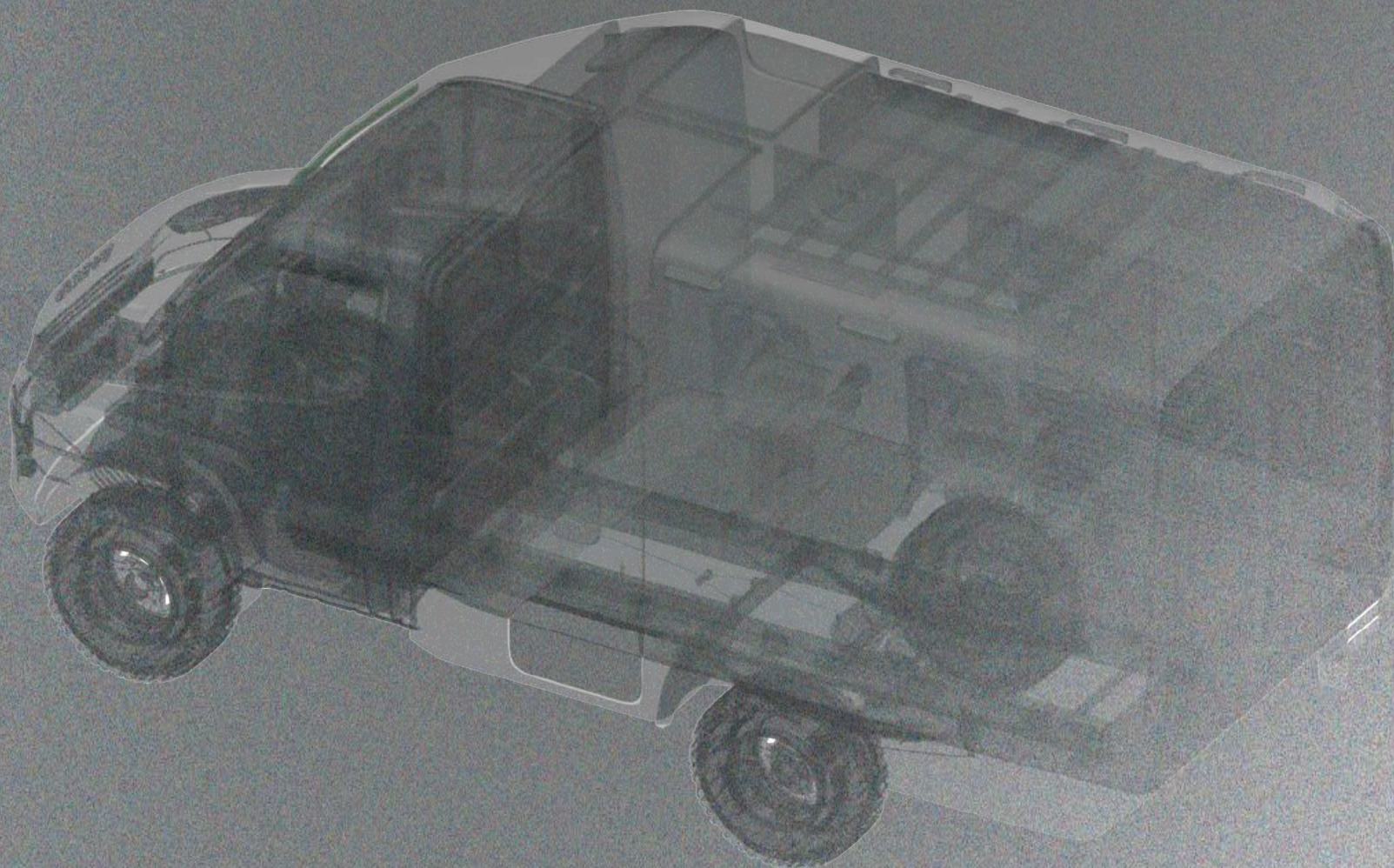




Dominik Żołądź

Licencjacka praca dyplomowa rok akademicki 2024/2025



Projekt koncepcyjny stacji dokującej oraz drona o zmiennych funkcjach

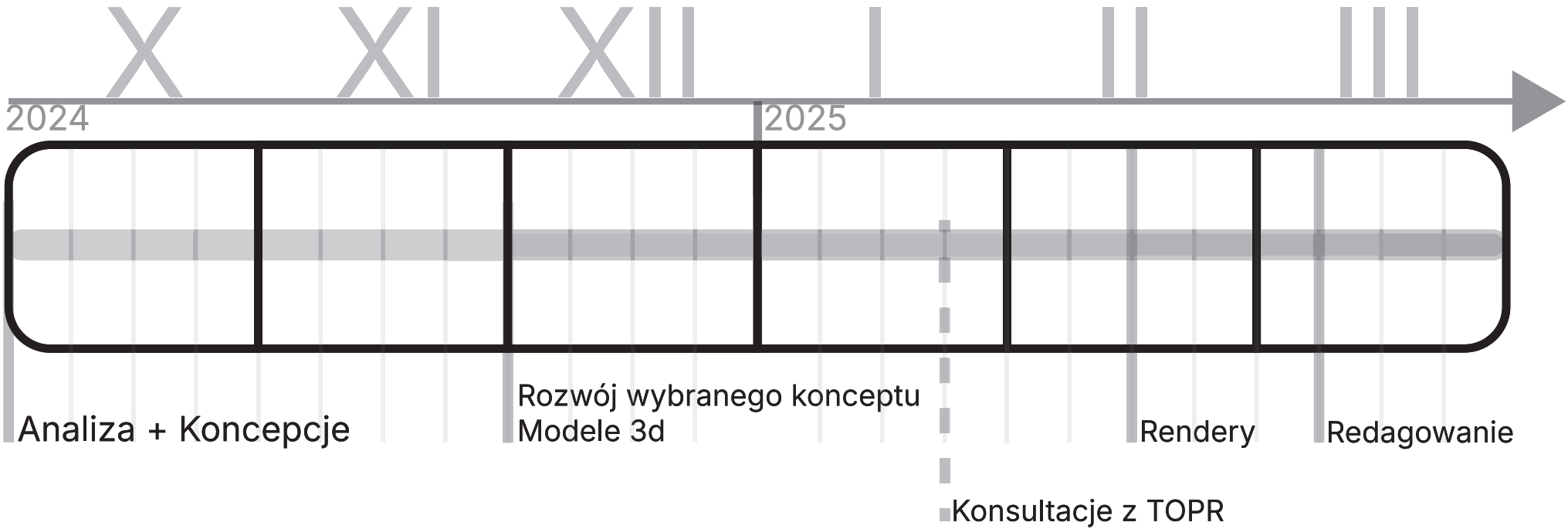
Autor: Dominik Żołądź  
Numer albumu: 11599  
Promotor: dr hab. Marek Liskiewicz, prof. ASP  
Recenzent: dr hab. Andrzej Śmiątek prof. ASP  
Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie  
Wydział Form Przemysłowych  
Katedra Projektowania Produktu  
Pracownia Rozwoju Nowego Produktu  
Studia I stopnia  
Data złożenia : 26.02.2025  
Miejsce powstania pracy: Kraków 2024/2025



|             |    |                                                           |
|-------------|----|-----------------------------------------------------------|
| Spis treści | 6  | Wstęp                                                     |
|             | 7  | Harmonogram                                               |
|             | 8  | Historia                                                  |
|             | 8  | • Drony                                                   |
|             | 10 | • Stacja dokująca                                         |
|             | 13 | Analiza                                                   |
|             | 13 | • Zastosowanie dronów w kontekście służb szybkiej reakcji |
|             | 17 | • Konsultacje z TOPR                                      |
|             | 20 | • Istniejące rozwiązania                                  |
|             | 23 | • Potrzeby użytkowników                                   |
|             | 25 | I Etap: Koncepcja                                         |
|             | 25 | • Założenia projektowe                                    |
|             | 26 | • Scenariusze użytkowe                                    |
|             | 30 | • Propozycje rozwiązań technologicznych                   |
|             | 33 | II Etap: Rozwój koncepcji                                 |
|             | 35 | • Wstępna koncepcja przestrzeni użytkowej                 |
|             | 36 | • Bryła zewnętrzna                                        |
|             | 57 | • Dron                                                    |
|             | 62 | • Wnętrze                                                 |
|             | 70 | • Omówienie technik oraz narzędzi                         |
|             | 74 | Prezentacja finalnych rozwiązań                           |
|             | 74 | • Przedstawienie projektu                                 |
|             | 82 | • Prezentacja pojazdu w kontekście otoczenia              |
|             | 86 | Abstrakt                                                  |
|             | 87 | Źródła                                                    |
|             | 87 | Ilustracje                                                |
|             | 88 | Podziękowania                                             |

Dlaczego?

Staż w firmie WISS, specjalizującej się w produkcji zabudów specjalistycznych, był dla mnie punktem wyjścia do rozważań nad tematyką pracy dyplomowej. Obserwacja procesów projektowych oraz analiza potrzeb użytkowników skłoniły mnie do zajęcia się usprawnieniem funkcjonowania służb szybkiej reakcji. W trakcie praktyk dostrzegłem, jak istotne jest odpowiednie zaprojektowanie przestrzeni roboczej oraz organizacja sprzętu, aby maksymalnie skrócić czas dostępu do narzędzi i zwiększyć efektywność działań ratunkowych. Zrozumiałem również, że dobrze zaprojektowane systemy przechowywania i ładowania sprzętu mogą znacząco wpłynąć na komfort pracy służb, a tym samym na skuteczność podejmowanych interwencji. To właśnie te spostrzeżenia stały się fundamentem moich dalszych rozważań nad stworzeniem innowacyjnej stacji dokującej, dostosowanej do specyficznych wymagań użytkowników.



# Historia \_ Drony

”Dron (ang. drone), znany również jako bezzałogowy statek powietrzny (BSP) lub bezzałogowy system powietrzny (UAS – Unmanned Aerial System), to statek powietrzny eksploatowany bez pilota na pokładzie, który może działać autonomicznie lub być zdalnie sterowany.”<sup>1</sup>

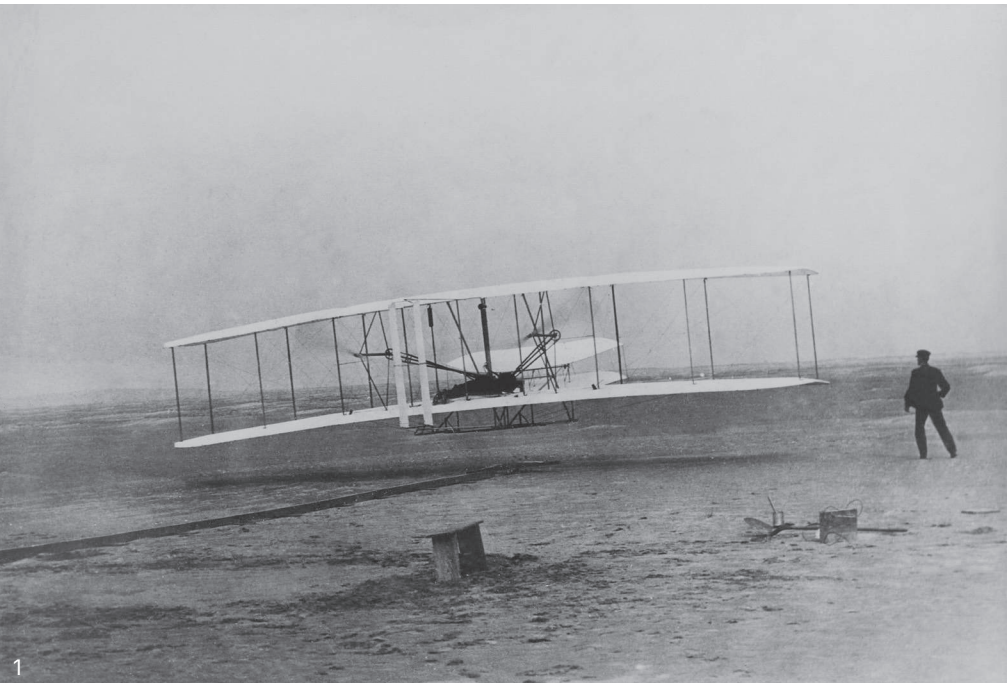


2

Historia dronów, czyli bezzałogowych statków powietrznych (BSP), sięga początków XX wieku i jest ściśle związana z rozwojem technologii lotniczych oraz potrzebami militarnymi. Poniżej przedstawiono kluczowe etapy ich ewolucji:

## Początki XX wieku: Pierwsze próby bezzałogowe

Po udanym locie braci Wright w 1903 roku, zainteresowanie wykorzystaniem samolotów do celów wojskowych wzrosło. Już podczas I wojny światowej pojawiły się koncepcje zastosowania bojowych bezzałogowców. W 1916 roku zbudowano pierwszy torpedowiec powietrzny, który jednak nie odniósł sukcesu. <sup>1</sup>



1

## Lata 30. i 40.: Rozwój technologii i II wojna światowa

W okresie międzywojennym oraz podczas II wojny światowej rozwinięto koncepcje bezzałogowych statków powietrznych, głównie w celach szkoleniowych i bojowych. W 1933 roku powstał ”Queen Bee”, zdalnie sterowany samolot używany przez Royal Navy do treningu artylerzystów. Nazwa ”drone” (truteń) pochodzi właśnie od tego modelu. <sup>1</sup>



4

## Lata 80. i 90.: Nowoczesne drony wojskowe

W latach 80. XX wieku rozwój technologii pozwolił na tworzenie bardziej zaawansowanych dronów wojskowych. Podczas operacji ”Pustynna Burza” w 1991 roku, drony takie jak RQ-2 Pioneer były wykorzystywane do misji rozpoznawczych, dostarczając cennych informacji wywiadowczych. <sup>1</sup>



3



## Historia \_ Drony

XXI wiek: Wzrost popularności i różnorodności zastosowań

Współcześnie drony znajdują zastosowanie nie tylko w wojsku, ale także w wielu dziedzinach cywilnych, takich jak fotografia, rolnictwo, monitorowanie środowiska czy dostarczanie przesyłek. Ich rozwój technologiczny pozwala na coraz szersze i bardziej zaawansowane wykorzystanie w różnych sektorach gospodarki i życia codziennego.



## Historia \_ Stacje dokujące



Historia stacji dokujących dla dronów odzwierciedla dynamiczny rozwój technologii bezzałogowych statków powietrznych oraz rosnącą potrzebę ich autonomicznego działania. Poniżej przedstawiono kluczowe etapy ewolucji tych urządzeń:

### Początki: Pierwsze koncepcje i prototypy

W miarę jak drony zyskiwały na popularności w zastosowaniach cywilnych i komercyjnych, pojawiła się potrzeba opracowania systemów umożliwiających ich autonomiczne ładowanie i obsługę. Wczesne prototypy stacji dokujących skupiały się na zapewnieniu bezpiecznego lądowania oraz przewodowego ładowania baterii dronów.



7

### Innowacje: Bezprzewodowe ładowanie i wymiana baterii

Najnowsze badania koncentrują się na wprowadzeniu bezprzewodowego ładowania w stacjach dokujących. Przykładem jest projekt opisany w pracy "Design and Validation of a Wireless Drone Docking Station", gdzie opracowano stację dokującą z trzema modułami bezprzewodowego ładowania, osiągając moc wyjściową 96,5 W i efektywność transferu energii na poziomie 56,6%. Ponadto, firmy takie jak Dronehub wprowadziły stacje dokujące zdolne do automatycznej wymiany baterii, co pozwala dronom na nieprzerwane wykonywanie misji.<sup>3</sup>

### Rozwój: Automatyzacja i integracja systemów

Wraz z postępem technologicznym stacje dokujące ewoluowały, oferując coraz bardziej zaawansowane funkcje. Nowoczesne stacje dokujące, takie jak DJI Dock, umożliwiają automatyczne lądowanie, ładowanie oraz planowanie misji dronów bez konieczności interwencji człowieka. Wyposażone są w systemy lokalizacji GPS, czujniki ruchu oraz kamery, które zapewniają precyzyjne i bezpieczne operacje.<sup>2</sup>



8

6



### Podsumowanie

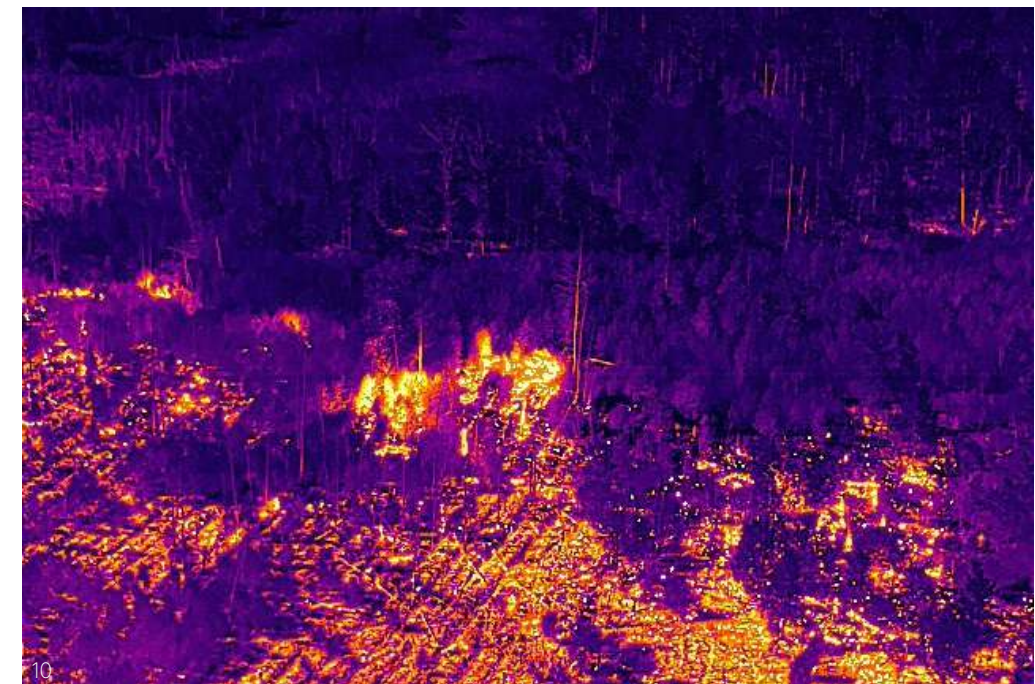
Śledząc historię rozwoju dronów i stacji dokujących, można dostrzec ich rosnący wpływ na nasze życie. Pozwoliło mi to zgłębić temat bezałogowych statków powietrznych (BSP) oraz dostrzec ich kluczowe cechy.

Drony odgrywają coraz większą rolę w działaniach służb szybkiej reakcji, takich jak straż pożarna, pogotowie ratunkowe czy policja. Ich zdolność do szybkiego przemieszczania się, zbierania danych i docierania do trudno dostępnych miejsc sprawia, że są niezastąpionym narzędziem wspomagającym ratowanie życia i zapewnianie bezpieczeństwa.

#### 1. Drony w straży pożarnej

Drony wyposażone w kamery termowizyjne i czujniki dymu pomagają strażakom w analizie sytuacji w czasie rzeczywistym. Dzięki nim można:

- **Lokalizować źródła pożaru** – kamery termowizyjne pozwalają wykryć ogniska pożaru nawet w gęstym dymie.
- **Monitorować postęp akcji gaśniczej** – widok z lotu ptaka umożliwia dowódcom lepszą koordynację działań.
- **Poszukiwać pożarów lasów** – dzięki obrazowi termicznemu można szybciej zlokalizować załóżek ognia.







11

## 2. Drony w ratownictwie medycznym

Czas reakcji jest kluczowy w przypadku nagłych wypadków i zawałów serca. Drony mogą pełnić funkcję wsparcia dla zespołów ratowniczych poprzez:

- **Dostarczanie sprzętu medycznego** – mogą transportować defibrylatory AED, zestawy pierwszej pomocy czy leki do miejsc, gdzie karetka nie ma szybkiego dostępu.
- **Skanowanie terenu podczas katastrof** – po trzęsieniach ziemi, lawinach czy powodzi mogą pomagać w lokalizowaniu rannych osób.
- **Komunikację w trudno dostępnych obszarach** – mogą pełnić funkcję mobilnych punktów przekazywania sygnału, np. w terenach górskich lub podczas katastrof, gdy infrastruktura telekomunikacyjna ulega uszkodzeniu.

## 3. Drony w ratownictwie górskim

Drony odgrywają coraz większą rolę w ratownictwie górskim, znacząco zwiększając skuteczność akcji poszukiwawczo-ratowniczych. Dzięki nowoczesnym technologiom mogą działać w trudnych warunkach terenowych i atmosferycznych, wspierając zespoły ratowników oraz zwiększając szanse na szybkie odnalezienie poszkodowanych.

Zastosowania dronów w ratownictwie górskim

- **Poszukiwania osób zaginionych**  
Drony wyposażone w kamery termowizyjne mogą wykrywać ciepło ciała osób nawet w ciemności lub podczas złych warunków pogodowych.
- **Transport sprzętu i zaopatrzenia**  
Drony mogą dostarczać apteczki, wodę, jedzenie, koce termiczne czy inne środki pierwszej pomocy w miejsca trudno dostępne dla ratowników.
- **Monitorowanie lawin i osuwisk**  
Bezzałogowe statki powietrzne pomagają w analizie zagrożeń lawinowych, zbierając dane na temat warunków śniegowych i struktury terenu. Drony mogą szybko ocenić sytuację po zejściu lawiny i wskazać obszary, w których mogą znajdować się zasypane osoby.
- **Wspomaganie komunikacji w trudno dostępnych miejscach**  
Drony mogą działać jako przekaźniki sygnału, umożliwiając kontakt między ratownikami w górach a bazą operacyjną.
- **Rejestracja i analiza terenu**  
Dzięki fotogrametrii i mapowaniu 3D drony pozwalają na szybkie tworzenie modeli terenu, co ułatwia planowanie akcji ratunkowych.



12



13



### 4. Drony w zarządzaniu kryzysowym i klęskach żywiołowych

Drony odgrywają istotną rolę w sytuacjach kryzysowych, takich jak trzęsienia ziemi, powódzie czy huragany. Dzięki nim można:

- Szybko ocenić skalę zniszczeń i zaplanować działania ratunkowe.
- Dostarczać żywność, wodę i lekarstwa do odciętych obszarów.
- Wzmacniać komunikację – drony mogą tworzyć tymczasowe sieci łączności tam, gdzie infrastruktura została zniszczona.

### Przyszłość dronów w służbach ratunkowych

Dynamiczny rozwój technologii sprawia, że drony będą coraz bardziej autonomiczne i zintegrowane z systemami sztucznej inteligencji. Możliwe przyszłe zastosowania to:

Autonomiczne patrole monitorujące sytuację 24/7.

Zaawansowane systemy rozpoznawania obrazu, które będą automatycznie identyfikować zagrożenia i osoby wymagające pomocy. Integracja ze stacjami dokującymi, co pozwoli na ciągłą gotowość do działania i błyskawiczne reagowanie na zgłoszenia.

Drony już teraz zmieniają sposób, w jaki działają służby szybkiej reakcji, a ich rola w przyszłości będzie tylko rosnąć, przyczyniając się do ratowania życia i zwiększenia bezpieczeństwa na całym świecie.



14

Tatrzańskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe (TOPR) – polskie stowarzyszenie zajmujące się, za zgodą ministra spraw wewnętrznych, ratownictwem górskim na obszarze polskich Tatr.



15

W trakcie etapu rozwoju koncepcji nawiązałem kontakt z **Tatrzańskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (TOPR)**, co umożliwiło mi konsultację wstępnych pomysłów. Dzięki uprzejmości stowarzyszenia miałem także okazję uczestniczyć w szkoleniach dotyczących sytuacji lawinowych. Akcja trwała cały dzień i obejmowała dojazd na miejsce działań w okolicy Hali Gąsienicowej. Zostałem przydzielony do zespołu ratowników obsługujących drony, w skład którego wchodził Przemysław Wacyk. Był on odpowiedzialny za wprowadzenie mnie w ich sposób pracy, omówienie ułatwień, jakie drony wprowadziły do ratownictwa górskiego, oraz przedstawienie wyzwań, z jakimi ratownicy muszą się mierzyć.



16



Poczas drogi zauważalny był brak miejsca w samochodzie oraz brak usprawnień organizacji załadowanego sprzętu. W skład uposażenia wchodziły dwa drony zwiadowcze DJI Mavic 3, dron transportowy Dron DJI FlyCart 30, akumulatory wraz z ładowarkami, kontrolery DJI oraz urządzenie Starlink.



17



18

Wyciągnięcie oraz rozłożenie sprzętu zajmowało zauważalnie dużą ilość czasu. Jako iż odwiedziłem ratowników w okresie zimowym wszystkie problemy zostały jeszcze bardziej uwidacznione takie jak:

- Ręczne wyciąganie całego sprzętu z samochodu.
- Operowanie dronem będąc narażonym na zimno
- Temperatura wpływała negatywnie na działanie akumulatorów

Podczas szkolenia uświadomiono mnie jak pomimo tych utrudnień zespół dronowy jest wartością znacznie dodatnią w przebiegu akcji ratowniczej.

Drony zwiadowcze pozwalały na analizowanie dużej powierzchni terenu, natomiast dron transportowy pozwalał na ułatwienie pracy ratownikom bezpośrednio uczestniczącym w akcji np. ułatwiając powrót poprzez odbieranie od nich plecaków. Maksymalny udźwig drona transportowego wynosił 20kg. Dowiedziałem się również iż podczas sterowania dronem uczestniczy zawsze dwóch ratowników co ułatwia przetwarzanie danych otrzymanych z drona.

Wnioski:

- Komfort pracy wpłynął by pozytywnie na jakość pracy ratowników
- Organizacja przestrzeni skróciłaby by na czas przebiegu akcji
- Zadbanie o używany sprzęt



19



# Analiza \_ Istniejące rozwiązania

W tym segmencie analizy skupiłem się na różnych zastosowaniach dla dronów oraz stacji dokujących ,Głównym celem było zauważenie przestrzeni mało rozwiniętych we wspomnianych wcześniej obszarach.

## Drony



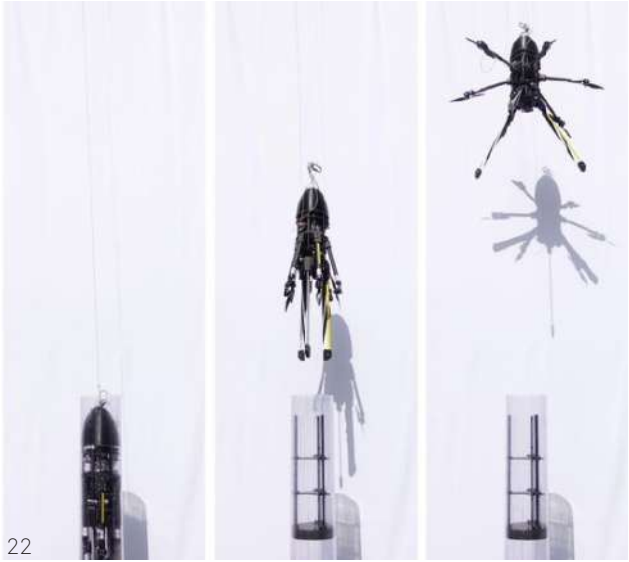
20  
H200 - Dron strażacki

Dron strażacki przeznaczony do zrzucania wysokowydajnych ładunków gaśniczych. Przenosi cztery bomby 25 kg, pokrywając obszar około 200-300200 m<sup>2</sup> na misję. Skutecznie tłumi dym i chłodzi, pochłania szkodliwy pył, a ekologiczny środek gaśniczy uzupełnia roślinność w wilgoć i składniki odżywcze.<sup>4</sup>



21  
Canadair CL 227 Sentinel

Jest to dron o nietypowej konstrukcji, w której wirniki zostały osadzone wzdłuż jego osi. Takie umiejscowienie śmigieł pozwala na zwiększenie ich średnicy, co bezpośrednio przekłada się na większą siłę nośną oraz poprawę stabilności w locie.<sup>5</sup>



22  
SQUID drone

Technologia opracowana przez NASA oraz Caltech opiera się na wystrzeliwaniu drona za pomocą sprężonego CO<sub>2</sub>. Konstrukcja drona przypomina ośmiornicę, a jego unikalna forma pozwala na rozłożenie ramion po opuszczeniu tuby. W momencie wystrzału aktywowane zostają wirniki, co redukuje ilość energii potrzebnej do pionowego startu, zwiększając tym samym efektywność operacyjną urządzenia.<sup>6</sup>



23  
WELKINUAV mobile command vehicle

Stacja dokująca dla drona w formie zabudowy montowanej na samochód osobowy. Umożliwia bezpieczny transport drona w szczelnie zabezpieczonej strefie magazynowej, chroniącej go przed warunkami zewnętrznymi. Wyposażona jest w system zdalnego otwierania bagażnika, co pozwala na automatyczny start drona bez konieczności ingerencji operatora.<sup>7</sup>

## Stacje dokujące



24  
DJI Dock 2

Najpowszechniejsza obecnie forma stacji dokujących, służąca jako miejsce do ładowania, przechowywania oraz wzmacniania zasięgu drona. DJI Dock 2 to jeden z najbardziej zaawansowanych systemów tego typu, oferujący zautomatyzowane zarządzanie lotami oraz możliwość pracy w trudnych warunkach atmosferycznych.<sup>8</sup>



25  
Drone Dock - DCAP Pro - HEISHA

Stacja dokująca, którą można zamontować na różnych konstrukcjach, zapewniając szerokie możliwości zastosowania. Umożliwia bezpieczny transport drona oraz pełni funkcję punktu ładowania.<sup>9</sup>



### Drony

#### Wnioski

- Istnieją różne rodzaje startu pionowego drona czy poprzez uniesienie się przy użyciu silników bądź przez wystrzelenie go
  - Możliwość personalizowania dronów według naszych potrzeb
- Drony mogą służyć jako rozszerzenie funkcji pojazdu ratowniczego
  - Większość dronów lata przy użyciu silników wirnikowych

### Stacje dokujące

#### Wnioski

- Stacja musi być w bezruchu w momencie dokowania drona
  - Obiekt zwiększa zasięg kontroli drona
  - Nie rozszerza funkcji drona tylko je wzmacnia
- Do przetwarzania danych ze stacji dokującej wymagane są dodatkowe urządzenia
  - Może być zamontowane na różne powierzchnie

### Operator drona

- Zapewnienie wygody podczas obsługi konsoli sterowania dronem.
- Ochrona operatora przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.
- Zwiększenie czytelności odbieranych danych i poprawa ergonomii pracy.
- Usprawnienie współpracy między kilkoma operatorami jednocześnie.
  - Poprawa organizacji pracy





Podsumowanie

Ten etap pracy utwierdził mnie w podjętej przezemnie tematyce pracy dyplomowej. Spotkanie z zespołem TOPR skonfrontował moje wyobrażenia o pracy ratownika z rzeczywistością, pokazując obszary projektowe nadające się do dalszej eksploracji.

Rozszerzenie funkcji stacji dokującej

Rozbudowanie funkcji stacji dokującej o elementy charakterystyczne dla kamperów, uwzględniające przestrzeń dla pasażerów oraz pojazd pełniący rolę mobilnej bazy.

Skrócenie czasu przebiegu akcji

Przyspieszenie pionowego startu poprzez mechanizm wystrzelenia oraz przechwycenie drona w trakcie ruchu stacji.

Multifunkcjonalność

Stacja dokująca została zaprojektowana z możliwością łatwego dostosowania do różnych potrzeb użytkowników. Konstrukcja pozwala na adaptację wyposażenia oraz konfiguracji wnętrza w zależności od specyfiki misji i wymagań poszczególnych

Podniesienie komfortu pracy operatorów dronów

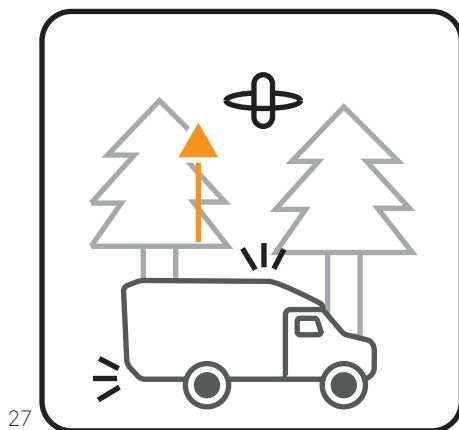
Zapewnienie klimatyzacji w zamkniętej zabudowie pełniącej funkcję stacji dokującej, poprawa czytelności otrzymywanych danych oraz usprawnienie komunikacji z innymi ratownikami.

Zoptymalizowanie przestrzeni cargo stacji

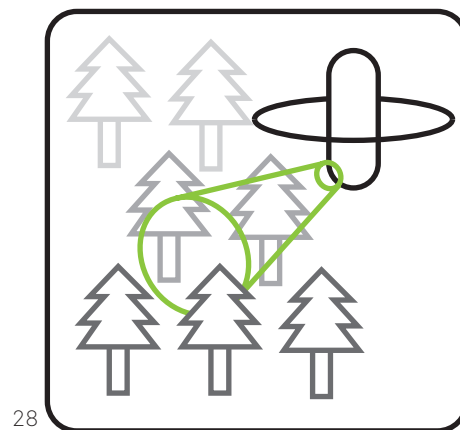
Przestrzeń dostosowana do personalizacji zgodnie z potrzebami poszczególnych służb szybkiego reagowania, zaprojektowana z uwzględnieniem efektywnego przechowywania dronów oraz powiązanych urządzeń



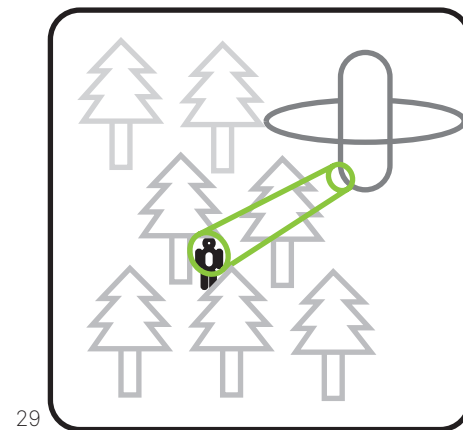
Sytuacja: Poszukiwanie  
Służba: Straż graniczna



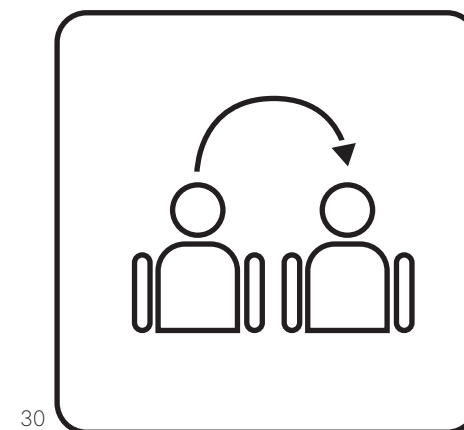
Po otrzymaniu zgłoszenia o zaginięciu w lesie, Straż Graniczna wysyła grupę poszukiwawczo-ratowniczą, w której skład wchodzi grupa operatorów dronów. W trakcie zbliżania się do obszaru poszukiwań uruchamiane są drony zwiadowcze, które umożliwiają szybkie przeszukanie terenu i lokalizację zaginionej osoby



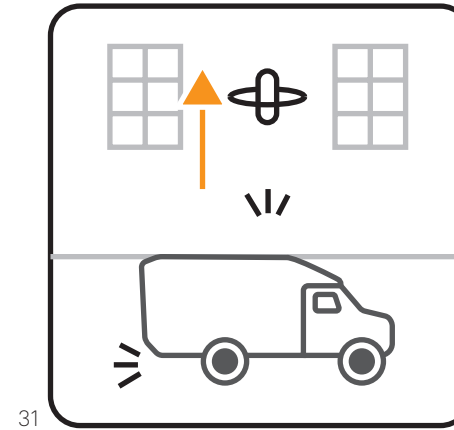
Dron zwiadowczy przeszukuje las, wykorzystując skanery termowizyjne do wykrywania źródeł ciepła oraz oznaczając obszary, które zostały już sprawdzone.



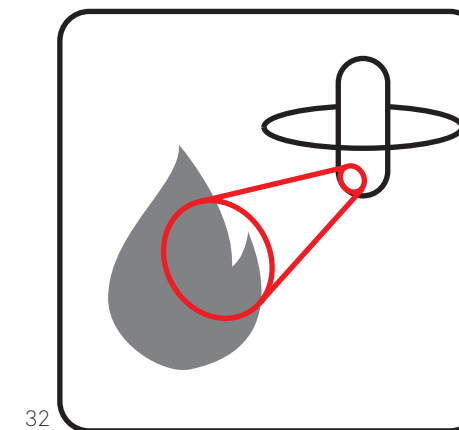
Po zlokalizowaniu osoby poszukiwanej zbierane są dane dotyczące jej aktualnego położenia.



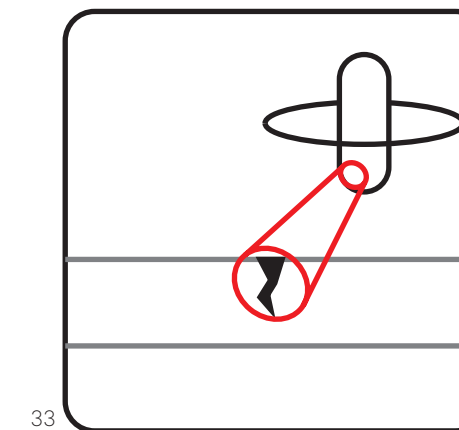
Następnie zebrane dane są przekazywane pozostałym uczestnikom poszukiwań, aby umożliwić skoordynowaną akcję.



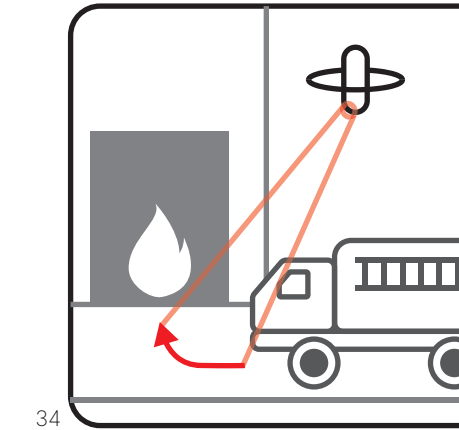
Zgłoszono duży pożar w fabryce farb, potwierdzono obecność wielu źródeł ognia. W skład ekipy gaśniczej wystano oddział operatorów dronów, którzy mieli wesprzeć działania ratunkowe.



Pierwszym etapem przed przystąpieniem do akcji gaśniczej jest zdefiniowanie składu dymu. Jest to niezwykle istotne, ponieważ pozwala ocenić zagrożenie dla ludzkiego życia związane z wdychaniem niebezpiecznych oparów.



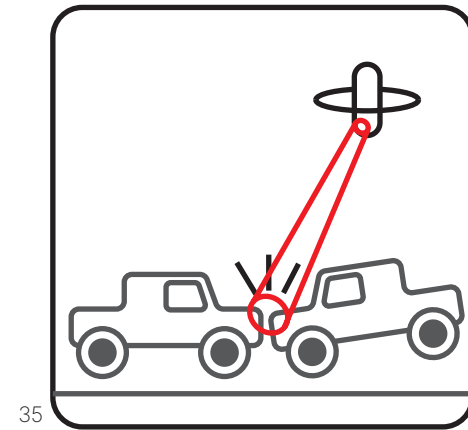
Należy również określić miejsca, w których doszło do wycieku łatwopalnych substancji, aby zapobiec powstaniu kolejnych źródeł ognia.



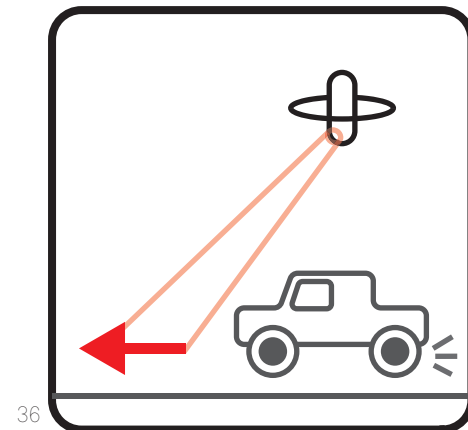
W trakcie dużych akcji ratunkowych może dojść do chaosu organizacyjnego. Drony, dzięki komunikatom dźwiękowym i wizualnym, mogą pomóc w uporządkowaniu działań i usprawnieniu przebiegu akcji.



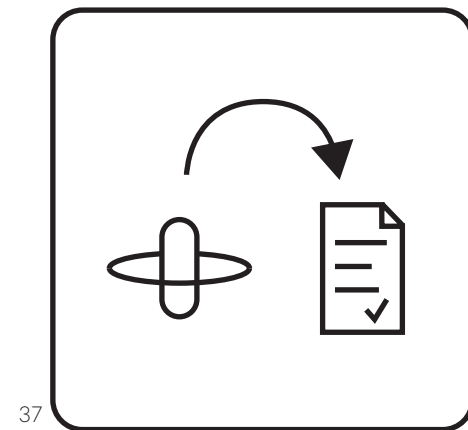
Sytuacja: Wypadek  
Służba: Policja



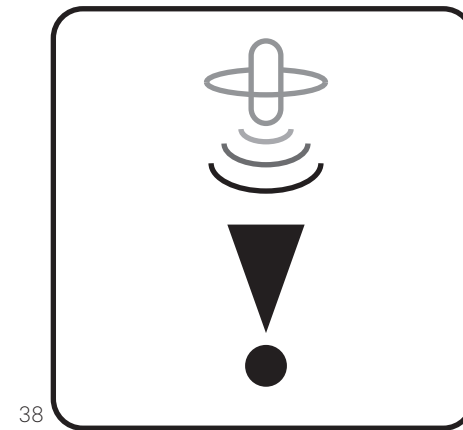
Zgłoszono wypadek kilku pojazdów osobowych na autostradzie. W skład wysłanego na miejsce oddziału została skierowana grupa operatorów dronów.



Drony, dzięki ostrzeżeniom audio-wizualnym, informuje nadjeżdżające samochody o wypadku znajdującym się przed nimi oraz o zatorze drogowym spowodowanym przez kolizję.

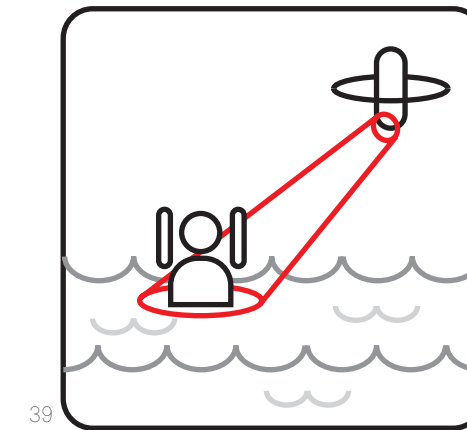


Po przeprowadzonej akcji wykonane zostają skany przy użyciu dronów oraz sporządzona zostaje pozostała dokumentacja wizualna wypadku.

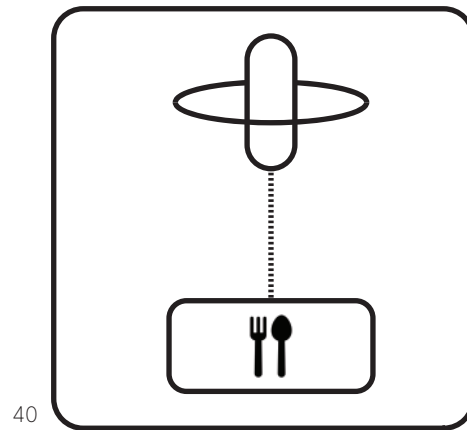


W okresie intensywnych opadów określony rejon został uznany za miejsce o dużym prawdopodobieństwie zalania. W ramach wstępnych działań zapobiegawczych wysłano drony, które za pomocą komunikatów audio poinformowały wszystkich mieszkańców obszaru o możliwości wystąpienia zagrożenia.

Sytuacja: Powódź  
Służba: Straż pożarna



Przypuszczenia okazały się prawdziwe i niestety doszło do silnego zalania wcześniej wspomnianego obszaru. Kilka osób nie ewakuowało się na czas i pozostało w strefie zagrożenia. Drony pomagają w ich lokalizacji, dzięki efektywnemu i szybkiemu skanowaniu terenu, nie narażając przy tym zdrowia ratowników.



Osoby, które muszą dłużej czekać na ratunek, otrzymują przesyłki z żywnością lub lekami niezbędnymi do przetrwania oczekiwania na pomoc.



Odnosząc się do moich wcześniejszych praktyk w firmie WISS, zdecydowałem się na wykonanie zabudowy pełniącej funkcję stacji dokującej w technologii laminatów. Laminaty kompozytowe to materiały złożone z warstw o różnych właściwościach mechanicznych, fizycznych i technologicznych, w których składnik wzmacniający (zbrojenie) jest układany w postaci warstw, między którymi znajduje się wypełnienie pełniące rolę lepiszcza.

Dzięki swojej strukturze laminaty kompozytowe charakteryzują się dobrą wytrzymałością w kierunku włókien, co czyni je odpowiednimi do zastosowań wymagających wysokiej wytrzymałości przy jednoczesnym zachowaniu niskiej masy. Ich montaż na podwoziach pojazdów specjalistycznych pozwala na zwiększenie trwałości konstrukcji, poprawę aerodynamiki oraz lepszą izolację termiczną, co jest kluczowe w przypadku mobilnych stacji dokujących dla dronów.<sup>10</sup>



41



42

Baza dla stacji dokującej

Unimog Small



43

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Cena      | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Mobilność | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Prędkość  | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Udźwig    | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |

Najlżejsza wersja Unimoga, zapewniająca dobrą mobilność w różnych terenach. Jedynym minusem jest cena w porównaniu do innych pojazdów.

Iveco Daily 4×4

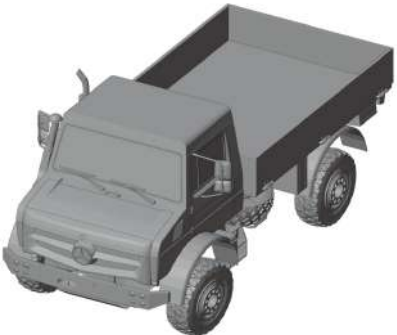


44

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Cena      | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Mobilność | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Prędkość  | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Udźwig    | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |

Popularny pojazd ytansportowy o atrakcyjnej cenie w porównaniu do konkurencji, oferujący wystarczający udźwig oraz sprawdzoną mobilność w zróżnicowanych terenach. Duża dostępność części zamiennych.

Unimog Medium



45

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Cena      | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Mobilność | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Prędkość  | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Udźwig    | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |

Ciężki pojazd off-roadowy, ceniony za swoją niezawodność, oferujący bardzo duży udźwig, jednak kosztem mniejszej zwrotności w gęsto zaludnionych obszarach.

Polaris Ranger 1500



46

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Cena      | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Mobilność | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Prędkość  | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| Udźwig    | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |

Lekki pojazd off-roadowy, oferujący doskonałą zwrotność dzięki niskiej masie, choć charakteryzujący się mniejszym udźwigiem w porównaniu do konkurencyjnych modeli.



## Podsumowanie

Po określeniu założeń projektowych kierunek rozwoju stacji dokującej stał się bardziej klarowny. Pojawiły się jednak nowe pytania, których rozwiązanie miało na celu połączenie funkcji dokowania z efektywnym zarządzaniem dronami oraz optymalizacją przestrzeni dla użytkowników.

## II Etap: Rozwój koncepcji

Na podstawie wcześniejszego spotkania z ratownikami TOPR oraz zgromadzonych informacji podczas analizy, określiłem kluczowe elementy wyposażenia stacji.

W skład uposażenia powinny wchodzić:

- Moduły do zarządzania i obsługi dronów,
- Przestrzeń operacyjna dla ratowników,
- System ładowania i przechowywania akumulatorów
- Systemy komunikacyjne umożliwiające sprawną koordynację działań
- Systemy przechowywania
- Szybki dostęp do niezbędnych urządzeń w sytuacjach kryzysowych
- Dwa drony zwiadowcze
- Jeden dron transportowy. (założona kubatura Dron DJI FlyCart 30)

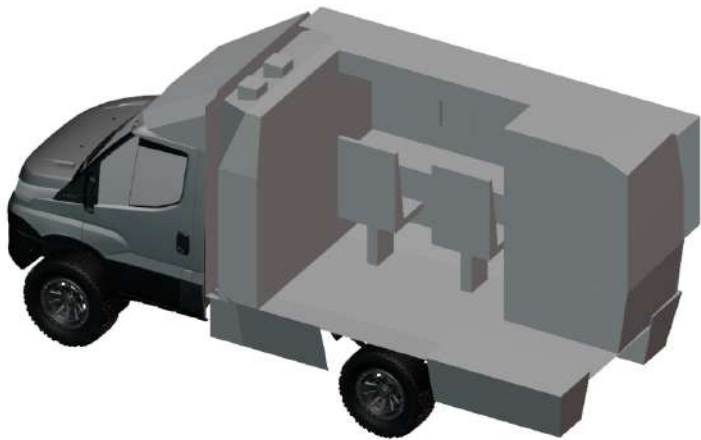


19

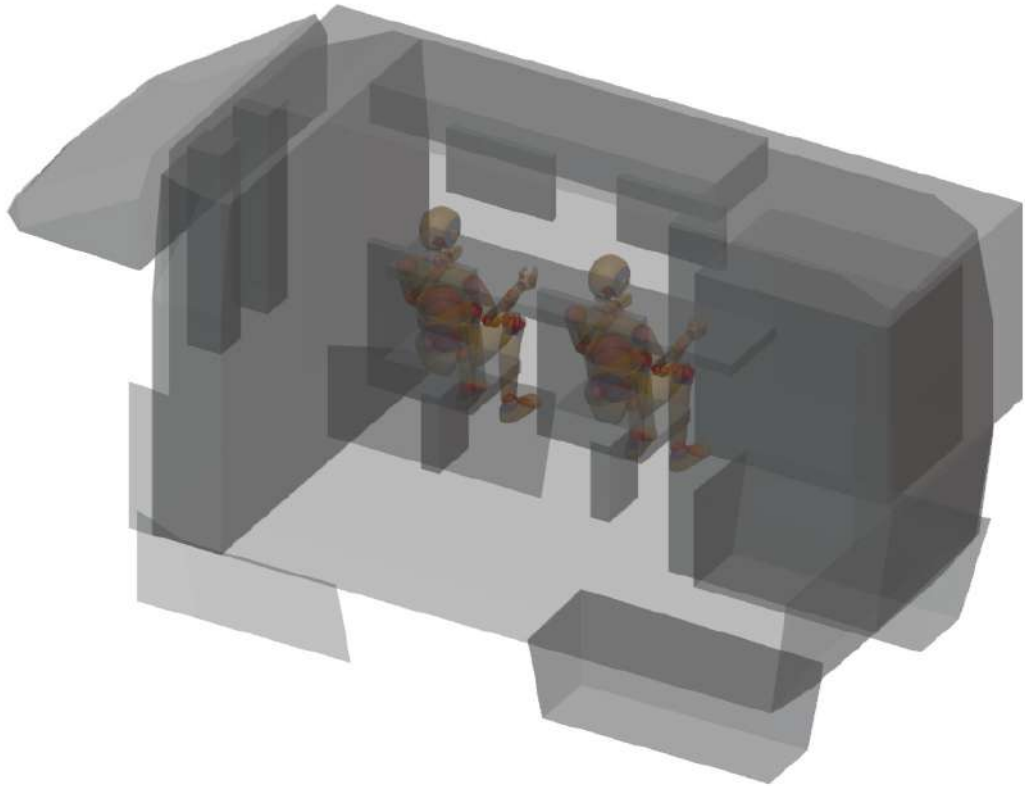


Bazując na podwoziu IVECO Daily 4×4, opracowałem wstępną koncepcję kubatury wnętrza, uwzględniając ergonomię oraz funkcjonalność przestrzeni. Skupiłem się na optymalnym rozmieszczeniu wyposażenia, w tym strefy dokowania dronów oraz przestrzeni roboczej dla operatorów. Dodatkowo przeprowadziłem symulację rozmieszczenia fantomów trójwymiarowych, co pozwoliło na ocenę komfortu użytkowania oraz dostępności kluczowych elementów wyposażenia w warunkach operacyjnych.

47

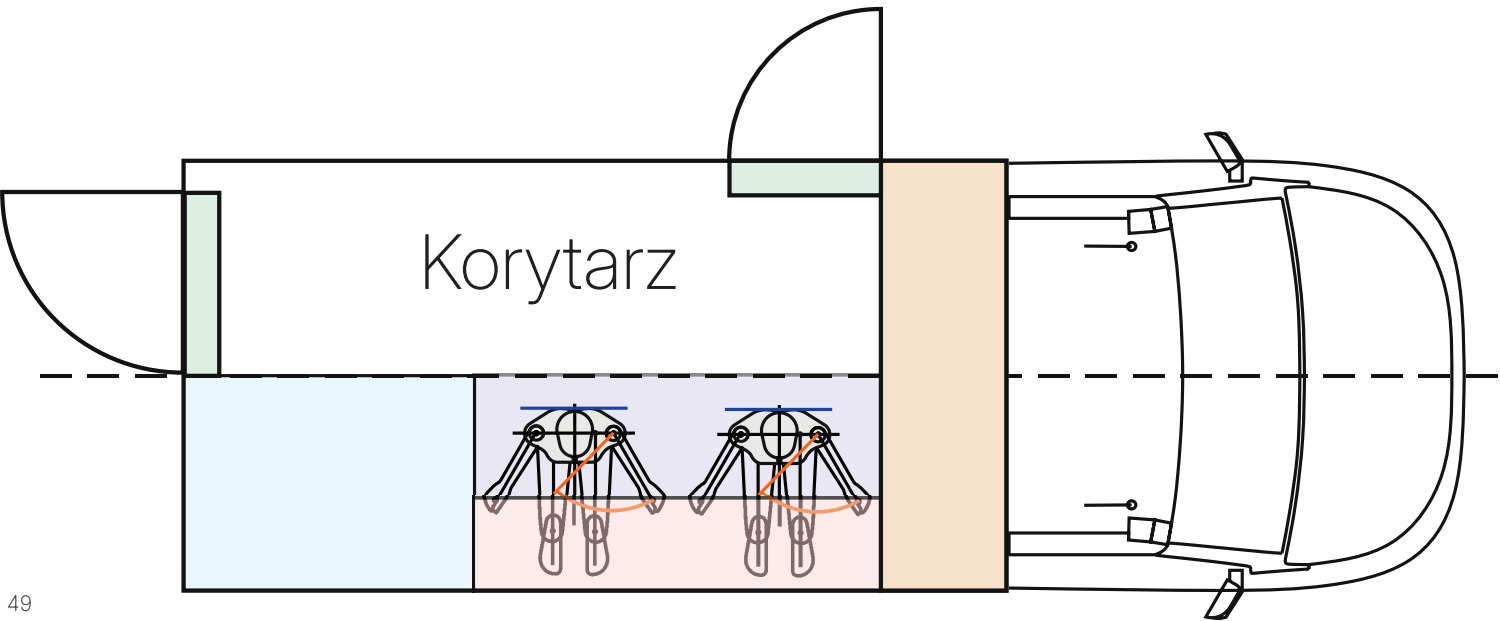
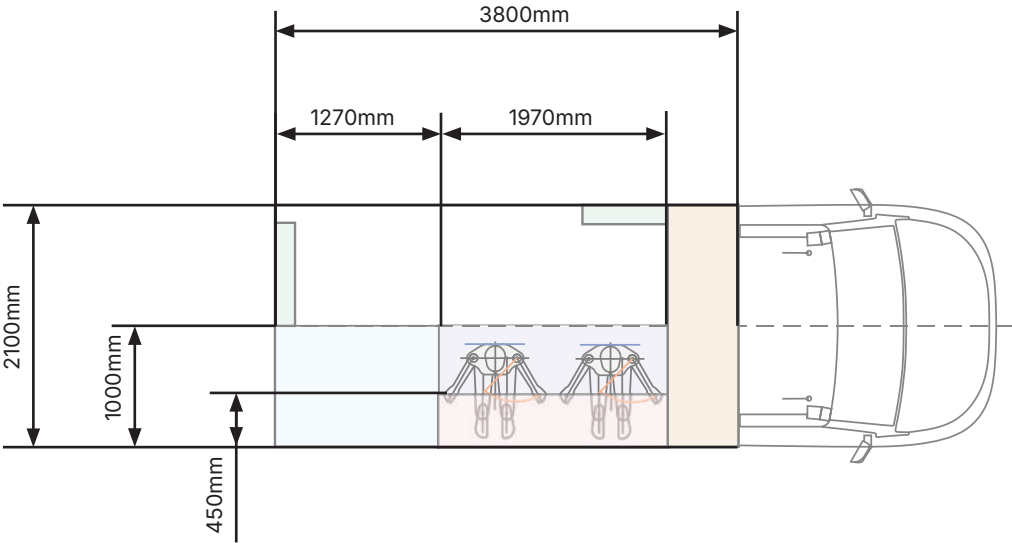


48



## II Etap: Rozwój koncepcji - Wstępna koncepcja przestrzeni użytkowej

- Przestrzeń magazynowa dla dużego drona
  - Spersonalizowana przestrzeń magazynowa dla załogi
  - Obszar usytuowania operatorów
  - Obrzar odbioru oraz analizy danych
  - Wejście/wyjście
- 2 Fantomy męskie centyl 95



49



## II Etap: Rozwój koncepcji \_ Bryła zewnętrzna

Po opracowaniu wstępnej kubatury stacji dokującej rozpocząłem poszukiwania odpowiedniej stylistyki oraz dalszych rozwiązań technicznych. Skupiłem się na harmonijnym połączeniu funkcjonalności z estetyką, uwzględniając ergonomię, aerodynamikę oraz spójność wizualną z pojazdem bazowym.

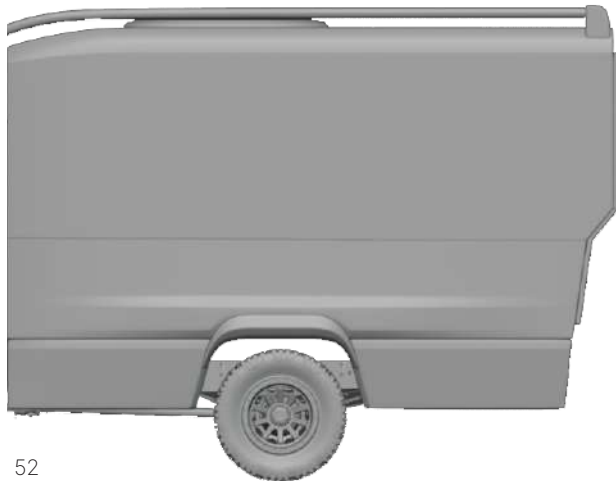


50

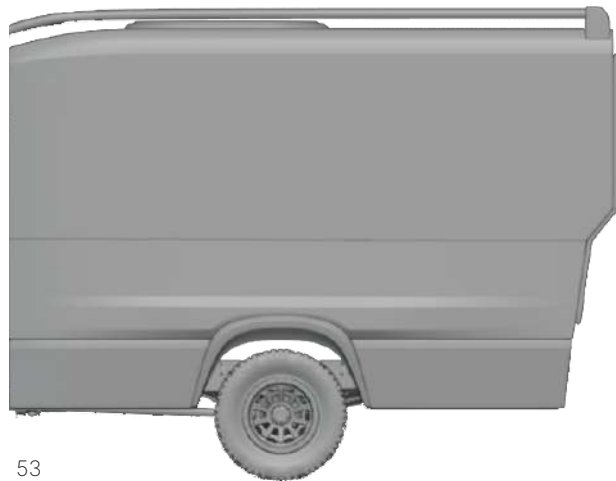


51

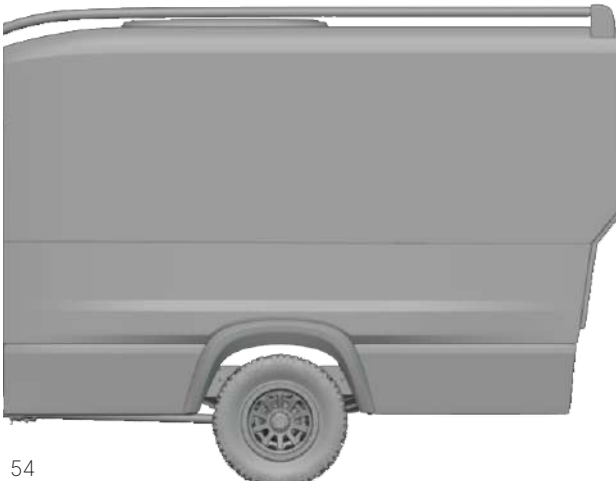
## Stylistyka nadkola



52



53



54



55





56



57



58



59

W kolejnych etapach projektu wyznaczyłem boczne drzwi oraz zdecydowałem się na wizualne odchudzenie bryły, nadając jej bardziej dynamiczny wygląd. Ścięcie tylnej części miało na celu podkreślenie tylnych świateł, a jednocześnie wpłynęło na poprawę aerodynamiki konstrukcji. Dodatkowo, zabieg ten nadał bryle bardziej spójny i techniczny charakter, podkreślając jej funkcjonalność.

Na dalszym etapie pracy zacząłem korzystać z narzędzi **MatCap**, które ułatwiają analizę jakości powierzchni. Było to kluczowe, ponieważ poprzez zastosowanie przetłoczenia chciałem dodatkowo podkreślić wcześniej wspomniane wcięcie w tylnej części stacji. Warto zaznaczyć, że samo przetłoczenie nie tylko wpływa na estetykę, ale także zwiększa wytrzymałość laminatu, poprawiając jego sztywność i odporność na odkształcenia.



Pierwsza propozycja zabudowy







61



62

Jednym z pierwszych elementów poprawiających komfort, który zdecydowałem się wprowadzić, był szyberdach. Pełnił on nie tylko funkcję praktyczną, ale również istotnie wpływał na stylistykę pojazdu.. Finalny koncept szyberdachu nawiązuje stylistycznie do bocznych drzwi, stanowiąc ich wizualne przedłużenie. Dzięki temu całość zachowuje harmonijny charakter, a dodatkowe przeszklenie poprawia doświetlenie wnętrza, zwiększając poczucie przestrzenności

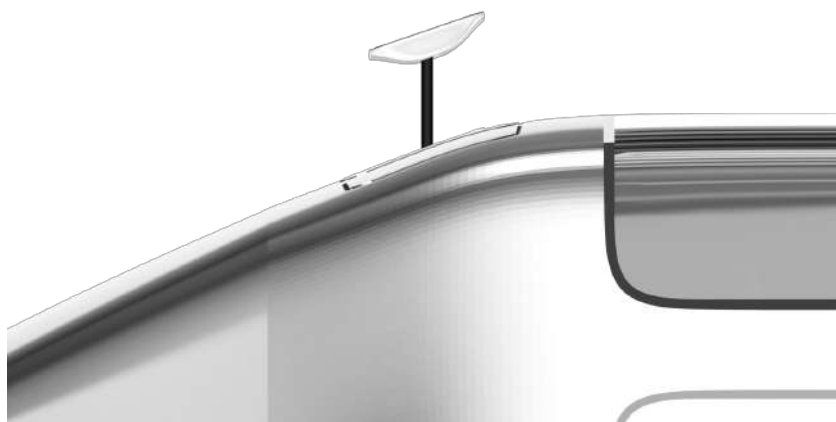


63



64





65

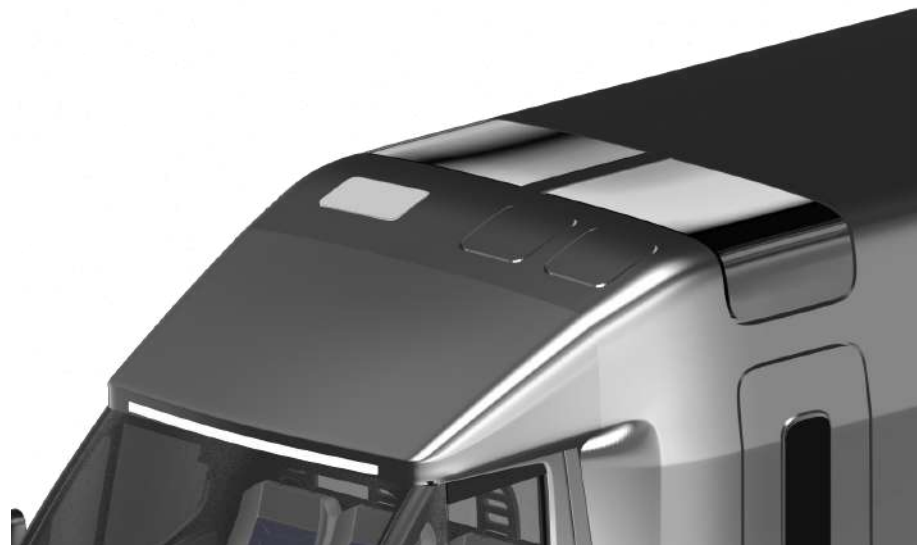
Odnosząc się do wcześniej wspomnianego spotkania z ratownikami TOPR, kluczowym elementem wyposażenia stacji dokującej jest niezawodna łączność oraz dostęp do internetu. Montaż routera Starlink na dachu pojazdu eliminuje konieczność jego ręcznego rozstawiania, skracając czas przygotowania służb szybkiego reagowania do akcji. Dzięki stabilnemu połączeniu satelitarnemu ratownicy mogą na bieżąco otrzymywać aktualizacje pogodowe, koordynować działania oraz przysyłać dane z dronów w czasie rzeczywistym.



66

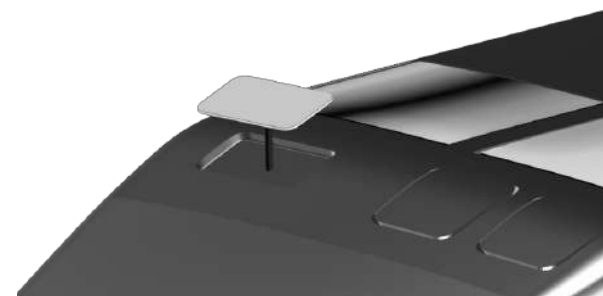


67

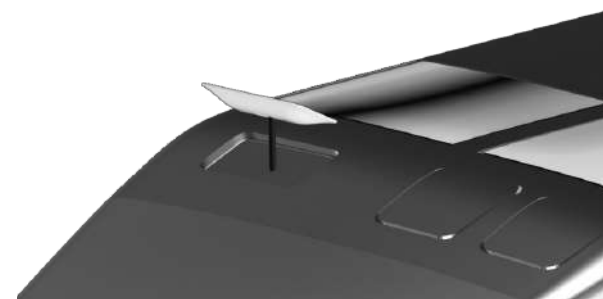


68

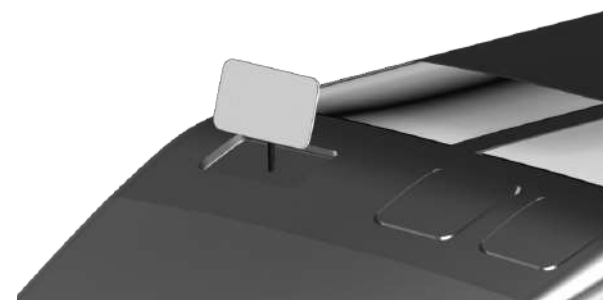
Podczas przygotowań do operowania dronami system **Starlink** jest automatycznie wysuwany, aby przeprowadzić kalibrację i ustawić optymalny kąt do odbioru sygnału satelitarnego. Zapewnia to stabilne i nieprzerwane połączenie internetowe, kluczowe dla przesyłania danych w czasie rzeczywistym oraz koordynacji działań ratowniczych. Dodatkowo, mechanizm automatycznego dostosowywania pozycji anteny minimalizuje ryzyko zakłóceń sygnału, co jest istotne w trudnych warunkach terenowych, takich jak góry czy gęste lasy.



69



70



71





72



73

Tylne światła zostały zaprojektowane jako element charakterystyczny, podkreślający dynamiczne ścięcie tylnej części konstrukcji. Ich zwiększona wielkość ma na celu nie tylko wzmocnienie widoczności, ale także poprawę bezpieczeństwa w trudnych warunkach terenowych. Dodatkowo, ich kształt i układ nawiązują do stylistyki całej bryły, zapewniając spójność wizualną.



74



75

Dodałem również dodatkowe wejście w postaci tylnych drzwi, co zwiększa dostępność i ułatwia szybkie przemieszczanie się wewnątrz pojazdu. Kolejnym istotnym elementem jest obecność rozkładanej drabiny, umożliwiającej wygodne wejście na dach. Takie rozwiązanie pozwala na łatwy dostęp do zamontowanego tam sprzętu, takiego jak system Starlink, moduły przechowywania dronów, bądź opcjonalny reling.





76

W obszarze dachu uwzględniono materiały minimalizujące śliskość powierzchni. Podczas montowania relingu oraz większej ilości bagażu, istotne jest zachowanie szczególnej ostrożności, aby zapewnić bezpieczeństwo osoby przebywającej na dachu.



77



78



79

Po przeciwległej stronie bocznego wejścia znajduje się przestrzeń przeznaczona do wyciągania oraz wkładania drona transportowego. Przestrzeń magazynowa została przystosowana do różnych modeli dronów. Dostęp do samego drona możliwy jest zarówno z zewnątrz, jak i wewnątrz stacji, w tym również do mniejszej przestrzeni magazynowej znajdującej się pod dronem transportowym. Zabieg ten miał na celu zwiększenie dostępności do obiektów stacji, zarówno od wewnątrz, jak i z zewnątrz.



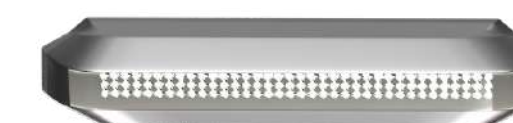
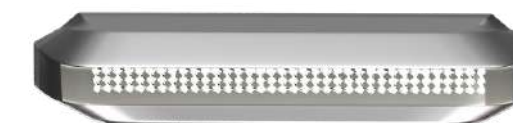


Elementem ułatwiającym widoczność w nocy jest dodatkowe oświetlenie znajdujące się nad przednią szybą. Dzięki temu rozwiązaniu poprawia się bezpieczeństwo podczas jazdy w warunkach nocnych. Oświetlenie to jest zaprojektowane w sposób, który nie oślepia kierowcy, zapewniając jednocześnie lepszą widoczność drogi.

Kolejnym usprawnieniem oświetlenia jest dodanie lamp roboczych z obu boków stacji, które mają na celu oświetlenie terenu podczas operacji nocnych, ułatwiają takie czynności jak wyciąganie drona transportowego. Lampy te zapewniają odpowiednią widoczność w trudnych warunkach, zwiększając efektywność pracy oraz bezpieczeństwo personelu. Zamontowano je w liczbie trzech sztuk na boku pojazdu w układzie szeregowym. Dzięki temu rozmieszczeniu oświetlenie jest równomierne.



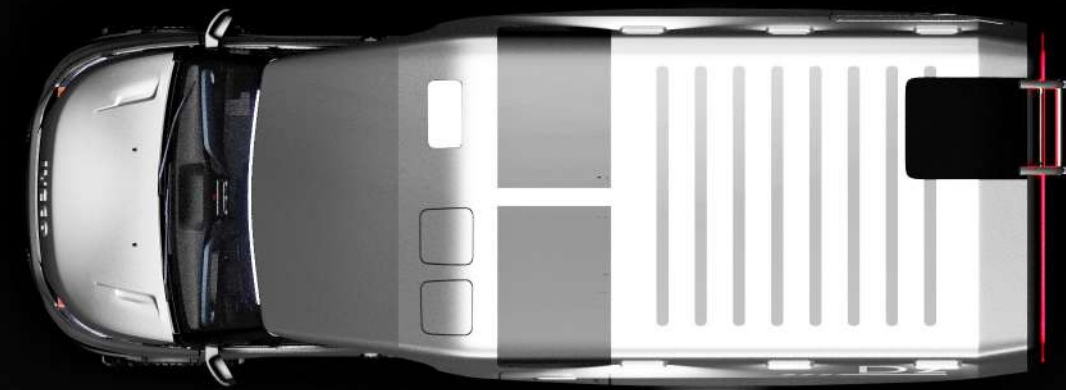
81



82



Podsumowując, koncept zewnętrznej zabudowy miał na celu nie tylko pełnienie roli estetycznej, ale również użytkowej, integrując elementy personalizacji stacji oraz ułatwienia logistyczne.



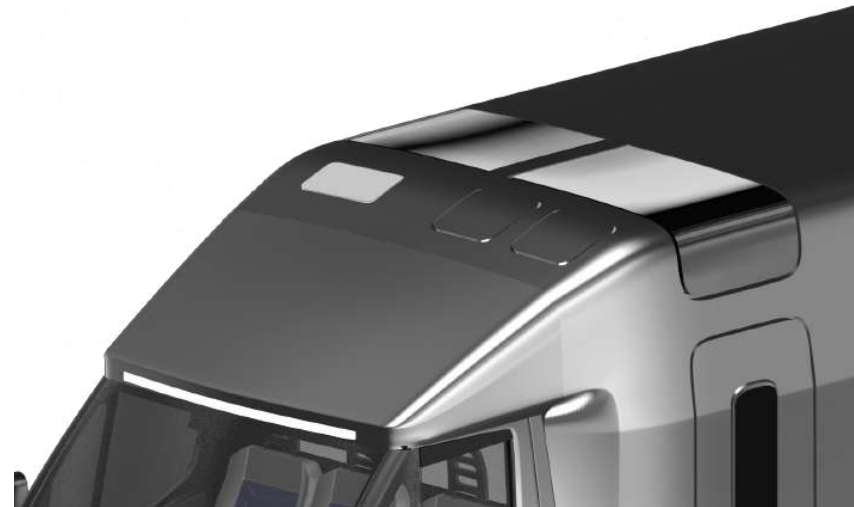






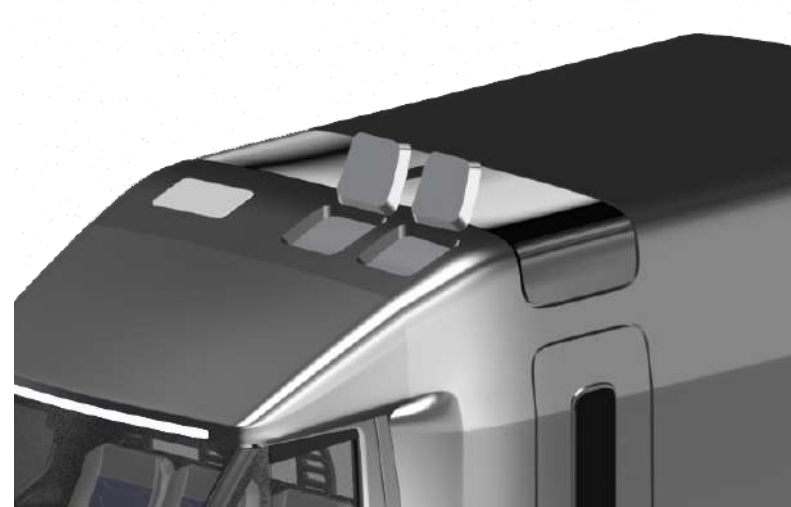
## II Etap: Rozwój koncepcji \_ Dron

Po określeniu sposobu działania systemu wystrzeliwania dronów zwiadowczych, przystąpiłem do zaproponowania koncepcji drona, który miałby uzupełniać tę funkcję. Kierując się ideą multifunkcjonalności, w kontekście różnych służb szybkiej reakcji, zainspirowałem się systemem wymiennych obiektywów aparatów fotograficznych, które można łatwo wymieniać w zależności od potrzeb. Jeśli chodzi o sam system wystrzeliwania, inspirowałem się kształtem rakiet powietrznych, co wpłynęło na stworzenie bardziej areodynamicznej formy.

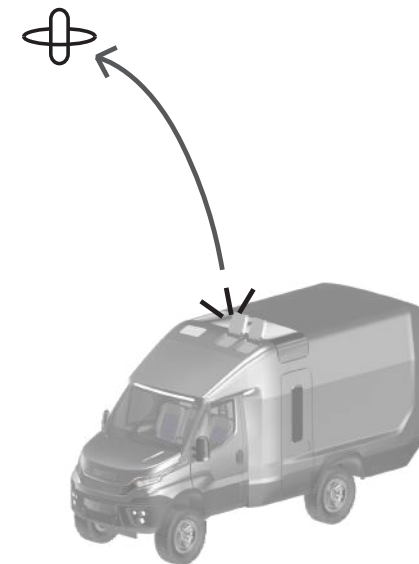


85

System wystrzeliwania dronów bazuje na nowoczesnych, wciąż rozwijanych technologiach. Proces startu odbywa się poprzez umieszczenie drona w specjalnej tubie i jego wystrzelenie za pomocą sprężonego powietrza, co pozwala na szybkie i precyzyjne uruchomienie bez konieczności klasycznego pionowego startu. Takie rozwiązanie minimalizuje zużycie energii na początkowym etapie lotu, wydłużając tym samym czas operacyjny drona. W zależności od potrzeb, dron może być wyposażony w różne narzędzia, takie jak kamery termowizyjne, skanery LiDAR czy sensory środowiskowe, dostosowując jego funkcjonalność do specyfiki misji.



86



87



88

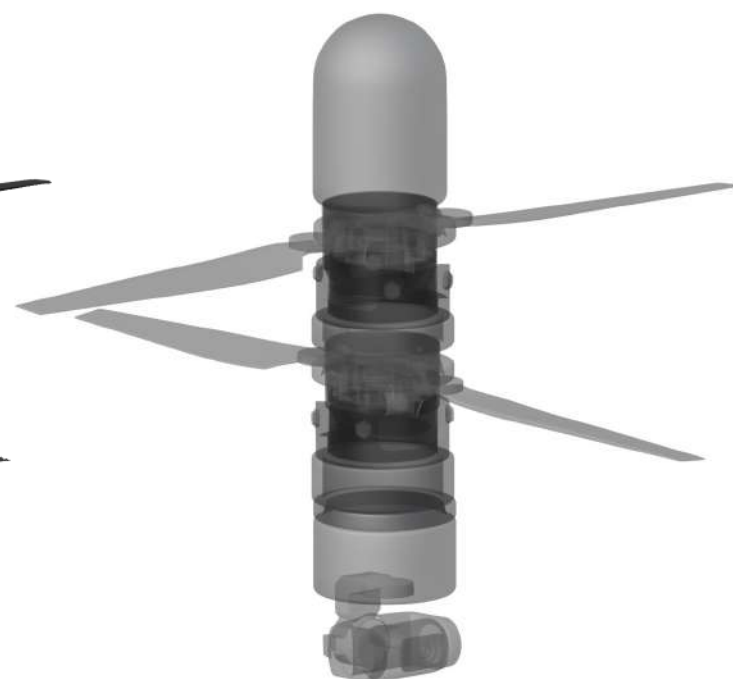


89





90

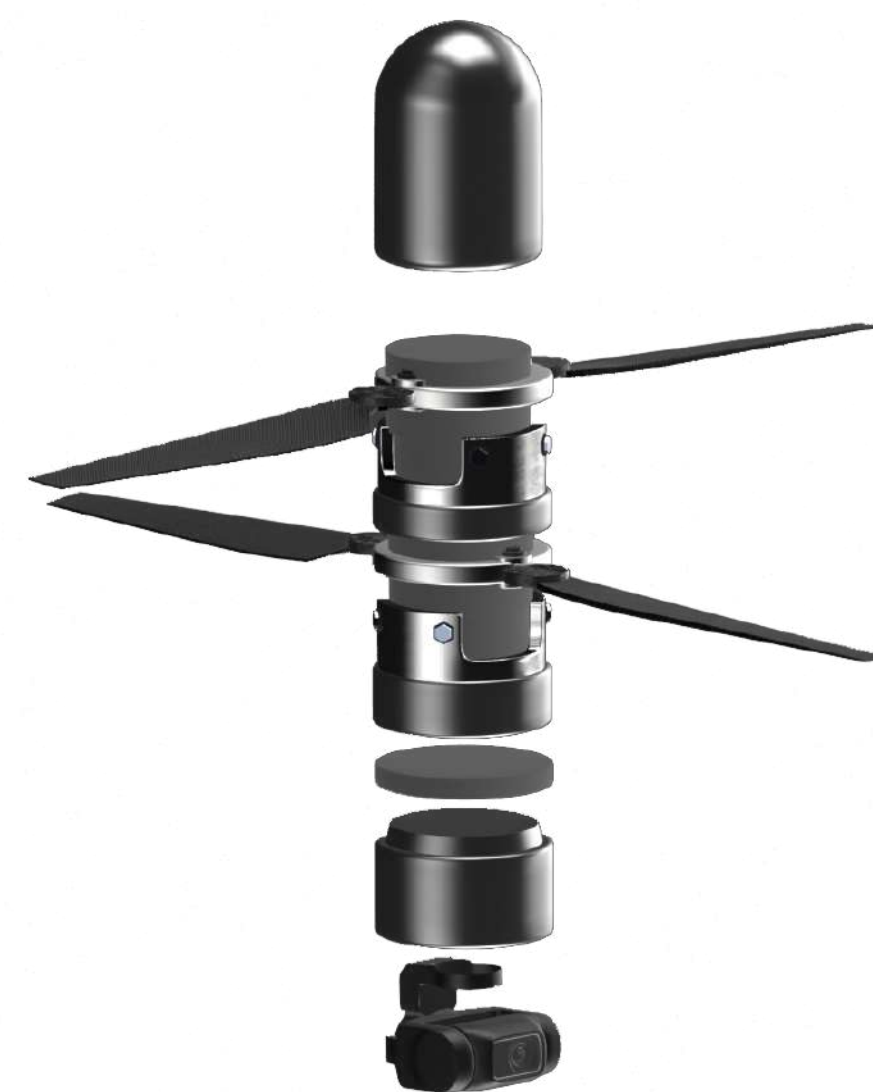


91



92

Zdecydowałem się na cylindryczny kształt drona, wzdłuż osi którego znajdują się dwa silniki bezszczotkowe. Możliwość złożenia wirników wynika z potrzeby kompaktowego załadowania drona do tuby, w której jest transportowany lub wyrzucany. Po wyrzuceniu, śmigła rozkładają się, umożliwiając kontynuację rozpoczętego przez wyrzut pionowego startu drona.



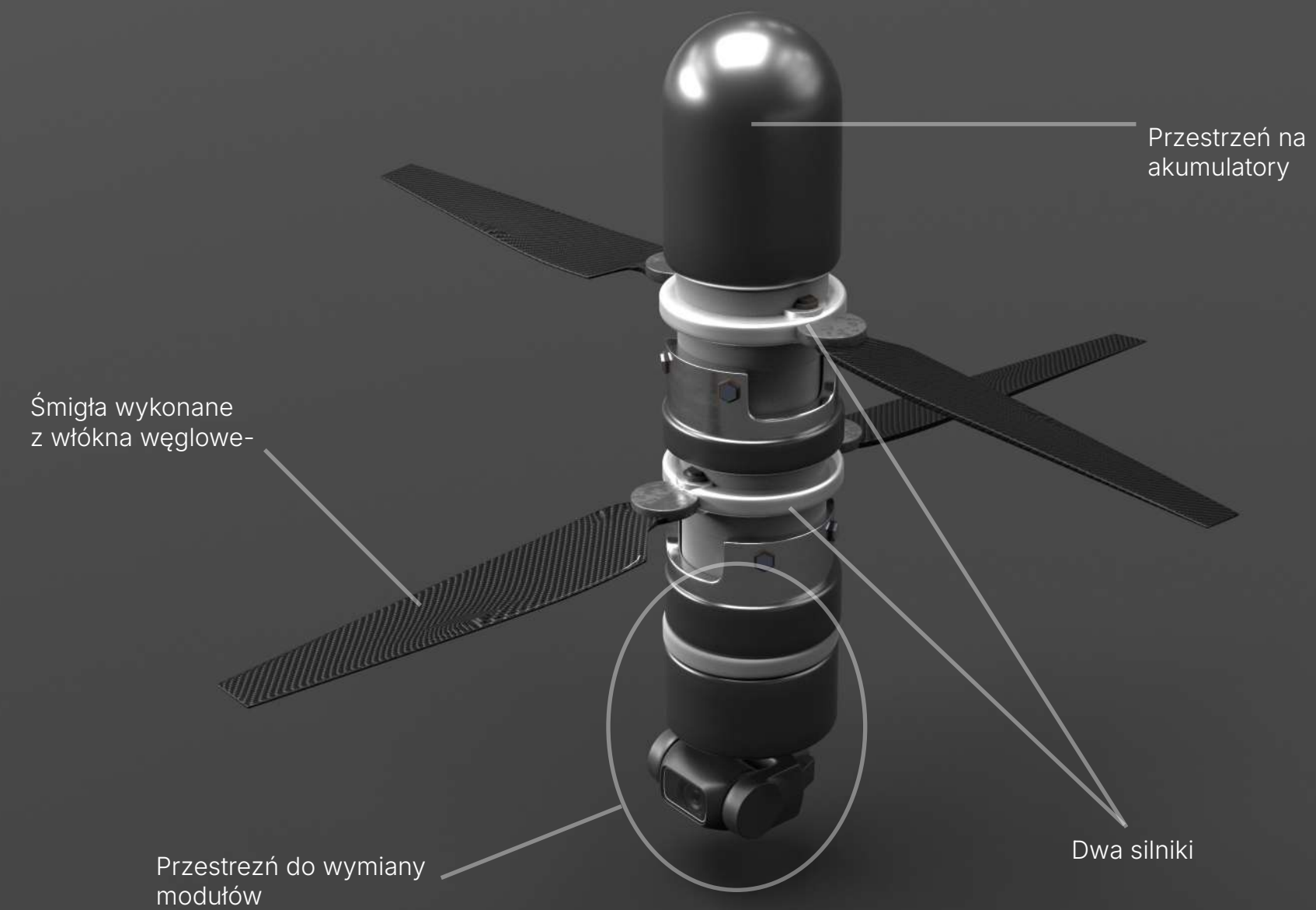
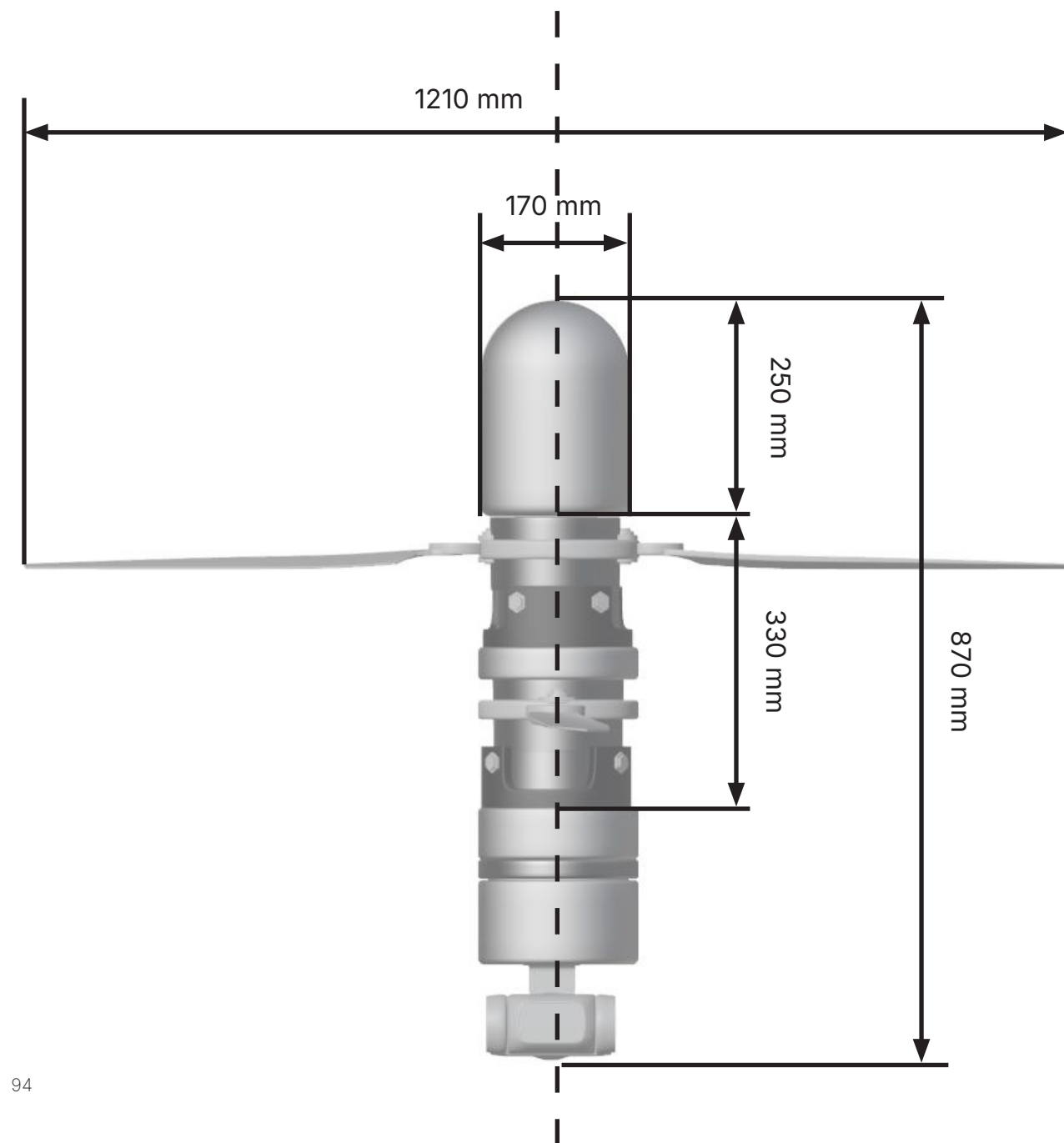
93

Widoczna inspiracja wymiennymi obiektywami fotograficznymi jest zauważalna w modułowości drona, gdzie każdy z rozłożonych elementów może zostać wymieniony na część o innej funkcji.

Multifunkcjonalność drona ma podkreślać jego wszechstronność, umożliwiając zastosowanie w różnych służbach szybkiej reakcji.

W dolnej części drona znajduje się kamera, którą można wymienić na inne moduły o różnych funkcjach, takich jak np. kamera termowizyjna, lidar do mapowania terenu, czujniki jakości powietrza, reflektory LED do operacji nocnych czy megafony do komunikacji na odległość.







## II Etap: Rozwój koncepcji \_ Wnętrze

Wychodząc od wstępnego konceptu ergonomii oraz kubatury 3D wnętrza, przystąpiłem do dokładniejszego zdefiniowania obszaru magazynowania drona transportowego. Kluczowym elementem w tym zakresie była dla mnie dostępność.

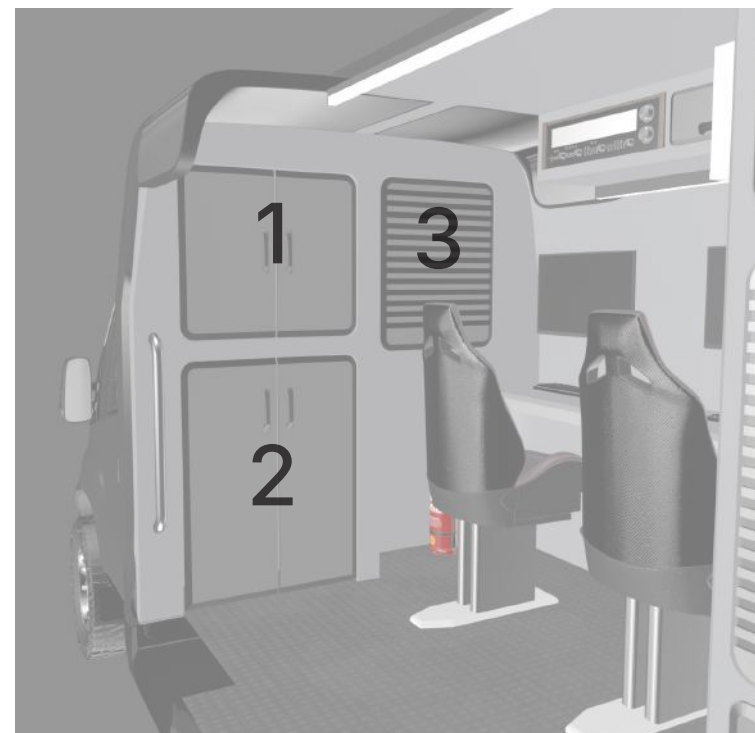
Centralny segment stanowi wyznaczoną przestrzeń magazynową dla drona transportowego, do którego dostęp zapewniono zarówno od wewnątrz, jak i z zewnątrz stacji. Nad oraz pod centralnym segmentem znajdują się mniejsze przestrzenie, w których można przechowywać różne przedmioty, w zależności od potrzeb i preferencji. Dodatkowo, przestrzeń magazynowa została zaprojektowana w sposób umożliwiający łatwą organizację i szybki dostęp do wszystkich elementów.







100



101

Kolenie rozwijanym obszarem był obszar przeznaczony na osobiste przedmioty dla załogi oraz dostęp do systemu wyrzeliwania od środka stacji.

1. Drzwiczki do systemu wyrzeliwania dronów.
2. Dodatkowa przestrzen magazynowa
3. Dodatkowa przestrzeń magazynowa

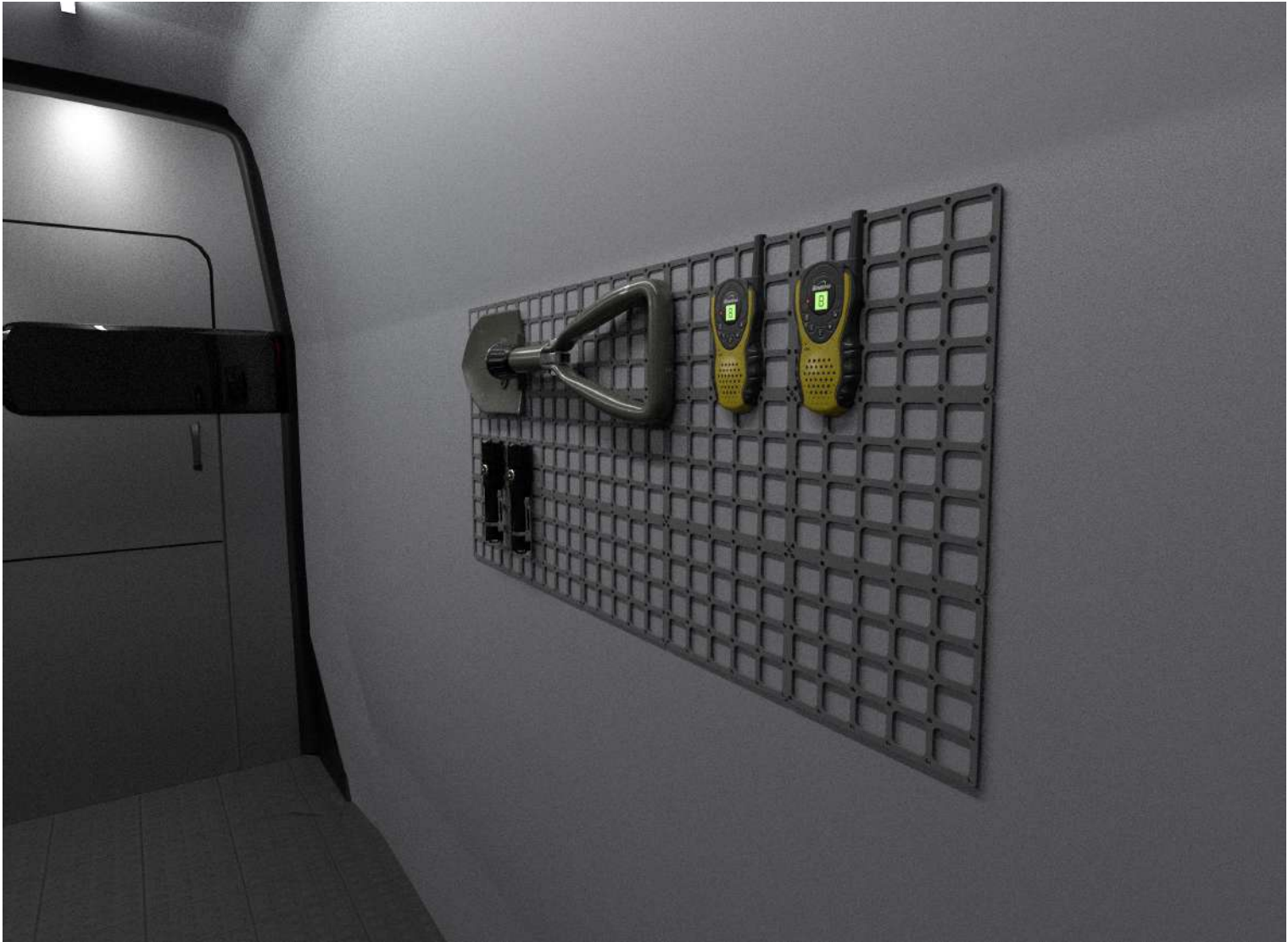


102



Jednym z systemów umożliwiających personalizację stacji oraz organizację przestrzeni jest zastosowanie paneli MOLLE, powszechnie używanych w sytuacjach outdoorowych.

System MOLLE (Modular Lightweight Load-carrying Equipment) Jest to system, który służy do mocowania dodatkowych akcesoriów, organizerów i toreb. Działa w zgodzie z wojskowym systemem MOLLE/PALS i posiada liczne otwory, do których można przymocować uchwyty typu Quick-Fist/Fit-Rub. Dzięki jednolitemu rozstawowi otworów, możliwe jest łatwe zamocowanie różnych akcesoriów, takich jak torby, kieszenie, narzędzia lub inne przedmioty do plecaków, kamizelek czy stacji dokujących, co zapewnia wygodę i porządek w organizacji przestrzeni. To rozwiązanie idealnie sprawdza się w warunkach terenowych, gdzie mobilność i szybki dostęp do sprzętu są kluczowe.<sup>11</sup>





Przechodząc do najważniejszego segmentu tego etapu, czyli przestrzeni roboczej operatorów, skupiłem się na uwzględnieniu wszystkich kluczowych usprawnień, które ułatwią pracę operatorów dronów. Przestrzeń została zaprojektowana z myślą o dwóch osobach, wspomagając ich współpracę. Dla lepszej czytelności danych zastosowałem monitory o przekątnej 27" i rozdzielczości 2560×1440px, co zapewnia wysoką jakość wyświetlanych informacji. W górnej części obszaru znajduje się radio oraz mała przestrzeń do przechowywania przedmiotów osobistych. Uwzględniłem łatwo dostępną apteczkę w razie wypadku oraz umiejscowienie blisko szyberdachu.

Przestrzeń została zaprojektowana z myślą o pracy zarówno z klawiaturą i myszką, jak i z kontrolerami DJI.

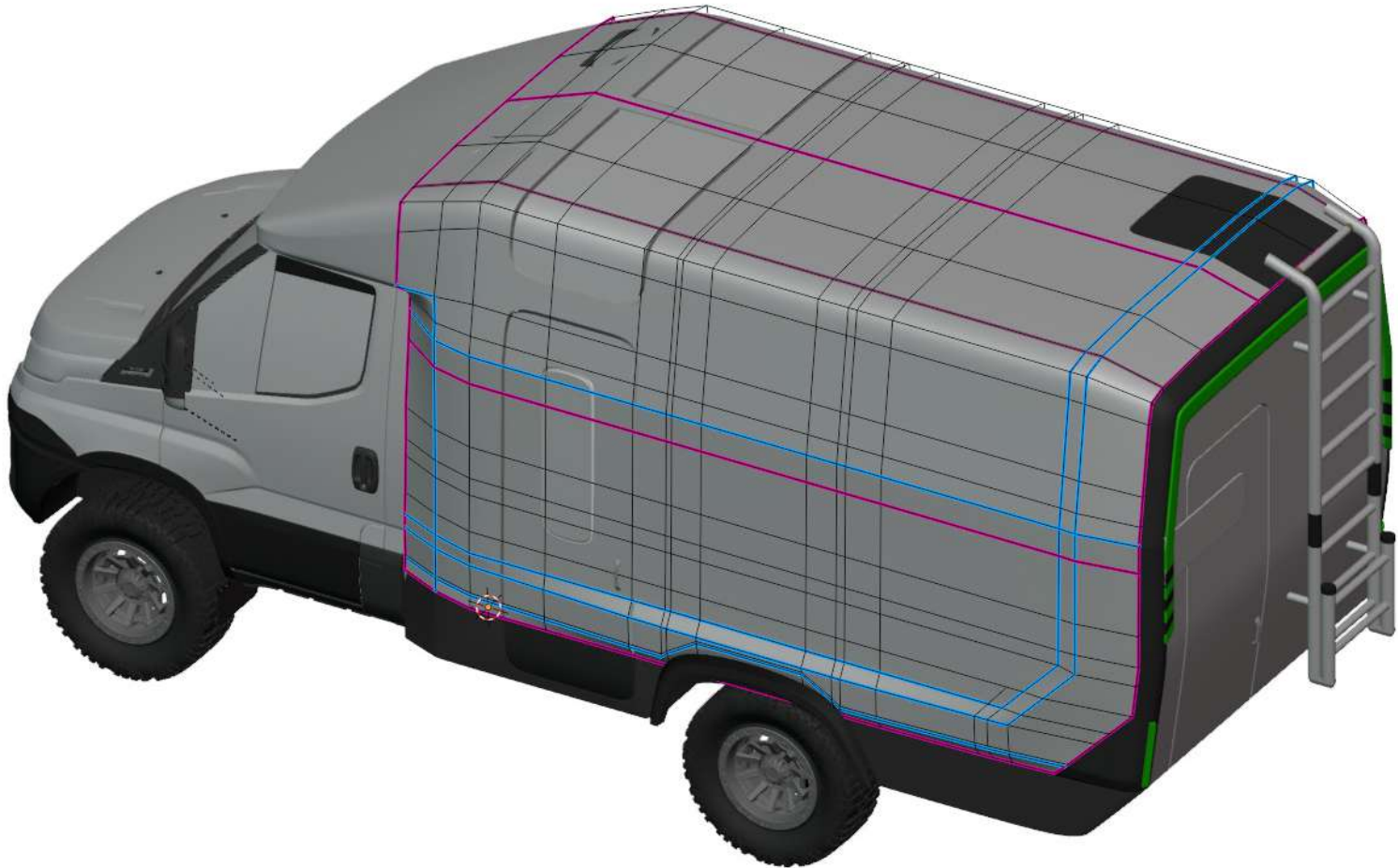




## II Etap: Rozwój koncepcji \_ Omówienie technik oraz narzędzi

Blender oferuje zaawansowane funkcje modelarskie, umożliwiające tworzenie i edycję obiektów 3D przy użyciu różnych metod, takich jak modelowanie poligonowe, rzeźbienie czy operacje parametryczne. Dzięki narzędziom takim jak modyfikatory (np. Subdivision Surface, Mirror, Solidify) oraz zaawansowanym opcjom edycji siatki, użytkownik może precyzyjnie kształtować geometrię i optymalizować projekt.

Poligony to podstawowe jednostki budowy modeli 3D, składające się z punktów (wierzchołków), połączonych liniami (krawędziami) tworzącymi powierzchnie (ściany). Im większa liczba poligonów, tym bardziej szczegółowy model, jednak wpływa to również na wydajność renderowania i edycji.



Topologia Odpowiednia topologia w modelowaniu 3D odnosi się do logicznego i uporządkowanego układu siatki poligonów, co ma kluczowe znaczenie dla edytowalności oraz optymalizacji modelu. Dobrze zaplanowana siatka minimalizuje liczbę trójkątów i n-gonów na rzecz czworokątów (quads), co zapewnia lepsze rezultaty przy stosowaniu modyfikatorów, takich jak Subdivision Surface. Optymalna topologia pozwala także na efektywne mapowanie tekstur oraz usprawnia renderowanie, zmniejszając obciążenie sprzętowe.



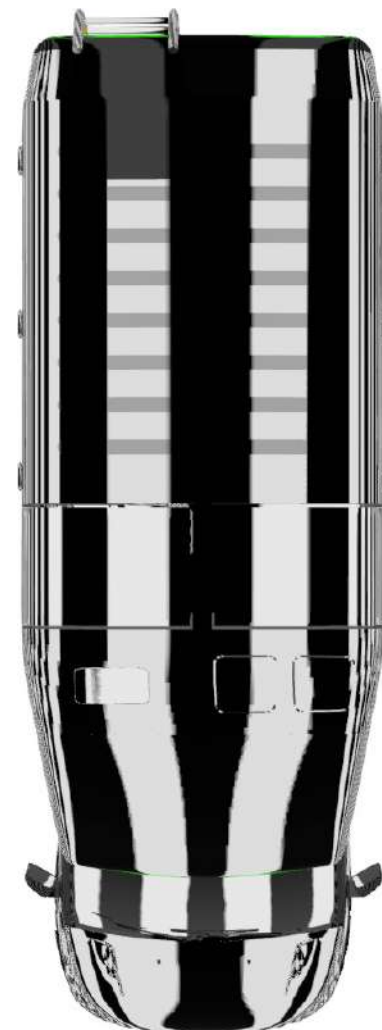


Analiza powierzchni przy użyciu zebry to technika wizualizacji stosowana w modelowaniu 3D, pozwalająca ocenić płynność i jakość powierzchni poprzez wyświetlenie na niej pasm przypominających odbicie czarno-białych pasków zebry.

Dzięki temu narzędziu można łatwo wykryć wszelkie nierówności, załamania czy nieciągłości geometrii, które mogą wpłynąć na estetykę i aerodynamikę projektu. W Blenderze analizę zebry można przeprowadzić za pomocą specjalnych shaderów lub funkcji wizualizacji w trybie podglądu materiału.



113



114



115

Blender MatCap (skrót od Material Capture) to specjalny tryb wizualizacji materiału w Blenderze, który nakłada gotowe oświetlenie i cieniowanie na model 3D bez konieczności używania świateł w scenie.

MatCap pozwala szybko ocenić kształt i topologię obiektu, co jest szczególnie przydatne podczas rzeźbienia, modelowania i analizy powierzchni. W Blenderze użytkownik może wybierać spośród różnych wbudowanych MatCapów lub dodawać własne, dostosowując podgląd do swoich potrzeb. Dzięki temu narzędziu można łatwo dostrzec wszelkie nierówności i błędy w geometrii.



116



117



118





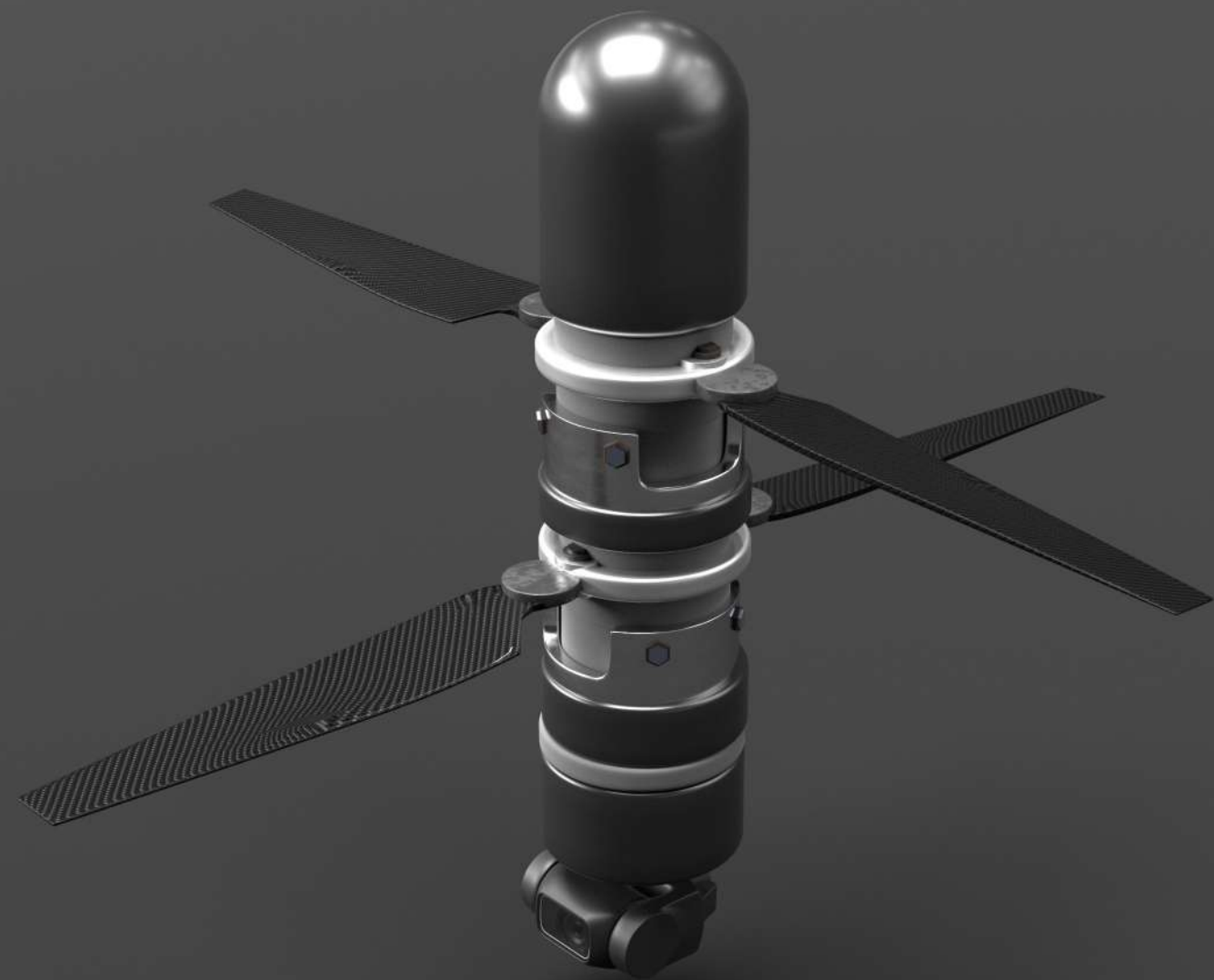














Przedstawienie finalnych rozwiązań \_ Prezentacja pojazdu w kontekście otoczenia













Abstrakt

Abstrakt w języku polskim:

Praca dyplomowa koncentruje się na projektowaniu stacji dokującej oraz drona o zmiennych funkcjach. Proces projektowy rozpoczyna się od analizy potencjalnych zastosowań dronów i stacji dokujących w służbach szybkiego reagowania. Istotnym elementem były również konsultacje z Tatrzańskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym, które pozwoliły na ocenę wad i zalet obecnie dostępnych rozwiązań w zakresie dronów i stacji dokujących. Na podstawie zebranych danych określono założenia projektowe, rozszerzające funkcję stacji dokującej z pojedynczego obiektu na kompleksowe środowisko pracy. Kluczowym rozwiązaniem jest przyspieszenie startu pionowego drona zwiadowczego poprzez jego wyrzucenie za pomocą sprężonego CO<sub>2</sub> oraz nadanie mu odpowiednio aerodynamicznej formy. Projekt uwzględnia szerokie spektrum zastosowań w różnych jednostkach ratowniczych i służbach, takich jak Straż Pożarna, TOPR, Policja oraz Straż Graniczna.

Abstract in English:

The thesis focuses on the design of a docking station and a drone with adaptable functions. The design process begins with an analysis of the potential applications of drones and docking stations in emergency response services. A crucial aspect of the research involved consultations with the Tatra Volunteer Search and Rescue (TOPR), which provided insights into the advantages and drawbacks of currently available drone and docking station solutions. Based on the collected data, the project expands the function of the docking station from a standalone unit to a comprehensive operational environment. A key innovation is the acceleration of vertical takeoff for the reconnaissance drone by launching it using compressed CO<sub>2</sub> and optimizing its aerodynamic shape. The project also considers a wide range of applications in various emergency response units and services, such as the Fire Department, TOPR, the Police, and the Border Guard.

Bibliografia

Źródła

<sup>1</sup> Cyt. za P. Bukowski, G. Szala, "Bezzałogowe statki powietrzne – geneza, teraźniejszość i przyszłość", Postępy w Inżynierii Mechanicznej, 11(6)/2018, s. 5–19. \_ [https://bibliotekanauki.pl/articles/95416.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://bibliotekanauki.pl/articles/95416.pdf?utm_source=chatgpt.com)  
<sup>2</sup> [https://www.naszybnik.com/site/art/7-strony-partnerskie/0-/25134-stacja-dokujaca-do-dronow-dji-co-warto-o-niej-wiedziec-?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.naszybnik.com/site/art/7-strony-partnerskie/0-/25134-stacja-dokujaca-do-dronow-dji-co-warto-o-niej-wiedziec-?utm_source=chatgpt.com)  
<sup>3</sup> "Design and Validation of a Wireless Drone Docking Station" <https://ieeexplore.ieee.org/document/10156589>  
<sup>4</sup> <https://spideruav.com/pl/produkt/dron-przemys%C5%82owy/h200-stra%C5%BC-po%C5%BCarna/>  
<sup>5</sup> <https://alchetron.com/Canadair-CL-227-Sentinel>  
<sup>6</sup> <https://spectrum.ieee.org/caltech-canon-launched-squid-drone>  
<sup>7</sup> <https://www.welkinuav.com/new-generation-drone-mobile-command-center-vehicle/>  
<sup>8</sup> <https://enterprise.dji.com/dock-2>  
<sup>9</sup> <https://pt.iatecps.com/product-page/esta%C3%A7%C3%A3o-de-carregamento-de-drone-dcap-pro-heisha>  
<sup>10</sup> <https://www.darmal-laminaty.pl/oferta/laminaty-poliestrowo-szklane>  
<sup>11</sup> [https://expedition-gear.com/pl/p/Panel-montazowy-molle-Land-Cruiser-120-Lexus-GX470/49?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA8fW9BhC8ARIsACwHqYqQBPPybl9Bg3IFk-FYtJTh\\_pV8lJv52AOvieuUYOET\\_HtM7huqrxAMaAk57EALw\\_wcB](https://expedition-gear.com/pl/p/Panel-montazowy-molle-Land-Cruiser-120-Lexus-GX470/49?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA8fW9BhC8ARIsACwHqYqQBPPybl9Bg3IFk-FYtJTh_pV8lJv52AOvieuUYOET_HtM7huqrxAMaAk57EALw_wcB)

Ilustracje





## Podziękowania

Pragnę wyrazić moją ogromną wdzięczność mojemu promotorowi, Profesorowi Markowi Liskiewiczowi, za nieocenioną pomoc, cenne wskazówki i wsparcie merytoryczne podczas pracy nad moim dyplomem. Jego zaangażowanie i motywacja sprawiły, że mogłem w pełni skupić się na pracy nad dyplomem i dążyć do jak najlepszych rezultatów. Dzięki jego konstruktywnej krytyce oraz wysokim wymaganiom nauczyłem się patrzeć na projekt z szerszej perspektywy. Profesor Liskiewicz nie tylko dzielił się swoją wiedzą, ale także inspirował mnie do poszukiwania nowych, innowacyjnych rozwiązań. Dziękuję za cierpliwość, wsparcie i motywację do osiągnięcia pełni swoich możliwości.

Chciałbym również serdecznie podziękować Michałowi Maciukiewiczowi za jego nieocenioną pomoc i zaangażowanie w moją pracę dyplomową. Pomimo że nie był moim promotorem, zawsze służył radą i nigdy nie odmówił mi korekty. Jego wsparcie, cenne wskazówki i gotowość do pomocy na każdym etapie były dla mnie niezwykle cenne. Jestem ogromnie wdzięczny za jego zaangażowanie i chęć dzielenia się swoją wiedzą.

Na koniec chciałbym serdecznie podziękować Przemysławowi Wacykowi za zaproszenie mnie do siedziby TOPR oraz umożliwienie mi uczestnictwa w szkoleniach. Dzięki temu miałem okazję zdobyć cenne doświadczenie i lepiej zrozumieć realia pracy ratowników górskich. Było to niezwykle wartościowe i inspirujące przeżycie, które znacząco wpłynęło na rozwój mojego projektu.