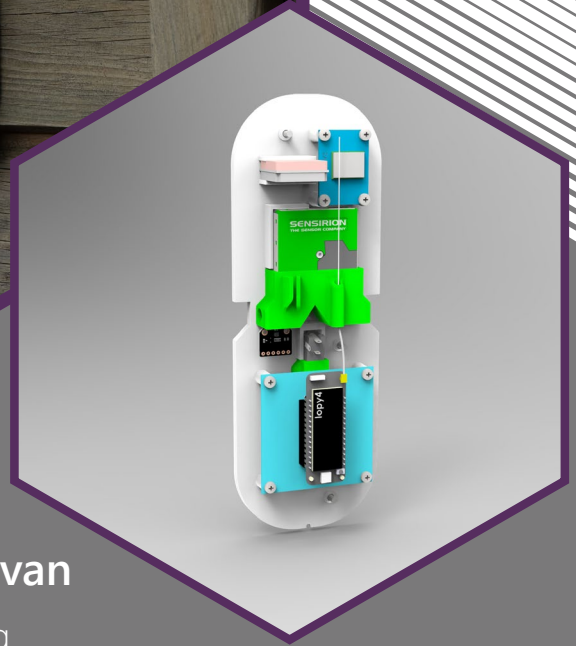


Eindverslag Bijlage

Ontwikkeling van een
behuizing voor een
fijnstofmeter



Bachelor Thesis van

Max Dautzenberg
Industrieel Product Ontwerpen
15-06-2020

Versie 1

Marcel Roosen - Frederik Hoolhorst

Inhoudsopgave

Bijlage A Heinze-Oost Model	6
Bijlage B Onderzoeksvragen	8
Bijlage C Onderzoek fijnstof	11
Bijlage D Concurrentie	16
Bijlage E Materialen	19
<i>E1 ABS</i>	19
<i>E2 ASA</i>	19
<i>E3 EPS</i>	20
<i>E4 BioFoam</i>	20
<i>E5 EPP</i>	21
Bijlage F Productietechnieken	22
<i>F1 spuitgieten</i>	22
<i>F2 Vacuümvormen</i>	23
<i>F3 Conventioneel</i>	24
<i>F4 3D printen</i>	24
Bijlage G Schetsen	26
Bijlage H Keuzemoment	36
Bijlage I Productmethode	38
Bijlage J Enquête	40
Bijlage K Plaatsing Sensoren	46
Bijlage L Zonnepaneel opties	52
Bijlage M Print instellingen	55
Bijlage N Technische tekeningen	58
Bijlage O Testen	62
Bijlage P Kleuren led strip	63
Bijlage Q Renders	64
Bijlage R Foto's	66
Bijlage S Monteren fijnstofmeetstation	80
Bijlage T Monteren onderdelen fijnstofmeetstation	82
Bijlage U Projectplan	90
<i>U1 Kwaliteit</i>	90
<i>U2 Activiteit</i>	91
<i>U3 Projectorganisatie</i>	92
<i>U4 Planning</i>	93
<i>U5 Kosten en baten</i>	94
Literatuurlijst	96
Literatuurlijst afbeeldingen	97

Figuren-tabellenlijst

Fig. 1 Heinze-Oost	5	Fig. 45 Plaatsing Nova PM 2	49
Fig. 2 Fijnstof	9	Fig. 46 Optie zonnepaneel 1	50
Fig. 3 Herkomst fijnstof	10	Fig. 50 Optie zonnepaneel 5	50
Fig. 4 Verdeling fijnstof Nederland	10	Fig. 47 Optie zonnepaneel 2	50
Fig. 5 Gevaar van fijnstof	11	Fig. 51 Optie zonnepaneel 6	50
Fig. 8 BlueSky 3	14	Fig. 48 Optie zonnepaneel 3	50
Fig. 6 BlueSky 1	14	Fig. 52 Optie zonnepaneel 7	50
Fig. 7 BlueSky 2	14	Fig. 49 Optie zonnepaneel 4	50
Fig. 9 Problemen fijnstof BlueSky	15	Fig. 53 Optie zonnepaneel 8	51
Fig. 10 Airbox	16	Fig. 55 Optie zonnepaneel 10	51
Fig. 11 Spuitgieten	20	Fig. 61 Optie zonnepaneel 16	52
Fig. 12 Vacuümvormen	21	Fig. 59 Optie zonnepaneel 14	52
Fig. 13 FDM printen	22	Fig. 60 Optie zonnepaneel 15	52
Fig. 14 Schets 1	24	Fig. 62 Zonnepaneel	52
Fig. 15 Schets 2	24	Fig. 63 Technische tekening 1	55
Fig. 16 Schets 3	25	Fig. 65 Technische tekening 3	57
Fig. 17 Schets 4	25	Fig. 66 Technische tekening 4	58
Fig. 18 Schets 5	26	Fig. 68 Temperatuurtest 23/24-05	60
Fig. 19 Schets 6	26	Fig. 69 Render 1	62
Fig. 20 Schets 7	27	Fig. 70 Render 2	63
Fig. 21 Schets 8	27	Fig. 71 Foto 1	64
Fig. 22 Schets 9	28	Fig. 72 Foto 2	65
Fig. 23 Schets 10	28	Fig. 73 Foto 3	66
Fig. 24 Schets 11	29	Fig. 74 Foto 4	67
Fig. 25 Schets 12	29	Fig. 75 Foto 5	68
Fig. 26 Schets 13	30	Fig. 76 Foto 6	69
Fig. 27 Schets 14	30	Fig. 77 Foto 7	70
Fig. 28 Schets 15	31	Fig. 78 Foto 8	71
Fig. 29 Digitale chets 1	31	Fig. 79 Foto 9	72
Fig. 30 Schets 17	32	Fig. 80 Foto 10	73
Fig. 31 Schets 18	32	Fig. 81 Foto 11	74
Fig. 32 Multicriteria-analyse	35	Fig. 82 Foto 12	75
Fig. 33 Keuze productiemethode 1	36	Fig. 83 Foto 13	76
Fig. 34 Keuze productiemethode 2	37	Fig. 84 Foto 14	77
Fig. 35 Enquête grafiek 1	38	Fig. 85 Monteren fijnstofmeetstation	78
Fig. 36 Enquête grafiek 2	38	Fig. 86 Template	79
Fig. 37 Enquête grafiek 3	39	Fig. 87 Fijnstofmeter 1	80
Fig. 38 Enquête grafiek 4	40	Fig. 88 Fijnstofmeter 2	80
Fig. 39 Enquête grafiek 5	41	Fig. 89 Fijnstofmeter 3	80
Fig. 40 Plaatsing Sensirion 1	44	Fig. 90 XTC-3D	81
Fig. 41 Plaatsing Sensirion 2	45	Fig. 91 Monteren 1	82
Fig. 42 Plaatsing Sensirion 3	46	Fig. 92 Monteren 2	82
Fig. 43 Plaatsing Sensirion 4	47	Fig. 93 Monteren 3	82
Fig. 44 Plaatsing Nova PM 1	48	Fig. 94 Monteren 4	83

Fig. 95 Monteren 5	83
Fig. 96 Monteren 6	84
Fig. 97 Monteren 7	84
Fig. 98 Monteren 8	85
Fig. 99 Monteren 9	85
Fig. 100 Monteren 10	85
Fig. 101 Monteren 11	86
Fig. 102 Monteren 12	86
Fig. 103 Monteren 13	87

Tabellen

Tabel 1 Onderzoeksvraag 1	8
Tabel 2 Onderzoeksvraag 2	8
Tabel 3 Onderzoeksvraag 3	9
Tabel 4 Onderzoeksvraag 4	9
Tabel 5 Onderzoeksvraag 5	10
Tabel 6 Wetgeving hoeveelheid fijnstof	14
Tabel 7 Problemen fijnstof	17
Tabel 8 Productietechnieken	38
Tabel 9 Keuze leeftijdsgebonden	44
Tabel 10 Kleuren led fijnstofmeter	63

Bijlage A Heinze-Oost Model

Studenten zouden in staat moeten zijn om een welomschreven, relevant onderzoeksprobleem te construeren en te formuleren, en veel onderzoekers beweren dat studenten in dit opzicht tekortschieten, net als hun opleiding en supervisie. Vanwege het ontbreken van een experttheorie hebben we eerst geprobeerd het 'kwaliteitsconcept van de onderzoeksproblematiek' te verduidelijken. Deze conceptuele analyse heeft geresulteerd in een model waarin we de belangrijkste theoretische perspectieven op (concept, functies en vereiste kenmerken van) onderzoeksproblemen hebben geïntegreerd. Vervolgens hebben Oost & Markenhof (2004) getracht de kwaliteit van onderzoeksproblemen empirisch te analyseren. Na analyse van de verzameling proefschriften (341) die in het academiejaar 1994-1995 in Utrecht zijn afgerond, is geëvalueerd. In een aanvullende analyse zijn veertien geselecteerde gevallen grondig bestudeerd. De resultaten die zijn verkregen, leveren een substantiële bewijs op die de kwaliteit van de onderzoeksproblemen in (recentelijk in Nederland gepubliceerde) dissertaties nogal slecht weergeeft.

Samengevat:

Het belangrijkste element van het onderzoeksplan is de probleemstelling. Dit is de belangrijkste onderzoeksvraag die moet probleem worden beantwoord of opgelost.

Uit onderzoek van Oost & Markenhof (2004) blijkt dat aan de Universiteit Utrecht (UU) ongeveer 75% van de 341 proble(e)m(en) definities niet voldoende zijn.

Op basis van het onderzoek dat Oost & Markenhof (2004) hebben gedaan is een boekenreeks uitgekomen. Een Onderzoek Voorbereiden, Een Onderzoek Uitvoeren, Een Onderzoek Rapporteren en Een Onderzoek Presenteren. Onderstaand een korte samenvatting uit het boek Een Onderzoek Voorbereiden voor het opzetten van goede kwalitatieve onderzoeksvragen die consistent blijven tijdens het onderzoek. Deze opzet wordt vertaald naar een consistentie tabellen voorbeeld het opzetten van sub-vragen.

Een goede probleem definitie voldoet aan een aantal eisen:

- Het probleem definitie moet zijn:
 - Embedded of verankerd
 - Relevant
 - Nauwkeurig
 - Functioneel
- Probleem definitie is consistent als ze aan alle bovenstaande eisen voldoet

Kenmerken van een sub-onderzoeksvraag

De sub-research vragen zijn de fundamentele zorg van een onderzoeksactiviteit, deskresearch of een overzicht van de literatuur. Het richt het onderzoek, bepaalt de methodologie en begeleidt alle stadia van het onderzoek, de analyse en de rapportage.

Kenmerken van een goede sub-research vraag:

- Het is een in zichzelf staande vraag
- De vraag is haalbaar.
- De vraag is duidelijk.
- De vraag is belangrijk.
- De vraag is ethisch. { De meeste technische studies interfereren niet met ethiek)

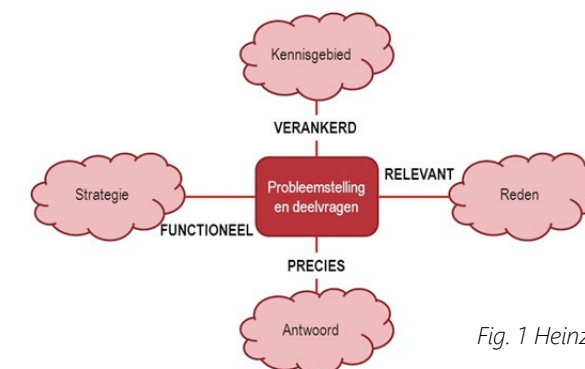


Fig. 1 Heinze-Oost

Hierboven in het figuur is het Heinze-Oost model visueel weergegeven. Dit model werkt als volgt. De hoofd en deelvragen vallen onder het "nut". Dit zijn de vragen die de onderzoeker wilt beantwoorden. Hierbij kan de onderzoeker de volgende dingen afvragen:

- Wat wil ik weten?
- Hoe kom ik dat te weten?
- Waarom wil ik dat weten?

Buiten het "nut" zijn er "eisen" in het onderzoek. De eisen die aan een probleemstelling worden gesteld hangen samen met vier zaken:

- Het kennisgebied waarin de vraag/vragen thuishoort
- De reden om de vraag te stellen
- Het antwoord dat gezocht wordt
- De strategie die gevolgd word

Door het onderzoek op deze manier op te stellen staat de probleemstelling in verbinding met de eisen. Deze verbinding is te controleren op:

- Verankerd: logisch kennisgebied
- Relevant: De moeite waard
- Precies: Beoogde antwoord
- Functioneel: Structuur van het onderzoek
- Consistent (geheel): Vraag, kennisgebied, reden, antwoord en strategie

Bijlage B Onderzoeksvragen

Tabel 1 Onderzoeksvraag 1

Onderzoeksvraag:	Wat zijn de eisen die het GreenTechLab en de samenwerkende projectpartners en in het algemeen burgers stellen aan het ontwerp van de behuizing?	<i>Controle vragen.</i>
Waarom:	Hierdoor kan er een ontwerp worden ontworpen waar grotendeels van de doelgroep tevreden over is.	<i>Is de vraag relevant vergeleken met de reden die gegeven wordt?</i>
Antwoord:	Welke uitstraling het ontwerp moet hebben, welke functies, de grootte. De vraag moet zo precies mogelijk beantwoord worden om zo het PvE zo compleet mogelijk te maken.	<i>Hoe precies moet de vraag beantwoord worden?</i>
Kennisgebieden:	GreenTechLab, projectpartners, burgers, montage	<i>In welke kennisdomeinen is de vraag verankerd?</i>
Strategie:	Interviews met GreenTechLab, projectpartners en burgers. Het pakket van eisen.	<i>Is de strategie functioneel?</i>

Tabel 2 Onderzoeksvraag 2

Onderzoeksvraag:	Wat is de specifieke doelgroep die de fijnstofmeters in gebruik willen nemen?	<i>Controle vragen</i>
Waarom:	Als de doelgroep bekend is, is het mogelijk om het ontwerp op de doelgroep te ontwerpen.	<i>Is de vraag relevant vergeleken met de reden die gegeven wordt?</i>
Antwoord:	Burgers die de hoeveelheid fijnstof (PM) in de lucht willen meten. De vraag moet niet te specifiek worden beantwoord want de doelgroep moet grotendeels zijn voor mensen die een fijnstofmeetstation willen aanschaffen en niet specifiek een groep mensen.	<i>Hoe precies moet de vraag beantwoord worden?</i>
Kennisgebieden:	Interviews, enquêtes.	<i>In welke kennisdomeinen is de vraag verankerd?</i>
Strategie:	Interviews, desktop research, moodboard	<i>Is de strategie functioneel?</i>

Tabel 3 Onderzoeksvraag 3

Onderzoeksvraag:	Wat is de reden waardoor burgers fijnstof willen meten?	<i>Controle vragen</i>
Waarom:	Om er achter te komen waarom burgers een fijnstofmeetstation aanschaffen en gebruiken, wat is hun motivatie.	<i>Is de vraag relevant vergeleken met de reden die gegeven wordt?</i>
Antwoord:	Grotendeels van de gebruikers willen fijnstof meten vanwege de gezondheid van zichzelf en medeburgers. De vraag moet precies worden beantwoord zodat er duidelijkheid is waarom burgers een fijnstofmeetstation willen en hoeveel ze ervoor willen betalen.	<i>Hoe precies moet de vraag beantwoord worden?</i>
Kennisgebieden:	Fijnstof, communicatie tussen verschillende projectpartners zoals "Behoud de Parel", "RIVM" en verschillende gemeentes.	<i>In welke kennisdomeinen is de vraag verankerd?</i>
Strategie:	Interviews, onderzoek op het internet, nieuwsartikelen enquêtes	<i>Is de strategie functioneel?</i>

Tabel 4 Onderzoeksvraag 4

Onderzoeksvraag:	Wat kan uit het concurrentieonderzoek worden gehaald om de fijnstofmeter van GreenTechLab te verbeteren?	<i>Controle vragen</i>
Waarom:	Er kan worden gekeken naar functies en ontwerpen die toegepast kunnen worden op de nieuwe fijnstofmeter van GreenTechLab.	<i>Is de vraag relevant vergeleken met de reden die gegeven wordt?</i>
Antwoord:	Zoals bijvoorbeeld de verschillende soorten maten fijnstof die kunnen worden gemeten en verschillende functies. De vraag moet precies worden beantwoord zodat het ontwerp van de fijnstofmeter kan concurreren met de fijnstofmeters die al op de markt zijn.	<i>Hoe precies moet de vraag beantwoord worden?</i>
Kennisgebieden:	IP classificatie, werking van fijnstofmeters.	<i>In welke kennisdomeinen is de vraag verankerd?</i>
Strategie:	Desktop research.	<i>Is de strategie functioneel?</i>

Tabel 5 Onderzoeksvraag 5

Onderzoeksvraag:	Wat zijn de onderdelen die toegepast moeten worden in de fijnstofmeter met aandacht naar een zonnepaneel?	Controle vragen
Waarom:	Door verschillende onderdelen kan het ontwerp van de fijnstofmeter veranderen hierdoor moet er bekend zijn welke onderdelen er worden gebruikt	Is de vraag relevant vergeleken met de reden die gegeven wordt?
Antwoord:	Fijnstofsensor, accu, GPS, (Zonnepaneel), afmetingen onderdelen, lay-out, toegankelijkheid voor onderhoud worden overlegd met medewerkers van het GreenTechLab Deze vraag moet zo precies mogelijk worden beantwoord zodat alle onderdelen in de behuizing passen.	Hoe precies moet de vraag beantwoord worden?
Kennisgebieden:	BOM fijnstofstation lay-out, design requirements zonnepaneel.	In welke kennisdomeinen is de vraag verankerd?
Strategie:	Desktop research IP classificatie	Is de strategie functioneel?

Wat is fijnstof?

Fijnstof is een verzamelnaam voor lucht verontreinigende deeltjes die klein genoeg zijn om in te ademen en schade aan te richten in de longen. Het zijn verschillende samenstellingen en het grootste gedeelte is fijnstof.

Bij het indelen van fijnstof in soorten wordt onderscheid gemaakt in grootte van de deeltjes: PM10: deeltjes met een aerodynamische diameter kleiner dan 10 micrometer (PM = Particulate Matter) (Wat is fijnstof?, sd)

Waaruit bestaat fijnstof?

Fijnstof is als het ware een vorm van luchtvervuiling. Het zijn deeltjes, kleiner dan 10 micrometer, die in de lucht zweven. Deze deeltjes zijn klein genoeg om in te ademen en schade aan uw longen te richten. Daarnaast kan fijnstof ook leiden tot hart- en vaatziekten. De normen voor fijnstof worden in Europa op veel plaatsen overschreden.

Fijnstof is een chemische samenstelling die onder andere bestaat uit:

- Elementair koolstof
- Organische massa
- Zeezout
- Nitraat
- Ammonium
- Sulfaat
- Bodemstof
- Andere stoffen

(Wat is fijnstof?, sd)

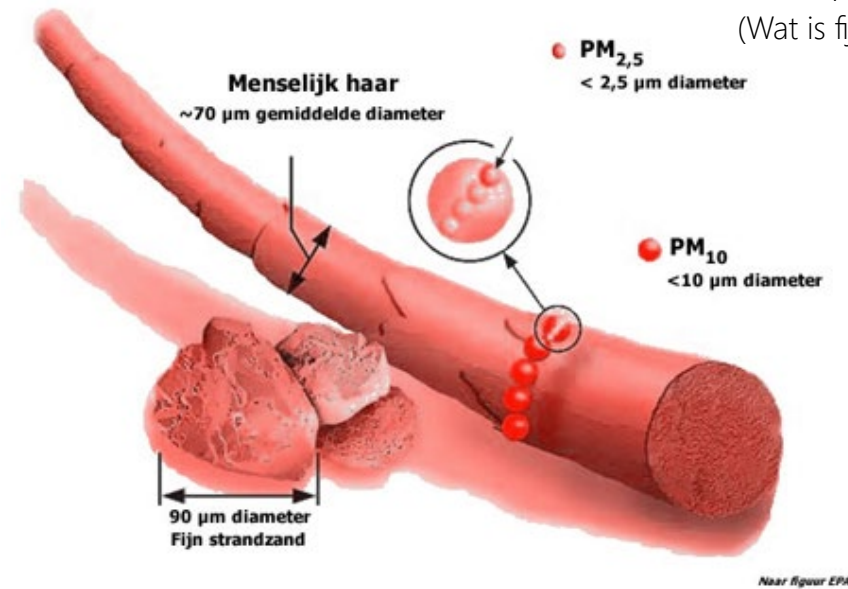


Fig. 2 Fijnstof

Waar komt fijnstof vandaan?

Vooraf het verkeer (41%), de industrie (22%) en de landbouw (20%) (Reactie tussen stikstof zwaveloxide) zijn bronnen van fijnstof. Fijnstof ontstaat als gevolg van verbrandingsprocessen in bijvoorbeeld auto's (vooral dieselmotoren), elektriciteitscentrales en stookinstallaties. Maar het kan ook een gevolg zijn van de op- en overslag van bijvoorbeeld kolen, erts en graan én van slijtage van autobanden en wegen.

Huishoudens leveren ook een aanzienlijke bijdrage door onder meer het stoken van allesbranders en open haarden, het roken van sigaretten en autorijden. De roetdeeltjes die vrijkomen bij het stoken van bijvoorbeeld een open haard hebben een relatief hoog gehalte aan schadelijke stoffen als gevolg van onvolledige verbranding. Bovendien vindt deze vorm van uitstoot plaats in de directe leefomgeving en op leef hoogte. Tenslotte kan fijnstof een natuurlijke oorsprong hebben, zoals opwaaiend bodemstof en zeezout.

In Nederland overschrijden de concentraties fijnstof vooral de normen binnen 100 meter van een drukke snelweg, of binnen 50 meter van een drukke stedelijke weg. In grote gemeenten in Nederland wordt hierdoor tot 10% van de bevolking aan te veel fijnstof blootgesteld. In gemeentes met veel industrie, drukke wegen, havens en in enkele landbouwgebieden in Noord-Brabant en Limburg komen de meeste overschrijdingen voor.

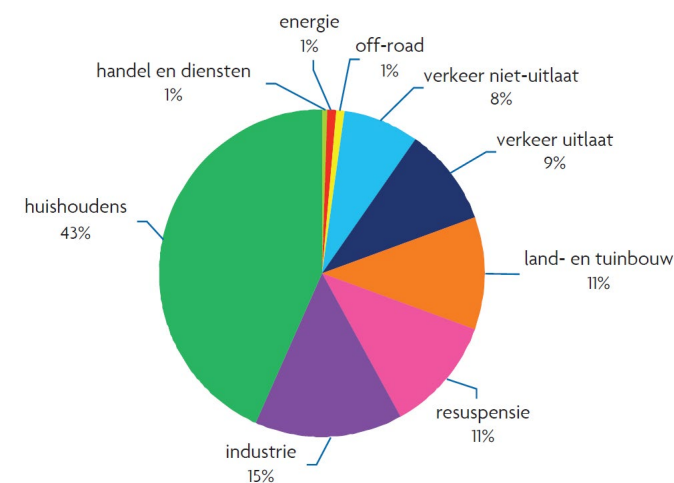


Fig. 3 Herkomst fijnstof

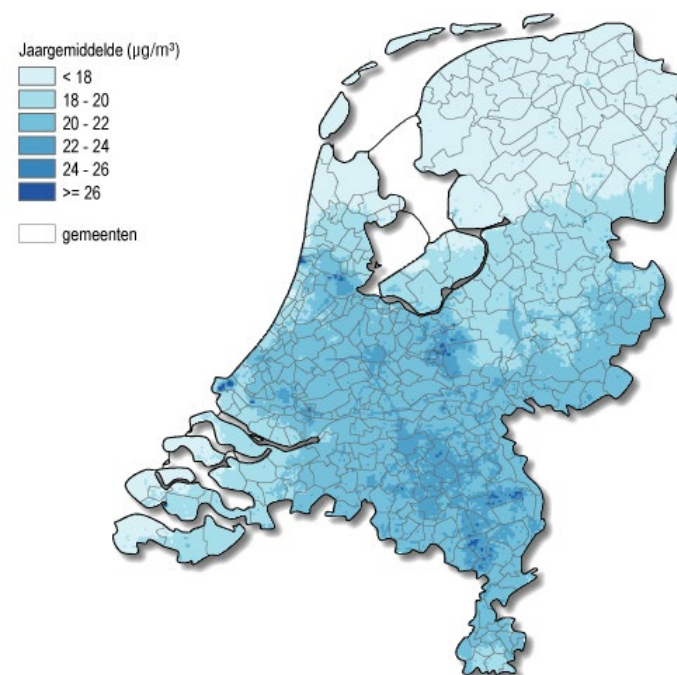


Fig. 4 Verdeling fijnstof Nederland

Wat zijn de effecten van fijnstof op de gezondheid?

Het is bekend dat gezondheidsschade vooral optreedt door de kleinere fractie van de deeltjesgrootteverdeling: de PM_{2,5}. Deze deeltjes dringen het diepst door in de longen en richten de meeste schade aan. Deze fractie wordt ook voor een groter deel door mensen veroorzaakt, vooral door wegverkeer en scheepvaart.

Het is niet zo duidelijk wat het effect is van de chemische samenstelling op de grootte van de gezondheidsschade. Sommige mensen zijn gevoeliger voor fijnstof dan anderen, maar het is niet op voorhand aan te geven welke mensen schade zullen lijden. Het is wel aannemelijk gemaakt dat bij een hogere blootstellingsconcentratie en bij een grotere gevoeligheid het gezondheidsrisico groter is. Kwetsbare groepen zijn met name ouderen en personen met hart-, vaat- of longaandoeningen.

De kleine zwevende deeltjes komen bij inademing in de longen terecht. Deeltjes groter dan 10 micrometer (μm) worden door de neus vastgehouden en uitgescheiden via het slijmvlies. In de longen treedt schade op, maar het mechanisme waardoor dit gebeurt is niet precies bekend. De hypothese is dat de kleine deeltjes ontstekingsreacties veroorzaken en de zuurstofopname bemoeilijken. Deze ontstekingsreacties, waarbij radicalen vrijkomen, zijn schadelijk voor het hart. Mogelijk zorgt fijnstof er ook voor dat het bloed viskeuzer wordt, waardoor de kans op een hartinfarct toeneemt. Er zijn neurologische effecten van fijnstof gevonden, waardoor bijvoorbeeld de hartspierfunctie negatief kan worden beïnvloed. Ten slotte worden radicalen geassocieerd met vervroegde veroudering. Bij mensen met luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten verergert chronische blootstelling aan fijnstof hun symptomen en het belemmert de ontwikkeling van de longen bij kinderen. De normen voor fijnstof worden in Europa op veel plaatsen overschreden, vooral langs drukke wegen. Studies wijzen uit dat er geen veilige ondergrens is bij blootstelling aan fijnstof: hoe klein de blootstelling ook is, er is een meetbaar schadelijk effect op de gezondheid. De huidige normen zijn derhalve een compromis tussen gezondheidsbelangen en socio-economische belangen.

(Wat is fijn stof / fijnstof?, sd)

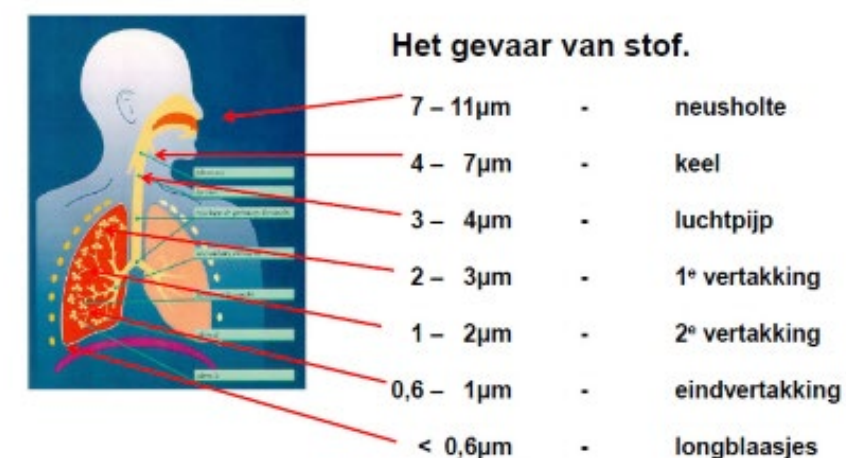


Fig. 5 Gevaar van fijnstof

Wetgeving

Er is onderzocht wat precies de wetgeving zegt wat de hoeveelheid fijnstof in de lucht mag zijn. In onderstaande tabel is zijn de luchtkwaliteitsnormen te zien van fijnstof PM10 en PM2,5.

Tabel 6 Wetgeving hoeveelheid fijnstof

PM10	Jaargemiddelde**	40 µg/m3	Grenswaarde
PM10	Jaargemiddelde	20 µg/m3	WHO advieswaarde
PM10	Daggemiddelde (mag max. 35 keer per jaar worden overschreden) **	50 µg/m3	Grenswaarde
PM2,5	Jaargemiddelde	25 µg/m3 (sinds 2015)	Grenswaarde
PM2,5	Jaargemiddelde	20 µg/m3 (vanaf 2020)	Indicatieve grenswaarde (EU)
PM2,5	Jaargemiddelde blootstellingsconcentratie	20 µg/m3 (sinds 2015)	Grenswaarde #
PM2,5	Jaargemiddelde blootstellingsconcentratie (vermindering blootstelling, afhankelijk van blootstellingsindex in 2011)	14,4 µg/m3 (vanaf 2020)	Richtwaarde/ streefwaarde \$
PM2,5	Jaargemiddelde	10 µg/m3	WHO advieswaarde

** De daggemiddelde grenswaarde is voor PM10 belangrijker dan de jaargemiddelde norm van 40 µg/ m3. Want de daggemiddelde norm komt ongeveer overeen met 32 µg/m3 jaargemiddeld.

De blootstellingsconcentratie is de concentratie waaraan de stedelijke bevolking wordt blootgesteld. Deze blootstellingsconcentratieverplichting geldt voor de rijksoverheid. Lokale overheden hoeven hier niet aan te toetsen.

\$ Streefwaarden uit de Europese richtlijnen staan als ‘richtwaarden’ in de Wet milieubeheer. Deze richtwaarde staat in voorschrift 4.7 uit bijlage 2 van de Wm en geldt alleen voor de rijksoverheid. (Infomil, sd)

Nieuwsartikelen

Uit bovenstaand onderzoek blijkt dat fijnstof veel invloed kan uitoefenen op de gezondheid van de mens. Dit is ook een grote reden waarom burgers fijnstof willen meten. Om deze keuze te onderbouwen is er een onderzoek uitgevoerd naar nieuwsartikelen. Hier wordt gekeken of er redenen worden genoemd waarom burgers fijnstof willen meten.

NOS

“We krijgen de laatste jaren steeds vaker vragen van burgers over de luchtkwaliteit in hun eigen achtertuin. Met deze metingen kun je zien hoeveel impact jouw houtkachel of de vuurkorf bij de burens op de lucht heeft. Of hoe de snelheidsverhoging naar 130 kilometer per uur op de snelweg verderop de hoeveelheid fijnstof in de achtertuin beïnvloedt. Het biedt burgers een handvat.”
(Bruijn, 2016)

Omroep Gelderland

“‘Door zelf te meten word je mogelijk meer bewust van wat je zelf kunt doen’, denkt mede-initiatiefnemer Jan Roemer. ‘Niet alles is op het bordje van overheden neer te leggen, om dan zelf achterover te leunen.’ De gemeente heeft volgens hem bevroten burgers nodig om in actie te komen.”
(Veth, 2019)

Gelderlander

“‘Fijnstof zijn kleine deeltjes die in de lucht zweven’, legt Ronny de Hullu uit. Hij is één van de initiatiefnemers. ‘Ze zijn micrometers groot en de hoeveelheid van die stoffen bepaalt voor een deel de kwaliteit van de lucht die je inademt.’ Langdurige blootstelling aan fijnstof kan volgens de Luchtwaachters leiden tot ‘blijvende gezondheidseffecten zoals verminderde longfuncties, luchtwegklachten, hart- en vaatziekten en vroegtijdige sterfte.’ ”
(Bruinsma, 2019)

De luchtkwaliteitsmonitor van BlueSky is een lichtgewicht, oplaser gebaseerd deeltjesinstrument dat is ontworpen om gelijktijdig PM2.5- en PM10-massaconcentraties te meten, evenals temperatuur en relatieve vochtigheid.

De data wordt gecommuniceerd via Wifi en worden ze standaard geleverd met een SD-geheugenkaart voor dubbele datumopslag. Hoewel BlueSky luchtkwaliteitsmonitoren specifiek zijn ontworpen voor het meten van de buitenomgeving, kunnen ze ook worden gebruikt in gebouwen, huizen en productiefaciliteiten om de luchtkwaliteit binnenshuis te meten.

De BlueSky maakt gebruik van de zelfde sensor die in de burgerversie wordt geplaatst.

Als een BlueSky luchtkwaliteitsmonitor wordt aangeschaft worden de volgende onderdelen geleverd:

- 1x BlueSky luchtkwaliteitsmonitor
- 1x IP68 5V Stroomvoorziening
- 1x bevestigingsbeugel
- 1x schroef
- 2x Tie-wrap
- 1x Micro-SD kaart

(BLUESKY AIR QUALITY MONITOR, 2020)



Fig. 8 BlueSky 3



Fig. 6 BlueSky 1



Fig. 7 BlueSky 2

TSI heeft in een simpele en duidelijke manier beschreven waar de problemen van de fijnstof zich bevinden. In onderstaande afbeelding en tabel zijn de problemen te zien.

Fig. 9 Problemen fijnstof BlueSky



Tabel 7 Problemen fijnstof

Probleem	Kwestie
Verkeer en stationair draaiende voertuigen	Wanneer er meer verkeer is, vooral rond kruispunten, kunnen de PM-niveaus toenemen als gevolg van uitlaatgassen van voertuigen, remblokstof en andere verontreinigingen van de weg.
Parkeergarages en stationair draaiende voertuigen	Alle voertuigen in parkeergarages (vooral tijdens woon-werkverkeer) kunnen door de hoge uitlaatgasconcentratie en slechte ventilatie leiden tot verhoogde fijnstofconcentraties.
Treinen en openbaar vervoer	Treinen en openbaar vervoer kunnen stikstofdioxide, kooldioxide en fijnstof produceren.
Bouwterrein	Op bouwplaatsen zijn grote machines betrokken, die zowel uitlaatgassen als stof en vuil de lucht in blazen, waardoor het PM-gehalte toeneemt. Dit kan problemen met de luchtkwaliteit veroorzaken.
Park (gelegen nabij de bouwzone)	en trekken voetgangers aan (vooral kinderen, die gevoeliger zijn voor slechte luchtkwaliteit), maar soms liggen de parken in een gebied met mogelijke problemen met de luchtkwaliteit. In dit geval bevindt het zich naast een bouwplaats, die stof, vuil en zwevende deeltjes in de lucht zou kunnen brengen en mogelijk de kwaliteit van de lucht zou kunnen verminderen.
hool gebouw	Schoolgebieden zijn vaak druk met kinderen tijdens pendeltijden op weekdays. Auto's staan stil of staan in een lange rij te wachten, brengen studenten binnen of halen ze op, en schoolbussen komen aan en laten studenten eruit. Dit kan leiden tot mogelijke problemen met de luchtkwaliteit in de uren vlak voordat de school begint en net nadat de school uit is.

De Airbox

In Eindhoven is in het najaar van 2013 het Innovatief Luchtmeetsysteem (ILM) geïnstalleerd. De 35 Airboxen die AiREAS in Eindhoven heeft geplaatst, meten fijnstof, ultrafijnstof, NO₂ en ozon. Dertig van deze kastjes hebben een vaste plek aan lantaarnpalen verspreid over de stad, vijf worden mobiel ingezet. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij evenementen of calamiteiten.

Philips en ECN hebben de AirBox ontwikkeld. Axians zet een dataplatform in zodat de meetgegevens kunnen worden uitgelezen en opgeslagen. De universiteit van Utrecht (IRAS) gebruikt de gegevens en combineert ze met andere informatiebronnen om gezondheidsonderzoek te verrichten. De faculteit ITC van de TU Twente zet haar expertise op het gebied van geo-modellering in. De gemeente Eindhoven en de provincie Noord-Brabant zijn vanaf het begin bij het project betrokken en faciliteren het op verschillende manieren.

Het innovatief meetsysteem levert een beeld op van de luchtkwaliteit boven de stad. Per wijk wordt zichtbaar hoe groot de concentraties verontreinigende deeltjes zijn. Door de fijnmazigheid van het netwerk wordt ook zichtbaar hoe bijvoorbeeld verkeersstromen in een wijk de luchtkwaliteit beïnvloeden.
(Luchtmeting, 2014)

Het project Airbox is na een aantal jaar niet meer verlengt. Dit komt doordat de meetstations geen vertrouwbare meetgegevens gaven. Hierdoor is het project niet meer verlengt. Dit is genoemd in onderstaand nieuwsartikel.

"BRED A - Een proef met Airboxen, die de luchtkwaliteit in Breda moesten meten, wordt niet verlengd. De opbrengst van drie jaar monitoren: 'onvoldoende betrouwbare resultaten', meldt de gemeente."
(Bulk, 18)



Fig. 10 Airbox

E1 ABS

ABS (Acrylonitril-butadien-styreen) wordt veel gebruikt voor behuizingen van elektronica en medische apparatuur. Het grote voordeel van ABS is dat het vormvast is waardoor het veel gebruikt wordt voor speelgoed zoals Lego en interieurdelen voor de automobiellndustrie (dashboard). Het is daarentegen slecht chemisch resistent maar kan als een van de weinige kunststoffen verchroomd worden.

Eigenschappen ABS

Kleurstoffen: ABS is van nature wit. Kleurstoffen geven ABS een kleur, bijvoorbeeld bij speelgoed.

(UV-)stabilisatoren: Stabilisatoren voorkomen verkleuring van ABS door de zon en zorgen ervoor dat het zijn sterkte niet verliest.

Vlamvertragers: Vlamvertragers worden bijvoorbeeld in de behuizing van elektrische apparaten gebruikt. Ze zorgen ervoor dat verspreiding van brand vertraagd wordt.

Antimicrobiële stoffen (biociden): Biociden kunnen worden toegepast om te voorkomen dat ABS wordt aangetast door schadelijke organismen (bijvoorbeeld schimmels en bacteriën). Voorbeelden hiervan zijn snijplanken, slaapmatjes of een outdoor jas.
(7 Verschillende Soorten Kunststof en hun Toepassing, sd)

E2 ASA

Deze slag- en kras vaste en weersbestendige kunststof wordt vooral gebruikt voor buitenpanelen in de automotive, tuinmeubelen, behuizingen voor elektrische apparatuur en koffers.

Eigenschappen ASA

Verouderingsbestendig, weersbestendig, goed slagvast (ook in koude omgeving), kras vast, hoogglanzend oppervlak en goede chemische bestendigheid.

De voordelen van ASA

- Uitstekende weersbestendigheid (door de aanwezigheid van acrylaat)
- Hoge hittebestendigheid
- Goede slagvastheid
- Goede UV-bestendigheid
- Goede verwerkbaarheid

Ook dit materiaal laat zich goed modificeren zodat er ook, door middel van het toevoegen van additieven, vlam vertragende types te verkrijgen zijn.

De nadelen van ASA

Naast de voordelen zijn er ook eigenschappen van ASA die als nadelig beschouwt kunnen worden. ASA heeft een slechte treksterkte en is slecht bestand tegen geconcentreerde zuren, aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen, esters en ketonen. Daarnaast geeft het giftige rookontwikkeling bij verbranding.
(ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate) spuitgieten, sd)

E3 EPS

EPS is ook wel bekend onder de naam tempex of piepschuim. Het is een afkorting van geëxpandeerd polystyreen.

Materiaal

Polystyreen is slagvast, wat is verkregen door toevoeging van rubber. De slagsterkte is 4x hoger ten opzichte van glas. Slagvast Polystyreen heeft een hoge stijfheid.

Weerbestendigheid en vocht

Polystyreen is niet geschikt voor buiten gebruik. De Uv-straling breekt het materiaal af en laat het vrij snel verkleuren. De vochtopname is te verwaarlozen.

Thermische eigenschappen

De temperatuur bestendigheid bij constant gebruik ligt tussen de +70°C en -10°C. Polystyreen is goed en strak te vervormen en leent zich uitstekend voor vacuümvorm producten.

Elektrische eigenschappen

De oppervlakte van het materiaal is sterk statisch geladen waardoor het veel stof aantrekt.

Levensmiddelen en chemische bestendigheid

Polystyreen kan toegepast worden in de levensmiddelenindustrie. Het materiaal is slecht bestand tegen chemicaliën.

(Eigenschappen, sd)

E4 BioFoam

Recent is op basis van polymelkzuur (poly lactic acid, PLA) Biofoam geïntroduceerd. Biofoam wordt gefabriceerd door opschuimen van PLA dat door fermentatie uit suiker wordt geproduceerd. PLA gebaseerd Biofoam ® isolatiemateriaal

BioFoam® is een nieuw, door IsoBouw gepatenteerd isolatiemateriaal dat vergelijkbaar is met airpop®. Het ziet er qua structuur hetzelfde uit en heeft vrijwel dezelfde eigenschappen. Het grote verschil is dat airpop® wordt geproduceerd van polymeren die op fossiele grondstoffen (eindig materiaal) zijn gebaseerd. De grondstof voor BioFoam® bestaat uit biopolymeren, gemaakt van plantaardige grondstoffen (oneindig materiaal). BioFoam is hiermee de eerste schuimisolatie van een biologisch basismateriaal. Duurzaam isoleren dus. BioFoam® is het ideale isolatiemateriaal bij Biobased bouwen.

Biofoam kan niet worden gebruikt voor vacuümvormen.

(WAT IS BIOFOAM®, sd)

E5 EPP

EPP (geëxpandeerd polypropyleen) is een unieke grondstof die vele belangrijke kenmerken heeft waardoor het geschikt is voor een zeer breed toepassingsgebied. Enkele opvallende selectiecriteria zijn: energieabsorptie, een laag gewicht en hoge warmtestabiliteit.

EPP wordt met name toegepast voor kostbare en kwetsbare elektronica producten of vormdelen voor bijvoorbeeld de klimaat- en de automotive industrie. EPP heeft ondanks zijn lage gewicht een hoge energieabsorptie en een sterk vormherstellend vermogen na statische of dynamische belasting. Het vormherstellend vermogen na statische of dynamische belasting is erg hoog. De vervorming is heel evenwichtig, onafhankelijk van de richting van de impact. EPP is temperatuurbestendig, neemt nagenoeg geen water op en is goed bestand tegen chemicaliën en oliën. De productdichtheid van EPP is per toepassing of gebruiksdoel specifiek regelbaar. Het heeft goede warmte- en koude-isulerende eigenschappen en is gemakkelijk schoon te maken. Omdat EPP uitermate goed recyclebaar is en geen CFK of andere drijfgassen bevat, is het zeer milieuverantwoord.

(Wat is epp?, sd)

F1 Spuitgieten

Spuitgieten is een van de meest gebruikte processen bij het vervaardigen van kunststofproducten. Bij dit proces wordt gebruik gemaakt van granulaat dat in viskeuze toestand gebracht wordt door verhitting. Het granulaat wordt gesmolten in een cilinder met schroefplunjer. Deze schroefplunjer spuit bij elke shot onder hogedruk een afgemeten hoeveelheid kunststof in de matrijs.

Met spuitgieten kunnen de volgende materialen worden verwerkt:

- Thermoplasten (gekoelde matrijs)
 - Elastomeren (verwarmde matrijs, voor vulcanisatie)
 - Kunststofschuim
 - Thermo hardende kunststoffen (uitharding in de matrijs)
- (Spuitgieten (NL), sd)

Kosten

Matrijskosten bedragen ca. 3.000,- voor een relatief eenvoudige matrijs. Hoe complexer het kunststofproduct dat moet gemaakt worden, hoe duurder het product.

Grondstofkosten bepalen voor een deel de kostprijs per product. Afhankelijk van de eisen die gesteld worden aan een product, zoals slagsterkte, textuur en bestandheid tegen chemische stoffen, wordt een passende kunststof gekozen. De meest gebruikte thermoplasten worden ingekocht tegen kiloprijzen, variërend tussen de 1,50- en 4,- per kg. (KOSTPRIJS PER PRODUCT, sd)

Voor kleine series is spuitgieten niet rendabel. Pas bij series vanaf ca. 3.000 stuks is spuitgieten als proces doorgaans direct rendabel.

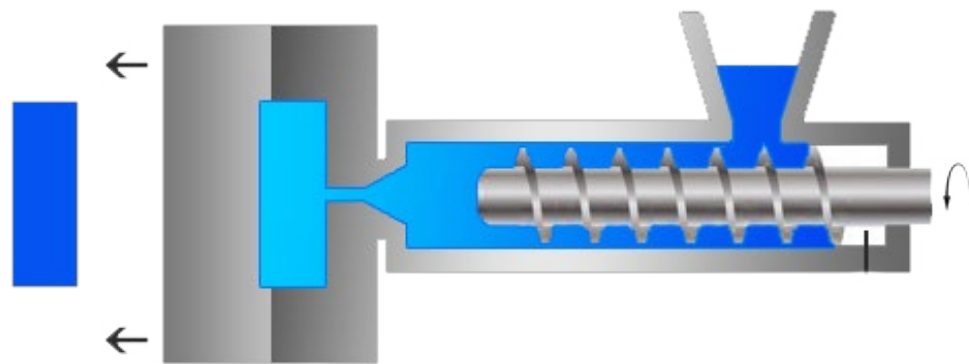


Fig. 11 Spuitgieten

F2 Vacuümvormen

Vacuümvormen, dieptrekken of thermovormen is het vormen van een vormdeel door een plaat kunststof warm te maken. De kunststof plaat, een zogenaamde "thermoplast", die wordt gebruikt voor het thermovormen of vacuümvormen wordt ingeklemd in een spanraam van de vacuümform machine. Daarna wordt de plaat verwarmd zodat deze vormbaar wordt en vervolgens wordt er lucht onder de plaat geblazen zodat hij bol komt te staan waarna er vanaf de onderkant een mal tegen het materiaal gedrukt wordt. Tegelijkertijd wordt de lucht tussen de plaat en de vorm weggezogen en krijgt het te vacuümvormen product zijn daadwerkelijke uiterlijk. Na het afkoelen van het product wordt de mal onder het product verwijderd. (VACUÛMVORMEN, sd)

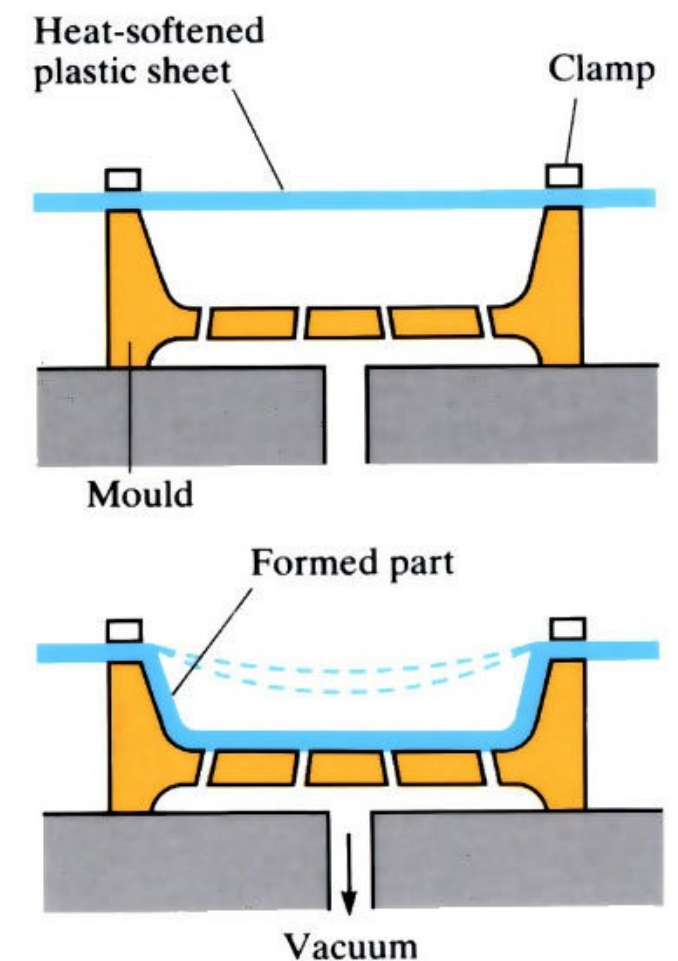


Fig. 12 Vacuümvormen

F3 Conventioneel

Als er van een metaalsoort een behuizing moet worden geproduceerd zijn er meerdere productietechnieken mogelijk:

1. Lasersnijden of stansen

Lasersnijden is een bewerkingstechniek waarmee materialen doormiddel van een laser op maat en in de juiste vorm worden gesneden.

Stansen is een proces waarbij scherpe gehard stalen stansen/ponsen en matrijzen worden gebruikt om vormen, zoals bevestigingsgaten, uitsparingen uit voor gedrukte vellen te 'snijden'.

2. Metaal zetten/buigen

Buigen is het omvormen van plaatwerk door de gevolgen van een kracht die gelijkmatig op een bepaalde lengte van het materiaal inwerkt. Deze kracht wordt ook wel een buigmoment genoemd. Buigen is een veelgebruikte methode om een vlakke plaat om te zetten naar een 3D contour. (Plaatwerk Buigen, 2018)

3. Lassen

Lassen betreft het verbinden, of tot een eenheid samenvoegen, van metaaldelen door gebruik te maken van hitte en/of druk zodat de delen één geheel vormen. Er kan worden gekozen om met de hand te lassen of robotlassen.

F4 3D printen

3D-printen, ook wel Additive Manufacturing, Rapid Prototyping of Rapid Manufacturing genoemd, is een productietechniek waarbij een digitaal bestand omgezet wordt naar een tastbaar object. Het object wordt laagje voor laagje opgebouwd door de 3D-printer.

Er zijn verschillende soorten 3D printtechnieken zoals:

- Fused Deposition Modeling (FDM)
- Stereolithografie
- Selective Laser Sintering (SLS)
- ZCorp
- Multi Jet Modeling
- Polyjet

In het project is een FDM-printer gebruikt om de modellen te printen. FDM is de printtechniek die de consumenten 3D printers gebruiken.

Bij FDM is er een verplaatsbare spuitmond of wel extruder die een lange, dunne draad thermoplastisch materiaal (filament) op elkaar legt. Laagsgewijs ontstaat zo een driedimensionaal object.

De printer die wordt gebruikt in het project is de Anet A6.

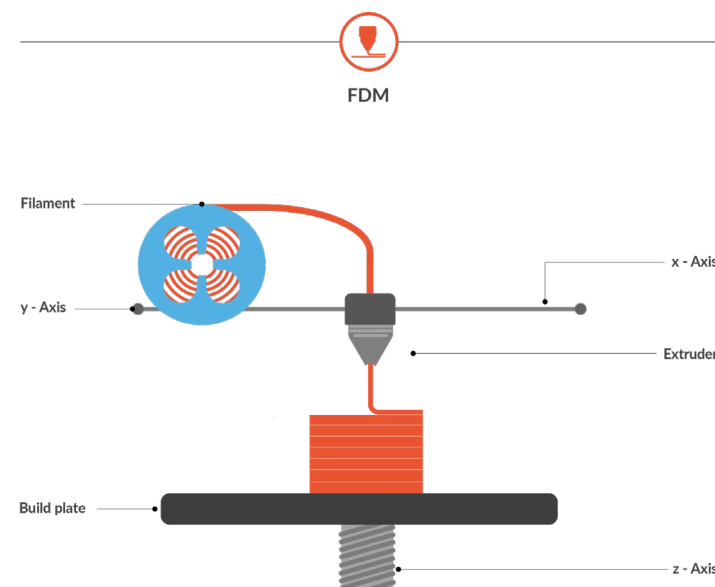


Fig. 13 FDM printen

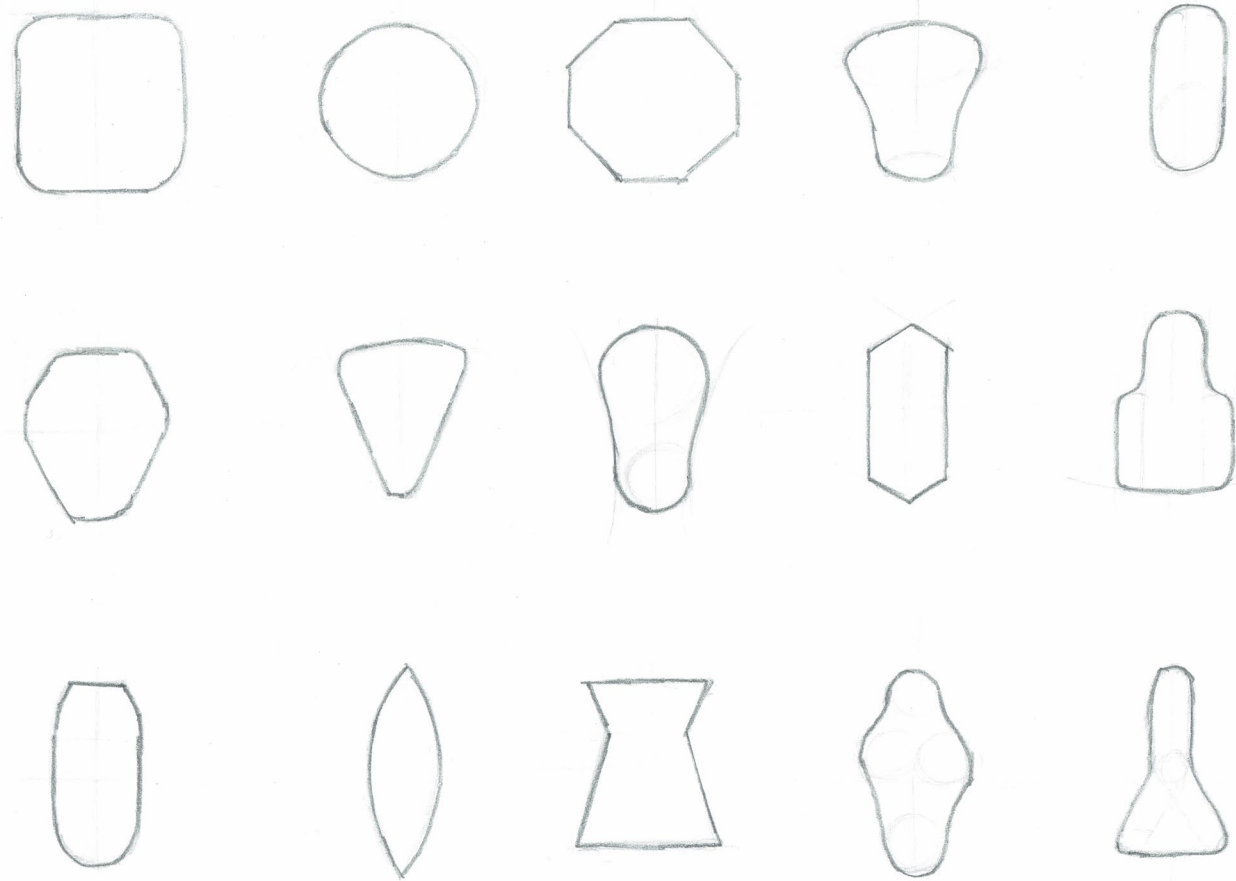


Fig. 14 Schets 1

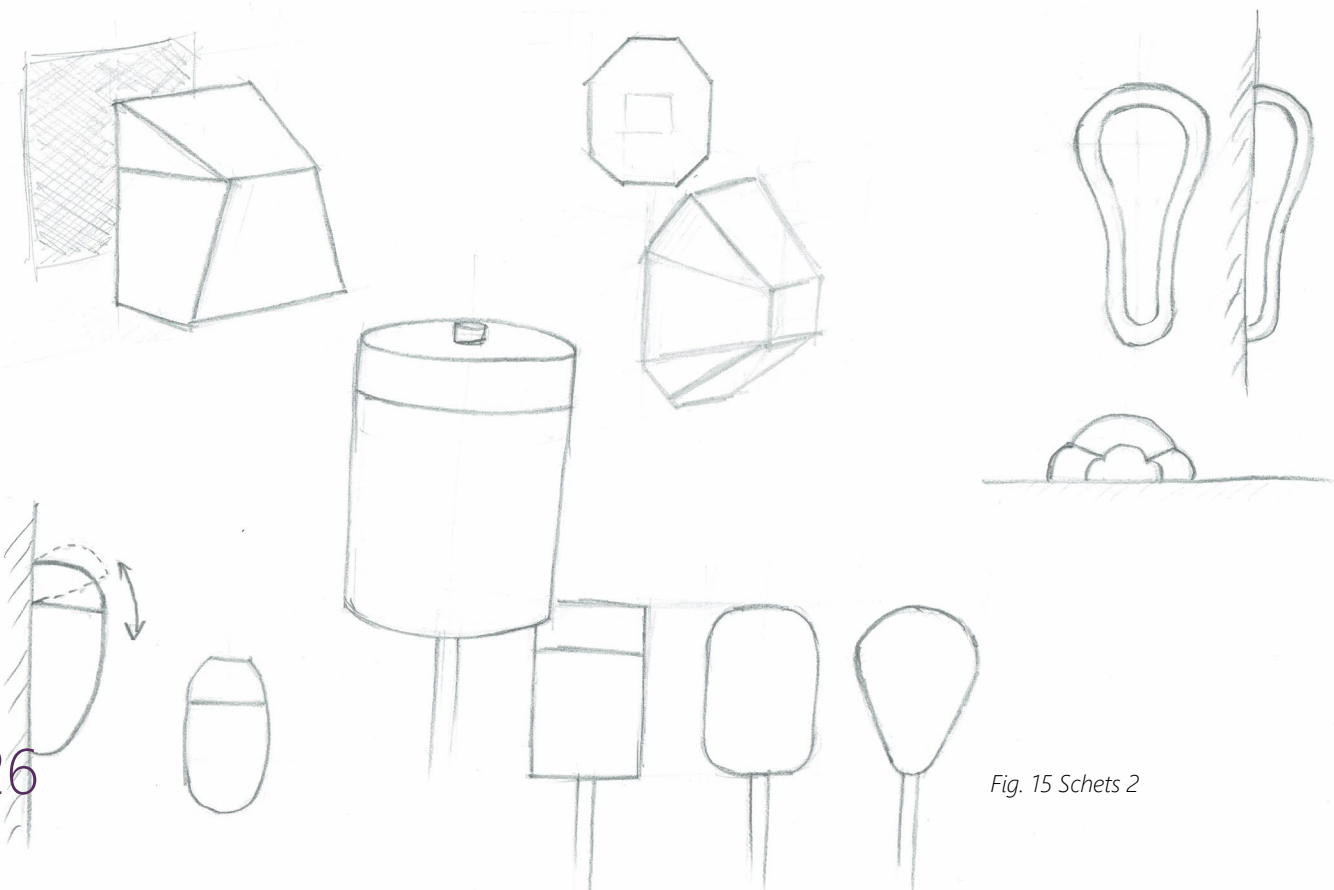


Fig. 15 Schets 2

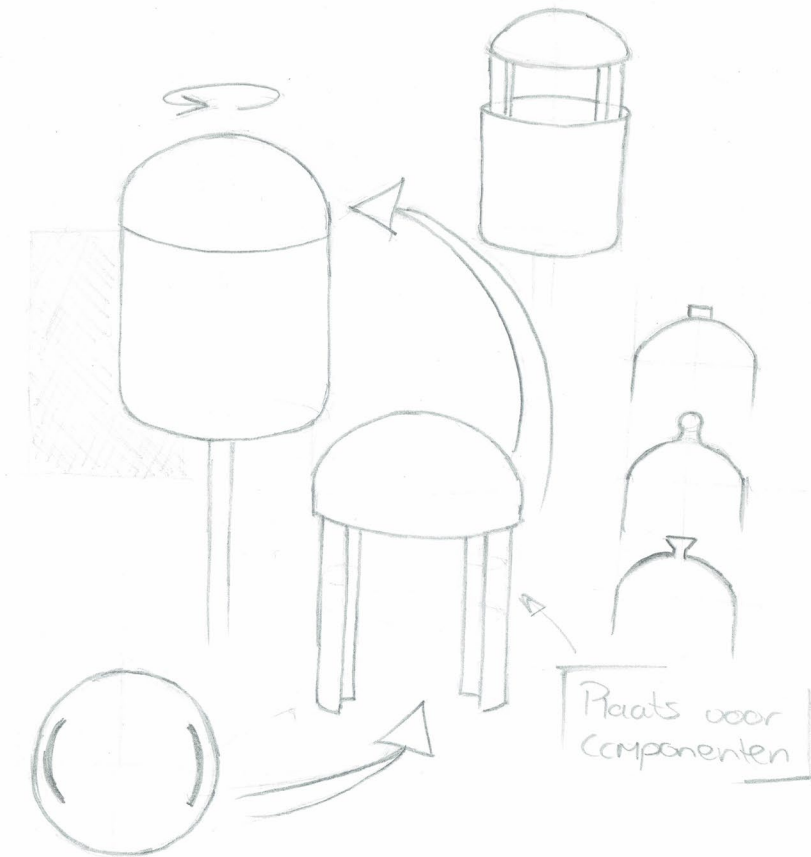


Fig. 16 Schets 3

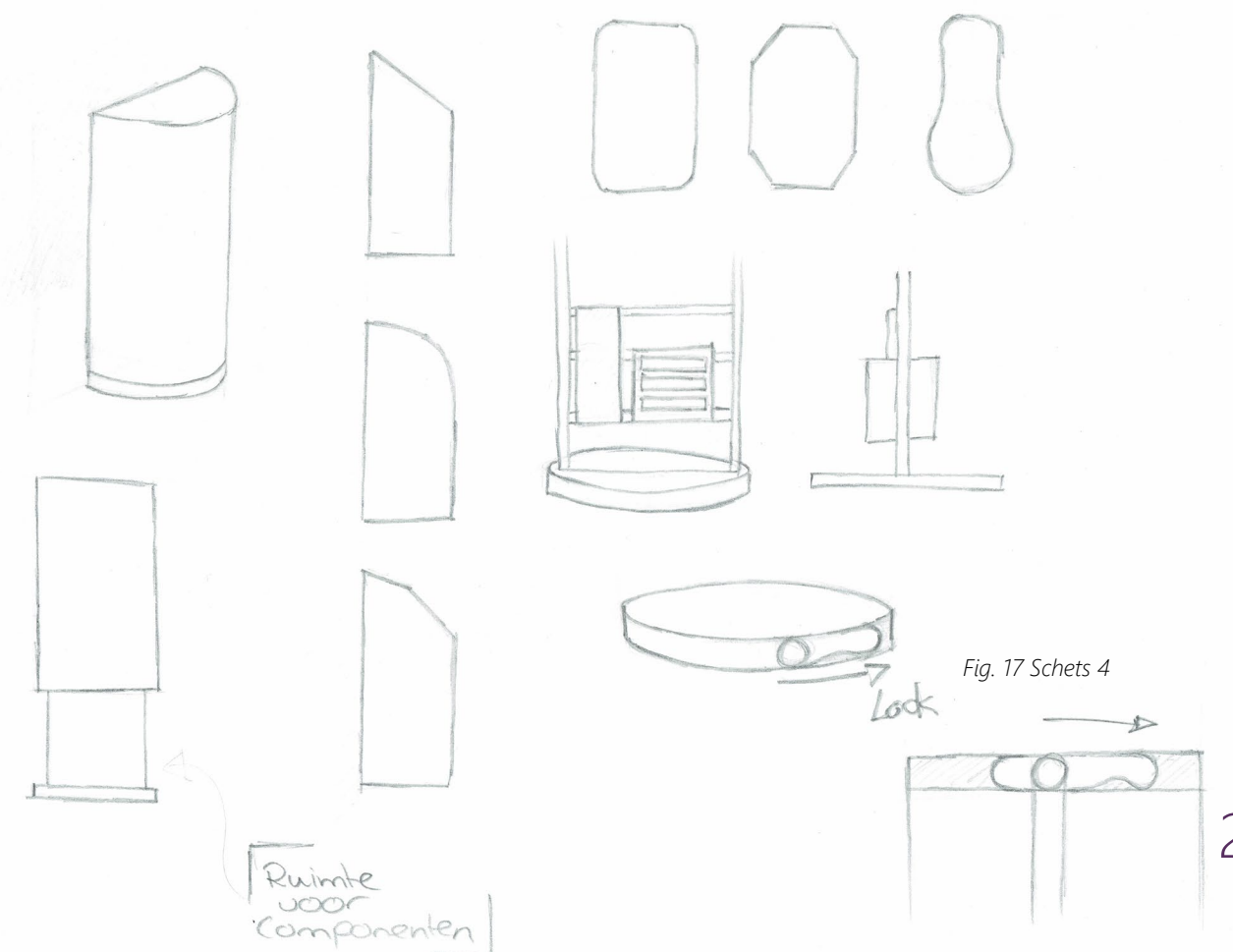


Fig. 17 Schets 4

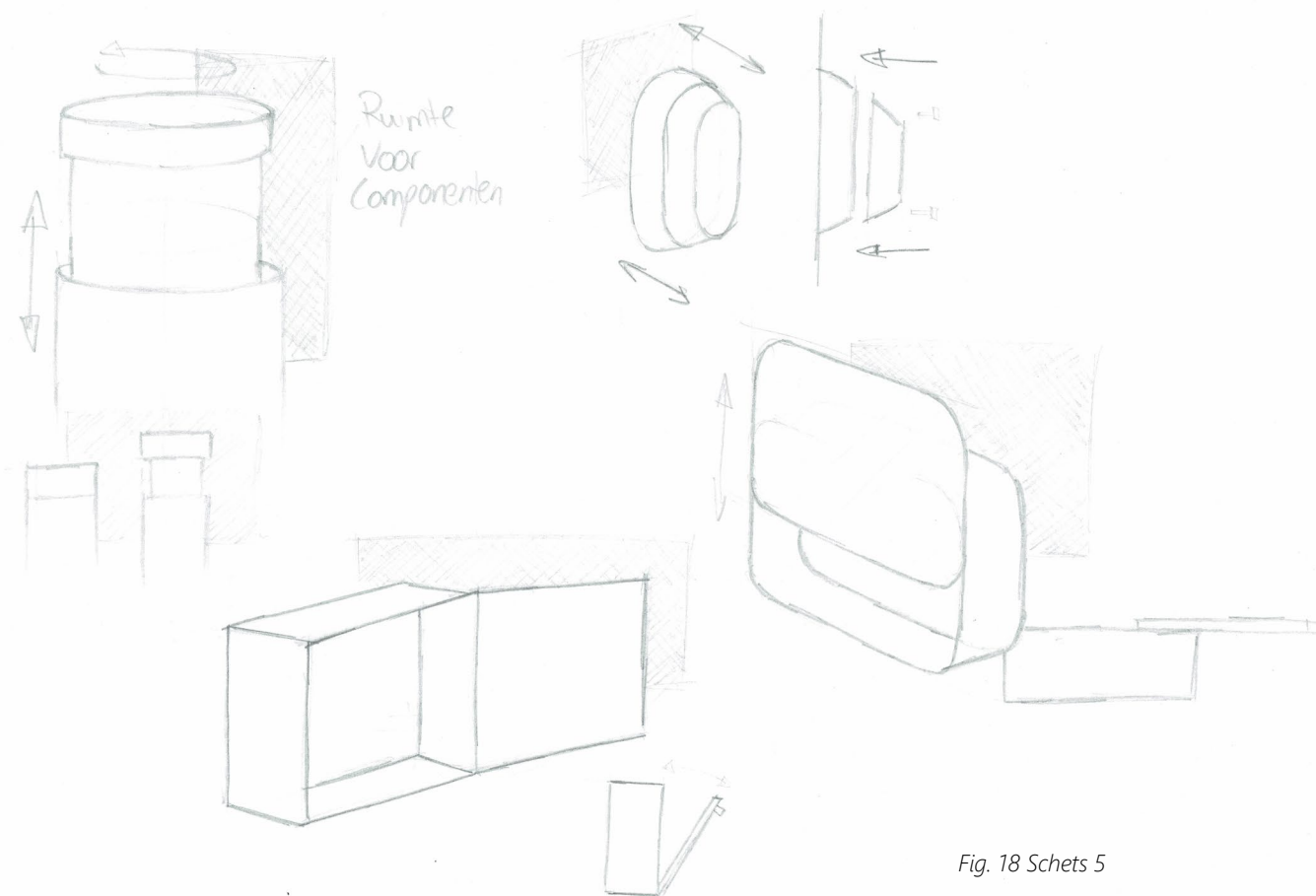


Fig. 18 Schets 5

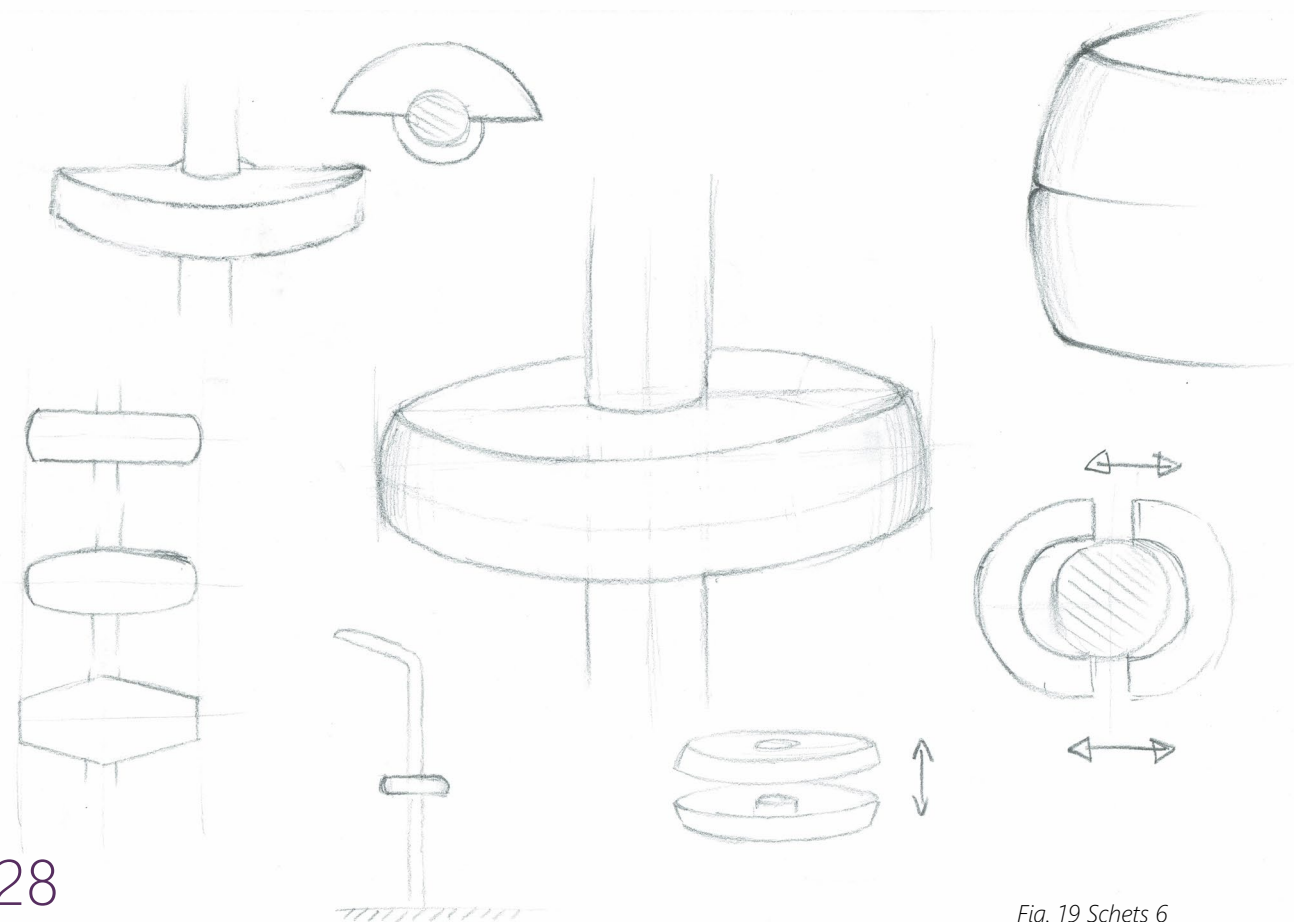


Fig. 19 Schets 6

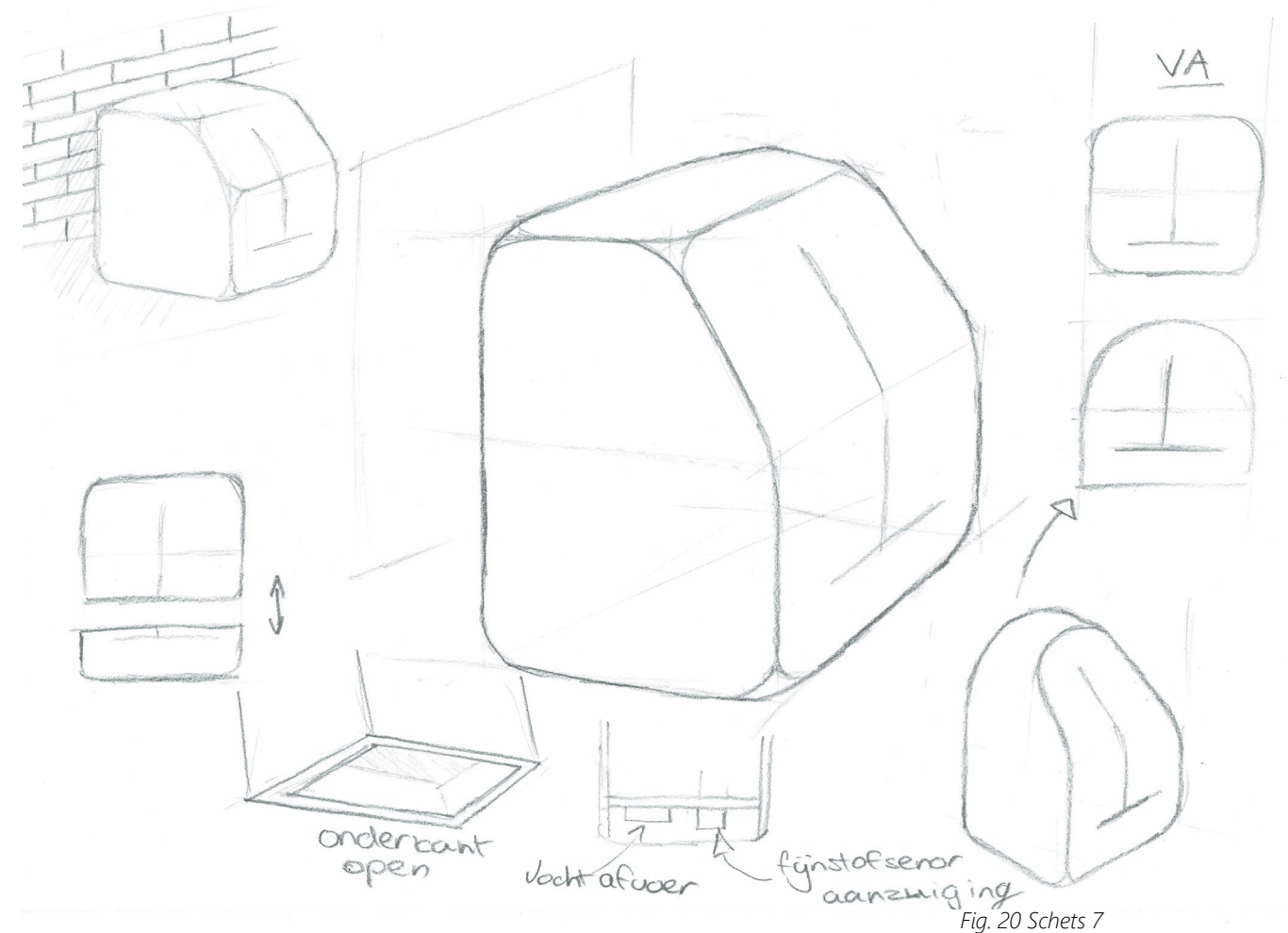


Fig. 20 Schets 7

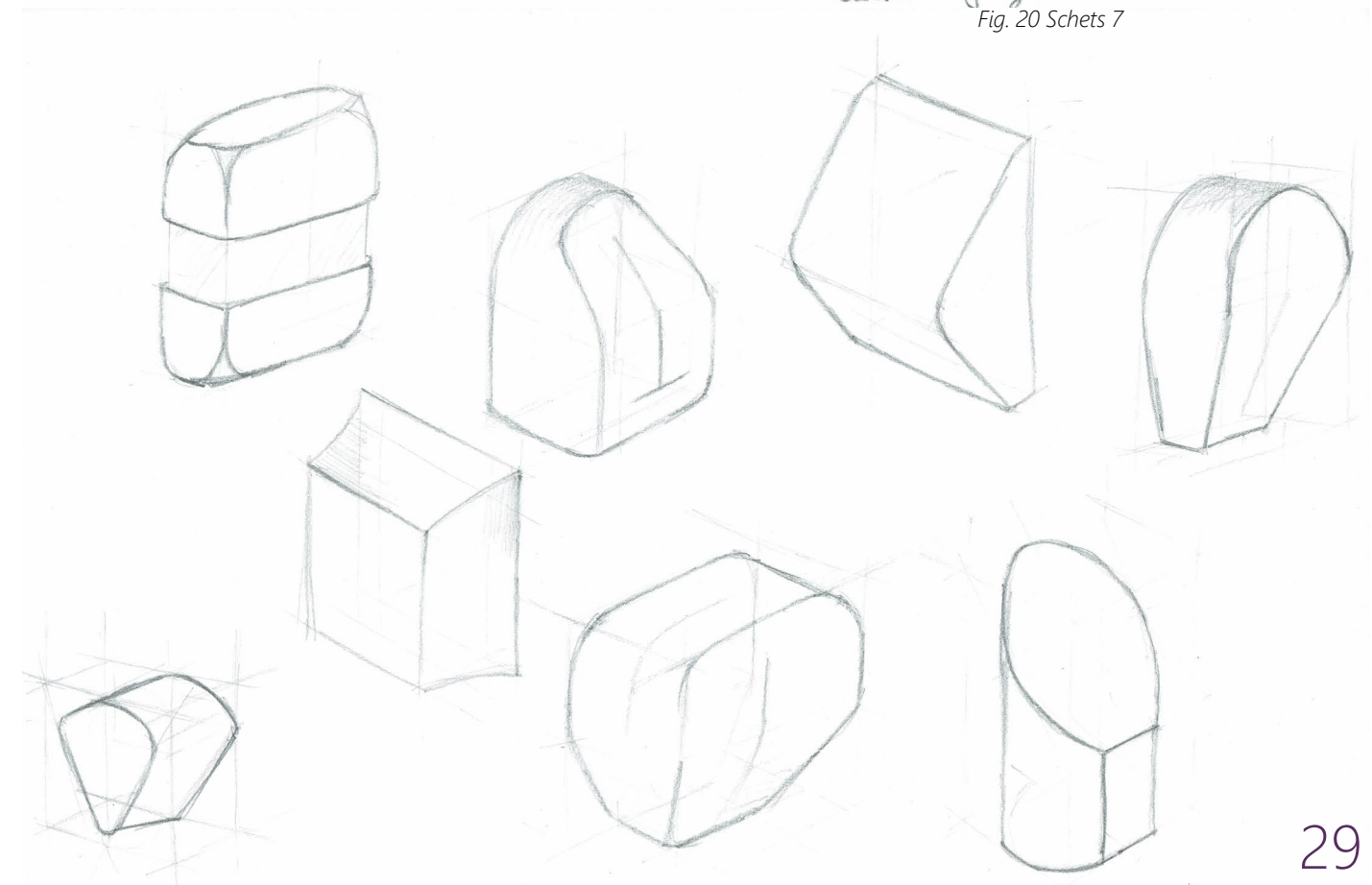


Fig. 21 Schets 8

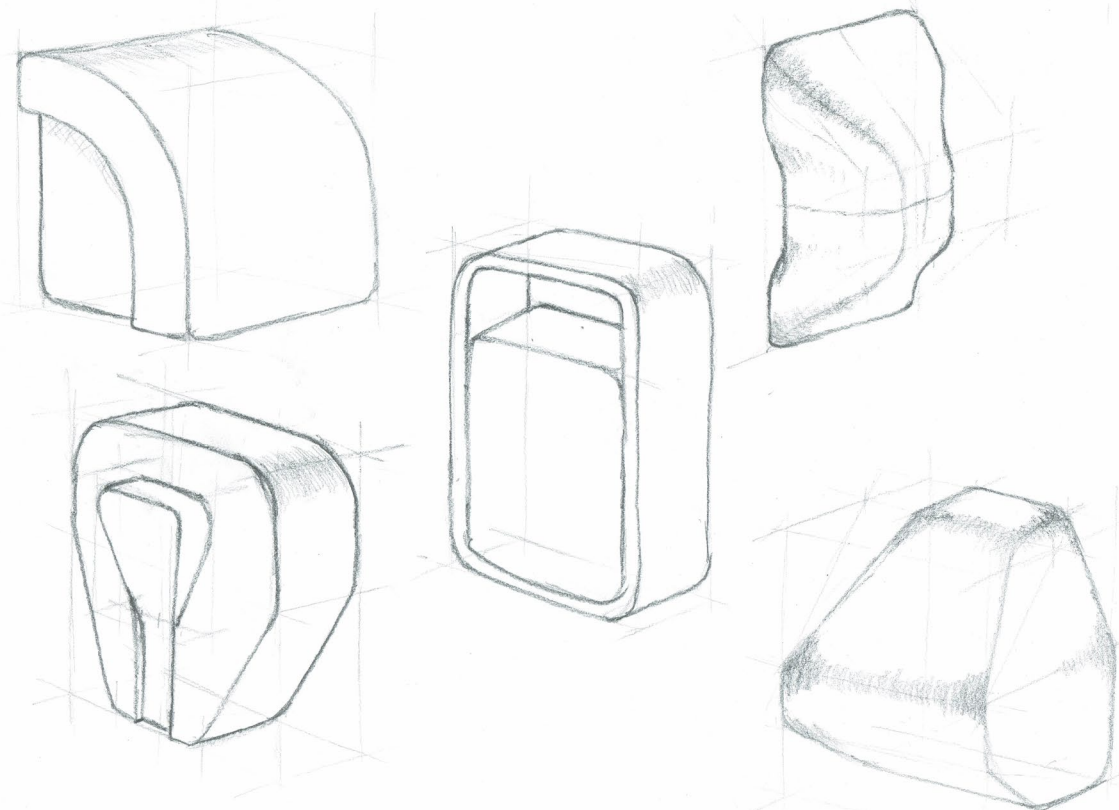


Fig. 22 Schets 9

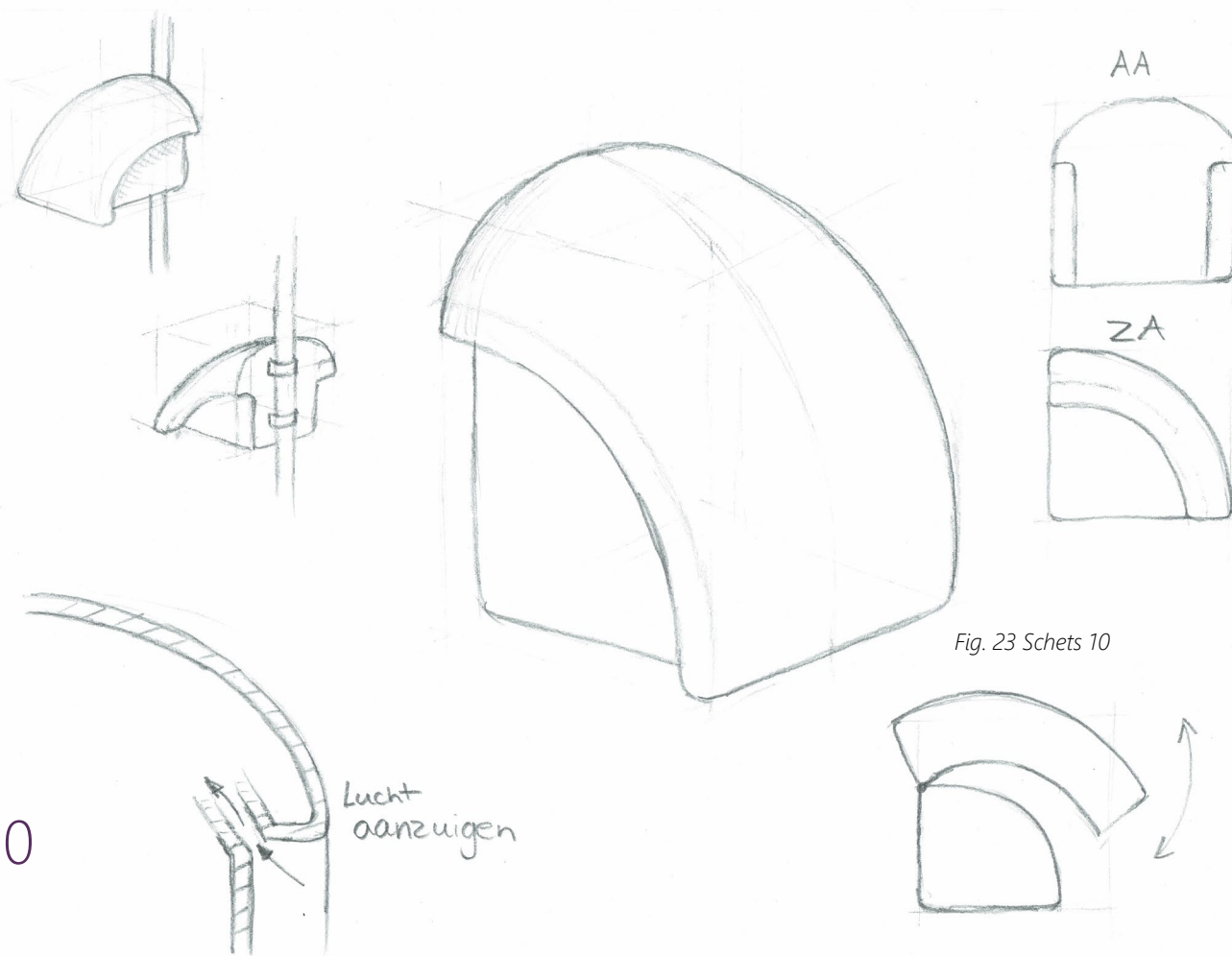


Fig. 23 Schets 10

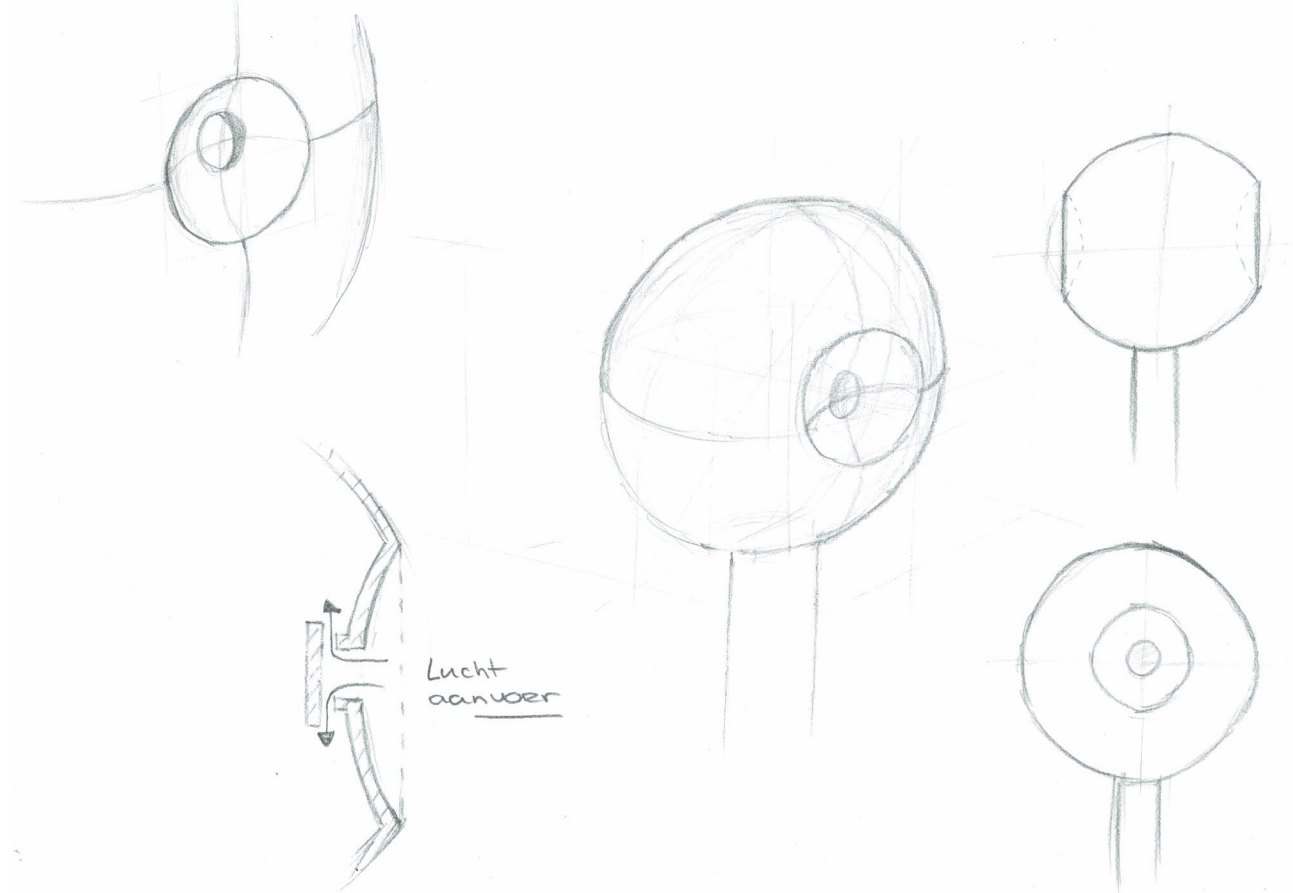


Fig. 24 Schets 11

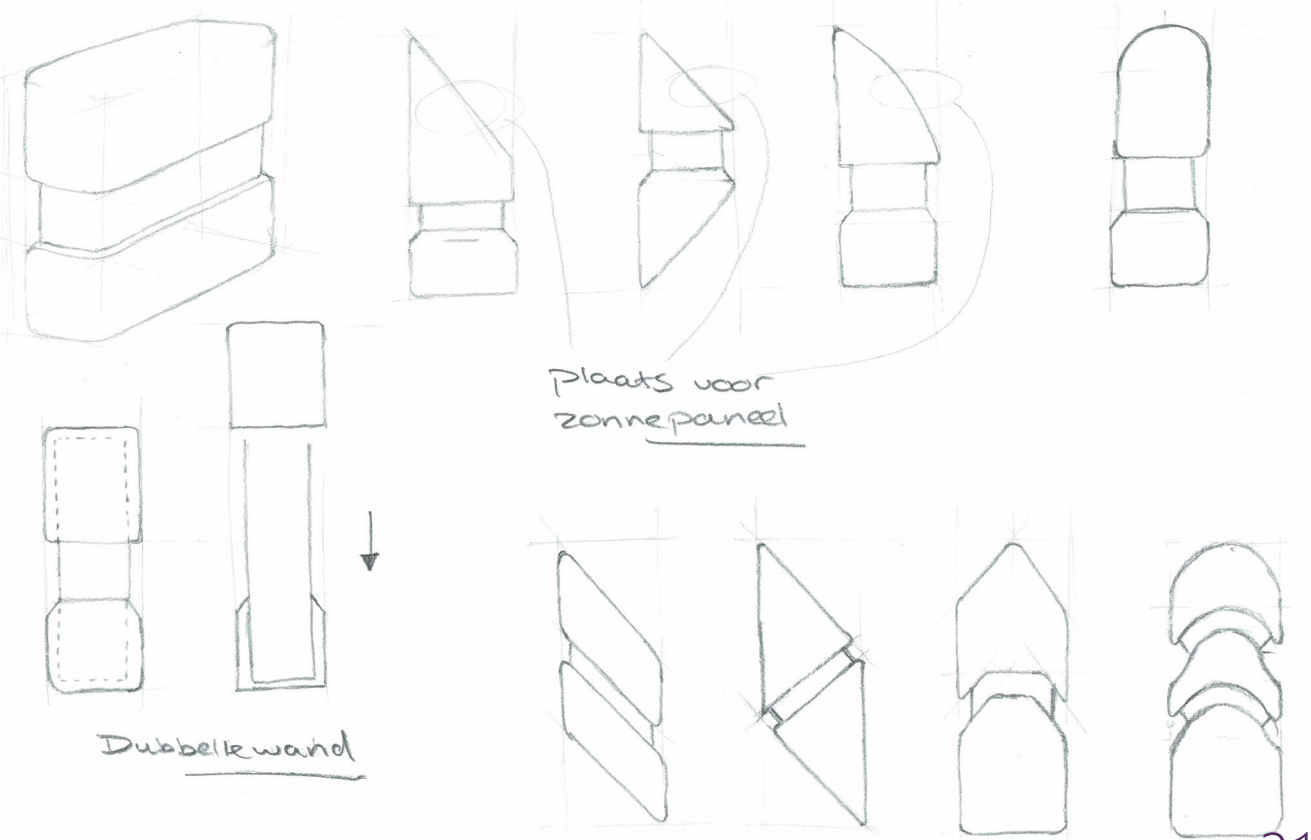


Fig. 25 Schets 12

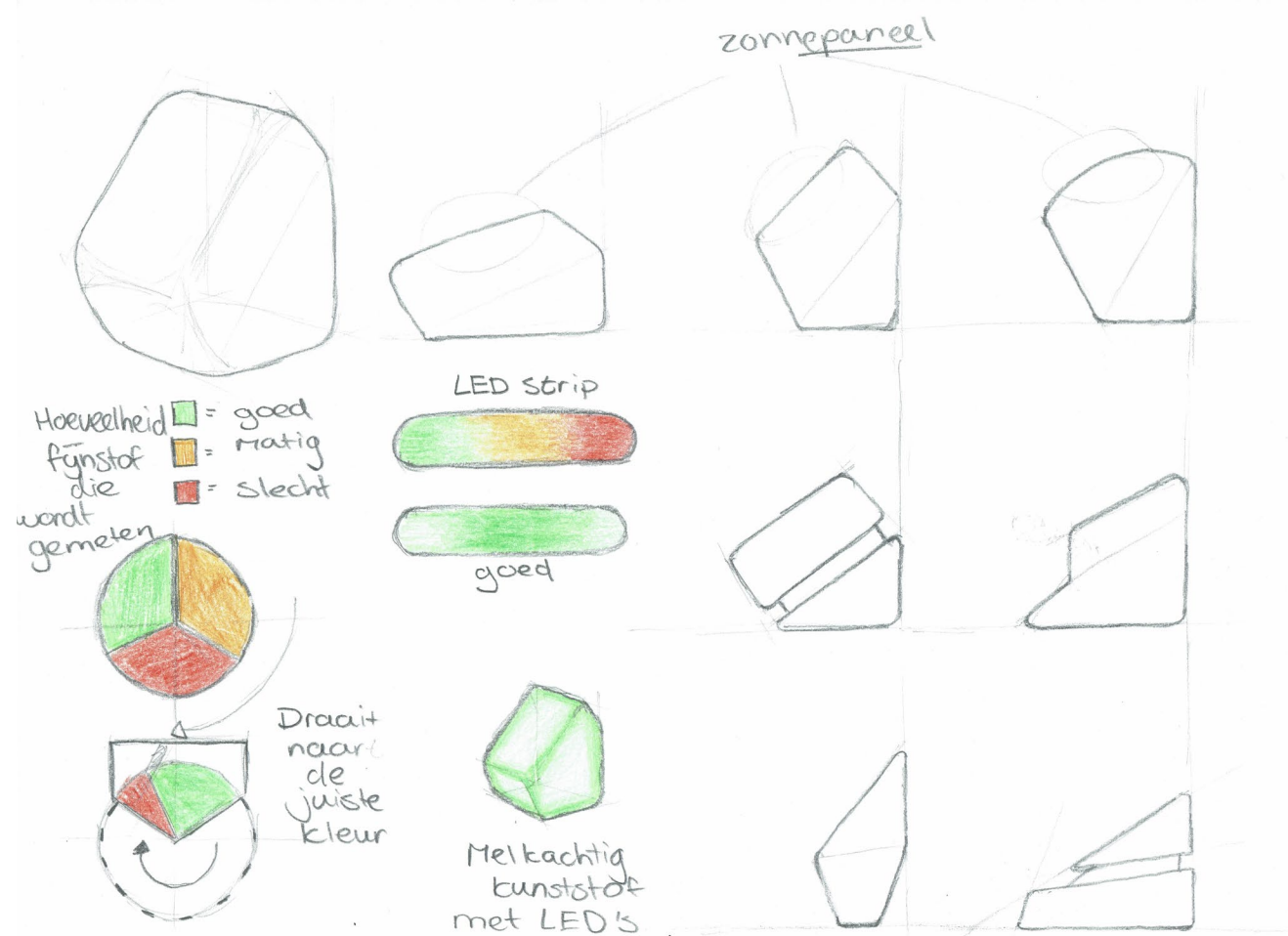


Fig. 26 Schets 13

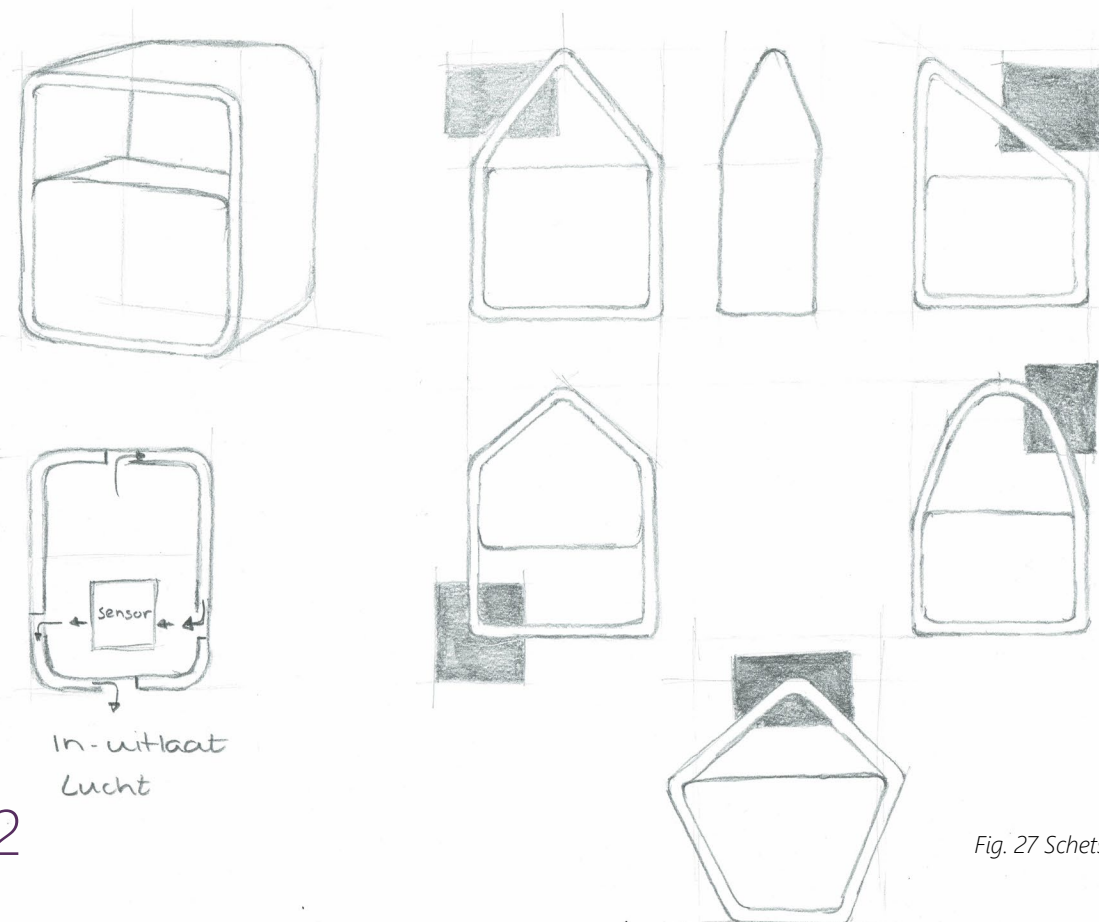


Fig. 27 Schets 14

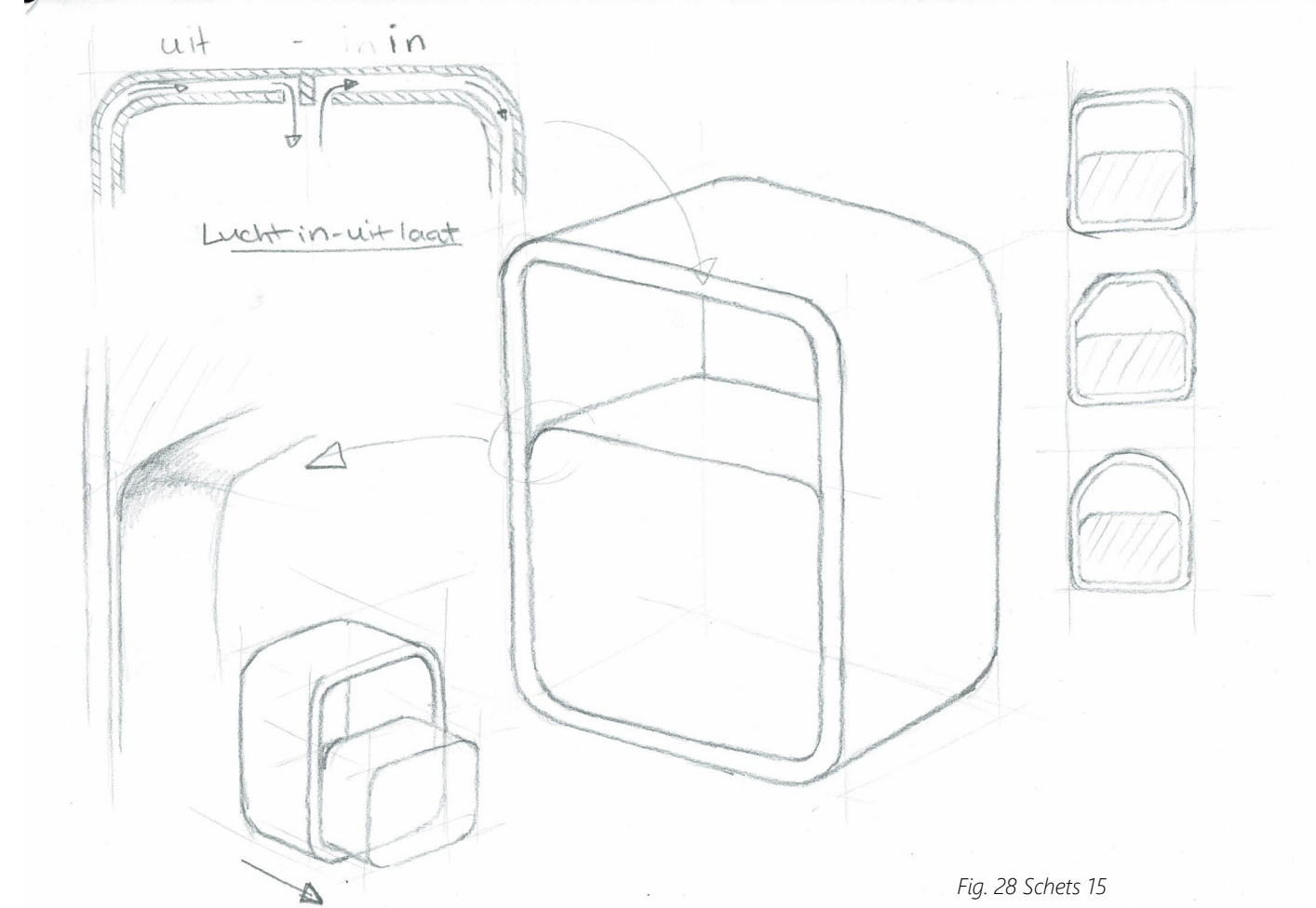


Fig. 28 Schets 15

Concept 4

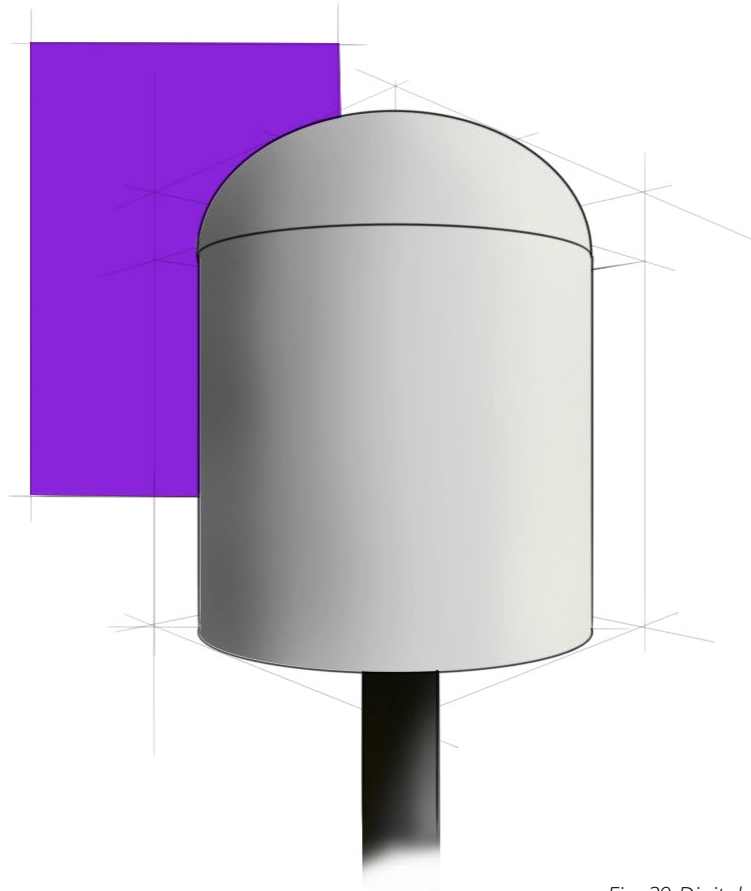


Fig. 29 Digitale chets 1

Concept 7

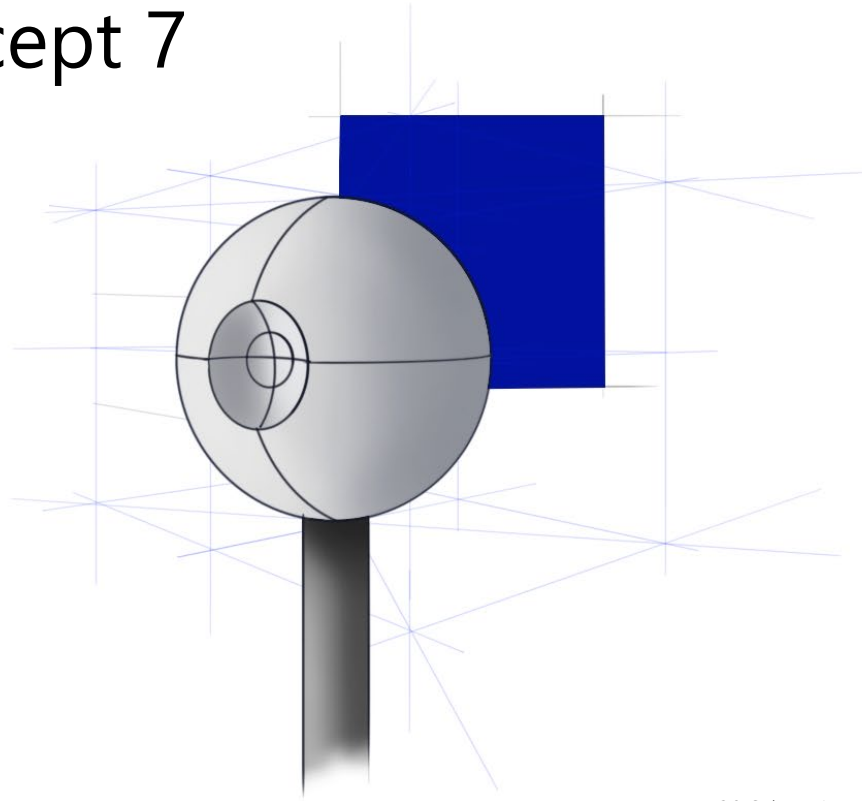


Fig. 30 Schets 17

Concept 9

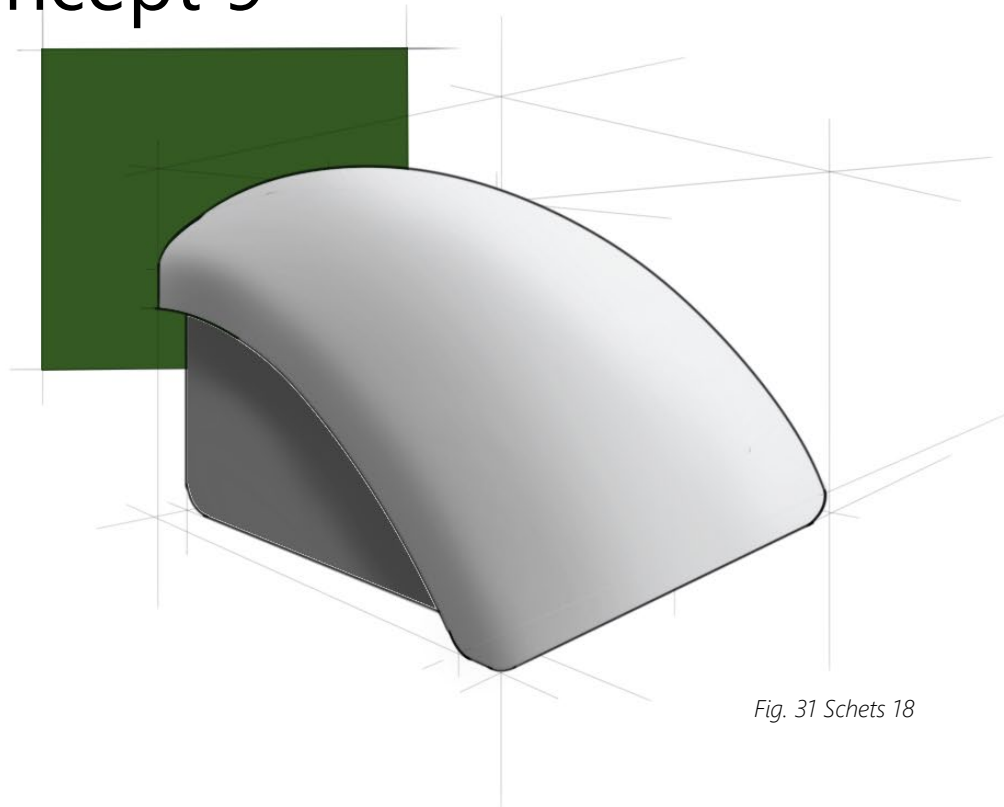


Fig. 31 Schets 18

Bijlage H Keuzemoment

In deze bijlage is de volledige Multicriteria-analyse te vinden.

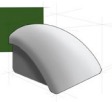
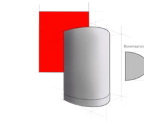
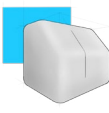
			Concepten 																			
			1		2		3		4		5		6		7		8		9		Ideaal	
Eisen	Aspecten	Weegfactor	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal
Het fijnstofstation moet opgehangen worden op een hoogte van 1,50 meter	Arbeid	1	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
Er moet onderhoud kunnen worden gepleegd aan het fijnstofstation waardoor componenten toegankelijk moeten zijn om ze te vervangen. Het onderhoud moet 15 minuten duren en mag alleen door een monteur/deskundige worden uitgevoerd.	Arbeid	3	3	9	2	6	2	6	3	9	3	9	3	9	1	3	3	9	2	6	4	12
De stroomvoorziening van het fijnstofstation moet bekabeld zijn of via een accu	Functionaliteit	1	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	4
																			0			
Er moet een antenne (standaard lora Antenne voor de LoPy) aanwezig zijn voor de draadloze communicatie	Functionaliteit	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Als er voor een accu wordt gekozen kan er worden gekozen voor zes 18650 accu's.	Functionaliteit	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Er moet 3 jaar garantie op het fijnstofstation zijn	Functionaliteit	2	3	6	3	6	3	6	2	4	2	4	3	6	3	6	3	6	3	6	4	8
De instraling van de zon moet beperkt worden om zo de stijgingen van de binnentemperatuur van de behuizing te minimaliseren.	Functionaliteit	2	3	6	2	4	3	6	2	4	2	4	2	4	3	6	3	6	3	6	4	8
Er moet een zonnepaneel worden toegepast die 10 Watt oplevert.	Functionaliteit	3	4	12	1	3	4	12	4	12	3	9	3	9	1	3	4	12	3	9	4	12
Er moet een luchtrooster toegepast worden voor het tegenhouden van ongedierte.	Design, realisatie	2	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	4	8	3	6	4	8
Een bevestigingspunt voor op te hangen	Design, realisatie	2	3	6	2	4	3	6	1	2	2	4	3	6	1	2	3	6	3	6	4	8
Het fijnstofstation moet een robuuste uitstraling hebben en moet ook robuust zijn.	Design, realisatie	3	4	12	2	6	4	12	2	6	2	6	3	9	2	6	4	12	2	6	4	12
De fijnstofsensor moet dichtbij de buitenkant van de behuizing zitten met behulp van grote openingen in de behuizing	Design, realisatie	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	3	9	4	12
De in- en uitlaat van de fijnstofsensor moet richting de onderkant van de behuizing wijzen	Design, realisatie	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	3	9	4	12
De inlaat van de fijnstofsensor moet altijd boven de uitlaat zitten.	Design, realisatie	3	3	9	2	6	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	3	9	4	12
De groene zijde van de fijnstofsensor moet naar de grond wijzen.	Design, realisatie	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	3	9	4	12
Het fijnstofstation moet voorzien zijn van een temperatuur en vochtsensor.	Design, realisatie	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
De IPW-classificatie moet IPW 53 zijn	Design, realisatie	3	3	9	3	9	3	9	2	6	2	6	3	9	3	9	3	9	3	9	4	12
Het fijnstofstation moet voorzien zijn van een condens afvoer	Design, realisatie	2	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	2	4	4	8
Een dubbele wand in de behuizing om grote temperatuur stijgingen te voorkomen	Design, realisatie	3	2	6	1	3	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	2	6	4	12
Er mag geen water op de behuizing blijven staan	Design, realisatie	3	4	12	2	6	2	6	4	12	2	6	3	9	4	12	3	9	4	12	4	12
Totale score			144		109		138		129		123		136		105		146		130		168	
%			85,7		64,9		82,1		76,8		73,2		81,0		62,5		86,9		77,4		100	

Fig. 32 Multicriteria-analyse

Om de productiemethode te kiezen is een tabel opgezet met de opstartkosten en wat één behuizing zou kosten bij een bepaald productieaantal.

Onderstaande tabel onderbouwt de grafieken in het verslag.

Tabel 8 Productietechnieken

	Opstartkos	1	50	100	150	200	250	500	1000
Vacuumvormen	1066	200	100	55	42	28	22	12,5	6
Matrijsvormen (EPP)	7.000,00	220	120	60	45	35	28	15	8
Spuitsieten	7.758,63	250	150	78,58	53,2	40,51	32,91	17,84	10,22
3D printen	0	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96
3D printen Shapeways	0	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01

	Opstartkos	1	50	100	150	200	250	500	1000
Vacuumvormen	1066	200	5000	5500	6300	5600	5500	6250	6000
Matrijsvormen (EPP)	7.000,00	220	6000	6000	6750	7000	7000	7500	8000
Spuitsieten	7.758,63	250	7500	7858	7980	8102	8227,5	8920	10220
3D printen	0	10,96	548	1096	1644	2192	2740	5480	10960
3D printen Shapeways	0	145,01	7250,5	14501	21752	29002	36253	72505	145010

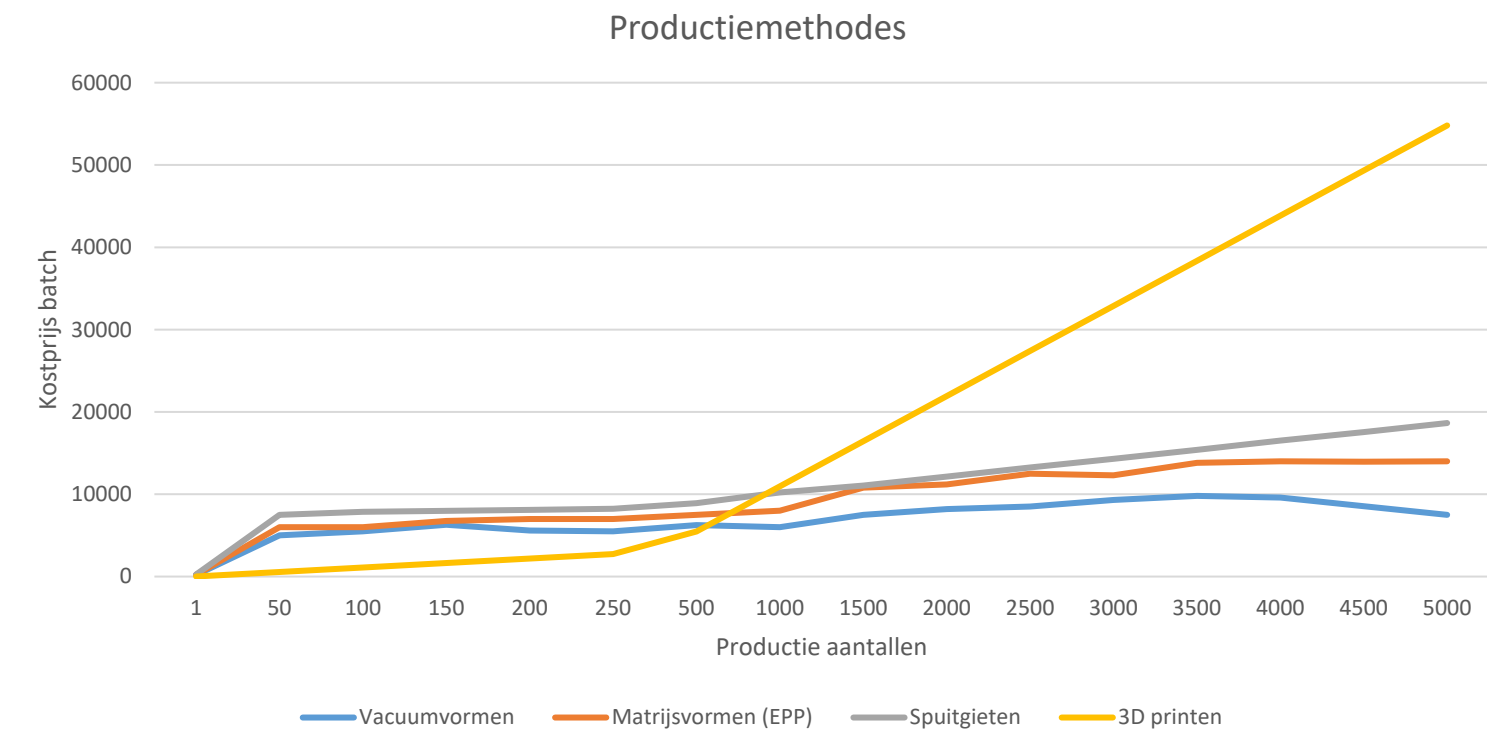


Fig. 33 Keuze productiemethode 1

De kosten van de matrijzen zijn aangevraagd bij verschillende bedrijven.

Spuitsieten:
<http://www.protomold.co.uk/ProtoQuote.aspx?p=5856779q9t>

Vacuümvormen:
<https://plasticknowledge.com/thermoforming-machine-calculator/>

De prijs van de behuizing per stuk wordt berekend via onderstaande site:

<https://qd-p.com/nl/calculator/>

1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
5	4,1	3,4	3,1	2,8	2,4	1,9	1,5
7,2	5,6	5	4,1	3,95	3,5	3,1	2,8
7,37	6,07	5,3	4,77	4,4	4,13	3,9	3,73
10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96	10,96
145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01	145,01

1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
7500	8200	8500	9300	9800	9600	8550	7500
10800	11200	12500	12300	13825	14000	13950	14000
11055	12140	13250	14310	15400	16520	17550	18650
16440	21920	27400	32880	38360	43840	49320	54800
217515	290020	362525	435030	507535	580040	652545	725050

Er zijn al een aantal vragen beschreven in het verslag. Alle vragen die zijn gesteld en de antwoorden hiervan zijn in deze bijlage te vinden.

De eerste vraag was: Wat is uw leeftijd?

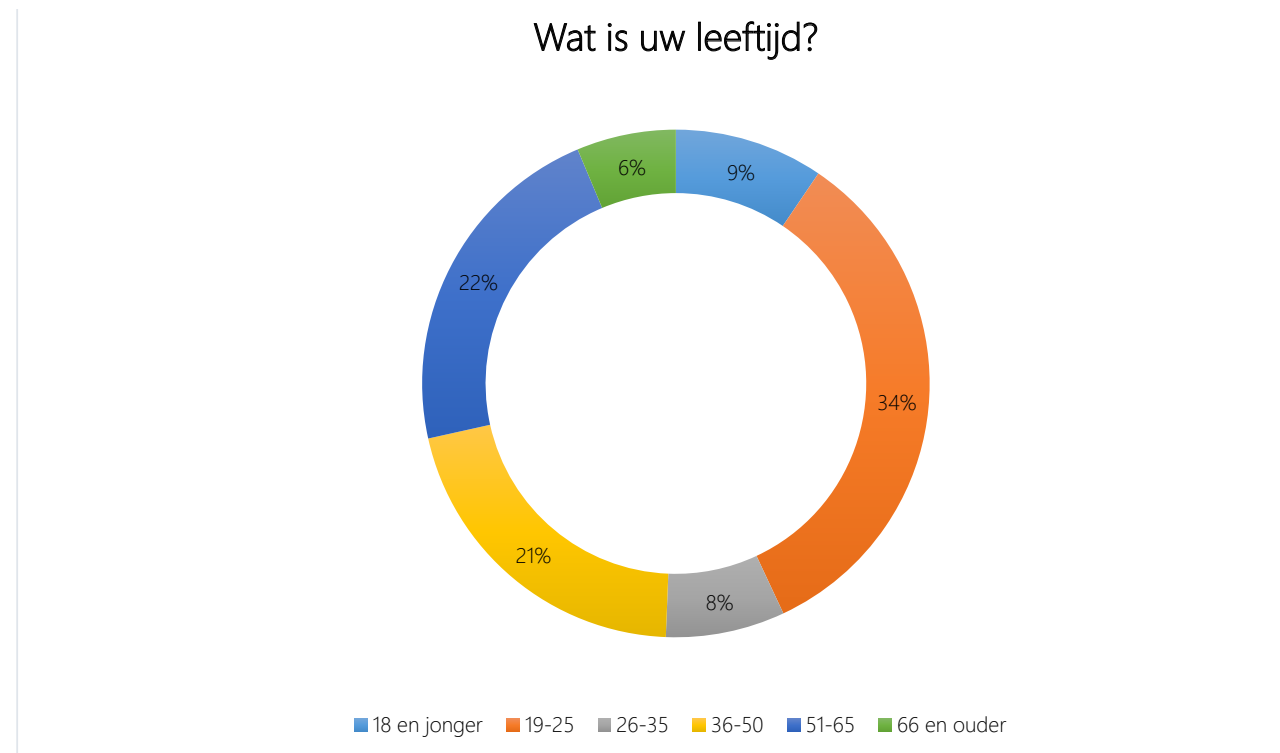


Fig. 35 Enquête grafiek 1



Fig. 36 Enquête grafiek 2

Vraag 3: Zou een fijnstofmeter aanschaffen om zelf een indruk te krijgen van de luchtkwaliteit?

Zou u een fijnstofmeter aanschaffen om zelf een indruk te krijgen van de luchtkwaliteit?

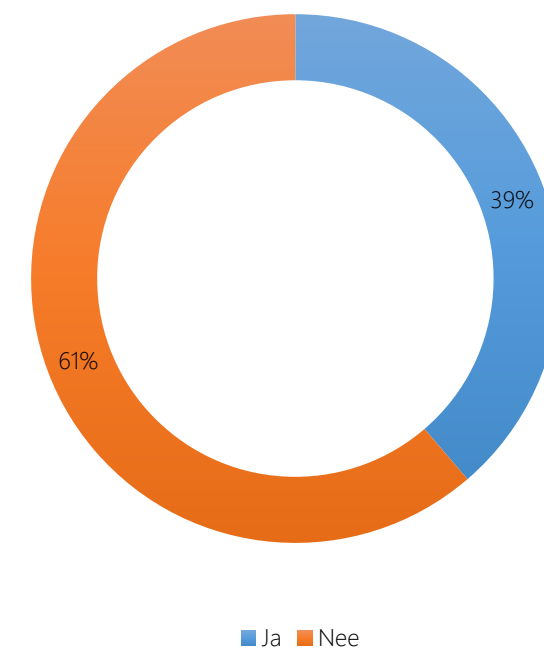


Fig. 37 Enquête grafiek 3

Vraag 4: Hoe zou u het product het liefst krijgen als u het aanschaft?
De antwoorden waar de ondervraagde uit konden kiezen waren:
1. Volledig gemonteerd. U hoeft het alleen nog maar op te hangen.
2. Als pre-fab. Zoals een Ikea pakket. U ontvangt alles maar moet het zelf in elkaar zetten.
3. Een DIY kit. Dat u de componenten krijgt maar zelf voor de behuizing moet zorgen.

Hoe zou u het product het liefst krijgen als u het aanschaft?

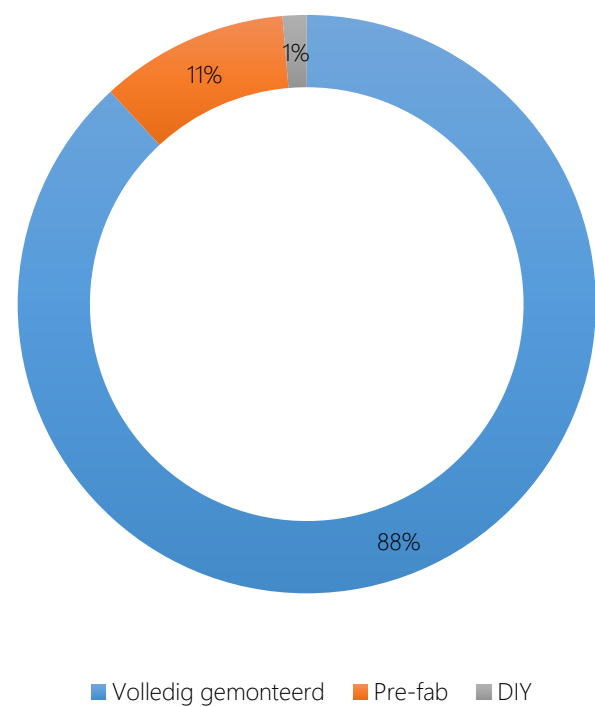


Fig. 38 Enquête grafiek 4

Vraag 5: Zou u het product kopen als het 150 euro kost?

Zou u het product kopen als het 10 kost?

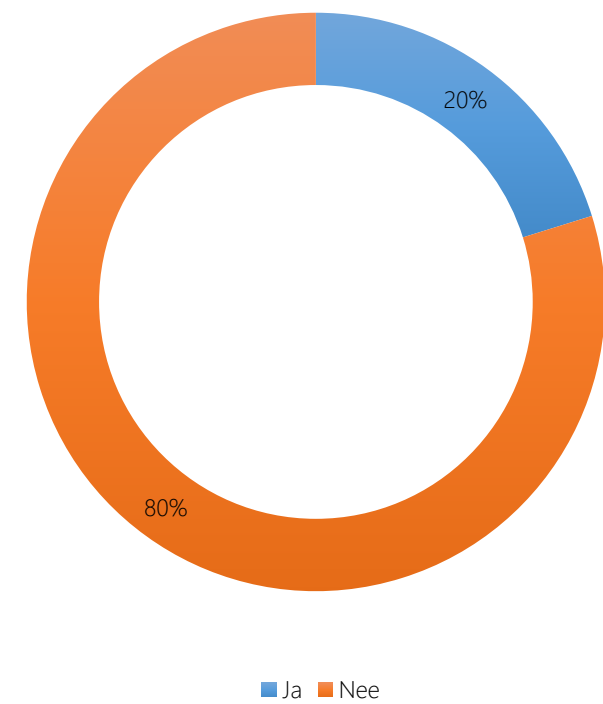
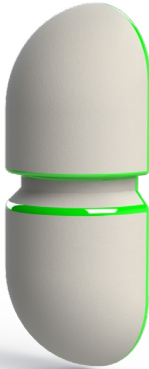
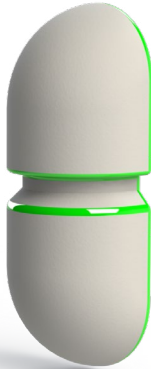
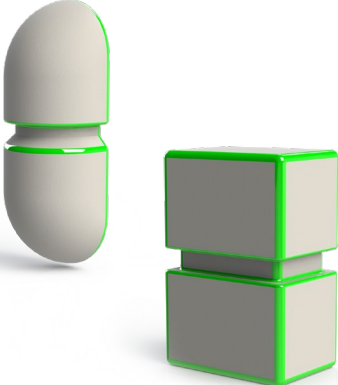
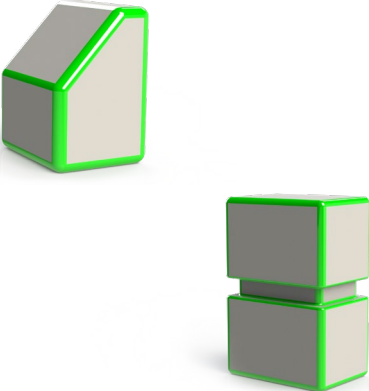
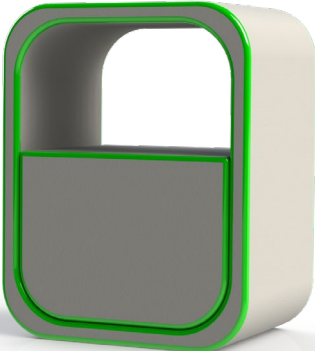
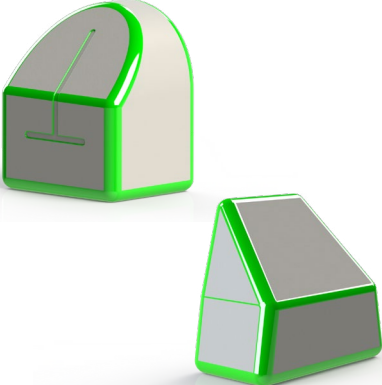


Fig. 39 Enquête grafiek 5

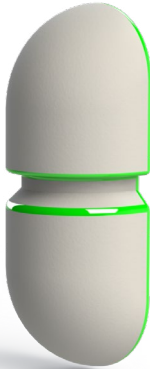
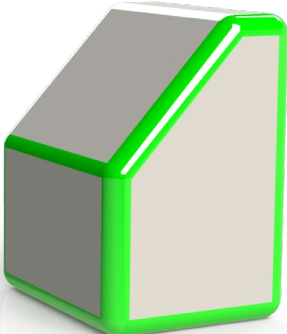
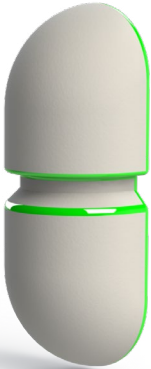
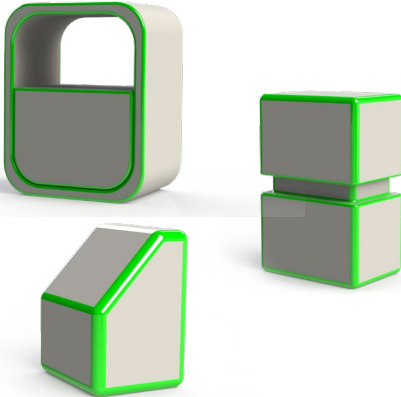
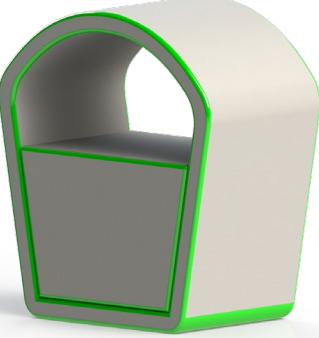
Tabel 9 Keuze leeftijdsgebonden

18 en jonger	19-25	26-35
		
		

1. Concept 3.2
2. Concept 2 en 3

1. Concept 3.2
2. Concept 4

1. Concept 3.2 en 3
2. Concept 2.1 en 2.2

36-50	51-65	66 en ouder
		
		

1. Concept 3.2
2. Concept 2, 3 en 4

1. Concept 2
2. Concept 3.2

1. Concept 3.2
2. Concept 4.1

Uit bovenstaande tabel is te zien dat concept 3.2 vijf keer op de 1ste plaatst staat en één keer op de 2de plaats.

Met deze uitslag is er besloten om met concept 3.2 verder te gaan. Deze wordt volledig uitgewerkt met alle componenten in de behuizing.

Bijlage K Plaatsing Sensoren

Er zijn eisen opgesteld hoe de Sensirion sensor moet worden geplaatst in de behuizing. In deze bijlage zijn de eisen uitgebeeld.

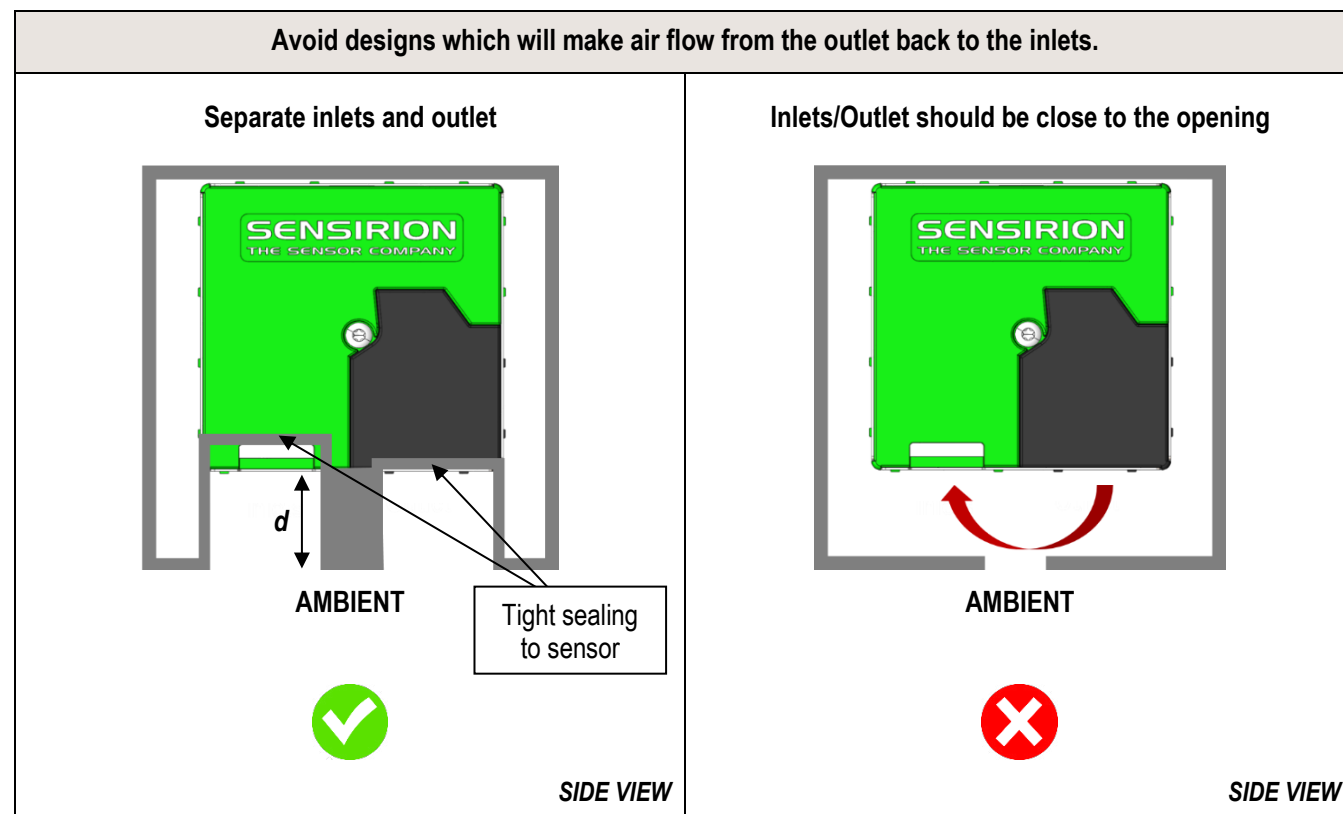
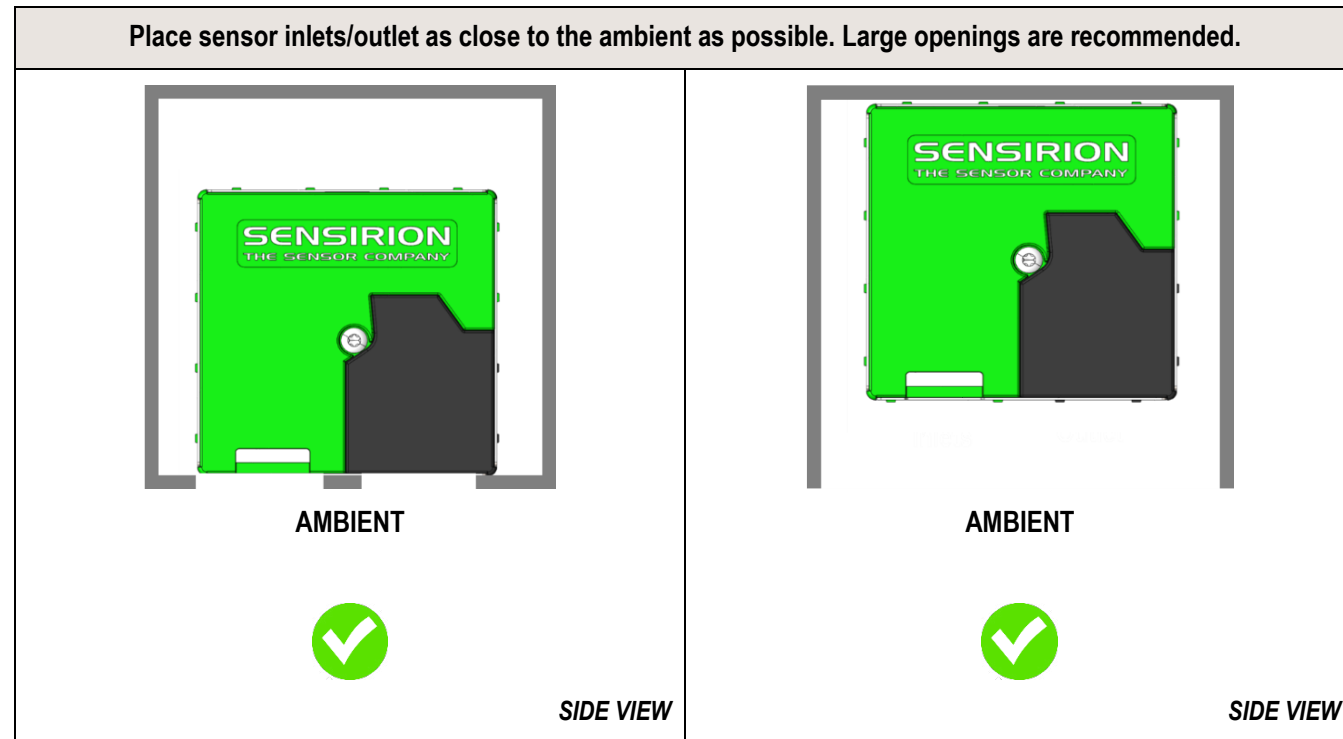


Fig. 40 Plaatsing Sensirion 1

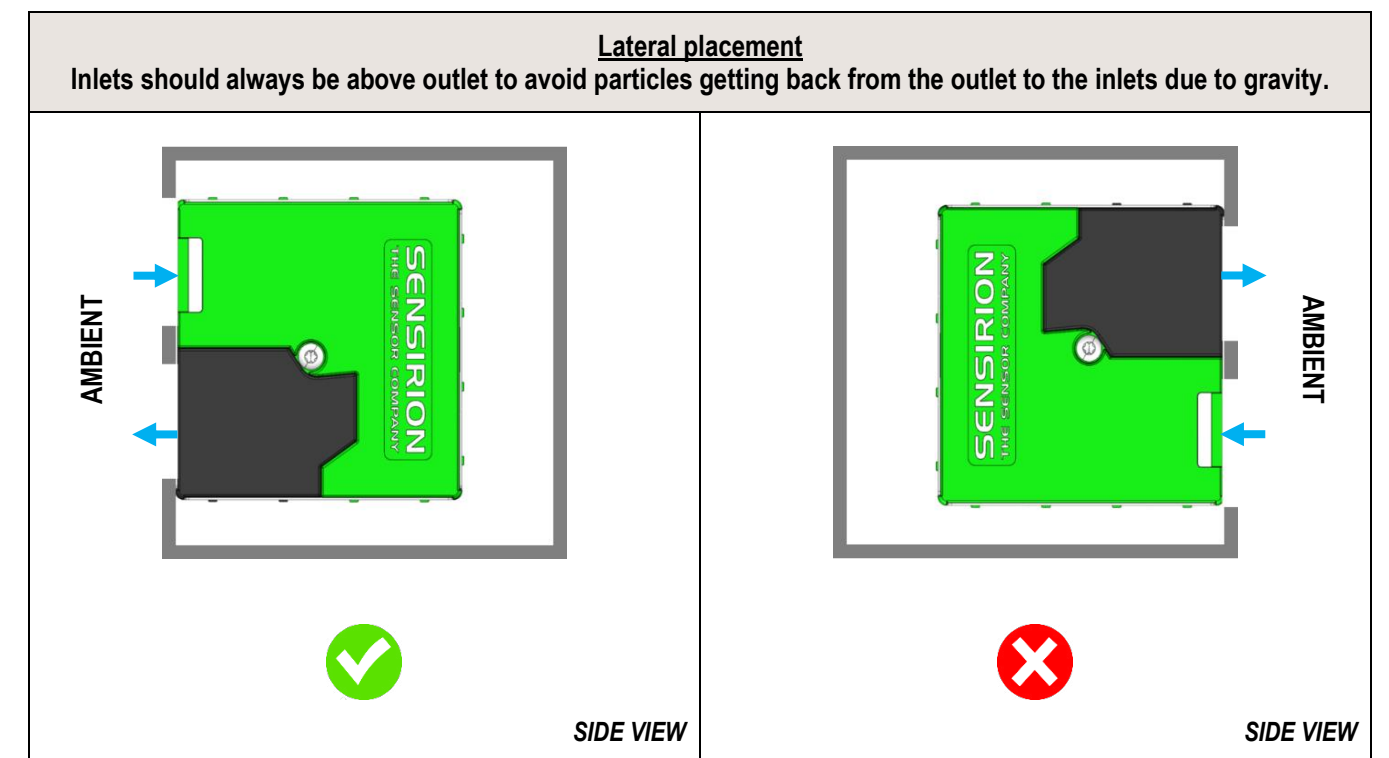
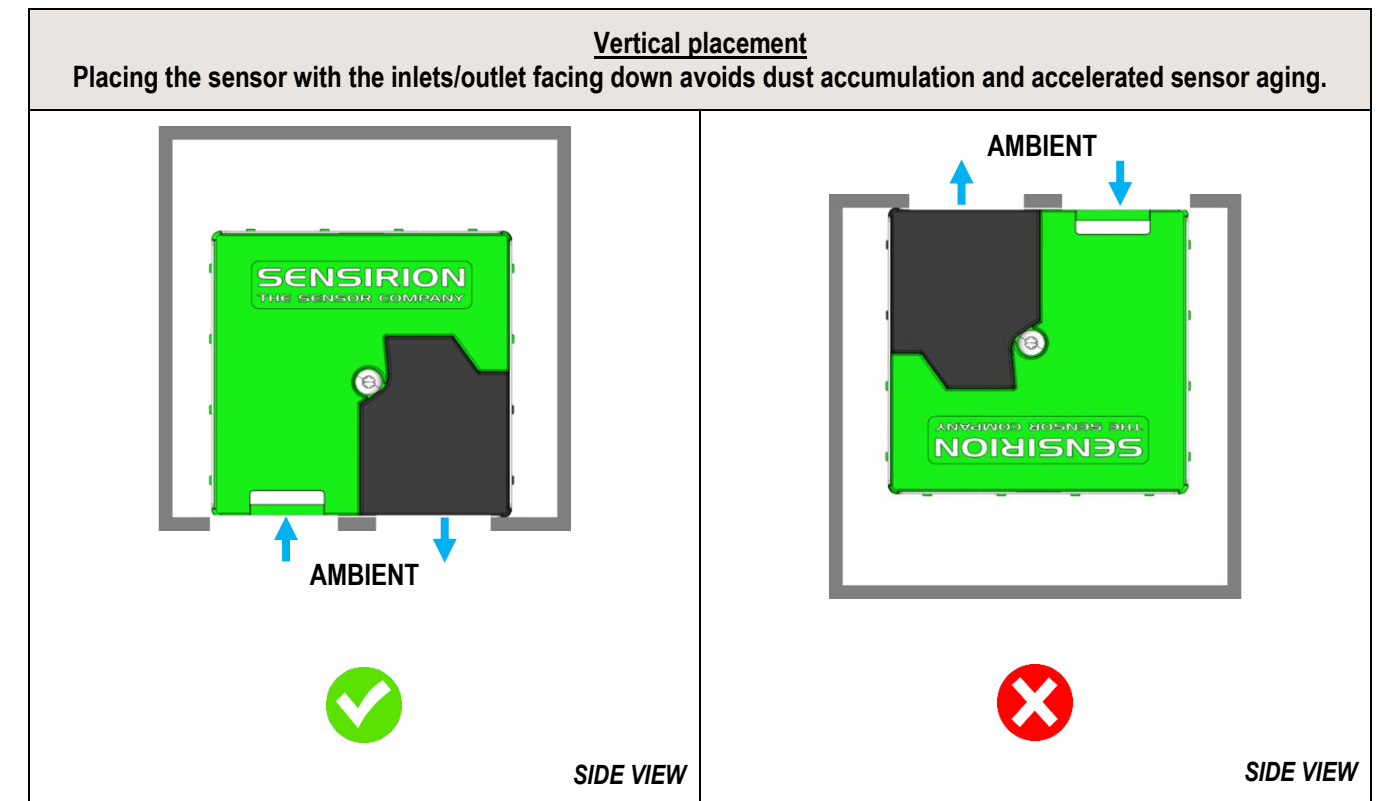


Fig. 41 Plaatsing Sensirion 2

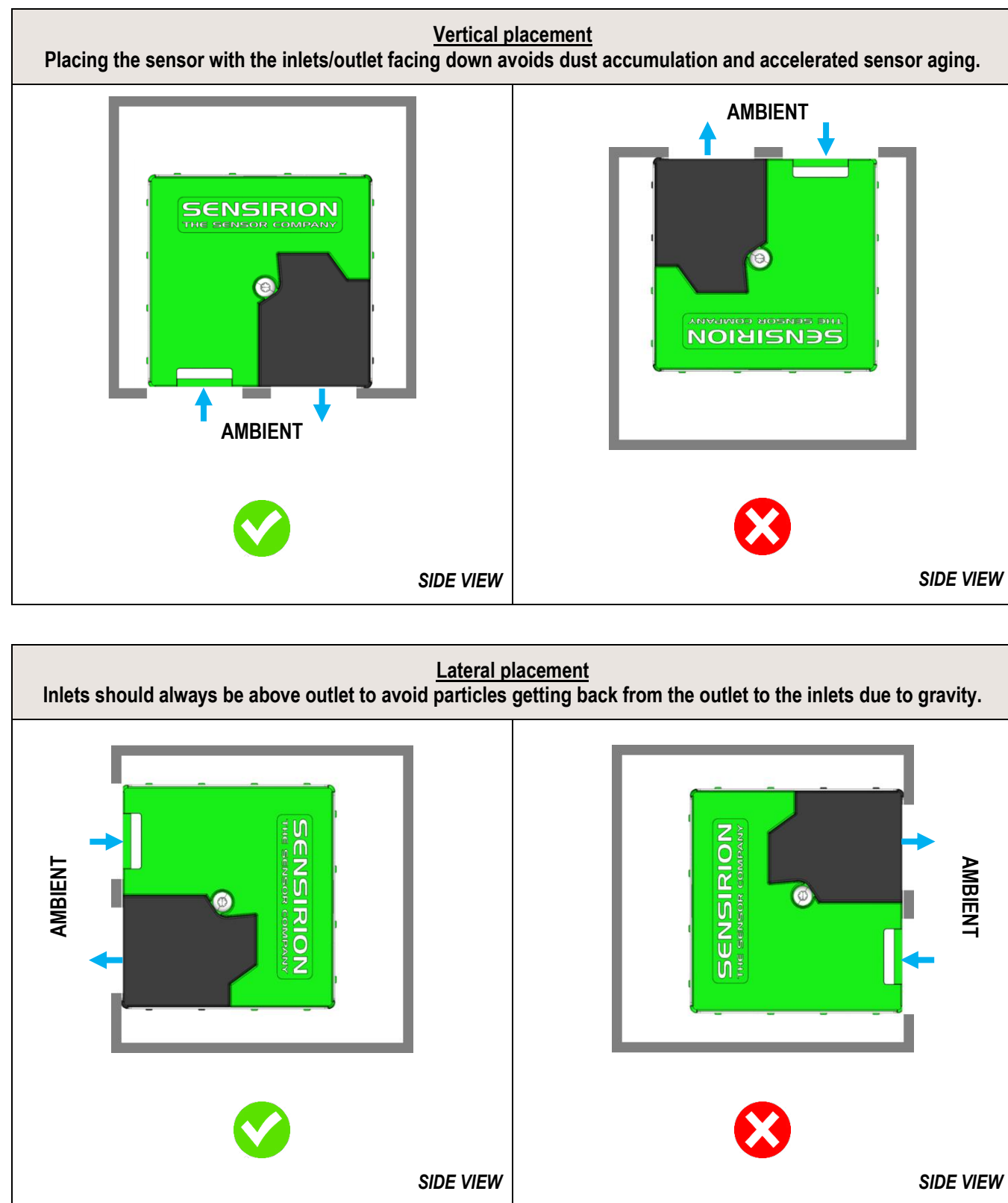


Fig. 42 Plaatsing Sensirion 3

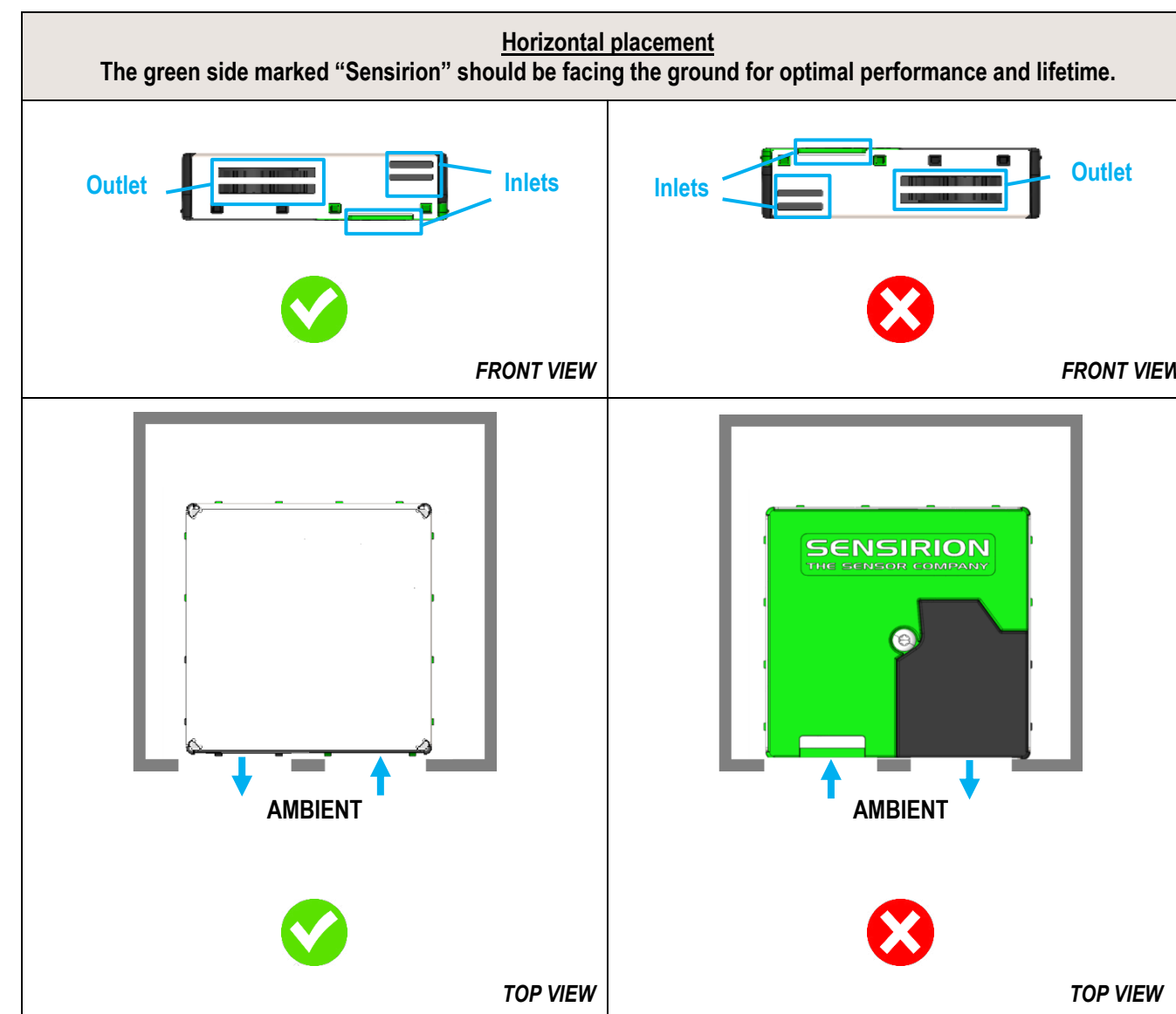
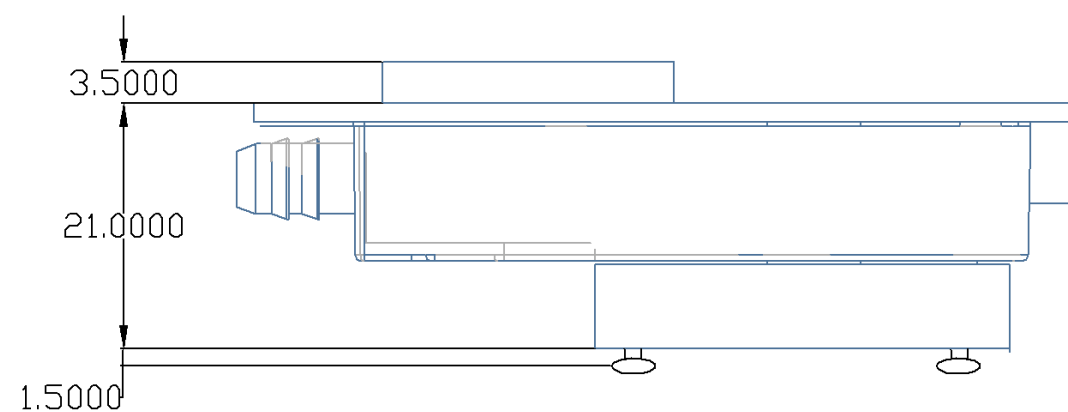


Fig. 43 Plaatsing Sensirion 4



3. Recommended installation direction

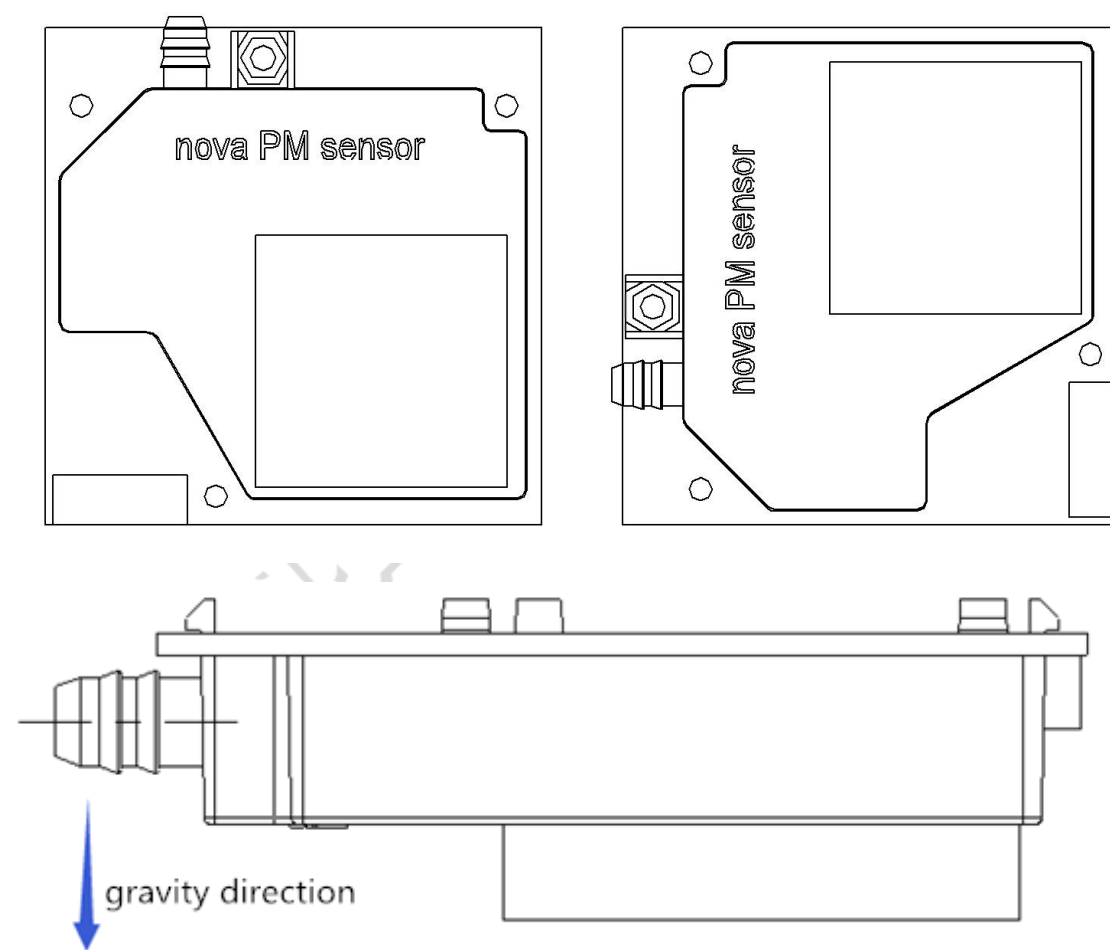
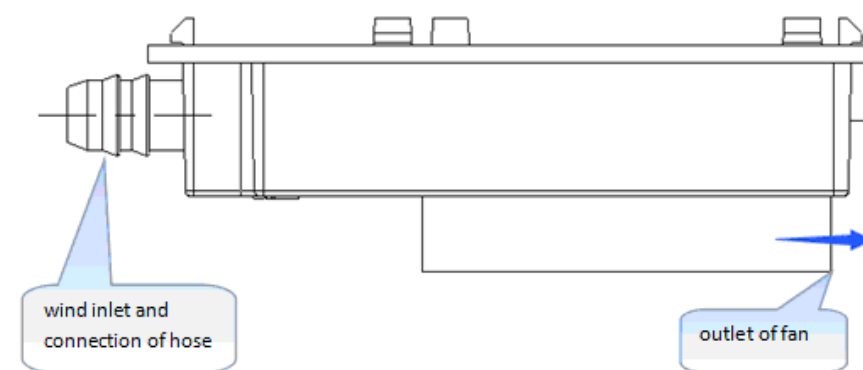


Fig. 44 Plaatsing Nova PM 1



2. Basic dimensions

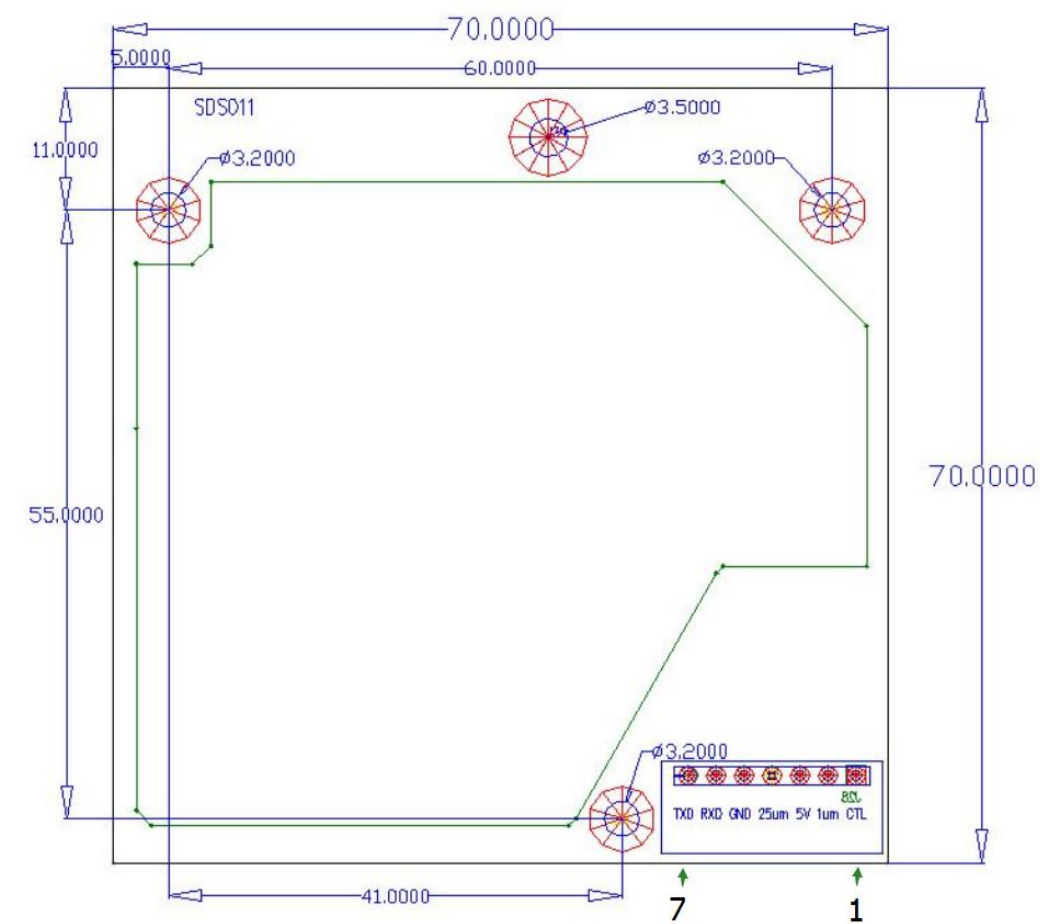


Fig. 45 Plaatsing Nova PM 2

Onderstaande afbeeldingen zijn zonnepaneel opties met de Solarmodules van 1 Watt.



Fig. 46 Optie zonnepaneel 1



Fig. 47 Optie zonnepaneel 2

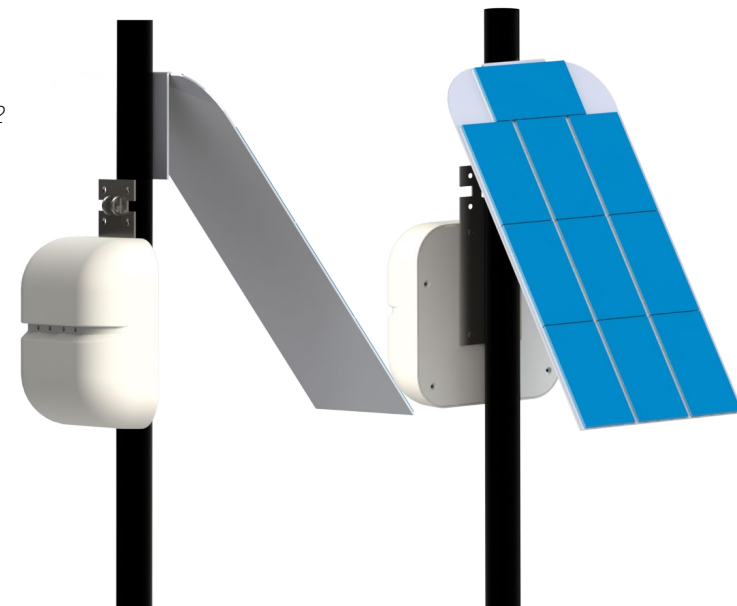


Fig. 48 Optie zonnepaneel 3



Fig. 49 Optie zonnepaneel 4



Fig. 53 Optie zonnepaneel 8



Fig. 54 Optie zonnepaneel 9

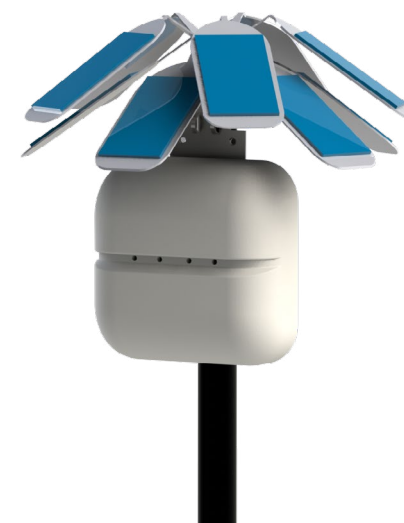


Fig. 55 Optie zonnepaneel 10

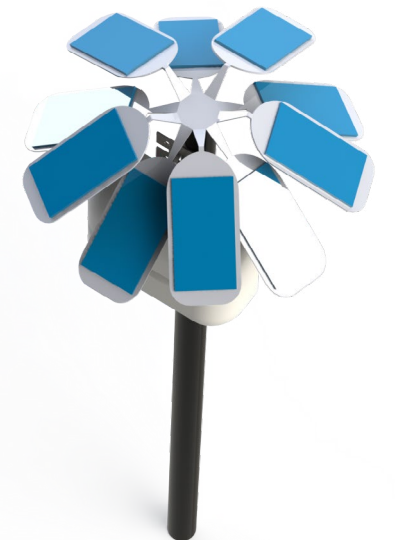


Fig. 56 Optie zonnepaneel 11

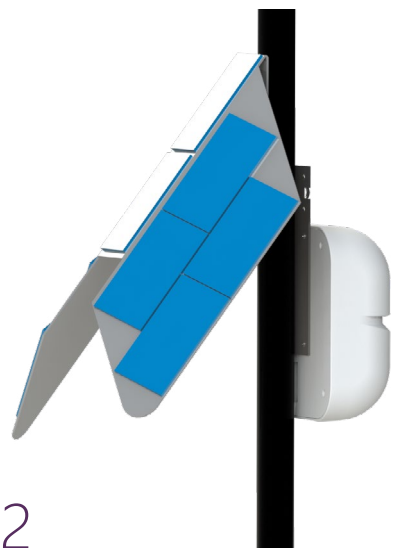


Fig. 50 Optie zonnepaneel 5

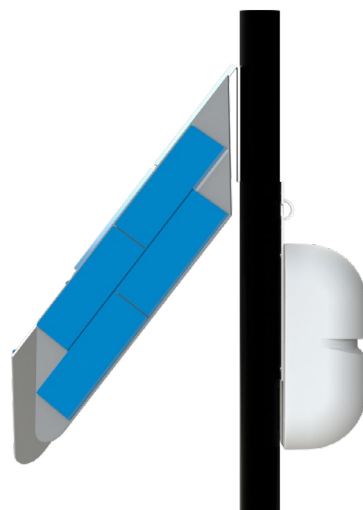


Fig. 51 Optie zonnepaneel 6

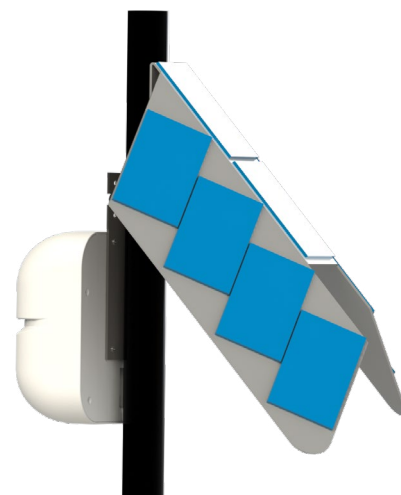


Fig. 52 Optie zonnepaneel 7



Fig. 57 Optie zonnepaneel 12

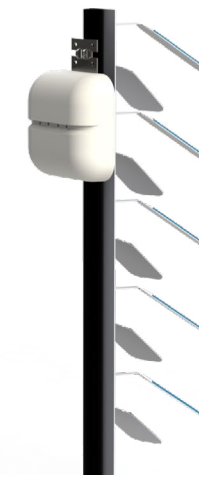


Fig. 58 Optie zonnepaneel 13

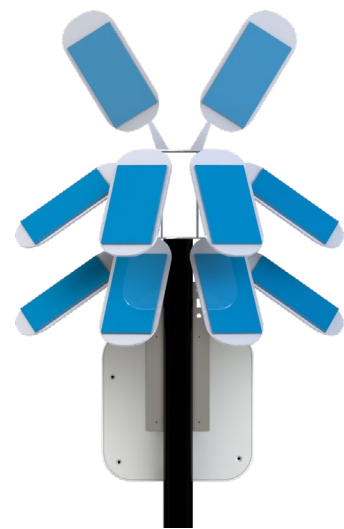


Fig. 59 Optie zonnepaneel 14

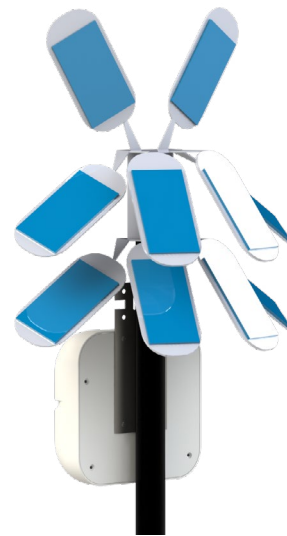


Fig. 60 Optie zonnepaneel 15

Het volgende model is geïnspireerd op een flexibel zonnepaneel. Dit zonnepaneel wordt op het gebogen plaatmateriaal geïnstalleerd.



Fig. 61 Optie zonnepaneel 16



Fig. 62 Zonnepaneel

NinjaFlex:

- Layer Height: 0.1mm
- Wall Thickness 2mm
- Top/Bottom Tichness 1.5mm
- Infill 20%
- Infill pattern Cubic
- Printing Temperature 230 C
- Bed Temperature 40 C
- Print speed 15mm/s
- Infill speed 25 mm/s
- Top/bottom speed 15mm/s
- Enable printing cooling
- Support off
- Brim off

ASA

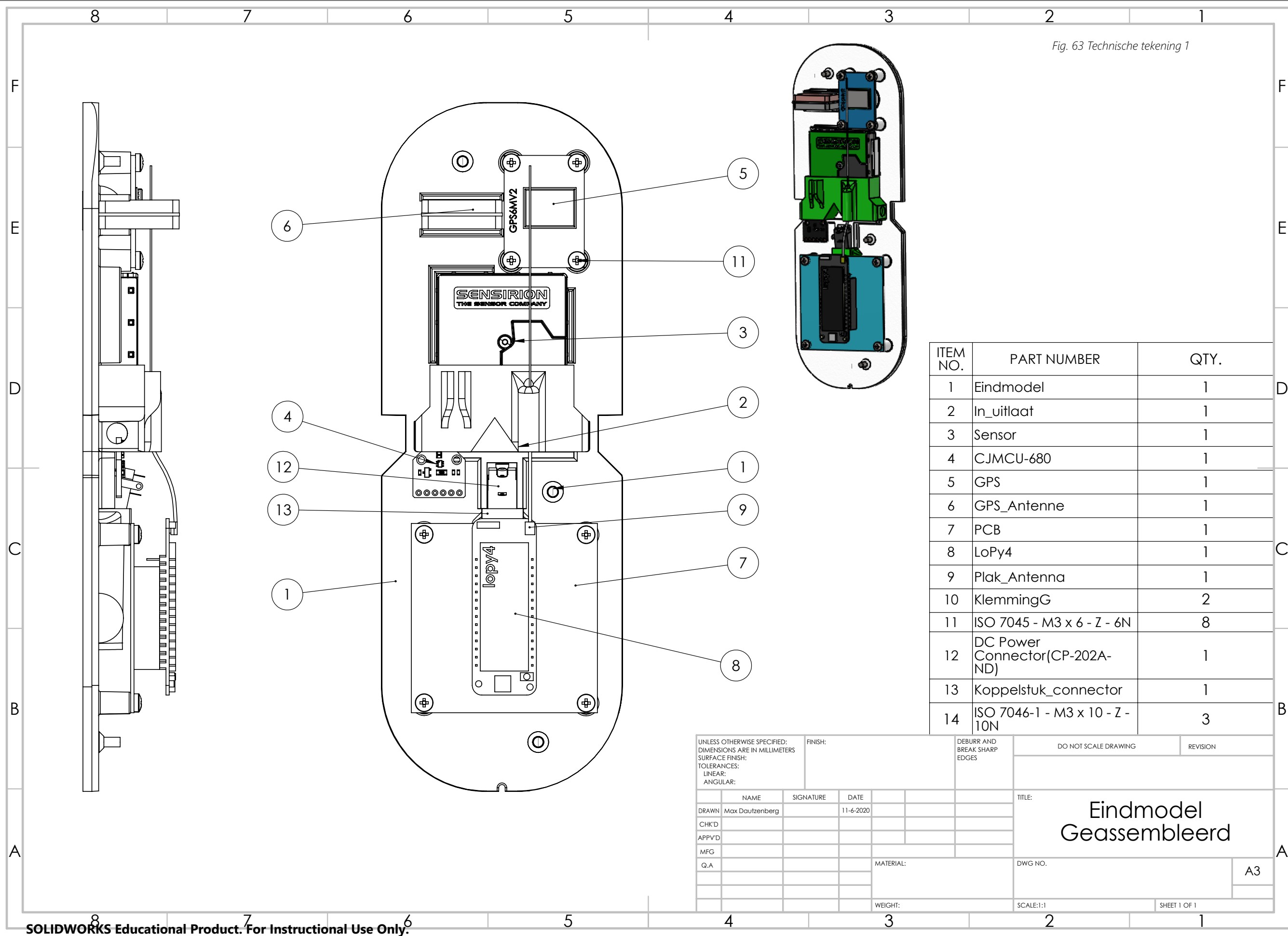
Kap:

- Layer Height: 0.1mm
- Wall Thickness 1.5mm
- Top/Bottom Tichness 1.5mm
- Infill 20%
- Infill pattern Cubic
- Printing Temperature 260 C
- Bed Temperature 110 C
- Print speed 45mm/s
- Infill speed 40 mm/s
- Top/bottom speed 40mm/s
- Support speed 45mm/s
- Fan cooling off
- Support on ONLY TOUCHING BUILD PLATE
- Minimum Support Area 20mm
- Brim on
- Brim width 5mm

ASA

Achterkant:

- Layer Height: 0.1mm
- Wall Thickness 2.5mm
- Top/Bottom Tichness 2.5mm
- Infill 100%
- Printing Temperature 260 C
- Bed Temperature 110 C
- Print speed 45mm/s
- Infill speed 40 mm/s
- Top/bottom speed 40mm/s
- Support speed 45mm/s
- Fan cooling off
- Support off
- Brim on
- Brim width 5mm



Bijlage N Technische tekeningen

Fig. 64 Technische tekening 2

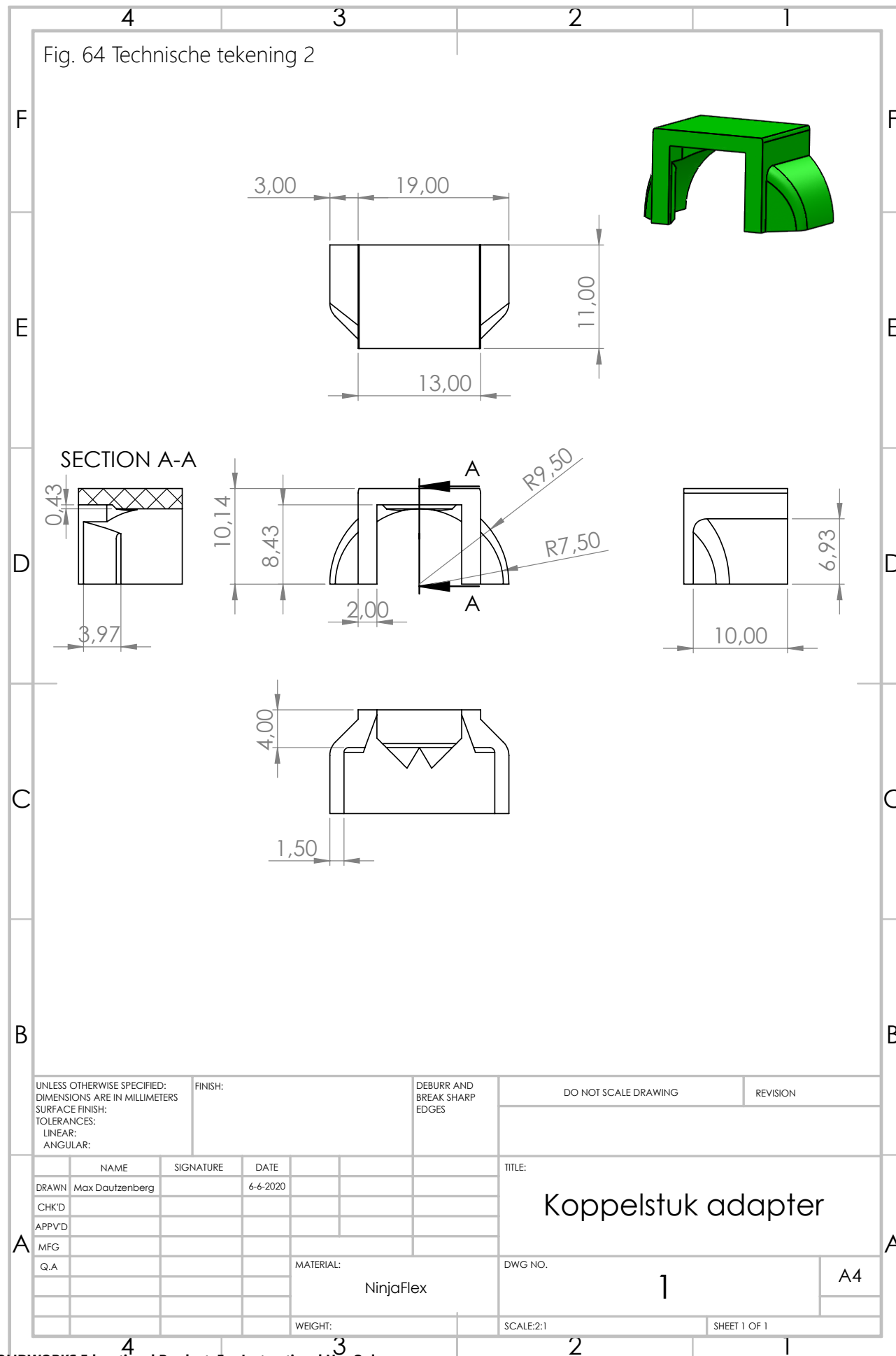
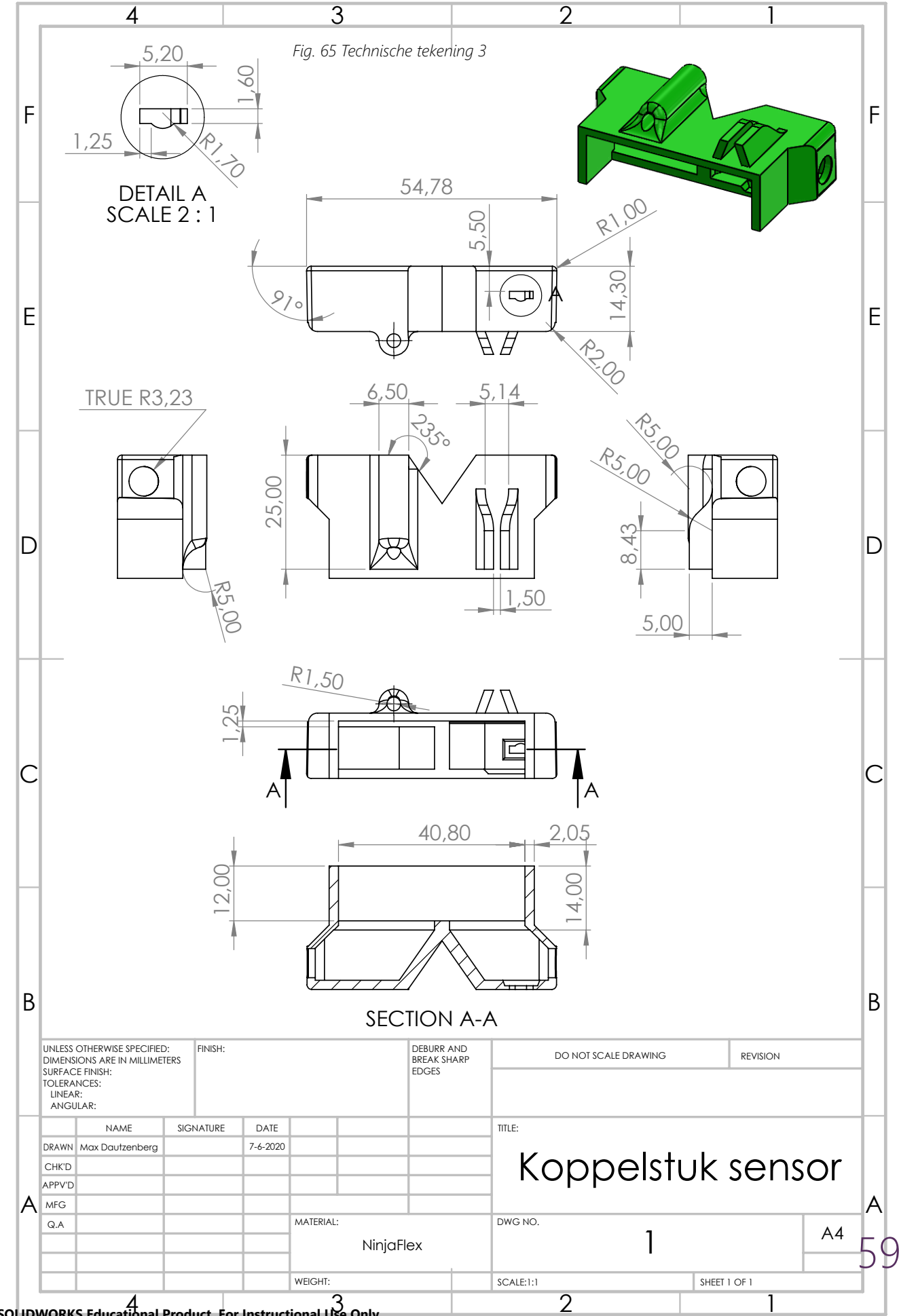
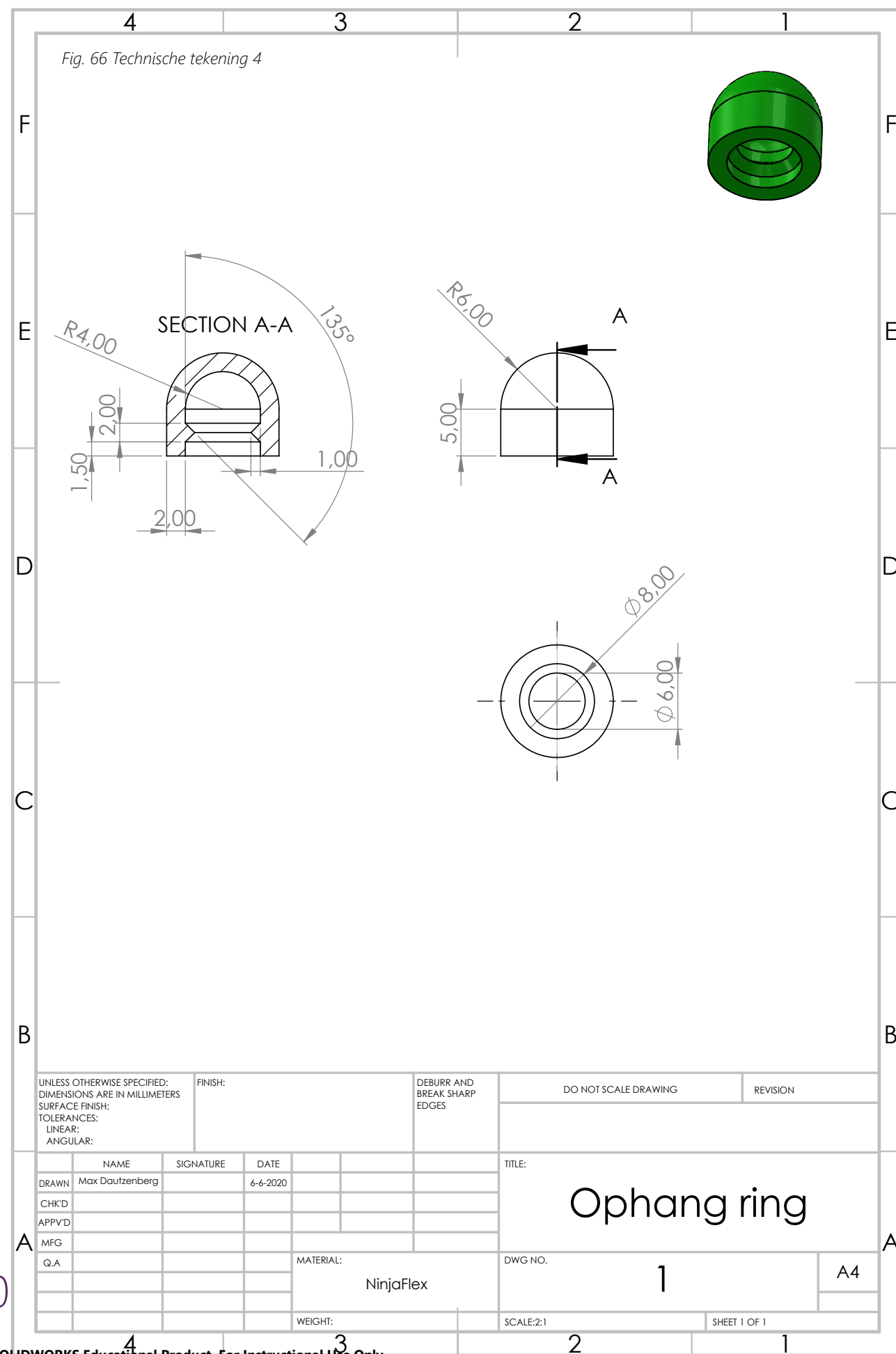


Fig. 65 Technische tekening 3





Er is een tweede test uitgevoerd met de temperatuur meten in de behuizing. De test is net zoals in de eerste test op een bewolkte dag uitgevoerd met overdag af en toe regen. Deze test duurde 36 uur. Er is een grote piek te zien in de onderstaande grafieken. Dit komt doordat de zon op de sensor scheen. Dit was te zien in de waardes van de lichtsterkte. De waardes waren in een keer twee keer zo hoog als een half uur daarvoor.

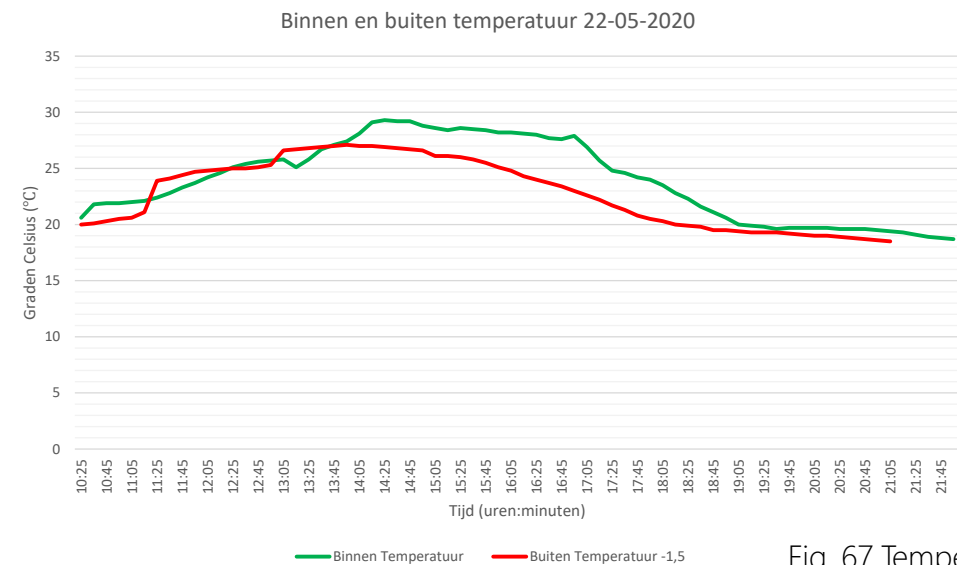


Fig. 67 Temperatuurtest 22-05

Er is een tweede test uitgevoerd met de temperatuur meten in de behuizing. De test is net zoals in de eerste test op een bewolkte dag uitgevoerd met overdag af en toe regen. Deze test duurde 36 uur. Er is een grote piek te zien in de onderstaande grafieken. Dit komt doordat de zon op de sensor scheen. Dit was te zien in de waardes van de lichtsterkte. De waardes waren in een keer twee keer zo hoog als een half uur daarvoor.

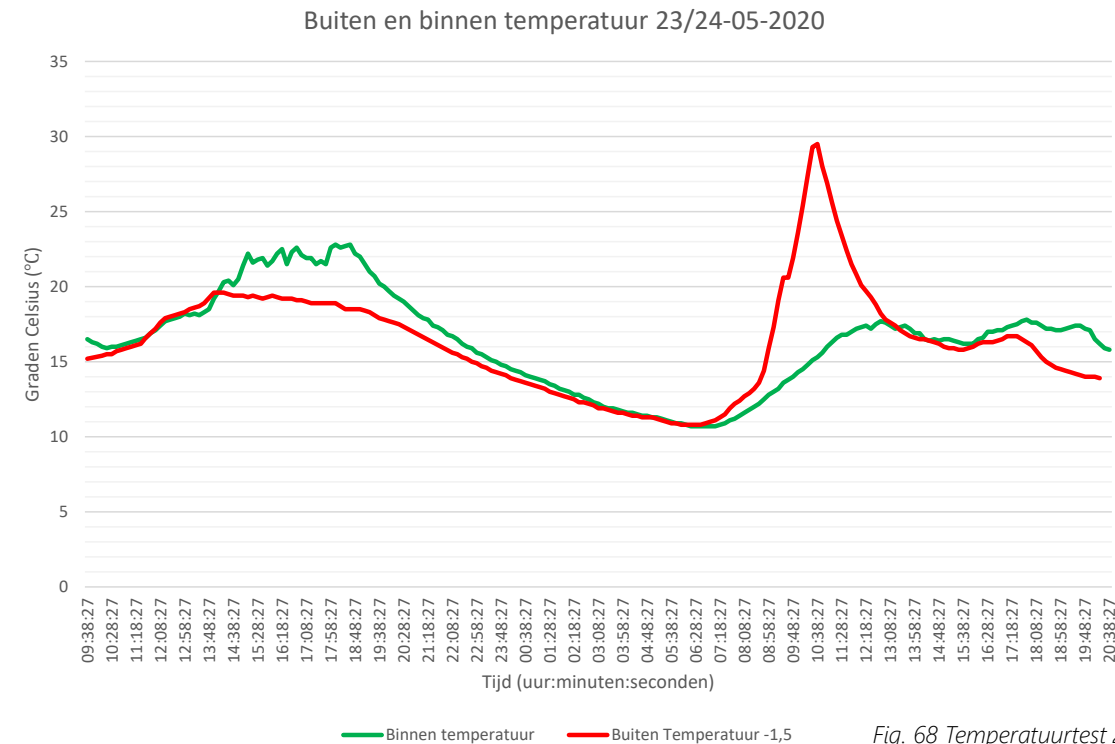


Fig. 68 Temperatuurtest 23/24-05

De led strip moet bepaalde kleuren afgeven bij een hoeveelheid gemeten fijnstof.

Er is een bepaalde verdeling genomen om de kleuren weer te geven. Deze verdeling komt van een bron af.

<https://blissair.com/what-is-pm-2-5.htm>

Tabel 10 Kleuren led fijnstofmeter

PM 2,5	Luchtkwaliteit index
0 tot 12.0	Goed 0 tot 50
12.1 tot 35.4	Gemiddeld 51 tot 100
35.5 tot 55	Ongezond voor bepaalde groepen 101 to 150
55.5 to 150.4	Ongezond 151 to 200
150.5 to 250.4	Heel erg ongezond 201 to 300
250.5 to 500.4	Gevaarlijk 301 to 500



Fig. 69 Render 1



Fig. 70 Render 2



Fig. 71 Foto 1



Fig. 72 Foto 2



Fig. 73 Foto 3



Fig. 74 Foto 4





Fig. 77 Foto 7



Fig. 78 Foto 8



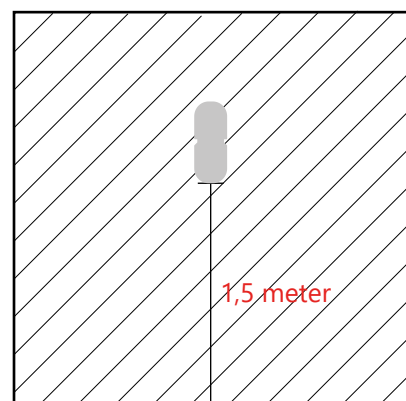




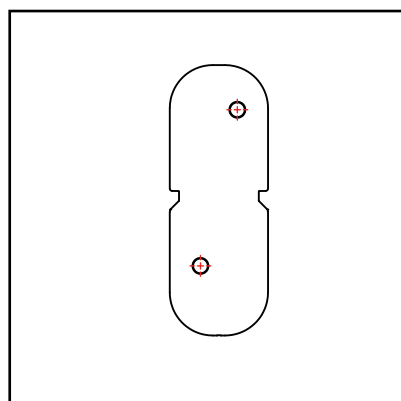
Fig. 83 Foto 13



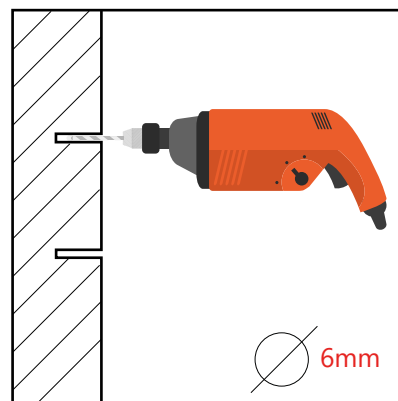
Fig. 84 Foto 14



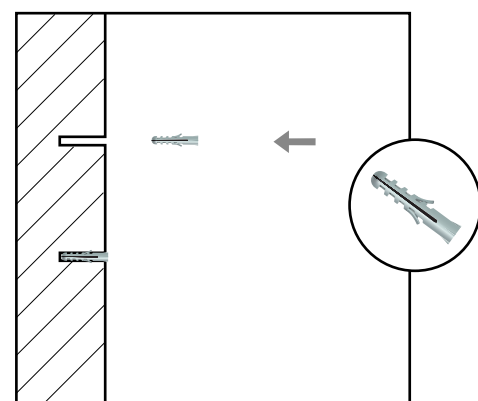
Meet 1,5 meter af vanaf de grond.



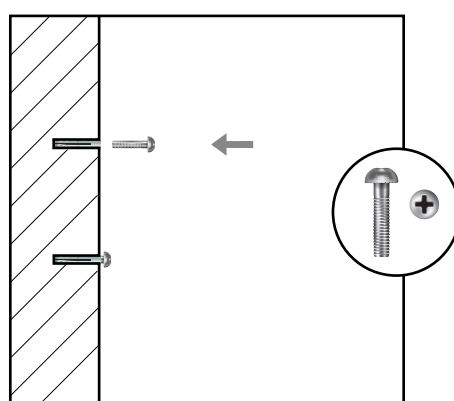
Print de template uit en gebruik deze om de gaten af te strepen



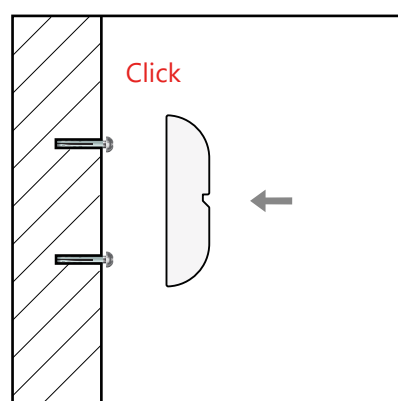
Boor twee gaten van 6 mm 30 mm diep op de afgetekende plaats.



Plaats de muurpluggen in de gaten



Schroef de twee schroeven in de muurplug. Zorg voor 5 mm afstand van de schroef tot de muur



Plaats de behuizing over de schroeven. Je hoort een lichte click. Dit betekent dat de behuizing op zijn plaats zit.

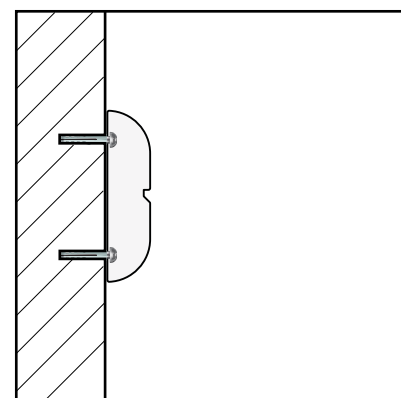


Fig. 85 Monteren fijnstofmeetstation

Template voor het aftekenen van de gaten.

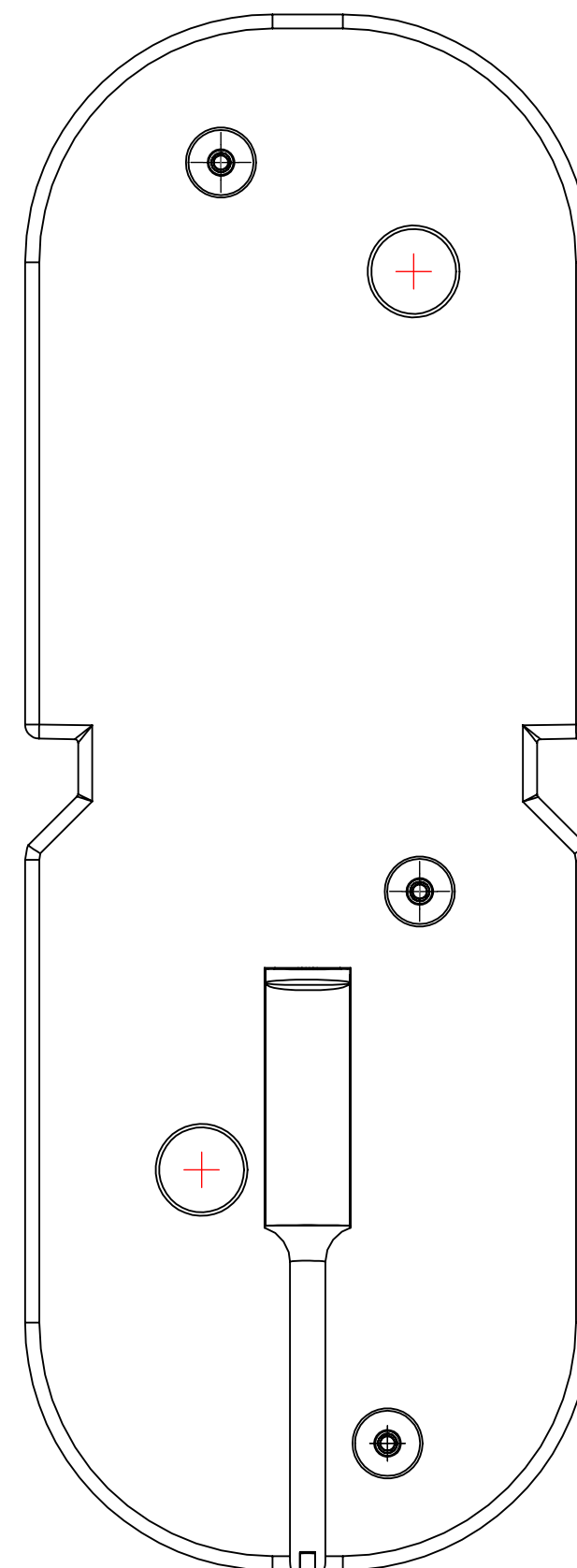


Fig. 86 Template



Fig. 87 Fijnstofmeter 1

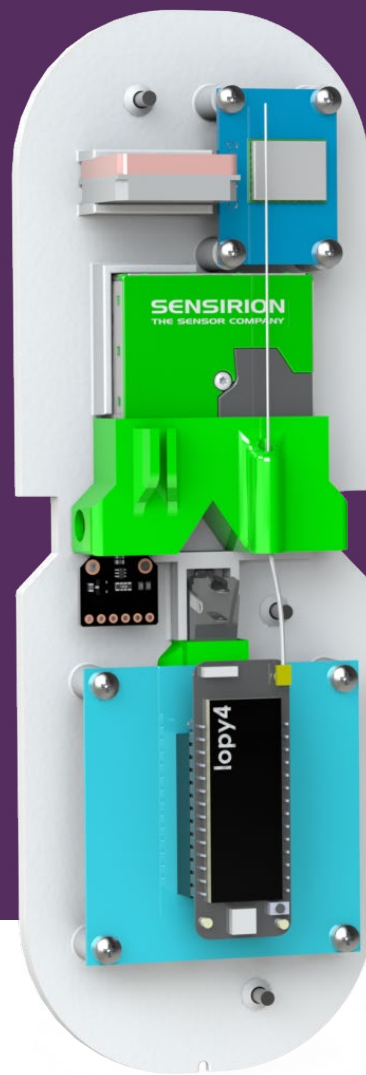


Fig. 88 Fijnstofmeter 2

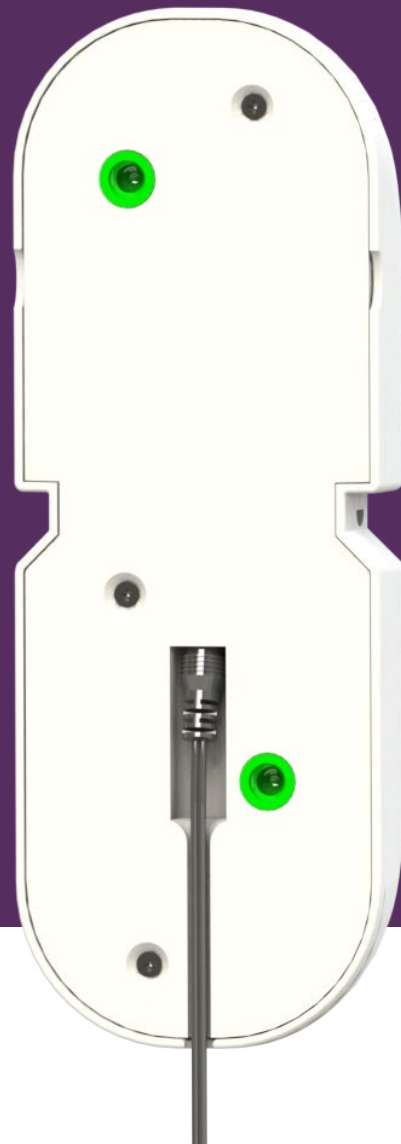


Fig. 89 Fijnstofmeter 3

Stap 1: Aanbrengen XTC-3D epoxyhars.

Zie bijsluiter XTC-3D voor de stappen van het aanbrengen van de epoxyhars. Voor één behuizing wordt 5ml van flesje 1 gebruikt en 2,5ml van flesje 2. Voor het aanbrengen gebruik een nylon verfwast.

Het aanbrengen van de epoxyhars moet over de volledige buitenkant van de kap. Voor het onderdeel achterkant geldt dat alleen op de achterzijde epoxyhars moet worden gedaan, DUS NIET DE ZIJKANTEN.



Fig. 90 XTC-3D

Stap 2: Onderdelen lijmen

De onderdelen ophangring en diffuser kunnen in de behuizing worden gelijmd. De led strip kan op de led houder worden gelijmd en de connector kan op de achterkant worden gelijmd. Het insectengaas moet op maat worden geknipt en over de gaten van het koppelstuk van de connector worden gelijmd.



Fig. 91 Monteren 1

Fig. 92 Monteren 2

Fig. 93 Monteren 3

Stap 3: Koppelstuk connector

Plaats het koppelstuk van de connector over de connector.



Fig. 94 Monteren 4

Stap 4: PCB + LoPy4

Plaats de LoPy4 op de PCB. Kijk goed hoe je de LoPy4 plaatst. Zie de PCB hoe de LoPy4 geplaatst moet worden. Schroef de PCB vast doormiddel van 4 M3 schroefjes.



Fig. 95 Monteren 5

Stap 5: Plakantenne

Click de plakantenne op de LoPy4. (rechtsboven)



Fig. 96 Monteren 6

Stap 6: Fijnstofsensor

Plaats de fijnstof sensor op zijn desbetreffende plaats. Zorg dat de onderkant (grijze kant) van de fijnstofsensordirect op het onderdeel achterkant zit. Plaats in- en uitlaat van de sensor richting beneden. Zie afbeelding. Sluit de kabeltjes aan aan de fijnstofsensordirect.



Fig. 97 Monteren 7

Stap 7: Plaatsing temperatuursensor

Plaats de temperatuursensor in de koppelstuk van de fijnstofsensordirect (zie afbeelding).

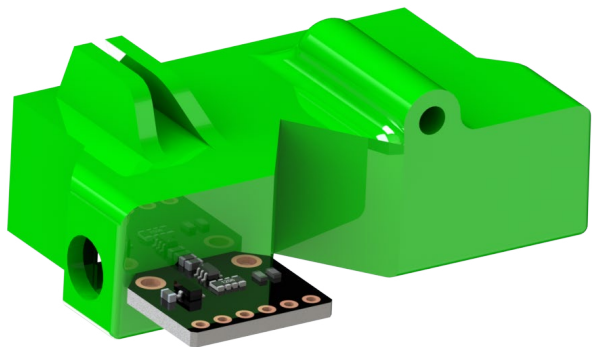


Fig. 98 Monteren 8

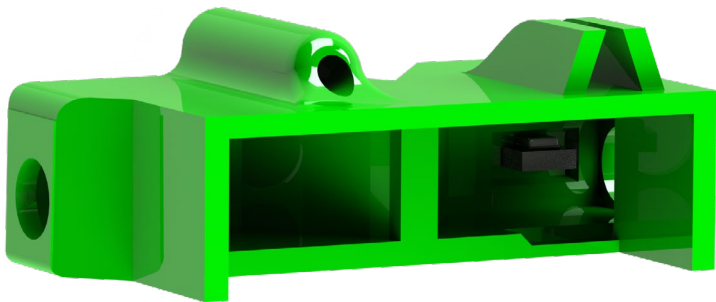


Fig. 99 Monteren 9

Stap 8: Koppelstuk sensor + temperatuursensor

Plaats het koppelstuk van de sensor met de temperatuursensor op zijn desbetreffende plaats. Zorg dat het koppelstuk goed aansluit op de sensor.



Fig. 100 Monteren 10

Stap 9: GPS module

Plaats de antenne tussen de twee ribben op de achterkant. De metalen zijde naar boven gericht en de zijde met het kabeltje naar rechts. Het printplaatje van de GPS module moet worden vastgeschroefd met twee M3 schroefjes. Sluit het kabeltje van de antenne aan op het printplaatje.)



Fig. 101 Monteren 11

Stap 10: Led strip

Plaats de led houder met led strip in de kap.

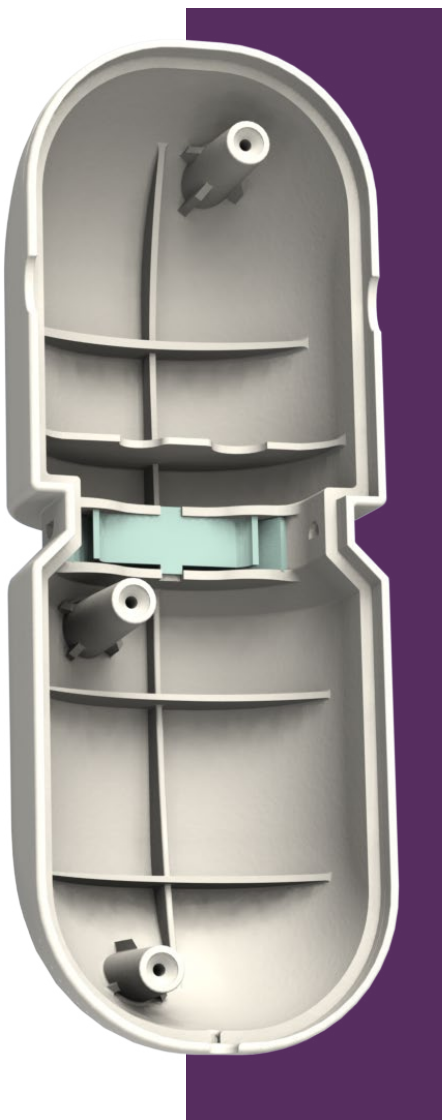


Fig. 102 Monteren 12

Stap 11: Kabels

Sluit alle kabels van de verschillende componenten aan op PCB. Gebruik de optie voor kabel management op de koppelstuk van de sensor.

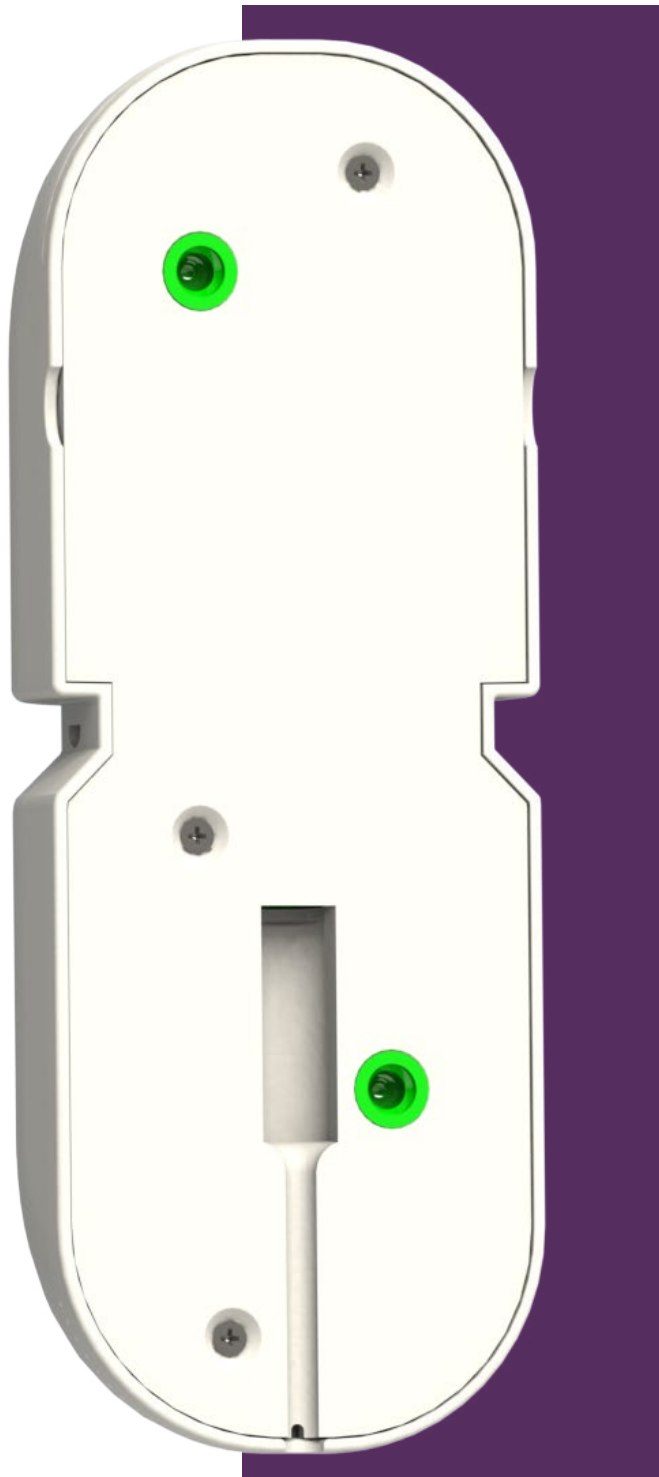


Fig. 103 Monteren 13

Stap 12 Dichtschoeven

Plaats de achterkant in de kap. Gebruik 3 M3 schroeven om de achterkant aan de kap te bevestigen.

Resterende hoofdstukken die in het projectplan waren vermeld zijn in deze bijlage te vinden.

U1 Kwaliteit

Er wordt elke week een bijeenkomst georganiseerd met werknemers van GreenTechLab: "Marcel Roosen, Anton Winkelmolen en Jelle Adema" om de vorderingen van het fijnstofproject te bespreken. Deze bijeenkomst vindt plaats op woensdag van 13.30 tot 15.30uur. Er werken twee andere medewerkers van GreenTechLab aan het fijnstofproject. Jelle Adema houdt zich bezig met de elektrocomponenten en de software binnen in de fijnstofmeter en of het functioneert. Anton Winkelmolen beheert het contact met de projectpartners. Vervolgens wordt er elke week op de maandag met de bedrijfsleider Marcel Roosen een afspraak gemaakt om de voortgang van de afstudeerstage te bespreken. Deze vindt plaats rond 10.20. Er wordt regelmatig afgesproken met de docentbegeleider: Frederik Hoolhorst. Hier wordt ook de voortgang van de afstudeerstage besproken.

De documentatie wordt gedaan op een eigen laptop. Hier wordt alles opgeslagen en op het einde van de afstudeerstageperiode overgedragen aan de werknemers: Marcel Roosen, Anton Winkelmolen en Jelle Adema van GreenTechLab. Er wordt samen met de vaste netwerkschijf samen gewerkt met SharePoint.

Er wordt een planning aan het begin van de afstudeerstageperiode gemaakt. Deze wordt wekelijks bijgehouden. Grote afwijkingen worden besproken bij de wekelijkse besprekingen met de bedrijfsbegeleider.

1. Kennismaking

Er wordt kennis gemaakt met de medewerkers en de studenten van het GreenTechLab. Verder wordt er kennis gemaakt met het product en de opdracht en project aanvraag.

2. Oriëntatie

Zie het hoofdstuk met onderzoeksvragen

- *Documentatie*

Er wordt een eindverslag gemaakt. Hier worden alle resultaten en onderzoeken uitgelegd.

- *Product*

Het product waar aan gewerkt wordt tijdens de afstudeerstage is een fijnstofmeter voor particulieren klanten.

- *Concurrentie*

Er wordt gekeken naar of er soort gelijke producten op de markt zijn. Hier wordt gekeken naar op welke aspecten de concurrenten voor of achter liggen.

- *Interviews*

Er wordt met verschillende mensen gesproken die met het project van de fijnstofmeter te maken hebben. De informatie die wordt geleverd wordt in het verslag verwerkt.

3. PvE opstellen

Het PvE wordt opgesteld door de student. Samen met de medewerkers van het GreenTechLab wordt er gekeken of het PvE compleet is. Tijdens de afstudeerstageperiode wordt het PvE up-to-date gehouden waar het nodig is zodat het op het einde van de afstudeerstage compleet is.

4. Concept Generatie

Er worden verschillende concepten genereerd. Deze worden geschetst op papier en vervolgens digitaal. Uit de verschillende concepten wordt één concept gekozen.

5. Engineering

Het uitgekozen concept wordt uitgewerkt. Denk hierbij aan Solidworks modellen en renderingen. Het concept wordt geconstrueerd in Solidworks. Als het concept volledig is uitgewerkt worden er renders gemaakt doormiddel van Keyshot.

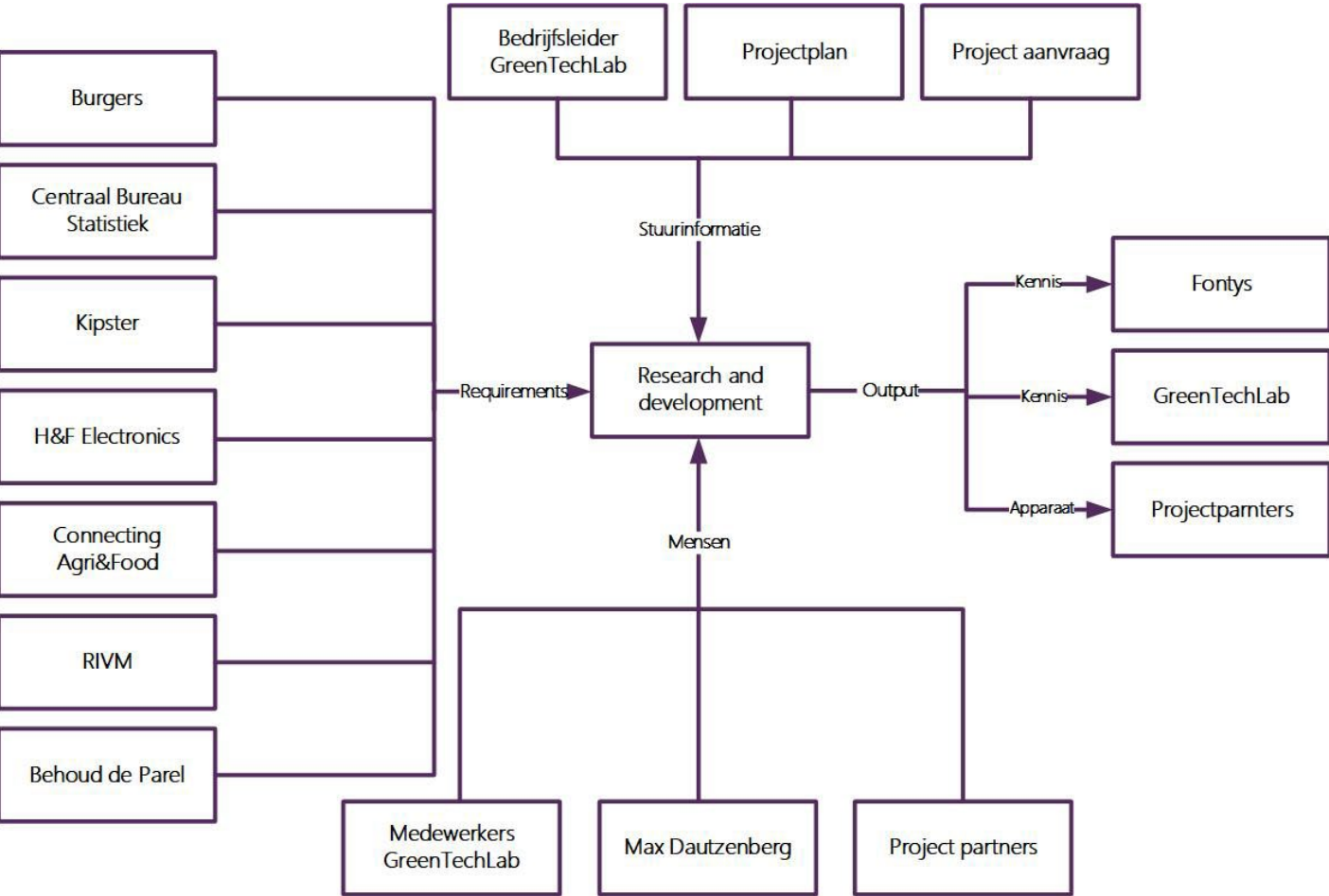
6. Testen

Er wordt getest of alle onderdelen in het concept kunnen worden gemonteerd. Het prototype moet een weergave geven hoe de fijnstofmeter eruit komt te zien. Er worden ook testen op het prototype uitgevoerd om te zien of het prototype voldoet aan de eisen die opgesteld zijn in het PvE.

7. Evaluatie

Er worden aanbevelingen en conclusies voor de volgende stap gegeven. Het lanceren van het burgersnuffelnetwerk.

De projectorganisatie is in een simpele weergave weergegeven in Figuur 17. Hier zijn de inputs, outputs, mensen en stuurinformatie te zien die invloed hebben op het fijnstof project.



Week 7
Introductie van het team bij het GreenTechLab.
Ook wordt er kennis gemaakt met de opdracht en onderzoek naar het onderwerp (fijnstof).
Er wordt gewerkt aan het Projectplan

Week 8
Onderzoek
Er wordt gewerkt aan het Projectplan

Week 9
Onderzoek
Er wordt gewerkt aan het Projectplan

Week 10
Onderzoek - *Inleveren Projectplan 06-03-20*
Onderzoek netjes in het tussenrapport verwerken

Week 11
Concepten genereren (schetsen)
Onderzoek netjes in het tussenrapport verwerken

Week 12
Concepten genereren (schetsen en digitaal schetsen)
Alles rapporteren in het tussenrapport.

Week 13
Tussenrapport in orde maken (het gehele proces in het verslag verwerken)

Week 14
Tussenrapport inleveren 30-03-20
Presentatie voorbereiden

Week 15
Optie presentatie
Conceptkeuze maken

Week 16
Optie presentatie
Begin maken aan het concept uit te werken

Week 17
Optie presentatie
Solidworks

Week 18
Solidworks

Week 19
3D printen en testen
Solidworks
Verslag aanvullen

Week 20
Concept finetunen
Verslag aanvullen

Week 21
Renderen
Verslag aanvullen

Week 22
Renderen (flyer ontwerpen)
Verslag aanvullen

Week 23
(logo ontwerpen + naam verzinnen)
Verslag aanvullen + laten controleren op spelling

Week 24
Verslag in orde maken

Week 25
Uiteindelijke verslag inleveren 15-06-20
Presentatie voorbereiden

Week 26
Optie eindpresentatie
(presentatie voorbereiden)

Week 27
Optie eindpresentatie
(Presentatie voorbereiden)

Week 28
Optie eindpresentatie

Voor de fijnstofmeter is een begroting gemaakt van 40.000 euro. Dit is de fijnstof meter die GreenTechLab al heeft ontwikkeld en waar een nieuwe behuizing moet voor worden ontwikkeld. In Figuur 19 is te zien dat er voor de behuizing 250 euro is begroot op 25 stuks. Dit betekent dat één enkele behuizing 10 euro mag kosten.

Voor de uiteindelijke behuizing is een begroting van 10 euro niet reëel. De behuizing mag 40 tot 50 euro kosten. Er staat nog geen vast bedrag vast. GreenTechLab wil dat de uiteindelijke fijnstofmeter 150 euro gaat kosten voor de burgers.

- ASA (acrylonitrile styrene acrylate) spuitgieten. (sd). Opgehaald van ckvplastics: <https://www.ckvplastics.nl/plastics/asa-acrylonitrile-styrene-acrylate>
- BLUESKY AIR QUALITY MONITOR. (2020). Opgehaald van tsi: <https://tsi.com/products/environmental-air-monitors/bluesky-air-quality-monitor/>
- Bruijn, E. d. (2016, 12 31). RIVM zet tientallen fijnstofmeters in achtertuinen . Opgehaald van NOS: <https://nos.nl/artikel/2150841-rivm-zet-tientallen-fijnstofmeters-in-achtertuinen.html>
- Bruinsma, J. (2019, 12 13). Arnhemmers gaan zelf meten hoe schoon de lucht is: 'Wij ademen elke dag fijnstof in'. Opgehaald van gelderlander: <https://www.gelderlander.nl/arnhem/arnhemmers-gaan-zelf-meten-hoe-schoon-de-lucht-is-wij-ademen-elke-dag-fijnstof-in~a044a219/?referrer=https://www.google.com/>
- Bulk, S. v. (18, Juli 2). Proef met meters van luchtkwaliteit in Breda mislukt. Opgehaald van bndestem: <https://www.bndestem.nl/breda/proef-met-meters-van-luchtkwaliteit-in-breda-mislukt~a01e07bd/?referrer=https://www.google.com/>
- Infomil. (sd). Grenswaarden en andere luchtkwaliteitsnormen. Opgehaald van infomil: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/grenswaarden/#h91e707e3-2514-4472-a236-7bf5dcff7217>
- KOSTPRIJS PER PRODUCT. (sd). Opgehaald van awamolding: <https://www.awamolding.nl/spuitgieten/kostprijs-spuitgieten>
- Luchtmeting. (2014). Opgehaald van aireas: <http://www.aireas.com/luchtmeting/>
- Miettinen, V. (sd). What is PM2.5 and Why You Should Care. Opgehaald van blissair: <https://blissair.com/what-is-pm-2-5.htm>
- Plaatwerk Buigen. (2018, Maart 6). Opgehaald van tosec: <https://www.tosec.nl/wiki/buigen/>
- Spuitgieten (NL). (sd). Opgehaald van designerdata: <https://www.designerdata.nl/productietechnieken/Kunststof/Spuitgieten>
- VACUÛMVORMEN. (sd). Opgehaald van plastica-thermoforming: <https://plastica-thermoforming.eu/technieken/vacuumvormen/>
- Veth, H. (2019, 10 22). Wie wil er een fijnstofmeter in zijn tuin? . Opgehaald van omroep gelderland: <https://www.omroep gelderland.nl/nieuws/2427668/Wie-wil-er-een-fijnstofmeter-in-zijn-tuin>
- WAT IS BIOFOAM®? (sd). Opgehaald van isobouw: <https://www.isobouw.nl/nl/kennisbank/wat-is-biofoam/#!het-materiaal>
- Wat is epp? (sd). Opgehaald van synprodo: <https://www.synprodo.nl/wat-is-epp/>
- Wat is fijn stof / fijnstof? (sd). Opgehaald van dustco: <http://dustco.eu/nl/wat-is-fijnstof/>
- Wat is fijnstof? (sd). Opgehaald van strooming: https://www.strooming.nl/binnenmilieu/blog/waaruit-bestaat-fijnstof/?gclid=CjwKCAiA4Y7yBRB8EiwADV1hacBoobVxQh3SVEMcLPhzBiVbKO-8-5c0swrB13dGlnbauH-LIOoaWBoCNM0QAvD_BwE

- Airbox. (z.d.). [Foto]. Geraadpleegd van <https://www.verkeersnet.nl/duurzaam/9729/eindhoven-installeert-nieuw-luchtmeetsysteem-voor-fijnstof/>
- FDM printen. (2019). [Foto]. Geraadpleegd van <https://druckwege.de/en/home-en/technology/fused-deposition-modelling-fdm>
- Fijnstof. (z.d.). [Foto]. Geraadpleegd van <http://dustco.eu/nl/wat-is-fijnstof/>
- Gevaar van fijnstof. (z.d.). [Foto]. Geraadpleegd van <http://dustco.eu/nl/wat-is-fijnstof/>
- Herkomst fijnstof. (z.d.). [Foto]. Geraadpleegd van <http://dustco.eu/nl/wat-is-fijnstof/>
- Spuitgieten. (z.d.). [Foto]. Geraadpleegd van <https://qd-p.com/nl/spuitgieten/>
- TSI. (z.d.-a). BlueSky 1 [Foto]. Geraadpleegd van <https://tsi.com/products/environmental-air-monitors/bluesky-air-quality-monitor/>
- TSI. (z.d.-b). BlueSky 2 [Foto]. Geraadpleegd van <https://tsi.com/products/environmental-air-monitors/bluesky-air-quality-monitor/>
- TSI. (z.d.-c). BlueSky3 [Foto]. Geraadpleegd van <https://tsi.com/products/environmental-air-monitors/bluesky-air-quality-monitor/>
- TSI. (z.d.-d). Problemen fijnstof BlueSky [Foto]. Geraadpleegd van <https://tsi.com/products/environmental-air-monitors/bluesky-air-quality-monitor/>