



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

AUTONOMNÍ PODLAHOVÝ ČISTICÍ STROJ

AUTONOMOUS FLOOR CLEANING MACHINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Rabovský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

BRNO 2026

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Filip Rabovský**
Studijní program: Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.**
Akademický rok: 2025/26

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Autonomní podlahový čisticí stroj

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Autonomní technologie v čisticích strojích představují další krok k optimalizaci a efektivnímu řízení úklidových procesů. Pomáhají šetřit zdroje a zároveň umožňují lidským pracovníkům soustředit se na složitější a náročnější úkoly. Designérský koncept autonomního čisticího stroje jehož návrh bude vycházet ze současně používaných a v blízké budoucnosti očekávaných technologií ukáže nové možnosti v oblasti úklidových procesů.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Cílem diplomové práce je koncepční, výtvarně–technické řešení podlahového čisticího robota s pracovní šířkou 500–600mm navrženého s využitím moderních technologií a materiálů.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- analyzovat současnou produkci,
- navrhnout originální design a technicky progresivní koncepci,
- zpracovat prostorový model navrženého designu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

- . LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2025/26

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na vytvoření nového designu autonomního robota pro čištění menších až středních industriálních ploch. Za cíl si klade vytvoření inovativního stroje, který splňuje všechny dané požadavky práce a je uživatelsky přívětivý. Záměrem práce je design, který kombinuje funkčnost, ergonomii, vizuální atraktivnost a zároveň působí přívětivě na okolí, ve kterém se pohybuje. Bakalářská práce zahrnuje designerskou analýzu existujících produktů a věnuje se vlastnímu návrhu autonomního čistícího robota. Navržený produkt řeší nepříznivý vzhled minimalistickým designem s jemnou paletou barev. Tato práce přináší spojení inovativních nápadů, což může být inspirací pro další vývoj v tomto odvětví.

KLÍČOVÁ SLOVA

Autonomní podlahový čistící stroj, robot, design, úklid, industriální prostory

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on creating a new design for an autonomous robot intended for cleaning small to medium-sized industrial areas. Its goal is to develop an innovative machine that meets all the requirements of the thesis and is user-friendly. The intention of the thesis is to create a design that combines functionality, ergonomics, and visual appeal while also having a positive impact on the environment in which it operates. The bachelor's thesis includes a design analysis of existing products and focuses on the author's own proposal for an autonomous cleaning robot. The proposed product addresses its unappealing appearance through a minimalist design with a subtle colour palette. This thesis presents a combination of innovative ideas, which may serve as inspiration for further development in this industry.

KEYWORDS

Autonomous floor cleaning machine, robot, design, cleaning, industrial spaces

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RABOVSKÝ, Filip. *Autonomní podlahový čistící stroj*. Brno, 2026, 73 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, ArtD. za cenné rady, věcné připomínky a trpělivost během práce. Dále bych chtěl poděkovat své babičce, která za mnou vždy stála a podporovala mě.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením doc. akad. soch. Ladislava Křenka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Filip Rabovský

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1	Designerská analýza	15
2.1.1	Současné produkty	15
2.2	Technická analýza	28
2.2.1	Typy podlahových čistících strojů	28
2.3	Shrnutí	37
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	38
3.1	Analýza problému	38
3.1.1	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	38
3.2	Cíl práce	39
3.2.1	Cílová skupina	39
3.2.2	Základní parametry a legislativní omezení	39
3.2.3	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	40
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	41
4.1	VARIANTA I	41
4.2	VARIANTA II	42
4.3	VARIANTA III	43
4.4	Shrnutí	44
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	45
5.1	Popis tvarového řešení	45
5.2	Popis modelu	46
5.3	Odůvodnění zvoleného řešení	47
5.3.1	Vysoká stabilita	47
5.3.2	Bezpečnostní ergonomie	47
5.3.3	Uživatelský komfort	47
5.3.4	Inovativní vzhled	47
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	48
6.1	Popis	48
6.2	Rozměrové řešení	49

6.3	Vnitřní mechanizmy a komponenty	50
6.3.1	Nádrže	50
6.3.2	Baterie	50
6.3.3	Motor	50
6.3.4	Senzory a elektronika	51
6.3.5	Sací systém	51
6.4	Materiálové řešení	51
6.5	Technologie	52
6.6	Ergonomie	52
6.6.1	Manipulace se strojem	52
6.6.2	Ovládací a signalizační systém	53
6.7	Bezpečnost a hygiena	54
6.8	Udržitelnost	54
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	56
7.1	Barevné řešení	56
7.1.1	Finální barevná varianta	56
7.1.2	Vedlejší barvená varianta I	57
7.1.3	Vedlejší barvená varianta II	57
7.2	Světelné prvky	58
7.3	Grafické řešení	58
7.3.1	Název a logotyp	58
8	DISKUZE	60
8.1	Psychologická funkce	60
8.2	Sociální funkce	60
8.3	Ekonomická funkce	61
8.4	Marketingová analýza	61
8.5	Cílová skupina	61
8.6	Cenová hladina	62
9	ZÁVĚR	63
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	67

12	SEZNAM TABULEK	69
13	ZMENŠENÝ SUMARIZAČN POSTER	70

1 ÚVOD

Lidské povaze je vlastní vymýšlení nových technologií, kterými si mohou usnadnit život. Jak ten osobní, tak ten profesní. V 21. století se technologie vyvinuly natolik, že je možné ovládat celou domácnost přes mobilní telefon, a dokonce z domu sledovat, jak robotický podlahový čistící stroj po pracovní době uklízí. Z těchto důvodů v posledních letech narůstá zájem o využití umělé inteligence v průmyslu, kde napomáhá zjednodušit práci i robotům samotným.

Robotické čistící přístroje jsou navrženy jak pro domácí, tak i pro industriální využití, kde se jejich rozdíl promítá do velikosti přístrojů, do počtu režimů vykonávaných najednou a do pořizovací ceny produktu.

Tato bakalářská práce se bude zabývat designem autonomního podlahového čistícího stroje, který by mohl nalézt využití v menších až středně velkých komerčních prostorách, kde se každodenně setkává s lidmi. Design se bude snažit reagovat současné a budoucí trendy v oblasti robotických čističů, které se každý rok zlepšují.

Cílem práce bude prozkoumat dostupné modely na trhu probrat technické možnosti modelů a jejich provedení. Nabyté poznatky budou aplikovány při navrhování inovativního designu robotického podlahového čističe pro komerční prostory. Důraz bude kladen na faktory jako stabilita, efektivita a jednoduchost, jelikož se autonomní čističe dnešní doby více zabývají technickou stránkou než jeho vizuálem.

Návrh modelu bude zohledňovat všechny bezpečnostní normy a potřeby bezproblémového chodu robotu v prostředí se zvýšenou koncentrací lidí. Dále jeho ovládání bude navrženo intuitivně, aby k jeho obsluze nebylo potřeba odborného profesionála.

Design produktu bude zohledňovat všechny požadavky na funkčnost a uživatelskou přívětivost, která je v kontaktu s lidmi zásadní. Přítomnost robotů na veřejných místech je pro některé skupiny lidí nepříjemná kvůli absenci lidského kontaktu a pocitu odcizení. Z toho důvodu se návrh bude zaměřovat na příjemný a líbivý design, který se nebude pokoušet nahradit lidský kontakt, ale usnadnit lidskou práci, aniž by rušila okolí.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designerská analýza

Designerská analýza bude zaměřená na popis produktů a jejich výhody či nevýhody v provozu. Pro účely této práce bylo vybráno jedenáct zástupců autonomních čistících strojů dostupných na trhu pro koncového uživatele.

2.1.1 Současné produkty

CLEANFIX RA660 NAVI XL

Švýcarský autonomní mycí robot Cleanfix určený pro rozsáhlé komerční a průmyslové plochy. Kapacita nádrže je navržena pro nepřetržitý provoz. Dokovací stanice zajišťuje automatické doplnění vody, vyprázdnění odpadní nádrže a rychlé dobíjení. [1]

- Rozměry: (1110 x 850 x 1185) mm
- Hmotnost: 313 kg (s vodou)
- Pracovní šířka: 660 mm (kartáčů), 850 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 110 l (čistá voda), 110 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: Lithium-Ion (120 Ah), až 3,5h
- Typ navigace: BlueBotics ANT® lite+
- Nabíjení: 40 min (80 procent), 60 min (100 procent)
- Cena: \$50,000–70,000 USD (1 150 000–1 600 000 Kč)



Obrázek 2-1 Model CLEANFIX RA660 NAVI XL [1]

Navigaci zajišťuje kombinace 2D LiDARu, 14 ultrazvukových senzorů a nárazníkového systému. Robot inteligentně označuje dočasně blokována místa jako „nevyčištěná“ a po dokončení cyklu se k nim vrací, čímž maximalizuje pokrytí plochy. [1]

Díky online připojení a aplikaci Mission Control umožňuje vzdálené řízení, monitoring i detailní analýzu úklidu. [1]

Specifický design a barevnost produktu se liší od ostatních značek a naznačuje tím, že patří spíš do větších hal průmyslového charakteru.

Větší rozměry a zaměření na velké plochy omezují využití v menších či členitých interiérech a jeho vyšší technologická komplexita může znamenat náročnější implementaci a vyšší pořizovací náklady. [1]

KÄRCHER KIRA B 50

Reddot výherce z roku 2024, Kärcher Kira B 50, je určený pro střední a velké plochy.

- Rozměry: (1100 x 750 x 1200) mm
- Hmotnost: 238,4 kg (s příslušenstvím bez vody)
- Pracovní šířka: 550 mm (kartáčů), 750 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 55 l (čistá voda), 55 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: Li-Ion (160 Ah), cca 3,5h
- Typ navigace: 3D LiDAR + computer vision
- Nabíjení: max 5,2 hodin
- Cena: 76 330 USD (1 599 117,32 Kč)



Obrázek 2-2 Model KÄRCHER KIRA B 50 [2]

Kombinuje předzametání, drhnutí, odsávání i čištění hran v jednom pracovním kroku díky válcovému kartáči a integrovanému bočnímu kartáči. Stroj využívá 360° senzorický systém pro bezpečný pohyb mezi lidmi a překážkami a je certifikován pro provoz ve frekventovaných prostorech. [2]

Ovládání stroje probíhá přes velký dotykový displej s intuitivním vedením, což umožňuje snadnou manipulaci nasazení bez odborných znalostí. [2]

Volitelná dokovací stanice umožňuje plně autonomní provoz, který zahrnuje doplňování vody, vyprazdňování nádrží i dobíjení baterie. [2]

Odlišuje se především jedinečným robustním vzhledem a kombinací světle šedé a tmavě šedé barvy, díky kterým zapadne mezi další industriální stroje. Avšak tento vzhled může působit na okolí až agresivně, jelikož není oproti ostatním strojům tak minimalistický a vizuálně přívětivý.

Od ostatních robotů se liší i technicky, díky svému důrazu na kompletní autonomii (včetně správy zdrojů), propracovaným webovým portálem pro monitoring a kombinací rozměrů s plnohodnotnou mycí funkcí. [2]

TENNANT X6 ROVR

Novější a modernější zástupce značky Tennant je středně velký autonomní mycí stroj navržený pro maximální pokrytí ploch s minimálním dohledem obsluhy.

- Rozměry: (1210 x 800 x 1170) mm
- Hmotnost: 264 kg (bez vody s baterií)
- Pracovní šířka: 650 mm (kartáčů), 835 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 95 l (čistá voda), 95 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: Lithium-Ion (180 Ah), až 6 hodin
- Typ navigace: BrainOS®, 3D LiDAR
- Nabíjení: cca 7 hodin
- Cena: 68 919,33 USD (1 443 997,80 Kč)



Obrázek 2-3 Model TENNANT X6 ROVR [3]

Díky kompaktnímu rámu a pokročilé navigaci se pohybuje jistě jak v úzkých, tak ve velkých otevřených prostorech. Stroj je navržen jako přídatné řešení do existujících úklidových procesů. [3]

Autonomní provoz minimalizuje lidské zásahy, optimalizuje spotřebu vody i baterie (rychlostně řízené dávkování) a umožňuje plánování či spuštění úklidu na dálku. [3]

Design působí profesionálně a méně kontrastně než například stroje řady Kärcher. Povrchy jsou převážně matné a mají přívětivou modrou barvu, která je pro výrobky značky Tennant charakteristická. Celkový výraz je technický, ale ne agresivní. Navíc má stroj podélnější tvar, díky čemuž má lépe rozvržené těžiště než čistě tubusoidní stroje.

Odlišuje se důrazem na produktivitu a správu dat: systém BrainOS® poskytuje monitoring, analytiku a tzv. proof-of-work data pro transparentní vyhodnocení výkonu. Produkt je zaměřený na dlouhodobou adaptabilitu, bezpečný provoz a snížení provozních nákladů. [3]

GAUSIUM OMNIE

Čínský autonomní podlahový robot z roku 2018 je navržený pro vysoce dynamická a rozlehlá prostředí. [4]

- Rozměry: (810 x 700 x 1070) mm
- Hmotnost: 157 kg (s diskovými kartáči), 148 kg (s válcovými kartáči)
- Pracovní šířka: 520 mm (s diskovými kartáči), 406 mm (s válcovými kartáči)
- Kapacita nádrží: 33 l (čistá voda), 24 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LFP baterie (60 Ah), 3h

- Typ navigace: komplexní senzorové pole (LiDAR + 3D Vision)
- Nabíjení: 2 hodiny
- Cena: 44,000–60,000 USD (921 888–1 257 120)



Obrázek 2-4 Model GAUSIUM OMNIE [4]

Využívá multimodální navigaci a 360° kamerový systém, což mu umožňuje přesnou orientaci, bezpečný pohyb mezi lidmi a spolehlivý provoz i při slabém osvětlení. [4] [5]

Uživatelské rozhraní je navrženo tak, aby umožňovalo rychlé přepnutí mezi autonomním a manuálním režimem. Díky AI a učení rozpoznává suché i mokré nečistoty a dokáže cíleně reagovat na konkrétní znečištění. [5]

Šířka záběru 780 mm, dvojité válcové i boční kartáče a integrovaná vana na odpad umožňují sběr hrubých částic i jemného prachu v jednom průjezdu. [5]

Stroj je vizuálně příjemný a kombinace barev černá se stříbrnou připomíná elektrické spotřebiče, se kterými se setkáváme v domácnostech. Avšak je to právě kombinace barev, která ho v industriálním prostoru činí hůře viditelným.

Od ostatních strojů se odlišuje především pokročilou senzorickou výbavou, vysokou adaptabilitou v proměnlivém provozu a schopností inteligentně vyhodnocovat typ znečištění v reálném čase. [4] [5]

GAUSIUM PHANTAS

Čínský podlahový robot z roku 2022 patří mezi jedny z nejmenších autonomních robotů na trhu a je navržený pro úklid úzkých uliček a uklízení pod stolem.

- Rozměry: (540 x 440 x 620) mm
- Hmotnost: 48 kg
- Pracovní šířka: 330 mm (kartáčů), 410 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 11,5 l (čistá voda), 10,5 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LFP baterie (40 Ah), až 12 hodin
- Typ navigace: 2D LiDAR a 3D RGB kamera
- Nabíjení: 2 hodiny
- Cena: 12 999 EUR (315 774,31 Kč)



Obrázek 2-5 Model GAUSIUM Phantas [6]

Phantas disponuje kombinací vysávání, drhnutí, zametání a vytírání prachu v jednom, čímž podporuje jeho všestrannost pro využití v komerčních prostorech. Stroj lze využít na větší množství povrchů, o betonu a kamene před dřevěné podlahy až po PVC, vinyl a koberce s malým chlupem. Svou adaptabilitou připomíná domácí robotické čističe. [6]

Díky integrované rukojeti je možné lehce přecházet z autonomního na manuální režim stroje. Rukojeť zároveň obsahuje elektrický posilovač, který usnadňuje přepravu. [6]

Díky bočnímu kartáči a vysoce přesným senzorům dokáže Phantas čistit podlahu až 0 cm od okrajů. Jeho kompaktní vzhled a výkonnost zaručují maximální pokrytí úklidu. [6]

Mapování pomocí AI mobilní aplikace umožňuje snadné ovládání bez potřeby odborníků. Stroj navíc disponuje 3D senzorem. [6]

Stroj je příjemně geometricky tvarovaný a oplývá čistým designem. Barevná kombinace připomíná značku Kärcher, ale liší se o d ní svou kompaktností. Nevýhodou přístroje je umístění sensoru na vrchní ploše, který není esteticky přívětivý.

Od ostatních modelů se odlišuje svou velikostí, která je určena pro malé až středně velké komerční prostory.

AVIDBOTS KAS

Avidbots Kas je autonomní mycí robot je navržený pro úzké prostory a bezpečný pohyb mezi lidmi. Díky pokročilé autonomii se dokáže efektivně orientovat i tam, „*kde jiné stroje narážejí na limity prostoru.*“ [7]

- Rozměry: (927 x 674 x 1230) mm
- Hmotnost: 266 kg (celková)
- Pracovní šířka: 552 mm
- Kapacita nádrží: 45 l (čistá voda), 46 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LFP baterie (200Ah), až 4 hodiny
- Typ navigace: Avidbots Autonomy
- Nabíjení: 4 hodiny
- Cena: 1,1 mil. Kč až 1,3 mil. Kč



Obrázek 2-6 Model AVIDBOTS KAS [7]

Stroj kombinuje jednoduchý design s relativně velkou nádrží na čistou vodu a výměnnými LFP bateriemi, což prodlužuje provozní dobu. Cílem produktu je minimalizovat zapojení personálu. [7]

Odlišuje se důrazem na produktivitu v malých prostorech, intuitivní zprovoznění a bezpečný provoz ve frekventovaném prostředí. [7]

Mezi slabé stránky patří zaměření na kompaktnost, které může znamenat nižší pracovní záběr a výkon oproti větším průmyslovým modelům. Primárně je vhodný pro menší až střední komerční plochy. Silnou stránkou je jeho kompaktnost, přívětivost a minimalistický technologický výraz. [7]

Design působí lehce a minimalisticky. Displej simulující tvář působí přívětivě a barevná kombinace je líbivá. Slabinou může být menší vizuální robustnost pro těžší průmyslové prostředí.

PEPPERMINT SD 20

Peppermint SD 20 je nejkompaktnější model z řady SD, určený pro každodenní čištění komerčních prostor. Díky malým rozměrům a vysoké obratnosti se hodí do frekventovaných a členitých interiérů, kde se pohybuje mezi lidmi podobně jak u předešlých modelů. [8]

- Rozměry: (820 x 705 x 1049) mm
- Hmotnost: 170 kg (bez vody a bez baterie)
- Pracovní šířka: 430 mm (mytí), 705 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 20 l (čistá voda), 20 l (špinavá voda)
- Typ baterie + výdrž: Lithium-Ion (100 Ah) 4 hodiny
- Typ navigace: Peppermint OS, LiDaR
- Nabíjení: 5 hodin
- Cena: 1 550 000 INR (417 526,95 Kč)



Obrázek 2-7 Model PEPPERMINT SD 20 [8]

Navigaci zajišťuje vlastní Peppermint OS s kombinací LiDARu, hloubkových a ultrazvukových senzorů, které vytvářejí 360° bezpečnostní zónu. [8]

Robot se dynamicky přizpůsobuje typu podlahy i rychlosti provozu. Ovládání je řešeno jednoduchým grafickým rozhraním a design zahrnuje interaktivní prvky (např. mrkající oči), které podporují začlenění do veřejného prostoru. [8]

Jeho barevná kombinace je přívětivá, ale celkový vzhled působí těžkopádně. Umístění sensoru je slabou stránkou stroje, jelikož se esteticky nehodí ke zbytku přístroje.

Odlišuje se především velmi kompaktní konstrukcí, důrazem na bezpečnost a sociální interakci s okolím. Jeho slabé stránky zahrnují menší pracovní záběr a kapacitu. Je určen spíše pro menší až střední prostory, jelikož má omezený výkon. [8]

KEENON KLEENBOT C40S

KLEENBOT C40S je výkonný autonomní čistící robot určený pro velké a frekventované vnitřní prostory.

- Rozměry: se stěrkou (616 × 550 × 690) mm
- Hmotnost: 70 kg (s baterií)
- Pracovní šířka: 560 mm (zametání), 400 mm (umývání)
- Kapacita nádrží: 16 l (čistá voda), 14 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LFP baterie (50Ah), až 5 hodin
- Typ navigace: Multi-modal 3D SLAM (LiDAR, Stereo Vision, Ultrasonic)
- Nabíjení: 2 hodiny
- Cena: 399 980 Kč



Obrázek 2-8 Model KEENON KLEENBOT C40S [9]

Klíčovým prvkem je inteligentní Workstation (dokovací stanice), která zajišťuje plně automatické nabíjení, doplňování vody i detergentu a vyprazdňování odpadní nádrže, a to bez zásahu obsluhy. [9] [10]

Robot využívá multimodální navigaci pro bezpečný pohyb mezi lidmi a v komplexních prostředích. Trojitý kartáčový systém umožňuje zametání i drhnutí v jednom kroku, s rychlým odsátím vody pro bezpečný, suchý povrch. [9]

Uživatelské rozhraní je navrženo digitálně a intuitivně. Signalizační prvky podporují bezpečný provoz v přítomnosti osob. Stroj umožňuje přepínání mezi autonomním a manuálním režimem. [9]

Celkový vzhled robota podporuje integraci do moderních veřejných interiérů. Design je dobře integrovaný a působí přívětivě. Displej simulující tvář může mít kladný efekt na zákazníky, avšak celkově vypadá neprofesionálně a připomíná dětskou hračku.

Odlišuje se vysokou mírou autonomie díky servisní stanici, možností 5sekundové výměny baterie pro nepřetržitý provoz a podporou vzdálené správy přes aplikaci (monitoring, plánování, multi-robot spolupráce). Design je zaměřen na nepřerušovaný, dlouhodobý provoz s minimální údržbou. [9]

Oproti tradičním výrobcům čisticí techniky působí více jako servisní robot než klasický scrubber. Jeho velikost může být nevýhodou pro náročné průmyslové prostředí.

NILFISK SC25

Dánský Nilfisk SC25 je kompaktní a inteligentní robotický čisticí stroj, navrženy ve spolupráci s LionsBot ze Singapuru.

- Rozměry: (722 x 654 x 910) mm
- Hmotnost: 106 kg
- Pracovní šířka: 366 mm (kartáčů), 590 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 22 l (čistá voda), 25 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LiFePO₄ (40 Ah), až 3 hodiny
- Typ navigace: 2D a 3D LiDAR
- Nabíjení: 3 hodiny
- Cena: 1 144 499 Kč



Obrázek 2-9 Model NILFISK SC25 [11]

Stroj obsahuje špičkovou robotickou technologii v kombinaci s jednoduchým ovládáním a snížením provozních nákladů. Přístroj se dokáže otáčet na místě a skvěle manévruje i v úzkých prostorech. [11]

Cylindrický kartáč je přizpůsobený rychlosti stroje a automatickému dávkování čistícího prostředku pro optimální úklid. [11]

Stroj je možné monitorovat prostřednictvím mobilní aplikace, kde je možné nastavit i dokumentaci úklidu a plánovat úklid dle kalendáře. [11]

Stroj má oproti ostatním modelům příjemné osvětlení těla, avšak jeho celkový tvar je příliš členitý. Členitost povrchu dodává průmyslový vzhled, ale odebírá na jednoduchosti. Slabá stránka je také jeho krátká výdrž oproti ostatním modelům.

Na rozdíl od ostatních strojů dokáže vyjet plošinu s 5% sklonem a barevným světlem odlišuje jednotlivé programy. Robot je kvůli své baterii vhodný do menších až středně velkých prostor. [11]

PUDU CC1

Úklidový robot PUDU kombinuje čtyři úklidové funkce v jednom: zametání, vysávání, drhnutí a vytírání, čímž zjednodušuje provoz údržby.

- Rozměry: (682 x 568 x 663) mm
- Hmotnost: 75 kg (s vodou)
- Pracovní šířka: 500 mm (kartáčů), 400 mm (sání)
- Kapacita nádrží: 15 l (čistá voda), 17 l (odpadní voda)
- Typ baterie + výdrž: LiFePO₄ (50 Ah), až 9 hodin
- Typ navigace: PUDU VSLAM + LiDAR SLAM fúze

- Nabíjení: 3 hodiny
- Cena: 660 000 Kč



Obrázek 2-10 Model PUDU CC1 [12]

Robot využívá navigační systém PUDU SLAM a AI jako je AI detekce skvrn, AI adaptivní řízení intenzity, AI monitoring čistoty v reálném čase, AI monitoring součástek. [12]

díky kterému se dokáže bezpečně pohybovat i ve složitých prostorách a efektivně plánovat trasu úklidu. Systém s více senzory umožňuje robotu zastavit v libovolném úhlu, detekovat překážky a pokračovat v práci bez zásahu obsluhy. [12]

Robot zvládá různé typy povrchů, například dlažbu, vinyl, epoxidové podlahy, kámen nebo nízké koberce. Boční kartáče navíc pomáhají efektivně čistit rohy a okraje místností. [12]

Robot podporuje vzdálenou správu přes mobilní aplikaci a cloudovou platformu přes které je možné sledovat průběh úklidu v reálném čase, kontrolovat uklizenou plochu, dobu provozu nebo automaticky generované reporty. [12]

Jeho geometrické tvarování je přívětivé, díky čemuž robot vypadá důvěryhodně. Jeho silnými stránkami je jeho všestrannost a tři zabudované sensory, které nejsou na první pohled vidět. Hravá barvená kombinace je pro modely tohoto typu nezvyklá a odebírání mu profesionální charakter.

Robot Pudu se od ostatních liší skvělým navigačním systémem a svou adaptabilitou na různé prostředí. Celkově je však vhodnější pro menší až střední komerční plochy.

ROBOROCK QREVO EDGE S5A/5V1

Plně automatický čisticí robot Roborock zvládne vysávání a mopování koberců i tvrdých podlah.

- Rozměry: (97,9 x 347 x 352) mm
- Hmotnost: 12,1 kg

- Pracovní šířka: 352 mm
- Kapacita nádrží: 0,4 l (čistá voda), 3,5 l (špinavá voda)
- Typ baterie + výdrž: aku (Li-Ion), 180 min
- Typ navigace: LDS Laser
- Nabíjení: cca 4 hodiny
- Cena: 22 990 Kč



Obrázek 2-11 Model ROBOROCK QREVO EDGE S5A/5V1 [13]

Strukturované světlo mu umožňuje navigaci v prostoru bez potřeby zásahu obsluhy a sám detekuje tzv. „zakázané zóny“ jako jsou schody, kde by se mohl zaseknout. [13]

Stroj je vybaven funkcí detekcí rohů pro snadnější přístup a čištění dané oblasti pomocí vysunován bočních kartáčů. [13]

Robot obsahuje dva paralelní kartáče a dvojitý systém Roborock proti zamotávání chlupů a vlasů v kartáčích. Obloukový boční kartáč FlexiArm certifikovaný společnostmi SGS a TÜV rotací vytváří odstředivou sílu, která zabraňuje ucpávání. [13]

V aplikaci Roborock je možná aktivace opakovaného mopování míst s odolnými nečistotami. Mopová hlavice mpu je odnímatelná a je možné ji vyprat. [13]

Jeho černý matný povrch je esteticky líbivý. Vzhledem připomíná klasický domácí robot na uklízení, ale nabíjecí dok je výrazně větší. Celkově je robotův černý vzhled přívětivý, i když je trochu tmavý. Společnost však nabízí i bílou variantu robotu.

Nevýhoda robotu je jeho malá výdrž na jedno nabití, které se nehodí na velké reklamní prostory, ale je spíše vhodný pro domácí použití.

2.2 Technická analýza

Tato kapitola se věnuje stručnému rozdělení podlahových čistících strojů a analýze stávajících typů autonomních podlahových čistících strojů dostupných na trhu. Dále se kapitola bude zabývat technologiemi a funkcemi, které jsou součástí těchto zařízení.

2.2.1 Typy podlahových čistících strojů

Typy podlahových čistících strojů se všeobecně dělí podle typu pracovního prostoru, ve kterém se vyskytují: domácí a industriální. [14]

DOMÁCÍ PODLAHOVÝ ČISTÍCÍ STROJ

První kategorie čistících strojů je zaměřená na domácí, nekomerční prostředí. Tyto čistící stroje jsou malé a cenově dostupné pro každodenní chod domácnosti. Jejich váha je srovnatelná s domácími vysavači. [14]

První domácí čističe byly uvedeny na trh roku 1999 a od té doby se zlepšují primárně v oblasti jednoduššího ovládání a výdrže baterie. [14]

Požadavky domácího prostředí:

- Všestrannost pro různé typy podlah
- Kompaktní úložná řešení
- Nižší hlučnost kvůli pohodlí rodiny
- HEPA filtrace pro alergie
- Vybavení pro domácnosti se zvířaty [15]

Další dělení domácích podlahových čističů je pro technický aspekt práce irrelevantní, jelikož se výsledný produkt zaměřuje na čištění komerčních prostorů. Z toho důvodu nebude tyto stroje dále rozebírány.

INDUSTRIÁLNÍ PODLAHOVÝ ČISTÍCÍ STROJ

Druhá kategorie se zaměřuje na industriální, komerční plochy. Tyto čistící stroje se od předešlých liší ve všech parametrech. Jsou větší a jejich cena na trhu je tak vysoká, že je některé firmy pouze pronajímají u výrobců. Váha největších modelů může vážit více než 500 kg. V jejich váze se však odráží větší množství komponentů, které umožňují více čistících procesů současně. [14]

Požadavky industriálního prostředí:

- Větší čistící kapacita pro rozsáhlé plochy
- Vyšší odolnost pro časté používání
- Rychlejší čištění pro větší efektivitu

- Konstrukce komerční kvality
- Odborná údržba stoje (kartáčů) [16]

Industriální stroje je možné dále rozdělit na další dva způsoby: dle velikosti plochy, nebo dle obsluhy.

Velikosti čištěné plochy jsou uzpůsobeny rozměry a výdrž stroje: menší až střední (kanceláře, maloobchod), střední až větší (maloobchod, velkoobchod) a větší (průmyslové haly). [17]

Dělení podle obsluhy je možné rozdělit do čtyř kategorií: autonomní roboti, hybridní roboti/stroje, manuální stroje, manuální auta. Poslední kategorie se používá převážně na úklid venkovních prostranství, avšak další popis jejího využití je pro práci nepodstatný.

Kategorie	Autonomní (roboti)	Autonomní/manuální (roboti, stroje) – hybrid	Manuální (stroje)
Pohon	Baterie dobíjená v dokovací stanici	Baterie dobíjená v dokovací stanici	Pohonné hmoty
Typ obsluhy	-	walk-behind, ride-on, stand-on	walk-behind, ride-on, stand-on

Tabulka 2-1 Dělení robotů podle obsluhy [17]

Mezi nejpoužívanější typy industriálních čistících zařízení patří scrubber, sweeper, sweeper-scruber, vakuum cleaner, steam cleaner a burnisher. Využití každého z nich je vypsána v následující tabulce:

Zařízení	Druh úklidu	Prostředí	Pracovní povrch
Scrubber	Mytí	Interiér	Dlaždice, (spárovací hmota), vinyl a laminát, kamenné podlahy
Sweeper	Zametání	Interiér/exteriér	Všechny povrchy
Sweeper-Scrubber	Zametání a mytí	Interiér/exteriér	Betonové podlahy
Vacuum cleaner	Vysávání	Interiér	Kobercové povrchy
Steam cleaner	Parní čištění	Interiér	Dřevěné podlahy, Dlaždice, kamenné podlahy
Burnisher	Leštění	Interiér/exteriér	Dřevěné podlahy, betonové podlahy, vinyl a laminát, kamenné podlahy

Tabulka 2-2 Typy industriálních čistících zařízení [18]

Údržba industriálních úklidových zařízení vyžaduje odbornou údržbu pro delší živostnost zařízení. Tato údržba je podmíněna odnímatelnými komponenty, které je možné v případě poškození vyměnit.

Denně	Týdně	Měsíčně	Čtvrtročně
- Vyprázdnění sběrné nádoby - Otření vnějšího povrchu - Vyčištění a osušení hlavice mopu	- Vyčištění filtrů a senzorů - Kontrola kartáčových válců	- Důkladné vyčištění filtrů - Kontrola napájecích kabelů - Údržba baterie	- Utáhnutí součástí - Kontrola řemene - Profesionální servis

Tabulka 2-3 Údržba industriálního čistícího stroje [19]

Autonomní čistící stroje

Význam autonomních čistících strojů vězí v jejich schopnosti samostatně provádět úklid podlah bez přímé obsluhy. Tyto čističe fungují na bázi senzorů s kamerovým a navigačním systémem, které detekují překážky na trati či samy plánují trasu pro efektivní úklid velké plochy. [17]

Výhodou těchto přístrojů je schopnost provozování režimů mytí, vysávání a sušení v jednom přejezdu, což je činí ekonomicky výhodné. U novějších modelů se navíc vyskytuje možnost sledování a plánování úklidu přes aplikaci v mobilu, která dělá práci jednodušší. [17]

Nevýhodou těchto čističů je jejich pořizovací cena a případné zaškolení personálu s jejich obsluhou. Pořizování autonomních čistících strojů je však investice, která vede ke snížení nákladů za pracovní sílu. [20]

BATERIE

Většina autonomních strojů je battery-powered, jinými slovy jsou poháněné baterií dobíjenou v dokovací stanici. Tyto modely jsou oblíbené mezi lidmi kvůli jejich jednodušší obsluze, která není tak intenzivní jako s manuálními stroji. Rovněž jsou oblíbené kvůli svému ekologickému charakteru, jelikož je možné baterii vyměnit a není potřeba kupovat nový produkt.

Akumulátor samotného stroje je nejdražším komponentem na výrobu. V soudobých autonomních strojích na trhu obvykle jsou tři typy. Olověný akumulátor, AGM, A Lithium-iontový akumulátor. Jejich výběr je ovlivněn cenovou relací a potřebou zákazníka. [21]

Olověný akumulátor (Lead Acid Battery) je nejběžnější a cenově nejedostupnější akumulátor. Jeho údržba vyžaduje doplňování tekutin a vydrží 2 až 4 roky. [21]

AGM (Absorbed Glass Mat) je dražší akumulátor, ale celkově výhodnější, jelikož je bezúdržbový. Nabízí delší životnost než předešlý olověný akumulátor, díky čemuž je dlouhodobě výhodnější jak z pohledu údržby, tak výměny. [21]

Lithium-iontový akumulátor (Lithium-Ion Battery) jsou nejdražším akumulátorem v automatických robotech. V jejich ceně se však odráží jejich dlouhá výdrž a rychlé nabíjení. Jsou lehké, vydrží dlouho nabitě a nepotřebují žádnou údržbu. [21]

KARTÁČE

Výběr kartáče je pro konečný výrobek klíčové. Každý kartáč je vyroben z jiných vláken, které ovlivňují čistící účinek. Samotný kartáč rozhoduje o konečném využití stroje, jelikož by mohl určité povrchy poškodit. V autonomních strojích se používají tři druhy kartáče: diskový, válcový a jejich kombinace. [22]

Nejčastěji používané materiály jsou přírodní vlákno, polypropylen a nylon. [22]

MATERIÁLY

Automatizované čistící stroje jsou konstruovány z materiálů, které musí splňovat požadavky na mechanickou pevnost, odolnost proti chemikáliím, nízkou hmotnost, odolnost vůči vlhkosti, dlouhou životnost a hygienickou nezávadnost. Používané materiály se liší podle konkrétní části stroje.

Konstrukce výrobku a upevňovací prvky se vyrábí z nerezové oceli. Plasty patří mezi nejpoužívanější materiály při výrobě autonomních čistících strojů díky nízké hmotnosti, dobré pevnosti a odolnosti proti chemikáliím a vlhkosti. ABS plast je běžný konstrukční plast používaný pro kryty a vnější části robotů jako jsou ochranné panely. Polykarbonát PC je používán pro výrobu krytek senzorů, kamer a průhledných panelů. A Polyethylen se používá díky své vysoké chemické odolnosti na nádrže na vodu a potrubní systémy. Kola, těsnění, nárazníky a stěrky jsou vyráběny z pryže, která má vysokou odolnost proti opotřebení. A v poslední řadě nylon, který se používá pro výrobu štětin čistících kartáčů a zametacích systémů. [14] [22] [23] [24]

Bezpečnost

Bezpečnost autonomních čistících strojů představuje klíčovou oblast návrhu autonomních mobilních robotů. Tyto stroje se pohybují v prostředí s přítomností lidí, překážek a další techniky, a proto musí splňovat přísné požadavky na funkční bezpečnost, detekci překážek, nouzové zastavení a řízení rizik.

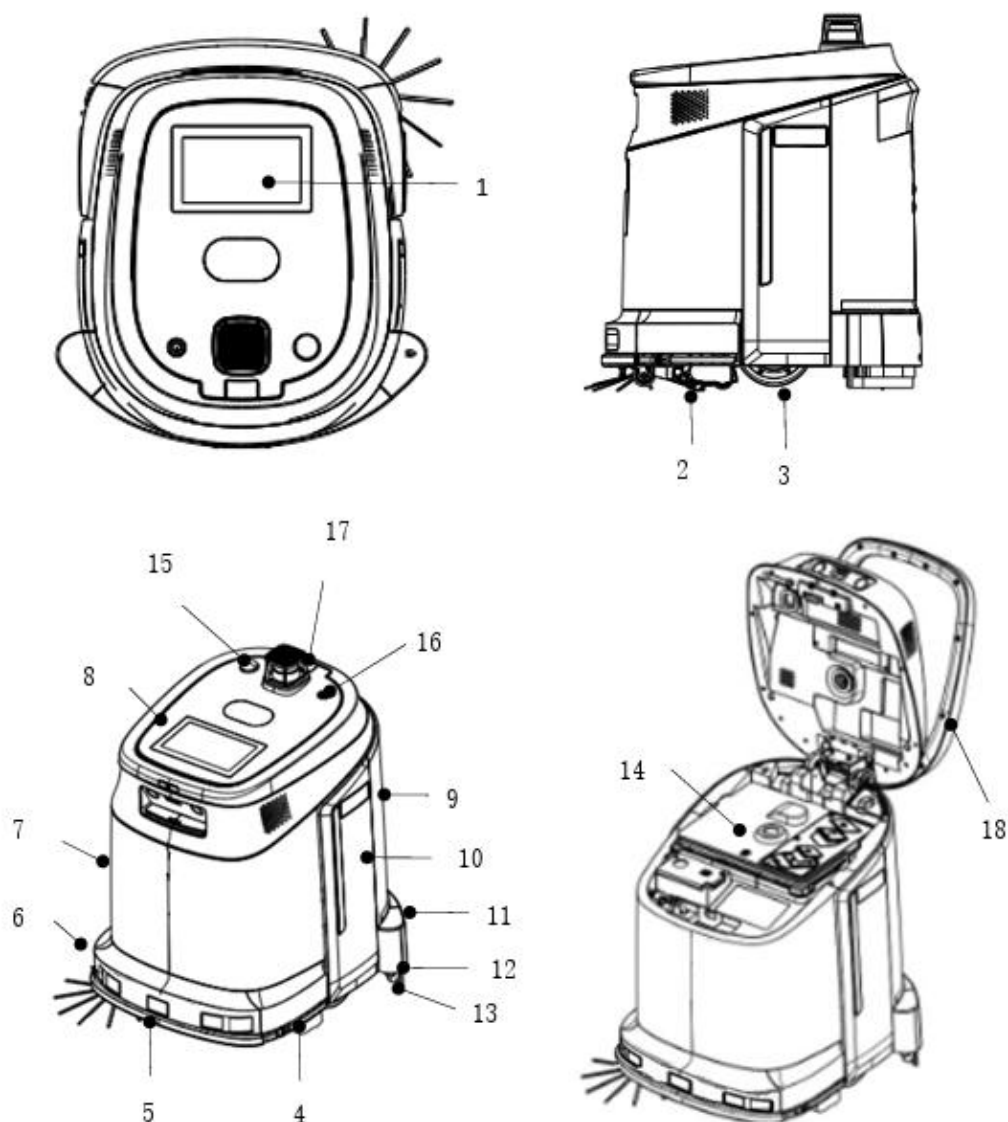
Moderní autonomní čistící stroje využívají kombinaci senzorických systémů, bezpečnostních algoritmů, mechanických ochranných prvků, softwarových bezpečnostních funkcí a mezinárodních bezpečnostních norem. [18] [25]

Nejdůležitější mezinárodní normou je ISO 3691-4, která se týká transportních vozidel a systémů bez řidiče. Norma definuje bezpečnostní požadavky pro AMR a AGV systémy, pravidla autonomního pohybu, detekci osob a překážek, nouzové zastavení, bezpečnost navigace, ochranné zóny, řízení rizik během celého životního cyklu zařízení. [26]

Hlavními bezpečnostními prvky autonomního stroje jsou protikloliční senzory, nouzové vypnutí, LiDAR, nárazníkové systémy a signalizační osvětlení, nebo akustická signalizace. [25]

VNĚJŠÍ KOMPONENTY

1. dotyková obrazovka
2. sestava kartáčů
3. hnací kolo
4. - 6. nárazníky
13. podlahová stěrka
14. nádrže
15. tlačítko nouzového vypnutí
16. tlačítko pro zapnutí
17. tlačítko pro uvolnění madla
18. madlo



Obrázek 2-12 Popis vnějších komponentů autonomního čistícího stroje Gausium Phantas [27]

Dotyková obrazovka

- Dotyková obrazovka slouží k ovládání čistícího stroje, nastavování parametrů čištění, diagnostice a zobrazení provozních údajů. U moderních autonomních strojů umožňuje také mapování prostoru a plánování tras. [23]

Sestava kartáčů

- Hlavní čistící mechanismus stroje, která obsahuje rotační nebo válcové kartáče poháněné elektromotorem, které mechanicky odstraňují nečistoty z podlahy. [24]

Hnací kolo

- Hnací kolo zajišťuje pohyb stroje a přesné řízení směru. Obvykle je poháněno elektromotorem a vybaveno enkodérem pro měření rychlosti a polohy. [28]

Nárazníky

- Nárazníky jsou bezpečnostní prvky určené k ochraně stroje před poškozením. Obsahují tlakové nebo kontaktní senzory. [26]

Podlahová stěrka

- Podlahová stěrka slouží k odsávání znečištěné vody po mytí podlahy. Je napojena na vakuový systém a zajišťuje suchý a bezpečný povrch.

Nádrže

- Autonomní čisticí stroj obsahuje nádrž na čistou vodu a nádrž na znečištěnou vodu. Tyto nádrže umožňují kontinuální proces mytí a odsávání.

Tlačítko nouzového vypnutí

- Nouzové vypínací tlačítko slouží k okamžitému zastavení stroje v případě nebezpečí nebo poruchy.

Tlačítko pro zapnutí

- Tlačítko zapnutí aktivuje hlavní elektrický systém stroje a inicializuje řídicí jednotku, senzory a navigaci. [26]

Tlačítko pro uvolnění madla

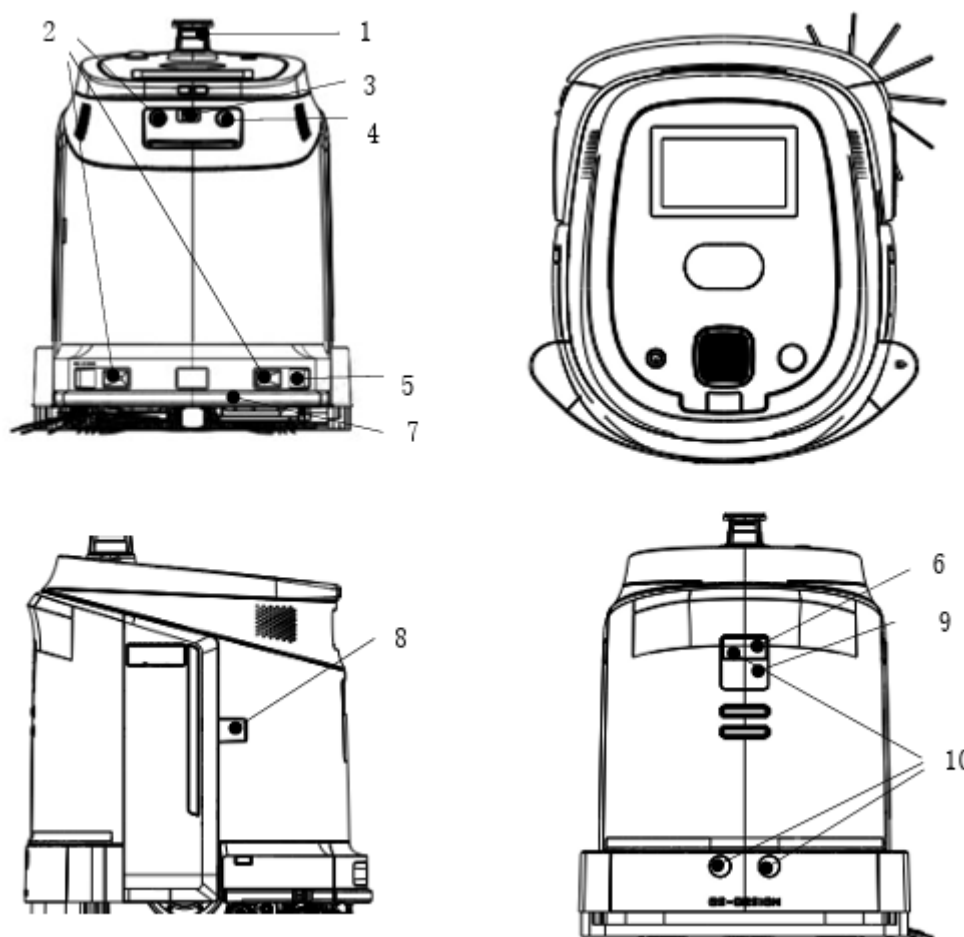
- Tlačítko aktivující mechanismus nastavení polohy a sklopení madla pro snadnější manipulaci se strojem.

Madlo

- Předmět určený k manipulaci se strojem. [26]

KOMPONENTY BEZPEČNOSTNÍCH SENZORŮ

1. horizontální LiDAR
2. přední osvětlení
3. přední šikmá hloubková kamera
4. – 6. RGB kamera
5. – 8. jednosnímkový LiDAR
7. protikolizní senzor
9. IR přijímač
10. zadní osvětlení



Obrázek 2-13 Popis vnějších komponentů autonomního čistícího stroje Gausium Phantas [27]

LiDAR

- Technologie dálkového snímání, která pomocí laserových paprsků měří v reálném čase přesné vzdálenosti a pohyby v daném prostředí. Následně je schopná vytvářet 3D nebo 2D obraz s prostorovými a hloubkovými údaji pro lokalizaci objektů. [29]

Přední osvětlení

- Přední osvětlení zajišťuje viditelnost stroje a osvětlení pracovního prostoru při provozu ve zhoršených světelných podmínkách.

Hloubková kamera

- Senzor, který zaznamenává vzdálenosti k okolním objektům ve formátu 3D, kde každý pixel kóduje hodnotu vzdálenosti. Umožňuje detekci objektů, hran a změn povrchu. [30]

RGB kamera

- RGB kamera slouží ke snímání barevného obrazu v okolí robota v modelu RGB (Red-Green-Blue). [31]

Jednosnímkový LiDAR

- Kompaktní laserový senzor určený k měření vzdálenosti v jednom směru nebo úzkém poli. [29]

Protikolizní senzor

- Protikolizní senzor slouží k prevenci nárazu robota do překážek.

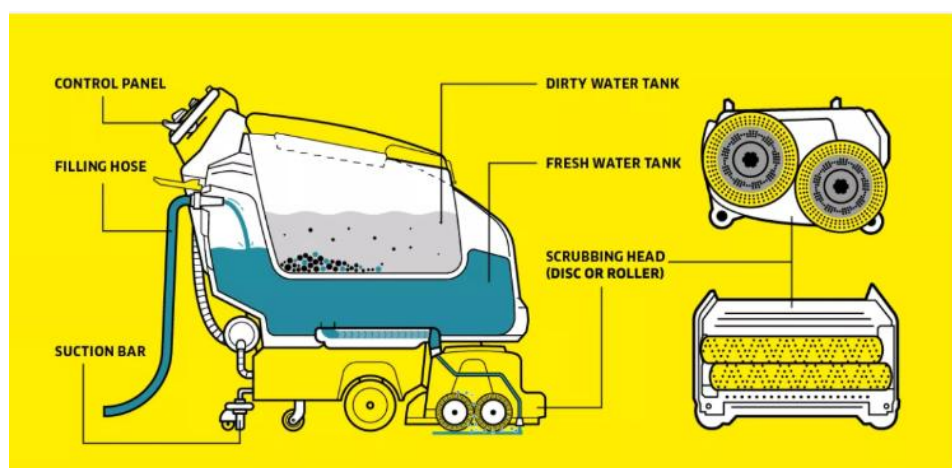
IR přijímač

- IR (infračervený) přijímač slouží k příjmu infračervených signálů pomocí kterých může komunikovat s dokovací stanicí, anebo se lokalizovat.

Zadní osvětlení

- Zajišťuje barevné doplňkové osvětlení zadní části stroje.

VNITŘNÍ KOMPONENTY



Obrázek 2-14 Popis vnitřních komponentů Kärcher scrubberu [32]

Ovládací panel

- Ovládací panel slouží k řízení a monitorování provozu čistícího stroje. Umožňuje obsluze nastavovat pracovní režimy, sledovat provozní stav zařízení a provádět diagnostiku. [33]

Plnicí hadice

- Plnicí hadice slouží k doplňování čisté vody nebo čistícího prostředku do nádrže stroje.

Sací lišta (stěrka)

- Sací lišta neboli stěrka slouží k odsávání znečištěné vody z podlahy po mytí.

Nádrž na špinavou vodu

- Nádrž na špinavou vodu slouží ke shromažďování odsáté znečištěné vody během procesu čištění.

Nádrž na čistou vodu

- Nádrž na čistou vodu uchovává vodu nebo čisticí roztok používaný při mytí podlah.

Čistící hlavice (kartáče)

- Kotoučová hlavice využívá rotační kruhové kartáče určené pro běžné mytí hladkých podlah. [33]
- Válečková hlavice používá válcové kartáče rotující podél své osy pro intenzivní čištění. [33]

2.3 Shrnutí

Požadavky komerčního prostředí se od nekomerčního prostředí liší využitím jednotlivých strojů. Zatímco u domácího prostředí je nutná adaptace na všechny povrchy domácnosti, velké industriální čistící stroje byly více specializované a nebylo možné uklízet jedním strojem více typů podlah.

Některé menší industriální stroje jsou však schopné se adaptovat na různé typy povrchů, ale nejsou stavěné pro provoz ve velkých komerčních či průmyslových prostorech.

Pro vypracování konečného modelu byla čerpána inspirace z funkcí a technologií sweeper-scrubberu, který zvládá více úkonů zároveň a tím je ekonomičtější pro koncového uživatele.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Na základě předchozí analýzy a rešerše autonomních podlahových čisticích strojů, zejména menších plně autonomních robotů bylo identifikováno několik opakujících se problémů, které se týkají jak konstrukce, tak samotného designu těchto zařízení.

3.1 Analýza problému

Jedním z hlavních problémů je silná závislost tvaru na technickém řešení. U menších autonomních robotů je velké množství komponent integrováno do velmi omezeného prostoru. Výsledkem je často tvar, který působí těžkopádně nebo nevyváženě, bez jasné vizuální logiky. Dalším problémem je omezená schopnost pohybu v členitějším prostředí. Menší roboti sice dobře fungují na otevřených plochách, ale v reálném provozu narážejí na komplikace v podobě úzkých průchodů, statických i dynamických překážek, kterými jsou například zákazníci v obchodech či vystavené zboží.

U řady zařízení není na první pohled jasné, kde se nachází pracovní část stroje, jakým směrem se robot pohybuje nebo jak interaguje s okolím. To může snižovat důvěru uživatelů i komfort při provozu. Problematická je také výška a proporce zařízení. Roboti do výšky jednoho metru často kombinují relativně vysoké tělo s menší základnou, což může působit nestabilně nejen vizuálně, ale i funkčně.

V neposlední řadě je problémem také modularita a servis. Kvůli kompaktním rozměrům bývá přístup k jednotlivým komponentům omezený, což komplikuje údržbu a případné opravy i během provozu.

3.1.1 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Z analýzy vyplynulo, že většina těchto robotů využívá podobné konstrukční principy. Spodní část zařízení tvoří podvozek s pohonem a čisticím mechanismem, zatímco horní část slouží k umístění senzorů, navigačních systémů a často také uživatelského rozhraní.

Velmi častým prvkem je výrazná „hlava“ robota, která obsahuje LiDAR nebo kamerový systém. Tento prvek sice plní důležitou funkci, ale zároveň výrazně ovlivňuje celkovou siluetu zařízení a často narušuje jeho proporce. [27]

Z hlediska designu lze pozorovat snahu o jednoduché, zaoblené tvary, které mají působit bezpečně a neutrálně. Přesto však většina řešení působí spíše technicky než uživatelsky přívětivě.

Rešerše také ukázala, že výrobci se zaměřují hlavně na technologickou stránku produktu (navigace, výdrž, výkon), zatímco design a uživatelská zkušenost bývají často až druhotné.

3.2 Cíl práce

Hlavním cílem této práce je navrhnout autonomní podlahový čisticí robot menší velikosti, který bude lépe reagovat na provoz v reálném prostředí a zároveň nabídne promyšlenější designové řešení.

Dílčí cíle práce:

- Analyzovat současné malé autonomní čisticí roboty
- Identifikovat jejich hlavní nedostatky z hlediska designu a konstrukce
- Navrhnout nové tvarové řešení s důrazem na proporce a čitelnost funkce
- Zlepšit interakci robota s uživatelem a okolím
- Zohlednit reálné technické a konstrukční možnosti

3.2.1 Cílová skupina

Navrhovaný robot je určen především pro menší až středně velké vnitřní prostory, kde je potřeba pravidelný automatizovaný úklid. Mezi tyto prostory patří především menší prodejny jakož jsou většinou menší potravinové řetězce, dále také kanceláře a administrativní prostory. Tento robot by byl uzpůsobený ke každodennímu setkávání s lidmi, na které by měl nejen přirozeně reagovat, ale zároveň i na ně působit věrohodně svým designem.

3.2.2 Základní parametry a legislativní omezení

Při návrhu robota je nutné vycházet z omezení daných jeho velikostí a způsobem použití.

Mezi základní parametry patří:

- Výška, délka a šířka zařízení.
- Šířka umožňující průjezd běžnými dveřmi.
- Pracovní šířka.
- Kapacita nádrží odpovídající menším prostorům.
- Dostatečná výdrž baterie pro autonomní provoz.
- Schopnost detekce překážek a bezpečného pohybu mezi lidmi.

Z legislativního hlediska musí zařízení splňovat požadavky na bezpečnost strojních a elektrických zařízení dle platných norem (ISO 3691-4). Důležitá je také bezpečnost provozu v kontaktu s veřejností, zejména detekce překážek a nouzové zastavení.

3.2.3 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Konstrukce menších autonomních robotů obvykle kombinuje kompaktní nosnou strukturu a plastové kryty. Nosná část může být řešena z kovových profilů nebo rámu, zatímco vnější plášť je vhodné navrhnout z plastů, které umožňují tvarovou variabilitu (např.: vstřikování plastů). U menších sérií lze uvažovat i o technologiích jako vakuové tvarování nebo 3D tisk pro prototypování.

Na trhu postupně roste poptávka po menších autonomních čistících robotech, zejména v oblasti maloobchodu a služeb, kde je tlak na automatizaci, ale zároveň omezený prostor. Cena těchto zařízení bývá nižší než u velkých průmyslových strojů, ale stále se jedná o profesionální produkt. Lze očekávat cenové rozpětí v řádu stovek tisíc korun v závislosti na technologickém vybavení produktu.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Tato kapitola představuje tři odlišné směry návrhu autonomního podlahového čistícího stroje, z nichž jeden se stane základem pro samotné řešení. Každý z návrhů klade důraz na mobilitu v náročném prostředí, přičemž se od sebe liší především svou vizuální identitou. Primární inspirace pro design u všech tří návrhů jsou komponenty a funkce spojené s čištěním/umýváním tohoto robota.

4.1 VARIANTA I



Obrázek 4-1 Návrh modelu VARIANTA I

Základní inspirací pro tuto variantu byla rotace kartáče, která se propsala do tvaru těla. Tvar stroje využívá kónické rozšiřování směrem k základně, což vytváří přirozeně nízké těžiště. Toto řešení je klíčové pro eliminaci rizika převržení při plném zatížení nádrží a váhy baterie, které u tohoto typu strojů tvoří značnou část celkové hmotnosti.

Varianta 1 využívá vnitřní systém přepážek v kombinaci s vertikálním uspořádáním: nádrž na čistou vodu je umístěna v horní části, zatímco sběrná nádrž na znečištěnou vodu se plní v nejnižším bodě podvozku. Tento proces zajišťuje, že se s přibývajícím časem úklidu těžiště posouvá ještě blíže k zemi, což zvyšuje stabilitu stroje při průjezdu zatáčkami nebo na mokřem povrchu.

Robot je osazen podvozkem s dominantními hnacími koly o průměru 110 mm odpovídajícím výšce standardizovaného stavebního prahu. Toto naddimenzování umožňuje hladké překonávání dilatací a přechodových lišt mezi různými typy podlahových krytin bez vibrací, které by mohly ovlivnit kvalitu sání.

Interakce s personálem je navržena pro maximální efektivitu. Horní plocha robota je ve sklonu a osazena intuitivním dotykovým rozhraním v ergonomické výšce, což eliminuje potřebu ohýbání se při programování tras. Servisní přístup k filtrům a výpustním hadicím je integrován do zadní části stroje pod jištěný kryt, který umožňuje rychlou údržbu.

Celková výška stroje je 700 mm, což zajišťuje dobrou viditelnost pro lidi v okolí, ale zároveň umožňuje stroji podjet pod standardními informačními tabulemi nebo madly. Celková šířka základny činí 550 mm, což představuje optimální kompromis mezi šířkou čistícího záběru a prostupností.

Problém varianty vyplývá z ostrých hran návrhu, které představují potenciální riziko při kolizi. Dalším problémem je nedostatečná ergonomie horní plochy.

4.2 VARIANTA II



Obrázek 4-2 Návrh modelu VARIANTA II

Podobně jak u varianty I je inspirace kartáč, ale tentokrát v klidném stavu, což mě inspirovalo pro odlišný design. Hlavním principem této varianty je geometrická optimalizace pro čištění rohů a modulární vrstvení komponentů. Tvar stroje vychází ze tří zkosených segmentů, které jsou do sebe zaklesnuty, což umožňuje efektivní oddělení pohonné, zásobníkové a senzorové části.

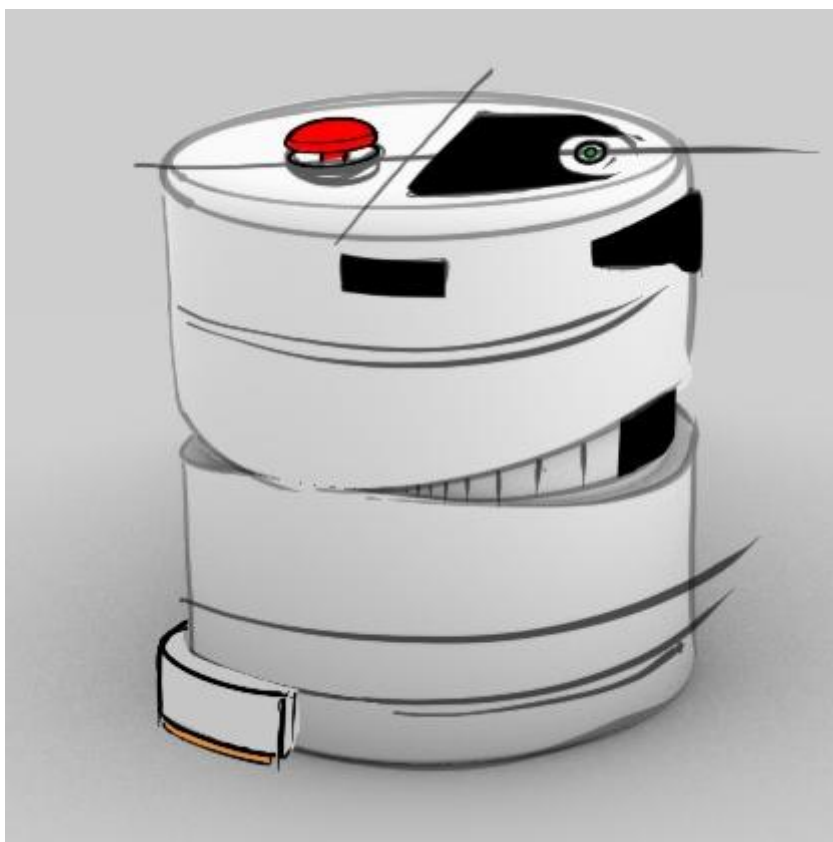
Na rozdíl od předchozí varianty využívá tento model vysunuté boční kartáče umístěné v ostrých úhlech základny. Tato geometrie dovoluje stroji dosáhnout až k samotnému okraji stěn a do rohů místností, které jsou pro kruhové stroje nedostupné.

Šikmé spáry mezi moduly nejsou pouze estetickým prvkem, ale slouží jako přístupové body pro rychlou výměnu baterií. Těžiště je soustředěno do středového modulu, což zajišťuje rovnoměrný přítlak na hlavní kartáčovou lištu.

Kompaktnější délka 550 mm, šířka 550 mm a výška 700 mm předurčují tento stroj do členitějších prostorů s velkým množstvím vnitřního vybavení.

Slabinou varianty je její robustnost a zastaralý vzhled, který neodpovídá požadavkům bakalářské práce.

4.3 VARIANTA III



Obrázek 4-3 Návrh modelu VARIANTA III

Pro tuto variantu je dominantní výřez v polovině těla, který je inspirován kapkou vody. Tato varianta sází na maximální kompaktnost půdorysu.

Model se vyznačuje dobrou manévrovatelností. Celé tělo stroje je schopno rotovat kolem své osy na místě, což v kombinaci s válcovým tvarem eliminuje riziko uvíznutí v úzkých průchodech.

Varianta III je navržena jako specializované zařízení pro provozy s extrémně vysokou hustotou pohybu osob. Díky absenci ostrých hran a minimalistickému půdorysu je pohyb stroje v davu vnímán jako nejméně rizikový.

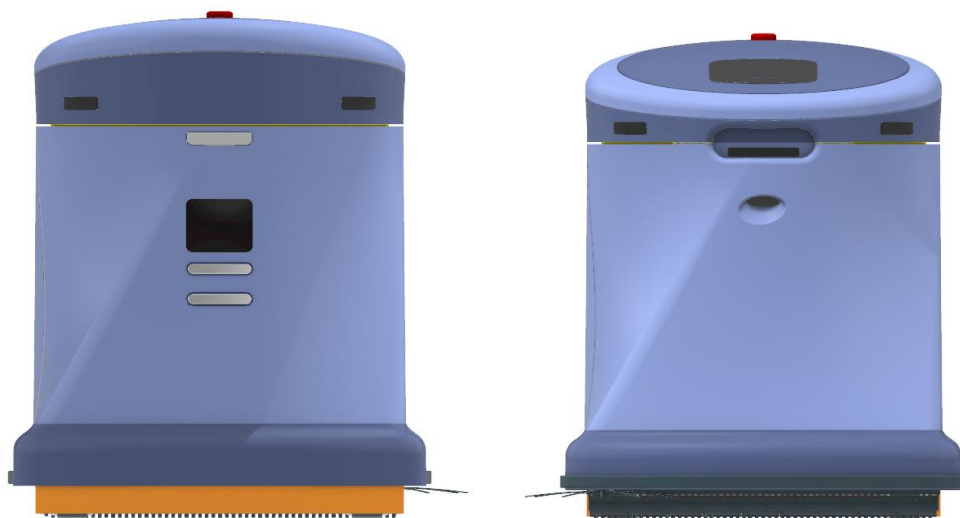
Avšak půdorys návrhu neumožňuje dostatečné umytí hran místnosti, což je pro naše účely neefektivní. Dalším problémem je nízký podvozek, který není uzpůsobený více než jednomu kartáči.

4.4 Shrnutí

Přestože varianta II vyniká v detailním úklidu členitých prostorů a varianta III v obratnosti v davu, jako finální verze byla zvolena varianta I. Jedná se o model, který se nachází v nejlepšímu poměru mezi jeho stabilitou, objemem nádrží a konstrukční jednoduchostí, která je klíčová pro spolehlivost v nepřetržitém provozu.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální tvarové řešení vychází z variantní studie I. Klade důraz na stabilitu, bezpečnost a přívětivou interakci s uživatelem. Design kombinuje organické křivky s funkční geometrií, což dodává moderní, ale zároveň nenápadný vzhled vhodný do komerčních a menších veřejných prostorů.



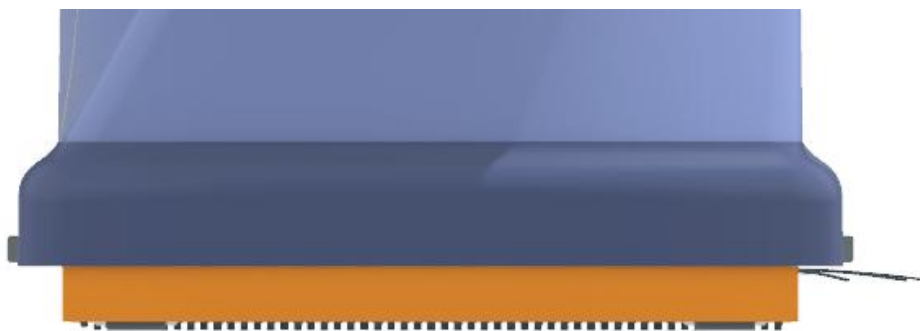
Obrázek 5-1 Pohled na stroj zezadu a zepředu

5.1 Popis tvarového řešení

Hlavní tělo stroje má kónický tvar, který se směrem k základně rozšiřuje a tím vizuálně i mechanicky snižuje své těžiště. Hrany jdoucí v jednom směru připomínají vizuál rotace a tím pádem stroj působí víc dynamicky. Zaoblením těchto hran působí na uživatele bezpečným a přátelským dojmem.



Obrázek 5-2 Pohled na tělo stroje

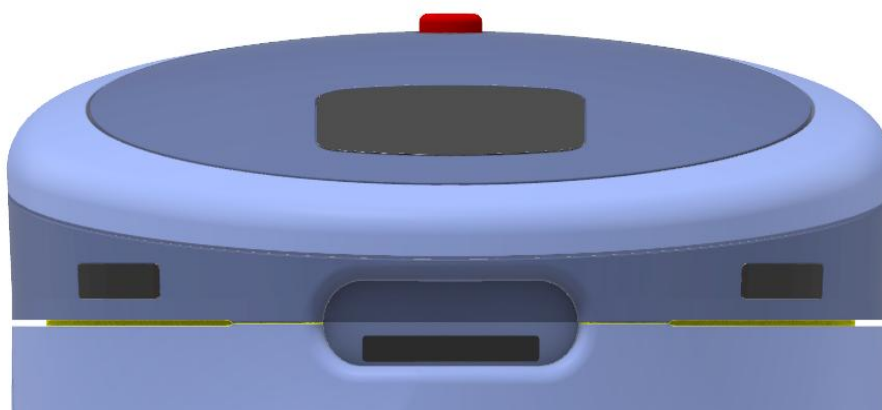


Obrázek 5-3 Nárazník stroje

Spodní část je opatřena nárazníkem, který kryje vnitřní technologii, podvozek a stěrku se sací lištou. Nárazník je symetricky rozprostřen skoro po celém obvodu základny, což dodává jak bezpečnostní, tak vizuální efekt. V zadní části se nachází stěrka se sací lištou, která parabolicky obepíná spodní část stroje, díky které je nárazník tvarově přizpůsoben.

5.2 Popis modelu

Horní plocha je lehce konvexně tvarovaná a zkosená o 8 stupňů směrem k uživateli, aby byl integrovaný displej s 137 x 80 mm snadno čitelný z výšky stojícího člověka, který by stál před strojem. Displej se nachází ve spodní části zkosené plochy a jeho hrany jsou zaoblené, aby vizuálně souhlasily se zaoblenými hranami modelu. Ve vrchní části je viditelně umístěno červené tlačítko nouzového zastavení, které je v případě potřeby snadno přístupné z jakéhokoli úhlu.



Obrázek 5-4 Pohled na displej zepředu

V přední části pod displejem se nachází horizontální průzor pro tři LiDAR sensory, pod kterým se nachází ještě jeden malý průzor pro hloubkovou kameru s RGB kamerou. Oba průzory jsou zakomponovány do siluety stroje.

5.3 Odůvodnění zvoleného řešení

5.3.1 Vysoká stabilita

Široká základna minimalizuje riziko převržení robota při prudších změnách směru nebo náhodném kontaktu s okolím. Základna se nepatrně zužuje so vrchní plochy, díky čemuž dostává větší stabilitu než čistě tubusoidní tvar.

5.3.2 Bezpečnostní ergonomie

Absence ostrých hran snižuje riziko zranění osob nebo poškození okolního vybavení v případě kolize. Všechny plochy budou konvexní a plynulé, čímž opticky bezpečnější.

5.3.3 Uživatelský komfort

Náklon a vyboulení horní plochy s displejem eliminuje nutnost se k robotovi ohýbat a tím ulehčuje uživateli práci.

5.3.4 Inovativní vzhled

Varianta I představuje inovativní tvar, který je svou konstrukcí jedinečný. Inovativní a netradiční tvar zaujme na první pohled oproti tradičním technickým siluetám.

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Popis

Konstrukce autonomního podlahového čistícího stroje je navržena tak, aby umožňovala bezpečné uložení všech klíčových komponent včetně nádrží, baterie a řídicí elektroniky do vnitřního prostoru kapotáže, přičemž je zachován snadný servisní přístup k těmto prvkům. Celková tuhost stroje je zajištěna vnitřním nosným rámem (šasi), který tvoří pevnou kostru pro uchycení pohonného a čistícího mechanismu.

Těžiště stroje je umístěno nad podstavou mezi hnacími koly, což zajišťuje maximální stabilitu při akceleraci i při průjezdu zatáčkami. Hlavní výzvou v rozložení hmotnosti je však proměnlivý objem vody v nádržích a umístění baterie. Správné vyvážení přímo ovlivňuje přítlak čistících kartáčů na podlahu, který je kritický pro efektivitu procesu.

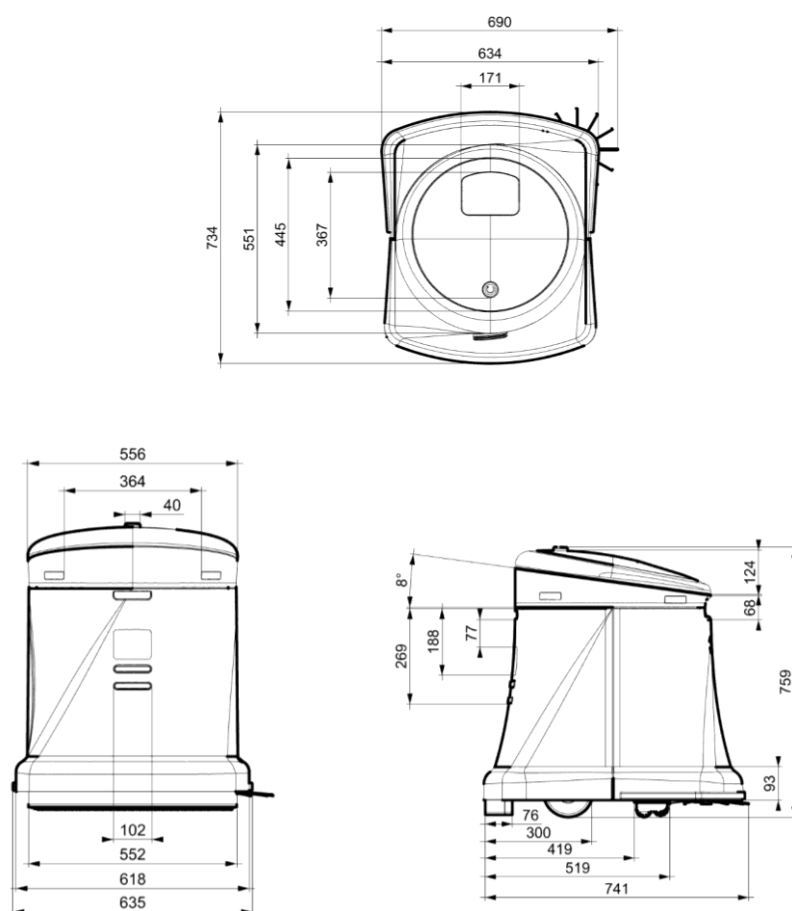
Kritickým faktorem je voděodolnost elektrických součástí při práci v mokré prostředí. Horní část stroje tvoří vodotěsný prostor pro senzory a ovládací rozhraní, zatímco spodní část tvoří čistící mechanismu, který je od těchto citlivých prvků konstrukčně oddělen.



Obrázek 6-1 Rozpad varianty I

6.2 Rozměrové řešení

Základní rozměry jsou primárně určeny potřebnou kapacitou nádrží na čistou a znečištěnou vodu, ale také pracovním prostředím, kde bude daný stroj fungovat. Při dimenzování obalu bylo nezbytné brát v úvahu dostupný prostor v interiérech, konkrétně minimální šířku chodby mezi regály, která činí minimálně 1000 mm, či šířku dveří, která má mít dle zákona § 39 odst. 1 vyhlášky č. 146/2024 Sb., o požadavcích na výstavbu minimálně 800-900 mm. Pro zajištění bezproblémového pohybu byla celková šířka stroje stanovena na 618 mm. Tato šířka zároveň vychází z velikosti nárazníku a šířky sací lišty, která je důležitá pro přirozenou manipulaci a efektivní sběr vody. Celková délka stroje činí 726 mm, což umožňuje stroji vysokou manévrovatelnost v úzkých koridorech bez rizika kolize se stěnami. Pro zajištění ergonomie při manuální interakci člověka s displejem a bezpečnostním tlačítkem byla zvolena celková výška 743 mm. (34)



Obrázek 6-2 Rozměrové řešení varianty I

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty

6.3.1 Nádrže

Autonomní podlahový čisticí stroj je vybaven několika samostatnými nádržemi, které zajišťují správný průběh mytí podlahy.

Nádrž na čistou vodu slouží k uchovávání vody určené pro mycí proces. Je navržena z odolného plastového materiálu s důrazem na nízkou hmotnost, chemickou odolnost a snadné doplňování. Součástí systému je také dávkování čisticího prostředku.

Nádrž na znečištěnou vodu zachytává odsátou kapalinu obsahující nečistoty z podlahy. Konstrukce této nádrže musí zabránit úniku kapaliny a zároveň umožnit snadné vyprazdňování a čištění. Důležitou součástí bývá také filtrační systém zabráňující proniknutí nečistot do sacího mechanismu.

Pro sběr suchých nečistot je stroj vybaven samostatnou nádobou na prach a pevný odpad. Konstrukce nádoby musí umožňovat rychlé vysypání obsahu a snadný přístup při údržbě. Součástí je filtrace vzduchu pomocí HEPA filtru, který zabraňuje zpětnému úniku jemných částic do okolního prostředí.

6.3.2 Baterie

Používá lithium-iontový akumulátor, které poskytují vysokou energetickou hustotu, dlouhou životnost a možnost opakovaného nabíjení. Kapacita baterie ovlivňuje dobu provozu stroje a velikost plochy, kterou je možné vyčistit na jedno nabití. Baterie je umístěna v přední části stroje pod odklápěcím víkem, které se nachází ve vrchní části modelu. Ergonomické řešení umožňuje snadný přístup k baterii při servisních zásazích nebo výměně. Součástí systému bývá také inteligentní řízení nabíjení a monitorování stavu akumulátoru pomocí Battery Management System (BMS).

6.3.3 Motor

Motor představuje hlavní pohonnou jednotku stroje. V autonomních čisticích strojích se využívají především bezkartáčové stejnosměrné elektromotory (BLDC), které se vyznačují vysokou účinností, nízkou hlučností a dlouhou životností. Motory zajišťují pohon kol, rotaci kartáčů i činnost sacího systému. Konstrukce motorového systému musí minimalizovat vibrace a hluk při provozu. Důležitým aspektem je také efektivní chlazení motoru a ochrana proti přetížení. Regulace výkonu motoru umožňuje optimalizaci spotřeby energie podle aktuálního režimu čištění.

6.3.4 Senzory a elektronika

Hlavními prvky jsou 3D LiDAR s dosahem desítek metrů, hloubkové RGB-D kamery pro detekci nízkých překážek a ultrazvukové senzory pro identifikaci skleněných ploch. Řídící jednotka zpracovává data ze senzorů a na jejich základě vyhodnocuje trasu pohybu, detekuje překážky a optimalizuje proces čištění. Elektronika zároveň kontroluje stav baterie, množství kapaliny v nádržích nebo opotřebení komponent. Důležitým požadavkem je vysoká spolehlivost systému a odolnost proti vlhkosti a prachu.

6.3.5 Sací systém

Sací systém je tvořen turbínou s vysokým podtlakem a parabolickou sací lištou. Slouží k odsávání znečištěné vody a pevných nečistot z povrchu podlahy. Výkon sání musí být dostatečný pro efektivní odstranění nečistot, ale zároveň optimalizovaný s ohledem na spotřebu energie a hlučnost zařízení.

6.4 Materiálové řešení

Hlavní tělo robota využívá pokročilý kompozit ABS a PC plastu. Tato směs kombinuje odolnost a zpracovatelnost ABS s vynikající mechanickou odolností a tepelnou stabilitou polykarbonátu. Vnitřní architektura stroje sází na lehké, ale tuhé materiály, které umožňují dynamický pohyb. Hlavní šasi je konstruováno z vysokopevnostní hliníkové slitiny, která tvoří tuhý skelet chránící nádrže a baterie. Nádrže na vodu jsou vyrobeny z lineárního polyethylenu s nízkou hustotou (PE-LLD), který se používá kvůli jeho pružnosti, chemické odolnosti a umožňuje vyrobít složitější tvary díky jeho skvělé tekutosti. Hnací i pomocná kola jsou opatřena polyuretanem PU. Tento materiál zajišťuje vysokou adhezi na mokré podlaze a zároveň nezanechává šmouhy na podlaze. Disky kol jsou vyrobeny z hliníkové slitiny kvůli jeho pevnosti. Nárazník je podobně jako hlavní tělo z kompozitu ABS a PC plastu a lišta, která je na hraně je z TPE plastu. Uvnitř nárazníku jsou použity nerezové pružiny. Rotační kartáče jsou vyrobeny z polypropylenu a štětiny z nylonu. Guma stírací lišty je z polyuretanu a nosník, který drží lištu je vyroben z vyztuženého nylonu. Ostatní spojovací materiál a hřídele jsou z nerezové oceli, což eliminuje riziko koroze vlivem vlhkosti a chemie. [35] [36] [37]

6.5 Technologie

Hlavní technologií pro výrobu tvarově složitých dílů je vstřikování do forem. Tento standardní proces, při kterém se materiál taví a pod vysokým tlakem vstřikuje do ocelové formy umožňuje výrobu dílů s vysokou přesností a kvalitou povrchu. [37]

Pro výrobu kovových dílů, které tvoří nosnou kostru a mechanické převody stroje, se využívají metody odlévání a následného obrábění materiálu. Hlavní šasi je obráběno CNC frézováním, čímž je dosaženo přesných tolerancí pro umístění motorů a senzorů. Disky kol jsou obráběny soustružením k zajištění souososti. Hřídele a spojovací materiál z nerezové oceli jsou vyráběny metodami přesného obrábění.

Pro komponenty vyžadující pružnost a vysokou adhezi jako jsou hnací kola nebo lemy nárazníků je využita metoda vstřikování pryže.

Elektronické součástky jsou nakupovány jako hotové moduly od specializovaných dodavatelů a následně integrovány do připravených pozic.

6.6 Ergonomie

6.6.1 Manipulace se strojem

Hlavním ergonomickým prvkem je horní odklopný kryt na pantech. Toto řešení umožňuje obsluze přístup k nádržím a filtrům z horní části bez nutnosti hlubokého předklánění nebo demontáže bočních panelů. Nádrže jsou navrženy jako vyjímatelné moduly s vlastními madly. Ergonomie je zde cílena na snadnou údržbu v malých prostorech, kde není k dispozici průmyslová výpusť.

Na rozdíl od klasických strojů s vyčnívajícími rukojeťmi využívá tento model zapuštěná madla v šasi. To umožňuje bezpečnou manipulaci při manuálním popotlačení stroje, aniž by docházelo k ergonomicky nevhodnému úchopu.



Obrázek 6-3 Model ergonomie vypínání stroje

6.6.2 Ovládací a signalizační systém

Ovládání autonomního stroje v prostředí s vysokým pohybem lidí vyžaduje specifické rozhraní, které kombinuje digitální a světelnou komunikaci.

Integrovaný dotykový panel je zapuštěn pod úhlem, který přirozeně odpovídá zornému poli stojícího člověka. Toto umístění minimalizuje nutnost předklánění při zadávání úkolů a zvyšuje pohodlí uživatele.



Obrázek 6-4 Pohled na displej a nouzové tlačítko shora

Robot využívá výrazné světelné prvky na obvodu šasi. Z hlediska ergonomie vidění jde o klíčový prvek. Zákazník nemusí sledovat displej, aby pochopil, co robot dělá. Např. pulzující modré světlo indikuje probíhající úklid, zatímco žluté blikání signalizuje změnu směru nebo couvání.

Výrazné červené tlačítko je umístěno na horní ploše tak, aby bylo v dosahu ruky v jakémkoliv okamžiku, což splňuje ergonomické požadavky na bezpečnostní prvky v místech s pohybem dětí a veřejnosti.

6.7 Bezpečnost a hygiena

Robot využívá soustavu navigačních a řídicích prostředků k detekci překážek a měření vzdálenosti od stěn. Tato technologie minimalizuje riziko kolize s osobami či nábytkem. Pro lepší viditelnost a prevenci nehod disponuje stroj světelnou signalizací a zvukovou výstrahou, která upozorňuje na pohyb stroje v rušném prostředí. Dominantním prvkem je červené tlačítko E-stop, které umožňuje okamžité fyzické zastavení stroje. Robot je také nonstop připojen skrz mobilní aplikaci, pomocí které může daný uživatel interagovat v případě problému.

Vzhledem k tomu, že je robot určen pro čištění podlah v komerčních budovách či malých prodejnách je snadná údržba prioritou. Tělo z kompozitu je odolné vůči agresivním dezinfekčním prostředkům. Zaoblený design bez ostrých rohů zabraňuje usazování prachu a množení bakterií na povrchu stroje a absence ostrých hran eliminuje možnost úrazu uživatele.

Hygienickou stránku nádrží zajišťuje snadný přístup a následné vyplachování. Oddělení čisté a špinavé vody je striktní, což zabraňuje znečištění. Po každém cyklu je vhodné kartáče i stírací lištu vyjmout, opláchnout čistou vodou a nechat uschnout, čímž se odstraní organické materiály a zabrání se zápachu.

6.8 Udržitelnost

Konstrukční a materiálové řešení stroje reflektuje principy udržitelného designu, jejichž cílem je minimalizace negativního dopadu na životní prostředí a prodloužení životního cyklu jak zařízení, tak pracovní plochy.

Klíčovým prvkem udržitelnosti je využití recyklovaných polymerů. Hlavní kapotáž a nárazník z kompozitu ABS a PC jsou navrženy tak, aby mohly být po skončení životnosti stroje snadno recyklovány. Použití hliníkové slitiny a nerezové oceli zajišťuje nejen vysokou odolnost proti korozi, ale také recyklovatelnost nosného rámu a mechanických částí. Volba materiálů splňujících přísné certifikace pro interiéry zajišťuje, že robot nepřispívá ke znečištění vnitřního ovzduší během úklidu.

Poškozené díly kapotáže nebo opotřeбенé komponenty, který mi jsou ve většině případů kartáče, lze snadno vyměnit bez nutnosti vyřazení celého stroje. Výměnná baterie umožňuje prodloužení životnosti stroje pouhou obnovou energetického článku, který je ekologicky nejnáročnější částí zařízení.

Díky přesnému dávkování čisticího prostředku a plynulé regulaci sání dochází k výraznému snížení spotřeby vody a chemie v porovnání s manuálním čištěním. Použití polyuretanových kol chrání podlahy před poškozením, čímž nepřímo napomáhá k prodloužení životnosti vybavení v jeho blízkosti.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Při navrhování barveních variant bylo myšleno na prostředí, ve kterém by se robot měl nacházet. Produkt by měl s prostředím vizuálně ladit, ale zároveň se v něm nesmí stát neviditelným. Industriální plochy v obchodech či v kancelářích jsou ve většině případů šedivé, tudíž by bylo dobré barvy ladit do jemnějších barev, které budou s šedou ladit a zároveň nenarušovat její integritu.

Druhá podmínka pro barevnou kombinaci bylo spojení s názvem produktu, který se odvíjí od slova „aqua“ tedy voda, čímž konotačně evokuje modrou barvu. Rozhodl jsem se tedy se zaměřit na odstíny modré, které by svou přítomností nenarušovaly prostředí, ve kterém se budou nacházet. Modrá barva má uklidňující účinky, a tak by její přítomnost mohla zlepšit vnímání robotů v okolí.



Obrázek 7-1 Barevné kombinace produktu

7.1.1 Finální barevná varianta

Pro finální variantu byly vybrány 2 odstíny modré barvy, které jsou tlumené a ladí se šedou barvou. Hlavní barva RAL 270 60 23 je použita na tělo robota a vrchní detail a je doplněna o kontrastní barvu RAL 270 30 20, která je použita na spodní nárazník a vrchní odklápěcí víko. Pro pohybové části jako jsou kola a pro kartáče byla vybrána barva RAL 9011.



Obrázek 7-2 RAL Finální barevné varianty

7.1.2 Vedlejší barvená varianta I

Barevné schéma je znovu laděné do modrých odstínů, aby dodržovalo předem dané požadavky. Hlavní barva RAL 250 60 20 je použita na tělo robota a vrchní detail a je doplněna o kontrastní barvu RAL 250 30 15, která je použita na spodní nárazník a vrchní odklápěcí víko. I zde je pro pohybové části jako jsou kola a pro kartáče byla vybrána barva RAL 9011.



Obrázek 7-3 RAL vedlejší barvená varianta I

7.1.3 Vedlejší barvená varianta II

Poslední barevné schéma má nádech do fialové barvy, která má k modré blízko a zároveň ladí s šedou barvou. Hlavní barva RAL 280 50 20 je použita na tělo robota a vrchní detail a je doplněna o kontrastní barvu RAL 580-6, která je použita na spodní nárazník a vrchní odklápěcí víko. A nakonec i zde je pro pohybové části jako jsou kola a pro kartáče byla vybrána barva RAL 9011.



Obrázek 7-4 Barvy RAL vedlejší barevné varianty II

7.2 Světelné prvky

Model robotu disponuje systémem světlené signalizace, díky které může viditelně oznámit uživateli problém v provozu. Robot při automatickém provozu svítí bíle bez přerušení. Pokud je robot nouzově vypnut, anebo nastala v ovládání chyba, kvůli které nemůže pracovat dál, světlo se změní na červenou.

-obrázek-

7.3 Grafické řešení

Grafické řešení navrženého produktu se skládá z vytvoření značky Aquion a jejího logotypu.

7.3.1 Název a logotyp

Název Aquion je odvozený od slova „aqua“, jelikož se jedná o čistící stroj pracující s vodou. Zároveň jsou barvy variant robotů laděné do odstínu modré (nebo fialové), které mají k vodě blízko.

Logo a jeho barevné zpracování je důležité pro identitu značky. Logo je tvořené počátečním písmenem značky Aquion, které vychází z tvaru robotu a jeho charakteristickými vizuálními prvky jako je zkosená konvexně tvarovaná vrchní plošina. Nejedná se o písmeno žádného fontu, ale obrysem siluety výrobku, ve kterém jde vidět pruh naznačující dynamický tvar základy simulující otočení.



Obrázek 7-5 Logotyp značky Aquion

Pro název firmy pod logem byl zvolen font Berlin Sans FB Demi, které svým zaoblením připomíná kapky vody.



Obrázek 7-6 Logotyp a značky Aquion

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Psychologická funkce je pro automatizovaný čistící robot zásadní kvůli jeho působení v prostorech, kde se setkává s lidmi. Jeho vzhled je klíčový pro vytvoření vztahu mezi strojem a uživatelem, neboť musí být vizuálně přívětivý, aby budil v zákaznících důvěru. Stroje, které se nachází na trhu, se snaží nabýt důvěryhodnosti pomocí displeje, který simuluje tvář, avšak estetické prvky vypadají těžkopádně a roboticky. Oproti těmto modelům se finální produkt vyznačuje jednoduchým zevnějškem, který se hodí do minimalistického trendu tohoto století.

Cílový design se snaží působit na okolí přívětivě pomocí svých světle-šedých barev, zaobleným hranám a čtvercové základně, která se zužuje do tvaru kruhu pomocí simulace dynamického zatočení. Nekonvenční tvar a barva působí vizuálně líbivě a neškodně, jelikož se jeho minimalistický vzhled odlišuje od tmavého technického robota. Tato skutečnost má kladný efekt na zákazníky, jelikož podporuje myšlenku bezpečnosti produktu v jejich přítomnosti.

8.2 Sociální funkce

Typy těchto zařízení nejsou pro svou cenu dostupné široké veřejnosti. Jedná se o pomocníky na úklid do komerčních prostorů firem s větším obrátem, avšak kvůli jejich styku s okolím je vzhled robota klíčový. Finální návrh napomáhá adaptaci v prostředí, jelikož nevypadá jako klasický robot, tudíž se snadněji začlení do prostoru.

Sociálně zajímavá je i přítomnost jediného displeje a červeného tlačítka pro nouzové vypnutí. Tyto dva elementy působí na své okolí intuitivně, čímž demonstrují jednoduchost ovládání robota. Tento aspekt hraje klíčovou roli při výběru vybavení, jelikož pro jeho obsluhu není potřeba žádného školení. Stroj je autonomní, avšak je nutné se starat o jeho údržbu, která závisí na čištění kartáčů a výměně vody v nádržích. Robot sám rozpozná stav své baterie a je schopný sám zajet do nabíjecího depa.

Nádrž na vodu šetření vody při umývání povrchů lidskou rukou. Taktéž jeho šetrné kartáče neopotřebovávají uklizenou plochu, díky čemuž nepřímou napomáhají delší životnosti povrchů.

8.3 Ekonomická funkce

Přítomnost robotu na pracovišti vytváří novou pracovní příležitost pro jeho obsluhu. Zároveň je ekonomicky výhodná pro zaměstnavatele, jelikož se díky ní sníží náklady na lidskou práci. Ruční úklid ploch je časově náročný a probíhá před či po ukončení provozu, ale robotický čistič může čistit povrchy i během dne.

Životnost produktu může být zároveň prodloužená vyměnitelnou baterkou, která je lehce přístupná po odklopení vrchního víka robotu. Není tedy potřeba kupovat nový model, pouze vyměnit baterii.

8.4 Marketingová analýza

Tento robot se zaměřuje na inovativní přístup v oblasti čištění menších až středních ploch. Produkt byl navržen, aby byl svým vzhledem odlišitelný od ostatních autonomních čistících robotů na trhu.

Inovativní vzhled robotu je silná stránka, jelikož se významně odlišuje od konkurence, která sází na více robotický vizuál produktu. Příjemná kombinace barev dodává robotu na důvěryhodnosti, čímž lépe zapadne do prostředí.

Jeho vzhled je stejně tak i slabou stránkou, jelikož jeho atypický tvar postrádá rovné plochy a tím pádem bude i dražší na výrobu. Cena se bude odrážet i od lithium-iontového akumulátoru, který oplývá dlouhou životností a kvůli tomu je finančně náročnější na pořízení.

Vlastnictví produktu představuje modernizaci firmy a jejího vybavení. Jedná se o známku statusu, která dokazuje, že se firma nebojí investovat v nové technologie.

Hlavní hrozbou jsou vysoké pořizovací náklady, které by mu nemusely umožnit se dostat do širokého podvědomí spotřebitelů.

8.5 Cílová skupina

Design robotického čističe je zaměřen především na komerční prostory menší až střední velikosti, kde je schopný se orientovat v prostoru i kolem dynamických a statických překážek na trati. Cílová skupina zahrnuje firmy s vyšším obratem, které si mohou dovolit koupi produktu pro dlouhodobé ušetření lidské síly.

Jedná se o produkt, který má intuitivní ovládání a pro jeho obsluhu není zapotřebí žádné profesionální školení, což je pro širokou veřejnost ideální.

8.6 Cenová hladina

Jak již bylo zmíněno, jedná se o drahý stroj, který není vhodný do běžné domácnosti. Pro firmy s velkým obratem by byla výhodnější koupě robota nežli jeho pronájem, jak je tomu zvykem u neautonomních čistících strojů. Dle aktuálních cen na trhu by se cena produktu pohybovala okolo 500 000 Kč za kus.

9 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá designem autonomního čistícího podlahového stroje, který by byl použitelný v komerčních prostorech. Jedná se o komplexní produkt, který oplývá mnoho technologiemi. Avšak tyto technologie se ve větší míře v robotech opakují a mění se pouze vizuál produktu. Zadáni bylo složitější právě z toho důvodu, že se jednalo spíše o inovativní design než inovativní řešení.

V prvotní analýze současné produkce byly zjištěny nedostatky existujících konkurenčních výrobků v technické a převážně v designerské oblasti. Za základě této analýzy bylo vypracováno koncepční řešení, které zkoumané nedostatky pokrývá a je inovativním přínosem do rozvoje estetické stránky robotických čističů.

Nejvýraznějším problémem byla estetická stránka produktů. Na trhu se nachází příliš technické robustní modely, u kterých je vzhled podmíněn technickým řešením. Jejich těžkopádný tvar nepůsobí důvěrně na okolí. Řešením byla přívětivá barevná kombinace do modrých tónů, která budí dobrý dojem a minimalistická konstrukce, jejíž ovládání působí intuitivně a není potřeba odborného zaškolení.

Z technické stránky je problém ve velikosti industriálních strojů, které se nemohou pohybovat v užších prostorech. Tyto stroje jsem často specializované jen na jednu uklízečnou činnost, čímž je jejich koupě nevýhodná. Dalším problémem bylo, že menší stroje byly adaptabilnější na více povrchů, ale měly krátkou výdrž baterie. U výsledného modelu byla navržena střední velikost, jejíž kartáče zvládnou více úkonů najednou a jeho kapacita je optimální danému prostředí.

Výsledný produkt je kombinací technologií a jednoduchosti, která ladí s industriálním šedivým charakterem.

Celkový design splnil inovativní funkci designu se zaměřením na zpříjemnění prostředí, ve kterém se vyskytuje a snaží se eliminovat těžkopádnost konkurenčních produktů na trhu. Výsledný produkt je vhodný pro komerční (kancelářské a maloobchodní) prostory s vyšším kapitálem, které jsou ochotné investovat lithium-iontového akumulátor.

.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Cleanfix. RA660 Navi XL. *Cleanfix*. [Online] Cleanfix, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://cleanfix-robotics.com/products/ra660-navi-xl/>.
2. KIRA B 50 15330020. *KÄRCHER*. [Online] KÄRCHER, 2026. [did. 2026-23-02] <https://www.karcher.com/cz/professional/cistici-roboti-autonomni-stroje/kira-b-50-15330020.html>.
3. X6 ROVR Autonomous Floor Scrubber. *TENNANT*. [Online] TENNANT, 2026. [vid. 2026-23-02] https://www.tennantco.com/en_us/1/machines/scrubbers/product.x6-rovr.autonomous-floor-scrubber.2000140.html.
4. GAUSIUM Omnie autonomní úklidový robot. *OFFIPO.cz*. [Online] GAUSIUM, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://offipo.cz/gausium-omnie-autonomni-uklidovy-robot/>.
5. Omnie. *GAUSIUM*. [Online] GAUSIUM, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://gausium.com/products/omnie/>.
6. Gausium. Phantas. *Gausium*. [Online] Gausium, 2022. [vid. 2026-27-02] https://gausium.com/products/phantas/?_gl=1*dng8f1*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=CjwKCAJw2rrQBhBuEiwAarLWHTDTpS9ffl4oh0w06X-ttobynbHmDsfl0YnlsLXfNXpccwCEnGGtghoCN10QAvD_BwE&gbraid=0AAAAAqkQbcN4PADdD95eCgHTrRBRIy0eJ.
7. Meet Kas. *Avidbots*. [Online] Avidbots, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://avidbots.com/robots/meet-kas/>.
8. SD20. *Peppermint robotics*. [Online] Peppermint robotics, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://www.peppermintrobotics.com/north-america/products/sd20>.
9. KLEENBOT C40. *KEENON*. [Online] KEENON, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://www.keenon.com/en/product/C40/index.html>.
10. Keenon C40. *TONERONLINE*. [Online] Keenon Robotics, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://www.toner-online.cz/p/keenon-c40>.
11. HydroClean. Nilfisk SC25, 2026. *HydroClean*. [Online] Nilfisk, 2026. [vid. 2026-17-04] <https://www.hydroclean.cz/nilfisk-sc25/4337/>.
12. PUDU. PUDU CC1, . *PUDU*. [Online] PUDU Robotics, 2026. [vid. 2026-17-04] <https://www.pudurobotics.com/en/products/puduCC1>.
13. ROBOROCK QREVO EDGE S5A/5V1. *Roborock*. [Online] Roborock, 2026. [vid. 2026-23-02] <https://cz.roborock.com/pages/roborock-qrevo-edge-5v1>.
14. Prassler, E., Ritter, A., Schaeffer, C. et al. A Short History of Cleaning Robots. 9, (2000. *Autonomous Robots*. 9, 2000, stránky 211–226.

15. Michaela Beranová. Podlahová myčka. *Testado.cz*. [Online] 2025. [vid. 2026-15-03] <https://www.testado.cz/nejlepsi-podlahova-mycka/#jak-vybrat-podlahovou-mycku-pro-domacnost>.
16. Dawsongroup emc. Industrial Floor Cleaning Machines, . *Dawsongroup emc*. [Online] 2022. [vid. 2026-05-05] <https://www.dawsongroupemc.co.uk/industrial-sector/>.
17. HydroClean. Autonomní podlahový mycí stroj. *HydroClean*. [Online] HydroClean, 2026. [vid. 2026-15-05] <https://www.hydroclean.cz/slovník-pojmu/131/autonomni-podlahovy-myci-stroj/>.
18. Five Types of Floor Cleaning Machines and Their Purpose. *TENNANT*. [Online] TENNANT, 2022. [vid. 2026-18-04] https://www.tennantco.com/en_ca/blog/5-types-of-floor-cleaning-machines.html.
19. SuperCleanSG. Choosing the Best Floor Cleaning Machine for Homes & Offices 2025. *SuperCleanSG*. [Online] 2025. [vid. 2026-18-04] <https://superclean.sg/blog/choosing-the-best-floor-cleaning/>.
20. OKINfacility. Vše o automatickém úklidu. *OKINfacility*. [Online] 2026. [vid. 2026-23-03] <https://www.okinfacility.cz/vse-o-autonomnim-uklidu-jak-roboti-meni-pravidla-uklidu-ve-firmach/>.
21. SweepScrub.com. How to Choose a Floor Scrubber: Buying Guide for Businesses Trying to Improve Efficiency, . *SweepScrub.com*. [Online] 2024. [vid. 2026-20-04] <https://www.sweepscrub.com/blogs/cleaning-equipment-news/how-to-choose-a-floor-scrubber>.
22. HydroClean. Jak vybrat ten správný kartáč pro podlahový mycí stroj? *HydroClean*. [Online] 2026. [vid. 2026-29-03] <https://www.hydroclean.cz/clanek/49/jak-vybrat-ten-spravny-kartac-pro-podlahovy-myci-stroj/>.
23. Dacpol. Kapacitní dotykové obrazovky: Jak fungují a jejich využití v průmyslu. *Dacpol*. [Online] 2024. [vid. 2026-02-05] <https://www.dacpol.eu/cs/blog/post/kapacitni-dotykov-obrazovky-jak-funguji-a-jejich-vyuziti-v-prumyslu.html>.
24. Industrial Quick Search. Cleaning Brush: Types, Uses and Manufacturing. *Industrial Quick Search*. [Online] 2026. [vid. 2026-21-04] <https://www.iqsdirectory.com/articles/brush/cleaning-brush.html>.
25. Tennant. Safety Considerations for Robotic Cleaning Machines. *Tennant*. [Online] Tennat, 2021. [vid. 2026-30-04] https://www.tennantco.com/en_us/resources/resource-center/articles/safety-considerations-for-robotic-cleaning-machines.html.
26. ČSN EN ISO 3691-4. *Manipulační vozíky - Bezpečnostní požadavky a ověřování - Část 4: Průmyslové vozíky bez řidiče a jejich systémy*. 2023.
27. *SI PRO\Phantas User Manual*. Gausium. Šanghaj : Gausium, 2024. 1.

28. Performance Motion Devices. Robotic Wheel Drive. *Performance Motion Devices*. [Online] 2026. [vid. 2026-28-04] <https://www.pmdcorp.com/industries/motion-applications/robotic-wheel-drive>.
29. SICK. LIDAR SENSORS. *SICK*. [Online] 2026. [vid. 2026-27-04] <https://www.sick.com/ag/en/products/lidar-and-radar-sensors/lidar-sensors/c/g575802>.
30. Unity Simulation. What is a depth camera? *Unity Simulation*. [Online] 2023. [vid. 2026-27-04] <https://docs.unity3d.com/Simulation/manual/author/set-up-sensors/configure-a-depth-camera.html>.
31. TechNexion. RGB cameras: Definition, components, and integration. *TechNexion*. [Online] TechNexion, 2026. [vid. 2026-27-04] <https://www.technexion.com/resources/rgb-cameras/>.
32. Kärcher. Kärcher Scrubber Drier Technology. *Kärcher*. [Online] Kärcher, 2025. [C vid. 2026-27-03] <https://www.karcher-center-trafalgart.co.uk/karcher-scrubber-drier-technology>.
33. Kärcher . Kärcher Scrubber Drier Technology. *Kärcher* . [Online] Kärcher , 2026. [vid. 2026-06-04] <https://www.karcher-center-trafalgart.co.uk/karcher-scrubber-drier-technology>.
34. Safety Partners. Bezpečná práce ve skladu regálů. *Safety Partners*. [Online] 2021. [vid. 2026-02-05] <https://www.safetypartners.cz/bezpecna-prace-ve-skladu-regalu/>.
35. Analyzing & Testing. PE-LLD: Lineární polyethylen s nízkou hustotou. *Analyzing & Testing*. [Online] 2026. [vid. 2026-30-04] <https://analyzing-testing.netzsch.com/cs/polymery-netzsch-com/commodity-thermoplastics/pe-lld-polyethylene-linear-low-density>.
36. Zalito Betonem. Komplexní průvodce: Rozdíl mezi PVC a polyuretanem (PU/PUR) a jejich využití. *Zalito Betonem*. [Online] 2026. [vid. 2026-30-04] <https://zalitobetonem.cz/blog/rozdil-mezi-pvc-a-polyuretanem/>.
37. Ing. Jiří Bobek, Ph.D. *Vstřikovací formy pro zpracování termoplastů*. Brno : Code Creator, s.r.o., 2016.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 2-1 Model CLEANFIX RA660 NAVI XL [1]	15
Obrázek 2-2 Model KÄRCHER KIRA B 50 [2]	16
Obrázek 2-3 Model TENNANT X6 ROVR [3]	18
Obrázek 2-4 Model GAUSIUM OMNIE [4]	19
Obrázek 2-5 Model GAUSIUM Phantas [6].....	20
Obrázek 2-6 Model AVIDBOTS KAS [7]	21
Obrázek 2-7 Model PEPPERMINT SD 20 [8].....	22
Obrázek 2-8 Model KEENON KLEENBOT C40S [9]	23
Obrázek 2-9 Model NILFISK SC25 [11]	25
Obrázek 2-10 Model PUDU CC1 [12].....	26
Obrázek 2-11 Model ROBOROCK QREVO EDGE S5A/5V1 [13].....	27
Obrázek 2-12 Popis vnějších komponentů autonomního čistícího stroje Gausium Phantas [27]	33
Obrázek 2-13 Popis vnějších komponentů autonomního čistícího stroje Gausium Phantas [27]	35
Obrázek 2-14 Popis vnitřních komponentů Kärcher scrubberu [32]	36
Obrázek 4-1 Návrh modelu VARIANTA I	41
Obrázek 4-2 Návrh modelu VARIANTA II	42
Obrázek 4-3 Návrh modelu VARIANTA III	43
Obrázek 5-1 Pohled na stroj zezadu a zepředu.....	45
Obrázek 5-2 Pohled na tělo stroje	45
Obrázek 5-3 Nárazník stroje.....	46
Obrázek 5-4 Pohled na displej zepředu	46
Obrázek 6-1 Rozpad varianty I	48
Obrázek 6-2 Rozměrové řešení varianty I	49
Obrázek 6-3 Model ergonomie vypínání stroje	53
Obrázek 6-4 Pohled na displej a nouzové tlačítko shora	53
Obrázek 7-1 RAL Finální barevné varianty.....	57
Obrázek 7-2 RAL vedlejší barvená varianta I.....	57

Obrázek 7-3 Barvy RAL vedlejší barevné varianty II	58
Obrázek 7-4 Logotyp značky Aquion	59
Obrázek 7-5 Logotyp a značky Aquion.....	59

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 2-1 Dělení robotů podle obsluhy [17]	29
Tabulka 2-2 Typy industriálních čistících zařízení [18]	29
Tabulka 2-3 Údržba industriálního čistícího stroje [19]	30

13 ZMENŠENÝ SUMARIZAČN POSTER

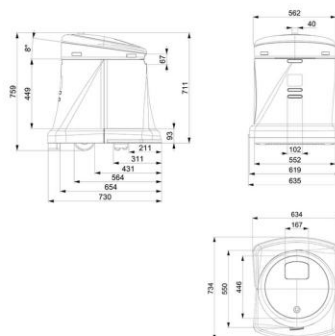


Tato bakalářská práce se zaměřuje na vytvoření nového designu autonomního robota pro čištění menších až středních industriálních ploch. Záměrem práce byl design, který kombinuje funkčnost, ergonomii, vizuální atraktivnost a zároveň působí přívětivě na okolí, ve kterém se pohybuje. Robot dokazuje, že vzhled robota nemusí být závislý na technickém řešení, jak je tomu u ostatních robotů na trhu.

ERGONOMIE



ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ



KOMPONENTY



GRAFICKÉ ŘEŠENÍ



Industriální plochy v obchodech či v kancelářích jsou ve většině případů šedivé. Z tohoto důvodu byly pro výsledný produkt vybrány jemnější barvy, které s šedou barvou ladí a zároveň nenarušují její integritu. Jelikož je název produktu vyvozován ze slova „aqua“, výsledné modely jsou laděné do odstínů modré, která má uklidňující účinky.

DESIGN AUTONOMNÍHO PODLAHOVÉHO ČISTÍČÍHO STROJE / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Filip Rabovský / Vedoucí práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2025/26



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ



ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ



odbor
průmyslového
designu

