geval van het oplaadpunt is gewicht van minder belang.

De duurzaamheid van het materiaal is de belangrijkste kwestie. Een oplaadpunt moet lang kunnen overleven (ongeveer 20 jaar) in alle mogelijke weersomstandigheden. Voor het oplaadpunt zou aluminium of roestvast staal dus zeer voordelig zijn. Niet enkel voor de duurzaamheid, maar ook het gewicht. Het nadeel van aluminium en roestvrij staal is de hoge aankoop prijs. Voor het prototype kiezen we dus best voor staal. Later kan eventueel nog overwogen worden om een duurder materiaal te gebruiken. Hout is een warm en natuurlijk materiaal die vooral zou gekozen worden voor esthetische redenen. Hout vraagt echter regelmatig onderhoud, en kan aangetast worden door weersomstandigheden insecten of schimmels, wat niet aan te raden is bij oplaadpunten.

Los van het materiaal moet ook rekening gehouden worden met de modulariteit. Oplaadpunten moeten in alle mogelijke hoeveelheden kunnen geplaatst worden, wat wil zeggen dat elk punt afzonderlijk moet kunnen functioneren. Eender welke constructie er geselecteerd wordt, moet deze 2 dimensionaal ontworpen zijn. Zo worden de punten makkelijk opzetbaar en kunnen ze verbonden worden met zonnepanelen. Ook zijn enkele basisafmetingen vastgelegd in overleg met nSolar.



Wat zijn de concrete limitaties:

- Materiaal staal
- Modulair opbouw 1 punt (1 meter tussen 2 oplaadpunten).
- De helling van het dak is 10 graden (voordeligst voor het zonlicht)
- Dak bestaat uit 2 opeenvolgende zonnepanelen van 1m64 lang en 1m breed.

Fietsrekken

De belangrijkste criteria waar het fietsenrek aan moet voldoen is gebruiksvriendelijkheid, veiligheid en duurzaamheid.

Op vlak van gebruiksvriendelijkheid is het belangrijk dat de fiets gefixeerd staat en niet kan omvallen, de fiets in de juiste richting staat, het kader nergens tegen schuurt, de pedalen nergens tegen haperen en dat het stopcontact niet te ver verwijderd is van de achterste bagagedrager van de fiets (waar meestal de batterij zit). Ook mag het stuur van de fiets deze van de buurfiets niet raken. Dit wordt deels opgelost door één meter afstand tussen de modules te voorzien. De fixatie van het voorwiel moet gebeuren door een goede beugel waarbij het voorwiel iets van de grond wordt getild.

Op vlak van veiligheid moet een slotbeugel voorzien zijn aan de constructie (totaal constructie met afdak erbij). Deze moet stevig genoeg zijn en vandalisme bestendig.

De duurzaamheid is opnieuw een kwestie van materiaal, waarbij er beslist werd om staal te gebruiken.

Led indicatie

De criteria voor de Led indicatie is vooral het interactiegehalte, de duidelijkheid en de bereikbaarheid voor elektriciteit.

Het interactie gehalte en de duidelijkheid van de led lichtjes is belangrijk om goede informatie over te brengen. Dit moet op een simpele manier gebeuren zodat de doelgroep dit begrijpt en er zonder problemen mee kan omgaan. Led verlichting biedt een goede mogelijkheid om een shikake trigger naar voor te brengen.

De led lichtjes moeten aangestuurd worden en bereikbaar zijn via een elektriciteitskabel die door de buizen van het oplaadpunt

loopt. Natuurlijke is de keuze nog open hoe lang en langs waar deze kabels moeten lopen.

Extra value

De criteria voor de extra/toegevoegde waarde van het oplaadpunt is vooral de innovatie, de haalbaarheid en het fun-gehalte.

In totaal hebben we 8 hoofdzakelijke ideeën i.v.m. de extra waarde (zie schetsen):

1. Repair kit
2. Zitbank
3. Reclame voorziening
4. Geluidsfeedback (fun-theory)
5. Adapter beveiliging
6. Munten betaalsysteem
7. Applicatie smarthphone

De **repair kit** is weinig tot niets innoverend. Dit zou een bijkomende tool zijn naast het oplaadpunt. Wel haalbaar maar weinig fun-gehalte.

De **zitbank** is opnieuw weinig innoverend. Aangezien de doelgroep horeca is, zullen in de meeste omstandigheden wel zit voorzieningen geplaatst zijn om te zitten. Dit idee is zeker haalbaar maar opnieuw weinig fun-gehalte.

Reclame voorziening is innovatief weinig vernieuwend, maar kan wel opbrengst leveren. Dit idee is ook zeker haalbaar, maar geeft weinig meerwaarde aan het ontwerp zelf. Dit zou opnieuw een extra tool zijn die weinig fun-gehalte aanbiedt.

De **geluidsfeedback** en feedforward biedt wel veel innovatie aan. Voorlopig is geen enkel oplaadpunt die ofwel met geluid informatie overbrengt of de fun-theory als basis gebruikt bij hun product. Dit is een haalbaar idee met een hoog fun-gehalte.

De **adapter beveiliging** is vooral een belangrijk idee. Dit idee biedt veel innovatie, concurrentie heeft hiervoor geen voorziening en dit is fundamenteel wel een belangrijk probleem. Het idee is ook haalbaar, maar heeft minder fun-gehalte. Op vlak van veiligheid en gebruiksvriendelijkheid is dit dan weer een meerwaarde.

Toch is het esthetisch een grote afname. Ook kan er vuilnis, water en andere troep in terecht komen waardoor het zijn functie verliest. Elke oplader is ook anders. Er zijn zoveel verschillende merken van fietsen, deze merken hebben dan nog zoveel verschillende soorten batterijen, deze batterijen hebben dan ook nog andere capaciteiten mogelijkheden, waardoor de diversiteit aan batterijen enorm groot is. Een adapter is specifiek en uniek voor elke batterij. Dit wil zeggen als een dief gericht een oplader wil stelen, dat deze weinig kans heeft dat hij voldoet aan zijn wensen.

Het **munten of bankkaart betaalsysteem** is innovatief, maar minder haalbaar. Het oplaadpunt kan aangeboden worden aan de aankoper als investering. De aanbieder kan het oplaadpunt dan gratis aan bieden als service voor de gebruiker. Waarom kan dit gratis?

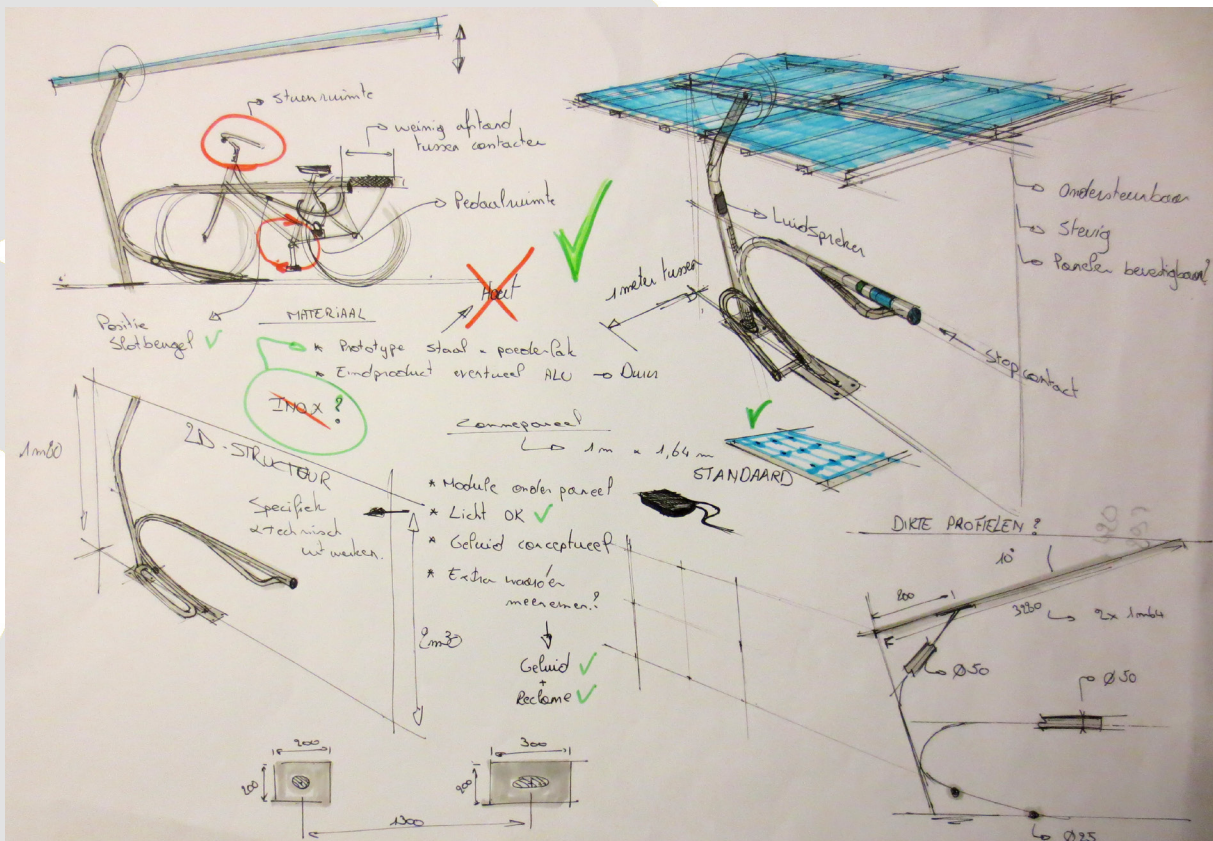
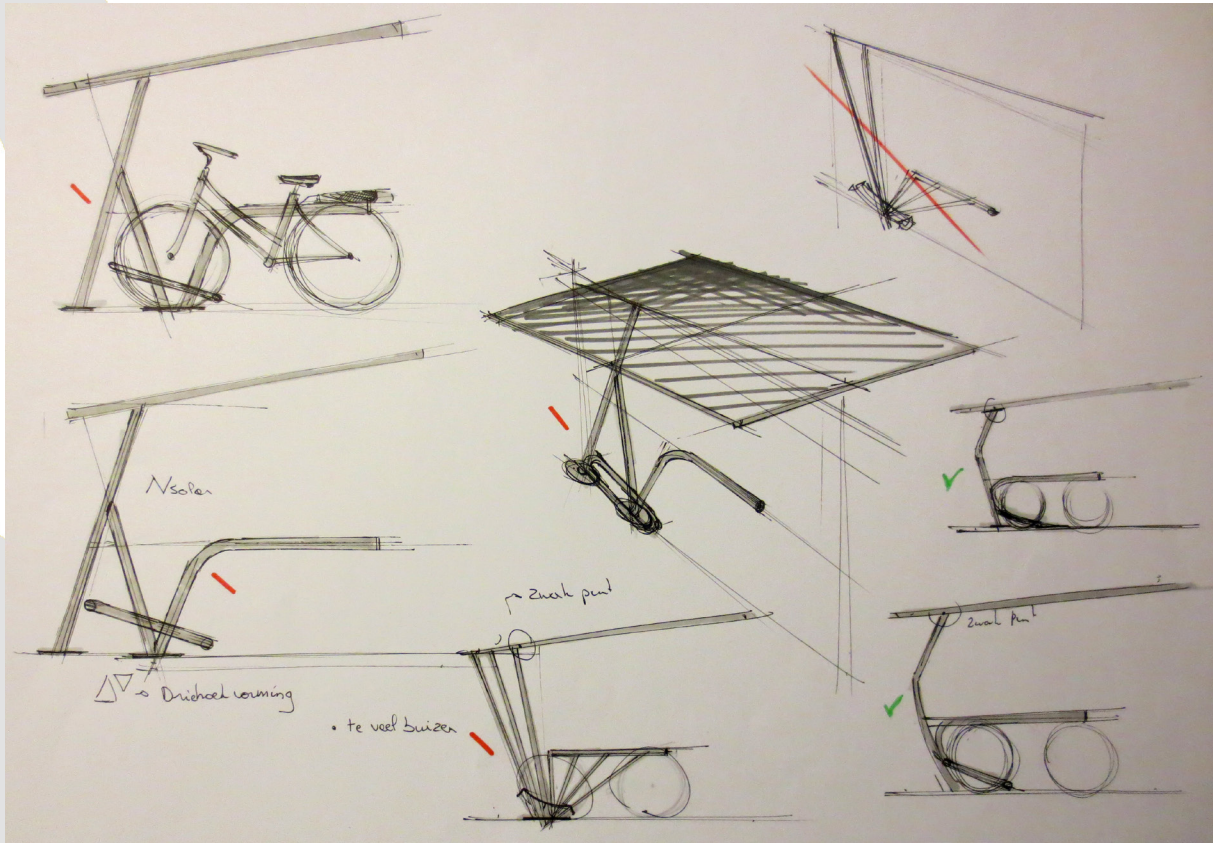
Ten eerste kost het opladen van een volledige fietsbatterij minder dan 10 cent. In de horeca kan dit makkelijk doorgerekend worden in een drankje of hapje tijdens het pauzeren. Ten tweede, als het oplaadpunt op zonne-energie werkt, wil dit zeggen dat het punt na verloop van tijd zichzelf terug betaald of zelf winstgevend kan zijn. We kunnen dus spreken van een win-win-win situatie. nSolar kan een installatie verkopen (1ste win). De aankoper kan een extra gratis service aanbieden aan de gebruiker, de gebruikers blijven langer zitten om hun batterij op te laden en de aankoper wint het oplaadpunt na verloop van tijd terug door energie die verkocht wordt aan algemene energie diensten (2de win). De gebruiker kan gratis de batterij opladen zonder omslag-tige abonnementen of laadpasjes (3de win).

De **smarthphone applicatie** is niet vernieuwend. Deze extra aanbieding is te vinden bij verschillende benchmarks. Daardoor is de haalbaarheid is ook minder groot. Informatief kan dit voor de eindgebruiker wel van pas komen. Oudere mensen daarentegen beschikken in het algemeen minder over een smartphone.

Conclusie

Algemeen kunnen we dus verder met de basisvoorwaarden voor het afdak en fietsenrek die we hebben vast gelegd, de voorwaarden voor de led interacties en de “extra value” ideeën. We hebben nu een groot deel van de ideeën kunnen evalueren door onderbouwd enkele basis eisen van alle stakeholders (mezelf inbegrepen) door te voeren. Nu is het belangrijk om met deze overige ideeën verder te bouwen en te combineren met elkaar, zodat dit in een mooi totaal concept gegoten kan worden.

Schetsen tweede fase



Na de tweede fase schetsen kunnen we een nieuwe onderverdeling maken op vlak van deel aspecten van het product. Namelijk:

- 1) De basisconstructie: Hier wordt het afdak gecombineerd met het fietsenrek en is voornamelijk de vormgeving, de veiligheid en de duurzaamheid belangrijk.
- 2) Andere ideeën: Hier worden de led indicatie en de “extra value” ideeën op een rijtje gezet waarbij de idee selectie zal uitwijzen met welke concepten zal verder gewerkt worden.

IDEE SELECTIE

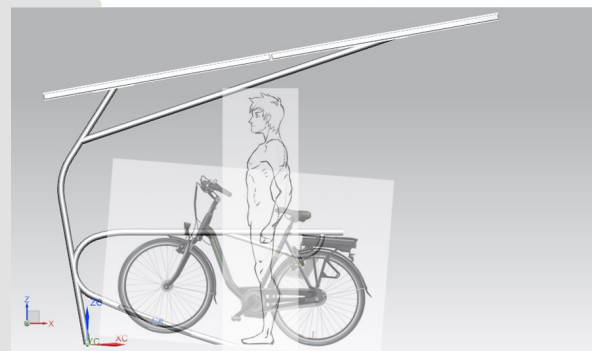
Op basis van de research, de ideegeneraties en de evaluaties kan nu een totaal concept samengesteld worden. Uit de 2de fase schetsen kan een basisconstructie afgeleid worden met de voorziene features. Van de andere ideeën

worden de twee beste concepten uitgekozen om mee verder te werken. Dit gebeurt aan de hand van een selectiematrix. Er wordt een score op vijf toegekend voor elk criteria. Het concept met de grootste optelsom krijgt de voorkeur.

Ideeomschrijving		Innovatief	Haalbaarheid	Fun-gehalte	Winstgevend	Informatief voor gebruiker	Beantwoordt aan onderzoeksvraag	Totale score
1	Led indicatie	4	5	4	2	4	5	24
2	Repair kit	1	3	1	1	1	3	10
3	Zitbank	1	5	0	0	0	2	8
4	Reclame voorziening	0	4	0	5	0	1	10
5	Geluidsindicatie	5	1	4	2	4	5	21
6	Adapter beveiliging	4	3	1	0	1	3	12
7	Munten betaalsysteem	3	1	0	4	2	2	12
8	Smartphone app.	2	1	3	2	5	3	16

Af te leiden uit de tabel, lijkt de led indicatie het meest geschikte idee om mee verder te gaan. Echter belet dit ons niet om ook het concept rond de geluidsindicatie te integreren in het verdere onderzoek. Deze concepten kunnen op het einde van de rit dan tegen elkaar afgewogen worden.

Deze ideeën zullen gecombineerd moeten worden met een bepaalde basisconstructie. Op de schetsen van de tweede fase (idee generatie) is de knoop doorgehakt voor de basisvorm. Deze combinatie van afdak (zon- nepanelen) en fietsenrek scoort van alle geschetste vormen tijdens de idee generatie beter op vlak van stuurruimte, pedaalruimte, bereikbaarheid stopcontact, veiligheidbeugel en wrijvingsoppervlak (schade). Bovendien is de vorm ook esthetisch aantrekkelijk.



De geselecteerde ideeën van de bovenstaande selectiematrix en de gekozen basisconstructie kunnen nu samengevoegd worden tot een totaalconcept. Dit totaalconcept bevat de vastgelegde eisen van alle stakeholders. Zowel technisch, esthetisch, als functioneel. In de onderstaande paragraaf wordt het concept duidelijk uitgelegd.

CONCEPT

De vastgestelde problemen tijdens research, ondervragingen en gebruikerstesten hebben we vertaald in bepaalde ontwerp kenmerken. Deze kenmerken vormen de basis van dit concept.



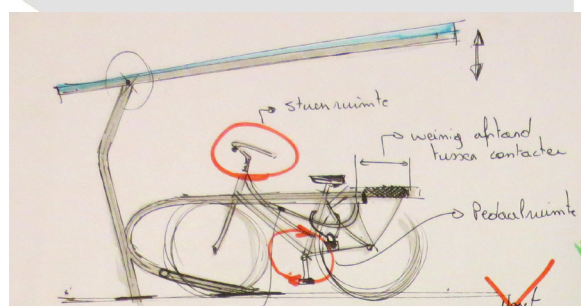
Op de afbeelding is te zien dat de positie van de slotbeugel voorzien is over een grote ruimte naast de fiets. Dit maakt het makkelijk om eender welke fiets met voor-, achterwiel of kader aan de constructie vast te maken.

De beugel om het voorwiel in te plaatsen is breed genoeg zodat elke soort band er in past. Zo voorkomen we dat het voorwiel geplooid kan worden door het omvallen van de fiets. Ook biedt deze beugel een "shikake trigger". Deze zorgt ervoor dat de gebruiker onbewust het fietsvoorwiel in de beugels plaatst. Onmiddellijk staat de fiets dan in de correcte positie. Ook is de beugel niet te hoog voorzien. Voor oudere mensen is het soms moeilijk om de zware elektrische fiets hoog op te tillen. Op deze manier kan het voorwiel er zeer makkelijk in gereden worden.

Het stopcontact staat op een zeer toegankelijke en bereikbare plaats dicht bij de achterkant van de fiets. Hier bevindt zich

meestal de batterij van de fiets. Zo kan de adapter makkelijk aangesloten worden om de batterij op te laden.

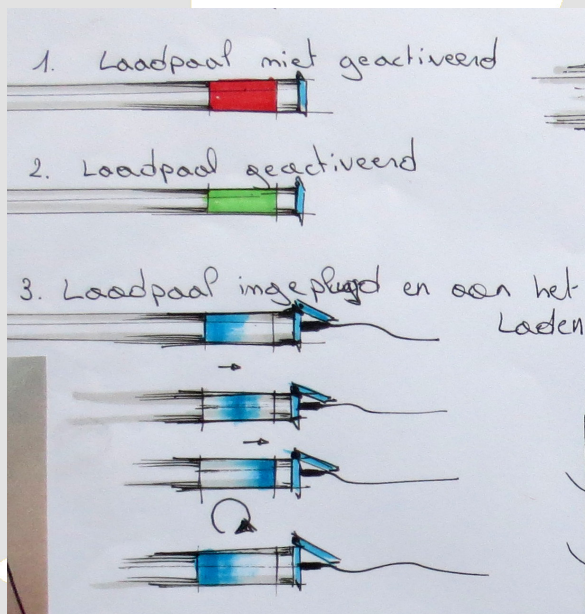
Om schade aan het fietskader of het oplaadpunt te beperken is er slechts 1 contactpunt, namelijk de achterkant van de fiets. Hier kan een rubber voorzien worden om de wrijving te beperken. De oplaadpunten worden 1 meter uit elkaar geplaatst (breedte zonnepanelen). Dit voorkomt dat de fietsen in elkaar haken via het stuur of de pedalen. Ook de vorm is ontworpen zodat het stuur en de pedalen het oplaadpunt niet kunnen raken en vrij kunnen bewegen.



Gecombineerd met de basisconstructie zal de licht -en geluid indicatie zorgen voor de extra waarde. Hierbij is het vooral belangrijk welke informatie het oplaadpunt kan overbrengen naar de gebruiker. Is het een oplaadpunt? Is het oplaadpunt actief? Ben ik aan het opladen? enz.

Licht indicatie

Het licht zal zich dicht bij het stopcontact op het einde van de onderste buis bevinden. We kiezen deze plaats om het stopcontact in de kijker te brengen, en om verlichting te garanderen tijdens het aanbrengen van het fietsslot. Het licht zullen we van kleur doen veranderen naargelang de handeling van de gebruiker. Deze kleurverandering kan handig zijn als



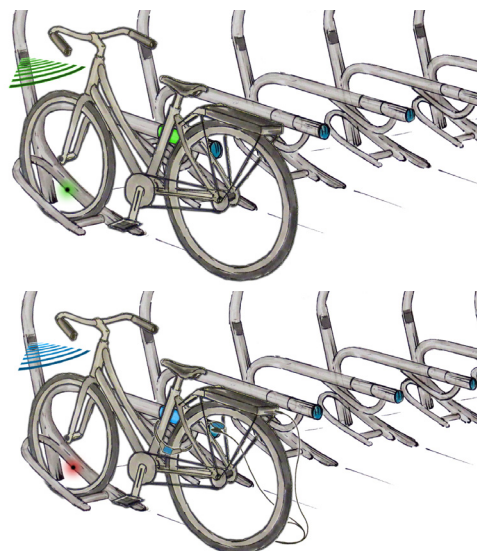
feedback en feedforward voor de gebruiker en werkt opnieuw als “shikake trigger”. Wanneer de gebruiker in de buurt komt van het oplaadpunt, dan wordt het groene licht geactiveerd. Dit als indicatie dat het oplaadpunt actief en klaar voor gebruik is. Wanneer de gebruiker hierdoor het stopcontact opmerkt en de adapter inpluigt, dan wordt het blauwe licht geactiveerd. Deze geeft de gebruiker feedback dat de batterij aan het opladen is. Dit blauwe licht zal met een stuwende beweging geprogrammeerd worden om het opladen te accentueren.

Geluidsindicatie

Het geluid is afgeleid uit de “fun-theory” tijdens het onderzoek. We kunnen het geluid gebruiken om de oplaad ervaring aangenaam en leuk te maken. Bovendien kan het oplaadpunt met geluid, in combinatie met het licht, mensen naar zich toe trekken. Het geluid zullen we toepassen op 4 verschillende handelingen van het opladen.

- 1) Het plaatsen van de fiets
- 2) Het inpluggen van de adapter
- 3) Het uitpluggen van de adapter
- 4) Het uitnemen van de fiets

Hierbij zullen telkens verschillende geluiden bij te pas komen die feedback en/of feedforward geven aan de gebruiker.



Bij het plaatsen van de fiets zal ten eerste een kettingslot geluid klinken. Dit gebeurt vlak nadat het voorwiel in de beugel geplaatst wordt. Kort daarna zal een opwaarts oplaadgeluid klinken. Deze geluiden gebeuren synchroon met het groene licht van de licht indicatie. De geluiden zorgen voor een feedforward trigger om de gebruiker aan te sturen om de fiets te sluiten en daarna de adapter in te pluggen.

Bij het inpluggen van de adapter zal een neutraal oplaad geluid te horen zijn. Dit geluid gebeurt synchroon met het blauwe licht en dient als feedback voor de gebruiker.

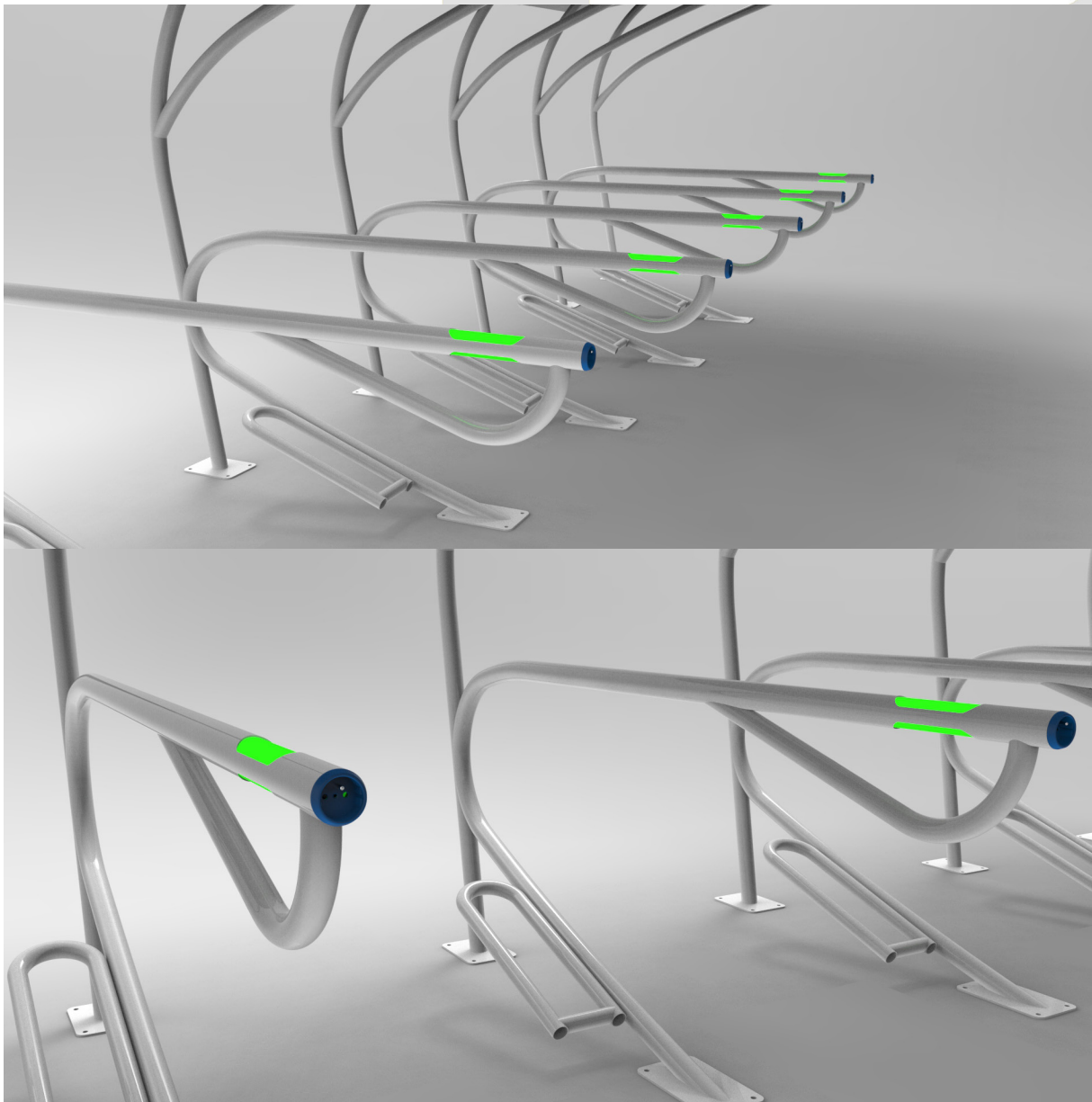
Op deze manier weet de gebruiker dat de adapter ingeplugd zit en dat de batterij aan het opladen is.

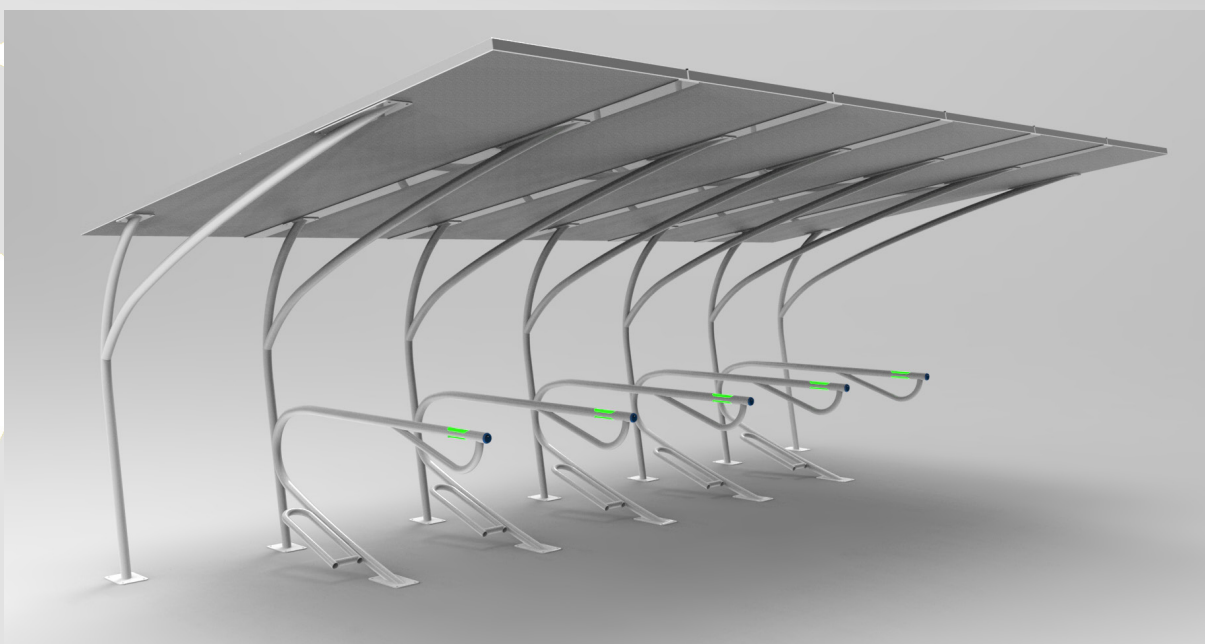
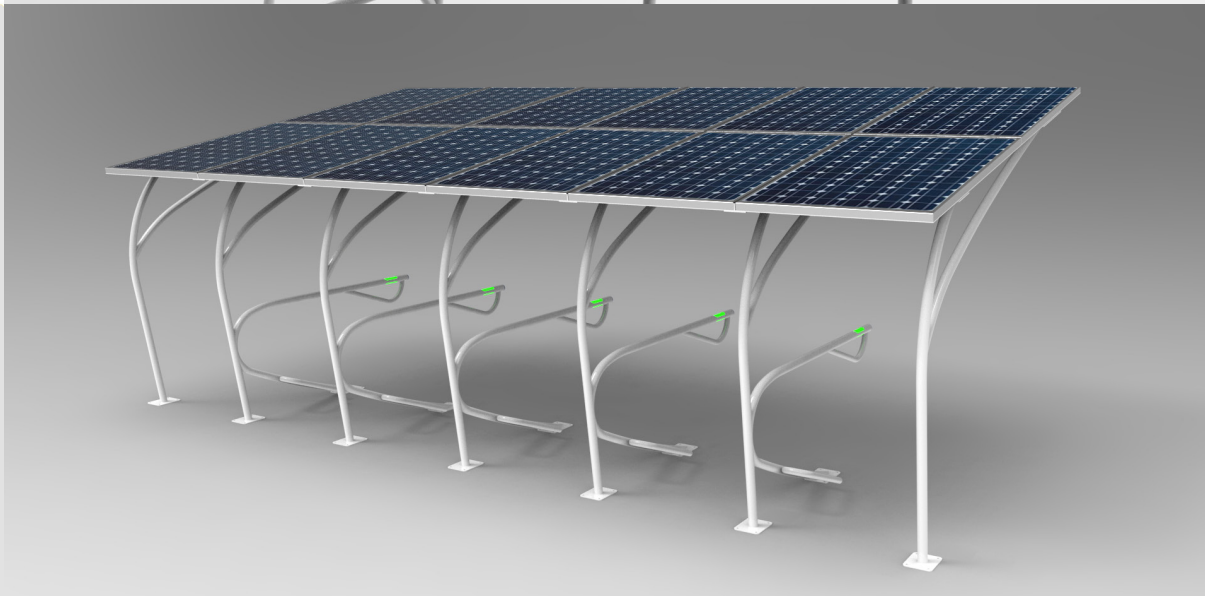
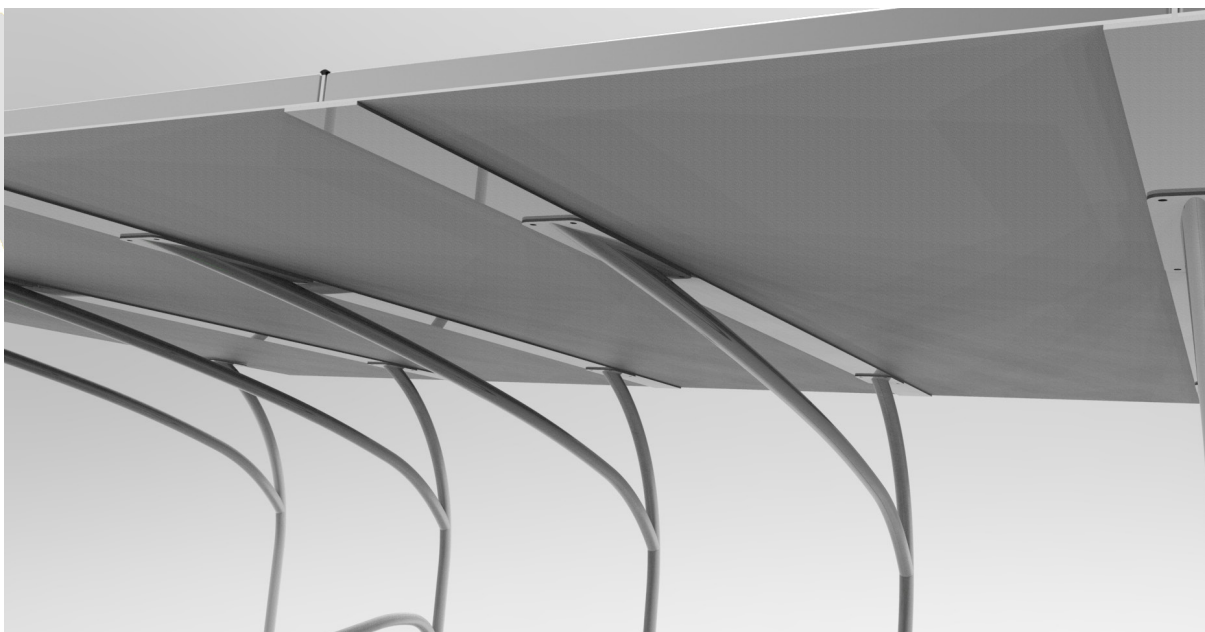
Hetzelfde geldt bij het uitpluggen van de adapter. Bij deze actie is een neerwaarts oplaad geluid te horen. Dit gaat gepaard met het blauwe licht die op dat moment terug groen wordt.

Ten slotte wordt bij het uitnemen van de fiets hetslotgeluidnogeensherhaald. Deze geluiden maken de oplaadervaring leuker en nog meer informatief. De luidspreker waar het geluid uitkomt zal zich in de opstaande buis bevinden.

In combinatie met de zonnepanelen zal dit concept een investering zijn voor de aankoper die kan terugverdiend worden. Na enkele jaren kunnen de oplaadpunten zelf winstgevend zijn. Vanzelfsprekend kan dit enkel als de oplaadpunten op het net aangesloten worden. Wanneer de oplaadpunten stand-alone geïnstalleerd zouden worden, laden de zonnepanelen batterijen op die elektriciteit voorzien. Op deze manier kan het oplaadpunt niet terug verdiend worden. We komen later nog terug op de kosten-baten van de oplaadpunten.

Op de onderstaande afbeeldingen zijn enkele renders te zien hoe het oplaadpunt er zou moeten uitzien op het einde van de rit.



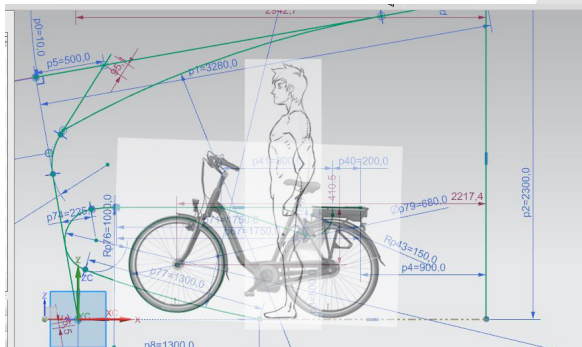


PROTOTYPING

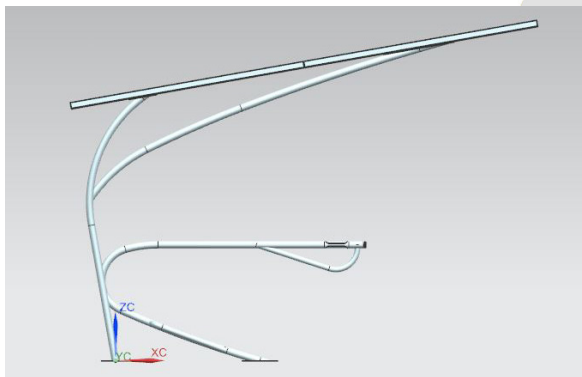
Constructie

Prototype1

We starten met de opbouw van de constructie. Hierbij is het belangrijk dat alle proporties en afmetingen kloppen vooralleer we in staal gaan werken.



Om dit op punt te stellen starten we met het maken van een 3D CAD model. Belangrijke details zien hierbij de afmetingen van het fietsvoorwiel die moet passen in de draagbeugel, de lengte van de platte buis waar uiteindelijk het stopcontact in moet komen, de hoogte van het oplaadpunt, ect.



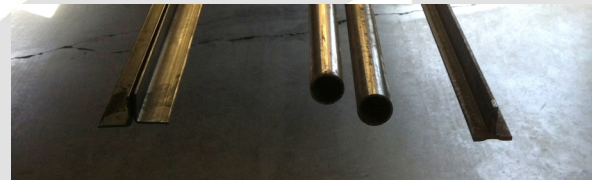
Zoals te zien is op de afbeeldingen, is er een bestevigingsbuis toegevoegd. Deze is preventief bijgenomen om de stevigheid van de oosprongkelijke constructie (zie schetsen) te versterken. Deze is gekozen in een lichte boog die terwijl ook in de stijl van de constructie past.

Voorlopig bestaat de basisconstructie uit 7 verschillende onderdelen. Als deze onderde-

len samengelast worden, dan krijgen we de constructie van 1 "oplaadpaal", die zich eventueel kan verbinden aan een volgende oplaadpaal. Deze oplaadpalen worden deels verbonden door tussenliggend zonnepanelen. De onderdelen gezien van boven naar onder:

1. T vormig profiel
2. Opstaande buis
3. Verstevigingsbuis
4. Onderste buis
5. Slotbeugel
6. Voorwielbeugel
7. Voetjes

Deze onderdelen zullen allemaal uit staal gemaakt worden. We kiezen voor de buizen een buisdikte van 50 mm buitendiameter, behalve voor de slotbeugel en de voorwielbeugel. Voor deze beugels nemen we een diameter van +- 30 mm buitendiameter, met de reden dat deze beter plooibaar zijn.



Nadat de proporties, afmetingen en buisdikten vast liggen kunnen we beginnen prototypen met de echte materialen.

Vooralleer we de stalen buizen beginnen plooiën moeten we weten welke bogen en vormen deze moeten aannemen. Daarom ben ik begonnen met de afmetingen op groot papier en hout te zetten. Op deze manier kan ik de houten mallen uitsnijden om de boogvormen te kunnen vergelijken met de stalen buizen.





De houten mallen kunnen nu gebruikt worden om de inzet van de plooi bank te bepalen. Op deze manier kunnen we makkelijk een manier vinden om later een groter aantal buizen in dezelfde vorm te plooien. Het plooien van de stalen buizen doen we met een buiswalsmachine. Hierbij kunnen we handmatig de buighoeveelheid ingeven.

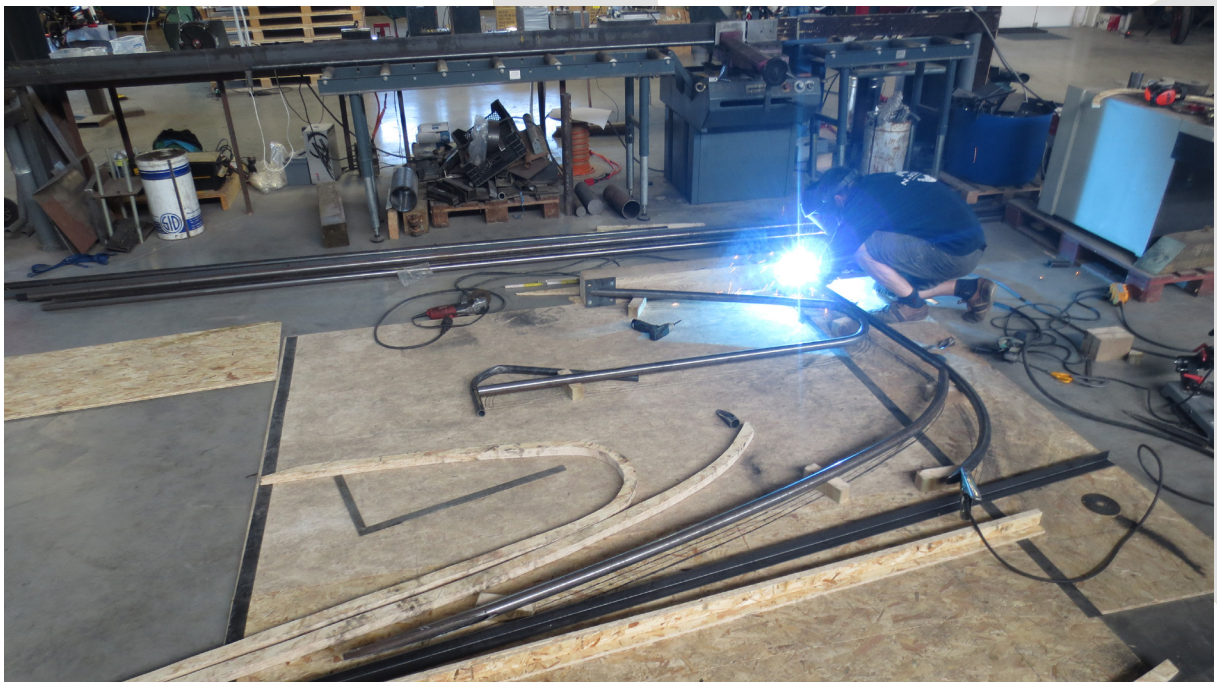


Met de buisdikte van 50 mm buitendiameter was het moeilijk om korte bochten te plooien. Aangezien buizen van 42,5 mm ook stevig genoeg waren, heb ik voor deze oplossing gekozen.

Om de buizen mooi aan elkaar te kunnen lassen moeten we deze afgeslijpen onder de juiste hoek. Voor het prototype doen we dit voorlopig met een slijpschijf, later kan dit eventueel op maat geplooid en gelaserd worden.

Op sommige plaatsen zullen ook gaten moeten voorzien worden in de buizen. Dit om de kabels van de zonnepanelen en andere elektronische componenten door te steken.





Na het afslijpen kan de opstaande buis, de verstevigingsbuis, de onderste buis en de voetjes aan elkaar gepuntlast worden. Hiervoor leggen we de buizen op blokjes hout en worden de voetjes op een massieve blok hout geschroefd. Op deze manier wordt alles zo goed als recht aan elkaar bevestigd. Natuurlijk is dit nog verre van perfect, maar voor het eerste prototype is het vooral belangrijk om de controleren als de ruwe afmetingen en proporties juist zijn. Later kan de definitieve vorm dan samengelast worden in een specifieke mal voor de buizen.

Het eerste probleem die we tegenkomen is het plooien van een buis met kleinere diameter. Dit komt doordat de rollen van de ploomachine een andere diameter hebben. Voor korte bochten (zoals die van de slotbeugel) is dit dus zeer moeilijk en knikt de buis bij een te grote inzet van de machine. Hiervoor moet dus een oplossing gevonden worden.

De afmetingen van de bocht aanpassen lijkt geen optie dus het ploomateriaal zal moeten aangepast worden. Natuurlijk is dit een kost

die we liever niet maken. De afbeelding hieronder toont het probleem. Hierop komen we later terug.



Het T vormig profiel kan nu ook bevestigd worden rechtstreeks op de bovenkant van de buizen. Deze wordt de steun om de zonnepanelen te dragen.



Nadat het geheel gepuntlast is, is de constructie nog niet voldoende sterk. Hiervoor zouden de bevestigingspunten volledig dicht moeten gelast worden. Bij het eerste prototype is dit nog niet nodig.



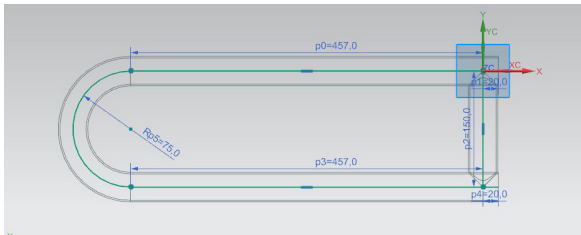
Op de bovenstaande afbeelding staat het oplaadpunt recht. Hierbij hebben we ook de onderste houten balk verwijderd zodanig dat deze vlak op de grond staat zoals hij zou geïnstalleerd worden. Als we een elektrische fiets nemen en deze naast de constructie houden, dan zien we dat de onderste buis perfect aansluit ter hoogte van de batterij. Ook de pedalen en het stuur hebben vrije ruimte om te bewegen. De algemene vorm zit goed, maar

het bovenste T-vormige profiel komt nog te laag. Als ik zelf rechtop sta (1m82) dan kom ik zeer dicht tegen het afdak. Dit is dus een probleem die kan opgelost worden door de opstaande buis iets langer te voorzien op het rechte stuk.

Na deze 2D constructie op te bouwen kijken we eerst naar de voorwielbeugel. Belangrijk hierbij is dat deze op de correcte hoogte en positie bevestigd wordt. Ook de lengte

en breedte is hier van cruciaal belang.

Van bij de start van het maken van de voorwielbeugel worden de plannen al lichtjes gewijzigd. Na het maken van de constructie is gebleken dat het plooiën van korte bochten moeilijk gaat. Aangezien we de afmetingen van de beugel voorzien hebben van een zeer scherpe bocht zullen we dit moeten aanpassen.



In plaats van 1 buis in het midden te plooiën over deze scherpe bocht, nemen we 2 aparte standaard stalen bochtjes met een radius van 35 mm. Deze kunnen met een tussenstukje aan elkaar gelast worden om zo dezelfde breedte te bekomen zoals op de bovenstaande tekening (120 mm van center naar center).



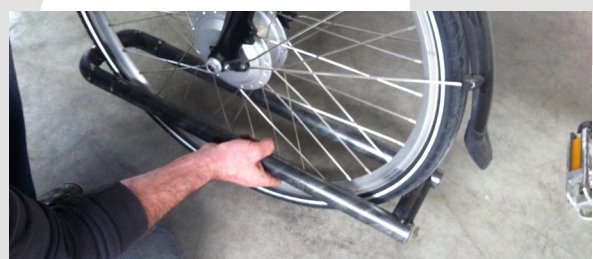
Zoals op de tekening te zien is, is de verbindingsbuis recht. Om dit fatsoenlijk te kunnen lassen zal er op het einde van het buisje van 120 mm telkens een halve cirkel materiaal moeten weggenomen worden. Zo passen de buizen mooi in elkaar en kunnen we deze makkelijker aan elkaar lassen door de rakende oppervlakken. Let er op dat deze buizen ook een kleinere diameter hebben dan de buizen van de constructie zelf.



Na wat "trail and error" voor de lengte van de beugel heb ik dan uiteindelijk de correcte afstand gevonden waarbij het wiel diep genoeg in de beugel zit.



Oorspronkelijk was deze lengte voorzien op +/- 530 mm zoals op de eerste onderstaande afbeelding. Nadien hebben we deze aangepast tot een lengte van 590 mm. Zo zit het wiel dieper en stabiel in de beugel.



Opnieuw zijn we eerst begonnen met puntlassen. Dit maakt het makkelijk om de verbindingen terug los te maken.

Om deze voorwielbeugel aan de constructie te bevestigen gaan we deze buis rechtstreeks aan de dikkere constructie buis lassen. Dit zal echter moeilijk worden. Enerzijds is de buis

A 3D model of a U-shaped pipe. The vertical leg on the left has a height of 220. The horizontal leg has a length of 555. The vertical leg on the right has a height of 120.0. The horizontal leg has a length of 555.0. The pipe has a diameter of 25. A coordinate system is shown at the top right of the vertical leg, with the Z-axis pointing up, the X-axis pointing right, and the Y-axis pointing out of the page. The origin of the coordinate system is at the center of the pipe's cross-section. The pipe is labeled with 'p1=0.0', 'p2=120.0', and 'p3=555.0'.



Ook is te zien dat de buizen niet gebogen zijn en dus gelijklopen met de buizen van de constructie. Dit is een detail, maar om esthetische redenen zullen we in de toekomst de buitenste buizen van de voorwielbeugel een zelfde buiging geven als deze van de constructie.

Voorlopig hebben we dus nog 3 problemen die we moeten aanpakken om het prototype te upgraden:

- Om de slotbeugel onder een scherpe hoek te kunnen plooien heeft nSolar een andere handmatige machine voorzien. Met een hydraulische plooiomp kan kracht gezet worden op de stalen buis die zich lichtjes in een bepaalde hoek vormt.



57

In de onderstaande afbeeldingen zijn de resultaten te zien.



Het tweede probleem is dat het afdak en dus de constructie in het algemeen nog te laag is. Voor dit probleem kunnen we de rechtopstaande buis iets verlengen. Dit verandert niets aan de vormgeving en alle andere buizen kunnen exact hetzelfde blijven zoals ze voorzien waren. Om dit te proberen hebben we een stukje rechte buis van 150 mm lang tussen gelast. De verhoogde versie is te zien in de onderstaande afbeelding.



Nu alle proporties en afmetingen op punt staan kunnen we het laatste probleem oplossen. De rechte buizen van de voorwielbeugel buigen we met dezelfde boog als de constructiebuis waaraan hij gelast moet worden. de lengte wordt hierdoor iets kleiner, maar dit is verwaarloosbaar.



Bij de verbindingsstukjes wordt opnieuw een materiaal weggenomen om een mooi lasoppervlak te bekomen.

De bovenste T beugel waarop de zonnepanelen steunen, maken we aan de hand van 2 hoek profielen.



Deze worden aan elkaar bevestigd met een puntlasmachine. Hierdoor worden de twee rakende vlakken van de profielen aan elkaar verbonden.

Het tweede prototype hebben we wel volledig dichtgelast in plaats van te puntlassen. Dit om de stevigheid te verbeteren. Om de stevigheid van de constructie te testen hebben we de grondplaten van de constructie aan de draadeinden bevestigd zoals dit in werkelijkheid ook zal gebeuren. Het belangrijkste wat opgevallen is tijdens het testen op stevigheid is dat de constructie nog te veel doorbuigt op bepaalde plaatsen. Als een kracht gezet wordt op de cruciale punten zien we dat de buizen over een flinke afstand kunnen bewegen.



De twee rode pijlen op de bovenstaande afbeelding tonen de bewegingen die voor onrust zorgen. Als we een verticale kracht van +/- 250 N uitoefenen op het bovenste T-profiel in het uiterste punt (ofwel naar boven ofwel naar beneden),

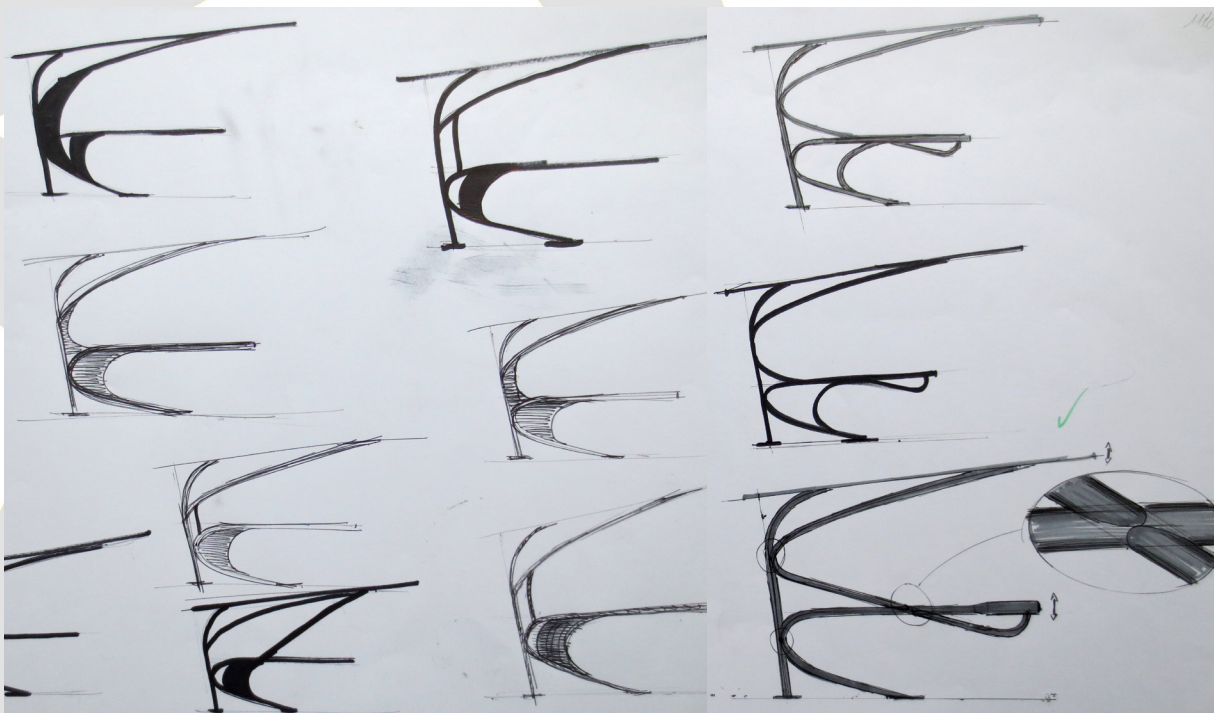
we krijgen we een uitwijking van ongeveer 200 mm. Dit kan gevolgen hebben als er een grote windkracht, sneeuwgewicht of andere invloeden op dit onderdeel terecht komen.

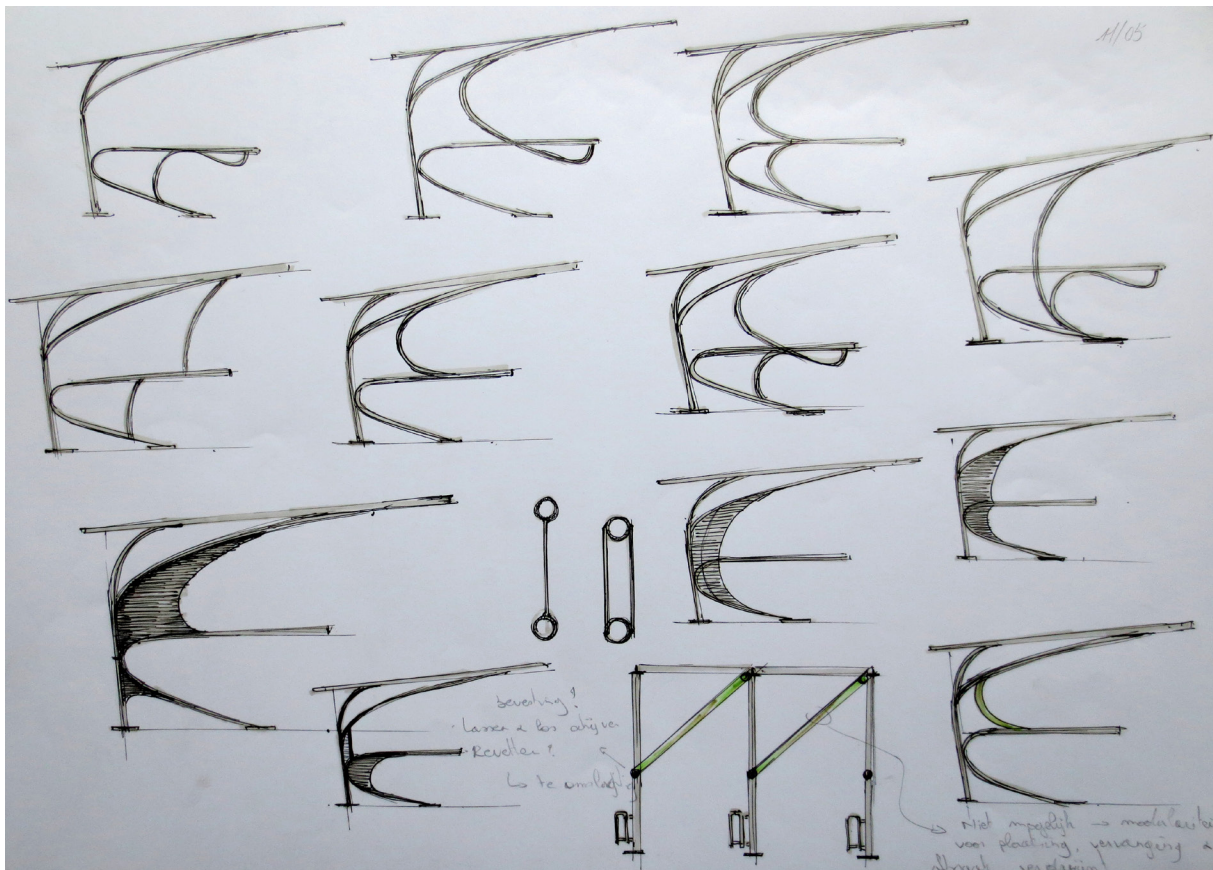
Als we dezelfde kracht uitoefenen op het uiterste punt van de onderste buis (zie onderste rode pijl), dan krijgen we een uitwijking van ongeveer 100 mm. Dit kan nadelige gevolgen hebben als iemand op deze buis gaat zitten of indien teveel fietsen geplaatst worden. In het ergste geval zal deze beginnen doorbuigen.

Met deze bewegingsvrijheid van de constructie kunnen we op vlak van duurzaamheid niet verder. Aangezien het bovenste profiel nog meer kan bewegen dan de onderste buis, kunnen we concluderen dat het zwakste punt van de constructie zich in het blauwe punt (zie afbeelding hiernaast) bevindt.

Dit is een belangrijk probleem aangezien een oplaadpunt voor een zeer lange tijd moet blijven staan.

Om dit probleem aan te pakken gaan we kort terug ideeën en oplossingen gaan zoeken. Dit doen we opnieuw aan de hand van schetsen.





We kunnen de functie van de versteviging combineren met bepaalde vormen van buizen. Het is belangrijk dat deze buizen in de vorm van het volledige concept liggen. Eventueel kunnen geplooid buizen gecombineerd worden met stalen plaatjes in verschillende vormen (zie schetsen).

We gaan niet op zoek naar 3D oplossingen en daarvoor is een goede reden. De modulariteit van het oplaadpunt moet het toelaten verschillende oplaadpunten parallel bij te zetten of weg te laten. Hierdoor gaan we enkel op zoek naar 2D oplossingen en kunnen deze constructies stevig met elkaar verbonden worden door tussenliggende aparte stukken. Zo vormen we als het ware een "skelet" die makkelijk monteerbaar is.



Na enkele testen met verschillende voren en overleg met de promotors kiezen we uiteindelijk voor een simpele maar toch stevige oplossing die mede ook in de vorm en stijl van de constructie past.

We brengen een buis met kleine diameter (19 mm - 3/4 duim) aan die de kritieke zwakke punten van de constructie ondersteund. We geven deze buis een kleine bocht om deze in de stijl van de totale vorm te brengen.

Deze kleine ondersteuning geeft een opmerkelijk grotere sterkte aan de constructie. Dit merken wij op als we dezelfde krachttesten uit oefenen op de uiterste punten. De uitwijking wordt nu gehalveerd door de driehoeksvorming in de volledige structuur.



Om de hefboom van het bovenste T profiel op het blauwe kritieke punt nog meer te beperken, hebben we dit profiel onder dezelfde hoek 150 mm naar beneden geschoven. Zo krijgen we een meer gelijkmatige belasting op de constructie.

Om krachten in andere richtingen op te vangen is de gehele constructie vastgemaakt op grondplaten van 150 x 150 mm die volledig vast zullen gemaakt worden in de grond. Hierop komen we straks terug.



De installatie moet efficiënt kunnen gebeuren. De oplaadpunten moeten snel en makkelijk opzetbaar/afbreekbaar zijn.

We beginnen met de belangrijkste mal, deze van de volledige constructie. Deze mal is nodig zodat bij het lassen de buizen niet vervormen of verplaatsen door de hoge temperaturen. Met mallen blijft alles mooi op zijn plaats en kan veel sneller gewerkt worden.

De mal bestaat uit een stalen frame die vooral de hoek tussen de rechtopstaande buis en het profiel correct vast houdt. De verstevigingsbuizen en de onderste buis zijn afgezet met pinnetjes of korte plaatjes die zorgen dat deze buizen niet kunnen verschuiven of bewegen.

Voor we de buizen allemaal samen in de mal leggen om te beginnen lassen, moeten deze



Mallen en Installatie

Nu de constructie in grote lijnen op punt staat, kunnen we gaan kijken om het maak-procedure en de installatie in goede banen te leiden. Alle buizen kunnen niet apart gelast worden zoals we dit met de eerste twee prototypes hebben gedaan. Dit zou teveel tijd in beslag nemen, zeker bij grotere aantallen.

eerst geplooid en afgezaagd worden. Om het plooi-procedure te optimaliseren heb ik voor elke buis de correcte afstand met daarbij de correcte inzet op de machine uitgetekend. Deze buizen hebben verschillende bogen die overlopen in elkaar dus tekenen we de afmetingen eerst op de buizen. Daarna kunnen we nieuwe buizen walsen met dezelfde procedure. Op deze manier kunnen we de werktijd

beperken die nodig is ter voorbereiding van het lassen.



Na het plooien kunnen we alle buizen afslijpen onder de correcte hoek. Dit doen we met een zaagmachine die we onder een hoek kunnen instellen. Op deze manier sluiten de uiteinden van de buizen aan op de andere oppervlakken.



Nu kunnen alle buizen in de mal gelegd worden samen met de grondplaten. De mal is voorzien van beugeltjes waar deze platen in kunnen liggen op de correcte positie. Zo komt het gat overeen met de buisopening. Hier kunnen later de kabels door getrokken worden.



De verstevigingsbuis die we bij prototype 2 hebben toegevoegd heeft een kleinere diameter. Om deze buis in positie te kunnen brengen moet de mal lichtjes aangepast worden. We voorzien hiervoor plaatselijk een lichte verhoging.



Ten slotte hebben we enkel de bovenste T beugel nodig om de constructie te vervolledigen. Deze heeft enkele speciale aanpassingen nodig omdat deze twee zonnepanelen moet kunnen dragen. Ten eerst moet een gat voorzien worden ter hoogte van de opstaande buis waardoor de kabels van de

zonnepanelen kunnen lopen. Dit gat gaan we uitboren met behulp van een kleine mal. Deze mal is voorzien om een magnetisch vastzetbare boormachine in te plaatsen. Op deze manier zit de boor altijd op de zelfde plaats.

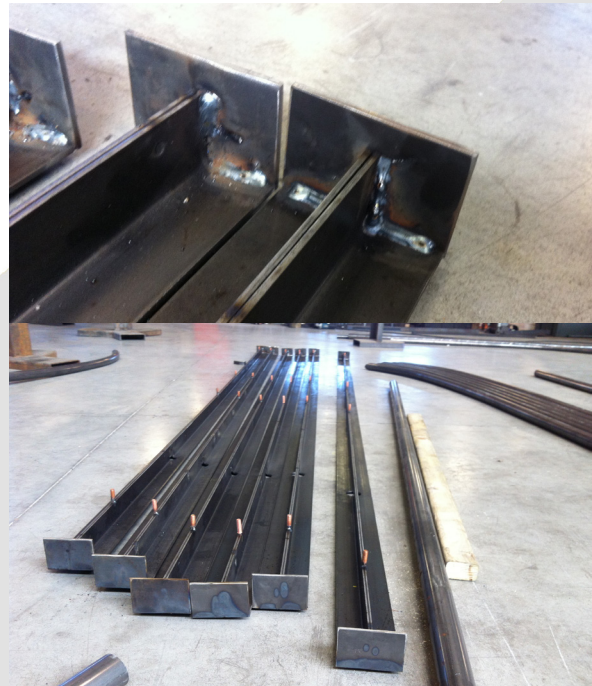


Om de zonnepanelen te kunnen bevestigen worden korte draadeinden van M6 op de opstaande rib gepuntlast. Hierover kunnen we later beugels schuiven die de zonnepanelen op zijn plaats houden.



Ten slotte worden op het einde van de T beugels plaatjes gelast. Zo kunnen de zonnepanelen niet naar boven of beneden schuiven. Ook kunnen de plaatjes gebruikt worden om later de tussenstukken aan te bevestigen. Hier komen we straks op terug. Nu is de T-beugel klaar om op de constructie bevestigd te worden. Zoals bij de grondplaten zijn er beugels voorzien in de algemene mal

om te T-beugel op zijn plaats te houden tijdens het lassen.



Het geboorde gat in de T-profielen komen nu overeen met de binnendiameter van de opstaande buis. Kabels kunnen nu gemakkelijk doorgetrokken worden naar onder, waarna ze aangesloten kunnen worden.



Nu kunnen alle stukken aan elkaar gelast worden in de liggende mal. Wanneer deze buizen volledig gelast zijn, worden de lasen nog wat mooier afgeslepen en gepolijst zodat we een vloeiende overgang hebben tussen de verschillende stukken.

Nu kunnen we overgaan naar de rechtstaande mal. Deze is voorzien om de voorwielbeugel en de slotbeugel te bevestigen. De voorwielbeugel moet op de correcte hoogte bevestigd worden dus wordt deze ondersteund door een stalen profiel op de correcte hoogte.

De slotbeugel wordt voorlopig nog bevestigd met handklemmen. Deze mal kan zeker nog verbeterd worden in de toekomst. Voorlopig kan het op deze manier gelast worden met een klein productie aantal.



Er zal een verdikking plaatsvinden op het einde van de buis waar het stopcontact moet komen. Dit is voorzien voor de lichtmule. In de volgende paragraaf meer informatie hierover.



Alles is nu aan elkaar gelast en klaar om te galvaniseren en te poederlakken. Dit process gebeurt echter niet binnen de firma Nsolar. Bij het galvaniseren en poederlakken worden de constructies opgehangen. Dit om de constructie meer corrosiebestendig te maken. Dit is zeer belangrijk als de oplaadpunten blootgesteld worden aan de weersomstandigheden.



Vervolgens gaan we over naar de installatie van de oplaadpunten. Zoals eerder vermeld is het concept modulair opgebouwd zodat makkelijk oplaadpunten kunnen bijkomen of weggenomen worden. De oplaadpunten worden verbonden door tussenbeugels. Voor de montage moeten kabels door de buizen getrokken worden om de lichtmodule en de zonnepanelen aan te sluiten.

Ongetwijfeld moeten de constructies muurvast aan de grond bevestigd worden. De twee grondplaten waarop gesteund worden, moeten veel krachten opvangen. Om dit te kunnen garanderen hebben we een betonnen ondergrond nodig. In de meeste gevallen zal dit dus een bijkomende taak zijn. Als er natuurlijk al een betonnen ondergrond voorzien is, dan zal deze taak overbodig zijn.

In totaal beschikken we over 2 stalen grondplaten per olaadpunt. Deze beschikken elk over 4 bevestigingsgaten in elke hoek. In totaal hebben we dus 8 bevestigingspunten in de grond. Deze bevestiging zal gebeuren met behulp van moeren en Metrische draad stangen die in het beton bevestigd zitten. Deze worden gemaakt in combinatie met de “fundering”, hiermee bedoelen we het beton. We lassen hiervoor een kleinschalig beton skellet in elkaar.



Om dit skellet te maken heb ik een mal gemaakt waarop de ijzeren staven kunnen geplaatst worden. Op deze manier is het makkelijk om deze aan elkaar te lassen. Ook standaard lengtes kunnen dan makkelijk afgeknipt worden.



Als deze skelleten gelast zijn kunnen ze in beton gegoten worden op de correcte positie. Belangrijk hierbij is dat deze iets onder het grondniveau komen. Zo kunnen de oplaadpunten gelijk komen met de vloer. Naast het bedrijf voorzien we een plateau waar we de oplaadpunten kunnen installeren. Om te vermijden dat de kabels van de licht-



module of zonnepanelen geklemd raken tussen de geplaatste constructie en het beton, voorzien we een kleine doorgang voor de kabels. Deze doorgang bekomen we door een stukje piepschuim tussen de opstaande

stangen aan te brengen tijdens het gieten van de beton. Later branden we het piepschuim dan weg en kan dit gat als doorgang gebruikt worden voor de kabels. Deze kabels zitten op deze manier ook onder de grond.



Dit is enkel nodig bij 1 voet van de constructie omdat alle kabels doorheen eenzelfde buis samenkomen onderaan.

Vanwege de grote constructie is de kans op een klein verschil toch redelijk groot. We spreken hier over enkele millimeters afwijking die tijdens het lassen onvermijdelijk is. Als we willen dat het geheel aan oplaadpunten mooi lineair en vlak wordt opgezet is dit dus een probleem. Niet elk betonblokje is op tot op de millimeter dezelfde, dus moeten de oplaadpunten tijdens het installeren kunnen bijgesteld worden.

Dit doen we aan de hand van moeren die we onder de grondplaten van het oplaadpunt aanbrengen. Op deze manier kunnen we de hoek regelen door bijvoorbeeld de voorste voet hoger te zetten dan de achterste of omgekeerd. Zo kunnen we garanderen dat alle oplaadpunten op exact dezelfde hoogte komen. Vervolgens zijn de grondplaten van de constructie ook

voorzien van sleufgaten. Deze langwerpige gaten in de voeten zorgen ervoor dat de oplaadpunten ook naar voor en achter kunnen geschoven worden. Zo komen alle oplaadpunten op eenzelfde lijn te staan wat het geheel veel mooier en meer afgewerkt maakt.



Om de oplaadpunten dan definitief vast te zetten, spannen we deze aan met sluitringen en moeren er boven op.

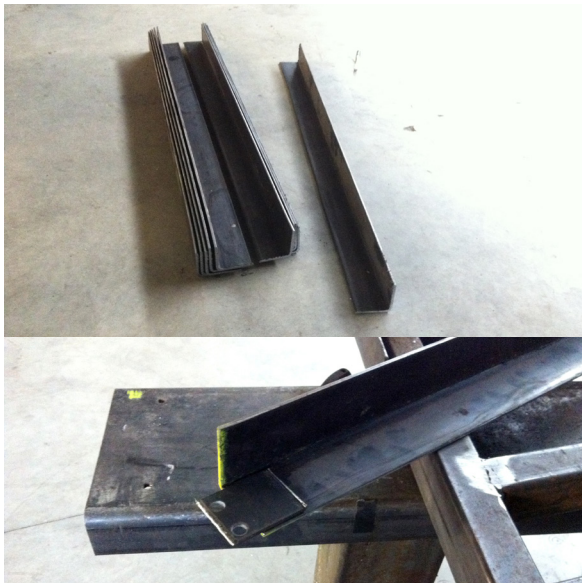
Vooralleer we de verschillende constructies vastzetten moeten de kabels door de buizen gelegd worden. We hebben 3 kabels nodig:

- 1 voor de zonnepanelen, deze komt van het afdak bovenaan.
- 1 voedingskabel voor het stopcontact, deze voeding kan tevens gebruikt worden voor de lichtmodule.
- 1 kabel die van de bewegingssensor naar de lichtmodule loopt.

De kabels kunnen we niet rechtstreeks door de buizen krijgen omdat deze te flexibel zijn. Daarom duwen we eerst een elektriciteits trekkabel door de buizen, waarna we de kabels hiermee door de buizen trekken.



Om de aparte oplaadpunten te verbinden met elkaar, voorzien we tussenstukken. Hiermee kunnen we het gehele skelet opbouwen om daarna de zonnepanelen erin te leggen. Deze verbindingstukken zijn nodig om de volledige stevigheid te garanderen. De aparte constructies worden verbonden met elkaar zodat ze niet apart zouden kunnen bewegen. De tussenstukken maken het geheel sterker.



De tussenbeugels zijn hoekige L profielen die de uiteinden van de T-profielen zullen aansluiten. Deze aansluiting gebeurt door boutmoer verbinding. Waarom?

Een belangrijke reden waarom we dit bijvoorbeeld niet aan elkaar lassen is dat het geheel modulaair moet blijven. Als we stukken aan de aparte constructies beginnen lassen, dan gaan we in 3D werken. Dit veroorzaakt problemen bij transport (ruimte) en bij montage en demontage. Bovendien kunnen we dit niet ter plekke lassen daar de stukken al gepoederlakt zijn en terug zouden blootgesteld worden aan corrosie. Een snelle, handige en probleem vermijdende methode is dus gebruik maken van bout en moer.



Alle constructies zijn opgebouwd met de voorwielbeugel aan de linkerkant. Dit wil zeggen dat de elektrische fiets bij het eerste oplaadpunt geen dak/zonnepaneel boven zich heeft. Dit is niet enkel een esthetische minderwaarde, maar praktisch kan de fiets of persoon nat worden. De lichtmodule zou meer blootgesteld worden aan weersomstandigheden, enzovoort.

We kunnen dit vermijden door een “eindpaal” te voorzien. Deze paal kan dan afhankelijk van de klant aan weerszijden van het totaal aantal oplaadpunten gezet worden, of enkel in het begin. In een testopstelling hebben we 2 oplaadpunten opgesteld.



Zoals op de afbeelding te zien is, staat er nu een eindpaal voorzien op de uiterst linkse kant. Nu heeft de eerste fiets dus wel onderdak. Bij deze testopstelling werd al snel duidelijk dat deze eindpaal alles dan behalve stevig is. Om dit probleem op te lossen werd zoals bij de oplaadpunten zelf, nog een verstevigingsbuis voorzien. Deze heeft iets dickere diameter (1 duim - 25,4 mm) dan de verstevigingsbuis van de oplaadpunten zelf.

De eindpaal wordt bovenaan niet met een T profiel voorzien maar met een enkele hoekprofiel. Het T-profiel is overbodig omdat er geen zonnepaneel meer moet bijkomen aan de andere kant. Dit zorgt er wel voor dat het center een 4 tal centimeter opschuift. Hiermee moeten we rekening houden tijdens

de opzet van de einpaal. Deze moet dan 4 cm dichterbij het eerst oplaadpunt komen staan.

Om te voorkomen dat de gebruikers of andere omstaanders contact kunnen maken met de kabels van de zonnepanelen aan de onderkant, zullen we tussen de zonnepanelen en de constructie een afscherming voorzien. Tevens geeft dit esthetisch ook een meerwaarde. De onderkant van zonnepanelen zijn niet de meest visueel aantrekkelijke oppervlakken. Ook vooral de veiligheid is bij deze een probleem. Voor deze toepassing kiezen we het materiaal Alubond.



Alubond is een sandwichplaat opgebouwd uit aluminium/polyethyleen/aluminium. Dit maakt het materiaal zeer licht en makkelijk bewerkbaar. De Optimale vlakheid/strakheid en stijfheid is voor deze toepassing zeer gewenst, bovendien kan het materiaal in grote afmetingen en verschillende kleuren verkregen worden. Dit materiaal wordt veel toegepast in de nieuwbouw en renovatie sector als gevelbekleding, dakranden of plafondbekleding. We kiezen voor een 3mm plaat met een matte "ultra white" kleur omdat deze samen gaat met het kleur van het oplaadpunt. De witte kleur zorgt voor een strak en opvallend geheel.



De alubond platen worden op de maat van de zonnepanelen gesneden. Zo kunnen deze samen getransporteerd worden.



Tussen twee oplaadpunten liggen 2 zonnepanelen na elkaar van 1m64 lang. Hetzelfde geldt dus voor de alubond platen. Aangezien we twee aparte platen gebruiken, kan er water tussen deze panelen komen. Dit is recht boven de fiets in het midden van de beschutting dus dit kan best vermeden worden. Daarom maken we de platen aan elkaar en nog eens extra aan het oplaadpunt zelf vast met lijm silicone. Om het water af te laten boren we op het laagste punt van het afdak een gaatje in de alubond.

Als alle stukken gegalvaniseerd en gepoederlakt zijn, is alles klaar voor installatie en assemblage. Als laatste stap worden de zonnepanelen op het afdak gelegd, aangesloten en bevestigd aan het T-profiel. Onderaan komen alle kabels samen en kan afhankelijk van de klant gekozen worden voor een stand-alone systeem met batterijen, of een systeem met aansluiting op het net.

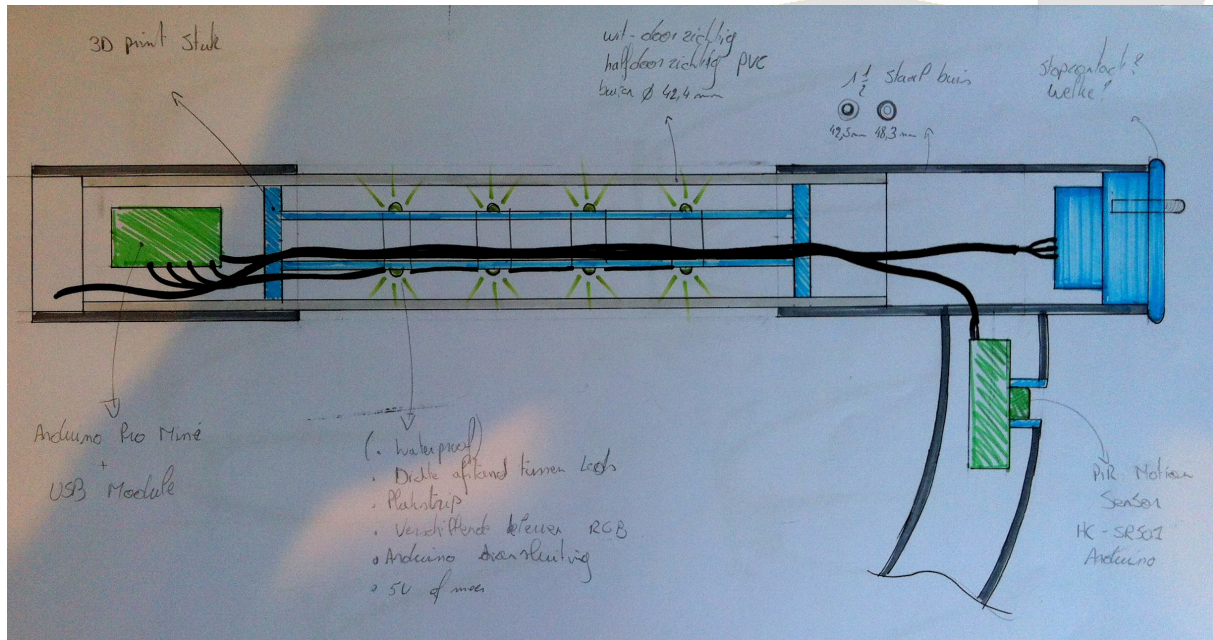


Licht module

Om het conceptueel licht idee tot realisatie te brengen, zal een compacte licht module ontworpen moeten worden. Als dit idee nader werd bekeken en in overleg gebracht werd

Zoals op de schets te zien valt, is dit ontwerp nog geen geheel inschuifbare module. Hier zullen dus nog enkele aanpassingen voor nodig zijn.

Ten eerst moet worden gezocht welke soort stopcontact er past in een bepaalde diameter

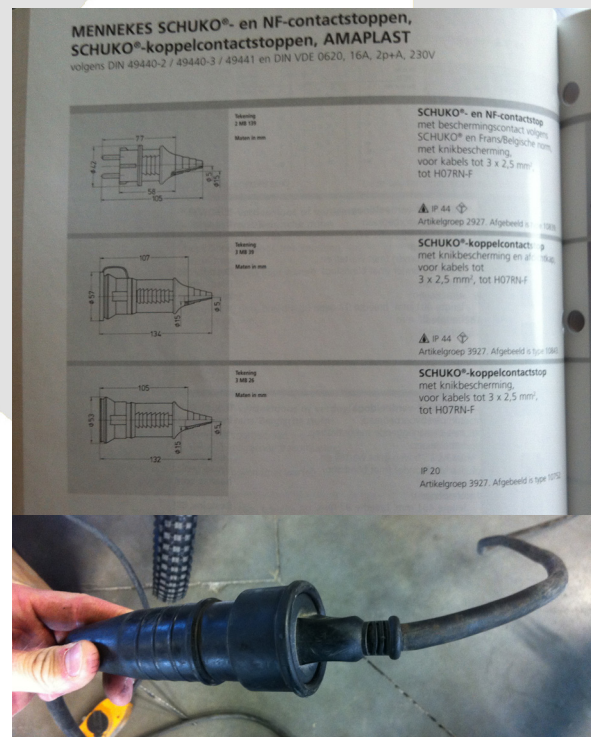


met de promoters, leek het geen slecht idee te zijn om de module inschuifbaar te maken. Op deze manier kan de module gemakkelijk geïnstalleerd, vervangen of hersteld worden bij eventuele slijtage. Startend met dit concept is een volgende opstelling gemaakt.

van een stalen buis. Na onderzoekswerk bij verschillende leveranciers en meten van verschillende modellen van stopcontacten en stalen buizen, komen we tot het besluit dat we een dikke buisdiameter zullen nodig hebben.

In de module beschikken we over:

- De normale stalen buisdike waarin een stopcontact past. In deze buis zullen boven en onderaan gaten komen waardoor het licht kan schijnen.
- Een halfdoorschijnend materiaal die de leds afschermd en ook als licht verspeider werkt.
- Een programmeerbordje (Klein model van Arduino) die de leds kan aansturen.
- Een sensor die beweging kan detecteren. In dit geval wordt een PIR-sensor gebruikt die kan werken via arduino.



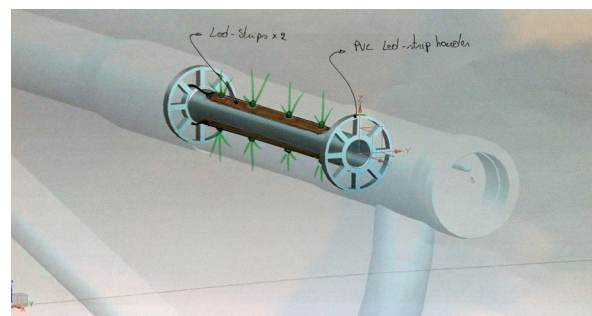
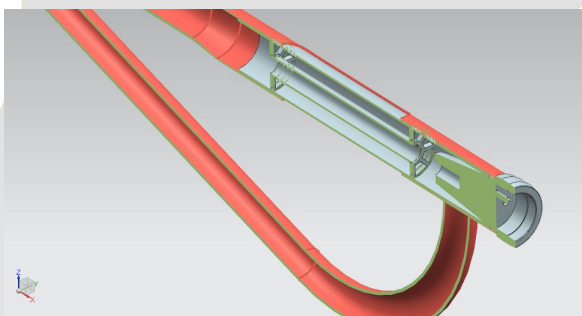
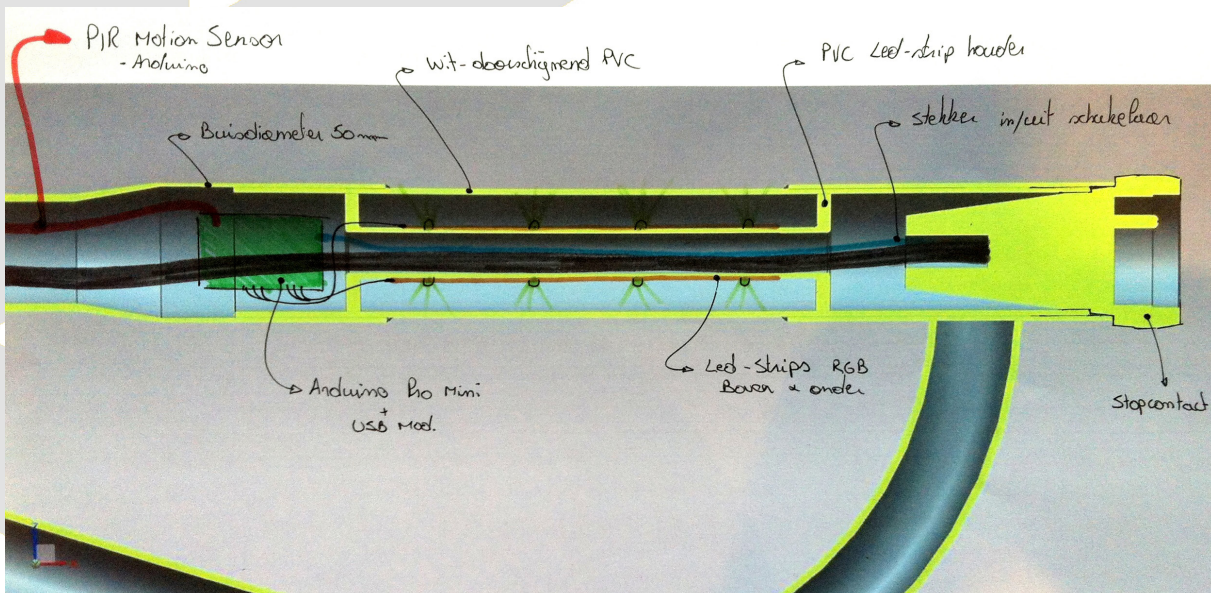
Kleur	Amperes	Volt	Bestelnnummer	Stuk	Gewicht
grijs	16	230	10749	20	47
zwart	16	230	10754	20	47
oranje	16	230	10837	20	47
blauw	16	230	10838	20	47
rood	16	230	10839	20	47
geel	16	230	10840	20	47
groen	16	230	10841	20	47
grijs	16	230	10751	10	75
zwart	16	230	10755	10	75
oranje	16	230	10842	10	75
blauw	16	230	10843	10	75
rood	16	230	10844	10	75
geel	16	230	10845	10	75
groen	16	230	10846	10	75
grijs	16	230	10752	10	65
zwart	16	230	10756	10	65



Uitendelijk wordt een passende diameter voor een bepaald soort stopcontact van een van de leveranciers gevonden. Deze buisdiameter van 50,8 mm buitendiameter en 47,8 binnendiameter moet niet enkel dikker vanwege geen enkel ander passend stopcontact, maar ook wegens plaatstekort van de andere onderdelen. Deze buisdiameter zal met een koppelstuk verbonden worden met de normale constructie buis van 42,4 mm buitendiameter.

Naast de buisdiameter zal de bewegingsensor ook verplaatst moeten worden. De manier waarop deze op de schets is getekend zal onmogelijk zijn om makkelijk te monteren en/of vervangen. Deze sensor zal op een andere positie moeten komen. Deze sensor wordt nu in de rechtopstaande buis van de constructie geplaatst. Zoals eerder vermeld zal een kabel voorzien worden naar de module om deze te kunnen aansluiten.

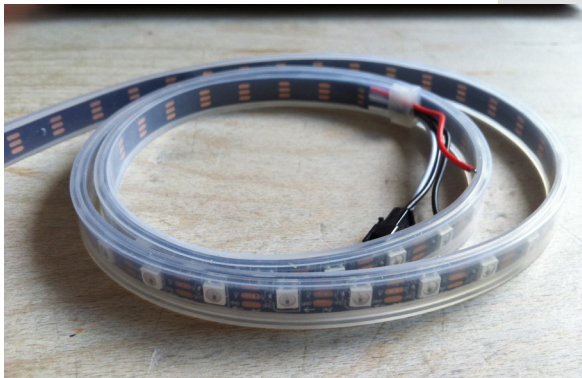
Hieronder is een aangepaste versie te zien van de lichtmodule.



Om de module op te bouwen heb ik componenten besteld.

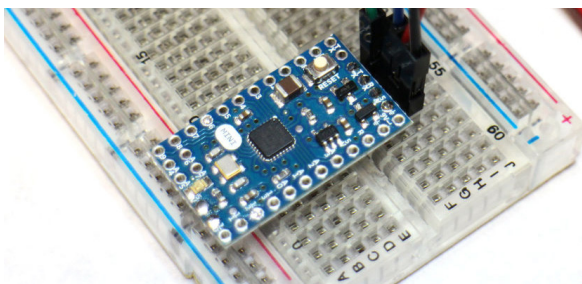
Leds

Voor de led lichtjes heb ik gekozen voor het merk "Adafruit Neopixel". Hierbij heb ik een RGB led strip van 1 meter besteld, waarop zich 60 leds bevinden. De reden dat ik voor dit merk kies is omdat deze net zoals de andere componenten op een spanning van 5 volt aangesloten kunnen worden en omdat deze strips gekend zijn in combinatie met arduino. De leds zijn apart aanstuurbaar, wat nodig is in mijn situatie. Ook kan een waterbeschermende hoes bij besteld worden tegen de vochtigheid. De Leds worden via 3 contacten aangesloten, de aarding, de voeding en de sturing.

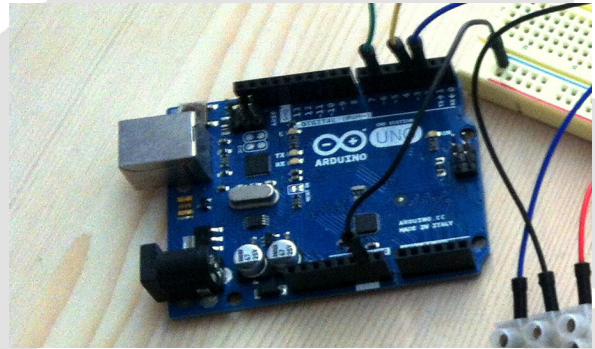


Arduino

Om de leds aan te sturen en signalen van de schakelaar en sensor te ontvangen hebben we een arduino sturingsbordje nodig. Aangezien dit in de buis van binnendiameter van 48,8 mm moet passen, hebben we een klein model nodig. Hiervoor nemen we de "arduino mini 05 light", omdat deze enkel een afmeting heeft van 30 x 18 mm. De arduino mini kan ook op 5 Volt aangesloten worden en bevat alle mogelijkheden van een standaard arduino Uno.



We bestellen 2 stuks van de arduino mini. Omdat deze arduino zo klein is, wil dit ook zeggen dat het solderen fijn werk is. Om te prototypen is dit dus niet ideaal. Aangezien ik een arduino Uno thuis heb, gebruik ik deze om te prototypen en het programma uit te proberen. Deze arduino is veel groter en makkelijker om veel verschillende aansluitingen te testen.



Bewegingsensor

Om de beweging voor het oplaadpunt te kunnen detecteren is een sensor nodig. Hiervoor bestellen we 2 PIR motion Sensors voor arduino. Deze sensor zijn speciaal gemaakt om in combinatie met een arduino bordje te werken. Opnieuw wordt deze aangesloten op 5 Volt naast de aarding en sturing. De sensor kan beweging detecteren vanaf 6 meter ver onder een instelbare hoek van 110°.



Schakelaar

Om te kunnen detecteren wanneer de adapter van de gebruiker in het stopcontact zit, gebruiken we een kleine schakelaar, namelijk een microswitch. Deze zijn verkrijgbaar in iedere elektronica winkel in de buurt. De schakelaar kunnen opwel "Normal Open (NO)" of

“Normal Closed (NC)” aangesloten worden. Dit is afhankelijk hoe de arduino ingesteld is.



Voeding

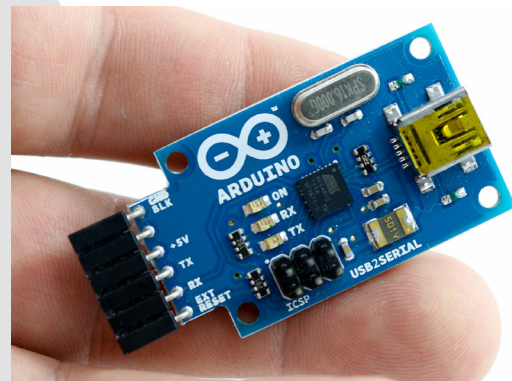
Om de alle componenten te voorzien van 5 Volt is hiervoor een omvormer nodig. Er komt via de kabel 230 Volt toe om het stopcontact te voorzien. Hiervan zullen we een aftakking maken om alle elektronica te voeden. We hebben dus een voeding nodig van 230 V - 5V. Dit heb ik niet aangekocht maar uit oudere gsm laders gerecycleerd.



Na het afhaken van de behuizing kan draad gesoldeerd worden op de contacten die normaal via de 2 pinnen in het stopcontact gaan.

Arduino adapter

Om de kleine arduino te kunnen programmeren is hiervoor een speciale adapter nodig. De mini arduinos kunnen niet rechtstreeks via de kabel-PC geprogrammeerd worden. Deze module moet dus ook besteld worden. Dit heet een “Arduino USB Serial light adapter”. Deze kan wel via de computer aangesloten worden en op deze manier het programma doorgeven aan de Arduino mini.



Dit zullen de basis hardware componenten zijn die we zullen gebruiken in de opbouw van de lichtmodule. Natuurlijk is hier ook enig opzoekingswerk gebeurd welke componenten de beste, kleinste, betrouwbaarste, ect. zijn. Hier gaan we niet verder op in.

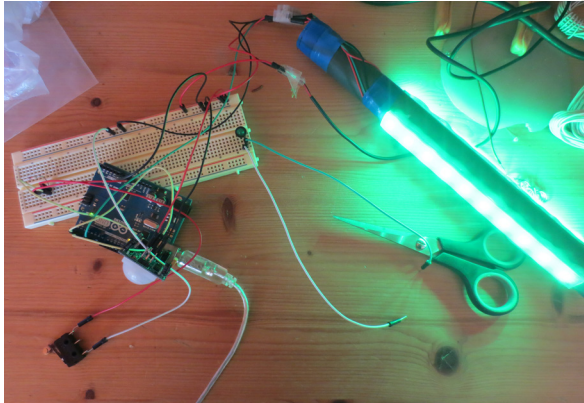
Dit zijn betrouwbare componenten die allemaal passen in de al beschreven opgebouwde constructie. In de volgende beschrijvingen gaan we verder in op hoe we de hardware geïnstalleerd hebben. Hierbij is vooral het elektrisch verbindingsschema belangrijk. Ook de montage van de schakelaar in het stopcontact en de sensor montage komt hier in aan bod.

Vervolgens wordt uitgelegd hoe we de software van de lichtmodule hebben opgebouwd. Hier zal dan verwezen worden naar het arduino programma.

Ten slotte halen we nog alle elementen van de behuizing aan. Welke materialen en technieken we gebruikt hebben om het tot een mooi afgewerkte module te brengen.

Hardware

Na tal van experimenten met verschillende verbindingsmethodes, schema's en programma's kan er na een tijd een elektrisch schema opgesteld worden. Naast veel zoekingswerk over de mogelijke connecties en vooral de werking van programmeertaal van arduino kunnen uiteindelijk de leds op de juiste manier gestuurd worden.



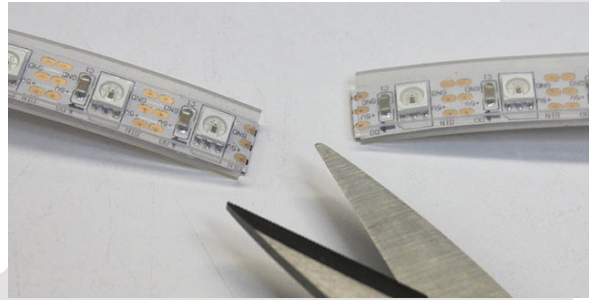
De arduino Uno kan zoals op de afbeelding te zien is, rechtstreeks aangesloten worden aan de computer. De computer voorziet dan een 5 Volt spanning en het programma van arduino kan de code dan direct in de arduino laden.

Op de ledstrip kunnen de 60 aanwezige leds apart aangestuurd worden. Dit wil zeggen dat we een bepaald aantal leds kunnen uitschakelen. Aangezien er geen 1m verlichting nodig is voor 1 module, kunnen we het aantal leds reduceren naar 10. Deze 10 leds zijn genoeg om de lichtindicatie voor de gebruiker te voorzien.

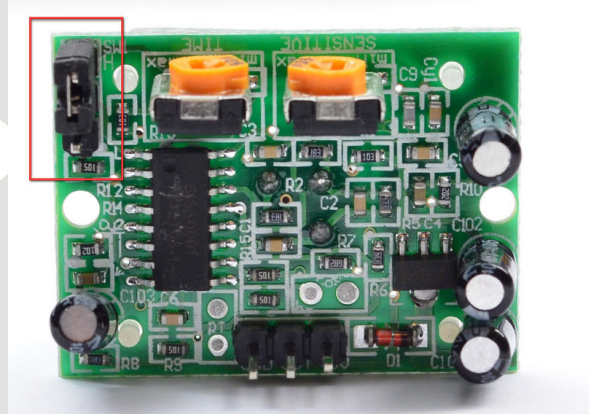


De ledstrip kan afgeknipt worden naar wens. Dit moet echter wel op de juiste manier en positie gebeuren. Op de website van adafruit (learn.adafruit.com) wordt de methode uitgelegd hoe je best de ledstrip doorknipt of

terug bevestigd aan elkaar. Belangrijk hierbij is dat dit op de aangeduide positie gebeurt.



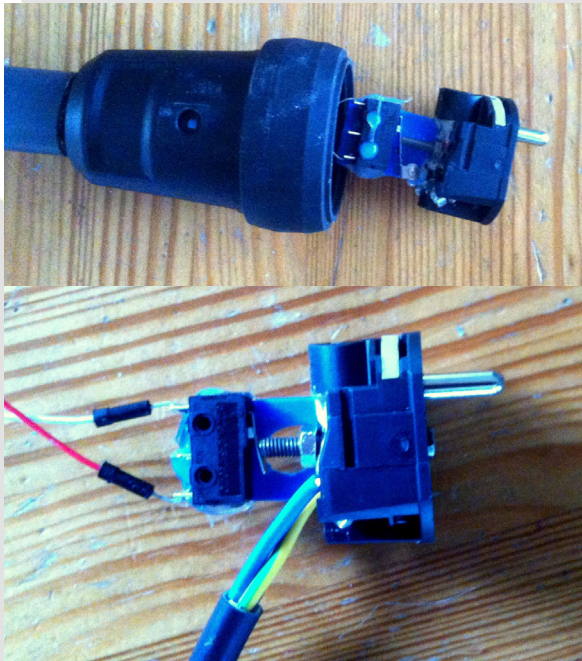
Een belangrijk detail bij de bewegingsensor is dat de "retriggering" optie goed is ingesteld. Eens de sensor werkt, kijk dan goed naar de achterkant van de sensor en zorg ervoor dat de connectie geplaatst staat op de **H** positie. Dit zorgt ervoor dat het licht blijft branden als men blijft bewegen. Staat de connectie in de **L** positie, dan valt het licht om een bepaalde tijd uit. Dit willen we voorkomen.



De microswitch wordt op "Normal Open (NO)" aangesloten. Dit zorgt ervoor dat de kring open is wanneer de schakelaar niet ingedrukt is, maar gesloten is als de knop ingedrukt wordt. Ook wordt tussen de 5 Volt aansluiting en de schakelaar een weerstand voorzien. Dit wordt duidelijk op het elektrisch schema.



Deze kleine schakelaar moet ingebouwd worden in het stopcontact. Als iemand de adapter inpluigt moet de schakelaar ook ingedrukt worden. Dit is precisiewerk vanwege de kleine afmetingen en weinige plaats in het stopcontact. Dit probleem werd opgelost door een fijn boutje door het al bestaande gaatje in het stopcontact te steken die op deze manier tegen de microswitch drukt. Door de veer in de microswitch, keert het boutje terug na het uittrekken van de stekker.

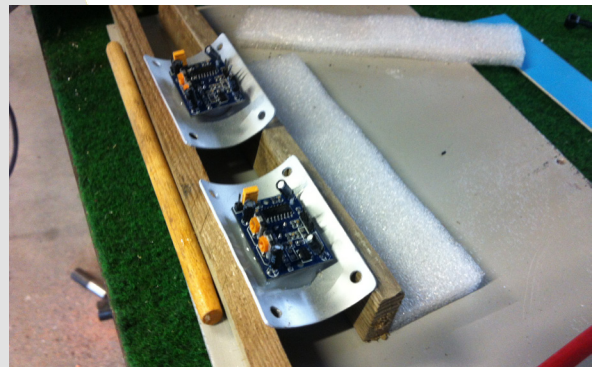


Dit geheel past mooi in de behuizing van het stopcontact en zit dus beschermd.

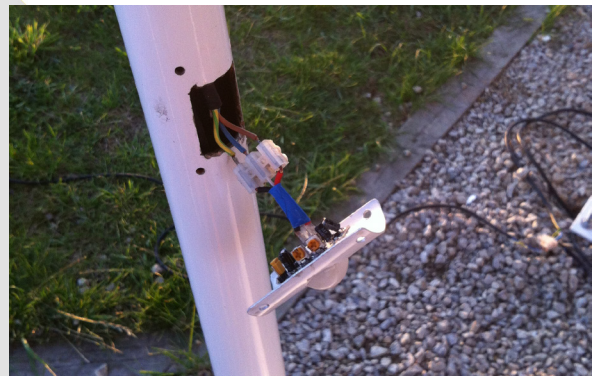
De PIR motion sensor wordt eveneens blootgesteld aan misschien wel nog slechtere omstandigheden. We moeten een goede behuizing voor de sensor voorzien als we willen voorkomen dat deze beschadigd of losgerukt wordt. Ook moet deze behuizing makkelijk te lossen zijn als er een defect optreedt. De sensor wordt op een tactische plaats voorzien, zodat deze de beweging ook optimaal kan detecteren. We maken plaats voor de bewegingssensor 900 mm boven de grond op de rechtopstaand buis van de constructie (zie afbeelding). Hierin maken we een gat die groot genoeg is om de sensor in te passen. De sensor wordt hierna op zijn geheel op een aluminium plaatje van 1 mm gekleefd.



Dit plaatje wordt geplooid in de vorm van de buis en is voorzien van een gat van diameter 24 mm. In dat gat past de ronde schelp van de sensor.



Er worden gaatjes van M4 getapt in de constructie buis. Op deze manier kunnen de gebogen plaatjes gemakkelijk bevestigd worden.



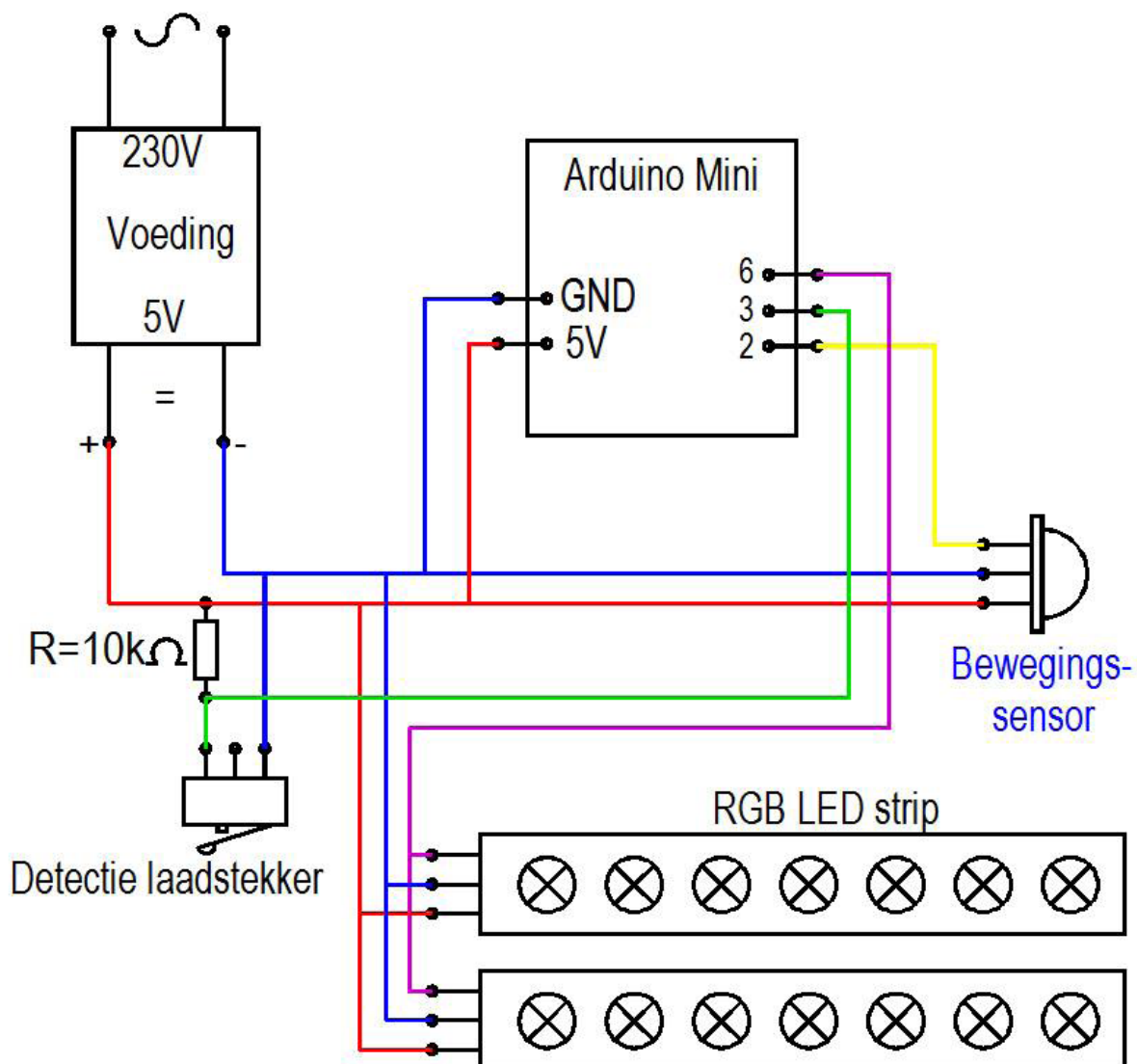
Door de grootte van de sensor is het natuurlijk jammer dat we dit rechthoekige gat in de constructiebuis moeten maken. Dit gat kan voor een minder stevig geheel zorgen wegens zijn kritische plaats. Dit kan in de toekomst vermeden worden door een andere sensor te gebruiken. Het mini model van de PIR motion sensor voor arduino meer langwerpiger maar beschikt over een kleinere diameter. We zouden het gat dus kunnen beperken naar een boring van 12 mm.



Na deze praktische zaken kunnen de componenten verbonden worden met elkaar. Hiervoor volgen we het onderstaande elektrische schema. De module is opgebouwd uit 5 onderdelen: de voeding, de arduino, de sensor, de leds en de detectieschakelaar. Op de voeding komt 230V wisselspanning van het net toe en vertrekt 5V gelijkspanning (rood) samen met de aarding (blauw). Elk component wordt voorzien van deze 5V en aarding.

De sturing van elk component wordt verbonden met een bepaalde pin op de arduino. Deze kan gekozen worden tijdens het programmeren. De gele draad detecteert de sturing van de sensor en wordt verbonden met pin2. De sturing van de ledstrips kleurt paars en wordt verbonden met pin6. De detectie van de schakelaar is een speciaal geval. Hierbij wordt de sturingsdraad (groen) afgetakt van de 5V voeding.

Opmerkelijk is de weerstand van 10 kΩ die op deze aftakking geplaatst is. Deze weerstand is nodig om een zwevende spanning te voorkomen. Deze kan een storing op de werking van het programma veroorzaken. De arduino zelf kan pas apart op 5V aangesloten worden als het programma ingeladen is.



Software

Onder software verstaan we het besturingsprogramma, de zogenaamde programmeertaal om de correctie acties te verkrijgen bij een bepaalde detectie. Zoals al vermeld werd gebruiken we hiervoor het Open-source prototyping platform "Arduino". Met een basis kennis programmeertaal van arduino die ik in mijn studiejaren heb opgebouwd is het mogelijk om met verschillende methoden het eindresultaat te realiseren.

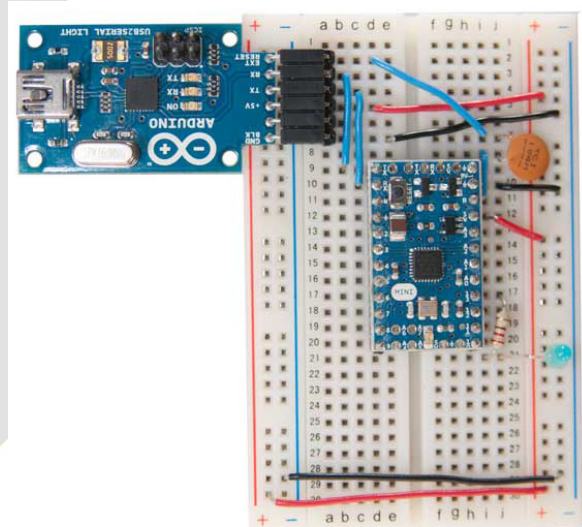
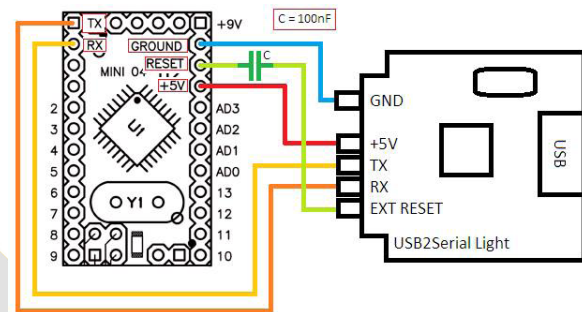
Het programma werd opgebouwd uit verschillende code elementen van Adafruit, voorbeeld programma's en tutorials van arduino, forums, Instructables, enzovoort. Hierbij kwam vooral veel "trail and error" bij te pas.

Uiteindelijk is het programma zeer simpel uitgebouwd. We hebben enkel twee acties die gedetecteerd worden (schakelaar en bewegingssensor). Deze sturen enkel 1 actie aan, namelijk de leds. Belangrijk bij de gekozen doelgroep is dat alles duidelijk gecommuniceerd werd en dus makkelijk te begrijpen is. Na 12 verschillende programma versies aan te passen komen we uiteindelijk op een programma resultaat waarbij 2 kleuren van de leds aangestuurd worden, groen en blauw.

Voor de programmacode kan doorverwezen worden naar de bijlage5 achteraan dit document. Daar is makkelijk te zien welke stappen ondernomen werden.

Dit programma kan via de kabel makkelijk in de arduino Uno geprogrammeerd worden. Hierbij drukken we gewoon op "Upload" knop. Het is echter iets moeilijk om het programma in de Arduino Mini te laden. Hiervoor is een speciale adapter en methode nodig. Hiervoor gebruiken we de Arduino USB Serial light adapter. In de onstaande afbeelding staat het verbindingsschema om via de adapter de Arduino mini te programmeren.

Hiervan bestaat ook een tutorial die terug te vinden is op de arduino site (<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMini>).



Na deze verbinding kan de USB adapter geconnecteerd worden aan de PC via een bijpassende kabel.

De connectie heb ik persoonlijk zonder de condensator gedaan, wat niet aan te raden is. Zonder de condensator gaat de Arduino Mini willekeurig resetten. Na zoeken op het forum heb ik uiteindelijk een gelijkaardig probleem gevonden die me heeft geholpen om het programma in de arduino Mini te kunnen laden. Hierbij moest op een bepaald moment tijdens het uploaden op de Resetknop van de Arduino mini gedrukt worden. Eens het programma ingeladen is, kan de connectie van de computer losgekoppeld worden en kan de arduino op 5V aangesloten worden om afzonderlijk te werken.

Op deze manier is de hardware van de arduino klaar om gesoldeerd te worden.

Behuizing

Om het licht goed zichtbaar te maken voor de gebruiker laten we de leds schijnen door een opening in de stalen buis. De buis van de lichtmodule heeft een dikke diameter en kan dus makkelijk apart gemaakt worden vooraleer deze op de constructie gelast wordt. Voor deze opening boren we boven en onderaan de buis een gleuf. De bovenkant is vooral om het licht te voorzien als feedback voor de gebruiker, de onderkant geeft dan licht om het slot van de fiets aan te brengen.



Om deze lichtgleuven uit het materiaal te nemen gebruiken we opnieuw een mal. Met hetzelfde principe als de voorgaande malen werken we opnieuw met de magnetisch vastzetbare boor. De mal bestaat uit een korte vierkante profiel waar de buis inpast en kan vast gezet worden op de juiste positie met bouten. Eens de buis in de juiste positie is vastgeklemd, dan kunnen 2 gaten geboord worden volledig door de buis.



De uiteindelijke sleuf wordt dan verkregen door de tussenstukken uit te slijpen. Dit is een eenvoudige werkwijze, maar kan wel binnen het bedrijf gebeuren. Eventueel kunnen de buizen bij hogere productie aantallen

gelaserd worden bij een van de leveranciers van Nsolar.



De inwendige inschuifmode kunnen we anders oplossen dan op de voorgaande schetsen. De twee ledstrips voor boven-en onderkant kunnen op een PVC buis gekleefd worden die op het uiteinde van het stopcontact past. Dit uiteinde is een uitsteeksel van plastic schroefdraad die perfect past op de binnendiameter van de PVC buis. Deze buis dient niet enkel als steun voor de leds maar wordt tevens gebruikt om de 230V kabel naar het stopcontact en de fijne signaaldraadjes van de schakelaar naar buiten te brengen.

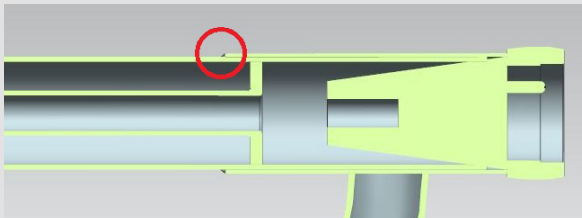


De PVC buis en het stopcontact passen nu mooi in de stalen buis. Nu kunnen deze twee wel zeer makkelijk terug uitgenomen worden, wat ook wenselijk is als de module moet vervangen worden. Het stopcontact moet aan de andere kant ook vastzitten als iemand de adapter wil uitnemen. Ook veiligheid en vandalisme kunnen hierbij voor problemen zorgen. Om dit probleem op te lossen wordt het stopcontact vast gezet met een inbusboutje. Deze borging zorgt ervoor

dat het stopcontact vastgeklemd wordt tegen de buiswand. Eventueel kan dit nog versterkt worden door een kleine maar sterke lijmlaag aantebrengen tussen de contactoppervlakken.



Een volgend belangrijk onderdeel van de behuizing is de doorzichtige bescherming voor de leds die in de sleuf van de buis moet komen. Na het informeren bij verschillende firma's die licht behuizing produceren, heb ik toch beslist om de lichtbescherming zelf te maken. Het oorspronkelijke plan was om een halfdoorschijnend witte buis van een kleinere diameter in de stalen buis te schuiven. De stevigheid werd hierdoor wel gegarendeerd, maar het nadeel was dat veel vuilresten andere stoffeeltjes in de inkeping zouden blijven liggen.



We lossen dit probleem op door speciale "schelpjes" te maken uit kunststof die perfect in de sleuf passen.



Dit resultaat bekomen we opnieuw door gebruik te maken van een specifieke mal.

Deze mal is iets meer precies dan de andere mallen voor het bewerken van de stalen onderdelen. We bouwen deze mal op door een negatieve vorm te maken van de sleuf in de stalen modulebuis. Als materiaal hiervoor kiezen we polyester. Dit materiaal is doorzichtig na uitdrogen en hiermee kan allerlei soorten vormen gemaakt worden. Het materiaal is stevig, slagvast en indien nodig kan hier een kleurstof aan toegevoegd worden in een zelf gekozen hoeveelheid. Dit wil zeggen dat dit materiaal zelf halfdoorzichtig kan gemaakt worden.



Om de mal te maken nemen we eerst en vooral een PVC buis met dezelfde diameter als de stalen buis. Hiervan maken we een afdruk in polyester (met het nodige glasvezel) met het sleufgat er uitgenomen.



Hiervan maken we dan een mooi afgewerkte negatieve mal waarin de schelpjes makkelijk kunnen worden gemaakt en uitgedroogd worden.



Om de schelpjes dan in de mal te maken, is het belangrijk om eerst twee lagen lossingsmiddel toe te brengen. Ook worden losse glasvezels gebruikt in plaats van de standaard verkrijgbare matten. De reden hiervoor is dat de matten nogal snel luchtballen achterlaten en moeilijk te hanteren zijn in kleine hoeken of bochten. De losse vezels zijn hiervoor beter geschikt.



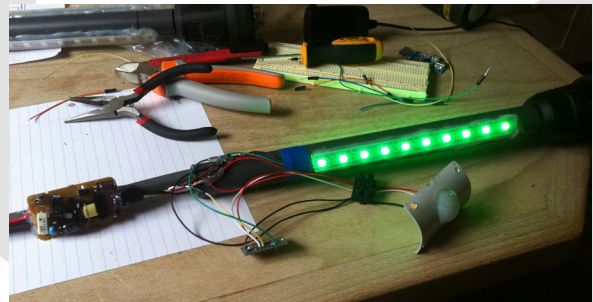
Als de schelpen dan uiteindelijk droog zijn kunnen ze losgenomen worden en met tweecomponenten lijm aan de stalen buis gelijmd worden. Deze sterke lijm kan een grote kracht verdragen. Dit is ook nodig als de module een stootje krijgt. Als afwerking krijgt het schelpje een heel fijn laag witte spuitlak om het licht van de leds beter te verspreiden.



Een laatste bijkomende afwerking is een schokdempend en vooral lak-beschermend stukje rubber die we op de linkerkant van de module buis klevan. Tijdens het onderzoek is gebleken dat de fietsen of oplaadpunten zelf kunnen beschadigd worden (lakschade). Bij het oplaadpunt willen we dat zoveel mogelijk beperken omdat deze anders corrosie kan veroorzaken. De kant waar de fiets tegen leunt wordt daarom op deze manier beschermd.



De lichtmodule kan nu dus gemonteerd worden met de nodige bescherming. Om het resultaat zoals in de bovenstaande afbeelding te bekomen, moeten eerst alle onderdelen aan elkaar gesoldeerd worden. Om alles zo compact mogelijk te houden voorzien we korte flexibele kabels en brengen we alles dicht bij elkaar.



Om alle te beschermen van vocht en eventuele geleiders die kortsluiting zouden kunnen veroorzaken wordt de electronica van de module met kunststof beschermd. Hiervoor gebruiken we een grote krimpkous. Na het verwarmen van deze krimpkous sluit deze mooi aan tegen het oppervlak van de componenten. De lichtmodule is nu klaar om gemonteerd te worden.



D4UX

Design for user experience, het ontwerpen waarbij de gebruiker op de eerste plaats komt en de ervaring met het product wordt geoptimaliseerd. Dit aspect van de masterproef is zeer sterk onder handen genomen. Markt- en productonderzoek en vooral gebruikers testen hebben tal van problemen doen boven drijven die de basis hebben gevormd van dit eindproduct. Voor dit onderzoek verwijs ik graag door naar de bovenstaande engels vertaalde "Extended abstract".

Een van de belangrijkere besluiten van dit onderzoek is dat de gekozen doelgroep soms beter af is met simpele en verstaanbare producten. Tijdens de masterproef opbouw is daar dus zeer veel rekening mee gehouden.

Dit is onder andere een van de redenen waarom we de geluidsindicatie niet verder hebben uitgewerkt.

Naast technische en financiële redenen was het geluids concept niet sterk genoeg. In het D4UX onderzoek bleek deze dan ook het minst populair te zijn. De licht indicatie viel daarentegen wel in de smaak van de gebruikers door de subtiele aantrekking die hen naar de juiste handeling kon leiden.

Tijdens de gebruikers testen werden beelden vastgelegd om daarna het gedrag te kunnen observeren. Hieronder zie je één van de gebruikers in actie.



KOSTEN

Intro

nSolar produceert momenteel enkele zonneboilers, maar richt zich vooral op constructies waarop aangekochte zonnepanelen komen te liggen. Het echte gebruikers-gericht ontwerpen van een oplaadpunt is behoorlijk verschillend van hun dagelijkse activiteiten.

Aangezien het bedrijf over machines beschikt die deze productie aankan, zou er bijna geen investering meer nodig zijn om de fietsoplaadpunten productie op poten te zetten. Bovendien beschikt nSolar over verschillende bestelwagens en is er reeds boekhoudkundig personeel aanwezig. Daarnaast hebben ze talrijke connecties in de hernieuwbare energie sector en hebben ze alle middelen om de oplaadpunten op de markt te brengen tot hun beschikbaarheid.

Wat hieronder volgt is een beperkte kostprijs-calcuatie van het fietsoplaadpunt met zonnepanelen.

Investerings

Om de productie op gang te zetten zijn praktisch geen investeringen nodig. Dit wil zeggen dat er ook geen afschrijvingskosten voor gebouwen of machines moeten verrekend worden.

Vaste kosten

- Stalen malen: € 1000
- Reclame: € 1000
- Brandstof: € 1500
- 1 persoon die instaat voor de boekhouding en orderverwerking: € 15 000

De **totale vaste kosten** per jaar bedragen dus **€ 18 500**.

Variabele kosten

- Stalen profielen: € 300/stuk
- Arbeidskost (€30/u x 4u/stuk): € 120/stuk
- Laskost: € 3/stuk
- Poederlakken: € 150/stuk
- Lichtmodule: € 30/stuk
- Zonnepanelen (2 panelen van € 250 per oplaadpunt): € 500/stuk

De **totale variabele kosten** per oplaadpunt bedragen **€ 1103**.

Verkoopprijs

€ 1103 is niet de uiteindelijke verkoopkostprijs maar de variabele kost. Hierbij komt nog een stuk van de vaste kosten. Hoeveel wordt toegekend, is afhankelijk van de verkoopshoeveelheid.

De verkoopprijs voor de aankoper of investeerder zal altijd starten met de prijs van 2 oplaadpunten. Dit is onvermijdelijk wegens de verbinding van zonnepanelen. Om de kostprijs te kunnen berekenen, doen we dit wel virtueel met 1 oplaadpunt.

Veronderstel dat we een verkoopprijs van van € 1500 per oplaadpunt nemen. De break-even hoeveelheid wordt dan:

Break-even hoeveelheid = $(\text{Vaste kosten} + \text{afschrijvingen}) / (\text{verkoopprijs} - \text{Variabele kost/eenheid})$

$$\begin{aligned}\text{Break-even hoeveelheid} &= 18\,500 / (1500 - 1103) \\ &= 46,6\end{aligned}$$

Dit komt neer op een break-even hoeveelheid van **47 oplaadpunten per jaar**.

Kosten-baten analyse

Met een kostenbaten analyse berekenen we de terugverdientijd van een bepaald aantal oplaadpunten. Dit is natuurlijk afhankelijk als de investeerder/aankoper hier kiest voor een stand-alone opstellen met batterijen of een opstelling aangesloten op het net. Een stand-alone systeem breng weinig tot niets op, enkel gratis elektriciteit voor de gebruikers. Een opstelling aangesloten op het net brengt wel op. Laten we er van uitgaan dat de aankoper wil investeren in een oplaadpunt die wel iets opbrengt.

Een basisopstelling bestaat uit 2 oplaadpunten. Aangezien de verkoopprijs voorlopig € 1500 per oplaadpunt is, wil dit zeggen dat de kost voor de aankoop van 2 oplaadpunten € 3000 is.

Stel dat de verkoper 6 oplaadpunten wil kopen. Dan is de kost voor de verkoper € 9000.

Per oplaadpunt worden virtueel 2 zonnepanelen gerekend. 6 oplaadpunten beschikken dus over 12 zonnepanelen.

Aantal kWp voor 12 zonnepanelen = **4,08 kWp**

kWp is de maximum energie capaciteit (Peak power) die een zonnepaneel kan leveren. Dit wil zeggen bij maximaal zonlicht.

De gemiddelde omzettings factor naar kWh in België = **850 kWh/kWp**.

Het gemiddelde jaarlijks rendement ($850 \times 4,08$) = **3468 kWh/Jaar**.

De schattingsprijs van de electriciteit = **0,25 €/kWh**.

De opbrengst per jaar komt dus neer op een bedrag van **€ 867** ($3468 \times 0,25$).

Als de investeerder dus 6 oplaadpunten aankoopt aan € 9000 en de opbrengst per jaar bedraagt € 867. Dan kunnen we gemakkelijk de terugverdientijd berekenen ($9000/867$).

Terugverdientijd van een installatie met 6 oplaadpunten = 10,4 Jaar

De opbrengst na 20 jaar = € 17 340

Winst na 20 jaar = € 8340

Als we dit op dezelfde manier berekenen voor een basisopstelling van 2 oplaadpunten, dan bekomen we een de volgende getallen.

Terugverdientijd van een basis installatie met 2 oplaadpunten = 3,5 Jaar

De opbrengst na 20 jaar = € 17 340

Winst na 20 jaar = € 14 340

EINDPRODUCT











EINDCONCLUSIE

Het gebruik van elektrische fietsen in de Benelux is de laatste jaren enorm gestegen. De oplaadinfrastructuur loopt daarentegen ver achterop. Het kleine aantal oplaadpunten kunnen onmogelijk de talloze elektrische voertuigen in België voorzien van energie. Mede door Europese doelstellingen biedt deze markt dus grote perspectieven.

De zoektocht naar innovatieve aspecten op vlak van gebruik en interactie levert mij een product op die optimaal communiceert met de gebruiker. Het opladen van de elektrische fiets wordt hierdoor een aangename en veilige ervaring.

De combinatie met zonnepanelen maakt dit ontwerp dan weer interessant voor de investeerder. Een kost voor de aankoper wordt na verloop van tijd omgezet in winst. Deze aspecten brengen de verkoper, investeerder en de gebruiker dicht bij elkaar.

Deze masterproef tot een goed einde brengen was voor mij de grootste uitdaging van mijn opleiding. Samenwerken in een professionele context was hierbij een grote hulp. Dit eindproduct is zeker nog voor verbetering vatbaar, maar ik ben er van overtuigd dat hiermee een grote stap is gemaakt richting innovatieve en duurzame fiets oplaadpunten.

Ward Meeus



ANNEX 1

Vragenlijst elektrische fiets & oplaadpunten - gebruiker

Naam:

Leeftijd:

Woonplaats:

Beroep:

Hobby's:

1. Waar gebruikt uw de elektrische fiets het meeste voor ?
2. Wanneer en waarom heb je een elektrische fiets aangekocht?
3. Hoeveel gebruikt u de elektrische fiets? (sporadisch/regelmatig/dagelijks...)
4. Welke nevenfunctie kan uw elektrische fiets nog hebben? (recreatief/woonverkeer/werkverkeer/kinderen vervoeren/boodschappen/andere...)
5. Waar laad u meestal de fiets (batterij) op?
6. Hoe snel is de batterij meestal leeg ? (tijd/km). En hoelang duurt het om de batterij volledig terug op te laden?
7. Is er een mogelijkheid om jouw fiets ergens anders op te laden (werk/thuis/laadpaal/restaurant/café)?
8. Wat zijn in jouw geval de grootste voordelen/nadelen van elektrisch fietsen?
9. Ondervindt u soms/regelmatig problemen met de elektrische fiets of het opladen er van? Zo ja, welke?
10. Wat kan er volgens jou beter in de toekomst van elektrische fietsen en het opladen ervan?
11. Hebt u zelf ideeën i.v.m. het opladen van fietsen/oplaadpalen?
12. Mijn masterproef gaat over het ontwerpen van oplaadpunten voor elektrische fietsen, is er bijkomende informatie over jou die nuttig kan zijn in mijn onderzoek?

Bedankt voor uw interesse en tijd,

Ward Meeus

Industrieel Ingenieur – Industrieel Ontwerpen, Ugent



Vragenlijst elektrische fiets & oplaadpunten - aankoper

Naam zaak:

Plaats:

Type: elektriciteits aanbieding/oplaadpunt

1. Wordt het fiets oplaadpunt veel gebruikt? Hoeveel ongeveer?
2. Wanneer en waarom hebt u een fiets oplaadpunt geïnstalleerd?
3. Waar staat uw elektrische oplaadpunt?
4. Kan het oplaadpunt nog een andere functie aanbieden?
5. Hoe snel laden de fiets batterijen ongeveer op?
6. Weet u nog oplaadpunten in de buurt zijn?
7. Win je hier klanten of inkomen mee?
8. Hoeveel kost het om een volledige batterij op te laden? Brengt dit op voor jou?
9. Wat zijn volgens jou de grootste voordelen/nadelen van deze service?
10. Ondervindt u soms problemen met het oplaadpunt? zo ja, Welke ?
11. Wat kan er volgens jou beter aan jouw oplaadpunt?
12. Mijn masterproef gaat over het ontwerpen van oplaadpunten voor elektrische fietsen, is er bijkomende informatie over jou oplaadpunt die nuttig kan zijn in mijn onderzoek?

Bedankt voor uw interesse en tijd,

Ward Meeus

Industrieel Ingenieur – Industrieel Ontwerpen, Ugent



ANNEX 2

END-USER

Christine

Age : 42 years old
Habitation : Oudenburg
Appeal : Teacher
Sex : Female
Family situation : Cohabiting, two children



Hobbies : Kids, cooking, Biking, Gardening, Family
Goals : Remain sporty, Help en teaching kids
Livestyle : Enjoy, sun and traveling, sportive, simple things in life
Personality : Social, Sympathetic, Progressive
Situation : Bikes to work, now en then long bicycles tours in group

- Daily use of e-bike
- Recharge bike at home
- Shopping with e-bike
- Not arriving somewhere all sweaty
- Avoiding traffic jams
- No need to search a parking spot
- Fear for stealing battery or bike
- Uncomfortable feeling when asking if it possible to charge their battery at regular cafés, ect.

PURCHASER

Rudy

Age : 38 years old
Habitation : Bruges
Appeal : Tearoom owner
Sex : Male
Family situation : Single, no children



Hobbies : Play tennis, family, friends, excursions
Goals : Remain sporty, expand business, invest, upgrade tearoom
Livestyle : Always working, always busy, indulge staff, nightlife
Personality : Social, go-getting, progressive, funny
Situation : Owner of tearoom, many customers charging batteries temporarily through the outlet

- Does not provide an external charging point
- Offers electricity for recharging
- Owns large summer terrace
- Many cyclists in the summer
- Many older people
- People have to take battery inside
- Confusing which battery belongs to who
- People are staying longer
- Small number of bike racks

ANNEX 3

Vragenlijst oplaadpunt Benchmark

Naam:

Leeftijd:

Plaats:

Benchmark:

Datum:

1. Ik voel mij aangetrokken tot het oplaadpunt.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Ik weet dat het oplaadpunt mag gebruikt worden.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Ik twijfel welke richting ik moet nemen.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Ik wist meteen hoe de fiets in het rek moest geplaatst worden.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Ik had de neiging om de fiets te sluiten aan de voorziene beugel. (indien geen beugel antwoord = 5)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Ik wist waar ik mijn slot moest aanbregen.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. Ik kon meteen mijn fiets opladen.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. Ik wist meteen dat het fiets oplaadpunt werkte.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9. Ik wist meteen wat ik moest doen om mijn fiets op te laden.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. Ik wist zeker dat mijn batterij aan het opladen was.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11. Ik was comfortabel bij het verlaten van mijn fiets.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12. Ik weet dat mijn batterij opgeladen is.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

13. Ik twijfelde om het oplaadpunt te verlaten.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. Ik vond dit oplaadpunt gebruiksvriendelijk.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

15. Ik vond dit een leuke ervaring.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Totale score: /150

Percentage score: %



ANNEX 4

Vragenlijst oplaadpunt - SUS

Naam:

Leeftijd:

Plaats:

Benchmark:

Datum:

	Sterk oneens						Sterk mee eens
1. Ik denk dat ik dit oplaadpunt frequent zou willen gebruiken.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
2. Ik vind dit oplaadpunt onnodig complex.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
3. Ik vond het oplaadpunt makkelijk in gebruik.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
4. Ik denk dat ik hulp nodig heb van een technische persoon om het oplaadpunt te kunnen gebruiken.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
5. Ik vind dat de verschillende functies in dit oplaadpunt goed geïntegreerd werden.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
6. Ik vind dat er teveel tegenstrijdigheid zit in dit oplaadpunt.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
7. Ik kan me voorstellen dat de meeste mensen snel kunnen leren werken met dit oplaadpunt.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
8. Ik vind dit oplaadpunt moeilijk te hanteren.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
9. Ik voelde me vrij comfortabel/zelfzeker tijdens het gebruik van het oplaadpunt.	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		
10. Ik moest veel dingen leren voor ik aan de slag kon gaan met het oplaadpunt	☐	☐	☐	☐	☐		
	1	2	3	4	5		

Andere opmerkingen:

Total score =

SUS Score = x 2.5 = /100

De schaalposities bij elke vraag hebben geen betekenins op zich. Om de SUS score te berekenen nemen we bij vraag 1, 3, 5, 7, en 9 de schaalpositie min 1. Bij vraag 2, 4, 6, 8, en 10 nemen we 5 min de schaalpositie. Als we deze resultaten optellen en vermenigvuldigen met 2.5 dan bekomen we de total score van SU. De SUS score ligt altijd tussen 0 en 100.

BIJLAGE 5

```
test13 | Arduino 1.0.6
Bestand Bewerken Sketch Extra Help

test13

#include <Adafruit_NeoPixel.h> // Verwijzing naar naam van de ledstrip

#define SENSOR_PIN 2 // Pin2 definiëren als sturing bewegingssensor

#define PIXEL_PIN 6 // Pin6 definiëren als de NeoPixels (ledstrip sturing)

#define PIXEL_COUNT 10 // Totaal aantal leds (10 leds)

Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(PIXEL_COUNT, PIXEL_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

const int buttonPin = 3; // pin3 sturing drukknop
// Digitale IO pin verbonden met de drukknop. Deze zal gestuurd
// worden door een "pull-up" weerstand zodat de schakelaar
// de pin ogenblikkelijk naar de grond trekt. Op een hoge -> lage
// transitie, zal de schakelaar knop actie uitgevoerd worden.

int val = 0; // Beginwaarde bewegingssensor
int buttonState = 0; // Beginwaarde drukknop

void setup() {

  pinMode(SENSOR_PIN, INPUT_PULLUP); // SENSOR_PIN definiëren als pull up input
  pinMode(buttonPin, INPUT); // ButtonPin definiëren als input
  strip.begin();
  strip.show();
}

void loop(){

  val = digitalRead(SENSOR_PIN);
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  if (buttonState == HIGH) { // Als de knop ingedrukt is
    colorWipe(strip.Color(0, 0, 255), 50); // Colorwipe functie wordt blauw
    colorWipe(strip.Color(0, 0, 0), 50); // afgewisseld met uit
    strip.show();
  }
  else {
    if (val == HIGH){ // Als er beweging gedetecteerd wordt via de sensor
      chase(strip.Color(0, 255, 0)); // Chase functie wordt Groen en blijft branden
      strip.show();
    }
    else {
      if (val == LOW){ // Als er geen beweging meer is
        chase(strip.Color(0, 0, 0)); // leds uit
        strip.show();
      }
    }
  }
}

static void chase(uint32_t c) { // Programma chase loopt 1 maal de pixels af en blijft daarna branden
  for(uint16_t i=0; i<strip.numPixels(); i++) {
    strip.setPixelColor(i, c); // Teken nieuwe pixel
    strip.show();
    delay(40); // Snelheid lopende pixels
  }
}

void colorWipe(uint32_t c, uint8_t wait) { // Programma colorWipe is een lopend licht -> led gaat 1 voor 1 aan
  for(uint16_t i=0; i<strip.numPixels(); i++) {
    strip.setPixelColor(i, c);
    strip.show();
    delay(60); // Snelheid waarmee het licht loopt
  }
}
```