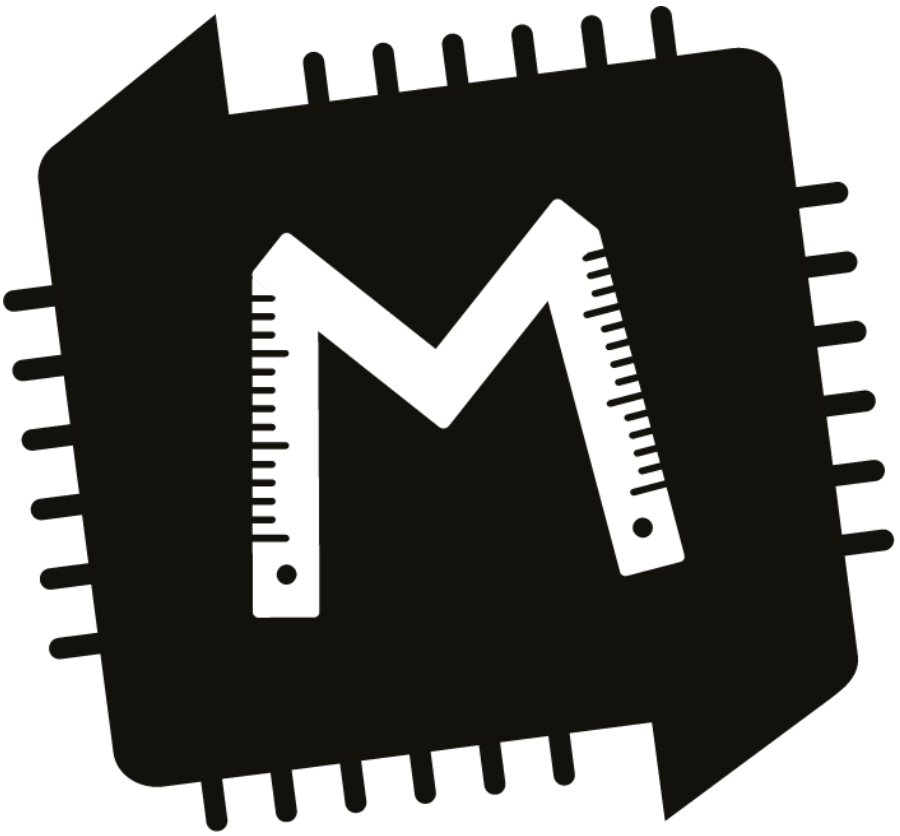


# lasergesneden elektrische hovercraft

middletech

Versie 1.0, April 2020
Deze handleiding werd ontwikkeld door **Yvon Masyn.**
voor Maakbib (STEM-partnerschap VLAIO)

en valt onder de Creative Commons licentie

www.maakbib.be
www.decreatievestem.be
www.vlaio.be/nl

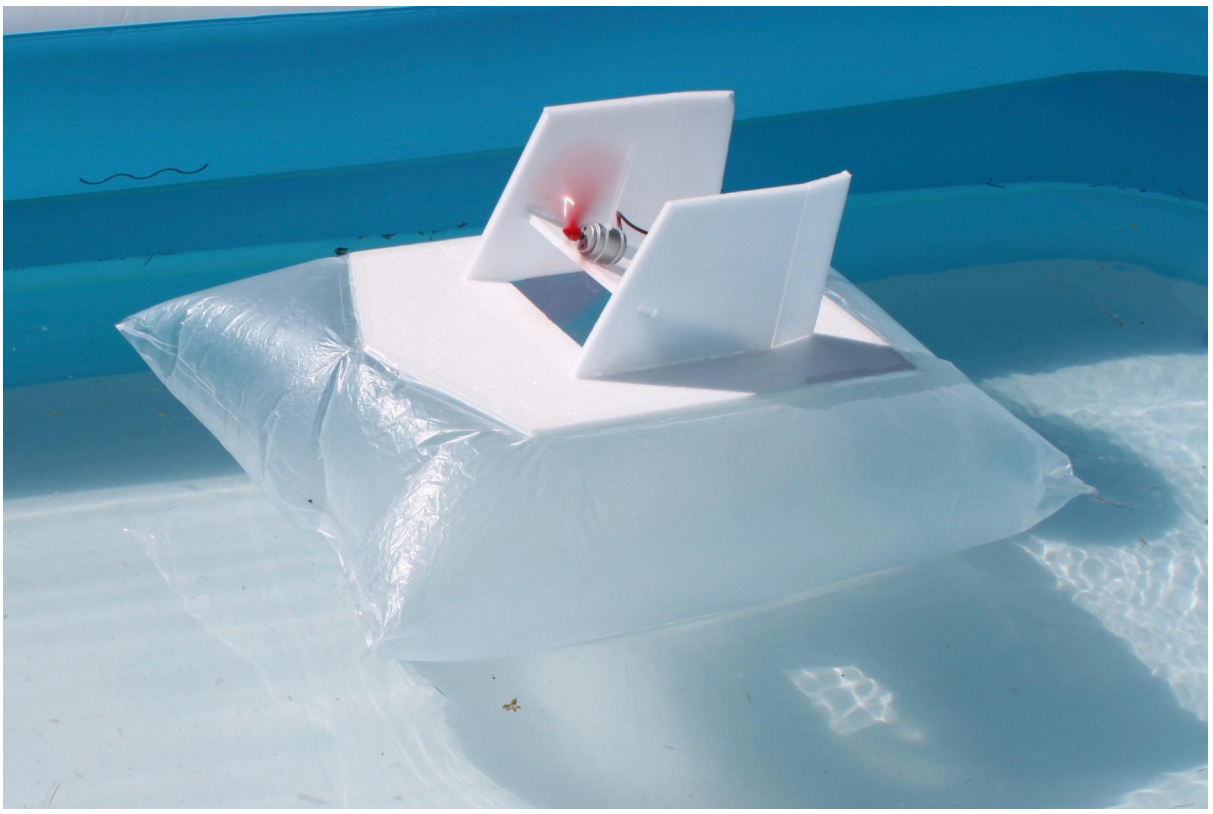
www.stem-academie.be

# Wat?

**Tijd: 3u**

**Soort activiteit: kleine groep, individueel of grote groep**

Deze hovercraft creëert een luchtkussen en voortstuwing met één motor. Stel de stuurvinnen in en laat de hovercraft over de vloer of over water zweven. De hovercraft wordt gebouwd uit een lasergesneden schuimplaat of licht karton en met tape samengebouwd. Vaardigheden: de bouw vraagt 2 eenvoudige soldeerverbindingen en wat nauwkeurig snijwerk aan de hand van een lasergesneden mal. Materiaalkost: < 6EUR/st.



hovercraftel - 01

# Inhoud

*TABLE OF CONTENT*

# Materiaal

Een vuilniszak (pedaalemmerzak zonder trekband) 44 à 45cm breed en minstens 55cm lang. De foto toont voorbeelden van bij  Zeeman en van bij Action. Die van bij Action zijn net iets steviger. Opgelet, het moet om dunne soepele zakken gaan. Dikke folie werkt niet goed. Ondoorzichtige folie maakt het snijden volgens het patroon moeilijk.



hovercraftel – foto - 02

Een plaat geëxtrudeerd polystyreenschuim van 6 mm dik, ongeveer 250mm x 500mm groot: Opitec art. 870540 (zie ook stap 1 over het lasersnijden van geëxtrudeerd polystyreenschuim)
of 3 laags golfkarton 3mm dik (dikker is te zwaar), ongeveer 250mm x 500mm groot:
In geval van karton heb je ook nog een satéstokje van minstens 13 cm lang nodig.

Een iets groter stuk gemakkelijk te lasersnijden plaat (bijv. karton, mag dikker zijn) om de mal uit te lasersnijden.

Plakband 19mm breed en minstens een lengte van 2,5m per hovercraft: Opitec art. 302423
Een plakbanddispenser per twee bouwers is handig

Een propeller van modelbouwkwaliteit: Opitec art. 102168

Een 3V elektromotor Opitec art. 224035 of Velleman art. OT1N.
De Velleman motor is iets krachtiger en geeft een snellere hovercraft.

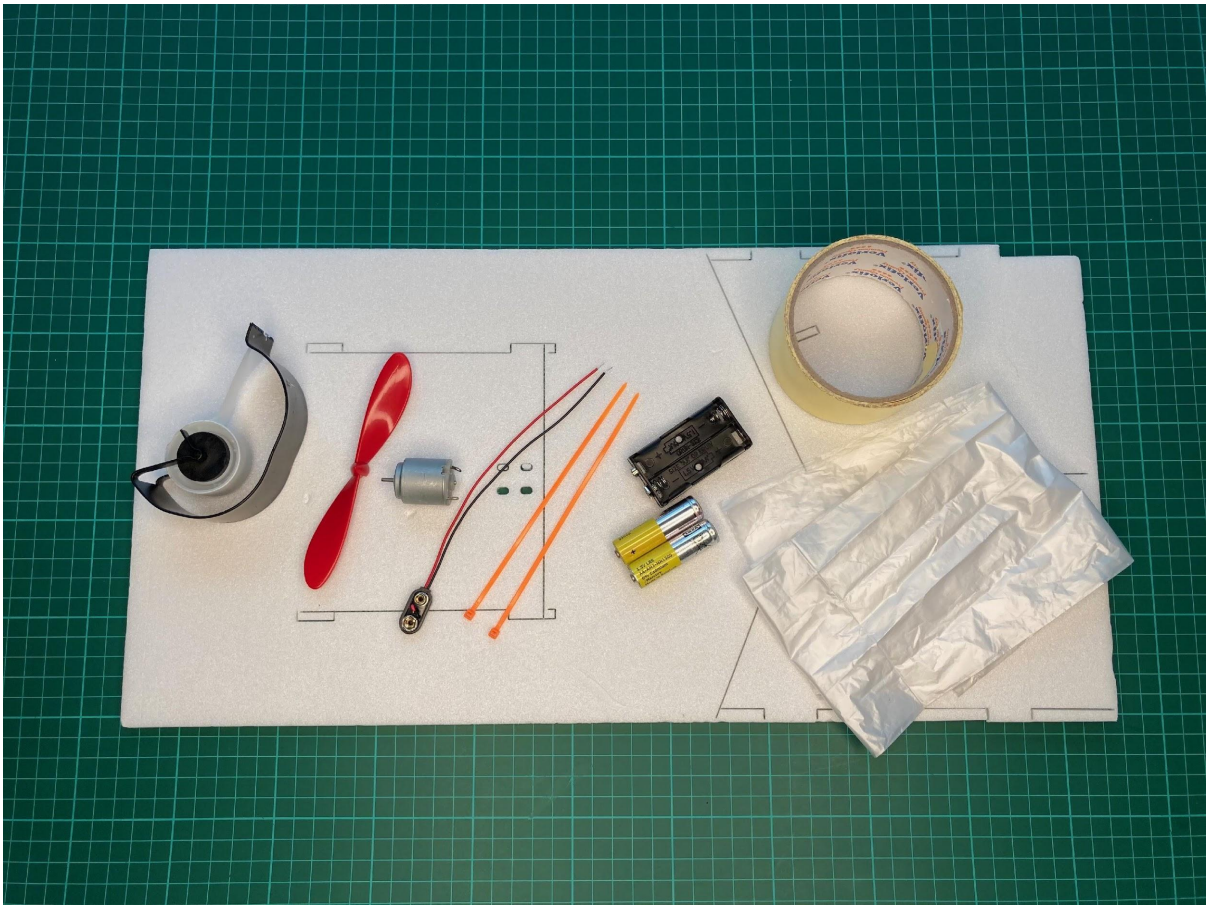
Een batterijhouder met clip-aansluiting Opitec art. 205189 of Velleman art. BH321B.

Een kwaliteits batterijclip met draden Opitec art. 207058 of Velleman art. BS-IR

2 Alkaline AA batterijen.

2 Kabelbinders, minimum 150 mm lang: Velleman art. ECTC160.

Dubbelzijdige plakband.



hovercraftel foto – 03

Eventueel verf en licht decoratiemateriaal. Acrylverf houdt beter, maar bedenk dat die niet meer uit de kleren wast. De betere plakkaatverf/schoolverf is ook geschikt, maar is natuurlijk niet watervast.

Eventueel licht decoratiemateriaal zoals playmaïs e.d..

# Tools

Een lasersnijmachine (niet getoond op de foto)

Minstens één permanentmarker, of meer ,in verschillende kleuren om er ook mee te decoreren.

Breekmes of een ander scherp mesje

Een snijlat en snijmat

Een soldeerbout en soldeer

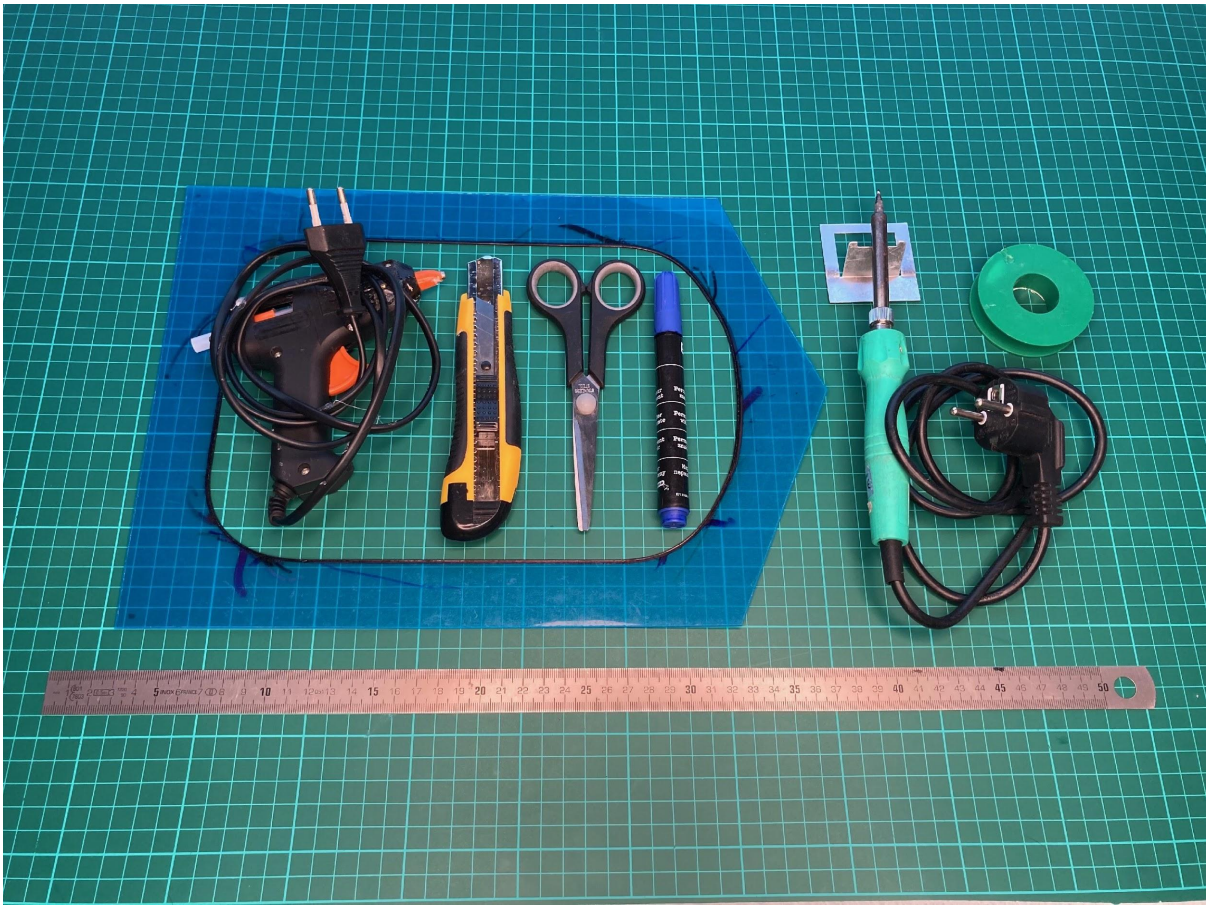
Een schaar

Een smeltlijmpistool en lijmstick, bij voorkeur een lage temperatuurtype, zowel voor de veiligheid als voor gemakkelijker werken op het geëxtrudeerd polystyreenschuim.
Een zwaar compact zwaar voorwerp (bijv. een vol flesje, niet getoond op de foto) komt van pas.

Veel plaats om te werken : een werkoppervlak van minstens 60cm x 70 cm en meer is welkom.

Een gladde vloer om te testen, geen hoogpolig tapijt. Binnen, tenzij er geen wind staat buiten. Een vrije oppervlakte van minstens 2 x 5 m kan net volstaan, maar meer, zoals een zaal(tje), is zeer welkom.

De foto toont het gereedschap met de mal (in dit geval een al veel gebruikt exemplaar uit polypropyleen)



hovercraftel foto – 04

# Stap 1: lasersnijden

Belangrijke opmerking i.v.m. met het lasersnijden van geëxtrudeerd polystyreenschuim: Veel Fablabs en Makerspaces laten het lasersnijden van geëxpandeerd polystyreenschuim (gewoon piepschuim uit bolletjes) niet toe, omwille van het risico op brand. Hier gebruiken we echter geëtrudeerd polystyreenschuim, dat wat minder poreus is. Wanneer er iets fout gaat bij lasersnijden kan je ontbranden nooit helemaal uitsluiten, dus hou het altijd in het oog. Het snijden van deze hovercraftplaten is al vele honderden keren goed gegaan, zonder enig ontbranden.

Je lasersnijder dient uitgerust te zijn met een afzuiging en filter geschikt voor kunststoffen.

Als alternatief kan je golfkarton gebruiken. Dat is een meer vertrouwd materiaal voor lasersnijden. Dan moet je natuurlijk zeer voorzichtig zijn als je de hovercraft op water test. De tekening voor de kartonnen versie houdt rekening met de kleinere dikte van het karton (3mm i.p.v. 6mm).

De foto's tonen verder de geëxpandeerd polystyreenschuim versie.

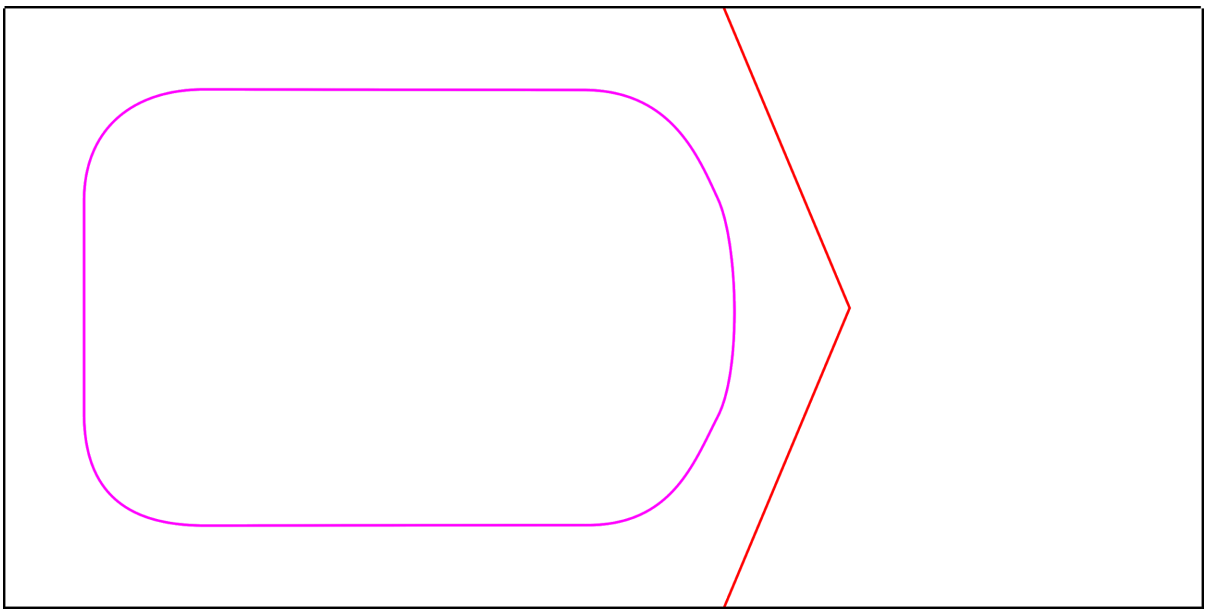
De tekeningen zijn beschikbaar als svg-bestand en als pdf (deze laatste is best om te importeren in programma's als Coreldraw). De lijnen zijn 1mm dik getekend voor de goede zichtbaarheid, maar veel software om lasersnijders aan te sturen vraagt dat de lijndikte op een minimum ingesteld wordt. De kleuren geven aan wanneer je snijdt en wanneer je graveert (zie verderop).

De bestanden omvatten een rand van 25mm rondom. De tekening zelf, dus de zwarte rechthoek is 500mm x 250mm groot. Controleer of dat klopt wanneer je de tekening geïmporteerd hebt. Soms wordt de schaal niet goed overgenomen, en dien je zelf nog bij te schalen.

De schuilplaat waar we van vertrekken heeft reeds de juiste buiten afmetingen (of die is een paar mm te smal, maar dat kan geen kwaad), dus de buitenrand dienen we niet te snijden. Je dient de plaat wel goed te positioneren om alles op de juiste plaats te snijden.

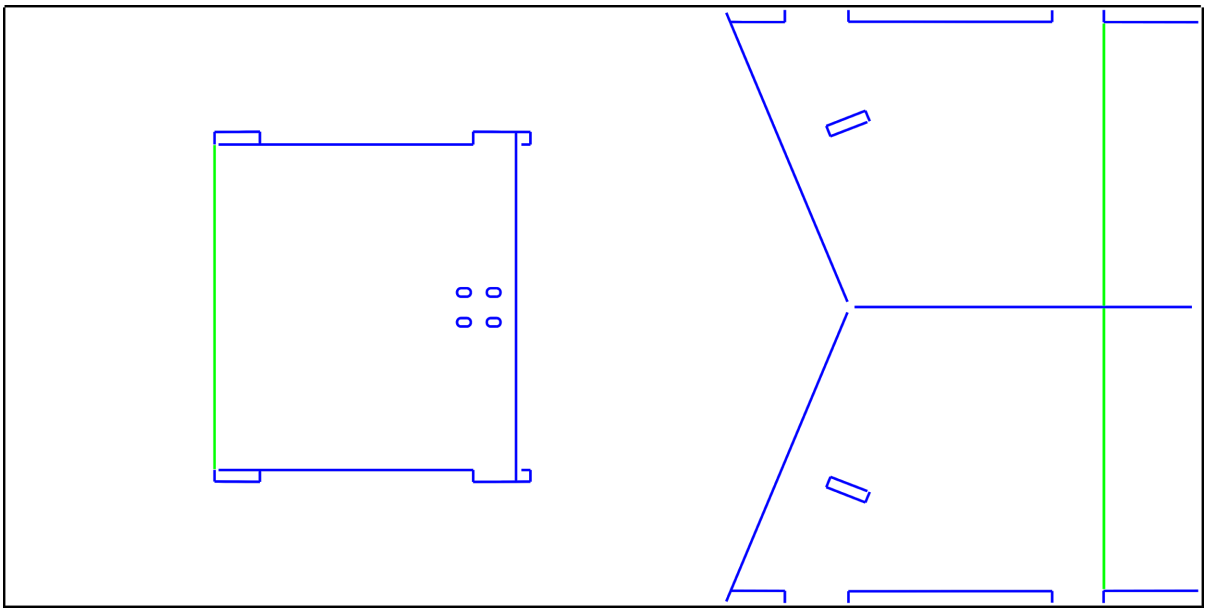
Een goede methode is eerst een groter stuk lasersnijdbaar plaatmateriaal op het rooster van de lasersnijmachine te bevestigen met tape en dan de zwarte rechthoek uit te snijden. Haal het losgesneden deel er uit, maar laat de vastgeplakte rand zitten. Dan heb je een mal om de schuimplaat perfect te positioneren. Dat is vooral handig op machines die geen omtrekcontrole functie hebben.

Het is ook handig uit middelste stuk de mal voor de rokopening te snijden. Snij daartoe de ook de violette en de rode lijn.



hovercraftmal.png

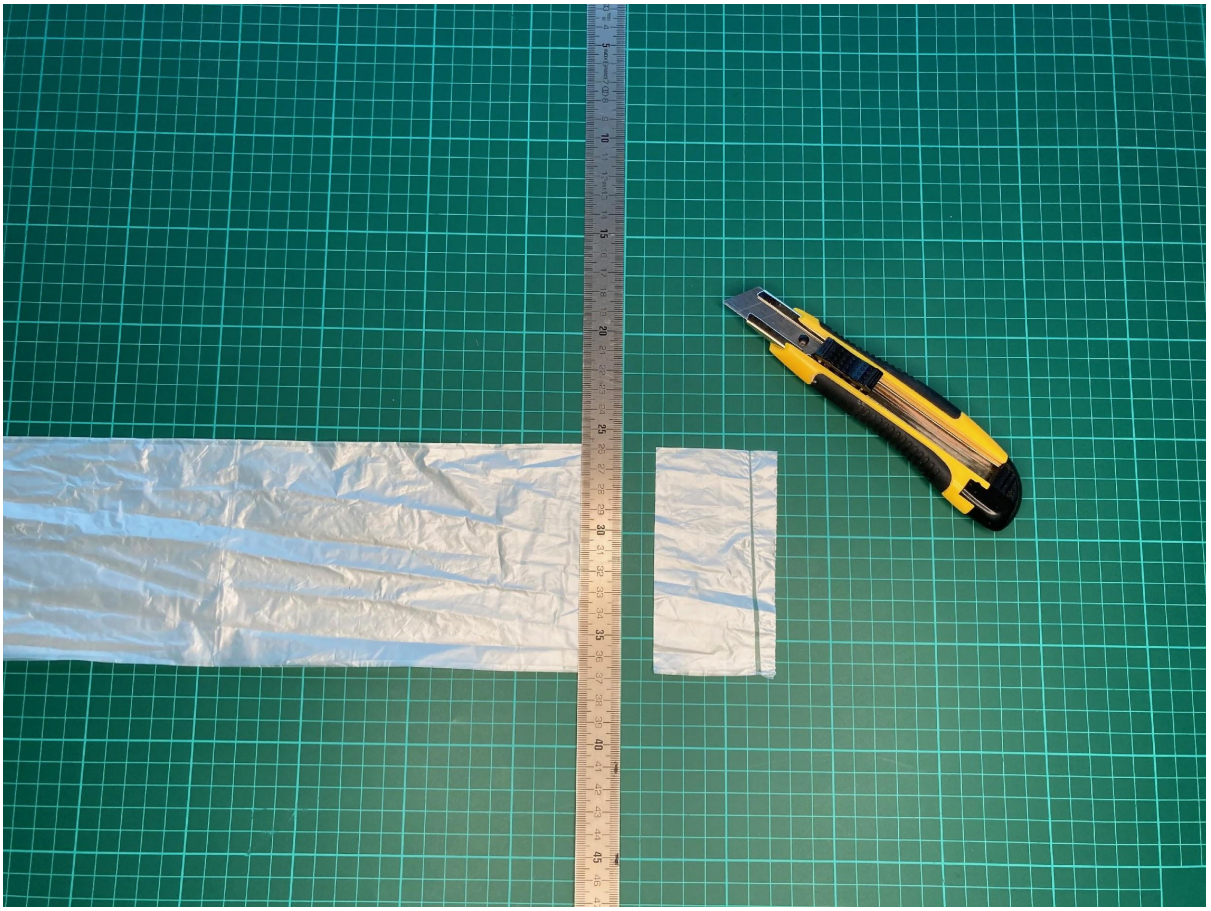
Voor de hovercraft onderdelen snij je de blauwe lijnen en graveer je de groene lijnen. Opgelet polystyreenschuim snijdt zeer gemakkelijk helemaal door. De groene lijnen mogen dus niet doorgesneden worden, maar mocht dit per ongeluk toch gebeuren, dan kan je later de delen terug aan elkaar zetten met plakband.
Je kan op veel machines snijden met de hoogste snelheid en middelhoog vermogen te werken. Opdat de groene lijnen gegraveerd zijn en niet doorgesneden, dien je meestal met de grootste snelheid en minimum vermogen (opgelet veel machines hebben schakelen de laser zelfs niet in wanneer je een te laag vermogen (bijv. >15%) instelt. Doe een paar testjes om de juiste instellingen voor de beschikbare machine te bepalen en noteer de instellingen voor later.
De tekening is zo gemaakt dat alles nog een beetje aan elkaar hangt. Zo blijft er minder restmateriaal in de lasersnijmachine achter en is het gemakkelijk de onderdelen uit te delen.



hovercraftdelen.png

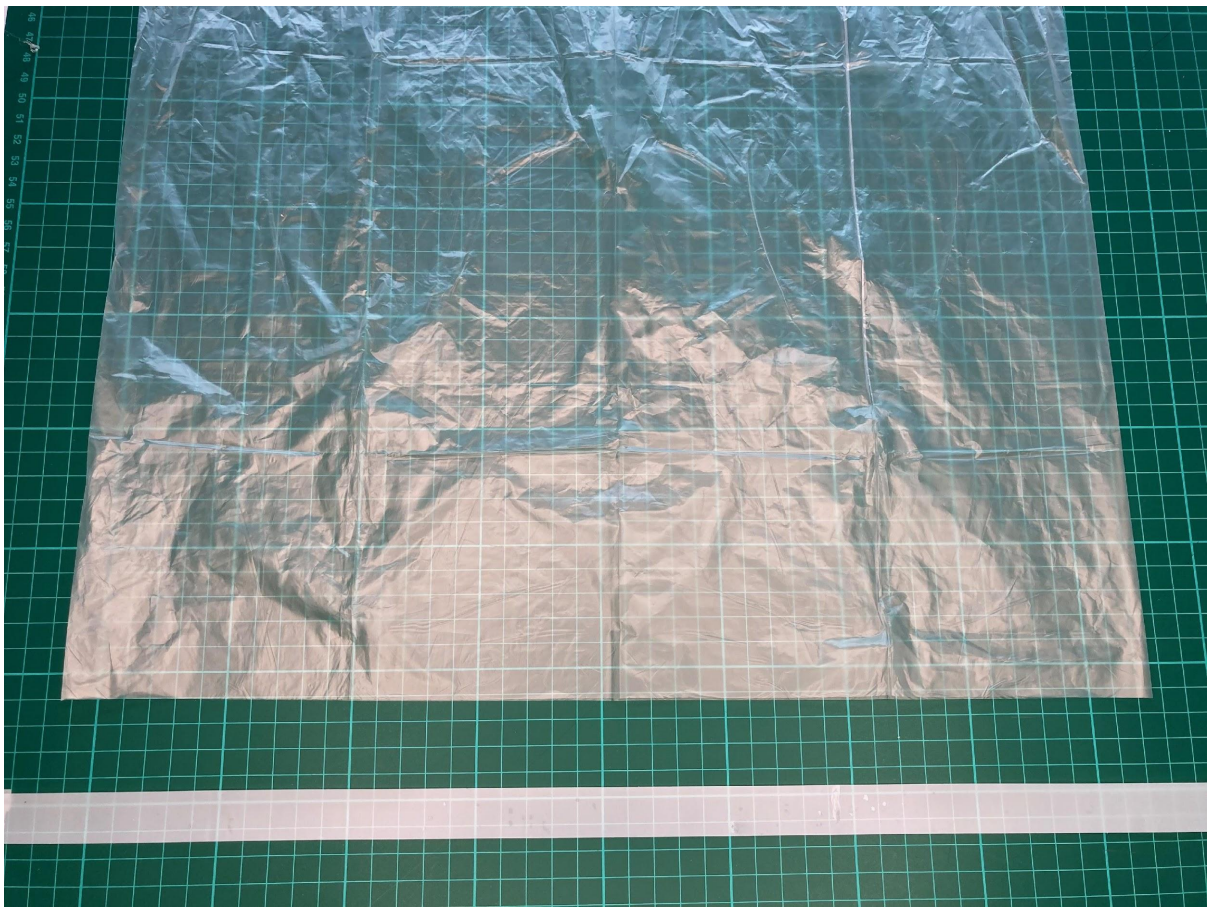
# Stap 2: de zak aanpassen

Eerst en vooral maken we de zak klaar  om er straks de “rok” van de hovercraft van te maken. De meeste vuilniszakken zijn zo samengelast dat je ze niet helemaal kan opengevouwen onderaan. Aan die kant dien je een strook met de lasnaad er af te snijden. Snij er zo veel af dat je een stuk van 55 à 56 cm lang en met 2 open uiteinden over houdt.



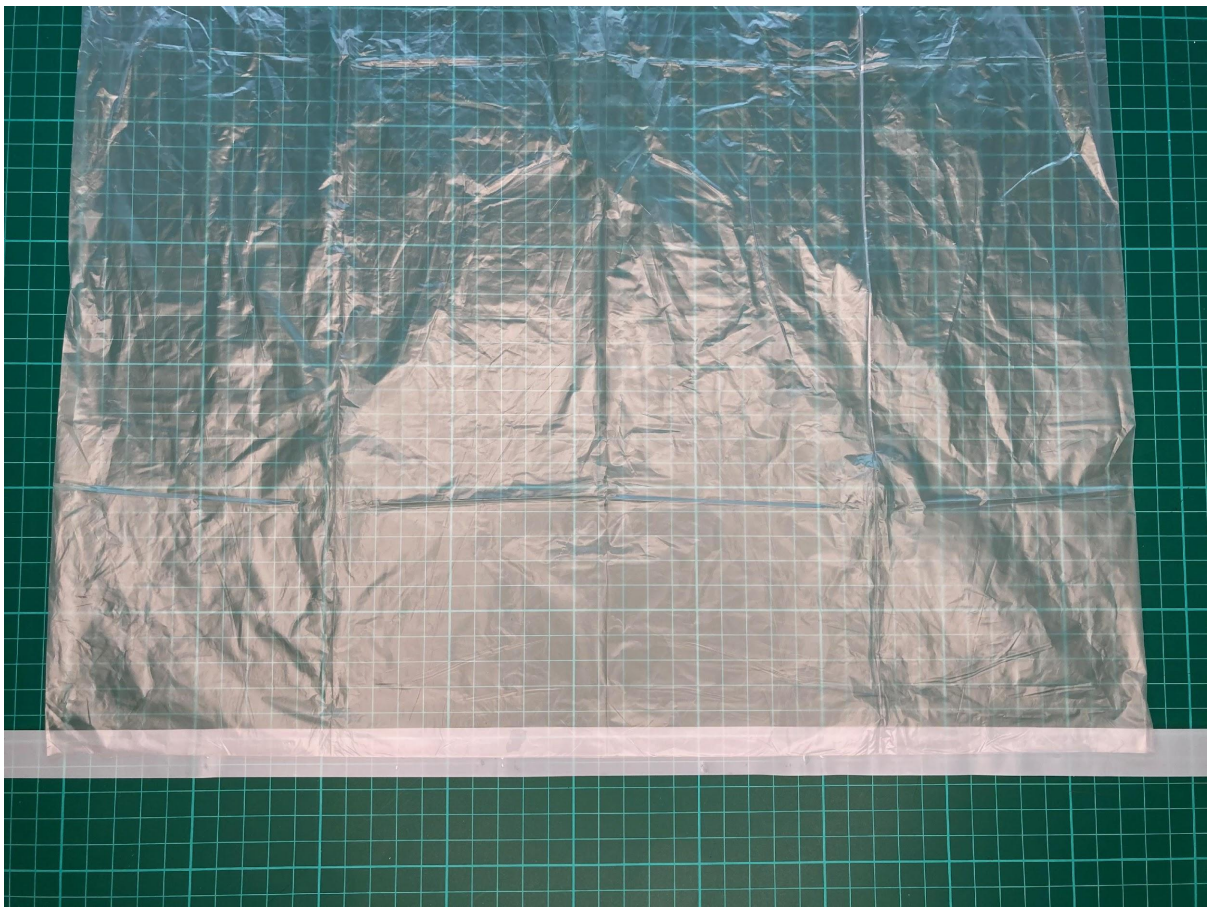
hovercraftel foto - 05

Nu gaan we de zak aan beide kanten op de juiste manier dicht plakken. Leg de zak mooi vlak uitgespreid (tot in de hoekjes) op tafel met wat ruimte rondom om te werken. Beide open uiteinden van de zak dienen dichtgekleefd te worden. Dat doe je best met twee mensen samen, want twee paar handen komen van pas. Eén om de plakband op zijn plaats te houden en één om de zak er op te plakken. Neem een stuk kleefband dat langer is dan de zak breed is en leg het met de klevende kan naar boven op tafel, naast één van de open kanten van de zak. Eén persoon houdt de plakband op zijn plaats.



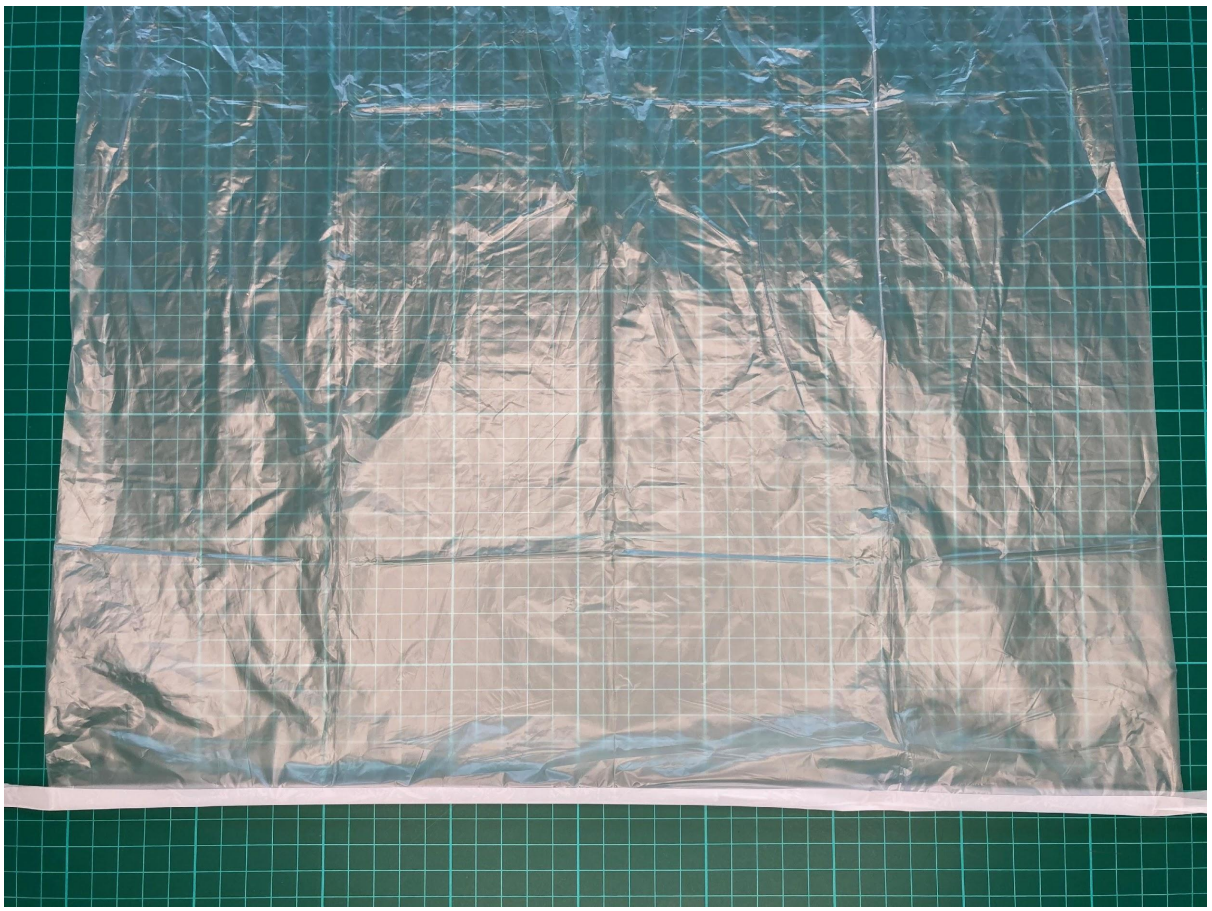
hovercraftel foto – 06

De andere persoon neemt de zak vast aan de hoekjes en legt de rand van de zak tot op de helft van de breedte van de plakband. Hou daarbij de 2 lagen zo gelijk mogelijk op elkaar.



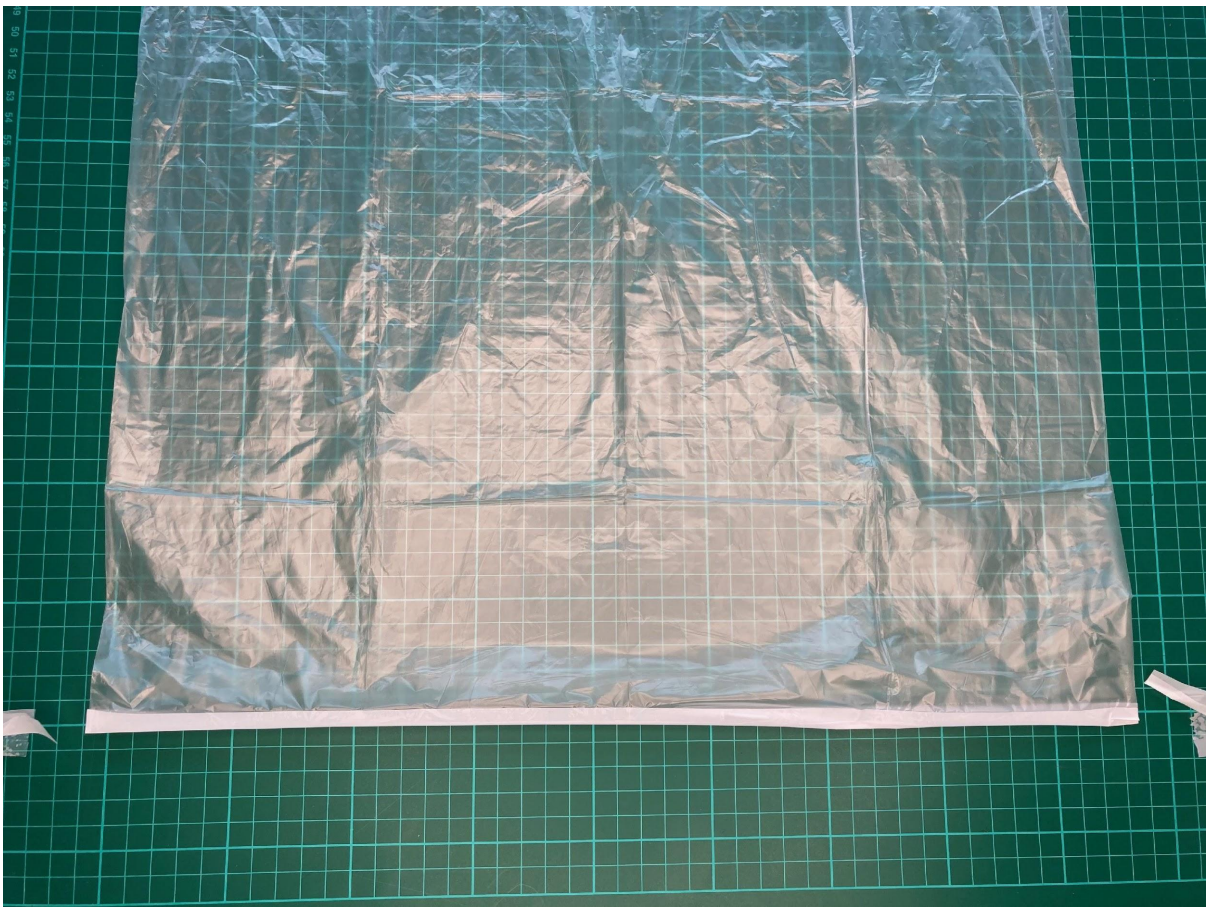
hovercraftel foto – 07

Vouw de plakband dubbel om de opening dicht te kleven.



hovercraftel foto – 08

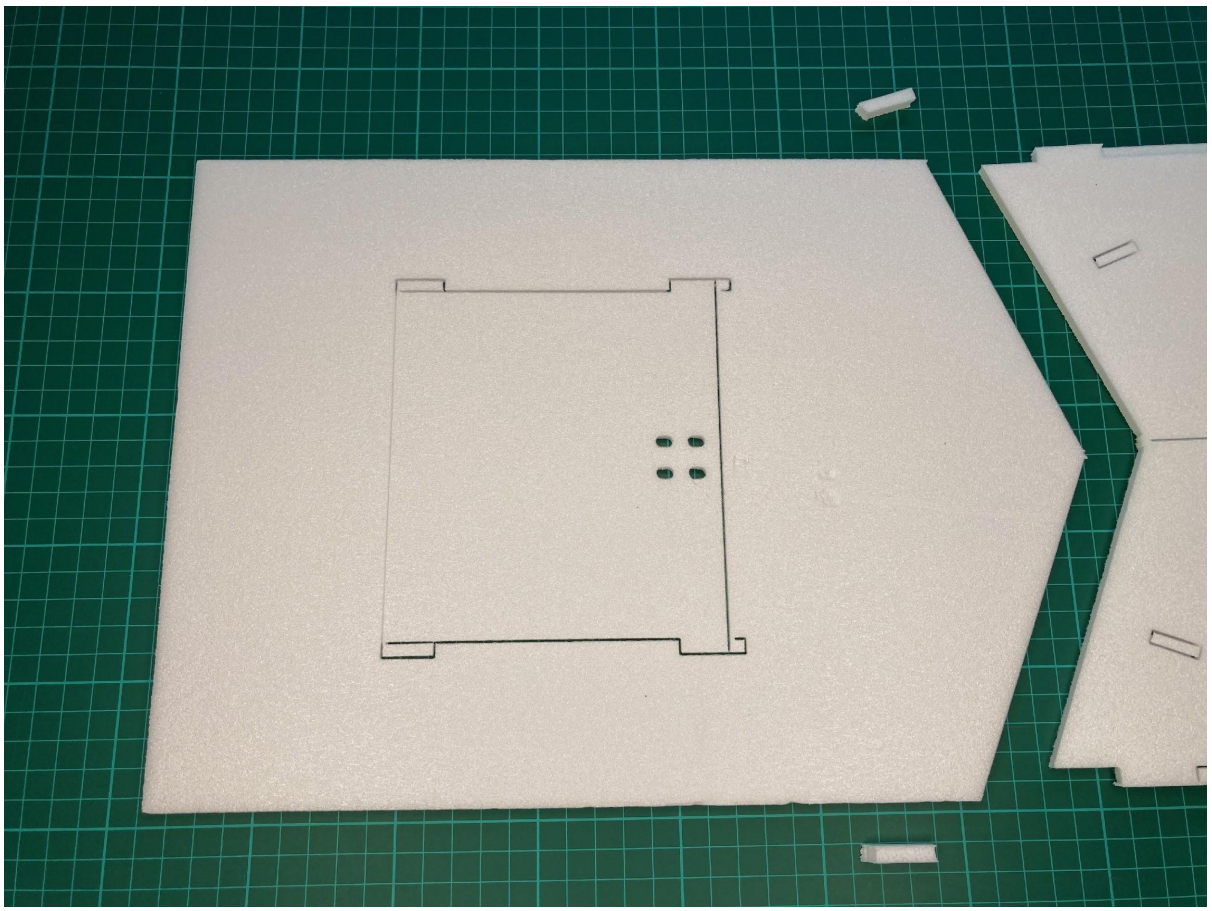
Knip de uiteinden van de plakband kort af, maar zonder in de zak te knippen. Gooi de afgeknipte stukjes onmiddellijk weg, want als je ze laat rondslingeren, dan plakken ze al gauw op de verkeerd plaats. Ze lostrekken kan de zak beschadigen. Als de zak ergens niet dicht is, kan je plakband toevoegen. Herhaal dit alles om beide kanten dicht te kleven.



hovercraftel foto – 09

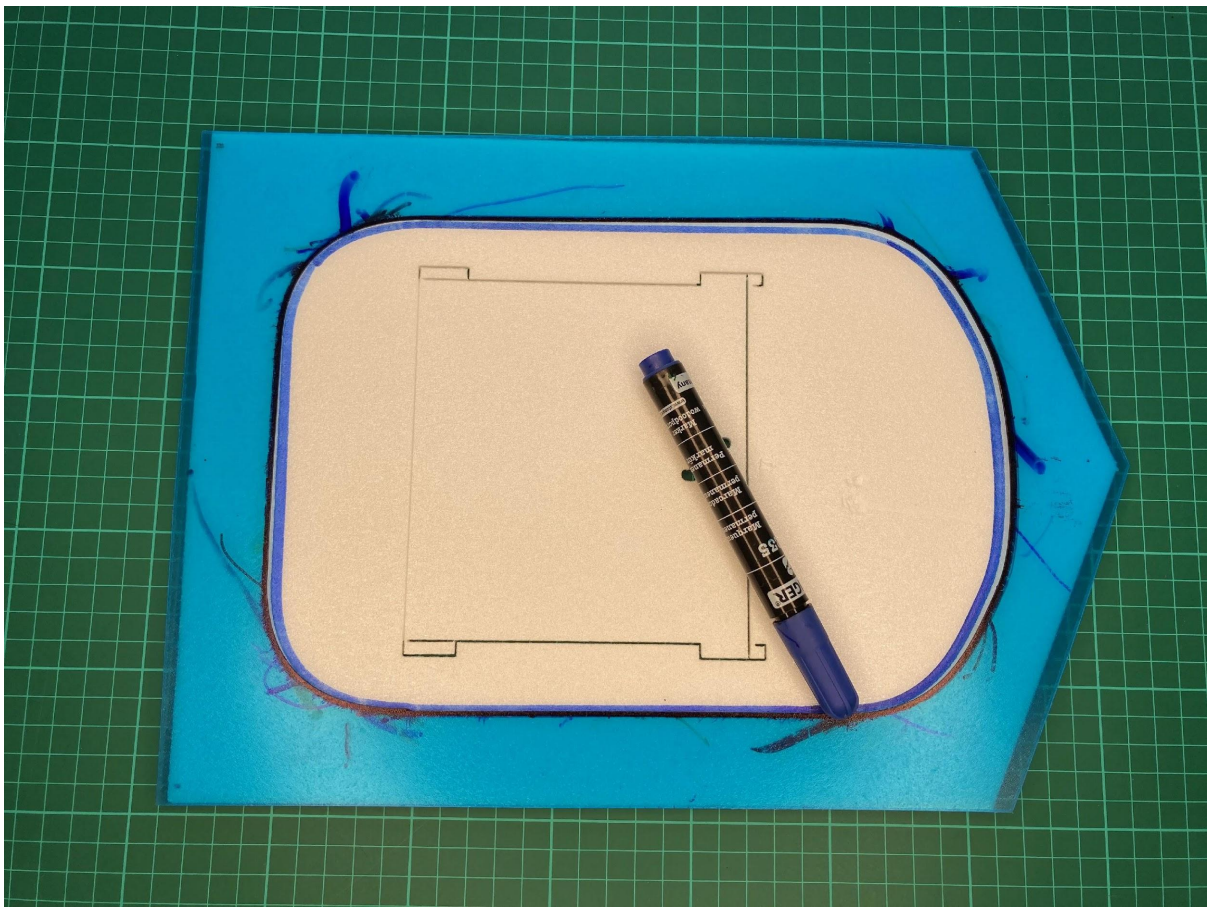
# Stap 3: markeren van de rok-opening

Maak het grootste hovercraft-deel los van de rest.

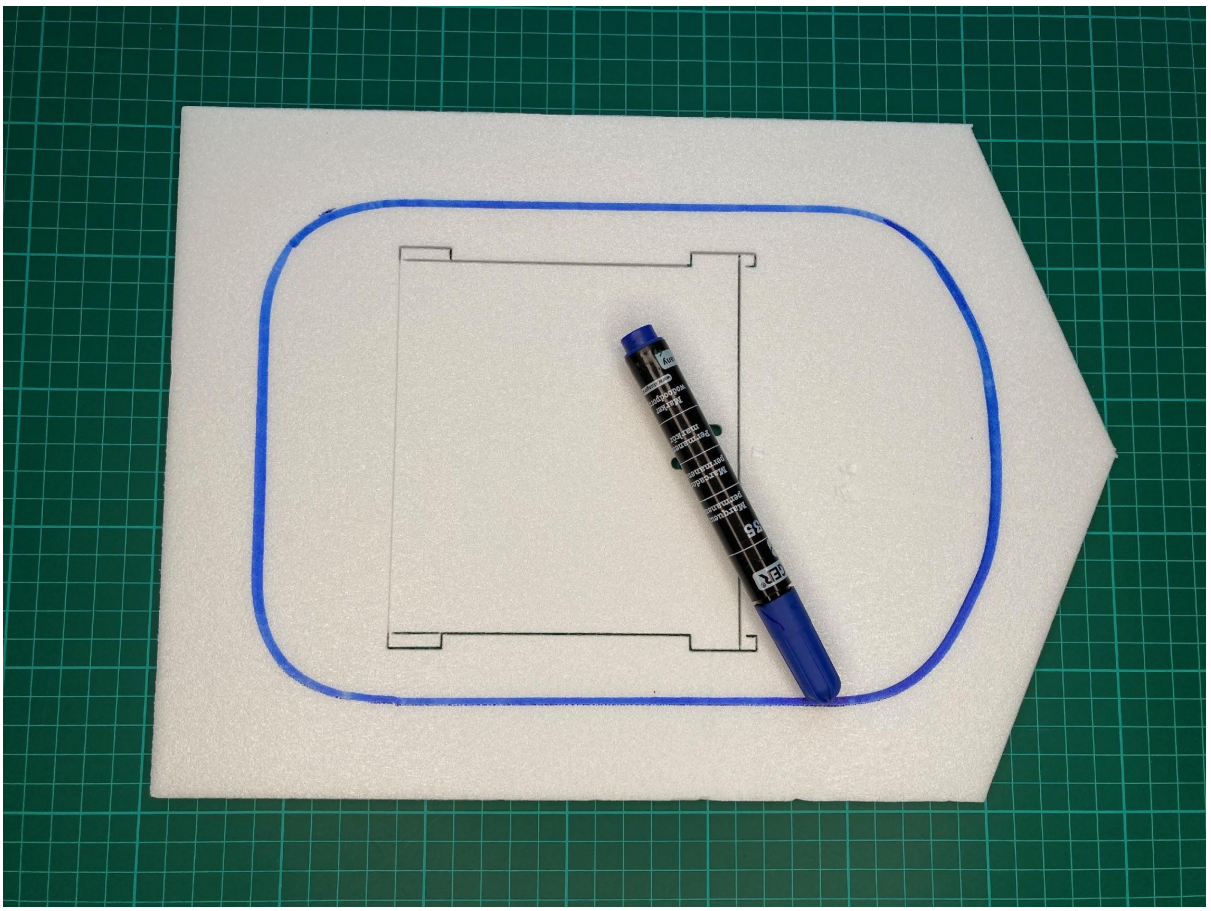


hovercraftel foto – 10

Laat het middelste stuk zitten en kijk aan welke kant de graveerlijn zit. Leg het stuk met die kant naar boven. Dat wordt later de onderkant, maar daar ga je nu eerst een lijn op aftekenen die aangeeft waar straks de opening van de rok komt. Dat doen we met de mal en een permanent marker. Het is ook een goed idee om op die kant ook je naam ergens te vermelden. Het maakt niet uit waar, het wordt toch de onderkant later.



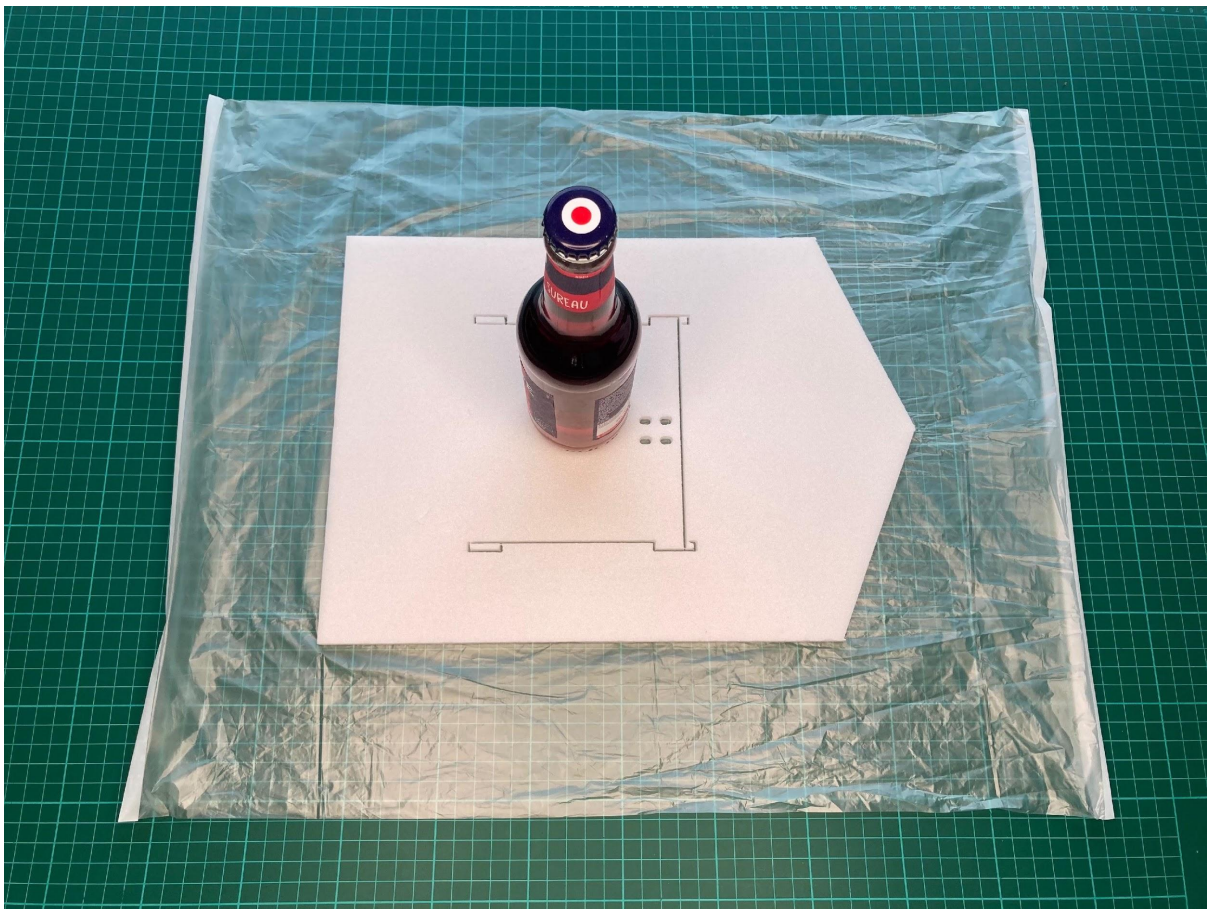
hovercraftel – 11



hovercraftel - 12

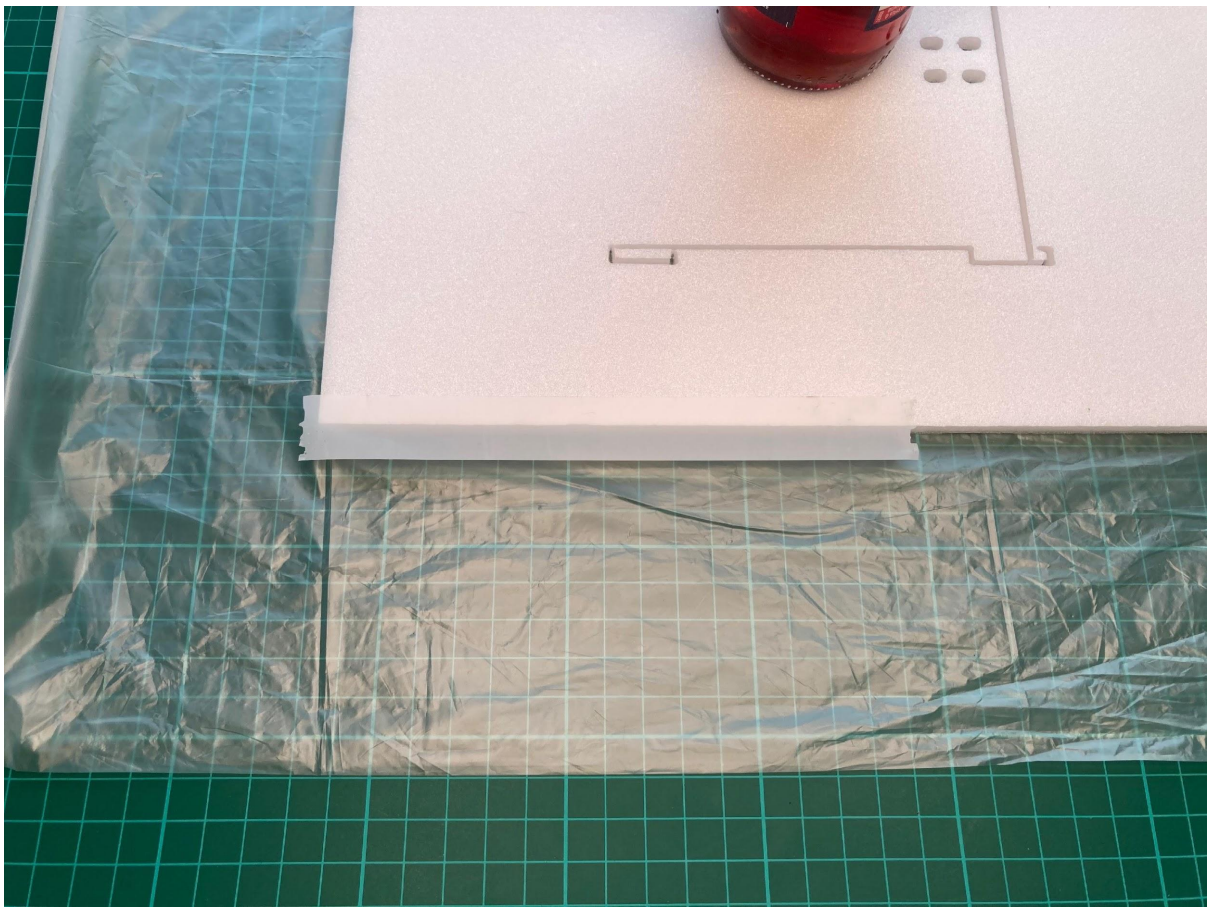
# Stap 4: vastplakken van de rok

Leg de basisplaat met de tekening naar onder op de zak. Positioneer die zorgvuldig in het midden, zodat de zak rondom evenveel uitsteekt. Meet dit af met je vingers. Rondom even veel zak hebben is belangrijk voor de goede werking van de hovercraft straks. Een gewicht op de schuimplaat leggen kan helpen het verschuiven tegen te gaan bij het vervolg.



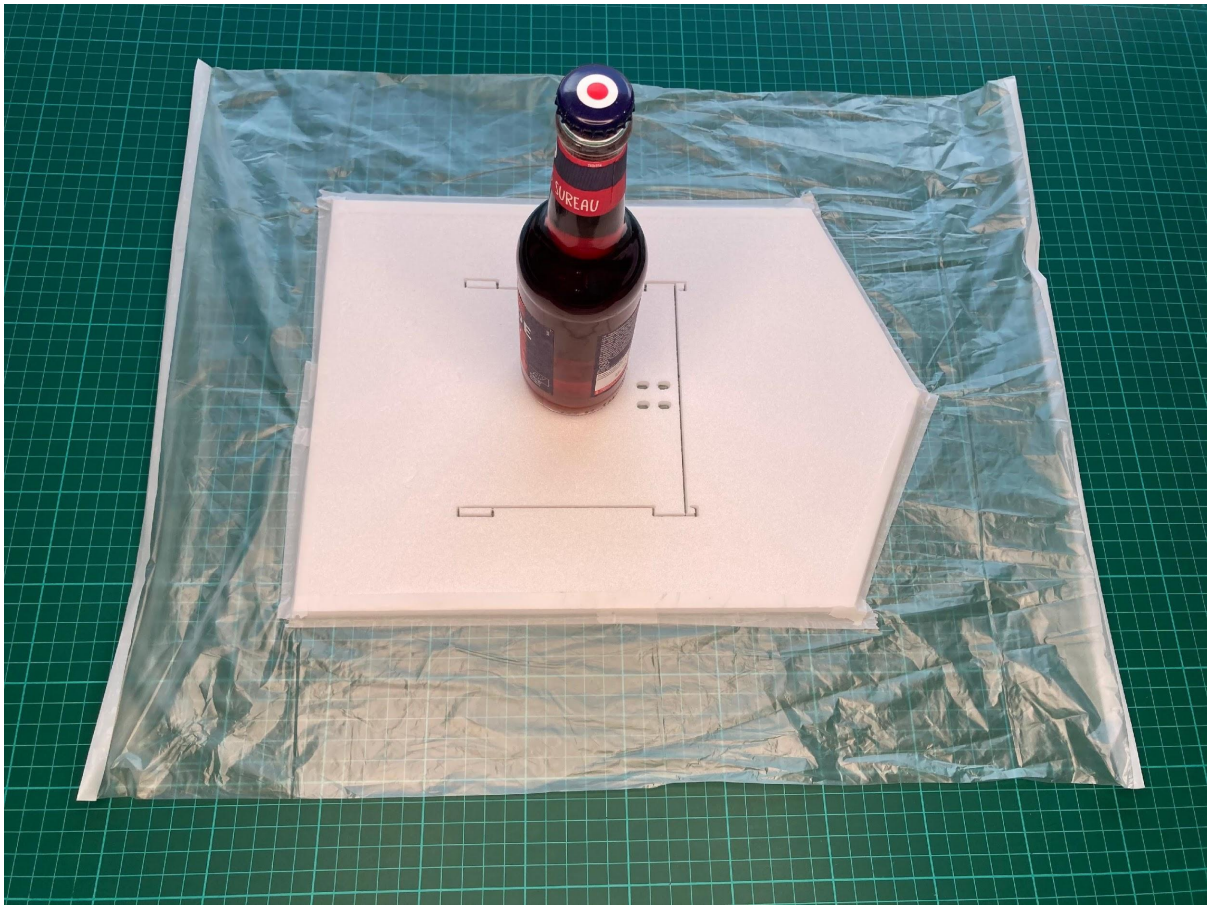
hovercraftel – 13

Kleef de plaat rondom rond vast met plakband. Om gemakkelijk te werken gebruik je stukjes plakband die niet te lang zijn (10-15 cm). Let er op dat de zak en de schuimplaat tijdens het werken niet verschuiven. Het is handig elk stukje plakband eerst half op de schuimplaat te plakken en dan pas op de zak neer te duwen.



hovercraftel – 14

Zorg ervoor dat alle stukken plakband op elkaar aansluiten om een "luchtdichte" verbinding te bekomen.

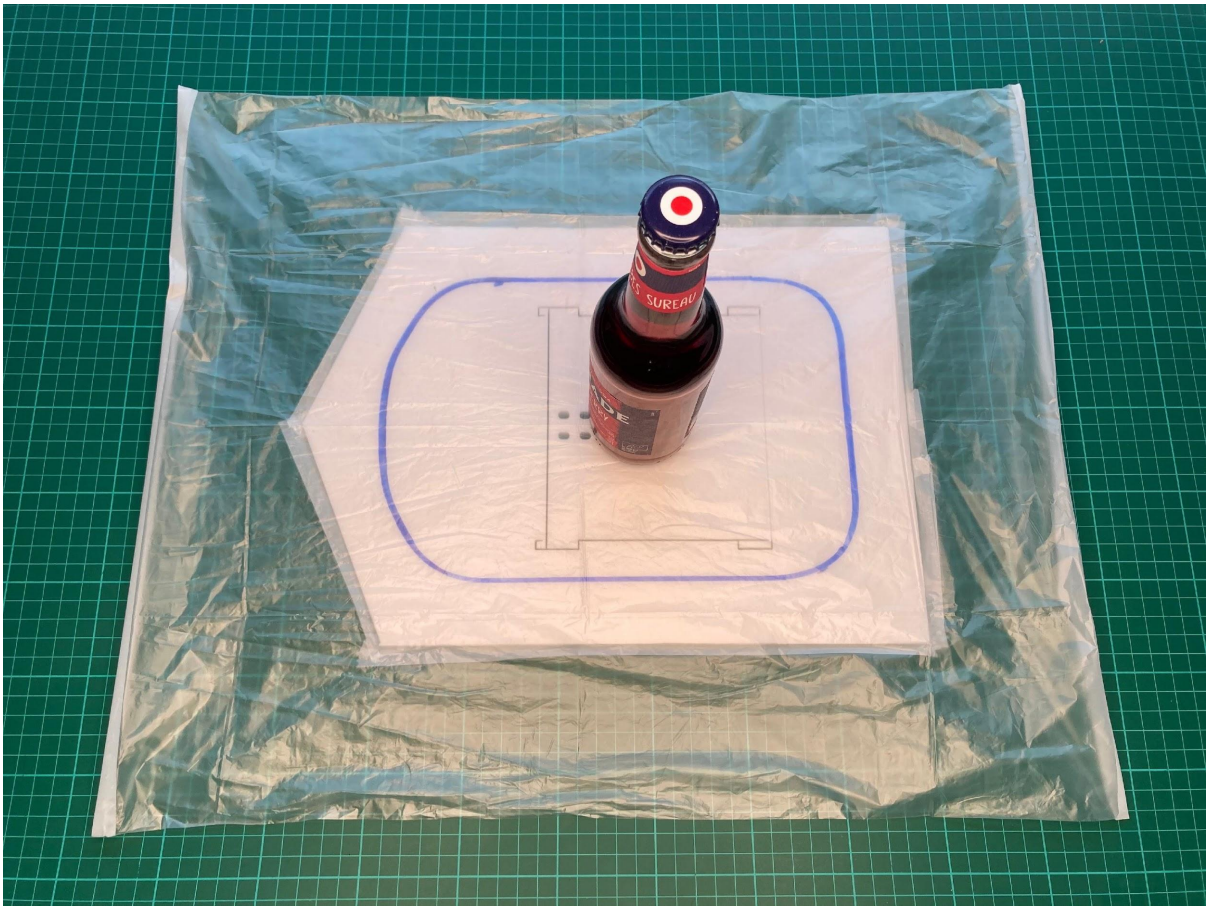



hovercraftel foto - 15

# Stap 5: vastplakken van de rok

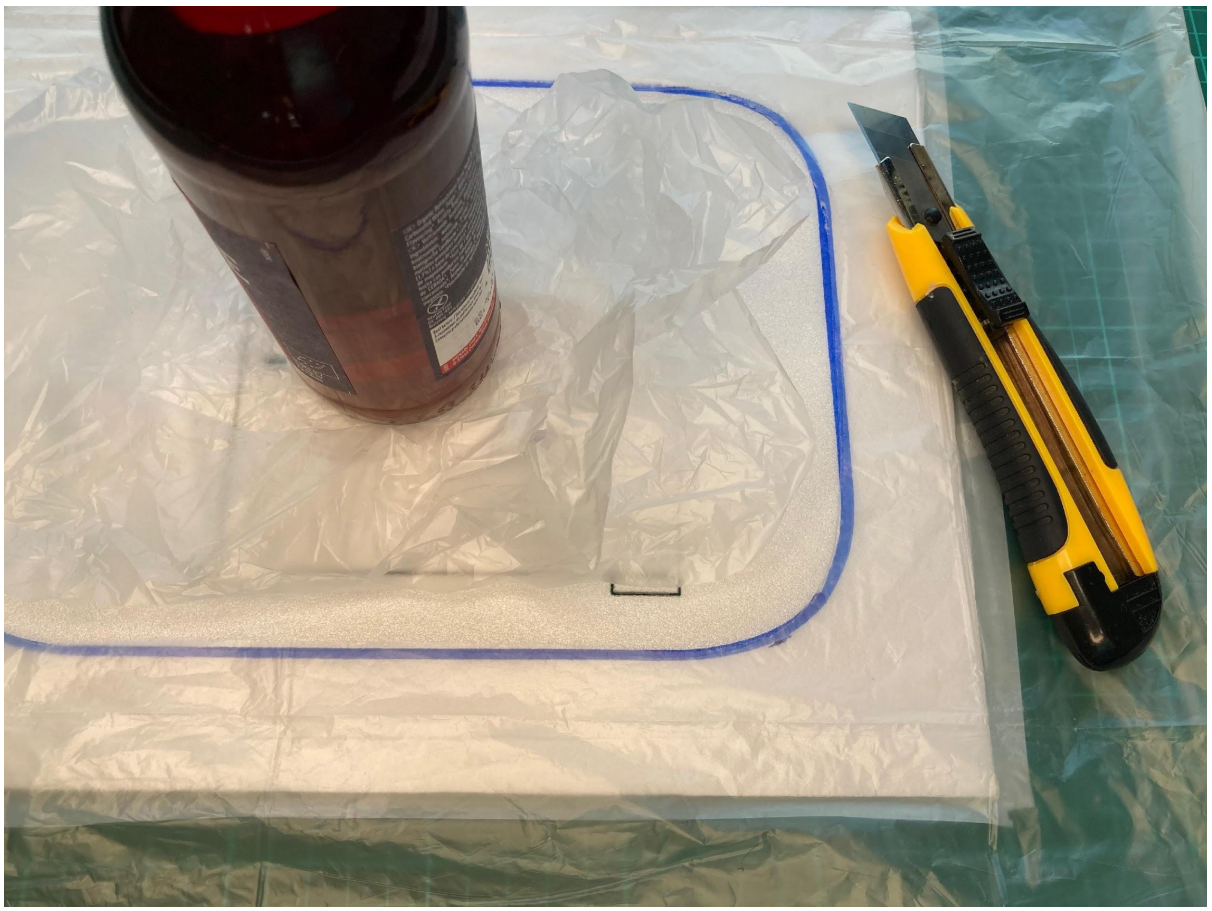
Draai het geheel om, opdat de zak aan de bovenkant ligt. Zorg dat de zak op nieuw mooi vlak uitgespreid ligt. Ook hier kan een gewicht helpen het verschuiven tegen te gaan bij het

vervolg.



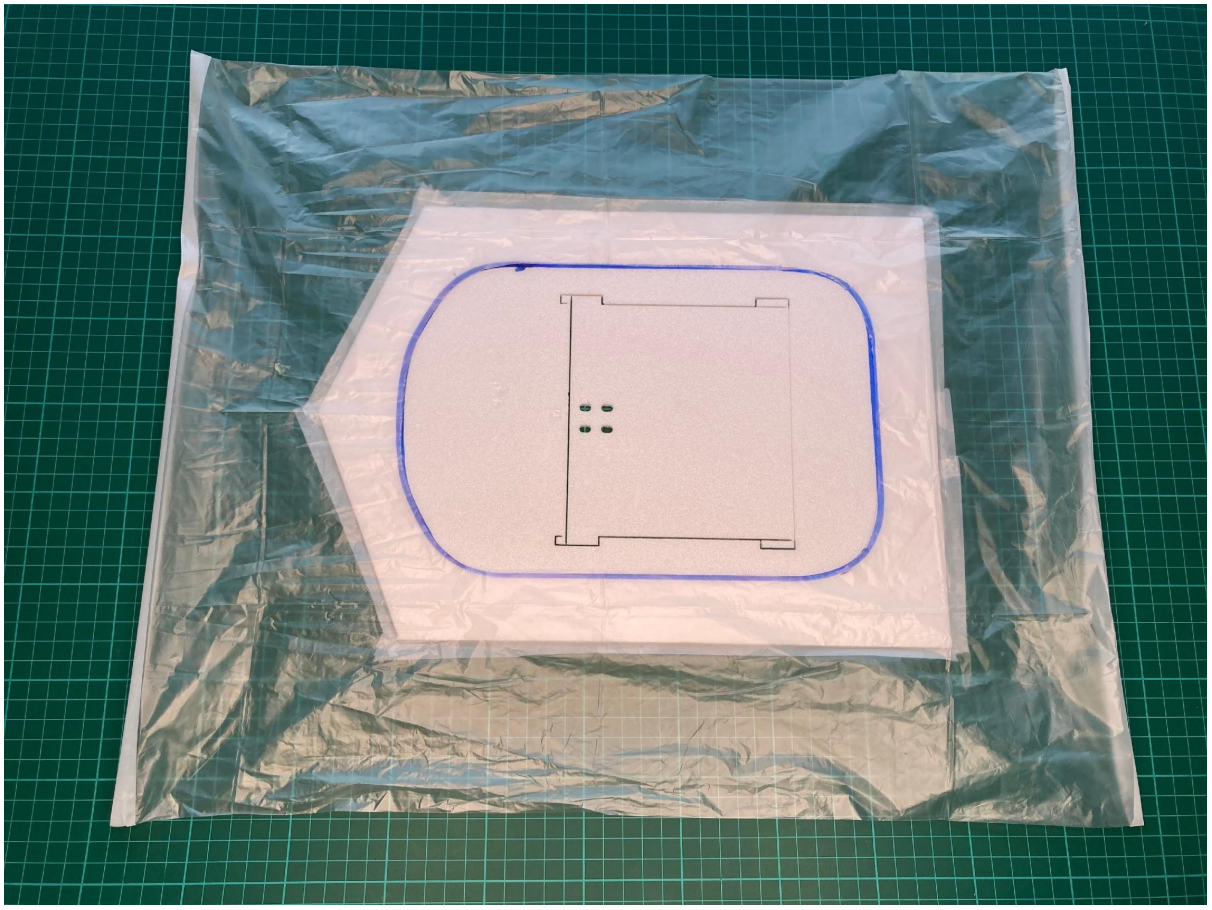
hovercraftel foto - 16

Met een klein scherp mes snij je VOORZICHTIG langs de tekening een opening door beide lagen van de zak. Zorg dat de zak niet ten opzichte van de plaat verschuift bij het snijden. Je snijdt het gemakkelijkst als je een klein beetje in de schuimplaat snijdt, maar snij niet helemaal doorheen de plaat. Dat is niet goed voor de tafel, maar ook niet goed voor hovercraft. Mocht je toch gaten maken die helemaal doorheen de plaat gaan, dien je die later dicht te plakken met plakband.



hovercraftel foto – 17

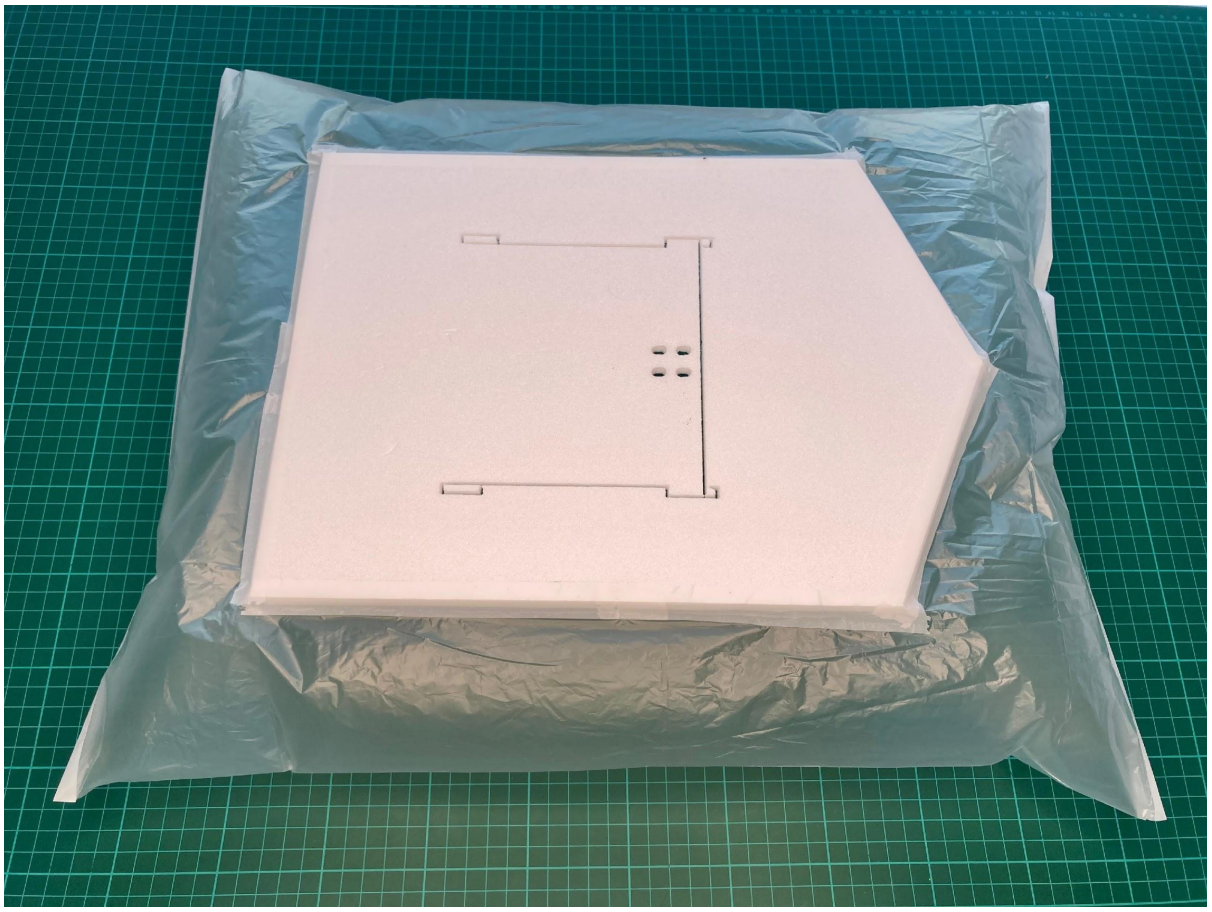
Haal beide losgesneden stukken van de zak uit. De zak is nu een rok van de hovercraft geworden.



hovercraftel foto – 18

Draai het geheel om en schud de rok goed los. Wanneer je het nu op tafel laat zakken, zou het even als een kussen moeten blijven staan. Controleer de rok rondom op gaten en plak dicht waar nodig. Er zijn natuurlijk openingen aan de middelste rechthoek in de plaat. Dus de lucht zal nu nog ontsnappen langs daar en langs onder. Nu wordt er nog geen verse lucht

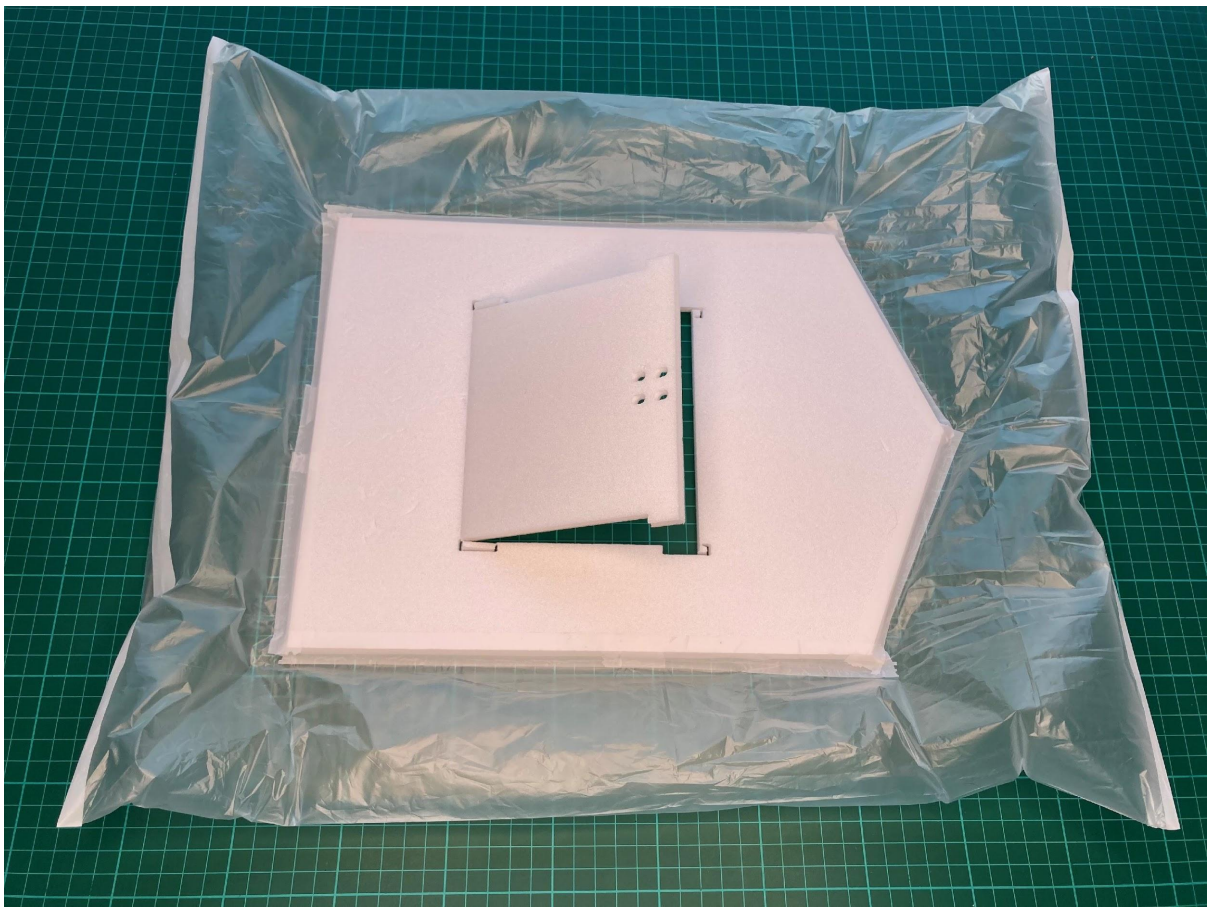
ingeblazen, dus zal het sowieso traag inzakken. Dat is normaal.



hovercraftel foto - 19

# Stap 6: opbouw

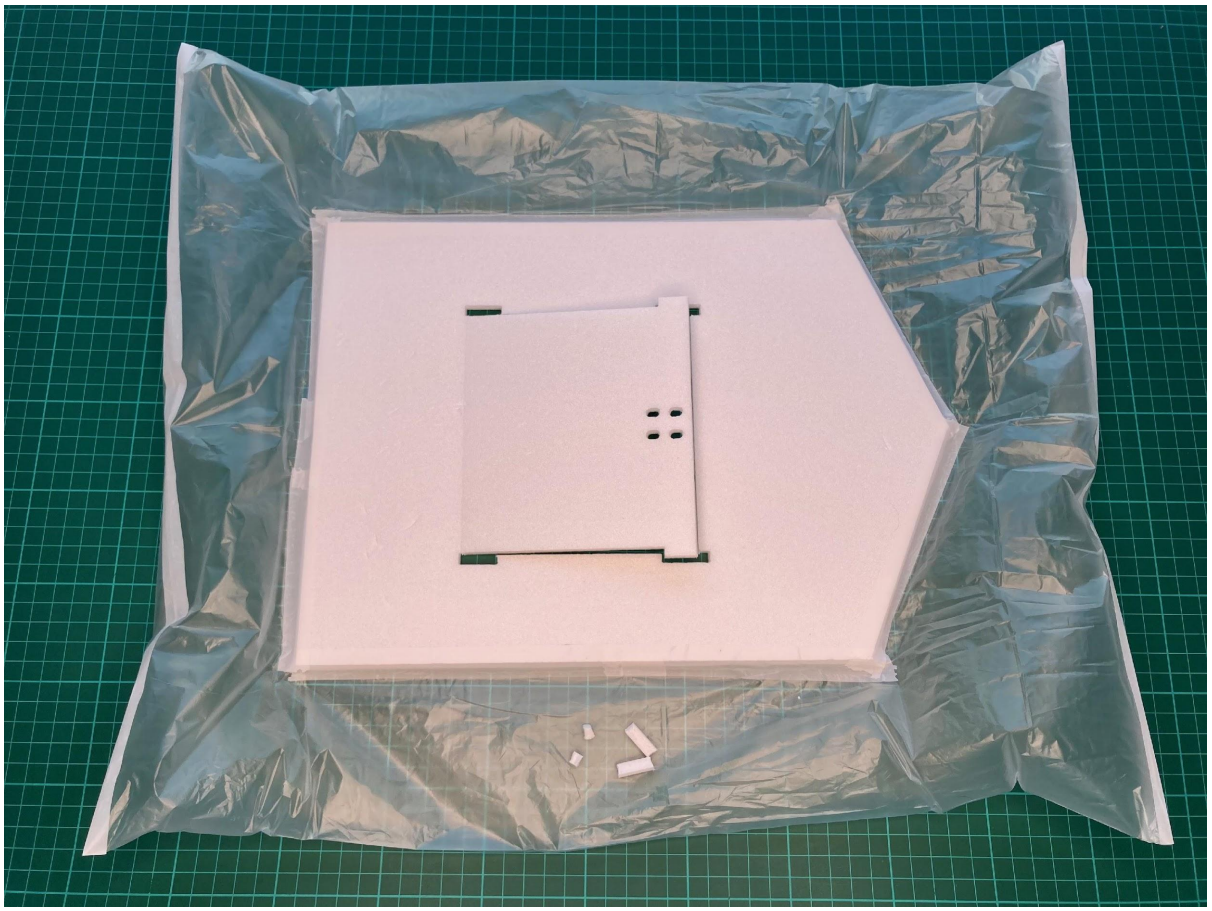
Plooi het middendeel naar boven, tot je een lichte “krak” hoort, maar scheur het niet helemaal los. Het middendeel blijft “scharnierend” aan de basisplaat vast zitten. Als het toch los komt kan het eenvoudig met plakband terug verbonden worden. Nu er en grote opening is, ontsnapt de lucht snel. Wanneer de hovercraft af is, zal langs hier de verse lucht ingeblazen worden.



hovercraftel foto – 20

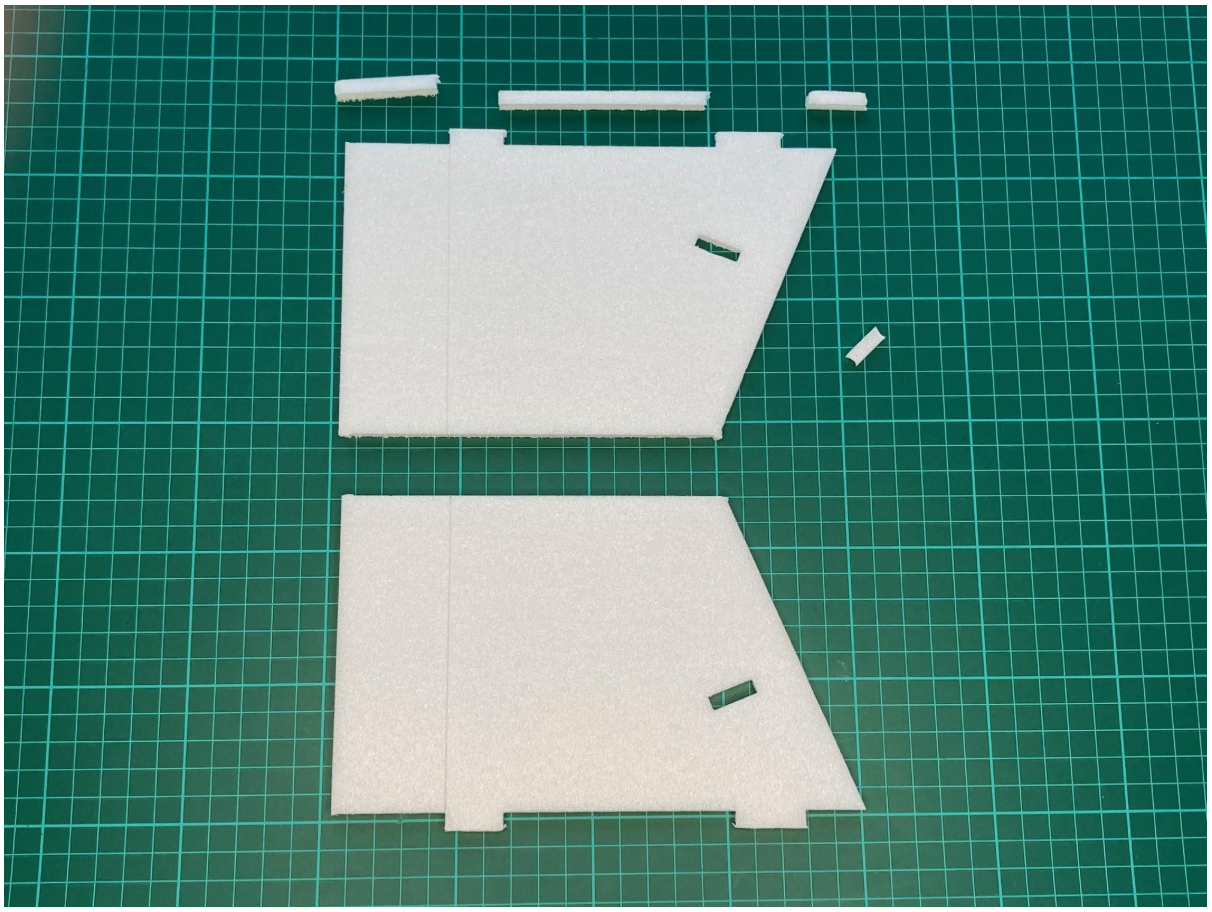
Verwijder de kleine stukjes die los hangen, maar niet helemaal losgesneden zijn. Opgelet, aan het middendeel zitten vooraan twee uitsteeksel die stevig vasthangen en die moeten er

ook aan blijven.



hovercraftel foto – 21

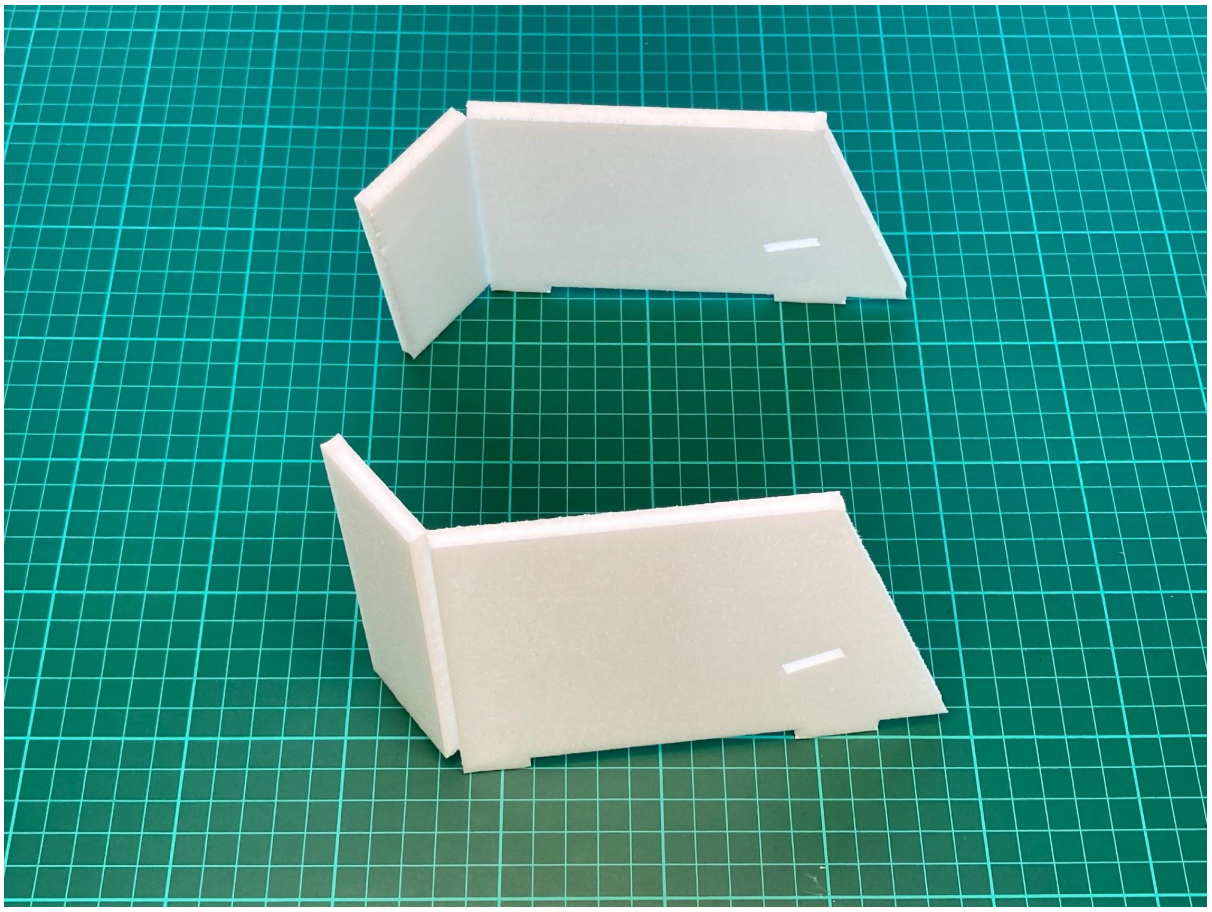
Verwijder ook de losse stukken van de twee andere delen.



hovercraftel foto – 22

Plooi elk stuk dat later een stuurvin wordt ,zoals op de foto. Ook hier is het de bedoeling dat het blijft vast hangen, maar kan bewegen. Als het toch los komt plak je het ook aan één kant

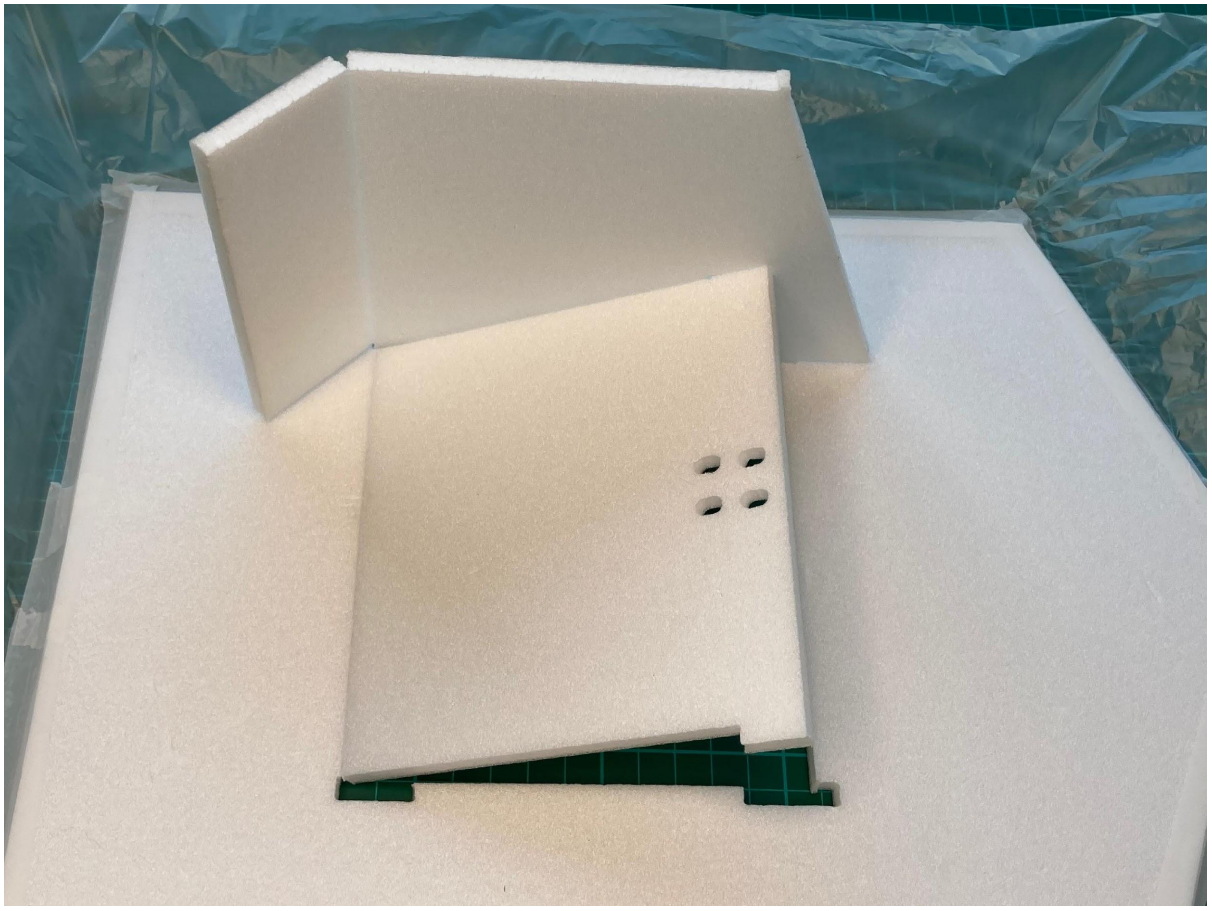
vast met plakband.



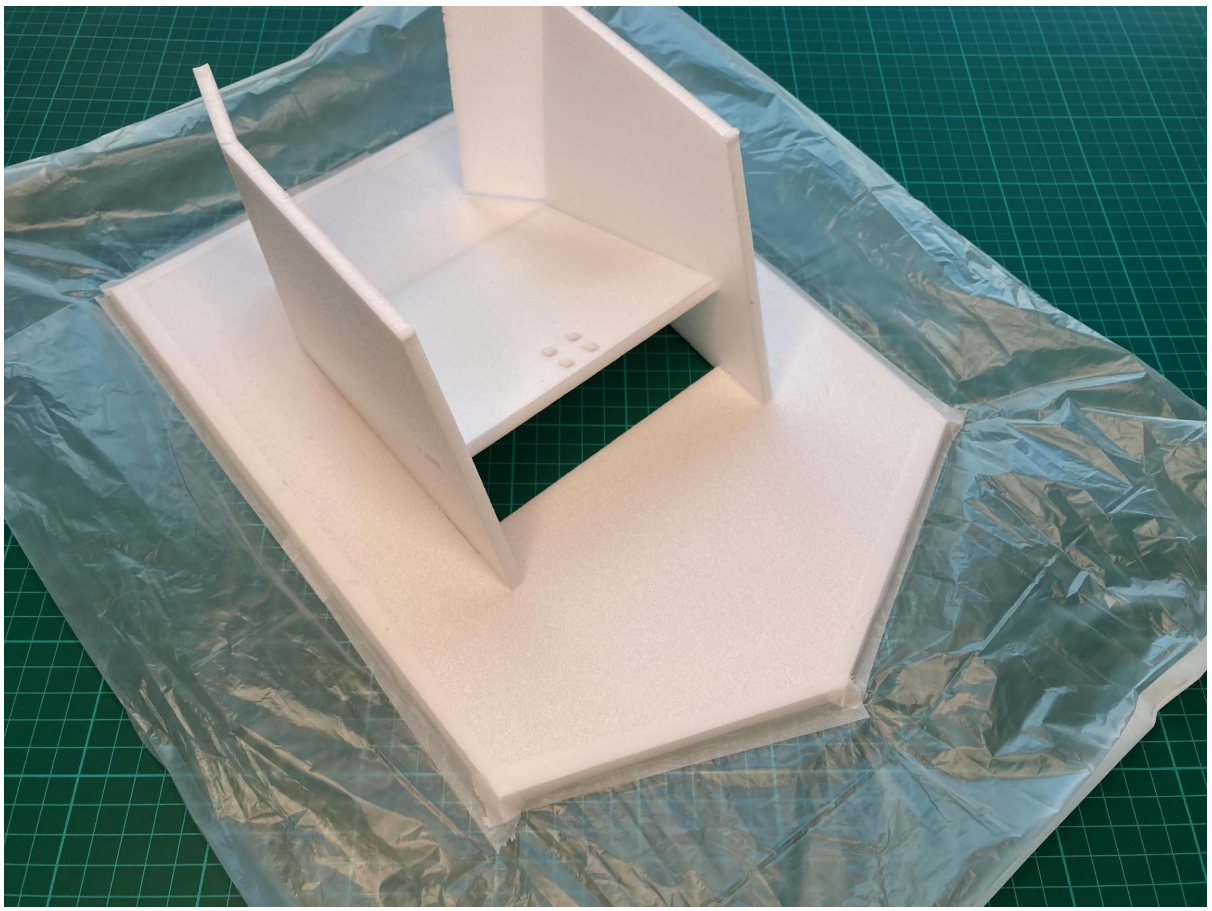
hovercraftel foto - 23

Puzzel nu de rechtopstaande delen samen met de basisplaat, zoals getoond op de foto. Bij voorkeur zet je de delen zo dat de stuurvinnen naar binnen plooien. De “uitsteekseltjes” passen telkens in een opening. Zo zit alles al vast op zijn plaats, maar we gaan het nog

steviger vastplakken straks.

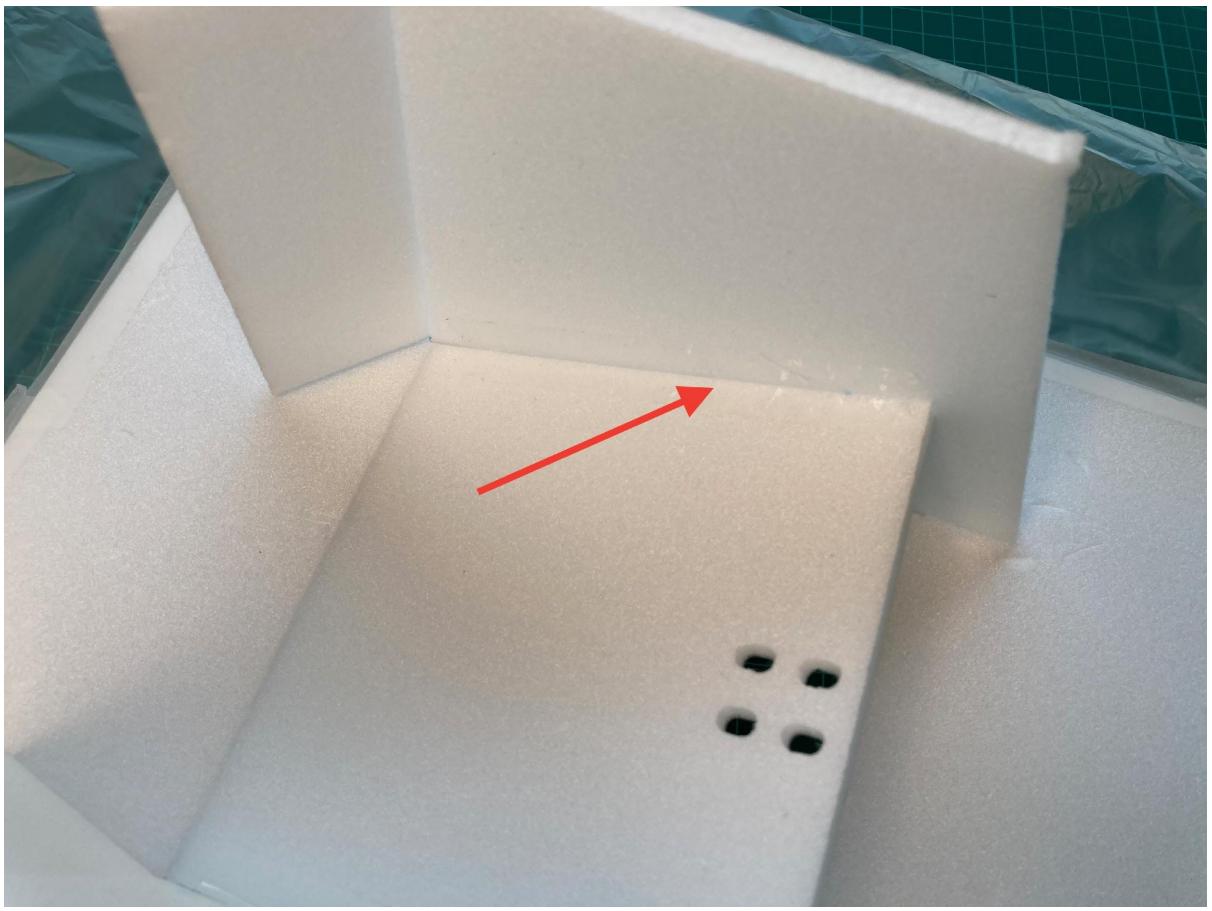


hovercraftel foto - 24

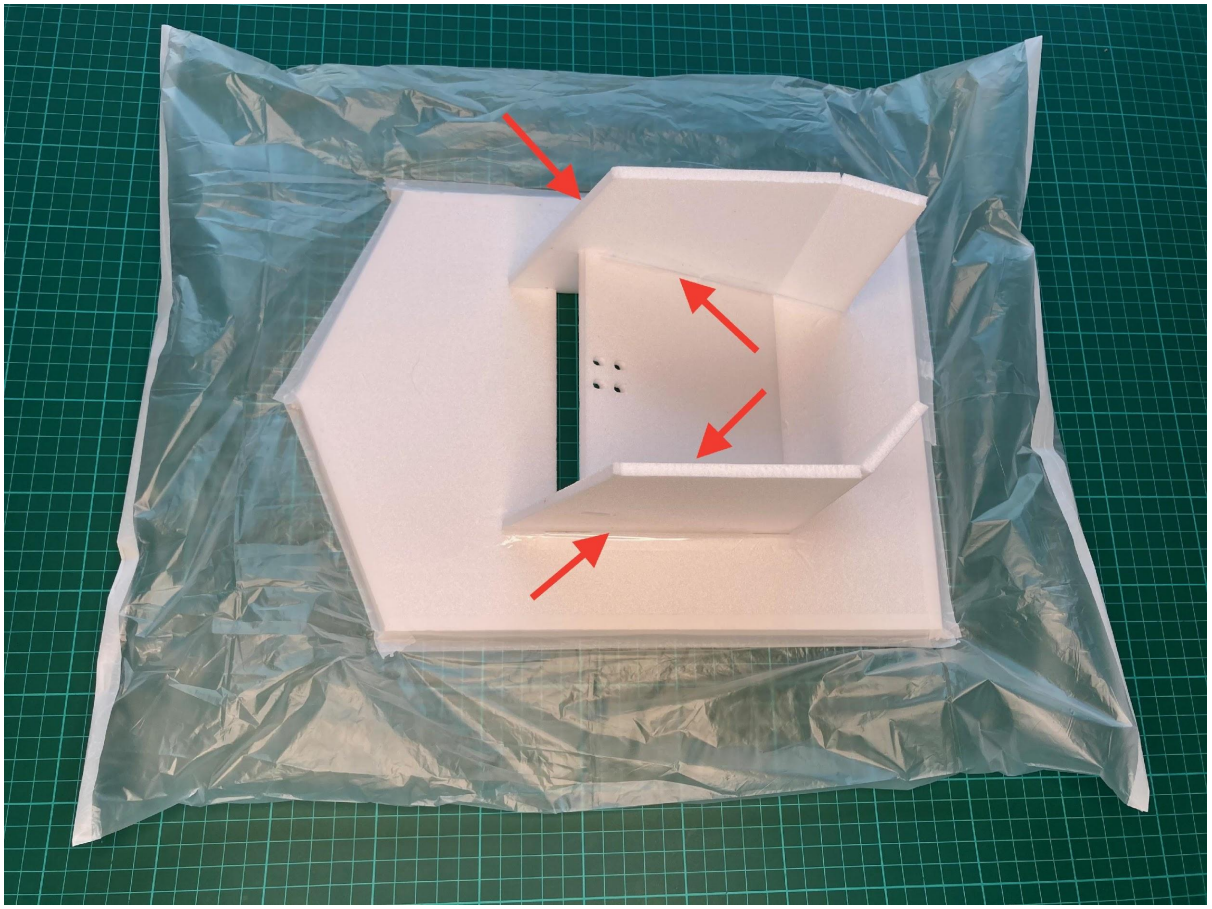


hovercraftel foto - 25

Nu plak je alles nog eens vast met plakband. Dat doe je aan de buitenkant waar de zijstukken op de basisplaat komt (aan beide zijden, dus in totaal 2 keer) en aan de binnenkant waar de opstaande delen aan het middendeel komen (ook 2 keer). Dit doe je telkens met een strook plakband die je half op het ene deel en half op het andere deel kleeft. Gebruik stukken plakband die lang genoeg zijn om de naden “luchtdicht” af te sluiten. De stuurvinnen laat je best los of maak je achteraf terug los.

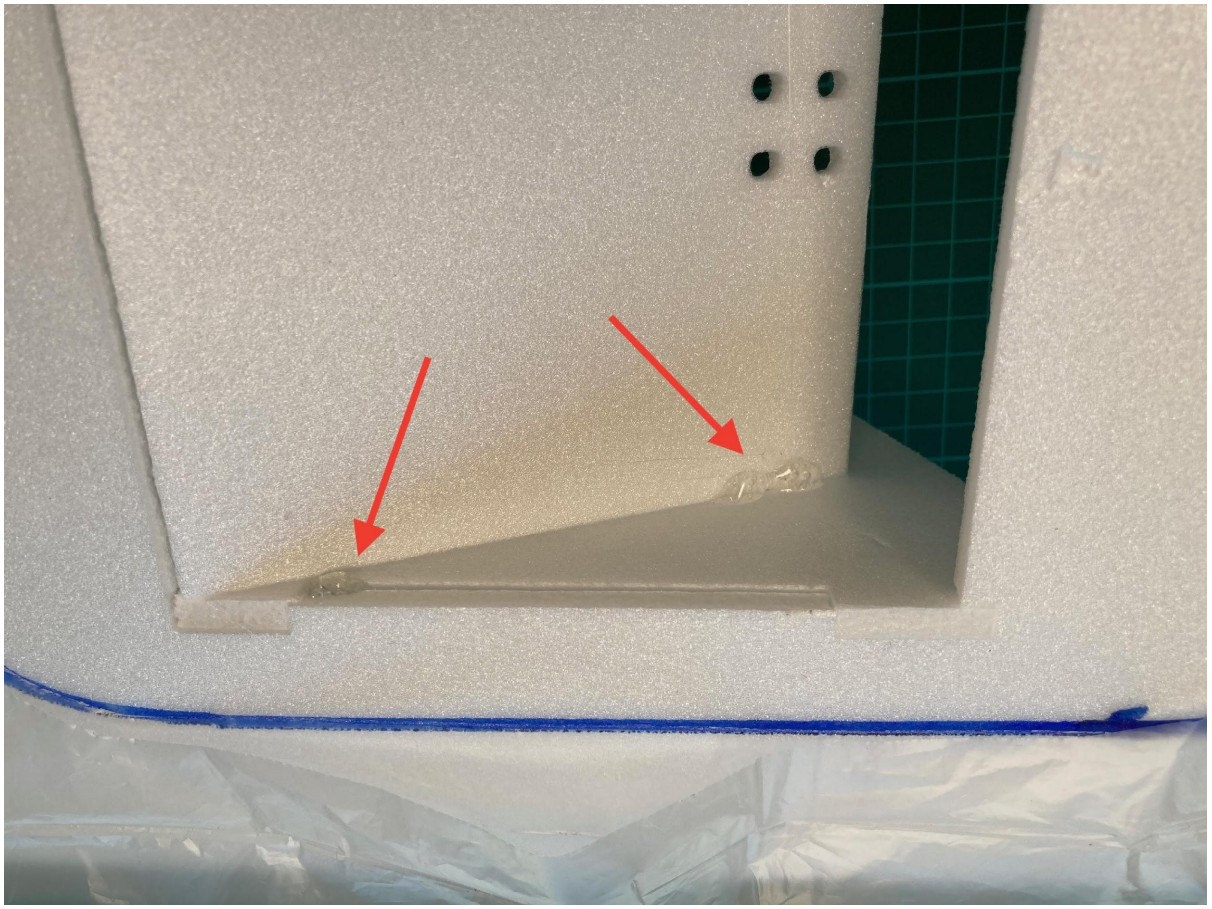


hovercraftel foto - 26



hovercraftel foto – 27

Als extra versteviging kan je een paar druppels smeltlijm aanbrengen aan de binnenkant, op de plaatsen aan geduid met de pijlen in onderstaande foto. Druk de delen voorzichtig aan terwijl de lijm hard wordt. Doe dat aan beide opstaande delen. Wees voorzichtig dat je geen lijm op de rok morst.



hovercraftel foto – 28

Vanaf nu kan je ook beginnen decoreren. Wanneer je een pauze voorziet, is het een goed idee nu eerst te verven. Je kan doorwerken en testen als de verf nog nat is, maar het is handig als die al een beetje kunnen drogen heeft. Verf niet op de onderkant, niet op de rok en niet op de middelste rechthoek, waar straks de motor en de batterij komt. Gebruik dunne laagjes verf, dat is lichter en brokkelt later ook minder snel af. Met permanent markers mag je overal kleuren. Gewone stiften werken niet goed op het schuim of de rok.

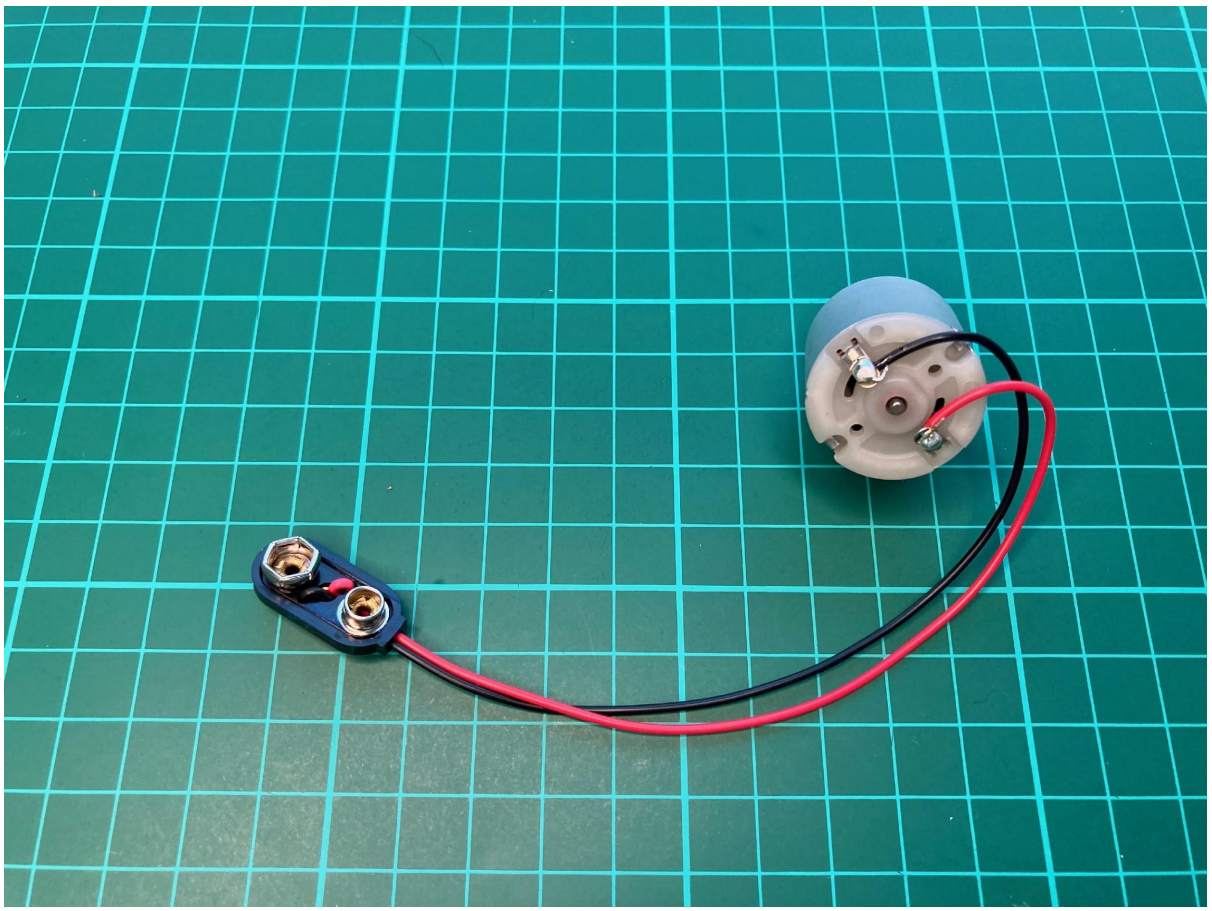


hovercraftel - 28bis

# Stap 7: motor en propeller monteren

Waarschuwing: de draaiende propeller kan bij aanraking pijnlijk zijn. Je zal er normaal geen ernstige verwondingen aan overhouden, maar hou toch je vingers en andere lichaamsdelen uit de buurt.

Eerst solderen we de draden aan de motor. De zwarte draad komt aan het contact waarnaast een rond putje zit in de kunststof achterkant van de motor (soms staat er een + in dat rondje, maar voor de hovercraft verbinden we daar toch de zwarte draad aan).



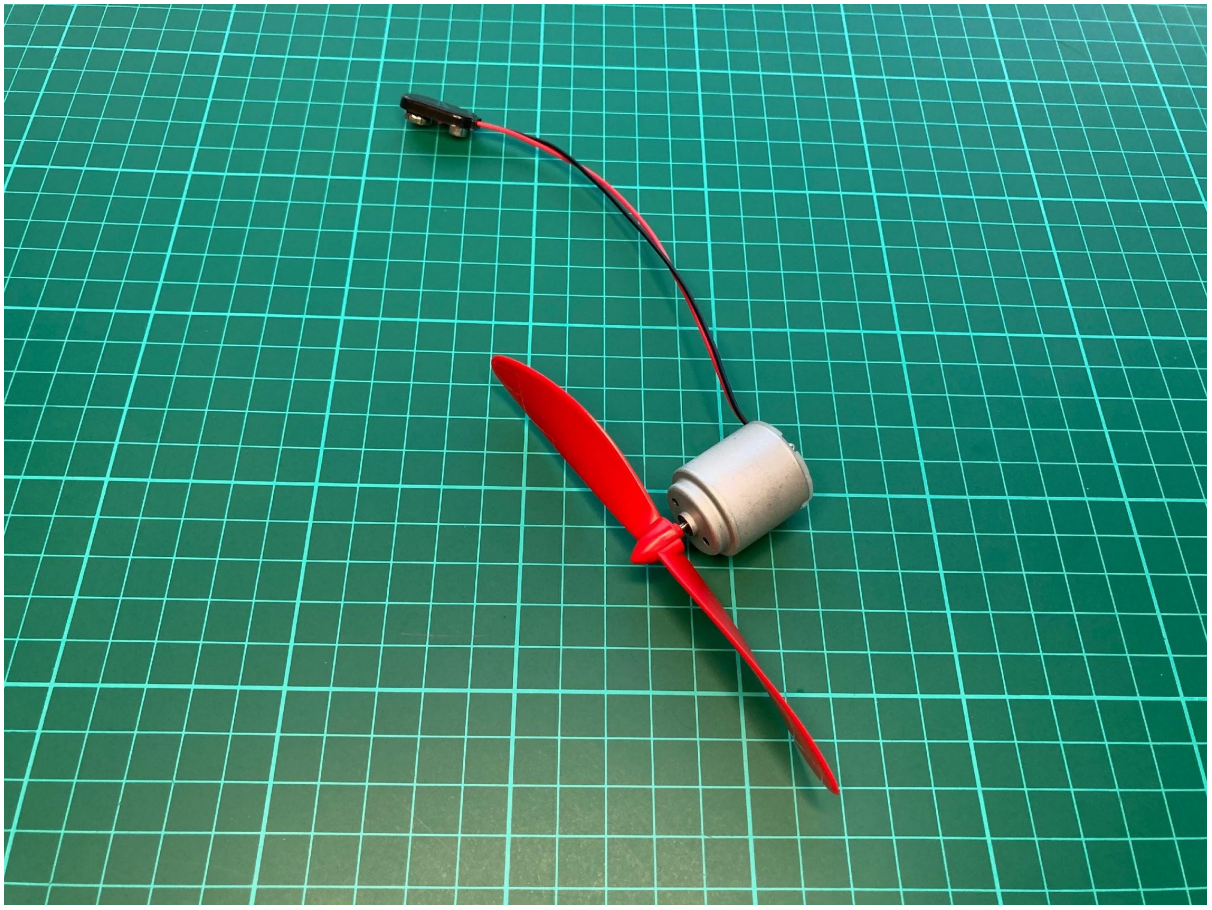
hovercraftel foto – 29

Om er voor te zorgen dat de draadjes niet net naast de soldeerverbinding breken, lijmen we de draadjes met smeltlijm vast op de achterkant van de motor. Zorg ervoor dat er geen lijm op de motor-as komt.



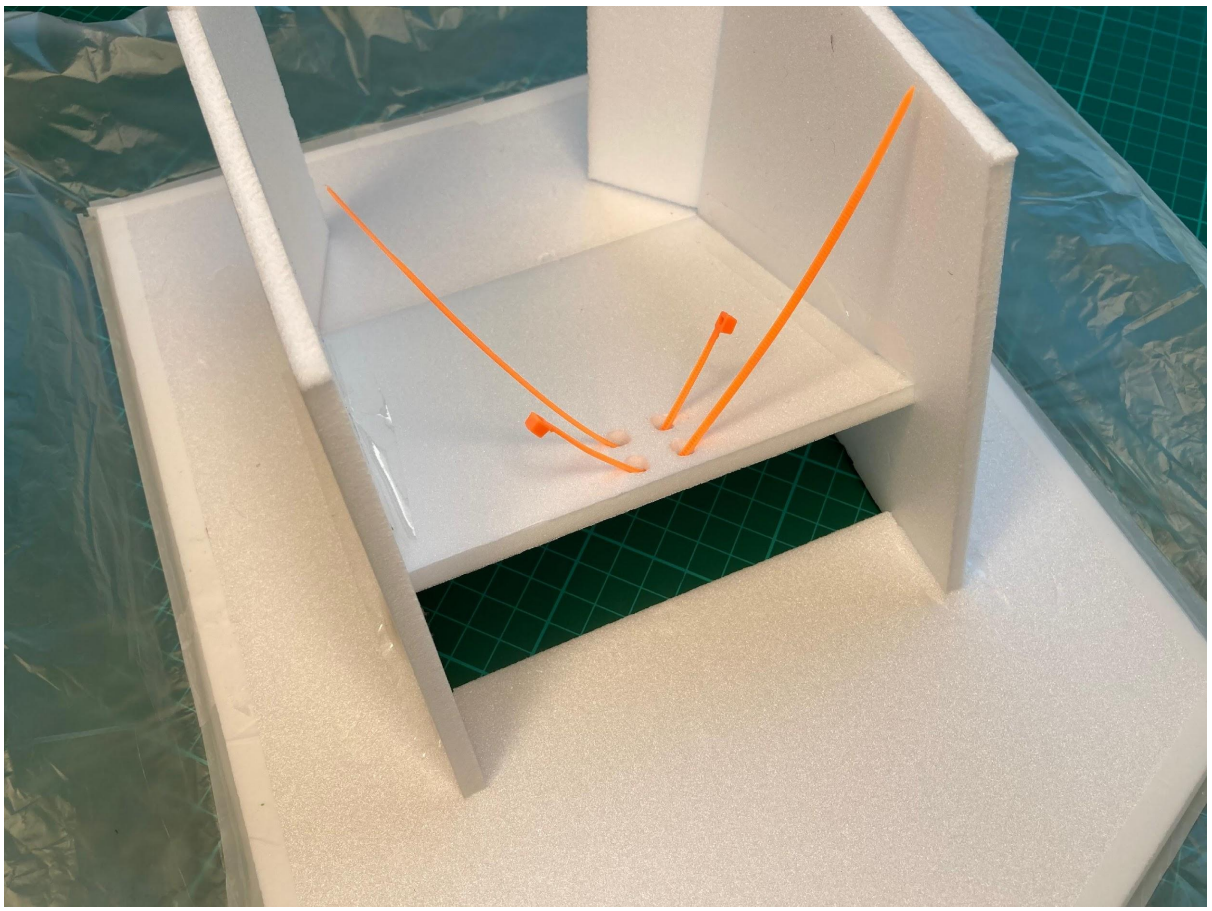
hovercraftel foto – 30

Duw de propeller op de motor-as. Duw de propeller ver genoeg opdat hij goed blijft vast zitten, maar niet te ver opdat hij zonder wrijving kan ronddraaien.

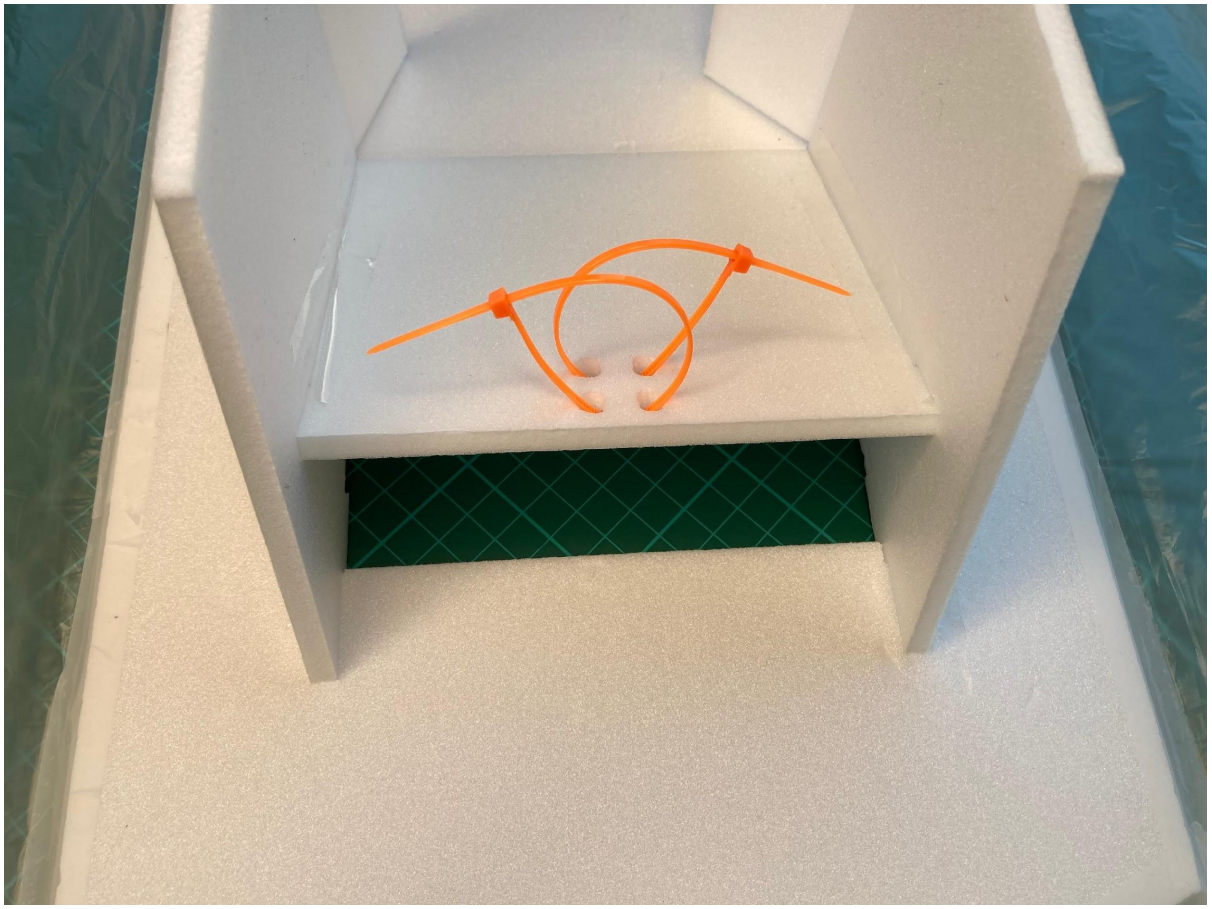


hovercraftel foto – 31

Steek de kabelbinders door de gaatjes in het middendeel, zoals op de foto. Sluit ze tot een grote los, dus trek ze nog niet aan.



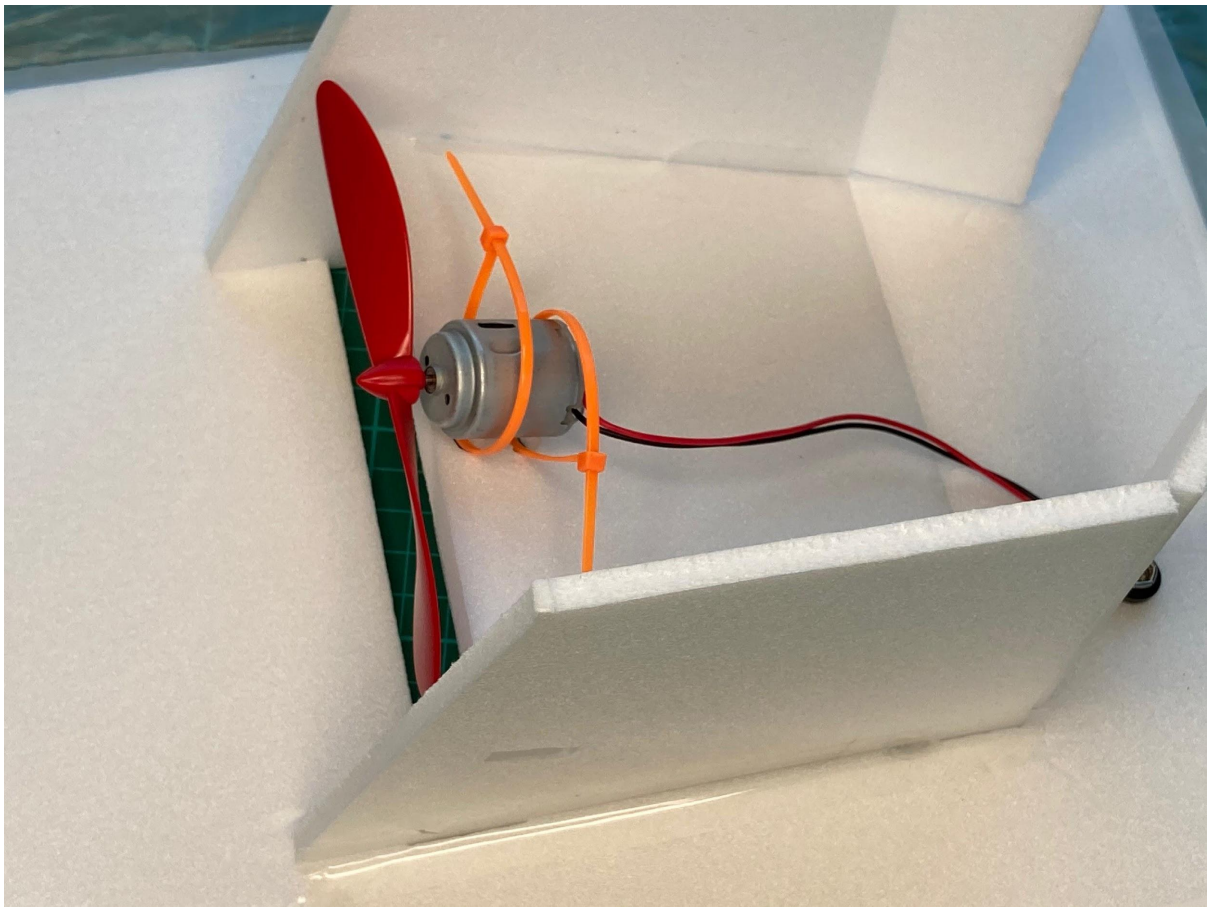
hovercraftel foto - 32



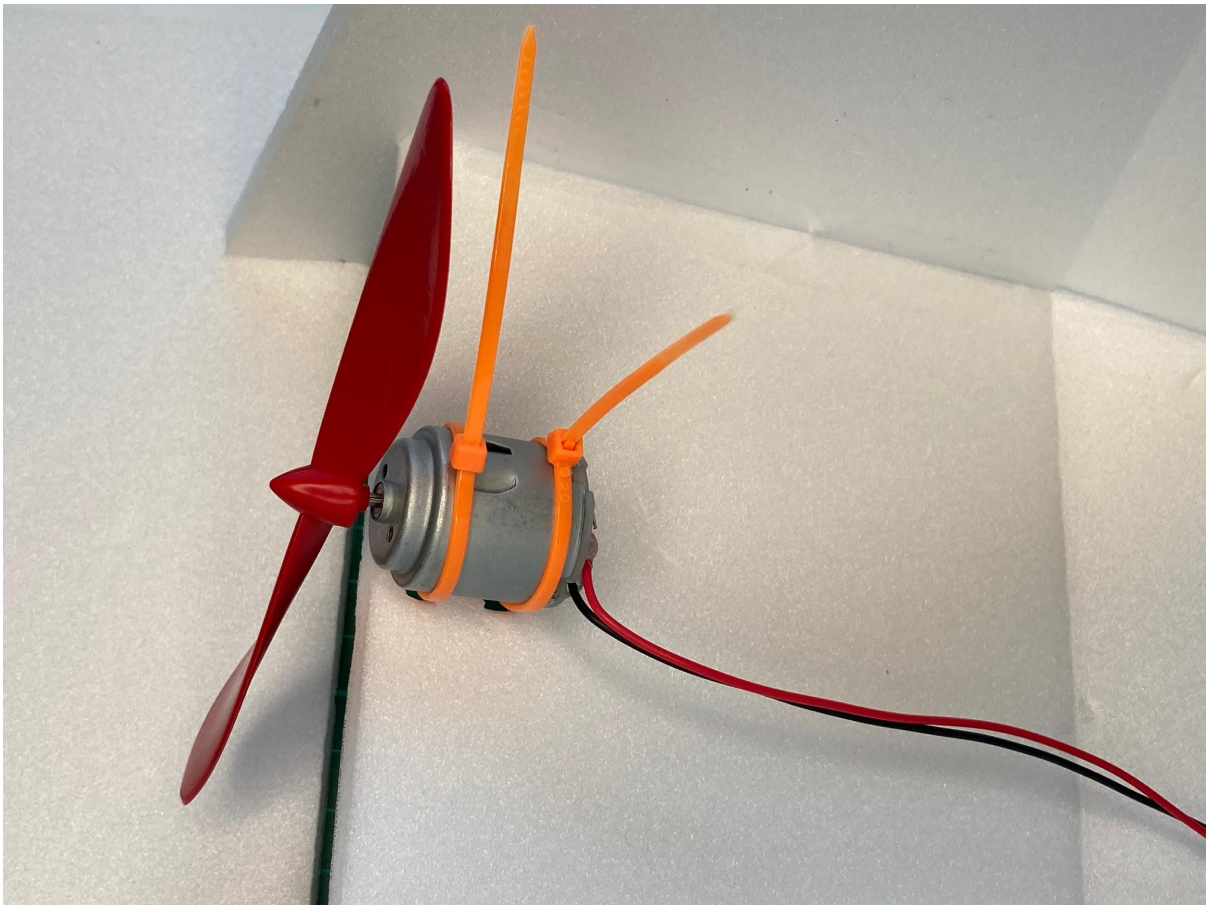
hovercraftel foto - 33

Schuif eerst de draad en vervolgens de motor doorheen de lussen gevormd door de kabelbinders. De kabelbinders worden zachtjes aangespannen, beiden op het dikke deel van het motorlichaam. Span niet te hard aan, de schuimplaat is niet zo sterk en je kan later altijd nog wat bijspannen. Daartoe knippen we de uiteinden van de kabelbinders ook niet af. Als de kabelbinders terug loskomen heb je de lussen binnenstebuiten gemaakt en dien je ze

los te maken en opnieuw te proberen.



hovercraftel foto – 34



hovercraftel foto – 35

Controleer of de propeller vrij kan draaien. Zo niet, verschuif de motor een beetje.

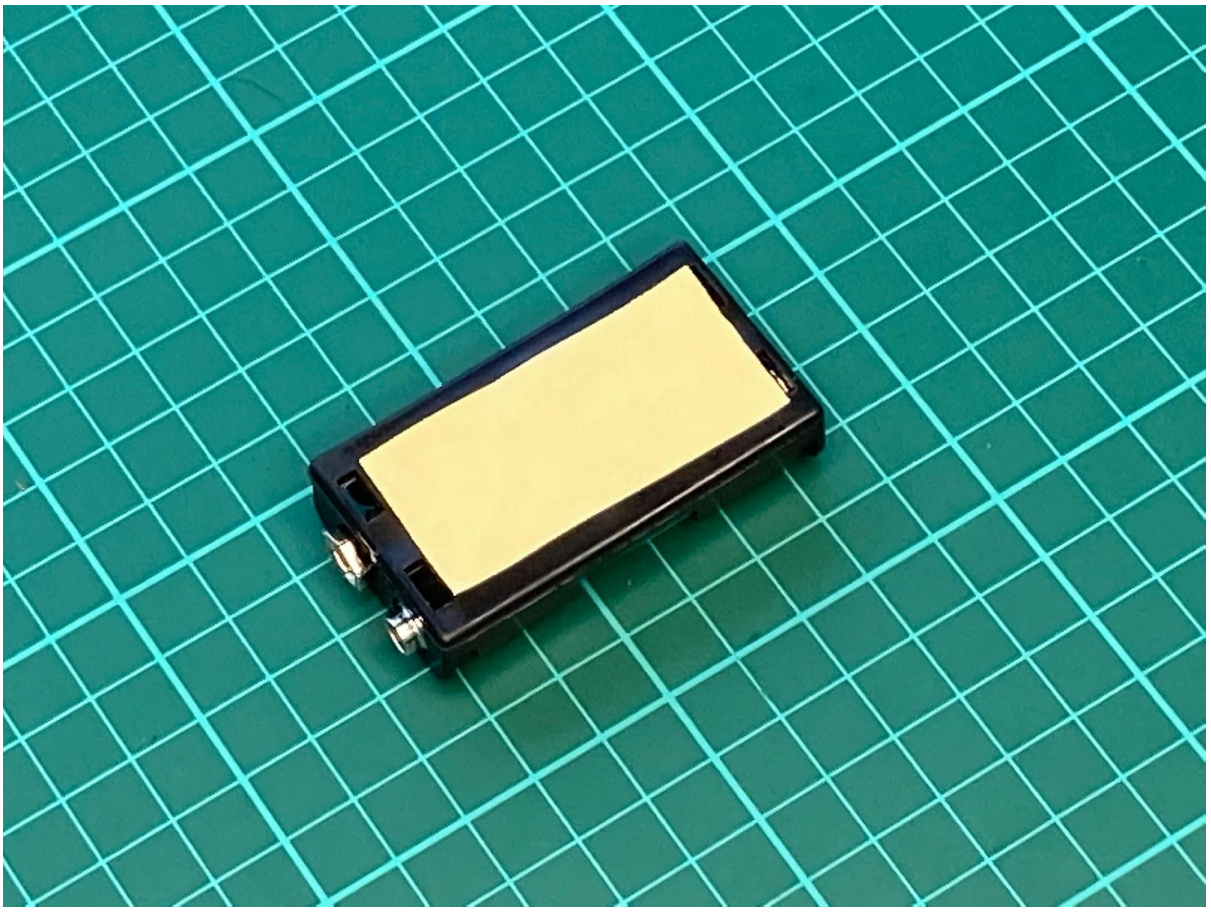
In geval van een kortonnen hovercraft ondersteun je de motor best met een satéstokje dat je dwars onder de motor en het karton steekt.

# Stap 8: batterijhouder monteren en balanceren

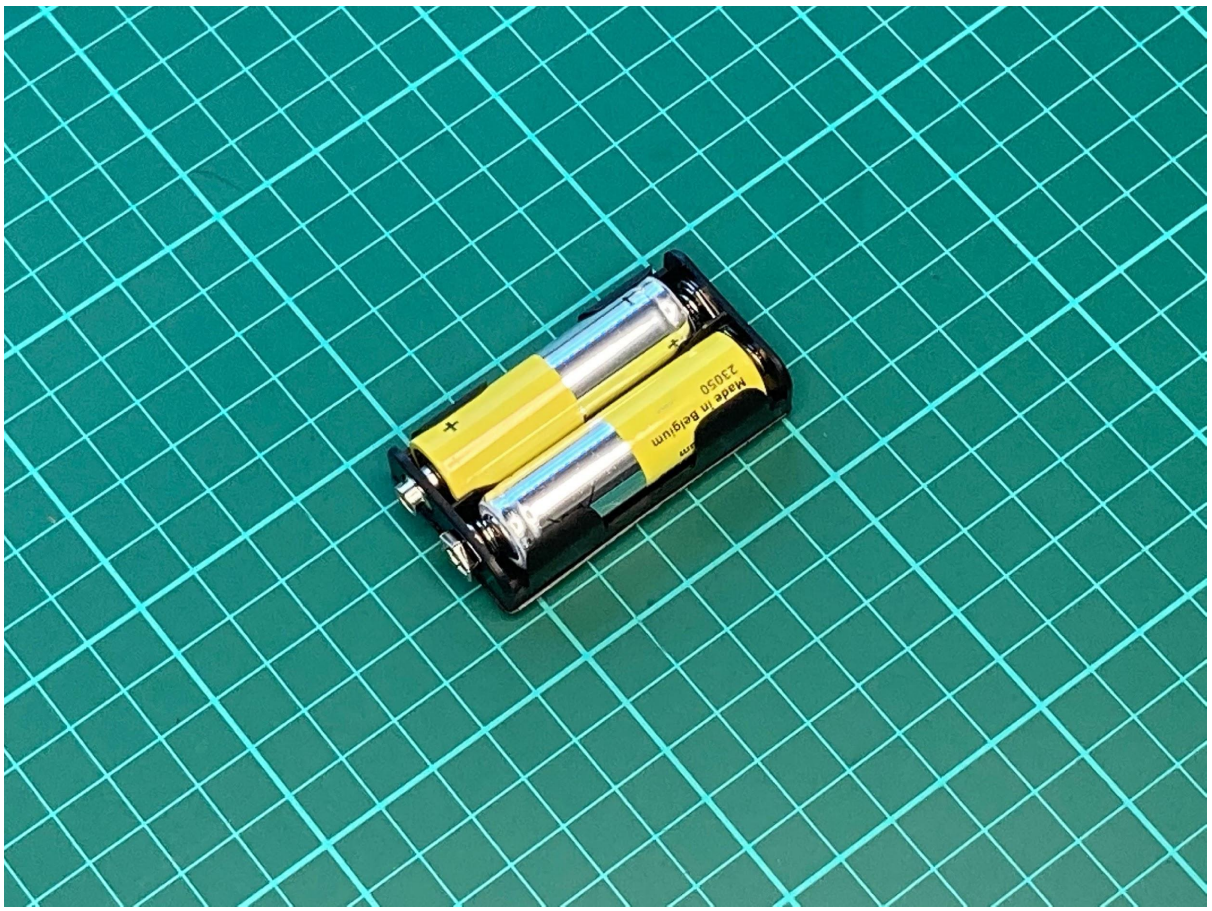
Tip voor de begeleiding: de kinderen die hulp nodig hebben bij het balanceren en even moeten wachten kunnen de hovercraft ondertussen decoreren met licht materiaal. Een piloot of passagiers toevoegen bijvoorbeeld.

Kleef een stuk dubbelzijdige plakband op de achterkant van de batterijhouder. Zorg ervoor dat de plakband niet buiten de batterijhouder uitsteekt. Verwijder de beschermlaag van de dubbelzijdige tape nog NIET. Als je per ongeluk dubbelzijdige plakband op de rok plakt, zal je die niet los krijgen zonder de rok te beschadigen. Steek de batterijen in de batterijhouder

en let daarbij op de + en – op de batterijen en de richting aangegeven in de batterijhouder.



hovercraftel foto – 36

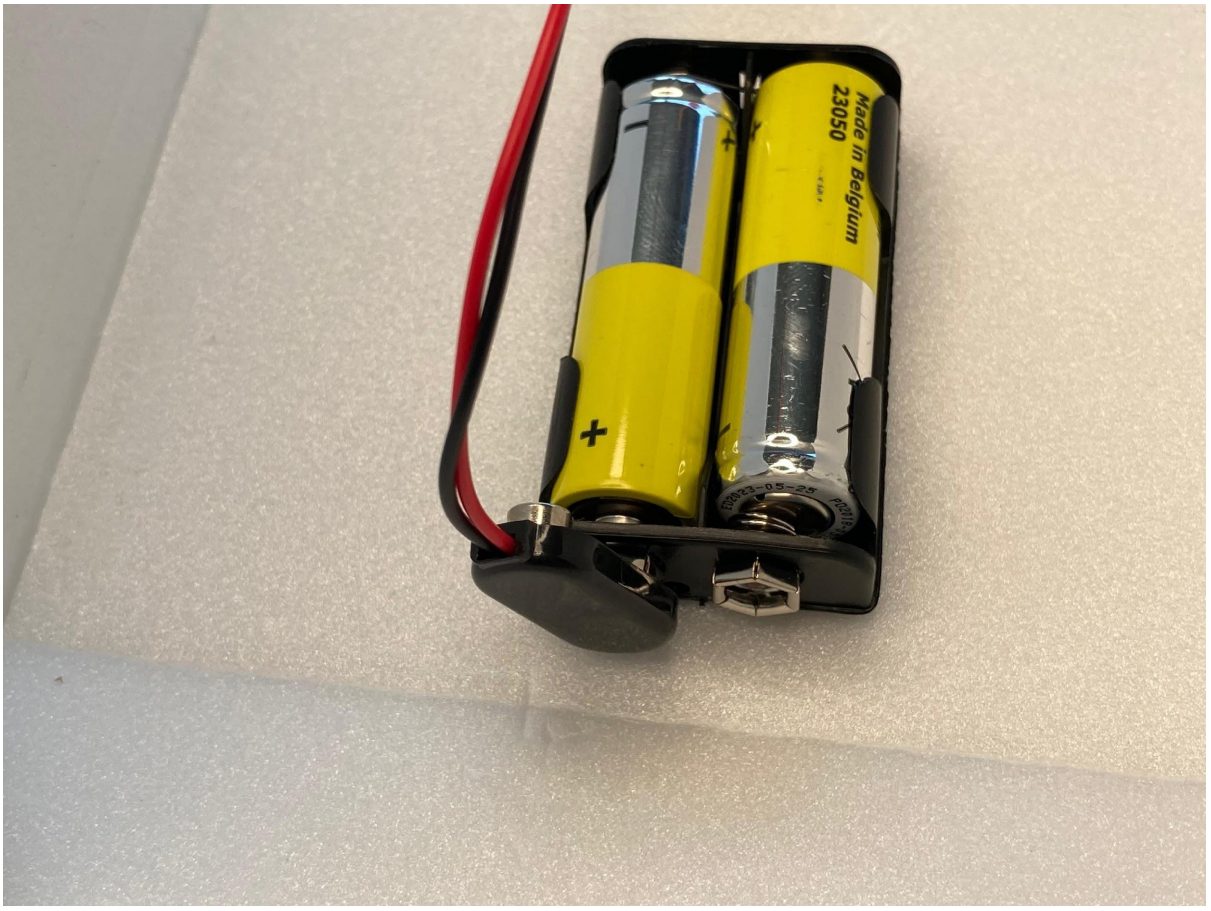



Verwijder de beschermlaag van de dubbelzijdige kleefband en leg de batterijhouder ZONDER AANDRUKKEN ongeveer een centimeter achter de motor, met de contacten naar achter. Druk dus nog niet aan, want het kan straks nodig zijn de batterijhouder een beetje te verplaatsen voor een goed evenwicht.

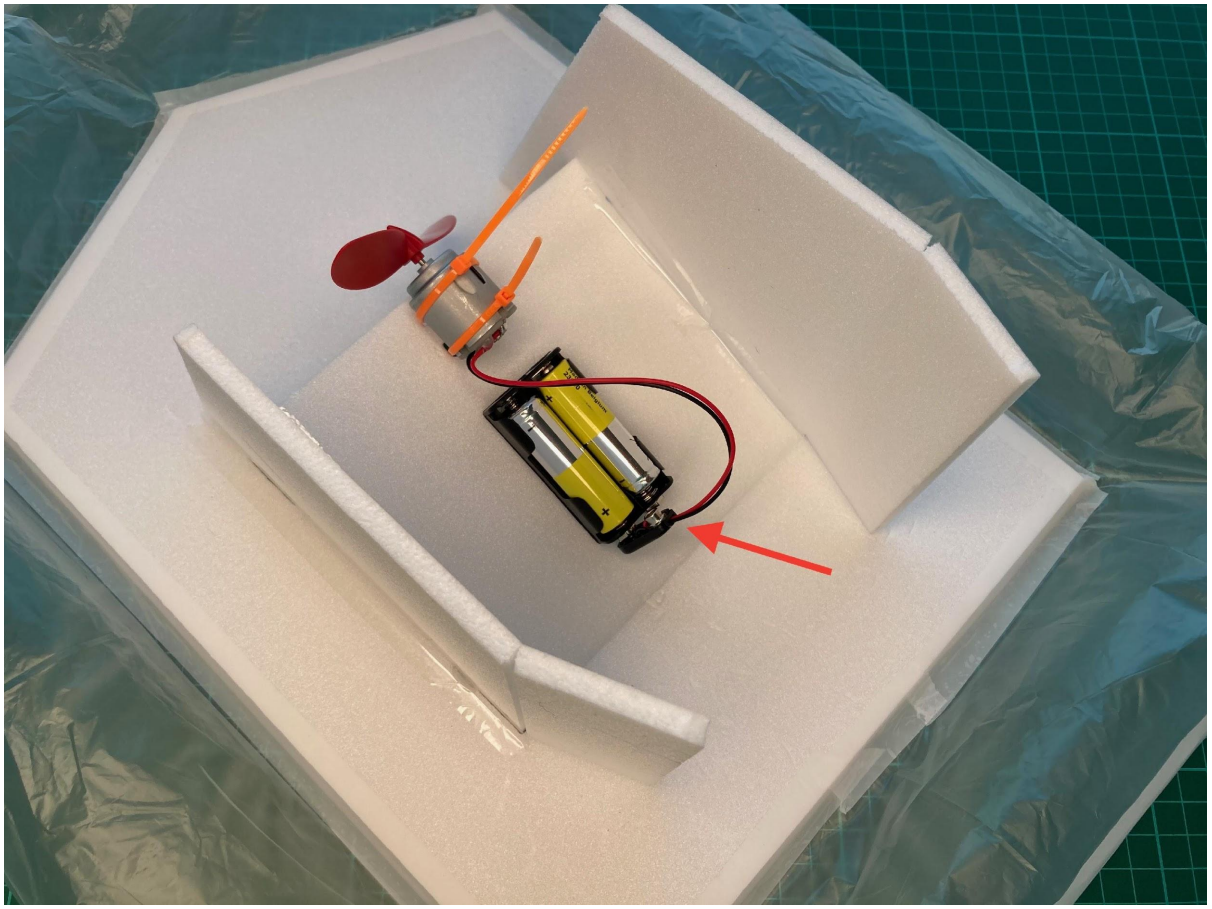
Eens de batterij aangebracht (het grootste gewicht van de hovercraft) neem je die best steeds aan beide kanten tegelijk vast om die op te heffen. Anders kan de schuimplaat losbreken of het karton plooien.

Klik één van de contacten van de draadjes vast op de batterijhouder. Door de batterijclip te draaien kan je verbinding maken met het andere contact opdat de motor draait. Dit werkt dus als schakelaar. Hou je vinger op het ene vastgeklikte contact, zodat het niet zou los springen terwijl je het verdraait. Je moet wel ver genoeg draaien tot het blijft zitten en je een goed contact hebt. Soms heb je niet helemaal goed contact en draait de motor op verminderde kracht. Klik echter nooit beide contacten helemaal vast, want weer los maken om het contact te verbreken kan veel kracht vragen waarbij je de hovercraft mogelijk

beschadigt.



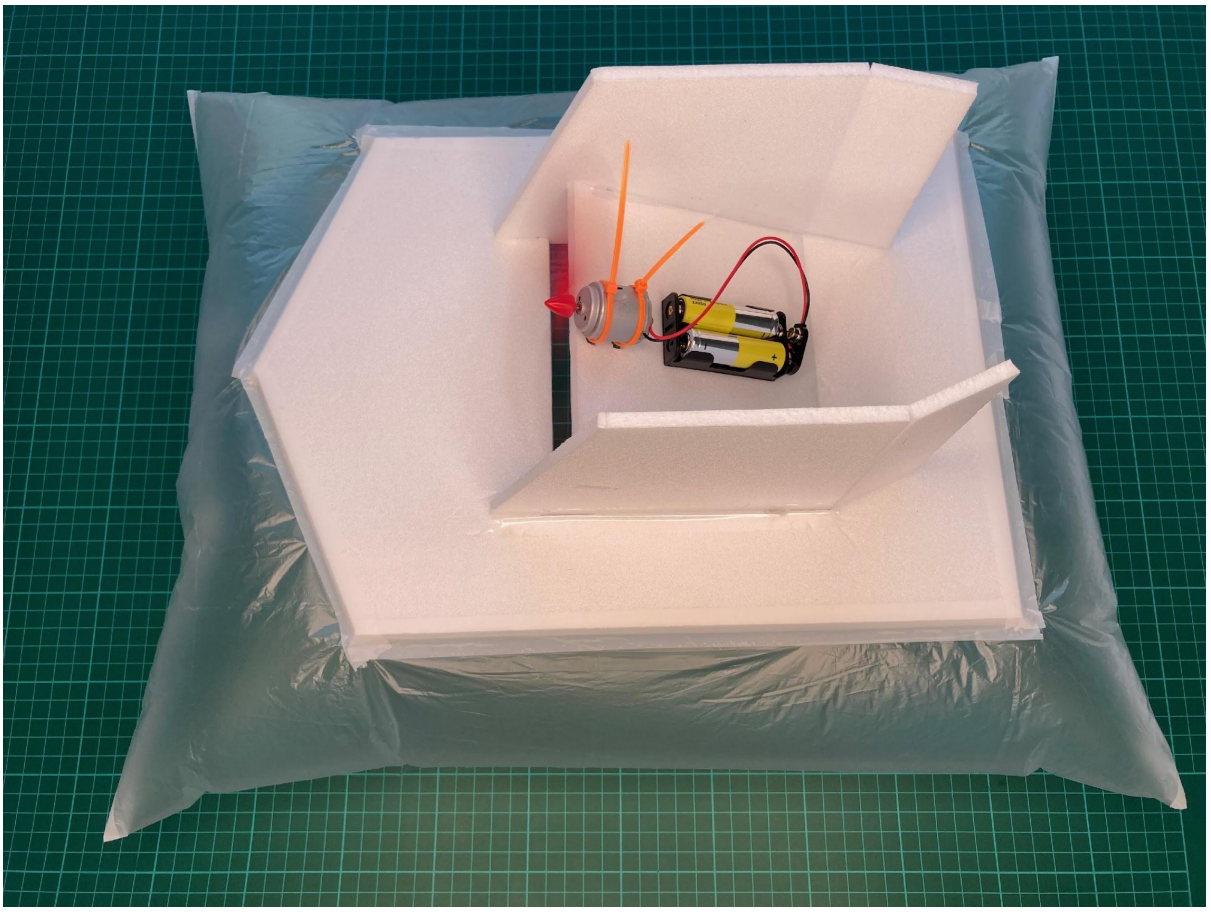

hovercraftel foto - 38



hovercraftel foto – 39

Meestal dien je bij de start de hovercraft een beetje op te heffen en de rok open te schudden. Kijk of de hovercraft rechtop zweeft en niet naar opzij of naar voor of te veel naar achter hangt. Verplaats de batterij tot je dit evenwicht bereikt. Dat de hovercraft tijdens het zweven naar links of naar rechts draait maakt nu nog niet uit, maar als de hovercraft achteraan een klein beetje lager hangt dan vooraan, zal ie beter rechtdoor gaan. Pas als de hovercraft juist zweeft, mag je de batterijhouder op zijn plaats vast drukken, maar hou wel je

hand onder het middendeel opdat je het niet stuk drukt.



hovercraftel foto – 40

Als je de hovercraft zorgvuldig gebouwd hebt, kan je die bochten naar links of rechts laten maken of rechtdoor laten gaan door één van de stuurvinnen in een hoek te zetten en vast te maken met wat plakband. Probeer maar uit welke vin en welke stand welk effect geeft. Ook om rechtdoor te gaan moet je vaak ook één van de stuurvinnen schuin zetten. De ronddraaiende propeller veroorzaakt namelijk ook een draai-effect. Een hovercraft verandert

zo gemakkelijk van richting dat enkele meter rechtdoor zweven al een succes is.



hovercraftel foto – 41



hovercraftel foto – 42

De hovercraft werkt ook op water (zie de foto vooraan dit stappenplan), maar je moet hem wel laten drogen vooraleer weer op het land te gebruiken, anders kleeft de "rok" te veel aan de grond.

Een hovercraft verbruikt veel energie, dus de batterijen lopen snel leeg. Op een half uur zal je al merken dat de kracht afneemt. Je kan ook oplaadbare batterijen gebruiken. Door de lagere spanning kan de kracht in het begin meteen al wat minder zijn, maar die zal langer ongeveer gelijk blijven.

Dit filmpje toont een versie met een afgeronde neus van de rok (veel moeilijker te plakken, deze is gelast), maar voor de rest blijft dat hetzelfde: https://vimeo.com/53351628

# Weetje(s)

Er bestaan ook hovercraft op ware grootte met slechts 1 motor en 1 propeller: https://www.hovercraft.com/content/index.php?main_page=index&cPath=5_33_40

De meeste hebben echter een afzonderlijke propeller voor zweven en voor voortstuwing, vaak met elk een motor.

Er bestaat ook een hovercraft op menskracht: https://www.hovercraft.com/content/index.php?main_page=index&cPath=5_38

Om de hovercraft beter rechtdoor te laten gaan, kan het helpen de motor een klein beetje schuin te zetten. Er is niet veel plaats, want de propeller mag natuurlijk niet botsen, maar een klein beetje kan genoeg zijn. Dit wordt ook toegepast op eenmotorige vliegtuigen. Dit filmpje legt het uit in het Engels: https://www.youtube.com/watch?v=v_5PRSndKYo