

# Onderzoeksverslag

## *Drones voor reddingsoperaties*



Ministerie van Defensie



Technasium



**Haier Biomedical**  
Intelligent Protection of Life Science

**Delft Dynamics**

**Boessenkool**  
MACHINEFABRIEK  
Osse Equipment Manufacturing Group

**Namen:** Mohammad Khaled Yasin, Felix Roeterdink, Pepijn de Graaff, Pieter Oosterling

**Naam opdrachtgever:** Ministerie van Defensie

**Opdrachtgever:** Bart de Graaff

**Naam docent:** Meneer K. Sluiter

**Experts:** Haier Biomedical - Delft Dynamics - Boessenkool

**School:** Christelijk Lyceum Delft - Molenhuispad

**Leerjaar:** 4 vwo Technasium

**Datum:** 01-05-2026

**Klas:** V4g

**Versie:** 1

# Voorwoord

---

Dit onderzoek is gedaan voor het vak Onderzoek & Ontwerpen en in samenwerking met het Ministerie van Defensie. Het doel van het project is om een ontwerp te maken voor

Het onderzoeksteam bestond uit Felix Roeterdink, Mohammad Khaled Yasin, Pepijn de Graaf en Pieter Oosterling. leerlingen van klas 4 vwo Technasium van het Christelijk Lyceum Delft.

Wij willen de opdrachtgever Bart de Graaff van het Ministerie van Defensie bedanken voor de kans en het vertrouwen om dit onderzoek uit te voeren. Met dit onderzoeksrapport hopen wij een bijdrage te leveren aan het helpen van gewonde soldaten op het front.

*Wij wensen de lezer veel leesplezier!*

# Inhoudsopgave

---

Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
1. Inleiding	5
2. Projectplan	6
3.1 Bestaande ideeën (Oriëntatie)	7
3.2 Reddingsystemen	19
3.3 Reddingsoperaties	23
<b>3.4 Omstandigheden drone</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Features</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Materialen Onderzoek</b>	<b>31</b>
<b>3.7 Juridische kaders</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Oriëntatie conclusie</b>	<b>37</b>
<b>5. PvE</b>	<b>42</b>
<b>6. Ideefase</b>	<b>44</b>
<b>7. Conceptfase</b>	<b>47</b>
<b>8.1 Materiaal</b>	<b>51</b>
<b>8.2 Apparatuur aan boord</b>	<b>53</b>
<b>8.1 Iteratie 1: Model van UHMWPE</b>	<b>55</b>
<b>9.1 Iteratie 2: Skelet van Aluminium T6</b>	<b>58</b>
<b>9.2 Iteratie 3: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B)</b>	<b>61</b>
<b>10.1 Iteratie 4: Aanpassing aan skelet en rest-module</b>	<b>62</b>
<b>11.1 Kostenraming</b>	<b>64</b>
<b>12 Conclusie</b>	<b>65</b>
<b>13 Discussie</b>	<b>67</b>
13. Bronnen	67
<b>14. Bijlage</b>	<b>76</b>
<b>Berekening 1: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B) - Iteratie 3</b>	<b>79</b>
<b>Berekening 2: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B) - Iteratie 4</b>	<b>80</b>
<b>Berekening 3: Rest-Module (buiten) - Iteratie</b>	<b>81</b>
<b>Berekening 4: Rest-Module (buiten) - Iteratie</b>	<b>81</b>

# 1. Inleiding

---

Tijdens militaire operaties raken regelmatig soldaten gewond op locaties waar medische hulp niet direct beschikbaar is. Hierdoor kan kostbare tijd verloren gaan voordat een gewonde de juiste zorg ontvangt. Defensie heeft daarom de opdracht gegeven om onderzoek te doen naar de mogelijkheden van een medische reddingsdrone.

In dit verslag wordt onderzocht hoe een drone kan worden ontworpen die effectief en verantwoord medische hulp kan verlenen in extreme of afgelegen omstandigheden. Hiervoor is onderzoek gedaan naar bestaande drones, medische procedures, materialen, wetgeving en de omstandigheden waarin de drone moet functioneren. Op basis van deze onderzoeken is uiteindelijk een ontwerp ontwikkeld dat aansluit bij de gestelde eisen.

## 2. Projectplan

---

### Probleemstelling

Tegenwoordig wordt er helaas over de hele wereld nog elke dag oorlog gevoerd. Hierbij raken mensen vaak (zwaar) gewond op een plek waar het moeilijk is om hulp te ontvangen van mensen, terwijl dat vaak wel nodig is. Dit zorgt ervoor dat er vele onnodige slachtoffers vallen, ook als de verwondingen eigenlijk heel makkelijk te verzorgen zijn. Het ministerie van Defensie heeft zich voorgenomen om het aantal slachtoffers te verminderen door een manier te creëren waarop mensen die eerder niet geholpen konden worden toch de nodige hulpverlening aan te bieden. Dit wil het ministerie doen door middel van drones. Nederland en vele andere landen gebruiken al drones voor offensieve en defensieve missies, om bijvoorbeeld aanvallen uit te voeren, maar er wordt nu ook gewenst dat drones in de toekomst ook voor ondersteunende en hulpverlenende doeleinden.

Alleen zijn er nog veel problemen die opgelost moeten worden voordat dit in de praktijk gebracht kan worden. Om deze problemen op te lossen moet er eerst goed onderzoek uitgevoerd worden naar punten als bijvoorbeeld veiligheid, toepasbaarheid en stevigheid. Op basis daarvan kan dan een ontwerp gemaakt kunnen worden.

### Onderzoeksvraag

Wij hebben de opdracht gekregen om hiervoor een oplossing te ontwerpen en ontwikkelen. Daarvoor hebben wij een algemene onderzoeksvraag en 10 deelvragen opgesteld, zoals zichtbaar in het projectplan. Hier is de onderzoeksvraag nog een keer: "Hoe kan een drone worden ontworpen die effectief en verantwoord medische hulp kan verlenen in extreme of afgelegen omstandigheden om onnodige slachtoffers te beperken?"

### Plan

Vervolgens hebben we een stappenplan opgesteld verdeeld in 8 stappen met daarin deelstappen. Dit stappenplan bevat een duidelijke aanpak voor het onderzoeken en ontwerpen van een drone- en reddingssysteem om soldaten (die bijvoorbeeld gewond zijn) te redden. Hierdoor kunnen we makkelijk de taken verdelen en plannings mee opstellen, omdat alles duidelijk is verdeeld in kleine stappen. Tijdens het werken aan een stap verwerken we alles zorgvuldig in het verslag, zodat het zo goed mogelijk gedocumenteerd is. Nadat we een stap hebben afgerond, kunnen we doorwerken aan de volgende deelstap. Nadat we alle stappen hebben afgerond gaan we nog een conclusie schrijven en dat verwerken in een presentatie.

### Ontwerpen

Dit project is een ontwerpproject, daarom moeten we naast ons verslag ook een ontwerp maken en dat uitwerken tot een uiteindelijk eindproduct. Ook dit wordt verwerkt en is zichtbaar in ons verslag. Daarnaast worden de ontwerpen tastbaar gemaakt door de ontwerpen te laten 3D printen of door spuugmodellen te maken. Ook kunnen we de technische tekeningen uitprinten voor duidelijkheid over de vorm en grootte.

## 3.1 Bestaande ideeën (Oriëntatie)

---

### Inleiding

Om een duidelijker beeld te krijgen van bestaande ontwerpen en geïntegreerde functies is het handig om eerst te oriënteren. Hierbij worden er verschillende methodes gebruikt. Met behulp van gemaakte persona's kan er aandacht worden gegeven aan de belangen van de slachtoffers en personen die bij dit ontwerp betrokken zijn. Daarnaast zullen er ook infographics gemaakt worden om een overzichtelijke weergave te maken, bijvoorbeeld met de toegevoegde functies.

### Bestaande drones

In deze paragraaf wordt georiënteerd op Drones die al operationeel zijn in het leger. De drones zullen gerangschikt worden van klein naar groot, dan kunnen . In de conclusie worden kenmerken meegenomen zoals gewicht, grootte, bouwkosten, draagkracht en stevigheid.

#### Jouav PH-20

De JOUAV PH-20 is een opvouwbare, compacte drone. Dit maakt hem ideaal voor transport van en naar verschillende locaties. De drone heeft verschillende opties voor camera's: camera's met optische zoom, mapping camera's, laser scanners, thermische camera's, 3d modellering camera's of zelfs lidar. Hierdoor is het ideaal om gebied te verkennen. Ook kan je de camera eraf halen om er zelf andere apparatuur op te monteren.



	Draagkracht	Snelheid	Vliegtijd	Range
specificaties	10 kg	72 km/h	55-100 min	30 km

#### Jouav CW-30E

Dit is een verbeterde versie van de Jouav PH. Door de geïntegreerde vaste vleugel kan deze drone afwisselen van hovermodus naar een vliegtuigmodus. Deze hybride drone beschikt zelf over functies...



	Draagkracht	Snelheid	Vliegtijd	Range
specificaties	8kg	90 km/h	600 min	50 tot 100 km

### DJI Flay Cart 30

Deze drone beschikt over een grote draagkracht gecombineerd met een lange vliegtijd die uitsteekt in zijn soort. Hij is ontworpen met functies die ervoor zorgen dat hij een moderne leverdrone is.



	Draagkracht (Dual Batteries)	Draagkracht (Single Battery)	Snelheid	Vliegtijd	Range (zonder payload)	Range (met payload)
specificaties	30 kg	40kg	54 km/h	600 min	28 km	16 km

### Griff aviation 300

De Griff aviation 300 is een van de krachtigste niet voor militaire doeleinden ontworpen drones. Dit omdat hij een enorme draagkracht heeft. Daarbij zou je nog wel de uitrusting aan de drone moeten monteren en eventueel een nog grotere batterij kunnen toevoegen, maar door de grote draagkracht is dat helemaal prima mogelijk. Momenteel wordt de drone vooral gebruikt voor zware leveringen en in afgelegen gebieden. Ook wordt het in de industrie gebruikt voor transport of inspecties.



	Draagkracht	Snelheid	Vliegtijd	Range
specificaties	225 kg	60 km/h	30 tot 40 km	10 tot 30 km

### Ehang EH216-S

Dit is een autonome drone voor twee personen die als eerste ter wereld een volledige certificering ontving van CAAC. Dit toestel beschikt over 16 motoren en wordt elektrisch gedreven. Het werd ontworpen voor stedelijke mobiliteit, toerisme en logistiek. Dit voertuig wordt voornamelijk toegepast als lucht taxi, stedelijk vervoer of noodhulp.



	Draagkracht	Snelheid	Vliegtijd	Range	Laadtijd
specificaties	220 kg	100 km/h	~21 min	30 km	~2 h

### DraganFly Heavy Lift

Deze drone beschikt over een modulair payload ontwerp, wat ervoor zorgt dat het gemakkelijk kan wisselen in de materialen die het optilt (aanpasbare laadcapaciteit). Bovendien bezit het een 4K-zoomsensoren een radiometrische warmtebeeldcamera. Daarnaast is het voorzien van een laser-afstandsmeter met een bereik van 2400 meter, waarmee het bereik van de drone met DTC BluSDr-antenne met maar liefst 10 km kan worden vergroot. Dit monster is zelfs goedgekeurd door het Amerikaanse Ministerie van Defensie. Het wordt voornamelijk toegepast bij luchttransport, zoals het vervoeren van goederen naar afgelegen locaties. Tot slot is het ook zeer geschikt voor noodhulp en rampenbestrijding. Zo worden er essentiële goederen geleverd tijdens crisissituaties.



	Draagkracht	Snelheid	Vliegtijd	Range
specificaties	30 kg	64,69 km/h	18-55 min	30 km

### Freefly ALta X

Dit is een professionele "heavy-lift" drone. Het is voornamelijk ontworpen voor industriële en cinematografische toepassingen. Toch beschikt deze drone over meerdere functies die ook heel handig zijn voor militaire toepassingen. Het is een uitblinker in de positionering door de integratie van de Freefly RTK GPS. Ook is het mogelijk dat de draagkracht verdeeld kan worden over de drone (voornamelijk hangend onder de drone en liggend boven de drone). Door de mogelijkheid om geavanceerde camera's aan boord te hebben gecombineerd met de uitstekende MAVSDK API software, RTK systeem, LiDAR sensoren is het de koploper op z'n soort. De prijs ligt rond de 16.000 dollar.



	Draagkracht	Snelheid (max)	Vliegtijd	Range
specificaties	16 kg	95 km/h	22-50 min	1.5 km

### T-Drones M1200

Ondanks de lage draagkracht die deze drone heeft, beschikt het over andere functies die militaire operaties wel nodig zouden kunnen hebben. Het is speciaal ontworpen voor het in kaart brengen en landmeetkunde. Door de



T-motor wordt deze drone op een efficiënte manier aangedreven. Het voertuig bestaat uit aluminium waardoor het zichzelf kan vouwen voor bescherming en draagbaarheid. Bovendien automatiseert het eenvoudig vliegroutes door de intelligente waypoint-instellingen. Tot slot is de prijs vergeleken met andere drones zeer laag en vergeleken met de functies van de drone zelf wel begrijpelijk.

	Draagkracht	Snelheid (max)	Vliegtijd	Range
specificaties	5 kg	53,9 km/h	68 min	30 km

### Matternet M2

Dit is een klein voertuig dat een beperkt aantal functies heeft. Het is ontworpen voor gebruik bij zeer lage temperaturen (~17,7 graden Celcius) tot zeer hoge temperaturen (~45 graden Celcius). Ook biedt het weerstand tegen harde windvlagen tot 12 m/s. Ook beschikt het over een afleversysteem met kabel voor het afleveren van payloads in privéruimtes. Daarnaast maakt dit voertuig gebruik van 4G LTE-banden B2, B4 en B17 wat zorgt voor nauwkeurigheid en stabiele verbindingen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	Vliegtijd	Range
specificaties	2 kg	576 km/h	15-30 min	20 km

### Mandrill UGV

De Mandrill UGV is een unmanned ground vehicle, eigenlijk een rijdende drone. Dit is een van de betere bestaande drones door de gigantische draagkracht van 750 kilo. De drone kan 200 kilometer rijden op één batterijlading en dat met een snelheid van 100 km/h. De drone is standaard al modulair en heeft een groot oppervlak in het midden waar mogelijke uitrusting geïnstalleerd kan worden. Er is geen vaste uitrusting die al meteen compatibel is met de software, maar er zouden integraties ontworpen kunnen worden.



	Draagkracht	Snelheid	Rijtijd	Range
specificaties	750 kg	100 km/h	200 km	10 tot 30 km

### Rheinmetall Mission Master SP

Deze drone behoort tot de Rheinmetall Mission Master family. Het is een onopvallend onbemand grondvoertuig dat is ontworpen om soldaten die te voet zijn te ondersteunen en het gevaar voor hen te verminderen tijdens risicovolle situaties. Daarnaast is hij ook bedoeld voor stille observatieoperaties en het vervoeren van ladingen en bevoorradingsmissies. Door z'n stille modus kan hij soldaten in ernstige situaties volgen als een extra maatje. Deze soort is volledig elektrisch



	Draagkracht	Snelheid (max)	Snelheid (max) water	rijtijd	Range
specificaties	1000 kg	40 km/h	5 km/h	~8h (batterij) 140-180 km	50 km

### Mission Master SP2

Dit is de opvolger van de Mission Master SP waarbij de feedback van de geallieerde strijdkrachten is verwerkt in het concept. Evenals zijn voorouder beschikt is deze stealth-drone uitgerust met een batterij voor zeer mobiele operaties in zware omstandigheden. Doordat deze soort over geavanceerde amfibische capaciteiten beschikt, is het mogelijk om hem naadloos van zee- naar landoperaties over te schakelen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	Snelheid (max) water	rijtijd	Range
specificaties	1000 kg	40 km/h	5 km/h	~8h (batterij) 140-180 km	50 km

**Rheinmetall Mission Master CXT**

Ook deze drone behoort tot de Rheinmetall Mission Master family. Anders dan de andere soort kan deze tientallen uren rijden met zware ladingen (zelfs onder de meest onherbergzame omstandigheden) door de hybride aandrijving. Ook dit monster kan door de amfibische capaciteiten zowel bij landoperaties als operaties aan zee aanwezig zijn.



	Draagkracht	Snelheid (max)	Snelheid (max) water	rijtijd	Range
specificaties	1000 kg	70 km/h	4 km/h	~tientallen uren	400 km

**Rheinmetall Mission Master XT**

Tot slot is deze drone ook onderdeel van de Rheinmetall Mission Master family. Dit concept wederom ontworpen om soldaten een extra maatje te geven dat hen sterk kan voorraden en beschermen. Dit model wordt aangedreven een turbodieselmotor. Door amfibische capaciteiten weet ook dit model in een mum tijd zich klaarmaken voor de zee of juist voor de



is  
kan  
door  
van  
zon.

	Draagkracht	Snelheid (max) land	Snelheid (max) water	rijtijd	Range
specificaties	1000 kg	40 km/h	5 km/h	~tientallen uren	600-750 km

**HZH Y150 Transportation Drone**

Deze drone wordt voornamelijk gebruikt voor landbouwbespuiting. Het beschikt over een zeer nauwkeurig obstajeldetectiesysteem dan in complexe stedelijke omgeving obstakels kan detecteren en vermijden. Naast landbouw wordt dit ontwerp ook op andere gebieden toegepast. Dankzij de communciatierelaisfunctie kan het het



rampgebied en het commandocentrum ter plaatse snel en tijdig op de hoogte houden van de meeste recente informatie over de ramp. Zo is het commandocentrum in staat reddingsstrategieën te formuleren en hulpgoederen te transporteren.

	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	60 kg	72 km/h	44 min	5 km

### THEA 200MP

Dit is een veelzijdig platform ontworpen voor meerdere toepassingen, zoals reddingsoperaties, logistiek en brandbestrijding. Door het hoge laadvermogen is deze drone een ideale oplossing voor missies die langere vliegtijden vereisen. Het is uitgerust met dubbele GPS voor zeer nauwkeurige positionering en twee radars voor het vermijden van obstakels. Het wordt toegepast bij brandbestrijding, reddingsmissies en verkenning.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range zonder payload	Range met payload
specificaties	70 kg	90 km/h	45 min	67,5 km	27 km

### FlyingBasket FB3

Het hoofddoel van het ontwerp van de Flying Basket FB3 is logistieke automatisering op moeilijk bereikbare plekken. Deze drone is ontworpen met veiligheid als belangrijkste prioriteit. Dit komt voornamelijk door de 8 motoren (coaxiale quadcopter). Ook beschikt het over een reeks functies om veilige werking en missiezekerheid te garanderen, zelfs in de meest uitdagende omgevingen. Het wordt gezien als een milieuvriendelijke en duurzame vervanger van helikopters en vliegtuigen met verbrandingsmotoren. Dit ontwerp wordt namelijk volledig aangedreven door elektriciteit.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	100 kg	108 km/h	10-25 min	5-25 km

### MQ-9 Reaper

De MQ-9 reaper is ontworpen om doelen snel uit te schakelen. Hiernaast wordt de Reaper gebruikt voor verkenningsmissies, inlichting en bewaking. Zo is het door de Amerikaanse regering al eerder gebruikt, bijvoorbeeld in Irak en Afghanistan. Door de ground data terminal-antenne heeft dit beest een directe binding bij het opstijgen en landen met het ground control station. Als het eenmaal in de lucht is, schakelt de vlieger over naar de satellietverbinding. Hierdoor kan het overal ter wereld bediend worden.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	1701 kg	440 km/h	27-30 h	1.850 km

### MQ-9B SkyGuardian

Deze drone is bedoeld voor langeafstandsverkenningen en precisiebombardementen. Bovendien wordt het vliegtuigje ook gebruikt voor reddingsoperaties of luchtfotografie. Het vliegtuigje is ook nog uitgerust met een revolutionaire radar, een geavanceerde elektro-optische/infrarood sensor en een grotere spanwijdte dan zijn voorgangers.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	2.155 kg	389 km/h	~40 h	11.112 km

### MQ-9B SeaGuardian

Dit is de mariem georiënteerde variant van de SkyGuardian. Dit komt door de functie dat maritieme sensoren eenvoudig te monteren en demonteren zijn. De SeaGuardian is ontworpen om via satelliet in zware weersomstandigheden boven de horizon te kunnen blijven vliegen. Dit geeft



het de functie dat gezamenlijke strijdkrachten en civiele autoriteiten overal in het maritieme domein bewust zijn van wat er daadwerkelijk gebeurt. Het doet als het ware een realtime onderzoek.

	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	2.177 kg	389 km/h	30-40 h	11.112 km

### **Avilus "Grille" (Cirket) Medicopter**

Deze drone is volledig geïntegreerd met standaard gevechtsmanagementsystemen voor realtime toegang tot missiegegevens, logistieke capaciteiten, operatiekamerstatus en sensorfeeds. Dankzij de hoge automatiseringsgraad kunnen twee operators samen missies beheren en bewaken. Dit ontwerp vormt is een aanvulling op de standaardmiddelen in de evacuatiemiddelen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	110 kg	84,96 km/h	15-20 min	25-35 km

### **BAE Systems T-650**

Dit is een volledig elektrische onbemande luchtvaart die is ontworpen voor zowel civiele als militaire doeleinden. Daarnaast wordt het ook toegepast voor toepassingen als wapenafgifte en evacuatie. Hierdoor helpt het om militair personeel te beschermen in gevaarlijke situaties of rampgebieden. Wel is het voornamelijk geschikt voor korte afstanden.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	300 kg	140 km/h	10-30 min	30 km

### **Dufour Aerospace /Legionair Tactical UAV's**

Dit is een onbemand en hybride vliegtuig dat ontworpen is voor veeleisende militaire en veiligheidsoperaties. Door de geïntegreerde systemen is het zeer geschikt voor logistieke-,



bewakings- en tactische missies en voornamelijk in complexe omgevingen. Daarnaast wordt het ook gebruikt voor veilig transport van essentiële voorraden. Dankzij de grote VTOL-capaciteit, het grote bereik en betrouwbaarheid kunnen operaties op een snelle en flexibele manier worden uitgevoerd.

	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	40 kg	169,92 km/h	3 h	400 km

### Ironclad (UGV)

Dit is een drone die voornamelijk logistieke taken heeft zoals verkenning op het front. Het is ook ontworpen voor gevechtssteun. Het voertuig is uitgerust met thermische camera's. Met de geïntegreerde ShaBlya M2-gevechtskoepel is het gevechtsplatform in staat om vijanden op afstand te bestrijden.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	350 tot 400 kg	72 km/h	10 h	130 km

### Drone4Emergency

Dit is een drone die wordt ingezet door hulpdiensten om levens te redden en situaties in kaart te brengen. Deze drone wordt voornamelijk ingezet voor medische transporten, zoek- en reddingsoperaties. Dit ontwerp heeft het vermogen om vermiste personen of brandhaarden op te sporen met behulp van de thermische-/infraroodcamera's.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	2,7 tot 4 kg	82,8 km/h	30 tot 35 min	5 tot 7 km

### Little Ripper

De Little ripper is een kleine drone die al veel ingezet wordt voor reddingsmissies bij de kust of op zee. Deze drone had camera's en mogelijkheden om mensen op te



sporen met behulp van ai en menselijke toezichhouders. Vervolgens kan de drone reddingsmiddelen als opblaasbare vloten laten vallen om hulp te bieden

	Draagkracht	Snelheid	Rijtijd	Range
specificaties	750 kg	100 km/h	200 km	10 tot 30 km

### Tactical Robotics Cormorant

De tactical Robotics Cormorant is een Israelische drone die ingezet wordt als op afstand bestuurbare vliegende auto. Het doel van deze drone is inzet in zoek- en reddingsoperaties van onder andere het leger, waar het ingezet kan worden om plekken te bereiken die moeilijk met bijvoorbeeld een helikopter te bereiken zijn. Door voortstuwing van een ducted fan kan hij verticaal opstijgen en landen, hoveren en ook normaal vliegen. Ook kan hij heel precies vliegen en zich daardoor door kleine openingen bewegen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	500 kg	180 km/h	2,5-5 h	100 km 50 km met max lading van 500 kg

### Ambulance drone

De ambulance drone is een drone ontworpen in Nederland door studenten aan de TU Delft. Het doel van deze drone is om te zorgen dat er overal een AED beschikbaar is. De drone kan bestuurd worden door een medewerker van de alarmcentrale en naar jouw locatie gestuurd worden. Hier kan een bijstander de ingebouwde AED aanbrengen op het lichaam van een slachtoffer van een hartaanval en wordt een schok aangebracht om het slachtoffer te helpen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	5 kg	100 km/h	30 min	20 km

### UMS Skeldar V-200

De UMS Skeldar V-200 is een drone ontworpen in Zweden die gebruikt wordt als helikopter en onbemand vliegend voertuig. Het wordt vooral ingezet voor scheeps- en kustbewaking en voor het opsporen van onderzeeërs. Op het land wordt het gebruikt voor verkenning, beelden verzamelen en surveillance. Het wordt soms ook wel eens gebruikt voor zoek- en reddingsoperaties en als grensbewaking. Een groot voordeel aan deze drone is dat het modulair is, daardoor kan je zelf bepalen welke sensoren je erop wilt hebben. Standaard bevat het al dag- en nacht visie camera's, radar, lidar en ook oorlogsvoeringssystemen.



	Draagkracht	Snelheid (max)	vliegtijd	Range
specificaties	40 kg	150 km/h	5-6 h	100 km

## 3.2 Reddingssystemen

Om te onderzoeken hoe er gewonden soldaten vanaf het front kunnen worden gehaald en hoe er op afstand eerste hulp kan worden geboden, moet er onderzoek worden gedaan naar al bestaande technieken om mensen op afstand te redden en eerste hulp te bieden. Denk bijvoorbeeld aan een AED of mensen die gevallen zijn tijdens het skiën die met een sneeuwscooter en brancard worden gered.

### Bestaande systemen

Systeem	Snelheid	Terrein	Draagvermogen	Kwetsbaarheid
Sneeuwscooter/Akja	Gemiddeld	Sneeuw/IJs	Hoog (1-2 personen)	Laag, maar traag in diepe sneeuw
Helikopter (Lifeline)	Zeet Hoog	Universeel	Zeet Hoog	Hoog (duur, geluid, doelwit)
Medische Drone (Supply)	Zeet Hoog	Universeel	Laag (3-15 kg)	Laag (goedkoop, klein)
CASEVAC Drone (Evac)	Hoog	Universeel	Hoog (150+ kg)	Middel (technisch complex)

Omgeving	Reddingssysteem	Hoe het werkt / Toepassing	Voordelen (+)	Nadelen (-)
Bergen / Sneeuw	Akja (Slee-brancard)	Metalen kuip op ski's, bestuurd door twee redders. 1 voor en 1 achter. Werkt op zwaartekracht.	Werkt altijd (geen motor), zeer stabiel in diepe sneeuw en veilig voor patiënt.	Fysiek extreem zwaar voor redders en traag over lange afstanden.
	SAR-Helikopter met Lier (Hoist)	Takelen van slachtoffers uit ravijnen of van rotswanden.	Snelste manier naar het ziekenhuis en kan overal "landen" via de kabel.	Extreem duur, gevaarlijk bij harde wind of mist en maakt veel lawaai en wind.

Bergen / Sneeuw	Sneeuwscooter met Aanhanger	Snelle verplaatsing over vlakke sneeuwvelden naar een weg.	Zeer snel op geprepareerde paden en kan veel medische bagage meenemen.	Oncomfortabel (trillingen) en kan niet tegen steile rotswanden op.
	Lawinepieper & RECCO	Elektronische bakens om bedolven mensen te vinden.	Cruciaal voor snelle lokalisatie (tijd is leven in sneeuwgebieden, zoals kans op onderkoeling en verstikking).	Geeft alleen locatie, verleent zelf geen hulp en batterij-afhankelijk.
Woestijn / Droogte	4x4 Off-road Ambulance	Speciaal aangepaste jeeps met zandbanden en extra koeling.	Kan grote afstanden afleggen en airco aan boord tegen hittestuwing.	Kan vastlopen in zacht zand (duinen) en traag in ruig terrein.
	Fixed-wing Medevac (Vliegtuig)	Kleine propellervliegtuigen die landen op zandstroken.	Kan gewonden over duizenden kilometers vervoeren (bv. Outback Australië).	Heeft een (geïmproviseerde) landingsbaan nodig en is duur in gebruik.
	Satelliet Messenger (Garmin inReach, Apple Watch, GPSloc.)	Apparaten die via satellieten tekstberichten en GPS sturen.	Werkt overal ter wereld, ook zonder zendmasten en lange batterijduur.	Geen spraakverbinding (vaak alleen tekst); en vertraging in communicatie. Red geen mensen direct.
	Sand Rail / Buggy	Lichtgewicht voertuigen met enorme kracht en brede banden.	Extreem snel over losse duinen waar zware auto's wegzinken.	Weinig ruimte voor medische apparatuur en biedt geen bescherming tegen zon en zand.
Conflict-zone / Front	Gepantserde Ambulance (Bushmaster)	Dikwandig voertuig tegen mijnen en kogels.	Maximale bescherming voor gewonde en personeel onder vuur.	Heel zwaar en valt enorm op als doelwit. Bestuurder heeft beperkt zicht.

Conflict- zone / Front	THeMIS UGV (Robot-rups)  <i>(Alleen theoretisch bestaan)</i>	Onbemand voertuig dat autonoom gewonden ophaalt.	Geen extra mensenlevens in gevaar en kan door gifgas of mijnenveld.	Technisch complex, kan vastlopen in puin en geen zekerheid.
	Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Kits	Specialistische sets met tourniquets en hemostatische gazen.	Directe hulp om bloedingen te stoppen op het slagveld.	Vereist intensieve training en alleen bedoeld voor korte overleving en vervoer. (*triage).
Jungle / Bos	Machete & Handmatige Brancard	Teams die zich een weg banen en de gewonde tillen.	De enige optie als het bladerdek te dicht is voor voertuigen/luchtv aart.	Extreem traag (soms 500 meter per uur) en uitputtend voor het team.
	Long-Line Helikopter	Helikopter met een extra lange kabel (50m+) om door bomen te reiken.	Kan slachtoffers oppikken zonder bomen te hoeven kappen.	Zeer lastig te vliegen door de piloot en risico op vast raken in takken en bomen.
Zee / Water	KNRM Reddingboot	Snelle boten die zichzelf weer rechtop zetten na kapseizen.	Extreem zeewaardig en uitgerust als een varende EHBO-post.	Beperkt bereik vanaf de kust en varen op hoge snelheid is zwaar voor een gewonde.
	Sonar & Onderwater Drones	Zoeken naar lichamen of wrakken onder het wateroppervlak.	Kan op dieptes komen waar duikers niet kunnen/mogen komen.	Alleen voor lokalisatie en kan geen fysieke hulp bieden of iemand optillen.
Stedelijk / Afgelegen	Drone-AED (Ambulance Drone)	Drone die een defibrillator brengt naar een omstander.	3x sneller ter plaatse dan een ambulance; vergroot overlevingskans hartstilstand.	Mag niet overal vliegen (wetgeving) en omstanders moeten durven handelen.

Stedelijk / Afgelegen	Telemedicine Rugzak	Rugzak met satellietverbinding, camera en sensoren (hartslag/bloeddruk).	Een arts in het ziekenhuis kijkt live mee en geeft instructies aan de vinder.	Afhankelijk van signaal en apparatuur is kwetsbaar en moet opgeladen zijn.
-----------------------	---------------------	--	---	--

*\*triage betekenis: het sorteren en beoordelen van patiënten op basis van de ernst van hun situatie.*

### 3.3 Reddingsoperaties

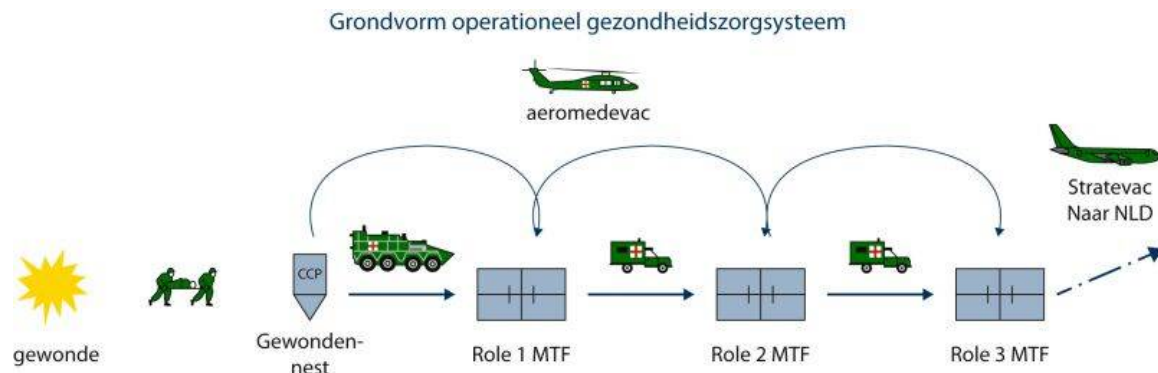
In deze paragraaf wordt onderzoek gedaan welke reddingsoperaties er nu al zijn geweest om soldaten te redden, waarom voor die manier van aanpak en wat was de reden?

De onderzoeksgroep heeft contact opgenomen met een actieve militair die meer inzicht zou kunnen geven in hoe reddingsoperaties in de praktijk gaan op het slagveld. Hij omschreef de situatie bij een gewonde militair als een soort stappenplan:

Stap 1. De gewonde militair dient als eerste de levensbedreigende bloedingen te stoppen, bijvoorbeeld met een tourniquet vanuit het slagveld (point of injury) te lopen naar de eerste medische hulppost (post 1).

Stap 2. Is de militair stabiel, dan wordt hij gestuurd naar Role 2. Daar zitten weer andere medische ketens. Het brengen naar Role 2 kan hierbij met een trein of zelfs een vliegtuig. Role 2 beschikt over chirurgen.

Stap 3. Tot slot komt deze patiënt terecht bij Role 3. Role 3 betekent meestal een ziekenhuis in het land van de soldaat. Naarmate de Role verder van het slagveld, zijn er meer medische toepassingen mogelijk.  
(De Graaff, 2026)



Figuur ... - Defensie Magazine - Grondvorm operationeel gezondheidszorgsysteem - (Ensie, 2024)

#### Role 1

Voor dit project wordt vooral gekeken naar het komen van het injurepoint, naar Role 1. De huidige manieren zijn:

##### 1. lopend (standaard)

De meest gebruikte manier om van het POI (point of injury) naar Role 1 te komen is door er heen te lopen als dat mogelijk is, hierbij kan een ander persoon helpen door ondersteuning te bieden. Bij deze manier er geen hulp nodig vanuit achter het front.

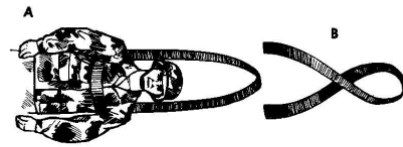


is

## 2.

### - Gedragen worden

Als het gewonde persoon niet meer mobiel genoeg is om op zichzelf te bewegen kan dit persoon op verschillende manieren meegenomen worden door een of meerdere personen. Zie hier de meest gebruikte technieken die in de opleiding tot soldaat getraind worden:



- **Slepen:** In situaties waarin er veel dreiging is (Hot Zones) is het slepen van een persoon het veiligste voor beiden partijen. Op deze manier kan snel ingegrepen worden door het persoon die de gewonde trekt omdat dat persoon nog een hand vrij kan houden om gevaar af te weren. Het trekken van een persoon wordt gedaan in lengteas van een persoon. Hiervoor zit er aan het kogelwerend vest een handvat aan het hoofdeinde. In plaats van het handvat kan er ook een touw gebruikt worden dat om de schouders heen gaat. Verder zijn er nog veel variaties om mensen te slepen, afhankelijk van de situatie, en de verwondingen van het slachtoffer.



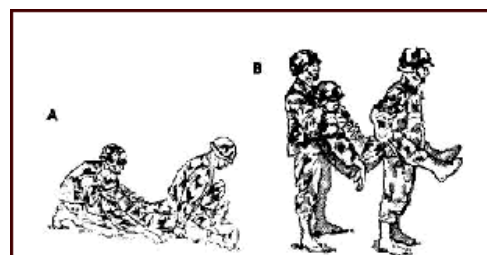
de

- **Fireman's carry:** Bij de fireman's carry wordt het gewonde persoon om de nek het helpende persoon gelegd, deze manier wordt vooral gebruikt bij bewusteloze personen. Deze manier van dragen kan prettiger zijn voor de gewonde, omdat die dan niet over de grond heen gesleept wordt. Ook is deze manier van transport sneller dan slepen. deze manier is er alleen geen dekking het duurt langer om het slachtoffer in positie te krijgen, dus wordt minder gebruikt bij Hot Zones. Verder zijn er nog meer manieren om mensen dragend te vervoeren, zoals het volledig dragen van persoon met een of twee mensen. Het volledig dragen van een persoon door persoon wordt minder snel gedaan omdat het minder efficiënt is dan de fireman's carry, waardoor je sneller moe wordt. Door twee personen wordt wel vaak gedaan, zeker als het gewonde persoon



van

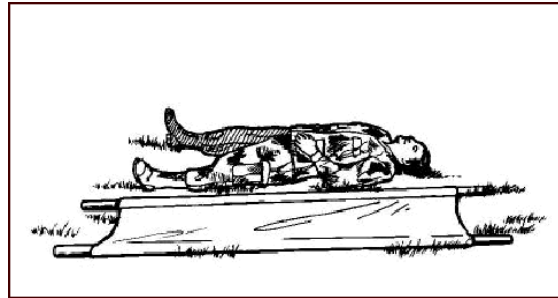
Bij  
en



een  
een

ver gedragen moet worden. Het dragen van personen in je eentje of met z'n tweeën heeft vele varianten.

- **Brancard:** Een brancard kan worden gebruikt om het hele lichaam van een gewond persoon te ondersteunen, ook is een brancard makkelijker om te dragen dan een persoon. Deze manier van transportatie kan gebruikt worden als er een brancard aanwezig is. (*LESSON 16 TRANSPORT A CASUALTY*, z.d.)



### Voertuigen

Als er sprake is van een erg grote groep gewonden of als er zeer hoge spoed vereist is, kunnen er voertuigen ingezet worden om mensen vanuit het slagveld mee te nemen naar een plek waar ze behandeld kunnen worden.

Dit zijn er enkelen.

- Boxer pantserwielvoertuig (Ziekenauto): Modulair en terreinvaardig voertuig die onmisbaar is voor het vervoer van gewonden in gevechtzones.



- Wolf GWT (Gepantserd Wielvoertuig): Wordt ingezet als nieuwe, moderne ziekenauto als vervanging van oudere modellen.



- Manticore: Deze pantserwagens bieden ondersteuning aan de medische faciliteiten (Role 1) de 13 Lichte Brigade (dit is een samenwerking tussen de Nederlandse en Duitse defensie).



bij

- Scania Gryphus: Een nieuw voertuig dat erg veel bergruimte heeft en dus geschikt is om meerdere mensen tegelijk te vervoeren



### Medische helikopters:

- De Cougar-transporthelikopter (die 8 tot 12 brancards kan vervoeren)
- Chinook-transporthelikopter (CH-47F) (die uitgerust is met maximaal 24 brancards) worden gebruikt voor medische evacuaties (MEDEVAC).



### Medische hulp op afstand

Hulp op point of injury is zeer beperkt. Het omvat alleen zelfhulp of hulp van een collega met behulp van pijnstilling of een tourniquet. Wel zijn er *combat life savers*. Dit zijn soldaten met extra medische training die ernstige situaties kunnen behandelen, zoals bij een zware bloeding of een luchtwegblokkade. In sommige gevallen weten soldaten dus het samen op te lossen, maar in gevallen als patrouille - een soldaat raakt gewond door een explosie - wordt de gewonde soldaat door een medic bij de eerste hulppost afgevoerd. Wel worden er op locatie de mogelijke eerste hulp toegepast en wordt de bloeding gestopt door een CLS (combat life saver)

### 3.4 Omstandigheden drone

**Doordat over de hele wereld oorlogen worden gevoerd en overal in de wereld andere klimaten en (weers)omstandigheden zijn. Wordt er onderzoek gedaan of deze (weers)omstandigheden invloed hebben op drones en wat hier eventueel aan gedaan kan worden.**

Dingen zoals Temperatuur, wind en neerslag kunnen grote effecten hebben op de drone. Wind is een cruciale factor voor de bescherming van je drone en het garanderen van optimale veiligheid. Er is geen vaste windsnelheidslimiet voor drones. De maximale snelheid waarmee je met een drone kunt vliegen, hangt voornamelijk af van het type drone dat je hebt. Afhankelijk van het model en merk varieert de maximale windsnelheid van 13 km/u voor de meest windgevoelige drones tot ongeveer 50 km/u voor de meest robuuste modellen.

Verder gaan drones en regen niet goed samen, maar toch zijn sommige drones hier beter tegen bestand dan andere. Dit hangt sterk af van de motor die gebruikt wordt. Een geborstelde motor is gevoeliger voor vochtigheid, terwijl een borstelloze motor veel minder gevoelig is.

Ook koud weer heeft invloed op de batterij-capaciteit en daarmee op de vliegtijd en prestaties van de vlucht. Zo verkort de kou de vliegtijd. Een temperatuur van  $-5^{\circ}\text{C}$  tot  $0^{\circ}\text{C}$  verkort de vliegtijd van een drone met ongeveer 5%. Hoe lager de temperatuur, hoe meer de accu wordt beïnvloed, waardoor de vliegtijd aanzienlijk korter wordt. Uiteindelijk is er zelfs het risico dat de accu volledig uitvalt en de drone neerstort.

(Ferrari, 2025)

Omgeving	Temperatuur	Wind	Neerslag / Luchtvochtigheid	Andere factoren	waar moet op gelet worden
Woestijn / Droogte	Zeer hoog, $20-30^{\circ}\text{C}$ overdag, maar s nachts kan het dalen tot het vriespunt	Zeer veel, alleen overdag, s nachts nauwelijks tot geen wind	Zeer laag	Snel opvliegend zand	Het model moet tegen extreme temperaturen kunnen, tegen harde windstoten, en moet niet vatbaar zijn voor schade door rondvliegend zand.

Zee / Water	De oppervlakte temperatuur ligt gemiddeld rond de 20°C, maar dit kan sterk verschillen tussen plekken in het poolklimaat waar het onder de 0°C kan komen en tropische regio's waar het warmer dan 30°C kan zijn	zeer veel	zeer hoog		Het model moet tot een bepaalde hoeveelheid waterdicht zijn.
Jungle / Bos	Zeer hoog, 28-30°C het hele jaar door	Zeer weinig tot geen wind door de dichte begroeiing.	Zeer hoog	dichte begroeiing	Het model moet wendbaar zijn en moet niet te groot zijn dat het onbruikbaar wordt door bomen
Bergen / Sneeuw	Zeer laag, onder de 0°C	Zeer veel	Zeer hoog	Lage mate van zicht	Het model moet tegen extreme weersomstandigheden kunnen, en moet voorzien zijn van camera's (infrarood, ect), waardoor er ook in situaties met weinig zicht een goed beeld van de omgeving gemaakt kan worden.
Stedelijk / Afgelegen (gebieden die niet in een van de hiervoor benoemde situaties verkeren)	Matig	Matig tot weinig	Matig	-	-

## 3.5 Features

---

Om te zorgen dat de drone geschikt is voor het front moeten er een aantal functies worden toegevoegd. Deze features moeten ervoor zorgen dat het voor de operatoren (bestuurders) en de gewonde soldaten de drone zo makkelijk mogelijk gebruikt moet kunnen worden.

### Basisfuncties

Functies die essentieel zijn voor het goed functioneren van de drone zijn:

#### **Batterij:**

De batterij moet genoeg vermogen hebben om de heen- en terugvlucht te kunnen maken. In de meeste gevallen is de afstand van het Point of Injury 5 kilometer verwijderd van de Role 1. Hierdoor moet hij dus minimaal 10 kilometer bereik hebben. (*Aldus opdrachtgever*). Tevens komt het ook voor dat gewonde soldaten tot 15 kilometer van Role 1 verwijderd zijn. Daarom moet de batterij richting het bereik van 30 kilometer gaan.

#### **GPS & Communicatie:**

Om te weten waar de drone is moet er een GPS aanwezig zijn. Ook moet de drone beschikken over een systeem waarmee de drone kan communiceren met het commando centrum of andere operators op afstand. Doordat er op het slagveld *vaak* geen zendmasten zijn, moet de drone beschikken over het satellieten systeem van het leger.

#### **Stabilisatie:**

Dit helpt de drone om stabiel te blijven tijdens wind of slechte omstandigheden. Ook zorgt dit ervoor als de persoon iets meer richting een bepaalde kant leunt dat de drone niet omslaat en crashed.

### Extra functies:

#### **Autopiloot:**

Als de drones niet bestuurd hoeven te worden kunnen er meer mensen ingezet worden op andere posities in plaats van het besturen van de drone. Hierbij kan er simpel worden ingesteld dat de drone naar de gegeven gps-punten moet navigeren en doordat er aan boord van de drone een gps-module en computer aanwezig is, kan de drone zonder verdere besturing richting de coördinaten vliegen.

#### **Camera's:**

Om te kunnen zien waar de drone is moet de drone (meerdere) camera's hebben om de omgeving te zien en daarop te kunnen anticiperen.

#### **Informatie:**

De drone moet ook beschikken over een manier waarbij de operators en mogelijk een dokter op afstand kan communiceren met de soldaten ter plaatse. Daarom worden er aan boord luidsprekers en een tv geplaatst. Op de tv kunnen instructie video's worden afgespeeld over hoe een soldaat een (bot)naald in moet dienen of een tourniquet moet aanleggen. Via de speakers kan een dokter op afstand tips geven aan de soldaten en onderwerpen met hun bespreken.

**Batterij ondersteuning:**

Door middel van een zonnepaneel kan de drone tijdens het vliegen ondersteund worden door energie die vanuit het zonnepaneel komt. Hierdoor hoeft de batterij niet zo groot te zijn en is de drone minder zwaar

**Infrarood/ nacht camera:**

Met een infraroodcamera kan de drone in de nacht nog steeds de omgeving zien en makkelijk mensen herkennen. Hierbij zijn er allemaal rode voor het menselijk oog onzichtbare warmtestraling die tegen objecten botsen.

**Fall Back AI**

Met Fall Back AI wat nu al in veel slimme drones zit, vliegt de drone met behulp van AI terug naar de opstijgplaats als de drone verbinding verliest met het commando centrum. De AI maakt gebruik van een lokale verwerking en maakt gebruik van de sensoren aan boord om zo goed mogelijk te landen en te vliegen.

## 3.6 Materialen Onderzoek

Een drone bestaat uit meerdere lagen evenals de onderdelen van de drone zelf. Elk laag bestaat uit een ander materiaal en heeft andere functies en eigenschappen. Zo dient er een kogelwerend laag toegevoegd te worden en moet het materiaal zelf lichtgewicht zijn zodat het model wel kan worden gedragen door de drone zelf.



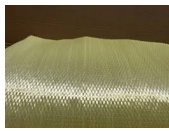
In totaal moet de module 300 kg zijn inclusief de patiënt. De patiënt zelf is maximaal 100 kg, dus mag de module niet zwaarder dan 200 kg zijn. Toch zijn de meeste materialen zwaargewicht of zijn ze niet heel flexibel voor gebruik, waardoor de materiaalkeuze ingewikkelder wordt.

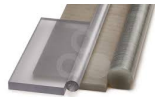
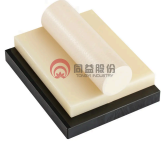


### Lagen module

De wand van een militaire transport- of reddingsdrone is opgebouwd uit het sandwichconstructie. Dit is een techniek waarbij de stevigheid wordt gegarandeerd met een lage massa aan materialen. Deze constructie bestaat uit 3 lagen.

- **Buiten- en binnenhuid (deklaag)**



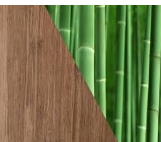
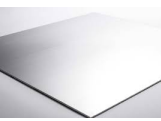
Dit zijn stevige lagen van composietmaterialen die weerstand bieden tegen slechte weersomstandigheden of stoten om beschadiging te vermijden. Daarnaast moet deze laag ook waterdicht zijn en is het erg belangrijk dat deze laagjes niet erg zwaar zijn. Hieronder staan materialen die geschikt zijn om dit allemaal te realiseren met bepaalde eigenschappen erbij.

Materiaal	Voordelen	Nadelen	Prijs	Dichtheid	Afbeelding
Koolstofvezel (Carbon Fiber)	Uitstekende combinatie van laag gewicht, extreme sterkte en stijfheid.	Erg duur, moeilijk te recyclen en kan onzichtbare schade oplopen bij harde impact	€ 45.99 /m <sup>2</sup> (200 gram)	1.6 tot 1.8 g/cm <sup>3</sup>	
Glasvezel (Fiberglass)	Zeer laag gewicht met een hoge treksterkte. Ook roest het niet en geleidt het geen elektriciteit.	Materiaal zelf is bros en verspreidt irritante vezels bij breuk of beschadiging	€ 4.50 tot €6.00 /m <sup>2</sup>	2.5 tot 2.7 g/cm <sup>3</sup>	
Aramidevezel (Kevlar)	Dit materiaal kan de energie van een impact	Extreem lastig voor bewerkingen. Om dit	€ 25.-, tot € 35.-, / m <sup>2</sup>	1.44 tot 1.45 g/cm <sup>3</sup>	

	erg goed verspreiden over het hele oppervlak.	materiaal te knippen zijn er speciale materialen nodig.			
PC - Polycarbonaat	Vrijwel onbreekbaar met het behoud van volledige transparantie.	Het is erg gevoelig voor beschadiging en als krassen en chemicaliën zonder een beschermend laag.	€40-, tot €60-, / m <sup>2</sup>	1.20 g/cm <sup>3</sup>	
ABS - Acrylonitril-butadien-styreen	Dit materiaal biedt een erg goed balans tussen hardheid, slagvastheid en mechanische stijfheid. Hierdoor is het goed geschikt voor behuizingen.	Dit materiaal kan makkelijk verkleuren door de lage UV-stabiliteit. Bovendien kunnen er dampen vrijkomen bij verhitting.	€2-, tot €3.50 /kilo	1.04 tot 1.07 g/cm <sup>3</sup>	
TPU - Thermoplastisch Polyurethaan	Bij breuken rekt het zich uit door de combinatie van rubber en de verwerkbaarheid van bepaalde thermoplasten.	Het materiaal is erg lastig te gebruiken door de overmatige flexibiliteit.	€20-, tot €26-, / m <sup>2</sup>	1.10 tot 1.25 g/cm <sup>3</sup>	
Vlas- En Linnencomposieten (Flax fiber / Bio-plastics)	Het kan trillingen goed dempen, waardoor het voornamelijk populair is bij sportartikelen en muziekinstrumenten	Dit materiaal heeft een lage stijfheid en treksterkte.	€15-, tot €45-, / m <sup>2</sup>	1.30 tot 1.40 g/cm <sup>3</sup>	




- **Kernlaag**

Het enige hoofddoel van deze laag is het streven naar de maximale stijfheid en het creëren van sterkte met zo min mogelijk gewicht. Deze kern wordt gezien als de ruggengraat die de buitenste lagen van elkaar scheidt. De laag bestaat meestal uit schuim of uit een honingstructuur voor de optimale sterkte-gewichtsverhouding.

EPP/EPO - Geëxpandeerd Polypropyleen / Polyofinschuim	Dit materiaal is onbreekbaar in het geval van een crash, waardoor het goed geschikt is voor bumpers.	Om dit materiaal te kunnen knippen zijn er speciale industriële snijtechnieken nodig.	€15-, tot €30-, / m <sup>2</sup>	0.02 tot 0.08 g/cm <sup>3</sup>	
Magnesiumlegering	Dit materiaal weegt ongeveer evenveel als plastic, maar is veel sterker en steviger.	Dit materiaal is niet heel erg corrosiebestendig in vochtige omgevingen.	€20-, tot €40-, / kilo	1.74 tot 1.80 g/cm <sup>3</sup>	
Bamboe & Balsehout	Als kernmateriaal biedt balsa een enorme stijfheid-gewichtsverhouding.	Dit materiaal is gevoelig voor vocht, rotting en schimmels doordat het een natuurlijk materiaal is.	€25-, tot €40-, / kilo	0.60 tot 0.85 g/cm <sup>3</sup>	
Aluminium	Dit materiaal heeft het vermogen om een natuurlijke oxidehuid te vormen die bescherming biedt tegen UV-licht en weersomstandigheden.	Dit materiaal heeft verleggen met staal een lagere stijfheid en buigt sneller bij zware mechanische spanning.	€8-, tot €15-, / m <sup>2</sup>	2.70 g/cm <sup>3</sup>	

- **Structurele componenten.**

Deze componenten vormen de specifieke verbindingfuncties van een drone bij de sandwichconstructie. Deze lagen zijn specifiek nodig voor zowel dragende functies als trek-en drukkrachten, bijvoorbeeld bij de buiging van een paneel. Ook biedt het bescherming en zorgt het voor veel stijfheid.

Titanium	Dit materiaal kan zelf bij een te hoge temperatuur haar mechanische eigenschappen behouden.	Dit materiaal is erg lastig te verspannen, bewerken of frezen.	€25-, tot €40-, / kilo	4.50 g/cm <sup>3</sup>	
Siliconen- en Acryl	Siliconen hebben het vermogen om nog flexibel te blijven bij extreme temperaturen.	Onder mechanische belasting hebben siliconen een te lage trek- en scheursterkte.	€25-, tot €45-, / m <sup>2</sup>	Siliconen: 1.10 tot 1.30 g/cm <sup>3</sup> Acryl: 1.18 tot 1.20 g/cm <sup>3</sup>	
Nylon	Dit materiaal biedt een uitstekende mechanische weerstand Greenjump en is erg slijtvast.	Het materiaal is hygroscopisch. Dit houdt in dat het vocht vanuit de omgeving snel opneemt.	€10-, tot €20-, / kilo	1.13 tot 1.15 g/cm <sup>3</sup>	

## 3.7 Juridische kaders

---

**Om te zorgen dat de drone legaal door de overheid mag worden geproduceerd en ingezet mag worden in oorlogen, moet het voldoen aan de eisen van de Nederlandse, Europese en de internationale wetten en rechten. Hierdoor wordt er onderscheid gemaakt tussen de Civiele (burger) wetgeving, de oorlogswetgeving en de mensenrechten.**

### **Civiele wetgeving**

Het gebruik van drones in Nederland is gebonden aan strikte Europese regels van de *European Union Aviation Safety Agency*, ook wel \*EASA genoemd. Zij zijn er voor om de hoogste gemeenschappelijke veiligheidsnormen en milieubescherming van het lucht gebruik in de EU te waarborgen. (aldus *Internationale Samenwerking van EASA | EASA*, z.d.) Volgens de EASA is elke drone-piloot verplicht om zijn of haar drone te registreren bij de overheid. In Nederland moet dat bij het \*RDW. Doordat elke drone zijn eigen \*exploitantnummer krijgt is het mogelijk om zicht te houden op de onbemande luchtvaart en kunnen er op basis van waar de vluchten hebben plaatsgevonden risicoprofielen worden gemaakt.

### **Log**

De militaire basissen in Nederland hebben de taak gekregen om actief met hun radars onbemande vluchten in de gaten te houden zodat het luchtruim in Nederland veilig blijft. Hierdoor zien ze op tijd als er een mogelijke drone aanval van oorlogsdrones onderweg zijn en kan op tijd worden ingegrepen. Nederland grijpt samen met de NAVO in door drones uit de lucht te schieten door middel van straaljagers. Dit is voor nu een dure techniek en daarom zijn ze aan het onderzoeken hoe Oekraïne het op een goedkopere manier doet in de oorlog tegen Rusland.

### **IHR**

Volgens de oorlogsregels ook wel \*IHR genoemd moeten drones (onbemande voertuigen) voldoen aan strikte eisen als ze worden ingezet tijdens gewapende conflicten. In het IHR is er onderscheid gemaakt tussen proportionaliteit en voorzorg. Dit betekent dat aanvallen alleen gericht mogen zijn op militaire doelen en moet het aantal burgerlijke slachtoffers zo beperkt mogelijk blijven.

### **Verdrag van Genève**

Na de Tweede Wereldoorlog wilden veel landen zekerheid en hierdoor werd in 1949 het Verdrag van Genève opgezet. In het begin bestond het uit 4 conventies. Het eerste was dat zieke en gewonde militairen ter land worden beschermd. De tweede ging over het beschermen van gewonde, zieke en schipbreukelingen ter zee. De derde ging over de behandeling van krijgsgevangenen en de laatste die in 1949 werd opgesteld richt zich specifiek op de bescherming van burgers in conflictgebieden. Pas in 2005 kwam er een nieuw protocol bij dat ging over de hulpverlening. Vanaf dat moment worden hulpverleners beschermd. Ook staat er in het Verdrag van Genève; indien een militair voertuig wordt ingezet voor medische redenen en het duidelijk beschikt over het internationale vastgelegde hulp symbol (rode kruis), mag er indien dit voertuig geen directe dreiging uitvoert geen militaire acties worden ondernomen.

*\*EASA betekenis: European Union Aviation Safety Agency. (In het Nederlands wordt dit vertaald als het Agentschap van de Europese Unie voor de veiligheid van de luchtvaart.)*

*\*RDW betekenis: de officiële instantie waar u zich moet registreren als u met een drone vliegt.*

*\*Exploitantnummer betekenis: een uniek identificatienummer voor de eigenaar (exploitant) van een drone*

## 4.1 Oriëntatie conclusie

---




Voor dit onderzoek is er op veel verschillende vlakken georiënteerd, doordat de opdracht ook breed uitgaat. Zo is er onder andere gekeken naar de bestaande verschillende drones, bestaande materialen, wetgeving, omstandigheden en reddingssystemen. Deze informatie wordt later toegepast in de verschillende fases.

### Bestaande drones

Van de 30 toegevoegde drones moeten de beste drones eruit worden gehaald. De drones zullen op verschillende eigenschappen gefilterd worden zoals draagkracht, bereik en snelheid. Ook het doel waarvoor de drone wordt gebruikt evenals andere belangrijke functies worden goed in rekening gebracht.

- **Draagkracht**

De eerste eigenschap waar de drones op gesorteerd zullen worden is draagkracht. Zo is er genoeg draagkracht vereist vanuit de drone om een gewonde soldaat soepel te kunnen transporteren. Hiermee zou er rekening gehouden moeten worden met ongeveer een gewicht van 100kg. Toch kan een te hoge draagkracht wel veel nadelen met zich meebrengen zoals hogere kosten. Vandaar zullen 3 drones met een zeer passende draagkracht worden gekozen.

<i>Plaats</i>	<i>Naam</i>	<i>Afbeelding</i>	<i>Draagkracht</i>
1	<b>Griff Aviation 300</b>		<b>225 kg</b>
2	<b>Ehang EWH216-S</b>		<b>220 kg</b>
3	<b>BAE Systems T-650</b>		<b>300 kg</b>

- **Bereik (Range)**


De tweede eigenschap waar de drones op gesorteerd zullen worden is bereik. Ondanks het feit dat de afstand die deze drone moet afleggen niet heel groot is (maar een paar kilometers) blijft het essentieel om deze specificatie in de gaten te houden aangezien deze drone het vermogen moet hebben om meerdere soldaten achter elkaar te redden zonder


weer getankt of opgeladen te worden. Vandaar zullen 3 drones met een zeer passend bereik worden gekozen.

<i>Plaats</i>	<i>Naam</i>	<i>Afbeelding</i>	<i>Bereik</i>
1	<b>DraganFly Heavy Lift</b>		<b>30 km</b>
2	<b>BAE Systems T-650</b>		<b>30 km</b>
3	<b>Rheinmetall Mission Master SP</b>		<b>50 km</b>

- **Snelheid**




De derde eigenschap waar de drones op gesorteerd zullen worden is snelheid. Om zeker te zijn van het feit dat de patiënt op tijd geholpen kan worden is een hoog snelheid noodzakelijk. Daarentegen is een te grote snelheid ook niet erg verantwoord voor de zieke patiënt. Vandaar zullen 3 drones met een zeer passend snelheidsvermogen worden gekozen.

<i>Plaats</i>	<i>Naam</i>	<i>Afbeelding</i>	<i>Snelheid</i>
1	<b>Tactical Robotics Cormorant</b>		<b>180 km/h</b>

2	<b>BAE Systems T-650</b>		<b>140 km/h</b>	<b>Andere</b>
3	<b>Dufour Aerospace /Legaionair Tistical UAV's</b>		<b>169,92 km/h</b>	

### eigenschappen

Naast deze eigenschappen zijn er ook andere belangrijke kenmerken die voorkomen in andere drones en die ook zeer nuttig kunnen zijn voor het eindontwerp.

<i>Plaats</i>	<i>Naam</i>	<i>Afbeelding</i>	<i>Eigenschappen</i>
1	<b>Drone4Emergency</b>		<b>30 km</b>
2	<b>THEA 200MP</b>		<b>140 km/h</b>
3	<b>Mandrill UGV</b>		<b>169,92 km/h</b>

Uit deze reflectie kan worden geconstateerd dat de *BAE Systems T-650* de beste drone is uit de lijst. Bij elke van de meeste eigenschappen is dit concept aanwezig in de top 3. De eigenschappen en de functie van dit ontwerp passen het best bij de drone die moet worden ontworpen bij dit project.

## **Conclusie reddingssystemen & operaties**

Er bestaan vandaag de dag veel verschillende systemen en manieren waarmee mensen uit gevaarlijke situaties kunnen worden gered. Belangrijke voorbeelden die van invloed waren op de drone zijn de sneeuwscooter en helikopter. Hiermee worden de mensen namelijk vervoerd vanaf (*bijna*) onmogelijk bereikbare situaties. Ook de Medische drone en CASEVAC drone hebben invloed op het ontwerp. Zo kwam hieruit naar voren dat bij drones de afweging van wat je wel niet mee neemt groot is, doordat het maximale gewicht van de module beperkt is. Hierdoor wordt er vaak de vraag gesteld, wat moet er wel op en wat niet.

## **Conclusie omstandigheden drones**

De drone moet in vrijwel alle omstandigheden kunnen vliegen. Zo moet het tegen regen kunnen, maar moet het ook bij een lage temperatuur goed kunnen functioneren. Hierbij is er onderzoek gedaan bij meerdere omgevingen (van woestijnen tot bergen en sneeuw). Dit zorgt ervoor dat drone kan vliegen in *bijna* alle klimaten en overal ter wereld. Het belangrijkste is dat de drone beschikt over sensor detectie, hitte- & zandbestendig, wendbaar & compact, ijscoting en waterdicht is.

## **Conclusie medische hulp op afstand**

Uit dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat medische hulp op afstand op het slagveld momenteel beperkt is. In de meeste gevallen zijn gewonde soldaten afhankelijk van zelfhulp, hulp van een collega of een Combat Life Saver (CLS). Deze personen kunnen levensreddende handelingen uitvoeren, zoals het stoppen van ernstige bloedingen of het vrijmaken van luchtwegen. Toch blijft de medische zorg op het point of injury beperkt totdat de soldaat Role 1 bereikt. Daarom is het belangrijk dat de drone medische hulpmiddelen kan vervoeren en ondersteuning kan bieden voordat professionele medische hulp beschikbaar is. Op deze manier kan de overlevingskans van gewonde soldaten worden vergroot en kan kostbare tijd worden gewonnen tijdens noodsituaties.

## **Conclusie Features**

Uit het onderzoek naar de benodigde functies blijkt dat een aantal features essentieel is voor het succesvol uitvoeren van de missie. Basisfuncties zoals een krachtige batterij, GPS en stabilisatiesystemen zijn noodzakelijk voor een veilige en betrouwbare vlucht. Daarnaast bieden extra functies belangrijke voordelen. Zo maakt een autopiloot het mogelijk om de drone grotendeels zelfstandig te laten opereren, terwijl camera's en infraroodcamera's zorgen voor een goed zicht op de omgeving, zowel overdag als in de nacht. Ook kan batterij ondersteuning door middel van zonnepanelen bijdragen aan een grotere efficiëntie. Voor het uiteindelijke ontwerp zijn vooral de navigatie, communicatie en observatie functies van groot belang, omdat deze direct bijdragen aan het veilig bereiken en ondersteunen van gewonde soldaten.

## **Conclusie Juridische kaders**

Uit het onderzoek naar de juridische kaders kan worden geconcludeerd dat het inzetten van een medische reddingsdrone gebonden is aan verschillende nationale en internationale regels. Binnen Nederland en de Europese Unie moet een drone voldoen aan de regelgeving van de EASA en geregistreerd worden volgens de geldende luchtvaartregels. Daarnaast gelden tijdens militaire operaties de regels van het Internationaal Humanitair Recht (IHR) en het Verdrag van Genève. Hierin staat onder andere dat hulpverlening aan gewonden

beschermd moet worden en dat militaire middelen op een verantwoorde manier moeten worden ingezet. Voor het uiteindelijke ontwerp betekent dit dat de drone duidelijk bedoeld moet zijn voor medische hulpverlening, veilig moet kunnen opereren en geen onnodig gevaar mag vormen voor burgers of hulpverleners.

### **Conclusie procedures**

Uit het onderzoek naar procedures blijkt dat de medische hulpverlening op het slagveld volgens een vaste keten verloopt. Gewonde soldaten proberen eerst zichzelf te helpen of worden geholpen door een collega of Combat Life Saver. Vervolgens worden zij verplaatst van het point of injury naar Role 1, waar verdere medische zorg beschikbaar is. Op dit moment gebeurt dit meestal lopend, dragend of met voertuigen. Deze methoden kosten echter tijd en brengen risico's met zich mee voor zowel de gewonde als de hulpverlener. Daarom kan een reddingsdrone een belangrijke aanvulling zijn op de bestaande procedures. De drone kan sneller medische hulpmiddelen afleveren en mogelijk helpen bij het verplaatsen van gewonden naar een veiligere locatie. Hierdoor kan kostbare tijd worden gewonnen en neemt de kans op overleving toe.

## 5. PvE

Eis	Uitleg	Drempelwaarde	Uitwerking	Opmerkingen
	<b>Drone specialiteiten</b>			
1	Draagvermogen; De drone moet in staat zijn om medische hulpgoederen of personen te verplaatsen.	Minimaal 2,0 kg voor lichte medische goederen; wens voor 100+ kg voor het evacueren en transporteren van soldaten	Berekenen of bekijken van het * <i>AUW</i> via de site van de drone fabrikant.  <i>*All-Up-Weight</i>	Mogelijk een experiment met drone DJI mini 3 pro voor het berekenen van de <i>AUW</i> .
2	Stuwkracht (verhouding); Om te zorgen dat de drone stabiel kan vliegen met een zwaar belast moet er een overschot aan kracht zijn en in evenwicht worden verdeeld.	* <i>TWR</i> waarde van minimaal 1½:1. De wens is richting 4:1 voor de medische drones en 2:1 voor de personen transport.  <i>*Thrust-to-weight -ratio</i>	Berekenen via de motorkracht van de drone.	Garandeert controle en stabiliteit. Maakt het mogelijk om op extremere omstandigheden te vliegen.
3	Vliegtijd; De drone moet een missie kunnen voltooien zonder tussentijds opladen.	De minimale vliegafstand met ballast is 10 kilometer (2x5km).	Gebruik maken van LiPo batterijen en het gewicht van de frame zo licht mogelijk maken.	Vliegtuig neemt sterk af bij het toevoegen van gewicht.
4	Autonome Navigatie; de drone moet zelfstandig (of met hulp op afstand) een route kunnen vliegen naar een gewonde soldaat en die hulp kunnen bieden.	De drone mag niet met de hand bestuurbaar zijn.	Softwarematig. De coördinaten worden ingevuld en de software maakt een route. Mogelijk gebruik van AI.	Via GPS waypoints. Elke soldaat draagt een apparaat dat de GPS coördinaten kan geven.

Eis	Uitleg	Drempelwaarde	Uitwerking	Opmerkingen
5	Verbindingsverlies ; Indien de verbinding naar de servers of operators verliest, keert de drone terug naar de opstijgplaats.	Automatische 'Return-to-Launch' (afgekort RTL)	Software scant op verbinding en op batterij percentage en geeft meldingen aan gebruiker.	Zeer belangrijk voor de kostbare medische apparatuur.
<b>Omstandigheden</b>				
6	*OP-Temperatuur; De drone moet kunnen functioneren in extreme kou en extreme hitte.	Werking van -10° C tot minimaal 40° C. Wens tot -40° C.	Isoleren (kou) of ventileren (hitte) van de batterij en het toevoegen van preheating op de batterij.	Batterijen kunnen tot 90% van hun capaciteit verliezen door kou.
7	Ijsbestendigheid; In koude omgevingen kan er op de rotoren ijs ontstaan. Dit kan zorgen voor controleverlies.	Het vertragen van de ijsvorming met minimaal 20 minuten bij -5°C.	Aanbrengen van coatings die ijsvorming kunnen voorkomen of vertragen.	Cruciaal om in te zetten in alle / zoveel mogelijk omgevingen.
8	Waterdicht; In natte omgevingen waar veel regen kan vallen, moet de drone ook inzetbaar kunnen zijn.	*IP87  <i>*de op een na hoogste classificatie voor waterdichtheid in de officiële IP-normering</i>	Het frame van de drone moet de elektronica van de drone beschermen tegen regen.	Cruciaal om in te zetten in alle / zoveel mogelijk omgevingen.
<b>Besturen</b>				
9	Data; De drone moet voorzien zijn van sensoren die de hoogte, snelheid en de ondergrond in kaart kunnen brengen.	Minimale data als afstand van drone tot grond en een camera aan voorzijde voor besturing.	Drones die via *LoRa data over 30 kilometer kunnen versturen.  <i>*Long-Range</i>	Voor de besturing die door AI of een soldaat op afstand wordt gedaan.
10	Samenwerkbaar; Het systeem moet kunnen samenwerken met bondgenoten. (binnen de NAVO).	Zie Juridisch. *Moet voldoen aan STANAG 4586 wat een afspraak tussen de NATO-landen is.	Binnen de software verwerkt.	Het maakt het mogelijk om verschillende soldaten te redden.

Eis	Uitleg	Drempelwaarde	Uitwerking	Opmerkingen
11	Landingsprecisie; De drone moet veilig kunnen landen dichtbij een gewonde soldaat op verschillende (niet-rechten) terreinen.	Minimaal binnen een straal van 2 meter op basis van de beoogde landingspositie.	Het gebruik en een goede samenwerking tussen de GPS, IMU (versnellingsmotor) en de Barometer.	LIDAR, onder sensoren of camera's kunnen worden toegevoegd voor het ontwijken van obstakels en nauwkeurige landingen.
<b>Ter plaatse</b>				
11	Communicatie; Soldaten moeten weten wanneer ze de drone kunnen benaderen.	Audio (en/of) visuele signalen met instructies.	Toevoegen van een buzzer, een luidspreker of een beeldscherm.	Voorkomt mogelijk letsel wanneer de drone nog niet stabiel staat of dat een soldaat tegen een draaiende propeller komt.
12	Basis medische apparatuur; De drone moet eerste hulp kunnen bieden.	De drone moet minimaal (gekoeld) bloed meedragen, zoutoplossing, morfine en een naald om alles in te dienen.	Buizen/Cilinders met deze vloeistof + een naald die op de huid van de gewonde soldaat kan worden ingediend.	Belangrijk voor het verlenen van eerste hulp en de levensverwachting van de gewonde soldaat met een gemiddelde van 35% vergroten.
13	Besturen medische apparatuur; Om de eerste hulp te gebruiken moeten soldaten weten waar ze een naald moeten kunnen prikken en hoe ze het bloed of andere vloeistof kunnen toedienen.	Minimale kennis over het toedienen van een naald.	Training of via de geluid/visuele signalen.	Belangrijk voor het verlenen van eerste hulp en de levensverwachting van de gewonde soldaat met een gemiddelde van 35% vergroten.
14	botnaald; Belangrijk voor als de buddy van de soldaat niet de gewonde soldaat kan helpen.	De drone moet beschikken over een botnaald en kunnen indienen bij de gewonde soldaat zonder hulp ter plaatse.	Botnaald en AI.	Hoewel dit vaak de been breekt van een gewonde soldaat kan dit wel levensreddend zijn.

## 6. Ideefase

Na het oriënteren en het opstellen van een PvE waar de drone aan moet voldoen zijn er meerdere brainstormsessies gehouden. Dit om een drone/module te ontwerpen die aan de opdracht voldoet vanuit de opdrachtgever. Dit was: *Hoe kan een drone worden ontworpen die effectief en verantwoord medische hulp kan verlenen in extreme of afgelegen omstandigheden om onnodige slachtoffers te beperken?*

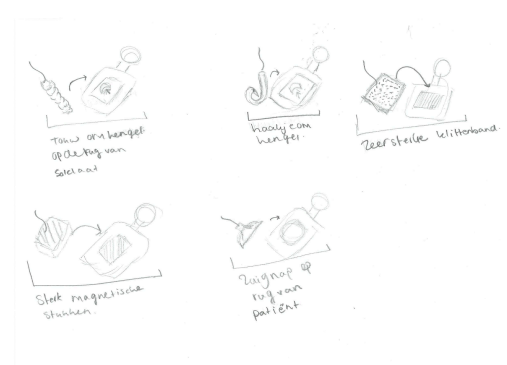
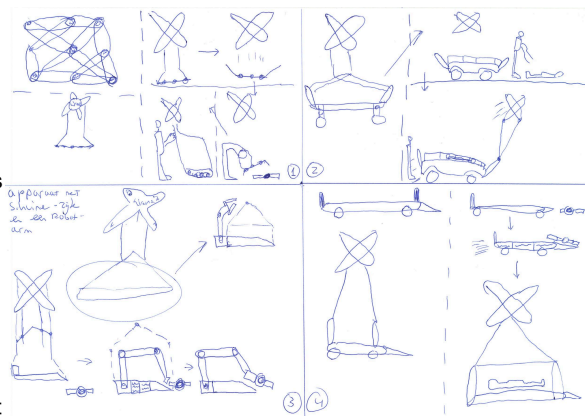
### Splitsing

Allereerst is de brainstormsessie gesplitst in twee onderdelen. Hierbij is er eerst gebrainstormd over de vraag: *Hoe kunnen lastig bereikbare soldaten zonder gevaar worden gespransporteerd naar Role 1 vanuit het \*POI*. De tweede brainstorm sessie ging over de vraag: *Hoe kunnen er zonder invloed van mensen, eerste hulp goederen worden getransporteerd naar het POI?*

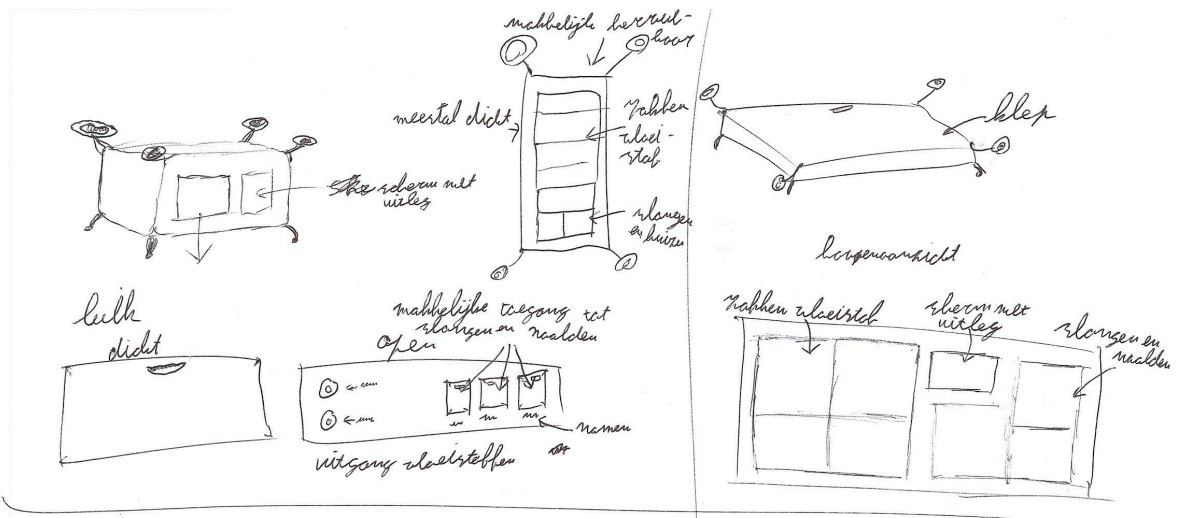
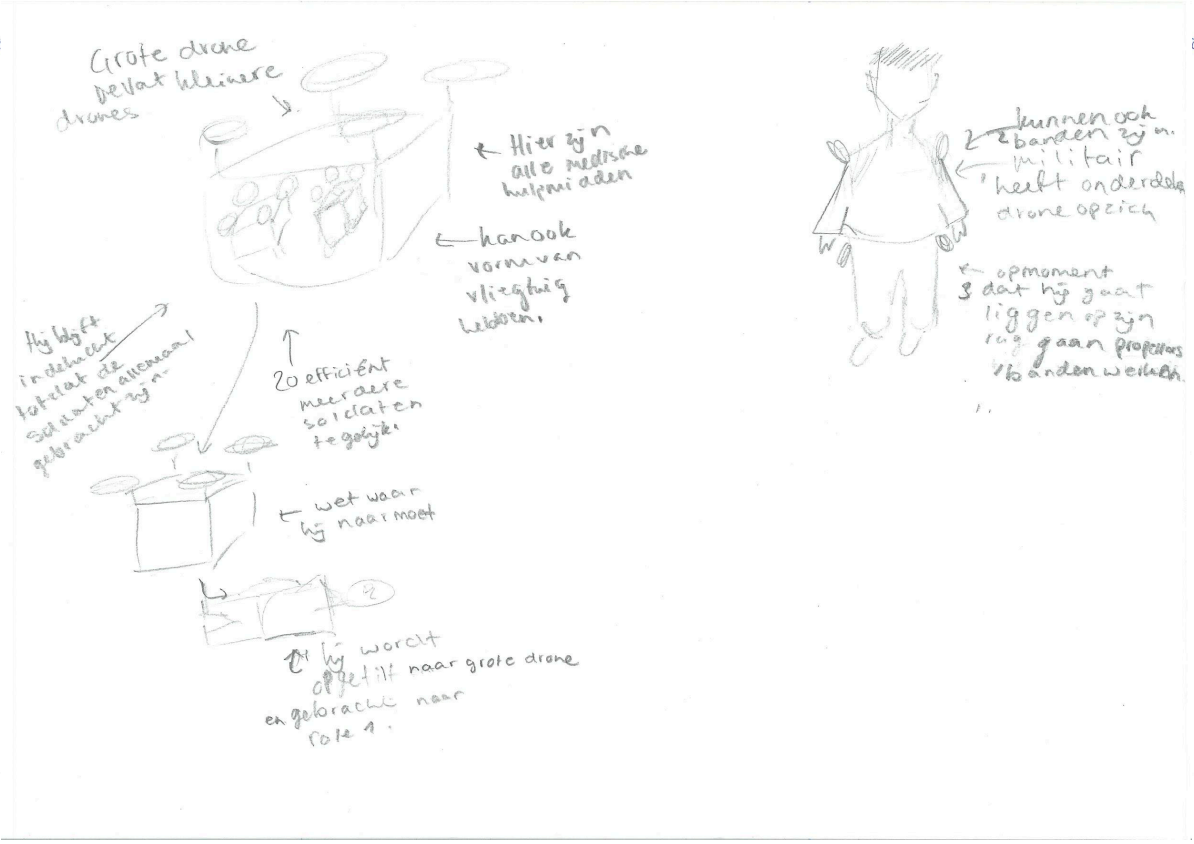
### Hoe kunnen lastig bereikbare soldaten zonder gevaar worden gespransporteerd naar Role 1 vanuit het \*POI - ideefase

*\*POI betekenis: Point Of Injury*

Toelichting: In de afbeelding hiernaast zijn er vier ideeën. In het eerste idee (linksboven) is er een web van touwen zichtbaar. Dit zit aan de drone en als de drone ter plaatse is laat de drone het touwenweb vallen en bind de buddy-soldaat dit om de gewonde soldaat heen. Vervolgens verbindt hij dit weer met de drone en is het klaar voor transport. In het tweede idee heeft de drone een volledige brancard auto mee (brancard met wielen) en vervolgens legt de buddy-soldaat simpel de gewonde soldaat op de brancard en is het klaar voor transport. In idee drie is er ook een brancard zichtbaar, alleen dit keer met een robotarm die autonoom (dus zonder tussenkomst van een mens) de gewonde soldaat op de brancard kan tillen en vervolgens kan wegvliegen en de soldaat in veiligheid brengen. In het laatste idee is er als het ware een auto aanwezig met een soort van schep die door middel van te rijden de soldaat op zijn auto legt en dus ook zonder tussenkomst van een andere soldaat.

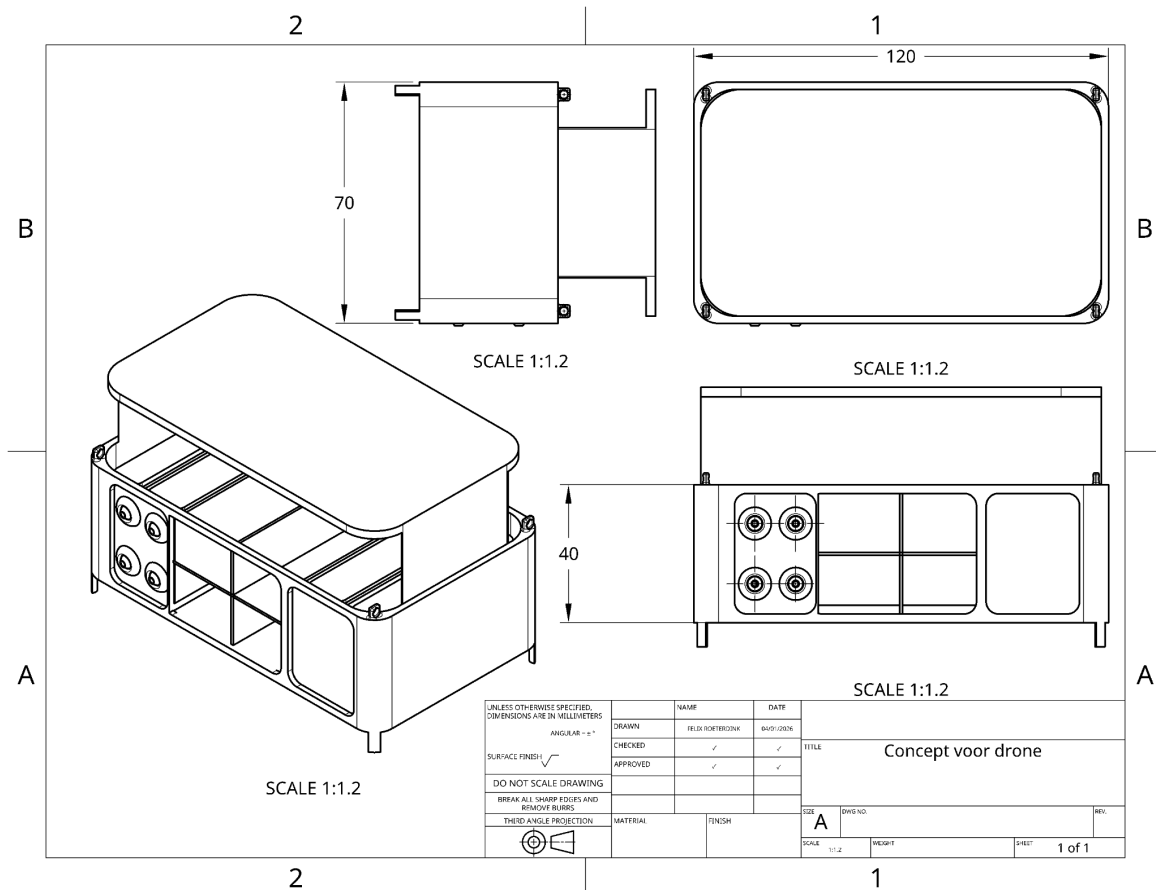


Toelichting: Bij deze vier ideeën is er gewerkt aan het harnas en uitrusting van de soldaten. Bij de ideeën wordt ervan uitgegaan dat de drone beschikt over een touw met een verbindingsonderdeel. In het eerste idee (linksboven) komt naar voren dat er een touw is met een haak en dat op de uitrusting van de soldaat op de rug een rondje zit waar in de haak kan klikken. In idee twee (rechtsboven) is er een klitband zichtbaar en koppelen die twee aan elkaar om de soldaat vast te maken aan de drone en omhoog te tillen en te transporteren. In het derde idee is er een magneet die zowel aan het koppel-touw als aan de uitrusting van het harnas zit. Deze twee verbinden en de soldaat is klaar voor transportatie. Tot slot: in het laatste idee (rechtsonder) heeft het touw een zuignap die wordt gebruikt om de soldaat te verbinden met het touw en te transporteren.



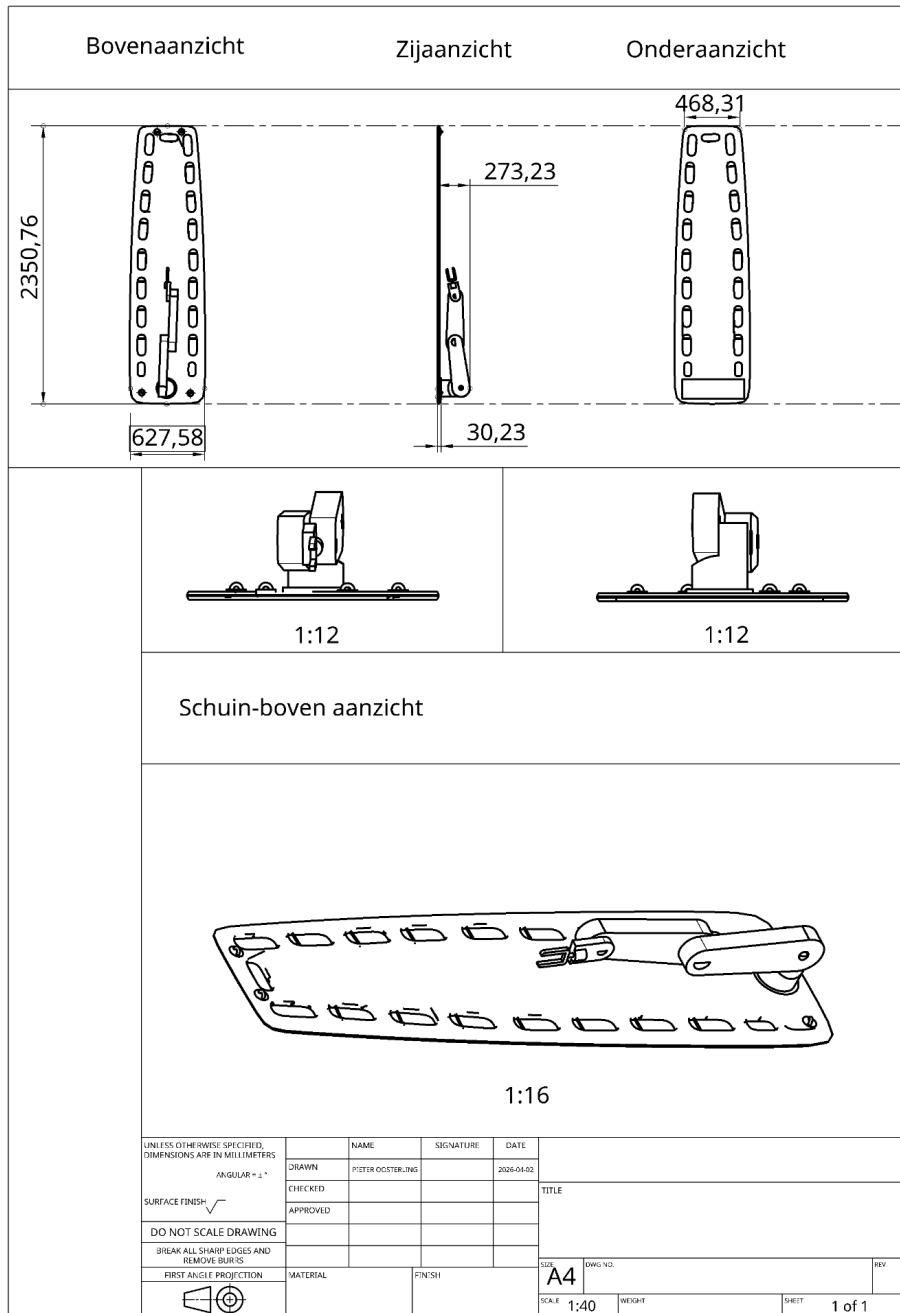


**Coolbox:** Dit is een module vooral gericht om bloed en andere middelen zoals pijnstillers en water naar het slagveld te brengen, en dus niet om mensen weg te voeren. Deze module heeft de vorm van een soort koelbox en kan daarmee meerdere zakken bloed verwarmd en verkoeld vervoeren. Deze zakken met bloed of andere vloeistoffen komen uit op de vier uitgangspunten waar dan de buizen met naalden aan gekoppeld kunnen worden die zich in het midden van de "Coolbox" bevinden. Aan de zijkant van de module zit een schermje om instructies te geven over het gebruik van de module. Al deze uitgangen zitten achter een klep. Door het makkelijke open en dicht maken van de bovenkant van de drone is hij makkelijk bij te vullen en te repareren. Deze module wordt vliegend getransporteerd.



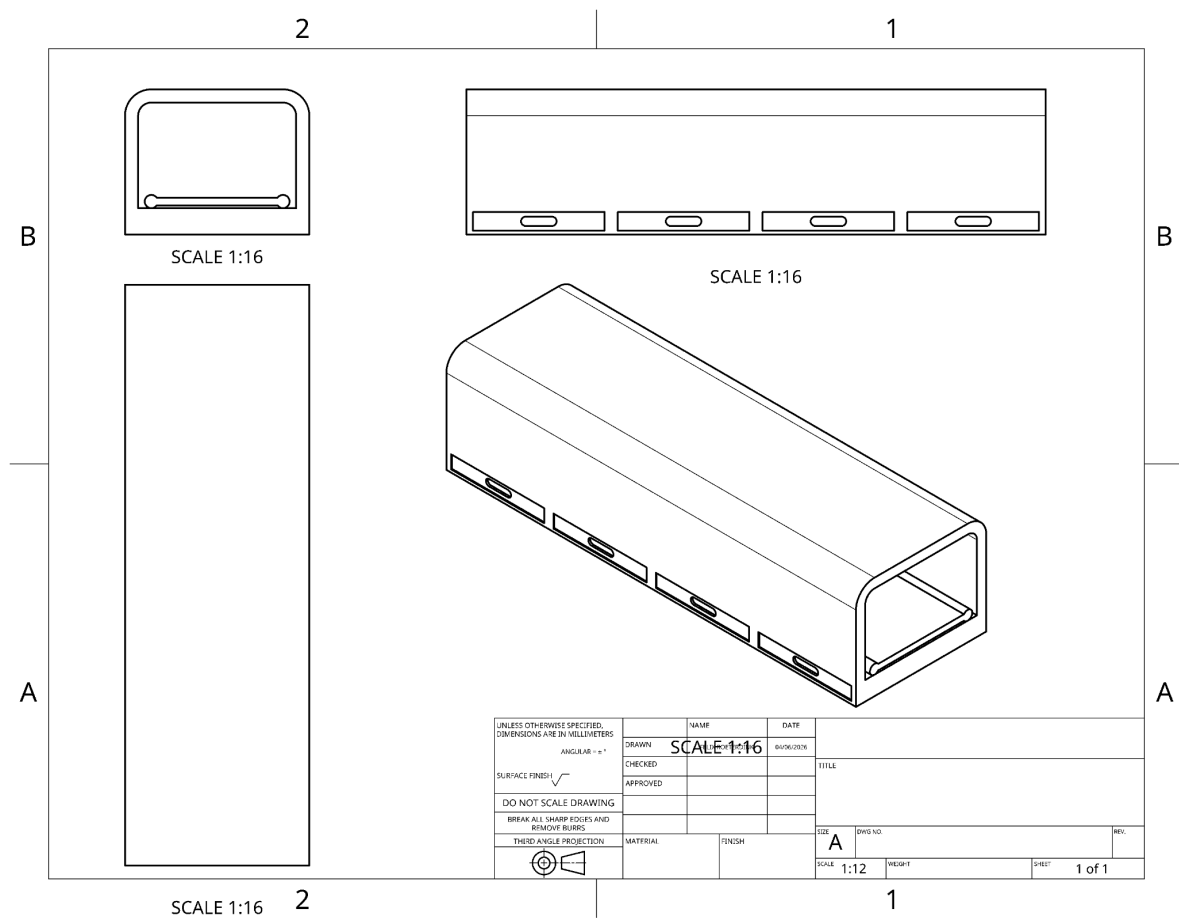
Afbeelding ...  
Concept 2 "Coolbox"

**Remote Control Stretcher** RCS: Dit is een module van een brancard met een mechanische arm er aan. Deze module is er vooral op gericht dat, stel er is niemand anders om een persoon op de brancard te krijgen, de arm het persoon nog wel kan helpen om er op te komen als dit persoon niet meer in staat is om dit te doen, denk aan bewusteloosheid door bloedverlies ect. Deze module wordt vliegend getransporteerd.



Afbeelding ...  
 Concept 3 "Remote  
 Control Stretcher"

**Medkist:** Dit is een module in de vorm van een kist waarin een brancard in past waar een gewond persoon op gelegd kan worden. Dit persoon kan dan bloed toegevoerd krijgen via een slang vanuit binnen in de kist die verbonden zit aan een stel lades onder in de kist. In deze lades bevindt zich ook ander medisch gereedschap, dat gebruikt kan worden voor EHBO en spoedgevallen. Vervolgens kan de kist gesloten worden met behulp van een schuifdeur. Daarnaast is de kist kogelvrij en explosiebestendig waardoor de persoon geholpen kan worden en beschermd wordt vanaf alle kanten. Deze kist wordt gedragen door een rijdend voertuig of door een vliegende drone. Aan de zijkant van de module bevindt zich ook een scherm om instructies te geven over het gebruik van de module aan mensen zonder ervaring.



Afbeelding ...  
Concept 4 "MedKist"

## 8.1 Materiaal

---

Bij een drone is het kiezen van een goed materiaal van groot belang. Het gewicht van het materiaal heeft natuurlijk invloed op hoe sterk de rotorbladen moeten zijn, en hoe groot de draagkracht moet zijn. Ook beïnvloedt het de keuze in apparatuur doordat daar rekening mee gehouden moet worden in de gewichtsberekening. Bij een militaire drone is de sterkte en eigenschappen van het materiaal ook heel belangrijk. Een lichaam en een persoon moet goed beschermd worden om verdere schade te voorkomen. Ook moet de drone niet te makkelijk uit de lucht schieten zijn en een goede levensduur hebben.

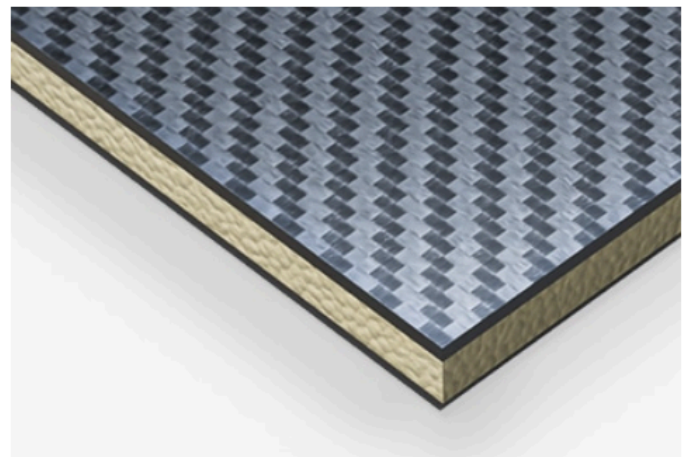
Na een lange onderzoek is er een duidelijke en stevige constructie voor het concept gevormd en is deze duidelijk met behulp van 3d-modellen te bekijken. Aangezien het gaat om een "sandwichconstructie" zijn er verschillende materialen bij meerdere lagen nodig.

- **Buitenlaag en Binnenlaag**

Voor zowel de buiten- als binnenlaag zal koolstofvezel (carbon fiber) gebruikt worden. Dit materiaal blijkt ideaal te zijn voor militaire doeleinden, doordat het kogelwerend en erg stevig is. Koolstofvezel heeft dus een uitstekende gewicht-sterkte verhouding. Bovendien is er voor de sandwich (lichtgewicht) panelen gekozen om van deze ultieme verhouding te profiteren. Carbonfiber is dus met een dichtheid van 1.6 tot 1.8 g/cm<sup>3</sup> en alle bovenstaande eigenschappen de perfecte keuze voor de binnen- en buitenlaag.

Sandwich

Lichtgewicht



- **Kernlaag**

Naast de buitenste lagen is er uiteraard een kernlaag nodig voor meer stevigheid. Deze kernlagen dienen voor een optimale stijfheid en sterkte, maar moeten ook lichtgewicht zijn. Om dit concept daadwerkelijk een bestaand idee te kunnen maken door het gewicht van deze kernlaag binnen de maximale draagkracht te houden zal deze laag uit de magnesiumlegering AZ31B moeten bestaan. Deze legering biedt namelijk extreem veel stijfheid en sterkte met een erg laag gewicht. Met al deze kenmerken en een lage dichtheid van 1.74 tot 1.80 g/cm<sup>3</sup> is deze metaal de uitstekende keuze voor de kernlaag.



- **Isolatielaag**

Om volledige isolatie te garanderen en om zeker te zijn van een extra harde kern wordt er een laag schuim tussen de binnen- en buitenlaag en de kernlaag geplaatst. De soort schuim is divinycell en is voornamelijk bedoeld voor meerdere functies. Naast het feit dat schuim goed isolerend is, zorgt divinycell voor een enorme krachtverdeling en hechting. Bovendien biedt ook dit schuim maximale stijfheid met minimale gewicht. Doordat het materiaal thermoplastisch is, is het materiaal relatief eenvoudig te vervormen.



## 8.2 Apparatuur aan boord

Onderdeel	Aantal	Plaatsen	Gewicht	Prijs	Link
Camera plus infrarood camera (Hadron 640R)	5	Onder het model, aan de voorkant, aan de achterkant, en beiden zijkanten	56g	€3.723,58 per stuk	<a href="https://oem.flir.com/en-150/products/hadron-640/?model=70640AS32-6PMRXX&amp;vertical=twir&amp;segment=oe">https://oem.flir.com/en-150/products/hadron-640/?model=70640AS32-6PMRXX&amp;vertical=twir&amp;segment=oe</a> <a href="https://www.pemcameras.com/product/hadron-640-ht/">https://www.pemcameras.com/product/hadron-640-ht/</a>
Afstandssensoren (Lidar Hadron 640R)	2	Voor en achter aan de onderkant	30g	€257,09 per stuk	<a href="https://lightwarelidar.com/shop/sf30-c-100-m/">https://lightwarelidar.com/shop/sf30-c-100-m/</a>
Custom Medische Transportkoeler Lade van Haier Biomedical	2	In de lade compartement en	-	€?	-
Bloedverwarming (MEQU °M Warmer System Starter Kit   Blood and fluid warmer)	2	In een van de lades	110g	€340	<a href="https://specialmedics.com/producten/m-warmer-blood-iv-fluid-warmer/">https://specialmedics.com/producten/m-warmer-blood-iv-fluid-warmer/</a>
Pompsysteem	1	Bij de uitgang van de zak bij elk van de vloeistoffen	110g	€8,60	<a href="https://www.amazon.com/Kamoer-Peristaltic-Hydroponics-Nutrient-Analytical/dp/B07GWJ78FN/ref=pd_day_0_d_sccl_1_1/140-8185072-3004656?content-id=amazon1_sym_de288d99-05f6-43bf-9d9c-b57de9652232&amp;psc=1">https://www.amazon.com/Kamoer-Peristaltic-Hydroponics-Nutrient-Analytical/dp/B07GWJ78FN/ref=pd_day_0_d_sccl_1_1/140-8185072-3004656?content-id=amazon1_sym_de288d99-05f6-43bf-9d9c-b57de9652232&amp;psc=1</a>
Slangen(Sangofix B transfusie apparaat)	30	In een van de lades	7g	€2,30 per stuk	<a href="https://www.doccheckshop.nl/p/155324-sangofix-b-transfusieapparaat/">https://www.doccheckshop.nl/p/155324-sangofix-b-transfusieapparaat/</a>
Botnaald (Arrow EZ-IO intraossale naald, 45 mm, 5 stuks)	10	In een van de lades	2g	€181,78 per stuk	<a href="https://meinarztbedarf.com/nl-nl/products/koop-ez-io-C2%E-infusnaalden-in-alle-maten-roze-blauw-of-geel?variant=57425411932541">https://meinarztbedarf.com/nl-nl/products/koop-ez-io-C2%E-infusnaalden-in-alle-maten-roze-blauw-of-geel?variant=57425411932541</a>
Botnaald boor (Arrow EZ-IO G3 botboor voor intraossale toegang)	1	In dezelfde lade als de botnaalden	150g	€424,59	<a href="https://meinarztbedarf.com/nl-nl/products/arrow-ez-io-bone-drill-g3-veilig-intraosseus-toegang-in-hoofdgevallen-vallen?pr_prod_stratsj&amp;pr_rec_id=e4850d14c&amp;pr_rec_pid=15030062678397&amp;pr_ref_pid=8372980285785&amp;pr_seq=uniform">https://meinarztbedarf.com/nl-nl/products/arrow-ez-io-bone-drill-g3-veilig-intraosseus-toegang-in-hoofdgevallen-vallen?pr_prod_stratsj&amp;pr_rec_id=e4850d14c&amp;pr_rec_pid=15030062678397&amp;pr_ref_pid=8372980285785&amp;pr_seq=uniform</a>
Naalden	25	In een van de	0.15g	€0,06	<a href="https://www.merkala.nl/bd-microlance-injectienaalden-21g-groen-0-8x40mm-100-stuks.html">https://www.merkala.nl/bd-microlance-injectienaalden-21g-groen-0-8x40mm-100-stuks.html</a>

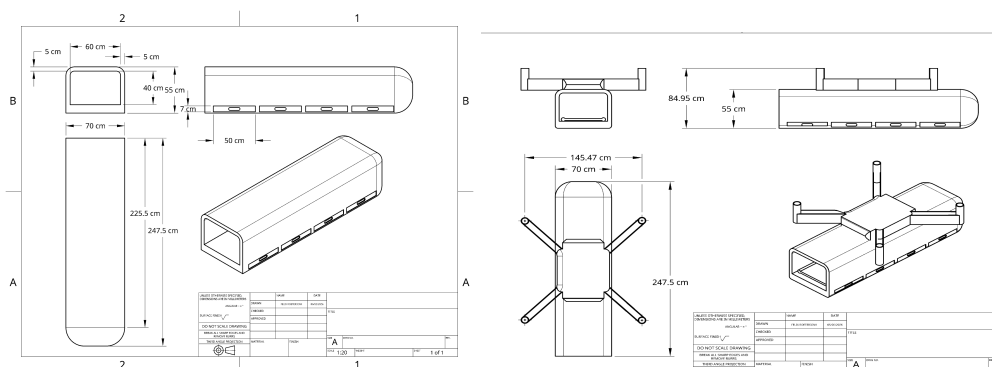
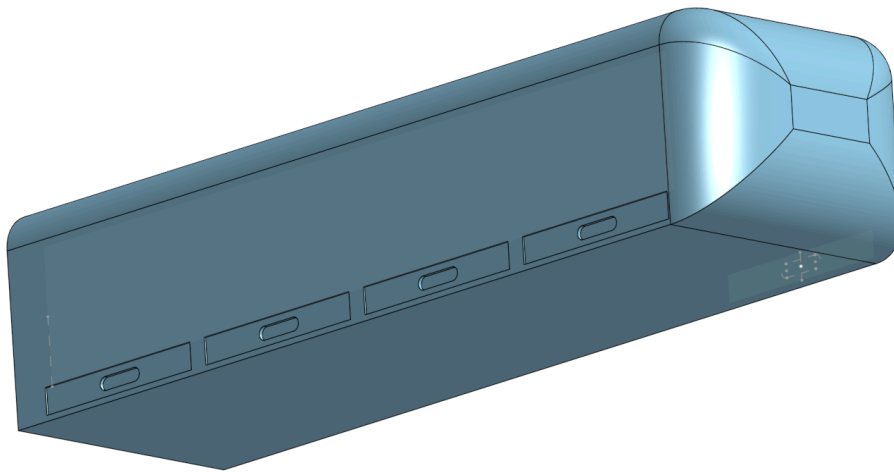
(BD Microlance injectienaalden 21G groen 0,8x40mm)		lades		per stuk	
Tourniquet (SAM XT tourniquet)	10	In een van de lades	108g	€33,75 per stuk	<a href="https://www.ehabo.nl/sam-xt-tourniquet-zwart">https://www.ehabo.nl/sam-xt-tourniquet-zwart</a>
Gasmasker (Gasmasker OM-90)	2	In een van de lades in de drone	0.5kg	€ 227,80	<a href="https://www.gasmask.nl/nl/gasmasker/9-39-om-90-gasmasker-abc-volgeaatsmasker-nbc-maskers-cbm.html">https://www.gasmask.nl/nl/gasmasker/9-39-om-90-gasmasker-abc-volgeaatsmasker-nbc-maskers-cbm.html</a>
Zuurstofmasker (DCT O2 zuurstofmasker met neusklem, veiligheidsslang 2.10m met ventiel (1))	1	In een van de lades in de drone	0.5kg	€2.39	<a href="https://medischeartikelen.nl/product/dct-o2-zuurstofmasker-met-neusklem-veiligheidslang-2-10m-met-ventiel-1/">https://medischeartikelen.nl/product/dct-o2-zuurstofmasker-met-neusklem-veiligheidslang-2-10m-met-ventiel-1/</a>
klein SATCOM-systeem	1	Bovenop de drone geïntegreerd in de drone zelf	≈5kg	≈€50.000	-
Parachute	1	Bovenop de drone op het zwaartepunt	8.5kg	€4.500	<a href="https://aeroshop.eu/en/magnum-300.html">https://aeroshop.eu/en/magnum-300.html</a>
Ventilatie systeem	1		2,05kg	€169,95	<a href="https://www.amazon.nl/IR-AST-Dezentrale-Ventilatie-Warmterugwinning-Schakelaar/dp/B09FY8DQ3Z/ref=spd_day0_d_scd_2_1/259-1911515-0062855?contentId=amzn1.sym.5f2c4c18-0e1d-4c1f-bb1b-f034669e60c3&amp;th=1">https://www.amazon.nl/IR-AST-Dezentrale-Ventilatie-Warmterugwinning-Schakelaar/dp/B09FY8DQ3Z/ref=spd_day0_d_scd_2_1/259-1911515-0062855?contentId=amzn1.sym.5f2c4c18-0e1d-4c1f-bb1b-f034669e60c3&amp;th=1</a>
Ledstrip(123led LED paneel 60x60 cm   3000K (830)   4000 lumen   UGR22   40W)	1	Aan het plafond in de drone	2kg	€ 16,16	<a href="https://www.123led.nl/123led-LED-paneel-60x60-cm-3000K-830-4000-lumen-UGR22-40W-i10141.html">https://www.123led.nl/123led-LED-paneel-60x60-cm-3000K-830-4000-lumen-UGR22-40W-i10141.html</a>
bloedzak	4	In een van de lades	0.5kg	-	-
<b>Totaal</b>	<b>88</b>	<b>x</b>	<b>26.08kg</b>	<b>€76.950,36</b>	<b>x</b>

## 8.1 Iteratie 1: Model van UHMWPE

Om te bepalen of al het apparaat in de drone past en of het binnen het maximale cargo gewicht (300kg) van de drone T-650 heavy lift van BAE Systems blijft, moet er uit worden berekend hoeveel het frame en het kogelwerend materiaal weegt op de drone.

### Aanpak model

Er is begonnen met het maken van een 3d model. Hierbij is er geprobeerd om een zo goed mogelijk aerodynamische vorm te maken. Ook is aan de opdrachtgever gevraagd wat de afmetingen zijn van wat de soldaten. Er is uitgegaan van de maximale lengte van een soldaat. Dit bleek namelijk 60 bij 203 centimeter te zijn. Ook gaf de opdrachtgever een *side note* dat het niet te claustrofobisch moest zijn. Ook waren er lades gemaakt voor waar al het apparaat moest komen.



Het 3d model is zichtbaar op: [cld.pieteroosterling.nl/sos/3d/iteratie/1/3d.html](http://cld.pieteroosterling.nl/sos/3d/iteratie/1/3d.html)

## Technische punten

Variable	Waarde	Eenheid
Lengte (totaal)	247,5	cm
Breedte (totaal)	145,47	cm
Hoogte (totaal)	84,95	cm
Lengte (module)	247,5	cm
Breedte (module)	70	cm
Hoogte (module)	55	cm
Breedte (binnenkant)	60	cm
Hoogte (binnenkant)	40	cm
Diepte (binnekant)	225,5	cm
Breedte (laden)	50	cm
Hoogte (laden)	7	cm
Diepte (laden)	25	cm
Totaal volume (module)	319087.176214	cm <sup>3</sup>

## Controle

Om het gewicht te berekenen is het model via de 3d-printer laten uitprinten met de volgende uitgangspunten (hieronder zichtbaar). Dit is gedaan om een theoretische waarde; het totale volume en een praktische waarde te krijgen. Dit kan ervoor zorgen dat er ook externe factoren worden meegenomen en het berekende gewicht een betere waarde geeft.

## Uitgangspunten

Variable	Waarde	Eenheid
Massa schaalmodel	110	g - gram
Eerste schaalfactor	0,1	x
Tweede schaalfactor	0,8	x
Totale schaalfactor	0,08	x
Infill Percentage	18	% - percentage
Dichtheid PLA	1,24	g/cm <sup>3</sup>
Dichtheid UHMWPE	0,93	g/cm <sup>3</sup>

*g/cm<sup>3</sup> = gram per kubieke centimeter*

## **Gewicht berekening**

Er is gekozen om het materiaal UHMWPE te gebruiken, doordat dit vergeleken met het gewicht één van de sterkste materialen is. Het gewicht is berekend via de volgende stappen. De volledige berekening is te vinden in de bijlage.

### **Stappenplan:**

**Stap 1:** Bereken de totale schaalfactor van het prototype door de twee schaalfactoren met elkaar te vermenigvuldigen.

**Stap 2:** Bereken de factorschaal door 1 te delen door de totale schaalfactor.

**Stap 3:** Vermenigvuldig de factorschaal met macht 3.

**Stap 4:** Bereken de totale massa van het prototype op ware schaal via de factorschaal.

**Stap 5:** Bereken de totale massa met het materiaal UHMWPE via de dichtheid.

### **Conclusie Iteratie 1 - UHMWPE**

Als er gebruik wordt gemaakt van het materiaal UHMWPE wat een dichtheid heeft van 0,93 gram per kubieke centimeter komt dit neer op een gewicht van 161,1 kilogram bij een infill van 18%. Doordat UHMWPE enkel beschikbaar is als het volledig ingevuld (en dus massief) moet het gewicht worden omgerekend naar 100% infill, wat neerkomt op 895,1 kilogram. 895,1 is veel meer dan het maximale cargo gewicht (300 kg) van de drone BEA systems T650. Hierdoor is het materiaal UHMWPE niet mogelijk om te gebruiken bij dit model.

### **Aannames en beperkingen:**

Bij deze berekening zijn de volgende aannames gemaakt:

- De vorm en het ontwerp blijven volledig hetzelfde bij opschaling.
- Alle materiaaleigenschappen zijn gelijk verdeeld.
- De dichtheid van PLA en UHMWPE zijn constant.
- De wanddikte van het model is gelijk aan de werkelijkheid.
- Het gewicht van het prototype heeft een foutmarge van 0,99... gram
- De slicer gaf een theoretische massa van 107,25 gram aan, terwijl de werkelijk gemeten massa 110 gram was.
- Weegschaal van 1 gram tot 1 kilogram

## 9.1 Iteratie 2: Skelet van Aluminium T6

Doordat bij de vorige iteratie waarbij het model volledig werd gemaakt van UHMWPE het gewicht ver boven het maximale cargo gewicht van 300 kilogram lag, moest zo wel het model als het materiaal worden vervangen. Ook blijkt uit onderzoek met experts dat UHMWPE niet geschikt was voor het maken van de drone.

### UHMWPE

Bij de vorige iteratie werd er gebruikgemaakt van het materiaal UHMWPE. Dit was vergeleken met andere onderzochte materialen de lichtste en sterkste combinatie van beschikbare materialen. Tevens was er nog geen onderzoek gedaan naar de bewerkbaarheid van een materiaal. Dit kwam terwegen toen er aan DelftDynamiscs is gevraagd over de slagingskans van iteratie 1. Hierbij gaf de expert aan dat dit niet mogelijk was doordat het materiaal UHMWPE niet te buigen is in een ronde vorm. Het volledige gesprek is te vinden in de bijlage. Om deze reden is er overgestapt naar het materiaal Aluminium T6. Aluminium T6 beschikt over de volgende eigenschappen.

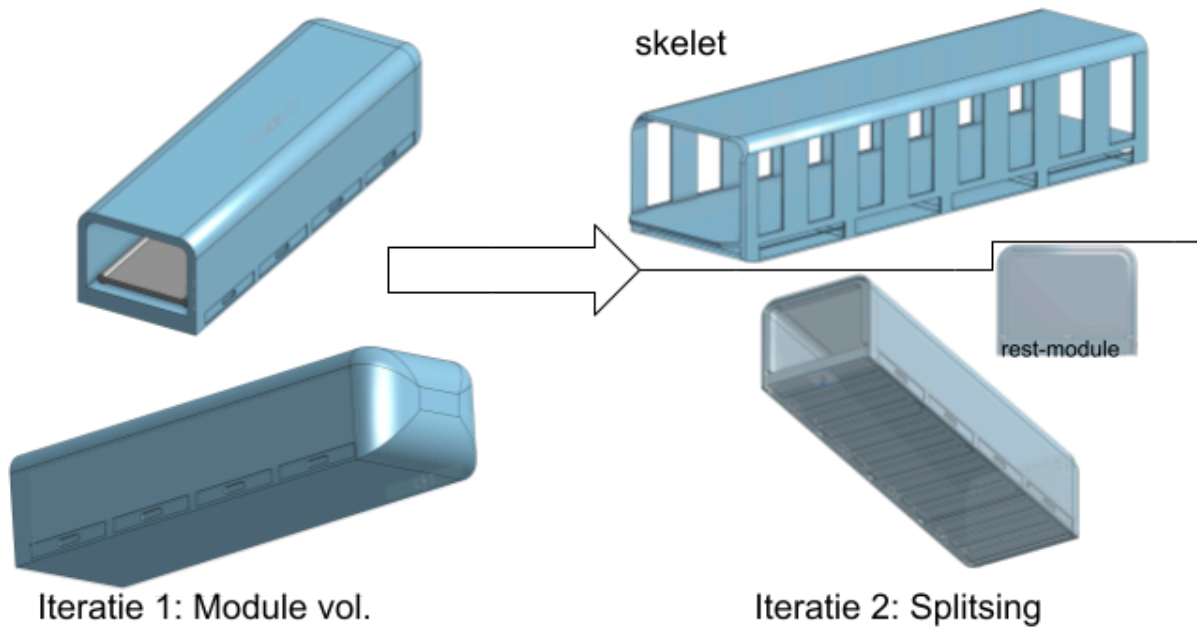
### Eigenschappen Aluminium T6

Variable	Waarde	Eenheid
Dichtheid	2,70	g/cm <sup>3</sup>
Kosten	€8 tot €15,-	m <sup>2</sup>
Bewerkbaarheid	goed	x
UV-licht	Bescherming	x
Weersomstandigheden bestendig	Goed	x
Afkorting	Al-T6	

*g/cm<sup>3</sup> = gram per kubieke centimeter*

### Splitsing

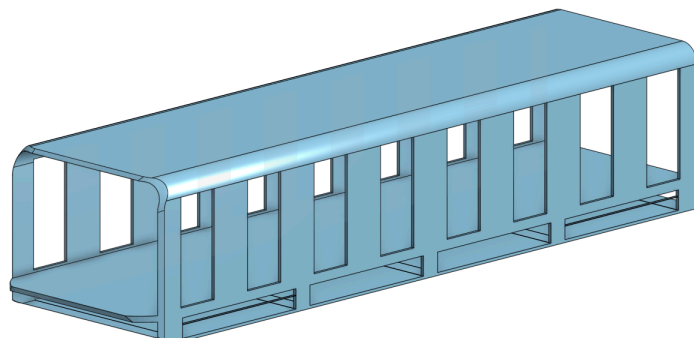
Doordat naast het materiaal ook het model een factor was in het te zware gewicht is er besloten om het model verder aan te passen om te zorgen dat het gewicht minder wordt. Het materiaal Aluminium T6 is heel stevig maar vergeleken met UHMWPE is de dichtheid veel meer. Zo was de dichtheid van UHMWPE 0,93 g/cm<sup>3</sup> en is het van Al-T6 2,70 g/cm<sup>3</sup>. Om deze reden is het model opgesplitst in een skelet; ook wel het frame genoemd en een rest-module. Het rest-module is gemaakt van het materiaal Carbon fiber. Er is gekozen voor dit materiaal omdat het relatief heel licht is en kogelwerend is, wat van grote toepassing is op het front. Zo is de dichtheid van ons gekozen onbewerkt koolstofvezel 1,75 g/cm<sup>3</sup>.



### Uitgangspunten

Variable	Waarde	Eenheid
Massa schaalmodel (skelet)	41.4*	g - gram
Volume rest-module	313310.733265	cm <sup>3</sup>
Eerste schaalfactor	0,1	x
Tweede schaalfactor	0,8	x
Totale schaalfactor	0,08	x
Infill Percentage	15*	% - percentage
Dichtheid PLA	1,24	g/cm <sup>3</sup>
Dichtheid koolstofvezel	1,75 <sup>+</sup>	g/cm <sup>3</sup>
Dichtheid Aluminium T6 (Al-T6)	2,70*	g/cm <sup>3</sup>

*g/cm<sup>3</sup> = gram per kubieke centimeter - x\* = aangepast waarde*



### **Conclusie gewicht**

De berekeningen van de twee modules staan in de bijlage. Dit kwam erop neer dat het skelet van iteratie 2 met het materiaal Aluminium T6 een gewicht had van 176,1 kilogram bij een infill van 15%. Doordat het net zoals bij de UHMWPE alleen mogelijk is om het massief te gebruiken, kwam het neer op 1.173.8 kilogram voor het skelet. Dit is nog meer dan vorige en is enkel het skelet. Zo kwam door middel van het volume delen door de dichtheid van de rest-module neer op een gewicht van 548,294 kilogram.



### **Aanpassingen**

Het totale gewicht bij deze iteratie is rond de 1.700 kilogram terwijl het maximale gewicht 300 kilogram mocht zijn. Uit de voorgaande waardes en iteraties kwam het erop neer dat als het materiaal niet volledig massief hoeft te zijn, maar gebruik kan maken van een andere infill of structuur, zoals honingraat, zou het gewicht met wel 10 keer kunnen worden verkleind.

## 9.2 Iteratie 3: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B)

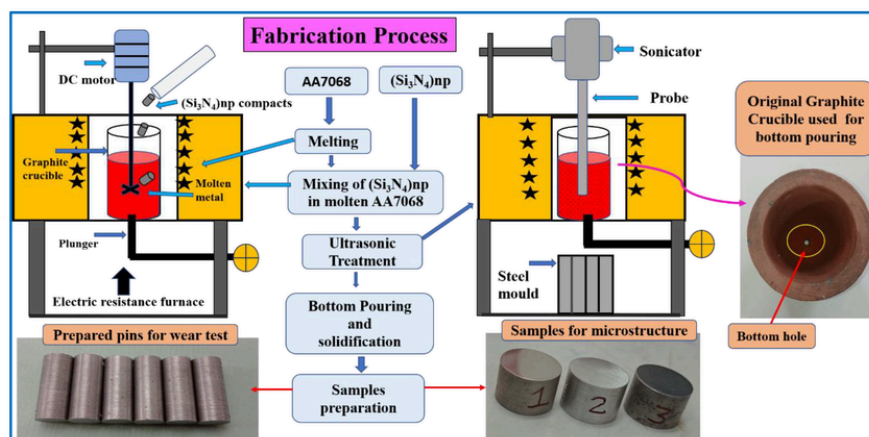
Doordat bij de drone het gewicht belangrijk en gelimiteerd is, moet hier goed over worden nagedacht en moet het binnen de 300 kilogram payload blijven. Uit de iteraties blijkt dat het materiaal een groot verschil maakt in het gewicht. Zo kan het nieuwe model nog wel een kleiner volume krijgen, zorgt dit niet automatisch voor niet voor een kleiner gewicht.

### Magnesiumlegering (AZ31B)

Bij het vorige materiaal Aluminium T6 was het niet mogelijk om het materiaal niet massief te maken. Hierdoor kwam het uit op een totaal gewicht van meer dan 1000 kilogram. Om deze reden is er opzoek gegaan naar een materiaal waarbij de infill en structuur aangepast kan worden, om zo te zorgen voor een lager gewicht. Volgens *auremo* & *AZoM* is het mogelijk als je het materiaal freest of gebruik maakt van lasermelting kan het gewicht terug worden gedrongen naar 15% infill en kan er ook gebruik worden gemaakt van andere structuur vormen. Het enige nadeel is dat het vergelijken met Aluminium T6 iets minder sterk is,

### Conclusie AZ31B

Gezien het model niet is veranderd sinds de vorige iteratie en enkel er een verschuiving is geweest in het materiaal. Is bij de berekening de dichtheid veranderd naar  $1,77 \text{ g/cm}^3$ . Ook deze berekeningen zijn te vinden in de bijlage. Het nieuwe gewicht van het skelet is 115,4 kilogram. Dit past binnen de 300 kilogram, alleen het gewicht van de rest-module is nog niet omlaag gegaan en komt het totaalgewicht nog boven de maximale 300 kilogram.



## 10.1 Iteratie 4: Aanpassing aan skelet en rest-module

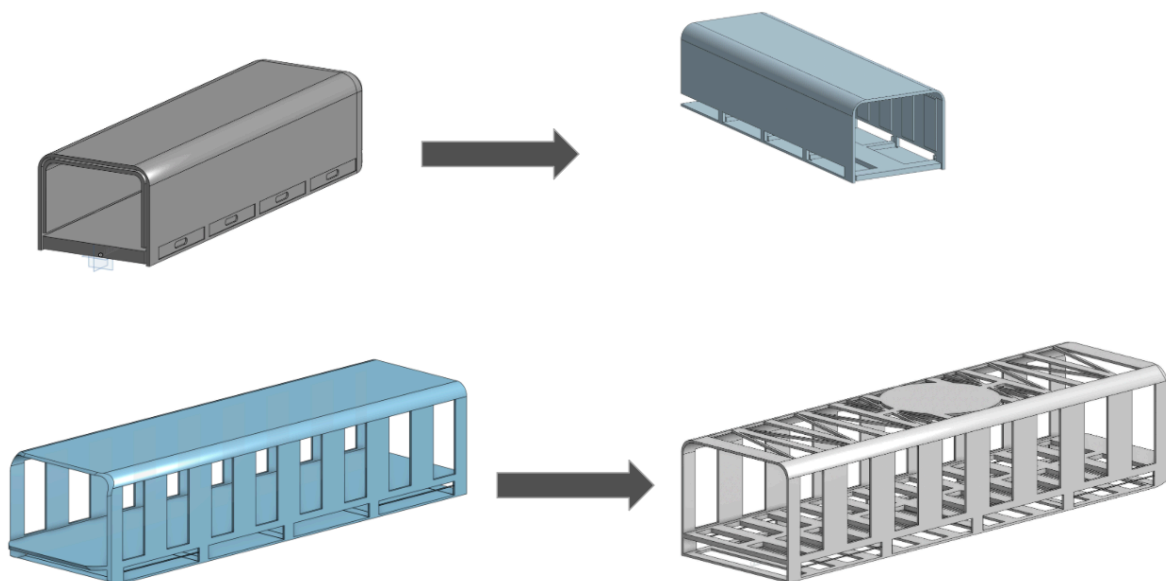
---

In de vorige iteraties is het gewicht al omlaag gehaald via het aanpassen van de materialen of via het aanpassen van het model zelf. Tevens is er bij het ontwerpen van het skelet nog niet gewerkt om het zo optimaal mogelijk te maken. Ook werd het materiaal van de rest-module nog aangepast, omdat dit ver boven het maximale gewicht kwam.

### Nieuw uiterlijk

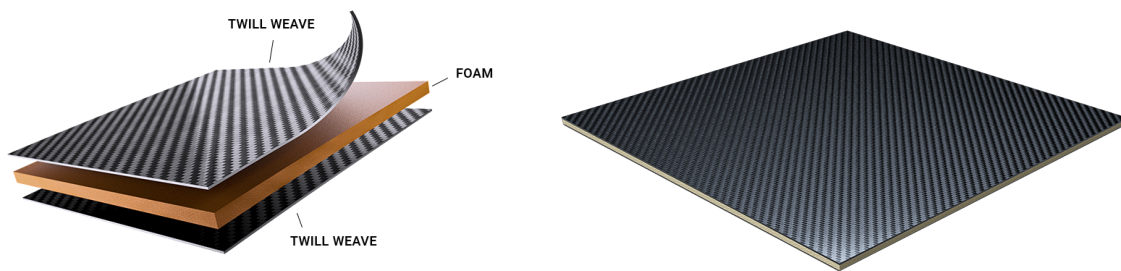
Het skelet bevat in de vorige iteraties nog veel rechte stukken, wat zonde is van het gewicht en materiaal. Zo is dit geoptimaliseerd door aan de bovenkant gebruik te maken van sterke driehoeken. Hierbij is er gebruikgemaakt van de *plat-kort-diehoek*. Dit houdt in dat de driehoek aan de korte zijdes; de strepen die dwars lopen vergelijken met de lengte een grotere connectie zijde hebben vergelijken met de zijdes die parallel lopen. Zo is er aan L. de Groot gevraagd in hoeverre het skelet nu zijn sterkte verliest. De Groot vertelde dat dit waarschijnlijk minimaal was en het met zekerheid kon worden gezegd als het in een simulator werd gezet. Ook is er op de bovenkant een grotere rond gemaakt die zorgt voor de connectie van het frame met de drone (BEA systems T650). Ook is de onderkant bewerkt naar een latjes bodem. Dit is geïnspireerd op het frame van een bed en zorgt er ook voor dat als er bloed lekt uit de brancard, het niet één groot plas bloed wordt. Tevens moet voor het nieuwe materiaal voor de rest-module de zijdes waar dit materiaal zich bevindt recht zijn.

---



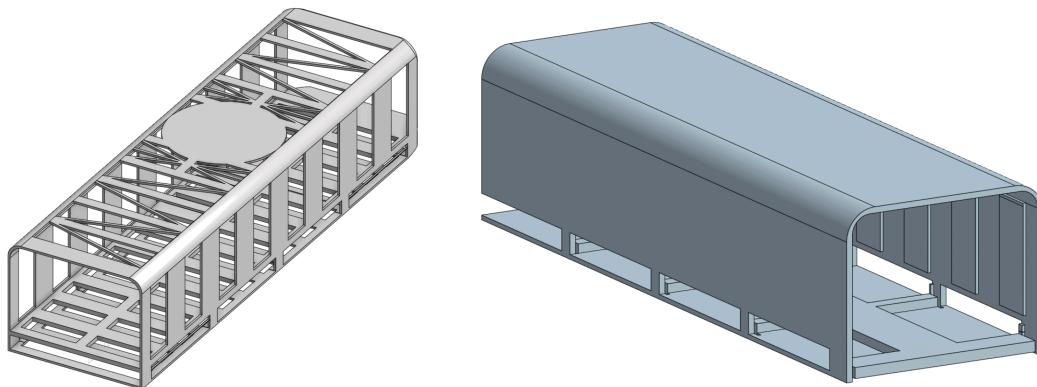
Aan de rest-module is veranderd dat het veel minder onnodige volume gebruikt. Zo waren de wanden bijna 10 centimeter dik en zat daar tussen het skelet. Hierbij werd zowel de buitenkant als de binnenkant voorzien van kogelwerend materiaal. Dit is tevens onnodig, omdat dit zorgt voor een dubbele bescherming, maar ook voor 2 keer zo veel gewicht. Daarom is dat materiaal vervangen voor Divinycell, dat neerkomt op 4,19 kilogram. *Berekent via dichtheid en volume  $cm^3$* . Ook wordt het materiaal carbon fiber vervangen voor de nieuwe structuur sandwich.

## Weergave sandwichpanelen



### Conclusie iteratie 4:

Door het gebruik van het nieuwe materiaal en het verminderde gewicht zorgt dit ervoor dat het gewicht aanzienlijk minder wordt. Zo wordt het nieuwe gewicht waarbij er gebruik wordt gemaakt van sandwichpanelen 16,47 kilogram. De uitwerking is te vinden in de bijlage. Ook het al vastgestelde gewicht van de binnenkant van de module, die 4,19 kilogram was, zorgt voor een totaal gewicht van 20,66 kilogram van de rest-module. Dit plus het gewicht van het skelet zorgt voor een totaal gewicht van 100,82 kilogram voor de materiaalmodel. Als hierbij ook nog het gewicht van de apparatuur (26,08) wordt opgeteld, zorgt dit voor een totaal gewicht van 126,9 kilogram en blijft het binnen het totale maximale cargo gewicht van 300 kg.



Tot slot is er ook een demovideo gemaakt om te demonstreren en een visuele uitleg te geven hoe de drone ongeveer te werk moet gaan. De video bevat fouten en is gemaakt samen met Google AI Labs met de modellen: Veo3-quality, Veo3-Lite, Veo3-fast en Omni-1. Al deze modellen zijn van Google Gemini en er is gebruik gemaakt van de agent mode. De demo video is via deze link te bekijken:

<https://drive.google.com/file/d/1iaXUmJM7jT6AtitauNsRgcjt12kG9gTW/view?usp=sharing>



## 11.1 Kostenraming

---

Om de kosten van het huidige ontwerp te bepalen moeten we wat waarden bij elkaar optellen. In hoofdstuk 8.2 *Apparatuur aan boord* is berekend dat alle apparatuur aan boord rond de €76.950,36 wordt.

### Oppervlakte carbon fiber binnenkant

$$0.4 \cdot 0.6 + 2 \cdot 2.225 \cdot 0.5 + 2.225 \cdot 0.4 \cdot 2 = 4.245$$

$$A = 4.245m^2$$

### Oppervlakte carbon fiber buitenkant

$$2.48 \cdot 0.45 \cdot 2 + 0.7 \cdot 2 \cdot 2.48 = 6.208$$

$$A = 6.208m^2$$

$$6.208 + 4.245 = 10.453$$

Met een prijs van ongeveer €39,00 per m<sup>2</sup> kost 10.453m<sup>2</sup> carbon fiber €815,33  
(*Wilsor Koolstofweefsel (Carbon) | Kajak.nl, z.d.*)

### Prijs skelet

Het oppervlakte van het skelet is 0.046419 m<sup>3</sup> en het is gemaakt van magnesiumlegering.  
met een prijs van €10.000 per m<sup>3</sup> komt dat uit op

$$10.000 \cdot 0.046419 = 464,19$$

Het frame kost dus €464,19

### Prijs schuim

Het oppervlakte van het schuim gedeelte is 0.340912 m<sup>3</sup> en het is gemaakt van magnesiumlegering. met een prijs van €4.773 per m<sup>3</sup> komt dat uit op €1627.17

$$10.453 + 464,19 + 1627.17 + 76.950,36 = 89.494,72$$

De gehele module kost ongeveer €89.494,72

## 12 Conclusie

---

Tijdens dit onderzoek- en ontwerpproject werd er onderzocht om antwoord te kunnen geven op de volgende hoofdvraag: *“Hoe kan een drone worden ontworpen die effectief en verantwoord medische hulp kan verlenen in extreme of afgelegen omstandigheden om onnodige slachtoffers te beperken?”* Om een duidelijk en specifiek antwoord te kunnen geven op deze vraag is er onderzoek gedaan naar meerdere aspecten van een drone.

Eerst werd er gekeken naar de omstandigheden waarin een drone goed moet kunnen functioneren. Van regen en harde storm tot aan zeer hoge temperaturen. Om dit te realiseren werd er met aandacht onderzoek gedaan naar (isolatie)materiaal. Na al het onderzoeken is er geconcludeerd dat de drone in vrijwel alle klimaten op aarde goede taken moet kunnen uitvoeren, aangezien een soldaat niet zomaar kan beslissen waar hij gewond zal raken, wat uiteraard vanzelfsprekend is. Naast de materialen waaruit de drone moet bestaan zijn de volgende onderdelen en eigenschappen van groot belang: sensor detectie, hitte zandbestendig, wendbaar en compact, ijscoating en waterbestendig.

Daarnaast moet de drone zelf voor veel medische voorzieningen zorgen. Doordat de hulp op het point of injury erg beperkt is, dient de autonome drone zelf medische hulpmiddelen te vervoeren en ondersteuning te bieden. Op deze manier kan de overlevingskans van de gewonde soldaten worden vergroot.

Naast het bieden van medische hulpmiddelen moet de drone ook veel andere eigenschappen hebben om autonoom de meeste taken uit te voeren. Basisfuncties als krachtige batterij, GPS en stabilisatiesystemen zijn essentiële onderdelen om een veilige en betrouwbare vlucht te garanderen. Daarnaast zijn camera's en infraroodcamera's ook erg belangrijk voor een goed zicht op de omgeving. Om de batterij extra ondersteuning te geven werd er ook geconcludeerd dat geplaatste zonnepanelen zullen bijdragen aan een grotere efficiëntie. Door autopiloot in het systeem te integreren, kunnen de meeste taken door de drone zelf worden uitgevoerd zonder een directe host.

Hiernaast moet een drone zich houden aan de regelgeving van de EASA en moet het geregistreerd worden volgens de geldende luchtvaartregels. Ook gelden er tijdens militaire operaties regels van het Internationaal Humanitair recht en het Verdrag van Genève. Zo mag een drone niet zomaar worden beschoten indien het geen gevaar vormt voor de tegenpartij en moet het voor iedereen duidelijk een reddingsvoertuig zijn, bijvoorbeeld door er een rood kruis te plaatsen.

Bovendien is er gekeken welke materialen het meest geschikt zijn voor de wanden van de drone. Met een sandwichconstructie zouden de wanden de ultieme ondersteuning moeten geven. daarbij bestaat de buiten- en binnenwand uit carbon fiber (koolstofvezel) en de kernlaag uit een magnesiumlegering (AZ31B). Voor de volledige isolatie en om de drone stevig te houden is er ook besloten om divinycelluim (schuim) te plaatsen tussen de buitenste lagen en de kernlaag.

Tot slot liggen er ook uiteraard hoge kosten aan een zeer functioneel concept als deze module. Deze module zal in totaal €89.494,72 moeten kosten, waarbij de technische apparatuur het duurste is. Dit zijn enkel de kosten van de module zelf zonder productiekosten. Vergeleken met andere concepten valt dit redelijk mee. De kosten van andere bestaande drones kunnen zelfs oplopen tot miljoenen euro's.

## 13 Discussie

---

Na meer dan dertig bestaande drones te bestuderen en de beste punten van elk van de drones te pakken kunnen we met zekerheid concluderen dat we voldoende informatie hebben om een begin te maken aan een realistisch concept van een militaire drone. Een groot deel van dit project waar we een half jaar aan hebben gewerkt is besteed aan het onderzoeken naar wat er nodig is bij een drone volgens militaire standaarden. hoeveel de kosten zouden zijn en wat goede plaatsingen zouden zijn voor materialen en apparatuur.

Onze verwachtingen waren dat we een goed werkend concept zouden kunnen realiseren, dit hebben we na veel onderzoek en meerdere iteraties uiteindelijk ook behaald. De materialen waren het grootste probleem, want hoe gingen we een kist die uitgerust was met voldoende medische apparatuur voor meerdere soldaten, met ruimte voor een persoon er in, in hemelsnaam de lucht in krijgen? Omdat we niet wilden besparen op de kwaliteit van de spullen die mee moesten, hebben we een groot deel van de module van schuim moeten maken.

Veel medische modules die in het leger worden gebruikt worden natuurlijk niet binnen een half jaar met 4 uur per week tijd bedacht en gerealiseerd. Ook zijn VWO4 leerlingen niet de aangewezen groep om deze apparaten te bedenken. Hierdoor zal het eindproduct natuurlijk niet helemaal gerealiseerd kunnen worden op de manier waarop het nu bedacht is. Ook zal het leger zijn producten waarschijnlijk niet van consumentenwinkels halen zoals bol en amazon. Hier hebben wij wel onze producten vandaan en de informatie over deze producten. Door dit soort dingen zou het product in het echt goedkoper of duurder uit kunnen vallen dan er is voorspeld.

Wel zou ons product kunnen dienen als inspiratie voor andere projecten die echt in het leger gebruikt kunnen worden. Wij zijn overtuigd dat als mensen met meer kennis op het gebied van militaire techniek hier tijd in zouden steken en met hun kennis hier een werkend concept van zouden maken, dat het in de toekomst echt bij zou kunnen dragen aan de veiligheid van soldaten. Als ons idee als basis kan functioneren voor een beter ontwerp dat door experts is bedacht heeft ons onderzoek en ons ontwerp volgens ons zijn functie behaald namelijk; Het ondersteunen van soldaten in nood.

## 13. Bronnen

---

(*Wilsor Koolstofweefsel (Carbon)* | *Kajak.nl*, z.d.)

*Wilsor koolstofweefsel (carbon)* | *Kajak.nl*. (z.d.). Kanocentrum Arjan Bloem.

<https://www.kajak.nl/carbon-koolstofweefsel-05-m2-kruis-200-gr-m2-tijde.html>

(*LESSON 16 TRANSPORT A CASUALTY*, z.d.)

*LESSON 16 TRANSPORT a CASUALTY*. (z.d.).

[https://www.medtrng.com/cls2000a/lesson\\_16\\_transport\\_a\\_casualty.html](https://www.medtrng.com/cls2000a/lesson_16_transport_a_casualty.html)

(Ferrari, 2025)

Ferrari, E. (2025, 4 september). *L'influence des conditions météo sur les drones*. Allumee.

<https://www.allumee.com/nl/de-invloed-van-weersomstandigheden-op-drones/>

(Draganfly, Inc., 2025)

Draganfly, Inc. (2025, 6 augustus). *Draganfly - UAV & Drone Hardware and Software*

*Innovation for 20+ Years*. Draganfly.

<https://draganfly.com/wp-content/uploads/2023/06/Draganfly-Heavy-Lift-Specs-Sheet-2023-PDF.pdf>

Draganfly. (z.d.). *Heavy Lift Drone*. Geraadpleegd van:

<https://draganfly.com/products/heavy-lift/>

General Atomics Aeronautical Systems. (z.d.). *MQ-9B SkyGuardian*. Geraadpleegd van:

<https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/mq-9b-skyguardian>

Defensie. (z.d.). *MQ-9 Reaper*. Geraadpleegd van:

<https://www.defensie.nl/onderwerpen/m/materieel/vliegtuigen-en-helikopters/mq-9-reaper>

Avilus. (z.d.). *Grille*. Geraadpleegd van: <https://www.avilus.com/solution/grille>

RC Drone. (z.d.). *THEA 200MP Octocopter Drone*. Geraadpleegd van:

<https://rcdrone.top/nl/products/thea-200mp-octocopter-drone-nl>

FlyingBasket. (z.d.). *FB3*. Geraadpleegd van: <https://flyingbasket.com/fb3-order>

AI Armaments. (z.d.). *Contact*. Geraadpleegd van: <https://ai-armaments.com/contact/>

Hongfei Drone. (z.d.). *HZH-Y50 Transport Drone Long Endurance 50kg Payload*.

Geraadpleegd van:

<https://www.hongfeidrone.com/manufactur-standard-drone-for-agriculture-spraying-price-hzh-y50-transport-drone-long-endurance-50kg-payload-hongfei-product/>

Rheinmetall. (z.d.). *Mission Master A-UGS*. Geraadpleegd van:

<https://www.rheinmetall.com/en/products/uncrewed-ground-systems-and-autonomous-navigation-technology/mission-master-a-ugs>

Pilot Institute. (z.d.). *Heaviest Drones*. Geraadpleegd van:

<https://pilotinstitute.com/heaviest-drones/>

Freefly Systems. (z.d.). *Alta X*. Geraadpleegd van: <https://freeflysystems.com/alta-x>

BAE Systems. (z.d.). *T-Series*. Geraadpleegd van:

<https://www.baesystems.com/en-uk/product/t-series>

Dufour Aerospace. (z.d.). *Defence*. Geraadpleegd van: <https://www.dufour.aero/defence>

Militaryni. (z.d.). *More than 200 Companies in Ukraine Involved in Ground Drone*

*Production*. Geraadpleegd van:

<https://militaryni.com/en/news/more-than-200-companies-in-ukraine-involved-in-ground-drone-production/>

General Atomics Aeronautical Systems. (z.d.). *MQ-9B SkyGuardian*. Geraadpleegd van:

<https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/mq-9b-skyguardian>

General Atomics Aeronautical Systems. (z.d.). *MQ-9B SeaGuardian*. Geraadpleegd van:

<https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/mq-9b-seaguardian>

The 306 Squadron. (z.d.). *MQ-9 Reaper*. Geraadpleegd van:

<https://www.the306sqn.com/home/mq-9-reaper/>

Trouw. (z.d.). *Drone uit VS herhaalt het kunststuk van Lindbergh: 6500 kilometer de oceaan over*. Geraadpleegd van:

<https://www.trouw.nl/nieuws/drone-uit-vs-herhaalt-het-kunststuk-van-lindbergh-6500-kilometer-de-oceaan-over~bfa07dd4/>

Unmanned Systems Technology. (z.d.). *FB3 Heavy Lift Multirotor Drone*. Geraadpleegd van:

<https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/flyingbasket/fb3-heavy-lift-multirotor-drone/>

Defensie. (2024). *Vigorous Warrior*. Geraadpleegd van:

[https://magazines.defensie.nl/vliegendehollander/2024/06/06\\_vigorous-warrior](https://magazines.defensie.nl/vliegendehollander/2024/06/06_vigorous-warrior)

Custom Plastic Molding. (z.d.). *Prices of Polyamide PA6 Nylon 6 per kg*. Geraadpleegd van:

<http://nl.custom-plastic-molding.com/plastic-raw-material/pa/prices-of-polyamide-pa6-nylon-6-per-kg.html>

SpotMaterial. (z.d.). *Thermoplastic Polyurethane (TPU)*. Geraadpleegd van:

<https://spotmaterial.com/material/thermoplastic-polyurethane-tpu/plastic-tpu/>

Carbon Webshop. (z.d.). *Wat is carbon composiet?*. Geraadpleegd van:

<https://www.carbonwebshop.nl/kennisbank/wat-is-carbon-composiet/>

Het Groene Waasland. (z.d.). *Composieten en hun toepassingen*. Geraadpleegd van:

[https://hetgroenewaasland.be/sites/default/files/GWpdf2026/GW\\_260415\\_242\\_alles\\_p1-32\\_10Mb.pdf](https://hetgroenewaasland.be/sites/default/files/GWpdf2026/GW_260415_242_alles_p1-32_10Mb.pdf)

CompositesNL. (2019). *Composieten Basiskennis (3e druk)*. Geraadpleegd van:

<https://compositesnl.nl/wp-content/uploads/2019/11/Composieten-Basiskennis-3e-druk-NL.pdf>

Deyuan Metal. (z.d.). *Collection of Frequently Asked Questions About Aluminum Alloys*.

Geraadpleegd van:

<https://www.deyuanmetal.com/news/collection-of-frequently-asked-questions-about-80581967.html>

JHPIM. (z.d.). *Magnesium vs Titanium*. Geraadpleegd van:

<https://www.jhpim.com/nl/news/magnesium-vs-titanium/>

Clooz Doors. (z.d.). *Waarom een stalen deur beter is dan een aluminium deur*. Geraadpleegd van: <https://cloozdoors.nl/waarom-een-stalen-deur-beter-is-dan-een-aluminium-deur/>

Polyservice. (z.d.). *Koolstof (Carbon)*. Geraadpleegd van:

<https://www.polyservice.nl/388-koolstof-carbon>

Kunststofforte. (z.d.). *Advantages and Disadvantages of Polycarbonate Sheets*. Geraadpleegd van: <https://www.kunststofforte.nl/en/advantages-and-disadvantages-of-polycarbonate-sheets/>

Zarges. (z.d.). *Vergelijking van materialen*. Geraadpleegd van:

<https://www.zarges.com/nl/vergelijking-van-materialen/>

FDP. (z.d.). *Aluminium en aluminiumlegeringen*. Geraadpleegd van:

<https://www.fdp.nl/tools/kennisbank/metalen/aluminium-en-aluminium-legeringen>

WasteTrade. (z.d.). *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*. Geraadpleegd van:

<https://www.wastetrade.com/nl/resources/plastics/introduction-to-plastics/types-of-plastics/acrylonitrile-butadiene-styrene-abs/>

Van Viegen. (z.d.). *Wat zijn de voor- en nadelen van polycarbonaat?*. Geraadpleegd van:

<https://www.vanviegen.com/blogs/blogs-en-tips/wat-zijn-de-voor-en-nadelen-van-polycarbonaat/>

Fleva Products. (z.d.). *Het technische kunststof ABS*. Geraadpleegd van:

<https://www.flevaproducts.nl/blogs/het-technische-kunststof-abs/>

Hufschmied. (z.d.). *Aramid / Kevlar*. Geraadpleegd van:

<https://www.hufschmied.net/en/material/composites/aramid-kevlar/>

Formit. (z.d.). *ABS, polycarbonaat of ASA: welk materiaal past bij uw toepassing?*.

Geraadpleegd van:

<https://formit.nl/nieuws/abs-polycarbonaat-of-asa-welk-materiaal-past-bij-uw-toepassing/>

Carbonwinkel. (z.d.). *Aramide/Kevlar draad 805 Tex*. Geraadpleegd van:

<https://www.carbonwinkel.nl/carbon-fiber/expoxy-carbon-03/aramide-kevlar-draad-805-tex>

Precium. (2015). *Glasvezelversterkte kunststoffen (GVK) specificaties*. Geraadpleegd van:

[https://precium.nl/wp-content/uploads/2015/08/Precium\\_H6-glasvezelversterkte-kunststoffen-gvk-specificaties.pdf](https://precium.nl/wp-content/uploads/2015/08/Precium_H6-glasvezelversterkte-kunststoffen-gvk-specificaties.pdf)

De Paddestoel. (z.d.). *Glasfiber 3 mm zwart*. Geraadpleegd van:

<https://www.depaddestoel.nl/Glasfiber-3-mm-200-cm-Zwart>

Hufschmied. (z.d.). *Aramide / Kevlar*. Geraadpleegd van:

<https://www.hufschmied.net/nl/materiaal/composieten/aramide-kevlar/>

AutoRAI. (z.d.). *Carbon fiber: wat is het, hoe wordt het gemaakt en waarom wil iedereen het op zijn auto?*. Geraadpleegd van:

<https://autorai.nl/carbon-fiber-wat-is-het-hoe-wordt-het-gemaakt-en-waarom-wil-iedereen-het-op-zijn-auto/>

Signwarehouse. (z.d.). *Oraguard 285 steenslagfolie*. Geraadpleegd van:

<https://www.signwarehouse.nl/oraguard-285-steenslagfolie.html>

Managing Composites. (z.d.). *Core Materials for Composites Sandwich Structures*.

Geraadpleegd van:

<https://managingcomposites.com/blog/core-materials-for-composites-sandwich-structures/>

ScienceDirect. (2020). *Sandwich Structures Research Article*. Geraadpleegd van:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666682020300049>

ACMA. (z.d.). *Foam Core Sandwich Components Optimize Aircraft Design*. Geraadpleegd

van: <https://acmanet.org/foam-core-sandwich-components-optimize-aircraft-design/>

Lee, D. (2023, 1 oktober). *Wat is UHMWPE-vezel?* Bulletproof Vest, Helmet And The

Materials Manufacture. Geraadpleegd van:

<https://www.guodunarmor.com/nl/technology/what-is-ultra-high-molecular-weight-polyethylene-yarn/>

Nichols, T. (2023, 15 december). *Achter de lagen: hoe kogelvrije vesten werken*. SafeGuard

Clothing NL. Geraadpleegd van:

<https://www.nl.safeguardclothing.com/blogs/artikelen/ho-kogelvrije-vesten-werken>

(Lee, 2023)

Lee, D. (2023, 1 oktober). *Wat is UHMWPE-vezel?* Bulletproof Vest, Helmet And The

Materials Manufacture.

[https://www.guodunarmor.com/nl/technology/what-is-ultra-high-molecular-weight-polyethylene-yarn/#:~:text=De%20UHMWPE%2Dvezel%20\(polyethyleengaren%20met,%2Dchemicali%3%ABn%20en%20anti%2Dcut.](https://www.guodunarmor.com/nl/technology/what-is-ultra-high-molecular-weight-polyethylene-yarn/#:~:text=De%20UHMWPE%2Dvezel%20(polyethyleengaren%20met,%2Dchemicali%3%ABn%20en%20anti%2Dcut.)

(Nichols, 2023)

Nichols, T. (2023, 15 december). *Achter de lagen: hoe kogelvrije vesten werken*. SafeGuard

Clothing NL.

<https://www.nl.safeguardclothing.com/blogs/artikelen/ho-kogelvrije-vesten-werken#>:

[~:text=Als%20het%20om%20persoonlijke%20veiligheid%20gaat%2C%20is.zijn%20ontworpen%20om%20ballistische%20dreigingen%20te%20weerstaan.](#)

Honor Safety. (z.d.). *Redding en evacuatie*. Geraadpleegd van:  
<https://www.honor-safety.nl/redding-en- evacuatie/>

Stagefreaks. (z.d.). *Reddingssystemen*. Geraadpleegd van:  
<https://www.stagefreaks.nl/werken-op-hoogte/redding/reddingssystemen.html>

DocCheck Shop. (z.d.). *Brancards en reddingssystemen*. Geraadpleegd van:  
<https://www.doccheckshop.nl/ehbo/redding-transport/brancards-reddingssystemen/>

Spanset. (z.d.). *Redding en evacuatie*. Geraadpleegd van:  
<https://www.spanset.com/nl-nl/category/redding-en- evacuatie-858>

Quantum Systems. (z.d.). *Mandrill*. Geraadpleegd van:  
<https://quantum-systems.com/mandrill/>

IE. (z.d.). *Mandrill: New German Military Robot Vehicle*. Geraadpleegd van:  
<https://interestingengineering.com/military/mandrill-new-german-military-robot-vehicle>

Defensiekrant. (2024). *Drones*. Geraadpleegd van:  
[https://magazines.defensie.nl/defensiekrant/2024/41/01\\_drones\\_41](https://magazines.defensie.nl/defensiekrant/2024/41/01_drones_41)

EASA. (z.d.). *International Cooperation*. Geraadpleegd van:  
<https://www.easa.europa.eu/nl/light/topics/international-cooperation-general>

Unmanned Valley. (z.d.). *Indoor testfaciliteiten*. Geraadpleegd van:  
<https://unmannedvalley.nl/faciliteiten/indoor/>

Wikipedia. (z.d.). *Tactical Robotics Cormorant*. Geraadpleegd van:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Tactical\\_Robotics\\_Cormorant](https://en.wikipedia.org/wiki/Tactical_Robotics_Cormorant)

Ripper Corp. (z.d.). *Little Ripper Lifesaver*. Geraadpleegd van:  
<https://rippercorp.com/pages/little-ripper-lifesaver>

Wikipedia. (z.d.). *Little Ripper*. Geraadpleegd van:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Little\\_Ripper](https://en.wikipedia.org/wiki/Little_Ripper)

LinkedIn. (z.d.). *Alec Momont*. Geraadpleegd van:  
<https://www.linkedin.com/in/alecmomont/>

YouTube. (z.d.). *Ambulance Drone video*. Geraadpleegd van:  
<https://youtu.be/y-rE14bezWc>

TU Delft. (z.d.). *Ambulance Drone*. Geraadpleegd van:  
<https://www.tudelft.nl/io/onderzoek/research-labs/applied-labs/ambulance-drone>

Dutch Design Awards. (z.d.). *Ambulance Drone*. Geraadpleegd van:  
<https://www.dutchdesignawards.nl/gallery/ambulance-drone/>

ResearchGate. (2025). *Design and Fabrication of Autonomous Medical Delivery Drone*. Geraadpleegd van:  
[https://www.researchgate.net/profile/Kharthic-Sj/publication/401063316\\_Design\\_and\\_Fabrication\\_of\\_Autonomous\\_Medical\\_Delivery\\_Drone/links/699bf9ec7247bc6473e3125f/Design-and-Fabrication-of-Autonomous-Medical-Delivery-Drone.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kharthic-Sj/publication/401063316_Design_and_Fabrication_of_Autonomous_Medical_Delivery_Drone/links/699bf9ec7247bc6473e3125f/Design-and-Fabrication-of-Autonomous-Medical-Delivery-Drone.pdf)

## 14. Bijlage

---

### Berekening 1: 8.1 Iteratie 1: Model van UHMWPE

#### Berekening

Totale schaalfactor:

$$S_{Totaal} = S_1 \cdot S_2$$

$$S_{Totaal} = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$$

Opschalingsfactor:

$$Factorschaal = \frac{1}{\text{totale schaalfactor}} = \frac{1}{0,08} = 12,5$$

Volumefactor:

$$F_{\text{volume}} = \text{Factorschaal}^3 = 12,5^3 = 1953.125$$

$$M_{PLA} = \text{Massa schaalmodel} \cdot \text{Volume schaal} = 110 \cdot 1953.125 = 214843,75$$

$$M_{PLA} = 214843,75 \text{ gram} = 214,8 \text{ kg}$$

$$M_{UHMWPE} = M_{PLA} \cdot \frac{\text{dichtheid UHMWPE}}{\text{dichtheid PLA}} = 214843,75 \cdot \frac{0,93}{1,24} = 214843,75 \cdot 0,75$$

$$M_{UHMWPE} = 214843,75 \cdot 0,75 = 161.132,8125$$

$$M_{UHMWPE} = 161.132,8125 \text{ gram} = 161.1 \text{ kg bij 18\% infill}$$

Let op tot hier is alles met infill 18%

$$M_{UHMWPE} = \frac{161.132,8125}{18} \cdot 100 = 8.951,82291667 \cdot 100 = 895.182,29167...$$

$$M_{UHMWPE} = 895.182,29167... \text{ gram} = 895.1 \text{ kg}$$

#### Aannames en beperkingen:

Bij deze berekening zijn de volgende aannames gemaakt:

- De vorm en het ontwerp blijven volledig hetzelfde bij opschaling.
- Alle materiaaleigenschappen zijn gelijk verdeeld.
- De dichtheid van PLA en UHMWPE zijn constant.
- De wanddikte van het model is gelijk aan de werkelijkheid.
- Het gewicht van het prototype heeft een foutmarge van 0,99... gram
- De slicer gaf een theoretische massa van 107,25 gram aan, terwijl de werkelijk gemeten massa 110 gram was.
- Weegschaal van 1 gram tot 1 kilogram.

## Berekening 2: Massa inschatting van het skelet in Aluminium T6 berekeningen - iteratie 2

### Uitgangspunten

Variable	Waarde	Eenheid
Massa schaalmodel	41.4*	g - gram
Eerste schaalfactor	0,1	x
Tweede schaalfactor	0,8	x
Totale schaalfactor	0,08	x
Infill Percentage	15*	% - percentage
Dichtheid PLA	1,24	g/cm <sup>3</sup>
Dichtheid Aluminium T6 (Al-T6)	2,70*	g/cm <sup>3</sup>

### Berekening

Totale schaalfactor:

$$S_{Totaal} = S_1 \cdot S_2$$

$$S_{Totaal} = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$$

Opschalingsfactor:

$$Factorschaal = \frac{1}{\text{totale schaalfactor}} = \frac{1}{0,08} = 12,5$$

Volumefactor:

$$F_{\text{volume}} = \text{Factorschaal}^3 = 12,5^3 = 1953.125$$

$$M_{PLA} = \text{Massa schaalmodel} \cdot \text{Volume schaal} = 41.4^* \cdot 1953.125 = 80.859,375$$

$$M_{PLA} = 80.859,375 \text{ gram} = 80,9 \text{ kg}$$

$$M_{Al-T6} = M_{PLA} \cdot \frac{\text{dichtheid Al-t6}}{\text{dichtheid PLA}} = 80.859,375 \cdot \frac{2,70}{1,24} = 80.859,375 \cdot 2,17...$$

$$M_{Al-T6} = 80.859,375 \cdot 2,17... = 176.064,76815$$

$$M_{Al-T6} = 176.064,76815 \text{ gram} = 176,1 \text{ kg bij 15\% infill}$$

$$M_{Al-T6} = \frac{176.064,76815}{15} \cdot 100 = 11.737,65121 \cdot 100 = 1.173.765,121...$$

$$M_{Al-T6} = 1.173.765,121... \text{ gram} = 1.173.8 \text{ kg}$$

**Aannames en beperkingen:**

Bij deze berekening zijn de volgende aannames gemaakt:

- De vorm en het ontwerp blijven volledig hetzelfde bij opschaling.
- Alle materiaaleigenschappen zijn gelijk verdeeld.
- De dichtheid van PLA en Aluminium T6 zijn constant.
- De wanddikte van het model is gelijk aan de werkelijkheid.
- Het gewicht van het prototype heeft een foutmarge van 0,99... gram
- De slicer gaf een theoretische massa van 107,25 gram aan, terwijl de werkelijk gemeten massa 110 gram was.
- Weegschaal van 1 gram tot 1 kilogram

## Berekening 3: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B) - Iteratie 3

### Uitgangspunten

Variable	Waarde	Eenheid
Massa schaalmodel	41.4*	g - gram
Eerste schaalfactor	0,1	x
Tweede schaalfactor	0,8	x
Totale schaalfactor	0,08	x
Infill Percentage	15*	% - percentage
Dichtheid PLA	1,24	g/cm <sup>3</sup>
Dichtheid Magnesiumlegering (AZ31B)	1,77*	g/cm <sup>3</sup>

*g/cm<sup>3</sup> = gram per kubieke centimeter - x\* = aangepast*

### Berekening

Totale schaalfactor:

$$S_{Totaal} = S_1 \cdot S_2$$

$$S_{Totaal} = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$$

Opschalingsfactor:

$$Factorschaal = \frac{1}{\text{totale schaalfactor}} = \frac{1}{0,08} = 12,5$$

Volumefactor:

$$F_{\text{volume}} = \text{Factorschaal}^3 = 12,5^3 = 1953.125$$

$$M_{PLA} = \text{Massa schaalmodel} \cdot \text{Volume schaal} = 41.4^* \cdot 1953.125 = 80.859,375$$

$$M_{PLA} = 80.859,375 \text{ gram} = 80,9 \text{ kg}$$

$$M_{AZ31B} = M_{PLA} \cdot \frac{\text{dichtheid AZ31B}}{\text{dichtheid PLA}} = 80.859,375 \cdot \frac{1,77}{1,24} = 80.859,375 \cdot 1,43...$$

$$M_{AZ31B} = 80.859,375 \cdot 1,43... = 115.420,2369$$

$$M_{AZ31B} = 115.420,2369 \text{ gram} = 115,4 \text{ kg bij 15\% infill}$$

----- Let op infill van product is 15% door honingraat constructie -----

## Berekening 3.2: Skelet van Magnesiumlegering (AZ31B) - Iteratie 4

### Berekening

Totale schaalfactor:

$$S_{Totaal} = S_1 \cdot S_2$$

$$S_{Totaal} = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08$$

Opschalingsfactor:

$$Factorschaal = \frac{1}{\text{totale schaalfactor}} = \frac{1}{0,08} = 12,5$$

Volumefactor:

$$F_{\text{volume}} = Factorschaal^3 = 12,5^3 = 1953,125$$

$$V_{\text{skeletV2}} = 46419,481195$$

$$M_{\text{skeletV2}} = V_{\text{skeletV2}} \cdot \text{dichtheid} = 46419,481195 \cdot 1,77 = 82,162,48\dots$$

$$M_{\text{skeletV2}} = 82,162,48171515 \text{ gram} = 82,2 \text{ kg bij 15\% infill}$$

----- Let op infill van product is 15% door honingraat constructie -----

## **Berekening 4: Rest-Module (buiten) - Iteratie 4**

### *1. Volume van de plaat*

$$\text{Afmeting} = 1220 \times 620 \times 3 = 2.269.200 \text{ mm}^3$$

$$\text{Afmeting} = 2.269.200 / 1000 = 2269,2 \text{ cm}^3$$

### *2. Dichtheid*

$$\text{Dichtheid} = \text{gram-plaat} / \text{afmeting-volume} =$$

$$\text{Dichtheid} = 602 / 2269,2 = 0,2653 \text{ g/cm}^3$$

### *3. Gewicht van rest-module*

$$\text{Gewicht} = \text{volume-module} / \text{dichtheid} =$$

$$\text{Gewicht} = 313310.733265 / 0,2653 = 83117 \text{ gram}$$

$$\text{Gewicht} = 83117 / 1000 = 83.1 \text{ kilogram}$$

## **Berekening 5: Rest-Module (buiten) - Iteratie 4**

### *1. Volume van de plaat*

$$\text{Afmeting} = 1220 \times 620 \times 3 = 2.269.200 \text{ mm}^3$$

$$\text{Afmeting} = 2.269.200 / 1000 = 2269,2 \text{ cm}^3$$

### *2. Dichtheid*

$$\text{Dichtheid} = \text{gram-plaat} / \text{afmeting-volume} =$$

$$\text{Dichtheid} = 602 / 2269,2 = 0,2653 \text{ g/cm}^3$$

### *3. Gewicht van rest-module*

$$\text{Gewicht} = \text{volume-module} / \text{dichtheid} =$$

$$\text{Gewicht} = 114457.052427 \times 13/24 = 62080,07 \text{ gram}$$

$$\text{Gewicht} = 62080,07 \times 0,2653 = 16469 \text{ kilogram}$$

$$\text{Gewicht-carbonfiber} = 16,47 \text{ kg}$$

$$\text{Gewicht-Divinycell} = 4,19$$

$$\text{Totaal gewicht} = 16,47 + 4,19 = 20,66$$

## Mailgesprek met DelftDynamics:



10-06-2026, 15:54 Mail van SCO Delft - Hulp bij onderzoek middelbare school

Felix

Roeterdink <123988@chrlyceumdelft.nl>

### Hulp bij onderzoek middelbare school

5 berichten

**Felix Roeterdink** <123988@chrlyceumdelft.nl> 8 april 2026 om 18:17 Aan: "info@delftdynamics.nl" <info@delftdynamics.nl>

Cc: Pieter Oosterling <124174@chrlyceumdelft.nl>, Pepijn de Graaff <124138@chrlyceumdelft.nl>, Mohammad Khaled Yasin <124047@chrlyceumdelft.nl>

Beste mensen van Delft Dynamics,

Wij zijn 4 leerlingen van het Christelijk Lyceum Delft in 4 VWO met technasium en voor een project van het technasium zijn wij een samenwerking met het ministerie van defensie aangegaan. Hierbij moeten wij helpen met een realistische drone ontwerpen die assistentie kan bieden door bloed en andere middelen zoals pijnstillers, met middelen om dit toe te dienen aan gewonde personen aan het front. Ook is een deel van het project mensen wegstrijken van het front naar de eerste lijn van ziekenhuizen. Hiervoor hebben we 4 concepten bedacht en uitgewerkt. Deze zouden we graag willen delen samen met wat vragen over de behoeften van deze drones. Dit zijn de modellen die we tot nu toe uit hebben gewerkt. De vragen zouden we nogmaals in het echt of online kunnen vragen.

Unnamed.jpg: Deze module is een versterking van de huidige uitrusting van militairen. Hierbij zijn in het shirt en in de broek touwen geïntegreerd die uitkomen op haken bij de borst en bij de broek. De werking hiervan is dat er een drone komt die twee touwen met haken laat dalen. Deze touwen kunnen vastgemaakt worden aan de haken en zo kan het gewonde persoon verplaatst worden. Deze module is al deels aanwezig bij de militair en wordt deels vliegend getransporteerd

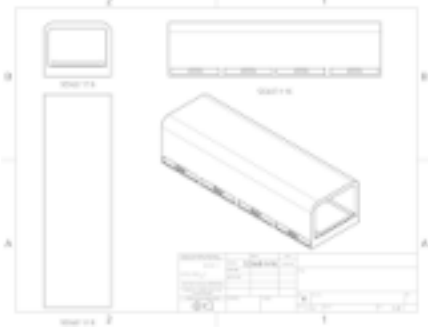
Drawing 1 (2).png: Dit is een module vooral gericht om bloed en andere middelen zoals pijnstillers en water naar het slagveld te brengen, en dus niet om mensen weg te voeren. Deze module heeft de vorm van een soort koelbox en kan daarmee meerdere zakken bloed verwarmd en verkoeld vervoeren. Deze zakken met bloed of andere vloeistoffen komen uit op de vier uitgangspunten waar dan de buizen met naalden aan gekoppeld kunnen worden die zich in het midden van de "koelbox" bevinden. Aan de zijkant van de module zit een schermje om instructies te geven over het gebruik van de module. Deze module wordt vliegend getransporteerd.

Assembly 1 drawing 1.png: Dit is een module van een brancard met een mechanische arm er aan. Deze module is er vooral op gericht dat, stel er is niemand anders om een persoon op de brancard te krijgen, de arm het persoon nog wel kan helpen om er op te komen als dit persoon niet meer in staat is om dit te doen, denk aan bewusteloosheid door bloedverlies ect. Deze module wordt vliegend getransporteerd.

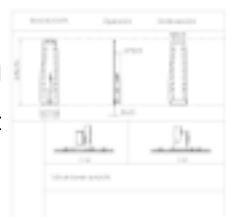
Drawing 2.png: Dit is een module van een kist waarin een gewond persoon gelegd kan worden. Dit persoon kan dan bloed toegevoerd krijgen vanuit binnen in de kist waardoor het persoon geholpen wordt en beschermd is vanuit alle kanten. deze kist wordt geleverd door een rijdend voertuig of door een vliegende drone. Aan de zijkant van de module zit een schermje om instructies te geven over het gebruik van de module.

Het zou ons leuk lijken om, als dit mogelijk is, langs te komen en dan de concepten uit te leggen en de vragen te stellen. Stel dit is niet mogelijk, dan is telefonisch contact, mailen of videobellen natuurlijk geen probleem.

Met vriendelijke groet  
Felix Roeterdink, Pieter Oosterling, Mohammad Yasin en Pepijn de Graaff.



**Drawing 2.png**  
70K



ail/u/0/?ik=a04f2e22ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r5830586047575922961&simpl=msg  
-a:r270304395357... 1/4  
an SCO Delft - Hulp bij onderzoek middelbare school



**1 Drawing 1.png**



**Drawing 1 (2).png**  
84K

**unnamed.jpg**  
169K

**Arnout de Jong** <a.j.dejong@delftdynamics.nl> 14 april 2026 om 11:07 Aan: Felix Roeterdink <123988@chrlyceumdelft.nl>

Cc: Pieter Oosterling <124174@chrlyceumdelft.nl>, Pepijn de Graaff <124138@chrlyceumdelft.nl>, Mohammad Khaled Yasin <124047@chrlyceumdelft.nl>

Beste heren,

Dank voor jullie e-mail.

Zoals telefonisch aangegeven, is het voor ons het handigste als jullie de vragen per e-mail aan mij sturen, dan kan ik kijken of wij daar op kunnen reageren.

Met vriendelijke groet,

Arnout de Jong  
CEO Delft Dynamics B.V.  
M +31 (0)6 13520125

--

=====

Delft Dynamics B.V.  
[Katwijkerlaan 65](#)  
2641 PD Pijnacker  
The Netherlands

T +31 (0)15 7111009  
<http://www.delftdynamics.nl>

=====

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=a04f2e22ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r5830586047575922961&simpl=msg-a:r270304395357...> 2/4  
10-06-2026, 15:54 Mail van SCO Delft - Hulp bij onderzoek middelbare school

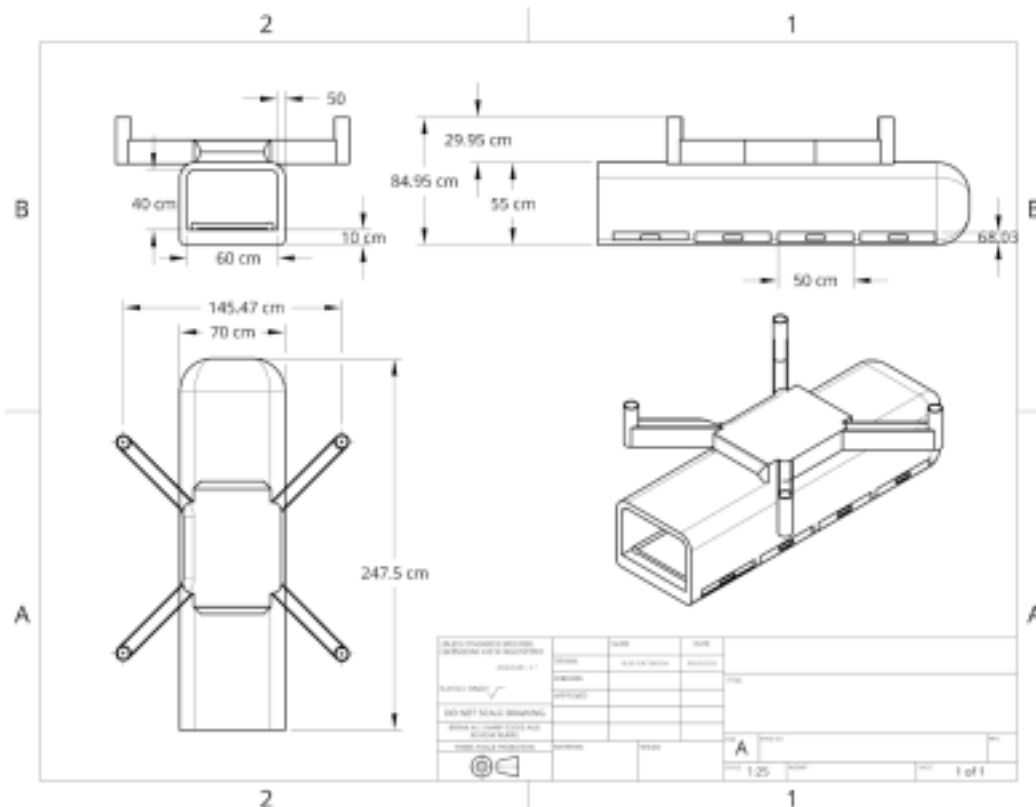
Op 8-4-2026 om 18:17 schreef Felix Roeterdink:

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]  
leerlingcd

**Felix Roeterdink** <123988@chrlyceumdelft.nl> 21 mei 2026 om 09:38 Aan: Arnout de Jong <a.j.dejong@delftdynamics.nl>

Beste mensen van Delft Dynamics,

Wij zijn nu bezig met een module die gebruikt kan worden om een persoon te vervoeren, het is een soort kist waarin iemand kan liggen. Deze kan vervoerd worden in de achterkant van een pick-up truck, maar ook vliegend. Denk aan de BAE Systems T-650. Hiervoor hebben we een materiaal nodig dat niet te zwaar is (ervan uitgaande dat we de drone van de BAE Systems T-650 gebruiken, hebben we nog 300 kilogram draagkracht over). Sterk genoeg is om kogelwerend te zijn, en een persoon van 100 kilo te tillen.



Op di 14 apr 2026 om 11:07 schreef Arnout de Jong <a.j.dejong@delftdynamics.nl>:  
 [Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

**Felix Roeterdink** <123988@chrlyceumdelft.nl> 21 mei 2026 om 10:04 Aan: Arnout de Jong <a.j.dejong@delftdynamics.nl>

PS: We denken aan een materiaal als UHMWPE, en als versteviging aluminium bij een muur van 5 cm. Hoe dik moet de aluminium en de UHMWPE zijn in deze muur? Lijkt dit jullie een goed idee of moeten we hier nog een keer over nadenken?

Op do 21 mei 2026 om 09:38 schreef Felix Roeterdink <123988@chrlyceumdelft.nl>:  
 [Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

**Arnout de Jong** <a.j.dejong@delftdynamics.nl> 21 mei 2026 om 13:04 Aan: Felix Roeterdink <123988@chrlyceumdelft.nl>

Goedemiddag Felix,

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=a04f2e22ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r5830586047575922961&simpl=msg-a:r270304395357...> 3/4

10-06-2026, 15:54 Mail van SCO Delft - Hulp bij onderzoek middelbare school

Voor dit soort vragen moet je bij ander soort bedrijven aankloppen. Wij werken alleen met kleine en lichte multicopters.

Mogelijk kan je bij Boessenkool terecht (<https://www.boessenkool.com>). Zij zijn met grotere drones bezig. Veel succes,

Arnout

--

Arnout de Jong  
CEO Delft Dynamics B.V.  
M +31 (0)6 13520125

--

=====

Delft Dynamics B.V.  
Katwijkerlaan 65  
2641 PD Pijnacker  
The Netherlands

T +31 (0)15 7111009  
<http://www.delftdynamics.nl>

=====

----- Oorspronkelijk bericht -----

Van: Felix Roeterdink <[123988@chrlyceumdelft.nl](mailto:123988@chrlyceumdelft.nl)>

Datum: 21-05-2026 10:04 (GMT+01:00)

Aan: Arnout de Jong <[a.j.dejong@delftdynamics.nl](mailto:a.j.dejong@delftdynamics.nl)>

Onderwerp: Re: Hulp bij onderzoek middelbare school

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]  
leerlingcld

## Mailgesprek met **Bart De Graaff**:

10-06-2026, 16:59 Mail van SCO Delft - Info over modules O&O



Felix Roeterdink <123988@chrlyceumdelft.nl>

### Info over modules O&O

3 berichten

**Felix Roeterdink** <123988@chrlyceumdelft.nl> 9 april 2026 om 10:02 Aan: degraaff@istc-sof.org  
Cc: Pepijn de Graaff <124138@chrlyceumdelft.nl>

Beste meneer de Graaff,

Hier is nog wat meer uitleg over de huidige concepten voor ons project

Unnamed.jpg: Deze module is een versterking van de huidige uitrusting van militairen. Hierbij zijn in het shirt en in de broek touwen geïntegreerd die uitkomen op haken bij de borst en bij de broek. De werking hiervan is dat er een drone komt die twee touwen met haken laat dalen. Deze touwen kunnen vastgemaakt worden aan de haken en zo kan het gewonde persoon verplaatst worden. Deze module is al deels aanwezig bij de militair en wordt deels vliegend getransporteerd. Over de houding van de armen en de benen kan nog nagedacht worden.

Drawing 1 (2).png: Dit is een module vooral gericht om bloed en andere middelen zoals pijnstillers en water naar het slagveld te brengen, en dus niet om mensen weg te voeren. Deze module heeft de vorm van een soort koelbox en kan daarmee meerdere zakken bloed verwarmd en verkoeld vervoeren. Deze zakken met bloed of andere vloeistoffen komen uit op de vier uitgangspunten waar dan de buizen met naalden aan gekoppeld kunnen worden die zich in het midden van de "koelbox" bevinden. Aan de zijkant van de module zit een scherpje om instructies te geven over het gebruik van de module. Al deze uitgangen zitten achter een klep. Door het makkelijke open en dicht maken van de bovenkant van de drone is hij makkelijk bij te vullen en te repareren. Deze module wordt vliegend getransporteerd.

Assembly 1 drawing 1.png: Dit is een module van een brancard met een mechanische arm er aan. Deze module is er vooral op gericht dat, stel er is niemand anders om een persoon op de brancard te krijgen, de arm het persoon nog wel kan helpen om er op te komen als dit persoon niet meer in staat is om dit te doen, denk aan bewusteloosheid door bloedverlies ect. Deze module wordt vliegend getransporteerd.

Drawing 2.png: Dit is een module in de vorm van een kist waarin een brancard in past waar een gewond persoon op gelegd kan worden. Dit persoon kan dan bloed toegevoerd krijgen via een slang vanuit binnen in de kist die verbonden zit aan een stel lades onder in de kist. Vervolgens kan de kist gesloten worden door behulp van een schuifdeur. Ook is de kist kogel en explosie bestendig waardoor het persoon geholpen wordt en beschermd is vanuit alle kanten. Deze kist wordt gedragen door een rijdend voertuig of door een vliegende drone. Aan de zijkant van de module bevindt zich ook een scherpje om instructies te geven over het

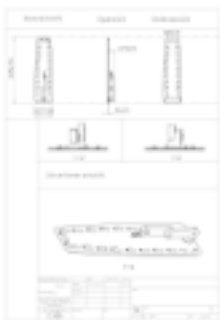


unnamed.jpg  
169K



...ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r-4396391006770773259&simpl=ms  
g-a:r-6578952259... 1/3  
ver modules O&O

**Drawing 1 (2) (3).png**  
84K



**Drawing 2 (4).png**  
70K

**Assembly 1 Drawing 1 (3).png**  
79K

**Bart De Graaff** <degraaff@istc-sof.org> 13 april 2026 om 11:24 Aan: Felix Roeterdink  
<123988@chrlyceumdelft.nl>  
Cc: Pepijn de Graaff <124138@chrlyceumdelft.nl>

Ja tof,

Ik zou zoiezo DRAWING 1 en DRAWING 2 met elkaar combineren.

Groeten,

Bart

**(Bart) De Graaff, B.J.**

**Major SF**



.....  
<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=a04f2e22ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r-4396391006770773259&simpl=ms-g-a:r-6578952259...> 2/3

10-06-2026, 16:59 Mail van SCO Delft - Info over modules O&O

**S5 / ISTC**

**NLD Senior National Officer**

**International Special Training Centre (ISTC)**

Stauferkaserne | Kasernenstrasse 20 | 88630 | Pfullendorf | Germany | Building F2 | Room 217

[www.istc-sof.org](http://www.istc-sof.org)

.....  
**OFFICE +49 (0) 7552 405 2102**

**CELL +49 (0) 174 215 2668**

**ISTC MAIL [nldsno@istc-sof.org](mailto:nldsno@istc-sof.org)**

**NLD MAIL [bj.d.graaff@mindef.nl](mailto:bj.d.graaff@mindef.nl)**

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

leerlingcld

**Felix Roeterdink** <[123988@chrlyceumdelft.nl](mailto:123988@chrlyceumdelft.nl)> 17 april 2026 om 18:49 Aan: Bart De Graaff <[degraaff@istc-sof.org](mailto:degraaff@istc-sof.org)>

Cc: Pepijn de Graaff <[124138@chrlyceumdelft.nl](mailto:124138@chrlyceumdelft.nl)>

Beste meneer de Graaff,

Bedankt voor de suggestie, wij gaan er mee aan de slag!

Met vriendelijke groet  
Felix Roeterdink

Op ma 13 apr 2026 om 11:24 schreef Bart De Graaff <[degraaff@istc-sof.org](mailto:degraaff@istc-sof.org)>

[Tekst uit oorspronkelijke bericht is verborgen]

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=a04f2e22ea&view=pt&search=all&permthid=thread-a:r-4396391006770773259&simpl=msg-a:r-6578952259...> 3/3

Tot slot is er ook een demovideo gemaakt om te demonstreren en een visuele uitleg te geven hoe de drone ongeveer te werk moet gaan. De video bevat fouten en is gemaakt samen met Google AI Labs met de modellen: Veo3-quality, Veo3-Lite, Veo3-fast en Omni-1. Al deze modellen zijn van Google Gemini en er is gebruik gemaakt van de agent mode. De demo video is via deze link te bekijken:

<https://drive.google.com/file/d/1iaXUmJM7jT6AtitauNsRgcjt12kG9gTW/view?usp=sharing>