DRON PRO SBĚR MIKROPLASTŮ

NATÁLIE HORSKÁ

ATELIÉR STREIT-POLÁK

FA ČVUT DESIGN

ZS 2023/2024

ÚVOD

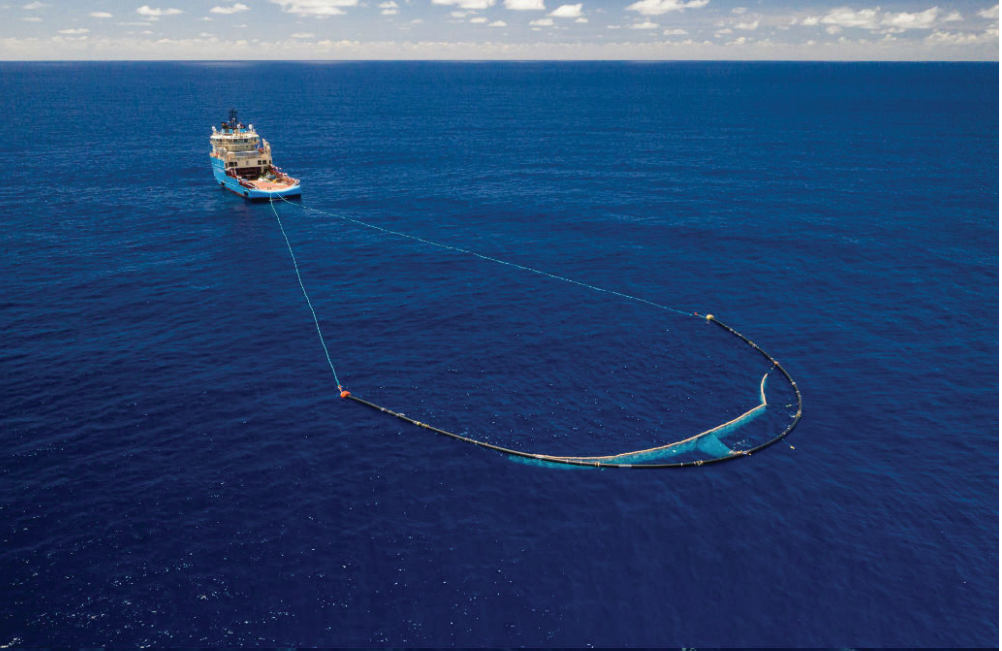
Cesta k oceánům bez mikroplastů

Návrh autonomního podvodního dronu se zabývá ekologickou problematikou související s čištěním oceánů od plastové kontaminace. Chemicky upravené naocelulozové folie rostlinného původu umožňují díky jejich vnitřní specifické struktuře a charakteristickým vlastnostem sběr drobných mikroplastů ve slané vodě. Tyto lidskému oku neviditelné částice se běžně infiltrují do lidského organismu, organismů mořských živočichů a skrze koloběh vody i do další fauny a flory.

Efektivita konceptu je však podmíněna vytvořením komplexního systému, který omezí celkovou výrobu plastových produktů, zajistí jejich účinnou recyklaci, nebo zcela omezí konzumerismus. Prozatím proto není ambicí ani v silách konceptu vyřešit problematiku znečišťování oceánů mikroplasty v celé šíři – v budoucnu by však mohl pomáhat při zmírnění a omezení jejích dopadů. V současné době na takovém systému pro odstranění plastového znečištění z oceánů pracuje například organizace The Ocean Clean up.

ANALYTICKÁ ČÁST

probíhajících projektů a konceptů
podvodncíh dronů



The Ocean Clean up

Jedná se o neziskovou organizaci, která si vytyčila za cíl odstranit 90 % plovoucího plastového odpadu – včetně velký plastových skvrn v Pacifickém a Atlantickém oceánu. Organizace řeší i úplné zamezení vtoku plastového dopadu do oceánů u ústí řek, pomocí sběrných sítí. Celkem již odstranily 8 tis. tun plastu.

Koncept autonomního dronu Draper pro detekci množství mikroplastů ve vodě. Vodu dron nasává do měřící jednotky a přebytek vody vypouští opět ven. Součástí je konceptu je také dobíjecí bóje.

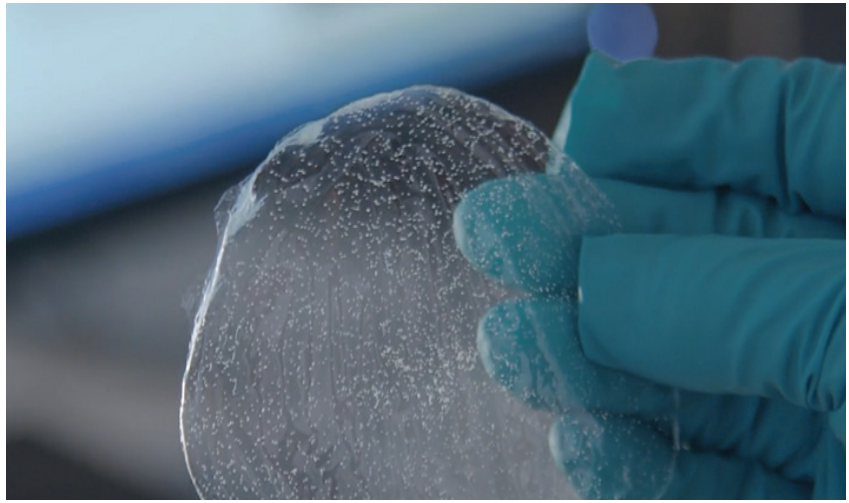
Studentský koncept dronu ve velkém měřítku, který se zaměřuje na sběr plastů pod hladinou v mořích a oceánech. Velikost dronu je 5 x 3,2m a je tvořený hlavní pohonnou konstrukcí a sběrnou sítí.

Produkty v malém měřítku (WasteShark, Aquadrone, Clearbot...) pro sběr plastů na hladinách vodních ploch ve městech. Fumguje na principu posuvných pásů, které odvádějí makroplasty

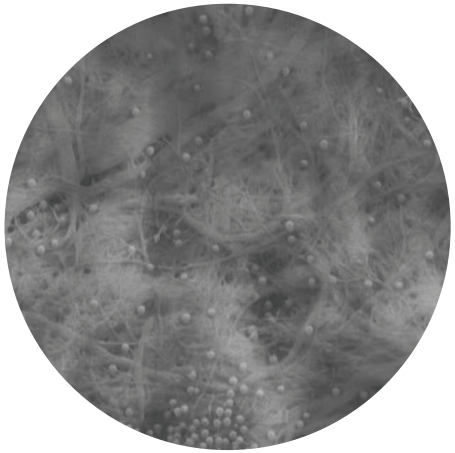
NANOCELULOZOVÉ FOLIE

pro zachycení mikroplastových částic

Nanocelulóza je materiál získávaný z celulózy – přírodního sacharidu nacházejícího se v rostlinných buněčných stěnách. Tento materiál tvoří nanofibrilová vlákna, jejichž chemické vlastnosti mohou být na míru upraveny materiálům, které mají zachytávat. Je tedy možné ho využítk zachycení i nejmenších plastových částic s průměrem 100 nanometrů.



PEVNOST A ODOLNOST Modifikované nanocelulozové filmy mají vysokou pevnost a jsou odolné vůči tahu – nehrozí tedy jejich přetrhnutí. Jsou také velmi tenké a lehké, tudíž nebudou zatěžovat konstrukci dronu.



STRUKTURA nanocelulózy funguje jako jemná pórovitá síť s velkou plochou povrchu a vysokou adsorpční kapacitou. Pórovitost sítě spolu s absorpcí vody vytváří slabý kapilární proud mezi dutinami této sítě, který je však dostatečný k transport u drobných plastových částic. Pokud se částice dostanou do dostatečné blízkosti k povrchu, začnou interagovat s reaktivní plochou a následně k ní přilnou.

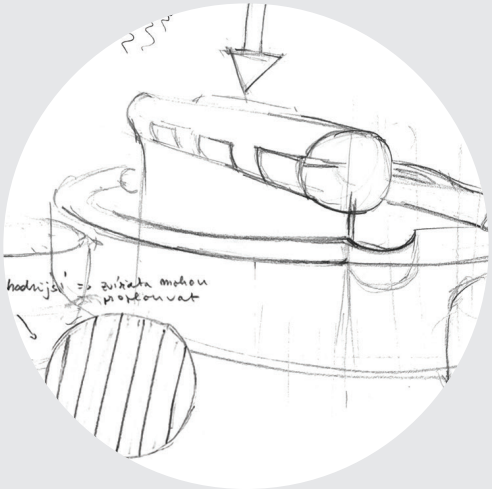
RECYKLOVATELNOST

V současné době neexistuje žádný efektivní způsob recyklace nanocelulozy, několik firem se však zabývá jejich vývojem. Nanocelulóza je biologicky odbouratelný materiál, což znamená, že filmy po použití nezanechávají dlouhodobý ekologický otisk a mohou být snadno recyklovány nebo kompostovány, čímž se mohou plastové části oddělit. Další možnost představuje využití použitých folií jako druhotných produktů v jiném odvětví jako u hydrogelu pro sběr mirkoplastů Wasser 3.

ZACHOVÁNÍ VLASTNOSTÍ VE SLANÉ VODĚ

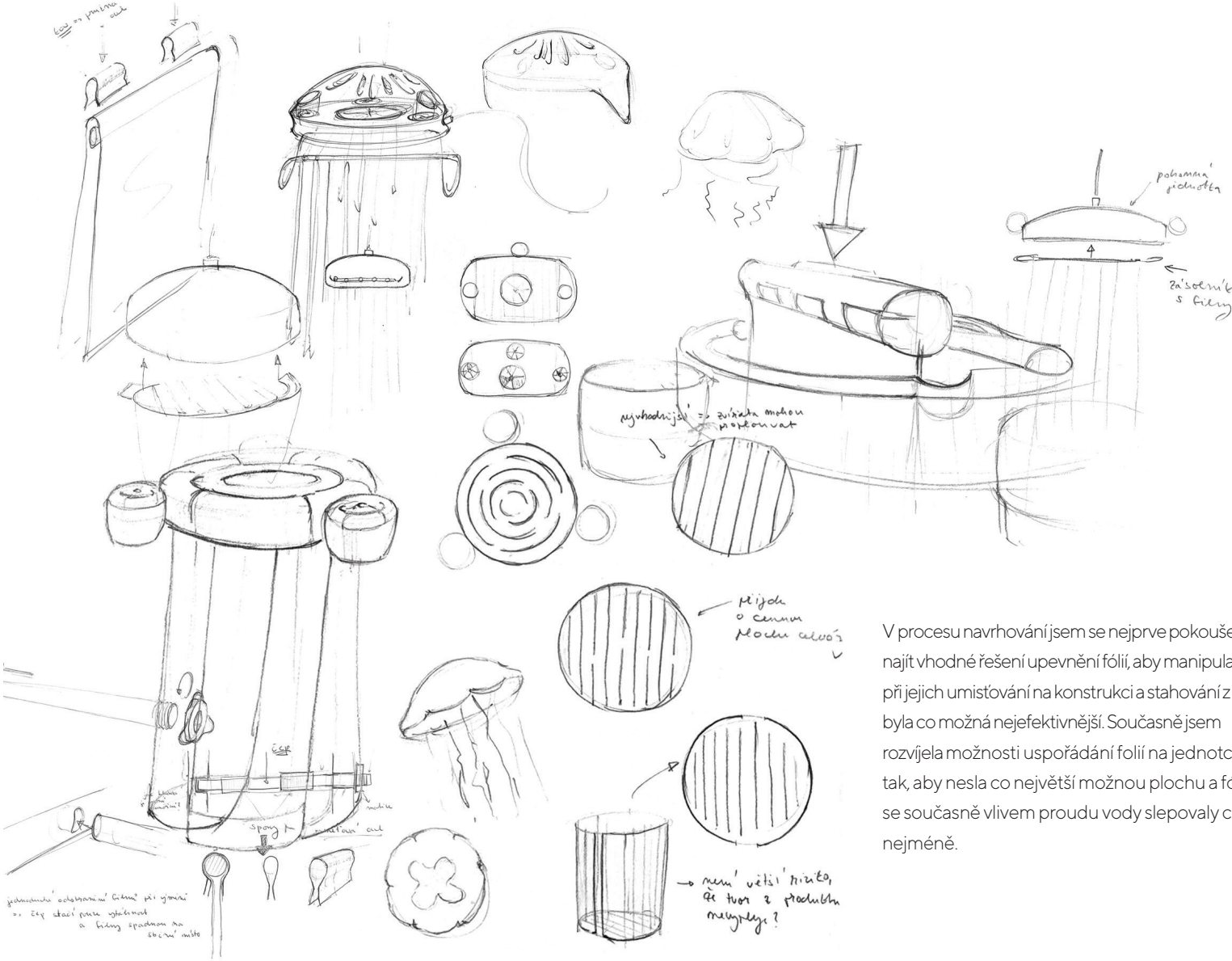
Použitím a vlastnostmi nanocelulozy v prostředí se zvýšenou salinitou, ve které materiál zůstává stále adsorpční, se zabýval výzkum týmu ze Nanjing Forestry University. Materiál modifikoval složkou: 2,3-epoxypropyltrimethylamoniumchlorid, odléval do forem a následně mrazil dusíkem. V testech byl materiál stabilní a v objemu se po 48h absorpci vody zvětšil pouze minimálně, přičemž adsorpční kapacita představovala 80 %.[1]

1 Adsorption of small size microplastics based on cellulose nanofiber aerogel modified by quaternary ammonium salt in water, Separation and Purification Technology, Volume 293, 2022, ISSN 1383-5866



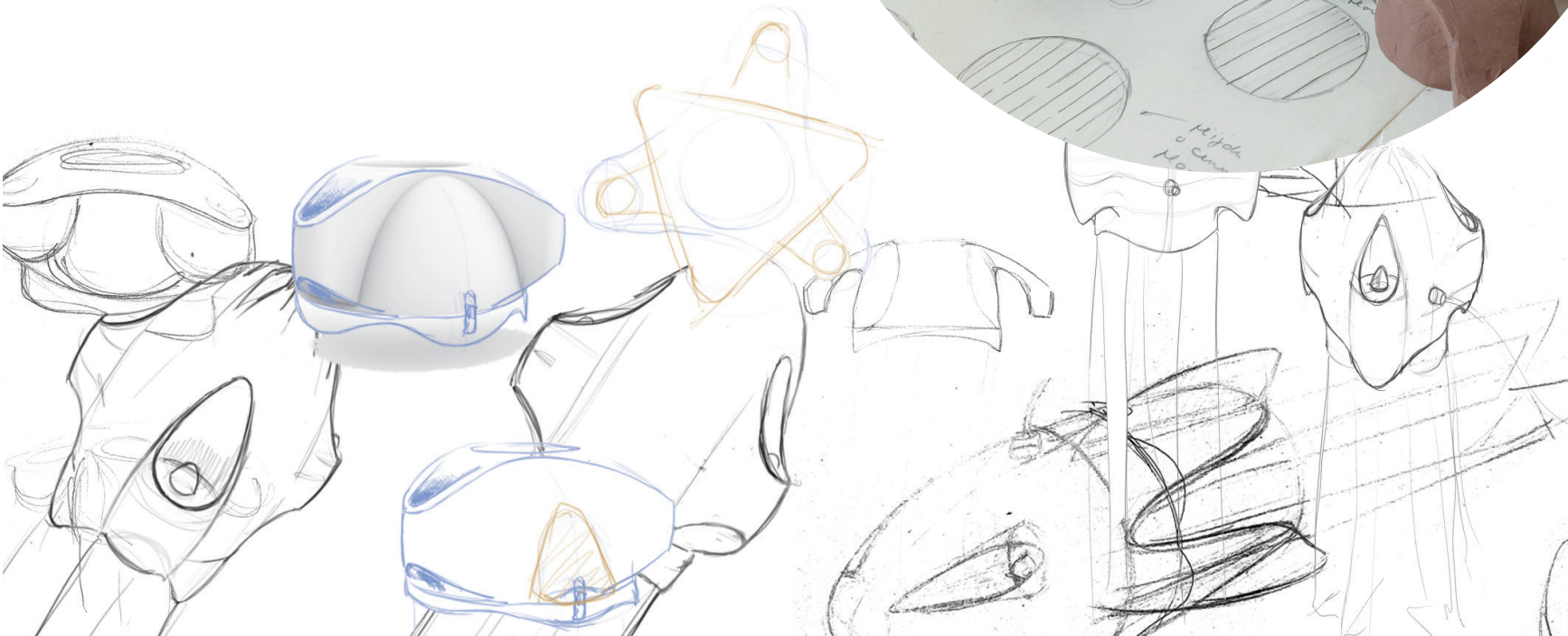
PROCES NAVRHOVÁNÍ

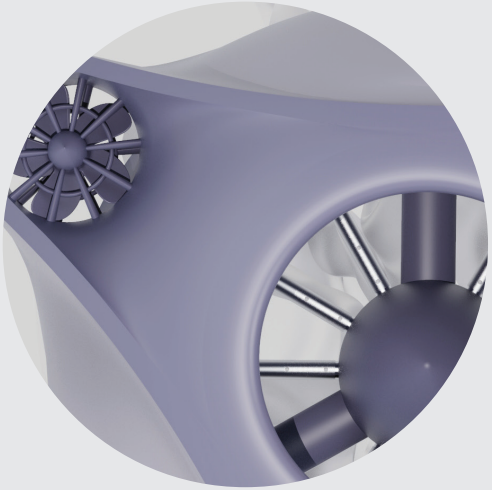
skici a průběžné modely



V procesu navrhování jsem se nejprve pokoušela najít vhodné řešení upevnění fólií, aby manipulace při jejich umisťování na konstrukci a stahování z ní byla co možná nejefektivnější. Současně jsem rozvíjela možnosti uspořádání folií na jednotce tak, aby nesla co největší možnou plochu a fólie se současně vlivem proudu vody slepovaly co nejméně.

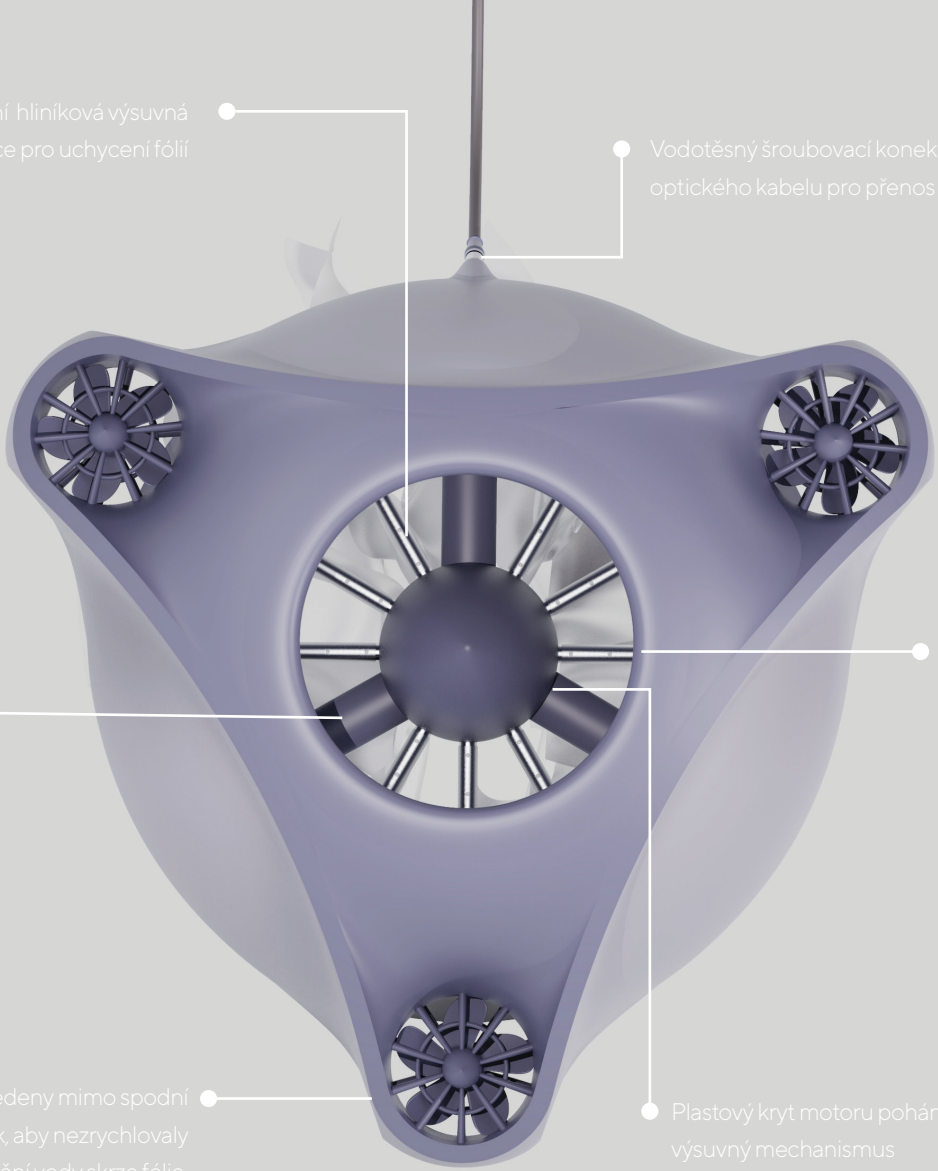
Dále jsem rozvíjela tvarová řešení, u kterých jsem se inspirovala morfologií medúzy. Současně jsem vycházela z kombinace trojúhelníkového uspořádání pohonných vrtulí a kruhového tvaru rámu pro uchycení folií ve spodní části. V procesu navrhování jsem zvažovala použití pákového mechanismu k vysunutí fólií, při kterém by však musely být tři páky zdviženy synchronně třemi osobami. Ve finálním řešení byl nakonec tento systém kvůli větší efektivitě nahrazen mechanismem elektrickým, který může být obsluhován jednou osobou.

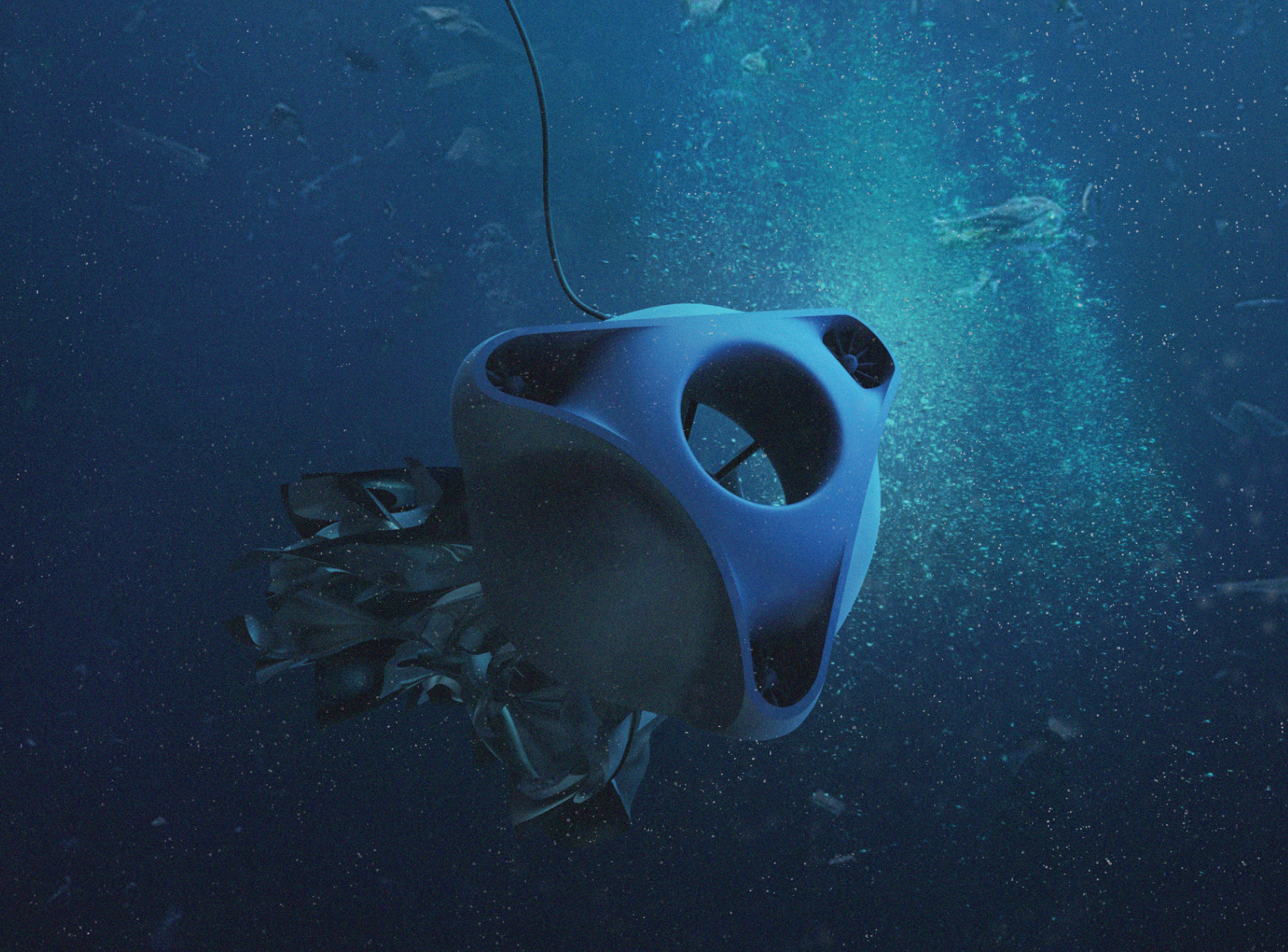




FINÁLNÍ NÁVRH

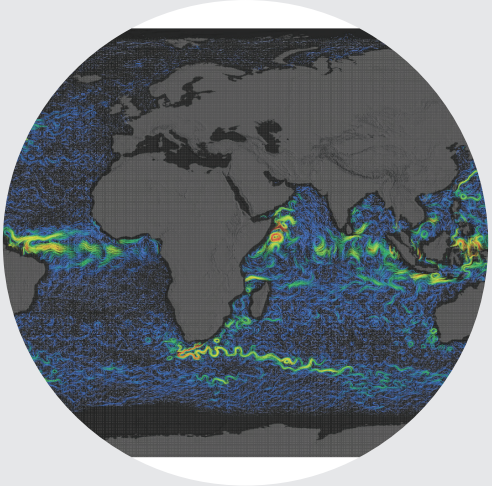
vizualizace a popis částí dronu


Vnitřní hliníková výsuvná konstrukce pro uchycení fólií
Vodotěsný šroubovací konektor k připojení optického kabelu pro přenos dat
Plastové kryty nosných profilů hliníkové konstrukce pro kabeláž pro řízení elektrického motoru výsuvného mechanismu.
Dutina protínající dron, díky jejímu rozšiřujícímu hyperboloidnímu tvarování, zpomaluje proudění vody. Fólie mají menší tendenci se „slepovat“.
Motory jsou vyvedeny mimo spodní kruhovou konstrukci tak, aby nezrychlovaly proudění vody skrze fólie.
Plastový kryt motoru pohánějícího výsuvný mechanismus



FINÁLNÍ KONCEPT

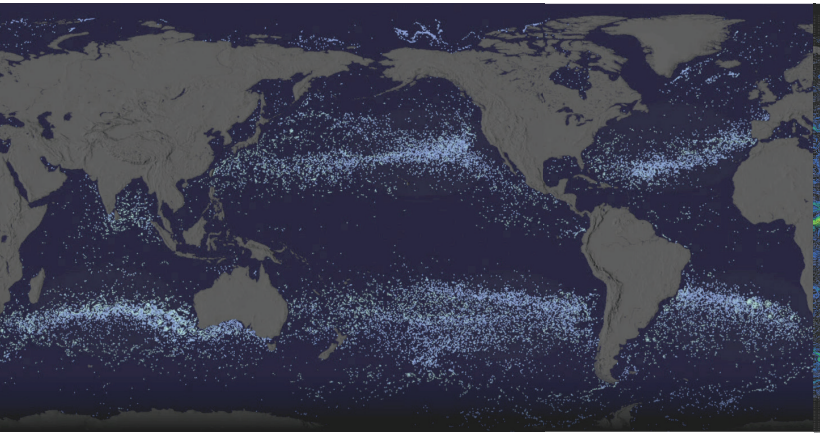
principy fungování dronu,mechanismy
a obsluhovatelnost

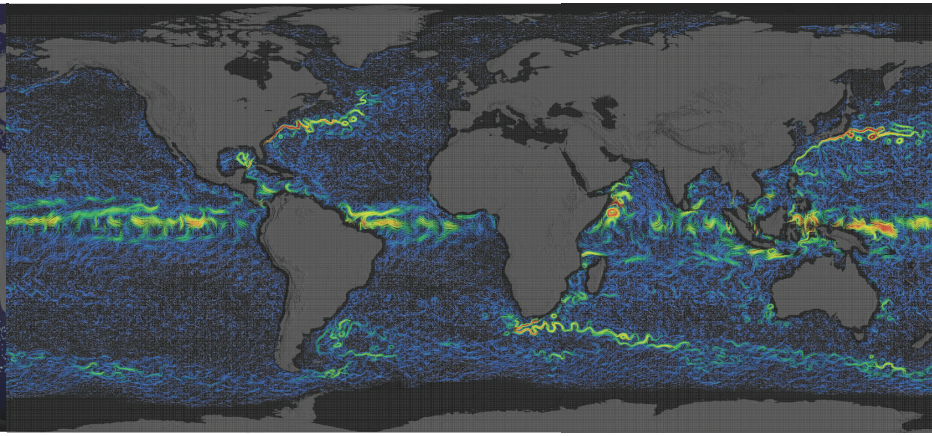


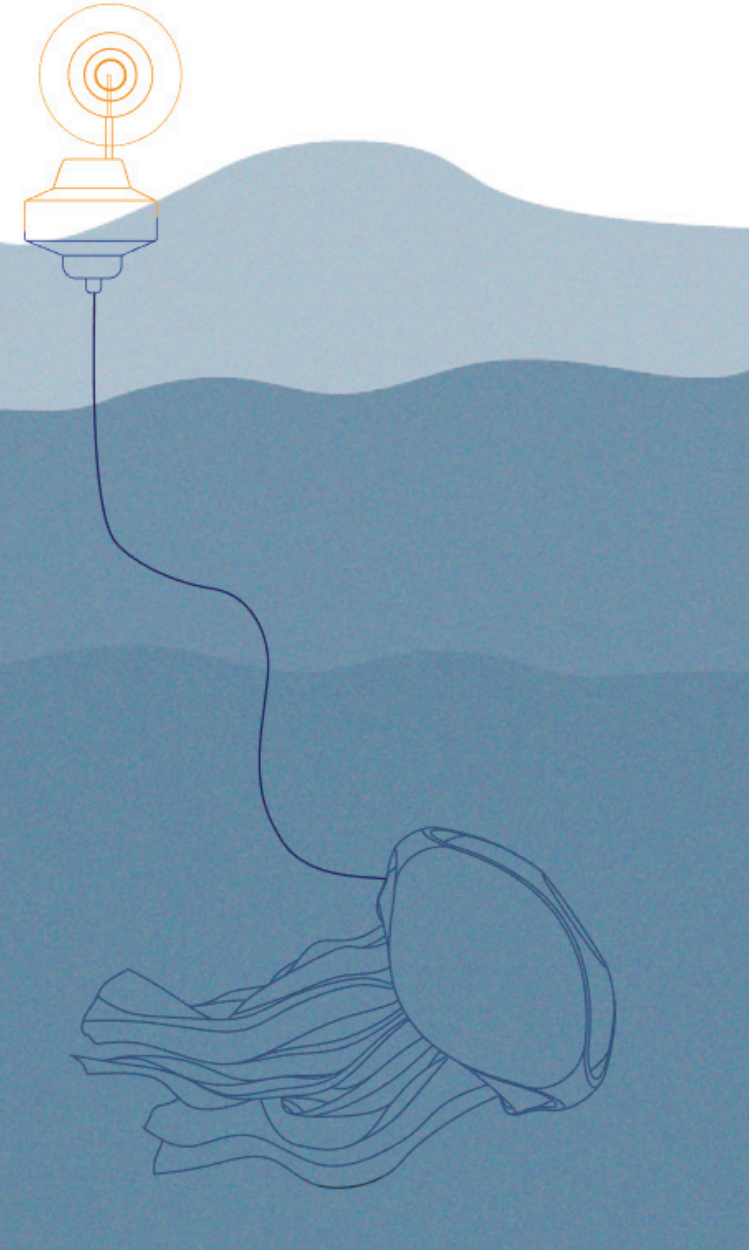
LOKACE A POHYB DRONU

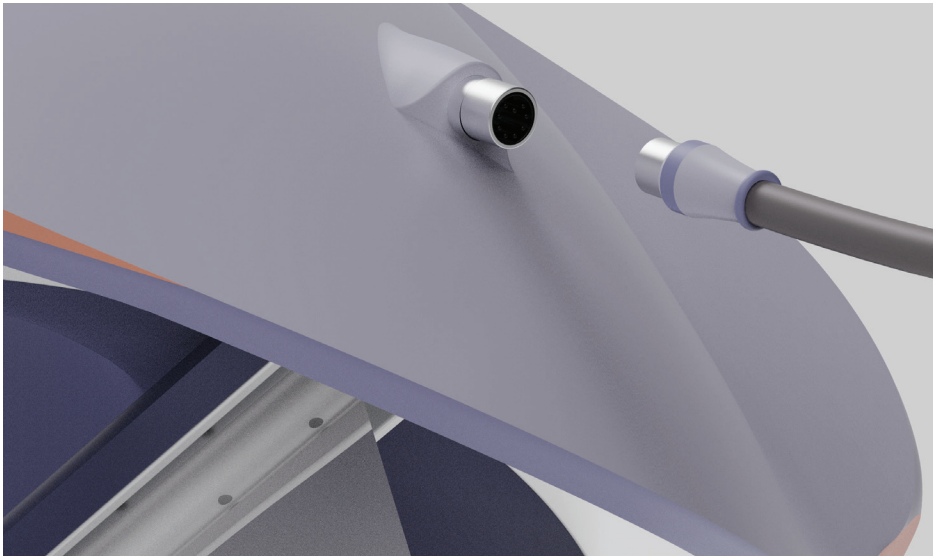
Dron se bude pohybovat v hloubce do 100 m pod vodní hladinou a současně v oblastech zvýrazněných na mapě vpravo tmavě modrou barvou (jedná se o oblasti s nižší rychlostí mořských proudů). V těchto oblastech se mimo jiné díky zpomalení proudů kumuluje plastové znečištění (viz mapa vlevo – světle modrá barva). Obě specifikace této oblasti jsou pro funkčnost konceptu výhodné.

Bude vždy cestovat mezi dvěma mateřskými loděmi vybavenými sklady s čistými foliemi, kontejnery na použité folie a dobíjecími stanicemi na baterie dronů. Zařízení popluje skrze oceán pomalou rychlostí po dobu 24 h, během níž bude na nanocelulozové filmy vázat drobné mikroplastické částice.







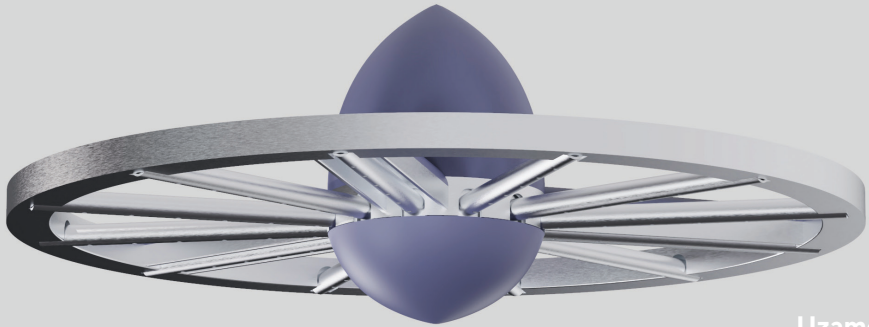


AUTONOMNÍ ŘÍZENÍ POMOCÍ GPS A WI-FI

Dron se bude pohybovat autonomně a to za pomoci Wifi připojení a GPS přijímače umístěného v plovoucí bóji, která bude s dronem propojena pomocí optického kabelu. Skrze něj bude přijímač aktualizovat polohu dronu vůči řídící jednotce. (v případě vybití baterií, si plavidlo bude schopné vypočítat dostatečnou rezervu na to, aby se automaticky stihlo dostavit na požadované místo).

Kabel bude k dronu upevněn vodotěsným šroubovacím konektorem, který zamezí i případnému vytrhnutí a odpojení od informací. Kabel obsahuje vodiče, které umožňují přenos dat mezi dronem a bójí.

VYSOUVACÍ KONSTRUKCE PRO UCHYCENÍ FÓLIÍ

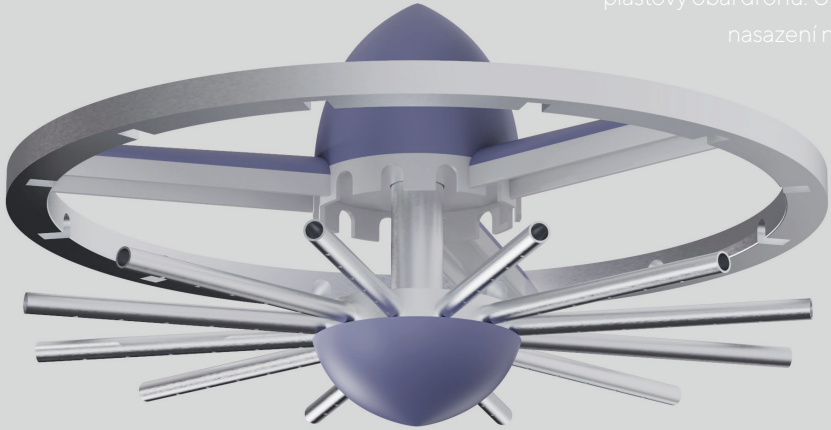


Uzamčená poloha

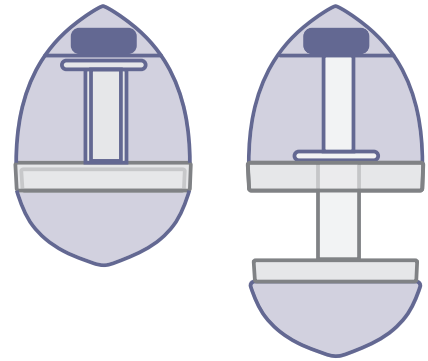
Trubková hliníková konstrukce je zasunutá do výstupků v hlavním rámu. Zabraňuje sklouznutí fólií.

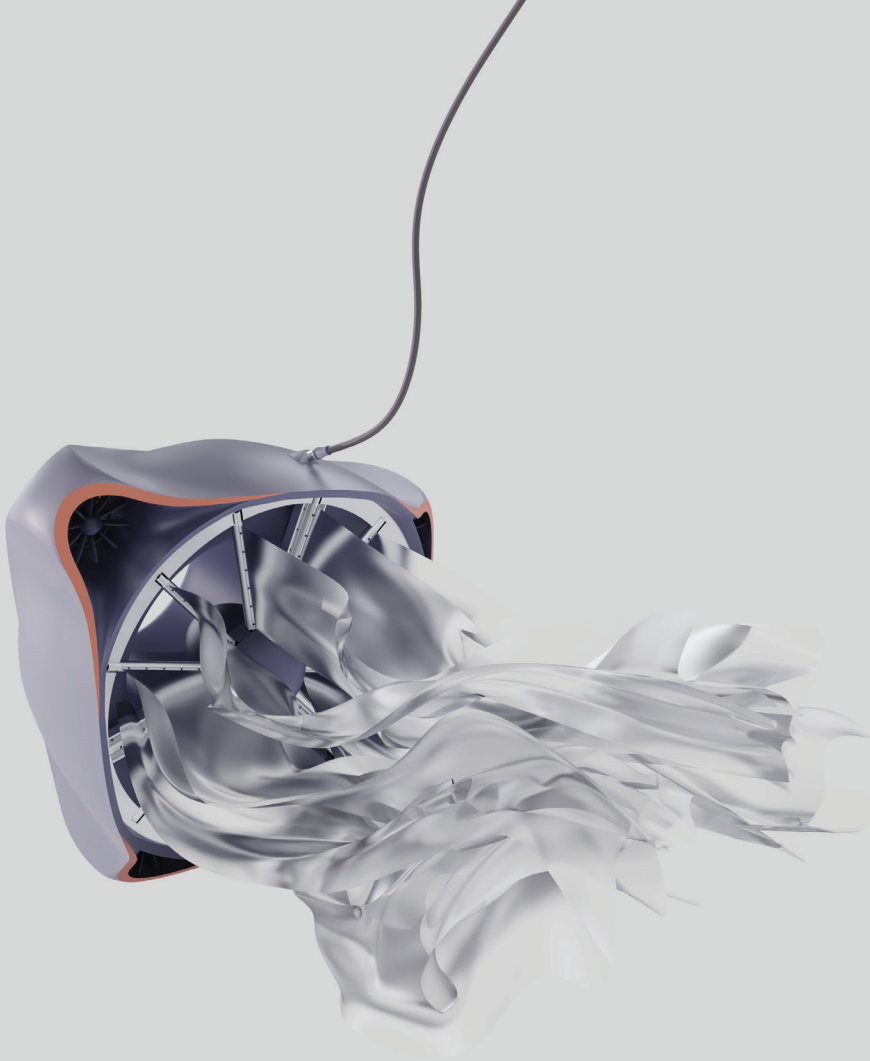
Vysunutá poloha

Trubková hliníková konstrukce vyjede mimo plastový obal dronu. Umožňuje snadné nasazení nebo sejmutí fólií.



Hydrodynamický kapkovitý tvar ve středu dronu tvoří plastový kryt vnitřního výsuvného elektrického mechanismu a jeho motoru. (tmavě zvýrazněné) Tvarování má za cíl snížit odpor vody středu konstrukce.

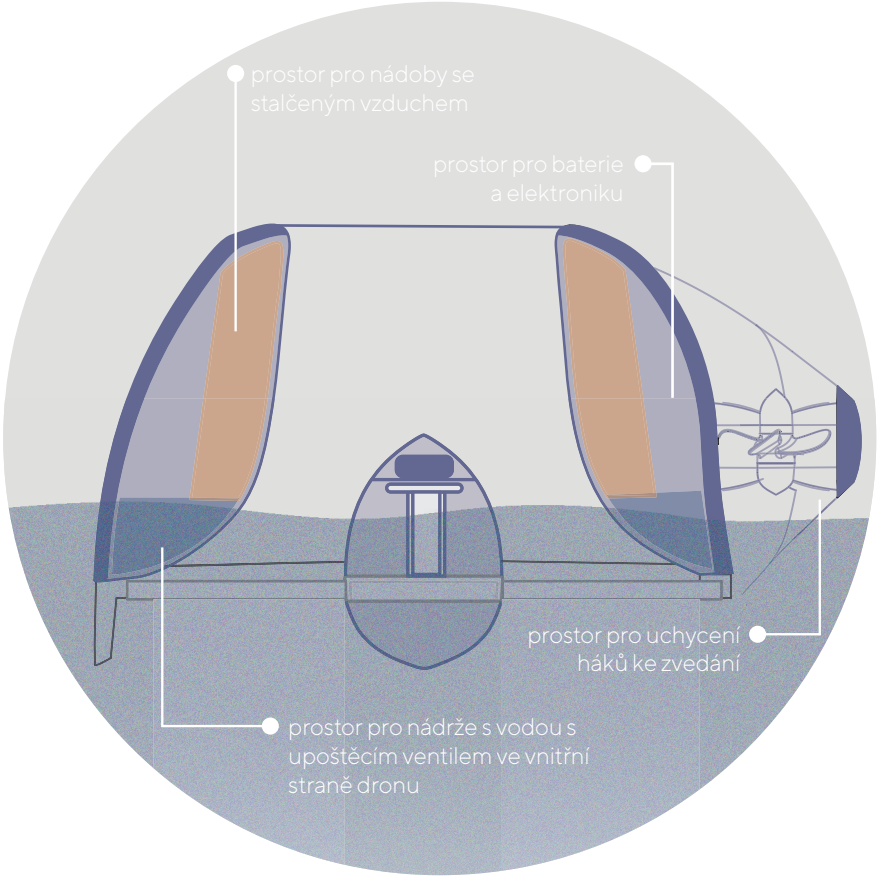




Elektrický mechanismus se ovládá dálkově skrze optický kabel. Díky tomu je možné folie z konstrukce stáhnout nebo je navléknout i jediným pracovníkem.

Konstrukce bude vyrobená z hliníkových profilů, které zajistí dostatečnou tuhost i lehkost konstrukce.

Kabel k napájení výsuvného mechanismu je vyvedený přes nosné profily do těla dronu - zde se nachází baterie. Kabel je chráněn plastovým krytem. Ze stejného materiálu budou vyrobeny i ostatní konstrukční prvky dronu. Dělící roviny jednotlivých částí pláště tvoří hrany ploch.

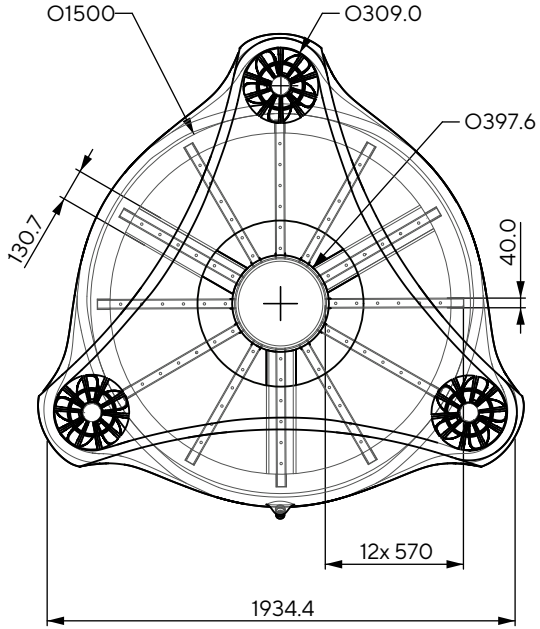


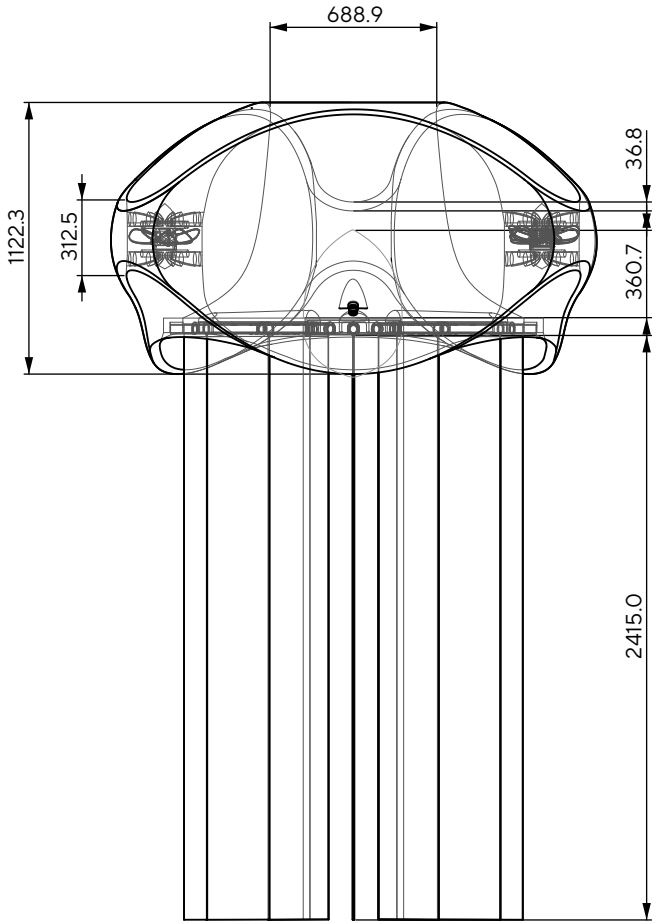
VNITŘNÍ ZAŘÍZENÍ DRONU

Hyperboloidní průřez dronu pro zpomalení průoku vody ubírá celkového vnitřního obsahu. Mezi stěnou průřezu a vnější stěnou dronu však díky dostatečné rozteči spodního kruhu zbývá dostatek prostoru po obvodu dronu pro umístění voděodolné schránky s bateriemi a potřebným zařízením včetně hloubkoměru, motorů vrtulí, kompresoru, vodní a vzduchové nádrže a hlavní operační jednotky Součástí mechanismu bude systém pro vynoření dronu na principu komor s vodou a se stlačeným vzduchem, díky kterému se dron bude schopný vynořit a udržet na haldině v požadované pozici.

Pro vyzvednutí dronu z vody budou sloužit spodní části krytu motorů, za které se ve všech 3 bodech uchytí háky s výzdvižným systémem.

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE





ZDROJE OBRAZOVÝCH PŘÍLOH

https://www.theguardian.com/environment/2021/feb/18/microplastics-oceans-environment-science#img-1
https://www.finnceres.fi/research-themes
https://www.bioeconomy.fi/meet-the-scientists-of-the-future-
-bioeconomy-part-8-capturing-microplastics-with-nanocellulose/
https://newatlas.com/environment/nanocellulose-filter-microplastics-water/
https://cordis.europa.eu/article/id/254172-aquadrones-remove-deliver-and-safely-empty-marine-litter
https://www.gizmodo.cz/?tag=philomene-lambaere
https://wasserdreinull.de/en/technology/reuse-and-circularity/
https://sprout.cc/work/projects/microplastic-sensing-drone/
https://svs.gsfc.nasa.gov/4174/
https://svs.gsfc.nasa.gov/3958
https://suburbanmarine.io/product/baromax-8-pin-kit-female/