

Možnosti využití robotických systémů v oblasti bezpečnosti

Patrik Bomboš

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Patrik Bomboš
Osobní číslo: A22213
Studijní program: B1032A020001 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Možnosti využití robotických systémů v oblasti bezpečnosti
Téma práce anglicky: Possibilities of using robotic systems in the field of security

Zásady pro vypracování

- Seznamte se s problematikou využití robotických systémů a možností jejího nasazení v bezpečnostním průmyslu.
- Definujte požadavky na robotický systém z hlediska bezpečnostního průmyslu.
- Uvedte přehled typů robotických systémů využívaných v bezpečnostním průmyslu.
- Uvedte možnosti nasazení bezpečnostních robotických systémů v souladu se současnými normami.
- Uvedte nové trendy v této oblasti.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Jazyk zpracování: **Slovenština**

Seznam doporučené literatury:

1. KÁRNÍK, Ladislav. *Využití servisních robotů v nestrojírenských aplikacích: studijní opora*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2728-5.
2. KÁRNÍK, Ladislav. *Praktické aplikace servisních robotů: studijní opora*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 2011. ISBN 978-80-248-2727-8.
3. DEL MONTE, Louis A. *Geniální zbraně: umělá inteligence a války budoucnosti*. V Praze: Vyšehrad, 2019. ISBN 978-80-7601-191-5.
4. REINHARZ, Steve. *The next frontier: How robotics are changing the security industry*. Online. Security Info Watch. 2017. Dostupné z: <https://www.securityinfowatch.com/home/article/12336956/the-next-frontier-how-robotics-are-changing-the-security-industry>. [cit. 2024-10-23].
5. *Source Security: Making the world a safer place*. Online. C2024. Dostupné z: <https://www.sourcesecurity.com/tags/robotics.html?ref=nav>. [cit. 2024-10-23]

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Navrátil, Ph.D.**
Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **11. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 11. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca skúma nasadenie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle, vrátane ich technických a kybernetických výziev, regulačných a ekonomických aspektov. Opisuje využitie robotov na monitorovanie, detekciu hrozieb a ochranu kritickej infraštruktúry, pričom sa zameriava na dodržiavanie noriem a legislatívy. Práca tiež hodnotí efektivitu a prínosy týchto technológií pre zlepšenie bezpečnosti a ochrany ľudí a majetku.

Kľúčová slova: robot, bezpečnosť, robotický systém, kybernetická bezpečnosť

ABSTRACT

This bachelor paper examines the deployment of robotic systems in the security industry, including their technical and cybersecurity challenges, regulatory and economic aspects. It describes the use of robots for monitoring, threat detection, and protection of critical infrastructure, focusing on compliance with standards and legislation. The paper also evaluates the efficiency and benefits of these technologies for enhancing safety and protection of people and property.

Keywords: robot, safety, robotic system, cybersecurity

„Dve veci sú nekonečné: vesmír a ľudská hlúposť. Ale pri vesmíre si nie som istý.“

— Albert Einstein

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 PROBLEMATIKA VYUŽITIA ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV A MOŽNOSTI ICH NASADENIA V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE	16
1.1 ROBOTICKÉ SYSTÉMY V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE	16
1.2 MOŽNOSTI VYUŽITIA ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE	17
1.3 VÝZVY A PROBLEMATIKA NASADENIA ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV	18
2 POŽIADAVKY NA ROBOTICKÉ SYSTÉMY V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE	21
2.1 ROBOTICKÉ SYSTÉMY	21
3 TYPY ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV VYUŽÍVANÝCH V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE.....	25
3.1 POZEMNÉ ROBOTICKÉ SYSTÉMY	25
3.2 LETECKÉ ROBOTICKÉ SYSTÉMY	26
3.3 PODVODNÉ ROBOTICKÉ SYSTÉMY	26
3.4 STACIONÁRNE BEZPEČNOSTNÉ SYSTÉMY	27
3.5 HUMANOIDNÉ A SERVISNÉ ROBOTY	28
3.6 KOOPERATÍVNE ROBOTICKÉ SYSTÉMY	28
4 MOŽNOSTI NASADENIA BEZPEČNOSTNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV V SÚLADE SO SÚČASNÝMI NORMAMI	30
4.1 MOŽNOSTI NASADENIA BEZPEČNOSTNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV V SÚLADE SO SÚČASNÝMI NORMAMI.....	30
4.1.1 Perimetrická ochrana.....	30
4.1.2 Ochrana pred nebezpečnými látkami	30
4.1.3 Plášťová ochrana	31
4.1.4 Ochrana verejného priestranstva	31
4.1.5 Použitie robotických systémov pri prírodných katastrofách	31
4.1.6 Prevencia a kontrola	32
5 NOVÉ TRENDY V OBLASTI BEZPEČNOSTNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV.....	33
5.1 UMELÁ INTELIGENCIA A STROJOVÉ UČENIE	33

5.2	KOOPERATÍVNE SYSTÉMY	33
5.3	INTEGRÁCIA IoT.....	33
5.4	MINIATURIZÁCIA.....	34
5.5	NOVINKY VO SVETE ROBOTIKY V BEZPEČNOSTI.....	34
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	45
6	AURORA-7	46
6.1	POPIS VÝSKUMNEJ STANICE AURORA-7.....	46
6.2	OKOLIE A INTEGRÁCIA S PROSTREDÍM	48
6.3	ROBOTICKÉ ZABEZPEČENIE VÝSKUMNEJ STANICE AURORA-7 S PODROBNÝM VYUŽITÍM	48
6.4	ZABEZPEČENIE LABORATÓRIA	51
6.4.1	Robot TALON.....	51
6.4.2	RoboteX Avatar III.....	52
6.5	ZABEZPEČENIE OBYTNÉHO MODULU	52
6.5.1	SMP Robotics S5.2.....	52
6.5.2	GuardBot	53
6.6	ZABEZPEČENIE ZÁSOBOVACIEHO SKLADU	53
6.6.1	SuperDroid LT2-F	54
6.6.2	Clearpath Robotics Husky UGV	54
6.7	SYNERGIA ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV	55
	ZÁVER.....	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
	SEZNAM OBRAZKŮ	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62

ÚVOD

V súčasnej ére technologického pokroku zohrávajú robotické systémy v bezpečnostnom priemysle kľúčovú úlohu. Poskytujú inovatívne riešenia na monitorovanie, ochranu a riadenie krízových situácií. Vďaka technológiám, ako sú senzory, kamery a umelá inteligencia, výrazne zvyšujú efektivitu a bezpečnosť operácií, minimalizujú riziká pre ľudí a zabezpečujú nepretržitý dohľad aj v náročných podmienkach.

Medzinárodné a národné normy regulujú nasadenie robotických systémov, čím zabezpečujú ich bezpečnosť, spoľahlivosť a kompatibilitu s legislatívou. Tieto normy pokrývajú rôzne aplikácie a poskytujú pokyny na integráciu systémov do bezpečnostných operácií. Robotické systémy plnia úlohy v monitorovaní perimetrov, detekcii nebezpečných látok, záchranných misiách a ochrane kritickej infraštruktúry.

Výhodou týchto systémov je autonómia, ktorá minimalizuje potrebu ľudského dohľadu. Vybavené pokročilými senzormi a technológiami na rozpoznávanie tvárí, dokážu identifikovať podozrivé správanie a okamžite odosielať hlásenia. Efektívne plnia úlohy, ktoré by boli pre ľudských operátorov nebezpečné alebo náročné.

Robotické systémy sú neoceniteľné pri detekcii a likvidácii výbušnín a nebezpečných látok. Umožňujú bezpečnú identifikáciu a neutralizáciu hrozieb bez potreby priameho zásahu ľudí. Zohrávajú dôležitú úlohu pri monitorovaní a ochrane kritickej infraštruktúry, kde pravidelne kontrolujú stav zariadení a identifikujú opotrebenie, čím predchádzajú poruchám.

Z hľadiska kybernetickej bezpečnosti čelia výzvam, pretože sú často napojené na centrálné riadiace systémy a cloudové platformy, čo zvyšuje riziko kybernetických útokov. Zabezpečenie bezpečnej komunikácie a ochrany dát je kľúčové. Šifrovanie údajov, viacfaktorová autentifikácia a pravidelné aktualizácie softvéru sú nevyhnutné.

Nasadenie robotov podlieha prísnyim regulačným normám a legislatíve. Ochrana osobných údajov, ako GDPR, obmedzuje spracovanie záznamov a vyžaduje ochranu pred neoprávneným prístupom. Dodržiavanie týchto noriem je nevyhnutné na minimalizáciu právnych rizík.

Ekonomická efektivita je ďalším faktorom. Vysoké obstarávacie a prevádzkové náklady môžu byť prekážkou, najmä pre menšie organizácie. Organizácie musia zvážiť náklady na

nákup, údržbu a školenie personálu. Investícia môže priniesť dlhodobé úspory a zvýšenie efektivity, avšak je nevyhnutné starostlivo plánovať a hodnotiť ekonomické aspekty nasadenia.

Využitie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle prináša mnohé výhody. Tieto technológie umožňujú rýchlu a presnú reakciu na hrozby, čím prispievajú k bezpečnosti a ochrane ľudí, majetku a infraštruktúr. Robotické systémy umožňujú autonómnu prevádzku a nepretržitý dohľad, čo je kľúčové pre zabezpečenie bezpečnosti v rôznych prostrediach.

V praktickej časti som sa zameral na zabezpečenie vymyslenej fiktívnej stanice s názvom Aurora-7. Išlo o zaručenie bezpečnosti a chodu stanice pomocou aplikovania čo najnovších robotických systémov.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROBLEMATIKA VYUŽITIA ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV A MOŽNOSTI ICH NASADENIA V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE

Robotické systémy v bezpečnostnom priemysle zlepšujú ochranu osôb, majetku a infraštruktúry pomocou pokročilých technológií, ako sú senzory, umelá inteligencia a automatizácia. Tieto systémy umožňujú monitorovanie, detekciu hrozieb a manipuláciu s nebezpečnými materiálmi, pričom znižujú riziko pre ľudí. Sú využívané pri ochrane kritických zariadení, záchranných operáciách či bezpečnostných kontrolách. Výzvy zahŕňajú technickú spoľahlivosť, kybernetickú bezpečnosť, legislatívu a vysoké náklady. Úspešné nasadenie vyžaduje komplexný prístup, ktorý zohľadní technické, ekonomické a regulačné faktory.

1.1 Robotické systémy v bezpečnostnom priemysle

Servisné roboty v strojárskom sektore ukazujú široké možnosti využitia, čo potvrdzujú aj aktuálne trendy vo svetovom vývoji. Na rozdiel od priemyselných robotov, ktoré sú bežne nasadzované v strojárstve, servisné roboty vykonávajú práce v náročnejších podmienkach. Primárne sú využívané v oblasti služieb, kde pomáhajú riešiť špecifické potreby ľudí alebo firiem. [1]

Rozmanitosť a úroveň kvality servisných úloh, ktoré tieto roboty vykonávajú, závisí od rôznych požiadaviek na systém. Tieto požiadavky sa odrážajú v dizajne robotov, ich výbave ako sú pohony, riadiace jednotky, senzory a schopnosť komunikovať s prostredím. Okrem toho treba zohľadniť aj množstvo faktorov ovplyvňujúcich konkrétne prostredie, ktoré má vplyv na konštrukciu robota. [1]

Servisné roboty sú využívané najmä tam, kde je prostredie pre človeka nebezpečné alebo ťažko dostupné. Príkladom môže byť monitorovanie rádioaktívneho alebo chemicky znečisteného prostredia, sopečných kráterov, oceánskeho dna, alebo aj povrchu iných planét. Mobilné servisné roboty zohrávajú dôležitú úlohu v takýchto extrémnych podmienkach. Tieto roboty dokážu monitorovať, manipulovať s objektmi alebo ich prepravovať. Často sú vybavené výmennými nástrojmi, zásobníkmi či inými modulmi, ktoré im umožňujú vykonávať úlohy ako sú transport, manipulácia, technologické operácie či zásahy v oblastiach s vysokými rizikami. [1]

1.2 Možnosti využitia robotických systémov v bezpečnostnom priemysle

Robotické systémy v bezpečnostnom priemysle predstavujú významnú inováciu, ktorá umožňuje výrazné zlepšenie efektivity a bezpečnosti. Tieto systémy sú navrhnuté tak, aby zvládali rôzne úlohy v rôznych prostrediach a podmienkach. Vďaka pokročilým technológiám, senzorom a umelej inteligencii môžu robotické systémy poskytovať komplexné riešenia na zabezpečenie rôznych oblastí. [1]

Robotické systémy sú schopné efektívne monitorovať rozsiahle oblasti, ako sú letiská, priemyselné závody, logistické centrá alebo verejné priestory. Tieto systémy sú vybavené pokročilými senzormi, kamerovými systémami a umelou inteligenciou, čo im umožňuje identifikovať podozrivé aktivity alebo neoprávnený vstup. V prípade zistenia hrozby sú roboty schopné okamžite upozorniť riadiace centrá a preniesť obrazový záznam, čo umožňuje rýchlu reakciu na potenciálne nebezpečenstvo. Nezastupiteľnou výhodou týchto systémov je ich schopnosť zabezpečiť nepretržitý dohľad aj v neprístupných alebo rizikových oblastiach, kde by bol ľudský zásah riskantný. [1]

Robotické systémy sa Využívajú napríklad pri detekcii a likvidácii výbušnín, monitorovaní rizikových oblastí, ochrane strategických objektov alebo pri kontrole hraníc. Autonómne drony, mobilné roboty či statické senzory so zabudovanou umelou inteligenciou dokážu vyhodnocovať potenciálne hrozby, zhromažďovať dáta a v prípade potreby aj samostatne zasahovať. Del Monte zároveň upozorňuje na ich obrovský prínos pri záchranných operáciách, napríklad po prírodných katastrofách, v troskách budov alebo v prostredí kontaminovanom chemickými či rádioaktívnymi látkami. [3]

V oblasti bezpečnostnej kontroly a riadenia prístupu na letiskách, vo vládnych budovách alebo priemyselných objektoch zaisťujú roboty automatizované bezpečnostné kontroly. Tieto systémy sú schopné vykonávať biometrické overovanie totožnosti, napríklad skenovanie tváří, odtlačkov prstov alebo skenovanie dúhovky. Okrem toho sú vybavené röntgenovými alebo terahertzovými systémami na skenovanie batožiny, čo umožňuje rýchlu a efektívnu kontrolu. Automatizované systémy prístupu fungujú podľa prednastavených pravidiel, čím sa minimalizuje riziko neoprávneného vstupu a zaisťuje sa vysoká úroveň bezpečnosti. [1]

Robotické systémy sú neoceniteľné pri záchranských operáciách počas prírodných katastrof. Vďaka svojej autonómii a schopnosti pracovať v extrémnych podmienkach môžu tieto systémy rýchlo a efektívne lokalizovať preživších pomocou termálnych kamier a senzorov. Dokážu tiež zabezpečiť transport zásob a techniky do postihnutých oblastí, ktoré sú ťažko dostupné alebo nebezpečné pre ľudských záchranárov. Monitorovanie nebezpečných podmienok, ako sú úniky plynov či riziko zrútenia budov, je ďalšou kľúčovou funkciou, ktorá umožňuje poskytovanie cenných informácií pre riadenie krízových situácií. [1]

V priemyselných a energetických odvetviach slúžia roboty na inšpekciu a ochranu kľúčových zariadení, ako sú elektrárne, ropovody alebo vodné priehrady. Automatizované systémy sú schopné pravidelne kontrolovať stav zariadení a identifikovať mechanické opotrebenie, čo umožňuje včasnú detekciu problémov a predchádzanie poruchám. Monitorovanie podmienok prostredia a identifikácia potenciálnych hrozieb prispievajú k minimalizácii rizík a zvyšujú spoľahlivosť prevádzky. Automatizácia procesov zároveň znižuje riziko ľudských chýb a zvyšuje efektivitu. [1]

Využitie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle prináša mnohé výhody, ktoré zvyšujú bezpečnosť, efektivitu a spoľahlivosť rôznych procesov. Tieto pokročilé technológie umožňujú rýchlu a presnú reakciu na rôzne hrozby, čím prispievajú k celkovej bezpečnosti a ochrane ľudí, majetku a kritických infraštruktúr. Navyše, robotické systémy umožňujú autonómnú prevádzku a nepretržitý dohľad, čo je kľúčové pre zabezpečenie bezpečnosti v rôznych prostrediach. [1]

1.3 Výzvy a problematika nasadenia robotických systémov

Nasadenie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle prináša so sebou rôzne výzvy, ktoré je potrebné prekonať, aby bola zabezpečená ich efektívna a bezpečná prevádzka. Tieto výzvy sa týkajú technických aspektov, kybernetickej bezpečnosti, regulačného a legislatívneho rámca, ako aj ekonomickej náročnosti. [2]

Robotické systémy musia byť vybavené spoľahlivým hardvérom a softvérom, ktorý zabezpečí ich prevádzku v reálnych podmienkach. Jedným z hlavných technických aspektov je zabezpečenie autonómie, čo znamená, že roboty musia byť schopné samostatne vykonávať úlohy bez potreby neustáleho zásahu ľudských operátorov. Ďalej je nevyhnutné,

aby senzory používané v robotických systémoch boli dostatočne presné a schopné detekovať aj tie najmenšie zmeny v prostredí. Odolnosť voči vonkajším vplyvom, ako sú extrémne teploty, vlhkosť alebo prach, je tiež kľúčová pre dlhodobú spoľahlivosť robotov. Schopnosť integrácie robotických systémov do existujúcich infraštruktúr je ďalším dôležitým aspektom, ktorý zabezpečuje, že nové technológie budú kompatibilné s aktuálnymi bezpečnostnými opatreniami a zariadeniami. [2]

Moderné robotické systémy sú často napojené na centrálné riadiace systémy a cloudové platformy, čo zvyšuje riziko kybernetických útokov. Zabezpečenie bezpečnej komunikácie a ochrany dát je kľúčové pre ich úspešné nasadenie. Šifrovanie údajov je základným opatrením na ochranu komunikácie medzi robotmi a centrálnymi systémami pred neoprávneným prístupom. Viacfaktorová autentifikácia zabezpečuje, že len oprávnení používatelia môžu pristupovať k systému a vykonávať operácie. Pravidelné aktualizácie softvéru a bezpečnostné záplaty sú nevyhnutné na ochranu proti novým typom hrozieb a zraniteľnostiam. [2]

Nasadenie robotov v bezpečnostnom priemysle podlieha prísnyim regulačným normám a legislatívnym požiadavkám. Jedným z kľúčových aspektov je ochrana osobných údajov, ktorá je upravená napríklad nariadením GDPR. Toto nariadenie obmedzuje spracovanie záznamov z kamerových systémov a vyžaduje, aby boli osobné údaje chránené pred neoprávneným prístupom a zneužitím. Robotické systémy musia byť navrhnuté a prevádzkované v súlade s týmito požiadavkami, aby bola zabezpečená ochrana súkromia a osobných údajov. Dodržiavanie legislatívy a regulačných noriem je nevyhnutné pre úspešné nasadenie robotických systémov a minimalizáciu právnych rizík. [2]

Vysoké obstarávacie a prevádzkové náklady môžu predstavovať prekážku pri nasadení robotických systémov, najmä pre menšie organizácie. Ekonomická efektivita je preto kľúčovým faktorom pri rozhodovaní o implementácii týchto technológií. Organizácie musia zvážiť náklady na nákup, inštaláciu a údržbu robotických systémov, ako aj náklady na školenie personálu a integráciu do existujúcich infraštruktúr. Na zníženie nákladov je možné využiť rôzne financovacie možnosti, ako sú dotácie, granty alebo partnerstvá s technologickými spoločnosťami. Investícia do robotických systémov môže priniesť dlhodobé úspory a zvýšenie efektivity, avšak je nevyhnutné starostlivo plánovať a hodnotiť ekonomické aspekty ich nasadenia. [2]

Výzvy a problematika nasadenia robotických systémov v bezpečnostnom priemysle sú komplexné a vyžadujú multidisciplinárny prístup. Pre úspešné nasadenie je nevyhnutné zohľadniť technické, kybernetické, legislatívne a ekonomické aspekty a zabezpečiť, aby boli všetky tieto faktory správne riadené a koordinované. Týmto spôsobom je možné zabezpečiť, že robotické systémy budú spoľahlivé, bezpečné a ekonomicky efektívne, čím prispievajú k celkovej bezpečnosti a ochrane rôznych prostredí. [2]

2 POŽIADAVKY NA ROBOTICKÉ SYSTÉMY V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE

Robotické systémy v bezpečnostnom priemysle sú navrhnuté na ochranu osôb, majetku a infraštruktúry. Ich efektívnosť spočíva v technickej spoľahlivosti, bezpečnosti, kybernetickej ochrane, odolnosti voči prostrediu, autonómii a energetickej efektívnosti.

2.1 Robotické systémy

Robotické systémy využívané v bezpečnostnom priemysle sú navrhované tak, aby efektívne chránili osoby, majetok a kritickú infraštruktúru pred rôznymi rizikami. Tieto systémy musia spĺňať komplexné požiadavky zahŕňajúce technické, legislatívne a prevádzkové aspekty. Nasledujúce body špecifikujú kľúčové oblasti a ich charakteristiky. [1]

2.1.1 Funkčná spoľahlivosť

Funkčná spoľahlivosť je základným predpokladom bezpečnostných robotických systémov. Výpadky alebo chyby v ich prevádzke môžu mať vážne dôsledky, ako je napríklad nedetekovanie hrozieb alebo nesprávna činnosť. Na zabezpečenie spoľahlivého fungovania sú moderné robotické systémy vybavené rôznymi technológiami a komponentmi, ktoré zaisťujú ich stabilitu a funkčnosť. [1]

Redundantné komponenty, ako záložné napájacie zdroje a duplikované senzory, umožňujú pokračovanie prevádzky aj v prípade zlyhania niektorej časti systému. Autokalibračné mechanizmy monitorujú stav systému a automaticky optimalizujú jeho výkon, čím zaisťujú, že systém funguje efektívne. Okrem toho sú robotické systémy vybavené pokročilými diagnostickými funkciami, ktoré umožňujú identifikáciu a odstránenie chýb. [1]

2.1.2 Bezpečnosť prevádzky

Robotické systémy musia byť navrhnuté s dôrazom na bezpečnosť, najmä ak pracujú v prostredí s prítomnosťou ľudí. Moderné systémy zahŕňajú rôzne bezpečnostné technológie, ktoré zabezpečujú ochranu nielen ľudí, ale aj samotného zariadenia. [1]

Detekcia prekážok prostredníctvom senzorov, ako sú LIDAR, infračervené senzory a kamery, umožňuje robotom reagovať na svoje okolie a predchádzať kolíziám.

Automatizované núdzové zastavenie sa aktivuje pri zistení nebezpečnej situácie, napríklad pri vstupe osoby do rizikovej zóny. Ochranné prvky, ako kryty a bezpečnostné vypínače, chránia ľudí a samotné zariadenie. [1]

2.1.3 Kybernetická bezpečnosť

Robotické systémy sú často pripojené k sieťam, čo zvyšuje riziko kybernetických útokov. Na ochranu systémov sa zavádzajú rôzne opatrenia, ktoré zabezpečujú ich kybernetickú bezpečnosť. [2]

Šifrovanie údajov chráni komunikáciu medzi robotom a centrálnym systémom pred neoprávneným prístupom. Viacfaktorová autentifikácia znižuje riziko neoprávneného prístupu a zabezpečuje, že len oprávnení používatelia majú prístup k systému. Pravidelné aktualizácie softvéru eliminujú bezpečnostné zraniteľnosti a zaisťujú, že systém je vždy aktuálny a chránený pred novými hrozbami. Modularita a škálovateľnosť. [2]

Modulárny dizajn robotických systémov umožňuje ich flexibilné prispôsobenie a rozšírenie podľa potreby. Tento prístup umožňuje jednoduchú integráciu dodatočných senzorov alebo kamier bez potreby zásadných úprav. [2]

Softvérové aktualizácie umožňujú implementáciu nových algoritmov, napríklad na pokročilú analýzu správania. Škálovateľnosť zaručuje efektívne nasadenie systému od malých objektov až po rozsiahle priemyselné areály, čo zvyšuje jeho univerzálnosť a prispôsobivosť. [2]

2.1.4 Odolnosť voči vonkajším vplyvom

Robotické systémy musia byť schopné odolávať náročným podmienkam, ako sú extrémne teploty, vlhkosť a prach. Certifikácia IP68 zabezpečuje ochranu pred vodou a prachom, čím zaisťuje, že systémy budú fungovať spoľahlivo aj v najnáročnejších prostrediach. [2]

2.1.5 Autonómna navigácia a umelá inteligencia

Moderné robotické systémy využívajúce strojové učenie dokážu mapovať neznáme prostredie a vytvárať 3D modely priestoru. Táto schopnosť je kľúčová pre autonómnu navigáciu, ktorá umožňuje robotom pohybovať sa v komplexných prostrediach bez potreby ľudského zásahu. [2]

Detekcia anomálií a predikcia hrozieb na základe historických údajov sú ďalšími dôležitými funkciami, ktoré zaisťujú proaktívnu bezpečnosť. Tieto technológie sú základom autonómnych bezpečnostných robotov a zaisťujú ich efektívnu prevádzku. [1]

2.1.6 Energetická efektivita

Efektívna správa energie je kľúčová pre dlhodobú prevádzku robotických systémov. Použitie vysokokapacitných batérií s rýchlym nabíjaním zaisťuje, že systémy môžu fungovať dlhodobo bez častých prestávok na nabíjanie. [4]

Integrácia obnoviteľných zdrojov energie, ako sú solárne panely, prispieva k energetickej udržateľnosti a znižuje prevádzkové náklady. [4]

2.1.7 Používateľská prívetivosť

Robotické systémy musia byť navrhnuté tak, aby boli jednoduché na používanie. To zahŕňa intuitívne rozhrania pre konfiguráciu a monitorovanie, ktoré umožňujú operátorom ľahko spravovať systém. [1]

Automatizované hlásenia a upozornenia na problémy zaisťujú, že operátori sú vždy informovaní o stave systému a môžu rýchlo reagovať na prípadné problémy. Norma ISO 9241 poskytuje usmernenia pre návrh ergonomických užívateľských rozhraní. [1]

2.1.8 Kompatibilita a integrácia

Robotické systémy musia byť kompatibilné s existujúcimi bezpečnostnými infraštruktúrami, čo zahŕňa integráciu s kamerovými a poplachovými systémami. Použitie štandardizovaných komunikačných protokolov, ako OPC UA a MQTT, zaisťuje bezproblémovú komunikáciu medzi rôznymi systémami. [1]

2.1.9 Regulácia a legislatíva

Prevádzka robotických systémov musí byť v súlade s právnymi normami a legislatívou. To zahŕňa certifikáciu podľa národných a medzinárodných štandardov a dodržiavanie legislatívy na ochranu osobných údajov, ako je GDPR, pri spracovaní obrazových a zvukových záznamov. [1]

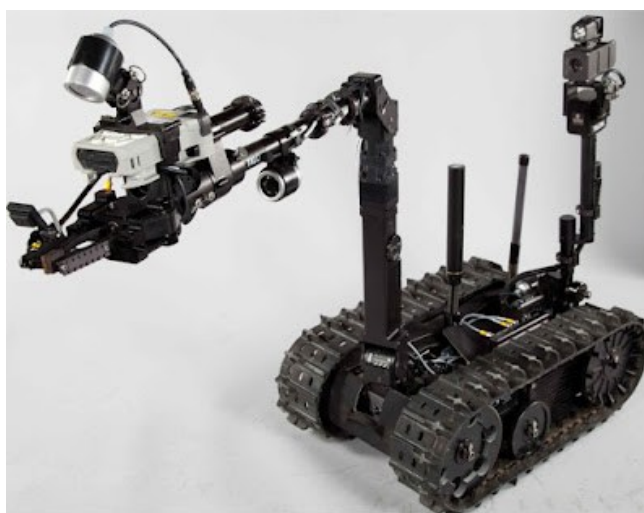
Týmto spôsobom sú zaistené vysoké štandardy bezpečnosti a ochrany údajov, ktoré sú kľúčové pre spoľahlivú prevádzku robotických systémov v rôznych prostrediach.

3 TYPY ROBOTICKÝCH SYSTÉMŮ VYUŽÍVANÝCH V BEZPEČNOSTNOM PRIEMYSLE

Bezpečnostný priemysel využíva rôznorodé robotické systémy, ktoré sa líšia svojou konštrukciou, funkčnosťou a oblasťami použitia. Tieto pokročilé technologické riešenia sú navrhnuté tak, aby plnili špecifické úlohy v rôznych prostrediach a podmienkach, čím zaisťujú optimálnu bezpečnosť a efektívnosť. Nižšie uvádzam podrobný prehľad hlavných typov robotických systémov, ktoré sú v tejto oblasti bežne využívané. [2]

3.1 Pozemné robotické systémy

Pozemné roboty sú kľúčovou technológiou pre monitorovanie, prieskum a detekciu hrozieb v rôznych prostrediach. Tieto systémy sa často využívajú na patrolovanie a monitorovanie veľkých oblastí, ako sú letiská, sklady alebo priemyselné komplexy. Vďaka špecializovaným senzorom sú schopné detekovať nebezpečné látky, napríklad výbušniny alebo chemikálie, a odstraňovať nebezpečné objekty, ako sú nastražené výbušné zariadenia. Moderné pozemné roboty využívajú technológie autonómnej navigácie, detekcie prekážok pomocou LIDARu a pokročilého spracovania obrazu, čo zaisťuje ich efektívnu a bezpečnú prevádzku. Príkladmi týchto systémov sú roboty TALON od firmy QinetiQ. [5]



Obrázok 1 TALON EOD Robot

(zdroj: Qinetiq North America has developed fifth generation of TALON EOD Robot - WAR Defence and News)

3.2 Letecké robotické systémy

Bezpilotné drony nachádzajú široké uplatnenie v bezpečnostnom priemysle vďaka svojej schopnosti vykonávať rýchle a efektívne inšpekcie veľkých oblastí. Tieto systémy sa využívajú na letecký dohľad a mapovanie, ktoré umožňuje monitorovať potenciálne hrozby z výšky. Letecké robotické systémy sú tiež neoceniteľné pri vyhľadávaní a záchrane, napríklad v prípade prírodných katastrof alebo pohrešovaných osôb. Vďaka svojej schopnosti prieskumu ťažko prístupných oblastí, napríklad horských oblastí alebo zrútených budov, poskytujú drony cenné informácie, ktoré by inak neboli dostupné. Medzi najčastejšie používané letecké roboty v bezpečnostnom priemysle patria drony DJI Matrice a špecializované prieskumné drony od spoločnosti FLIR Systems. [5]



Obrázok 2 DJI Matrice 300 RTK

(zdroj: DJI Matrice 300 RTK – Aonic Malaysia)

3.3 Podvodné robotické systémy

Podvodné roboty sú navrhnuté na prácu v náročnom prostredí pod vodou. Ich hlavnými úlohami sú inšpekcia a ochrana podvodnej infraštruktúry, ako sú ropovody, plynovody alebo prístavy. Tieto roboty sú schopné detekovať míny a iné nebezpečné objekty na dne morí a riek, čo je kľúčové pre bezpečnosť námorných operácií. Podvodné roboty sa tiež využívajú pri záchranných operáciách, napríklad pri lokalizácii stratených lodí alebo potopených lietadiel. Príkladmi týchto systémov sú roboty REMUS od spoločnosti Kongsberg Maritime. [4]



Obrázok 3 REMUS 100 AUV

(zdroj: Hydroid Introduces the New Generation REMUS 100 AUV - Kongsberg Maritime)

3.4 Stacionárne bezpečnostné systémy

Stacionárne robotické systémy, ako sú robotické veže alebo autonómne kamery, sú využívané na monitorovanie citlivých miest, napríklad vstupov do areálov alebo skladovacích priestorov. Tieto systémy sú vybavené umelou inteligenciou, ktorá analyzuje obrazové a zvukové signály na automatické detekovanie narušiteľov. V prípade detekcie hrozby tieto systémy aktivujú zvukové a svetelné alarmy a zabezpečujú interakciu s narušiteľmi prostredníctvom hlasového varovania alebo nasadenia ochranných prostriedkov. Systémy, ako sú robotické veže od spoločnosti Robotic Assistance Devices, zabezpečujú nepretržité monitorovanie a okamžitú reakciu na hrozby. [5]



Obrázok 4 RIO 360

(zdroj: RIO 180 & RIO 360 | Robotic Assistance Devices (RAD))

3.5 Humanoidné a servisné roboty

Humanoidné roboty a servisné systémy sú navrhnuté pre priamu interakciu s ľuďmi. V bezpečnostnom priemysle plnia úlohy, ako sú pomoc pri evakuácii, navigácia osôb počas krízových situácií, zabezpečenie prístupu pomocou biometrických údajov a informovanie verejnosti. Príkladom takéhoto systému je robot Pepper od SoftBank Robotics, ktorý môže komunikovať s ľuďmi a poskytovať dôležité informácie v reálnom čase. [4]



Obrázok 5 Pepper

(zdroj: Meet Pepper: The Robot Built for People | SoftBank Robotics America)

3.6 Kooperatívne robotické systémy

Kooperatívne roboty, známe aj ako coboty, sú navrhnuté na spoluprácu s ľuďmi v reálnom čase. V bezpečnostnom priemysle môžu asistovať pracovníkom bezpečnostných služieb, napríklad pri kontrole batožiny alebo osôb, a spolupracovať pri manipulácii s nebezpečnými materiálmi, ako sú výbušniny alebo chemikálie. Príkladom takýchto cobotov sú roboty od Universal Robots, ktoré sú využívané v bezpečnostných a priemyselných aplikáciách. [4]



Obrázok 6 Cobot UR10e

(zdroj: UR10e)

4 MOŽNOSTI NASADENIA BEZPEČNOSTNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMOV V SÚLADE SO SÚČASNÝMI NORMAMI

Nasadenie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle je regulované normami, ktoré zaisťujú bezpečnosť, spoľahlivosť a kompatibilitu s legislatívnymi požiadavkami. Tieto systémy sú navrhnuté na ochranu ľudí a majetku, efektívne riadenie krízových situácií a podporu bezpečnostných operácií.

4.1 Možnosti nasadenia bezpečnostných robotických systémov v súlade so súčasnými normami

Nasadenie robotických systémov v bezpečnostnom priemysle je čoraz viac regulované medzinárodnými a národnými normami, ktoré zabezpečujú bezpečnosť, spoľahlivosť a kompatibilitu týchto technológií s legislatívnymi požiadavkami. Tieto normy pokrývajú široké spektrum aplikácií a poskytujú jasné pokyny pre integráciu robotických systémov do bezpečnostných operácií. Nasledujúce texty predstavujú hlavné oblasti nasadenia bezpečnostných robotických systémov v súlade s príslušnými normami. [1]

4.1.1 Perimetrická ochrana

Robotické systémy sú široko využívané na ochranu perimetrov a monitorovanie kritickej infraštruktúry, ako sú elektrárne, letiská, sklady alebo vojenské základne. Moderné robotické systémy môžu autonómne patrolovať oblasti s detekciou pohybu a identifikáciou narušiteľov. Tieto systémy sú schopné sledovať a zaznamenávať udalosti pomocou kamier a senzorov s podporou umelej inteligencie, čo umožňuje presnú analýzu situácií a rýchlu reakciu na potenciálne hrozby. Robotické systémy môžu komunikovať s centrálnym dispečingom prostredníctvom štandardizovaných protokolov, ako je OPC UA, čo zabezpečuje efektívnu koordináciu a riadenie bezpečnostných operácií. Táto aplikácia je regulovaná normami ČSN EN 50518, ktoré stanovujú požiadavky na dohľadové a poplachové centrá, a ČSN EN ISO 10218-1, ktorá upravuje bezpečnosť robotov pri spolupráci s ostatnými zariadeniami. [1], [32], [33]

4.1.2 Ochrana pred nebezpečnými látkami

Robotické systémy sa široko používajú pri zneškodňovaní nástražných výbušných zariadení a manipulácii s nebezpečnými látkami. Tieto systémy môžu identifikovať hrozby pomocou

multispektrálnych senzorov, ktoré detegujú chemické alebo biologické nebezpečenstvo. Bezpečná manipulácia s výbušninami je možná prostredníctvom diaľkovo ovládaných ramenových mechanizmov, ktoré umožňujú presné a bezpečné zneškodnenie hrozieb. Automatizácia transportu nebezpečných materiálov do bezpečných oblastí je ďalšou kľúčovou funkciou týchto systémov. Použité technológie musia byť v súlade s normami IEC 60079, ktoré upravujú prevádzku zariadení v prostrediach s nebezpečenstvom výbuchu, a ČSN EN ISO 13849-1, ktorá špecifikuje požiadavky na bezpečnostné funkcie strojových zariadení. [1], [34]

4.1.3 Plášťová ochrana

Robotické systémy nasadené na vstupe do budov, letísk alebo iných chránených priestorov umožňujú automatizované kontroly osôb a batožiny s využitím röntgenových alebo terahertzových systémov. Tieto technológie poskytujú rýchlu a presnú detekciu nebezpečných predmetov, ako sú zbrane alebo výbušniny, na základe databáz známych hrozieb. Biometrické overovanie totožnosti, napríklad pomocou rozpoznávania tváří, odtlačkov prstov alebo skenovania očnej dúhovky, zaisťuje vysokú úroveň bezpečnosti a eliminuje riziko neoprávneného vstupu. Tieto aplikácie sú v súlade s normami ČSN EN 62676, ktoré pokrývajú videosystémy na dohľad, a ČSN EN ISO/IEC 27001, ktorá sa zameriava na ochranu citlivých údajov. [1], [35]

4.1.4 Ochrana verejného priestranstva

V oblastiach, ako sú stanice, obchodné centrá alebo mestské parky, sa robotické systémy využívajú na bezpečnostný dohľad. Tieto systémy sú schopné priebežného sledovania pohybu osôb a identifikácie podozrivého správania, čo umožňuje rýchlu a efektívnu reakciu na potenciálne hrozby. Robotické systémy môžu okamžite hlásiť incidenty bezpečnostným zložkám a zabezpečovať interakciu s verejnosťou, napríklad informovanie o evakuačných trasách alebo poskytovanie pokynov počas krízových situácií. Normy, ako je ČSN EN 50132-7, stanovujú požiadavky na návrh a prevádzku systémov videosledovania, ktoré sú bežne integrované do týchto robotických systémov. [1], [36]

4.1.5 Použitie robotických systémov pri prírodných katastrofách

Robotické systémy hrajú kľúčovú úlohu pri vyhľadávaní a záchrane počas prírodných katastrof, ako sú zemetrasenia, povodne alebo požiare. Tieto systémy môžu vyhľadávať

preživších pomocou termálnych kamier a senzorov na detekciu pohybu. Sú schopné prevádzať zásoby a techniku do neprístupných alebo nebezpečných oblastí, čím podporujú záchranné operácie a minimalizujú riziko pre ľudských záchranárov. Robotické systémy tiež monitorujú podmienky prostredia, napríklad koncentráciu nebezpečných plynov alebo riziko ďalších zrútení budov, čo umožňuje efektívne riadenie krízových situácií. Tieto systémy musia byť v súlade s normami ISO 22320, ktoré definujú požiadavky na riadenie krízových situácií, a ČSN EN 61000-6, ktorá stanovuje požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu zariadení. [1], [37]

4.1.6 Prevencia a kontrola

V priemyselnom prostredí sú robotické systémy využívané na ochranu a inšpekciu kritickej infraštruktúry, napríklad ropných plošín, plynovodov alebo elektrární. Tieto systémy môžu pravidelne kontrolovať infraštruktúru na známky opotrebovania alebo poškodenia, čo umožňuje včasnú identifikáciu problémov a predchádzanie poruchám. Robotické systémy sú schopné monitorovať a analyzovať údaje o prevádzke v reálnom čase, čo zaisťuje efektívnu prevádzku a minimalizuje riziko výpadkov. Nepretržitá ochrana je zabezpečená prostredníctvom stacionárnych kamier alebo mobilných hliadkových systémov, ktoré monitorujú kritické oblasti a rýchlo reagujú na hrozby. Normy, ako je IEC 61508, upravujú požiadavky na bezpečnostné systémy spojené s elektrickými a elektronickými technológiami v priemysle. [2], [38]

Nasadenie bezpečnostných robotických systémov v súlade so súčasnými normami zabezpečuje vysokú úroveň ochrany a efektivity v rôznych aplikáciách. Tieto systémy poskytujú spoľahlivé a presné riešenia, ktoré zvyšujú bezpečnosť ľudí a majetku, zaisťujú nepretržitú ochranu a podporujú efektívne riadenie krízových situácií.

5 NOVÉ TRENDY V OBLASTI BEZPEČNOSTNÝCH ROBOTICKÝCH SYSTÉMŮ

Moderné bezpečnostné roboty čoraz viac využívajú pokročilé technológie, ako je umelá inteligencia, kooperatívne systémy, integrácia IoT, miniaturizácia a ďalšie novinky v robotike. Tieto trendy zásadne menia spôsob, akým sa vykonávajú bezpečnostné operácie, zvyšujú efektivitu a rozširujú možnosti aplikácií.

5.1 Umelá inteligencia a strojové učenie

Umelá inteligencia sa stáva jedným z kľúčových prvkov moderných bezpečnostných robotov. Vďaka algoritmom strojového učenia sú tieto systémy schopné analyzovať veľké objemy dát v reálnom čase, identifikovať potenciálne hrozby a vykonávať prediktívne analýzy rizík. Technológia hlbokého učenia umožňuje robotom zlepšovať svoje schopnosti prostredníctvom neustálej adaptácie na nové situácie a prostredie. Tieto systémy sú napríklad využívané na rozpoznávanie tvárí alebo na identifikáciu neobvyklého správania v dave. [5]

5.2 Kooperatívne systémy

Spolupráca medzi robotmi umožňuje pokrytie väčších oblastí a efektívnejšie vykonávanie bezpečnostných operácií. Koncept tzv. „roje robotov“, inšpirovaný kolektívnym správaním v prírode, napríklad u mravcov, umožňuje koordináciu a zdieľanie úloh medzi viacerými zariadeniami. Tieto systémy nachádzajú uplatnenie najmä pri monitorovaní rozsiahlych oblastí, ako sú letiská, priemyselné areály alebo štátne hranice. [5]

5.3 Integrácia IoT

Prepojenie robotických systémov s ďalšími prvkami IoT zvyšuje ich schopnosti v oblasti detekcie a reakcie. Roboty môžu komunikovať s bezpečnostnými kamerami, senzormi alebo alarmami, čo umožňuje rýchlejšie zdieľanie dát a presnejšiu reakciu na incidenty. Napríklad senzory detekujúce nebezpečné látky môžu okamžite upozorniť patrolujúcich robotov na miesto incidentu. [4]

5.4 Miniaturizácia

Vývoj nových materiálov a technológií umožňuje miniaturizáciu robotov, čo je zásadné pre ich využitie v nebezpečných alebo ťažko prístupných prostrediach. Mikro-roboty, ako sú drony určené na detekciu chemických látok, dokážu operovať v úzkych priestoroch alebo v prostredí, ktoré je pre človeka neprístupné, napríklad v zamorených zónach. [5]

5.5 Novinky vo svete robotiky v bezpečnosti

5.5.1 Knightscope K5

Knightscope K5 je autonómny robotický strážca, navrhnutý na monitorovanie veľkých plôch, ako sú obchodné centrá, parkoviská a kancelárske komplexy. Robot je vybavený pokročilými senzormi, kamerami a technológiou rozpoznávania tvárí, čo mu umožňuje identifikovať podozrivé správanie a okamžite odosielať hlásenia bezpečnostným tímom. Jeho autonómne schopnosti minimalizujú potrebu ľudského dohľadu a zabezpečujú nepretržitú stráž. Knightscope K5 má výšku 152 cm a hmotnosť 180 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 5 km/h a jeho batéria vydrží až 24 hodín na jedno nabitie. Senzory zahŕňajú 360° kamery, LIDAR, termálnu kameru a mikrofóny, čo umožňuje komplexné monitorovanie. [6]



Obrázok 7 KnightscopeK5

(zdroj: K5 Autonomous Security Robot | Knightscope)

5.5.2 Atlas (Boston Dynamics)

Atlas je humanoidný robot vyvinutý spoločnosťou Boston Dynamics, navrhnutý pre záchranné misie a prieskum v nebezpečných podmienkach. Vďaka pokročilým pohybovým algoritmom dokáže prekonávať zložitý terén, manipulovať s predmetmi a dokonca vykonávať akrobatické pohyby. Jeho vysoká mobilita a autonómna navigácia ho robia nepostrádateľným v krízových situáciách, ako je záchrana obetí z trosiek. Atlas má výšku 150 cm a hmotnosť 89 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 1,5 m/s a je napájaný lithiumpolymerovou batériou. Nosnosť je až 11 kg a systémy zahŕňajú stereoskopické kamery, LIDAR a pokročilé pohybové algoritmy. [7]



Obrázok 8 Atlas

(zdroj: Atlas | Boston Dynamics)

5.5.3 GuardBot

GuardBot je unikátny guľovitý robot schopný pohybu po zemi aj na vode. Tento robot je navrhnutý pre hraničné hliadky a monitorovanie kritických lokalít. Vďaka svojej sférickej konštrukcii je odolný voči nepriaznivým podmienkam a schopný pohybu v obtiažnom teréne. GuardBot možno vybaviť kamerami, senzormi a dokonca detekčnými systémami pre chemické látky. Robot má priemer 60 cm a hmotnosť 15 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 9 km/h na zemi a 5 km/h vo vode. Je napájaný lithiumpolymerovou batériou s výdržou 8 hodín. Senzory zahŕňajú 360° kameru, IR kameru a detektory chemických látok. [8]



Obrázok 9 Guardbot

(zdroj: GuardBot Inc. – Spherical Robotics Vehicle Systems)

5.5.4 DroneHunter

DroneHunter je špecializovaný dron určený na detekciu a neutralizáciu nelegálnych dronov, čo je kľúčové na letiskách a v citlivých oblastiach. Tento dron je vybavený sieťou na zachytávanie cudzích dronov a pokročilým radarovým systémom. Po identifikácii hrozby zasiahne s presnosťou a minimalizuje riziká pre okolie. DroneHunter má rozpätie krídel 1,8 m a hmotnosť 10 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 120 km/h a batéria má výdrž 45 minút. Detekčné systémy zahŕňajú radary, optické kamery a AI analýzu. [9]

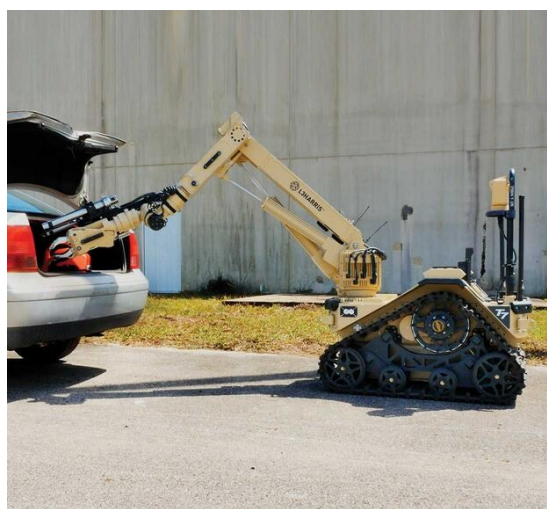


Obrázok 10 DroneHunter

(zdroj: DroneHunter® F700 | CCTV-Systems)

5.5.5 T7 Explosive Ordnance Disposal Robot

T7 je robot navrhnutý pre manipuláciu s výbušninami a prácu v nebezpečných zónach. Tento robot sa vyznačuje intuitívnym ovládaním a robustným dizajnom, vďaka ktorému zvláda zložité operácie v rôznych podmienkach. Je vybavený pokročilými kamerovými systémami, ktoré poskytujú operátorom detailný prehľad o situácii. Vďaka modulárnej konštrukcii možno T7 prispôbiť rôznym typom misií. Robot má dĺžku 85 cm a hmotnosť 325 kg. Nosnosť je 75 kg a je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou až 10 hodín. Ovládanie je diaľkové s dosahom až 1 km. Senzory zahŕňajú HD kamery a infračervené senzory. [10]



Obrázok 11 T7 Explosive Ordnance Disposal Robot

(zdroj: T7™ Multi-Mission Robotic System | L3Harris® Fast. Forward.)

5.5.6 Spot (Boston Dynamics)

Spot je štvornohý robot, ktorý sa stal ikonou robotickej mobility. Je určený na inšpekcie, prieskum a prepravu nákladu v ťažko dostupných oblastiach. Spot je schopný autonómneho pohybu a je kompatibilný s rôznymi modulmi, ako sú termokamery alebo LIDAR senzory, čo ho robí všestranným pomocníkom v priemysle a bezpečnostných aplikáciách. Spot má výšku 84 cm a hmotnosť 32 kg. Nosnosť je až 14 kg a dosahuje maximálnu rýchlosť 5,6 km/h. Je napájaný batériou s výdržou až 90 minút. Systémy zahŕňajú stereo kamery, LIDAR a adaptívny pohybový algoritmus. [11]



Obrázok 12 Spot

(zdroj: Spot | Boston Dynamics)

5.5.7 Bluefin-21

Bluefin-21 je autonómne podvodné vozidlo určené na hĺbkové prieskumy a mapovanie. Tento robot je široko využívaný pri hľadaní čiernych skriniek a podmorských objektov. Vďaka pokročilým sonarovým a kamerovým systémom dokáže presne analyzovať podmorské prostredie a poskytovať detailné údaje. Bluefin-21 má dĺžku 4,93 m a hmotnosť 750 kg. Maximálna hĺbka je 4 500 m a maximálna rýchlosť 5,8 km/h. Prevádzková doba je až 25 hodín. Systémy zahŕňajú sonary, HD kamery a navigáciu INS. [12]



Obrázok 13 Bluefin-21

(zdroj: Bluefin-21 Unmanned Underwater Vehicle (UUV) - General Dynamics Mission Systems)

5.5.8 Cobalt Robotics

Cobalt Robotics je stacionárny robot navrhnutý na monitorovanie kancelárskych a priemyselných priestorov. Tento robot je vybavený pokročilými senzormi a kamerami, ktoré

mu umožňujú detekovať anomálie, ako sú požiare, netesnosti alebo nezvané osoby. Robot je navyše prepojený s ľudským operátorom, čo zabezpečuje rýchlu reakciu na incidenty. Cobalt Robotics má výšku 150 cm a hmotnosť 50 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 3 km/h a je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou 8 hodín. Sensory zahŕňajú termokamery, mikrofóny a detektory pohybu. [13]



Obrázok 14 Cobalt Robotics

(zdroj: Cobalt Robotics Introduces a (Mostly) Autonomous Mobile Security Robot - IEEE Spectrum)

5.5.9 RoboGuard

RoboGuard je autonómny robotický systém navrhnutý na bezpečnostné patroly a detekciu pohybu. Vďaka pokročilým kamerovým a senzorovým technológiám dokáže RoboGuard presne identifikovať podozrivé objekty a okamžite upozorniť na potenciálne hrozby. Je vhodný na použitie vo verejných priestoroch, letiskách alebo vojenských základniach. RoboGuard má výšku 120 cm a hmotnosť 80 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 6 km/h a je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou až 12 hodín. Systémy zahŕňajú termokamery, 360° HD kamery a senzorové rozpoznávanie zvuku. [14]



Obrázok 15 RoboGuard

(zdroj: RoboGuard Haven: Automated Security Marvel – All IT Information)

5.5.10 Seascan MK2

Seascan MK2 je pokročilý podvodný robot určený na inšpekciu podmorských konštrukcií, ako sú ropné plošiny, lode alebo podvodné káble. Robot je vybavený vysoko citlivými sonarmi a kamerami pre detailnú analýzu. Vďaka kompaktnej veľkosti je ideálny na prácu v úzkych a ťažko prístupných priestoroch. Seascan MK2 má dĺžku 2,5 m a hmotnosť 120 kg. Dosahuje maximálnu hĺbku 300 m a maximálnu rýchlosť 4 km/h. Je napájaný lithium-iontovou batériou s prevádzkovou dobou až 8 hodín. Systémy zahŕňajú multibeam sonar, HD kameru a stabilizačný systém. [15]



Obrázok 16 Seascan MK2

(zdroj: Seascan - Geo-matching)

5.5.11 SwarmBot

SwarmBot je inšpirovaný princípmi kolektívneho správania v prírode, najmä u mravcov. Tento robotický systém je navrhnutý na koordinované operácie v skupinách. SwarmBot môže byť nasadený v oblastiach, ako je prieskum terénu, pátracie a záchranné misie alebo monitorovanie životného prostredia. Každý robot funguje autonómne, ale spolupracuje v rámci celého roja. SwarmBot má rozmery 30x30x20 cm a hmotnosť 5 kg. Dosahuje výdrž batérie až 4 hodiny. Komunikačný systém zahŕňa Wi-Fi alebo mesh sieť. Senzory zahŕňajú ultrazvukové senzory, kamery a infračervené senzory. [16]



Obrázok 17 SwarmBot

(zdroj: Home - IEEE Robotics and Automation Society)

5.5.12 Talon

Talon je kompaktný robot určený na vojenské a záchranné misie. Jeho robustná konštrukcia mu umožňuje pohyb v náročnom teréne, manipuláciu s výbušninami a prieskum nebezpečných oblastí. Robot je často využívaný v armáde a políciou pre jeho spoľahlivosť a flexibilitu. Talon má rozmery 86x63x42 cm a hmotnosť 50 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 8 km/h a je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou až 7 hodín. Nosnosť je až 45 kg a systémy zahŕňajú HD kamery, infračervené senzory a manipulátor s dosahom 2 m. [17]



Obrázok 18 Talon

(zdroj: *TALON Tracked Military Robot - Army Technology*)

5.5.13 PackBot

PackBot je modulárny robot určený na pátracie, prieskumné a záchranné operácie. Vyznačuje sa rýchlym nasadením, odolnosťou a možnosťou prenášania širokého spektra nástrojov. Jeho hlavnou výhodou je flexibilita a schopnosť operovať v nebezpečných oblastiach, napríklad pri likvidácii výbušnín alebo prieskume zamorených priestorov. PackBot má dĺžku 70 cm a hmotnosť 18 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 8,3 km/h a nosnosť až 20 kg. Je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou 4–8 hodín. Systémy zahŕňajú HD kamery, infračervené senzory a detektory chemických látok. [18]



Obrázok 19 PackBot

(zdroj: *PackBot - ROBOTS: Your Guide to the World of Robotics*)

5.5.14 ReconScout XT

ReconScout XT je miniatúrny robot určený na prieskum v ťažko prístupných oblastiach. Vďaka svojim kompaktným rozmerom a nízkej hmotnosti je ideálny na vojenské a bezpečnostné operácie, ako je prehľadávanie budov alebo detekcia hrozieb v malých priestoroch. Robot je vybavený pokročilým kamerovým systémom a tichým pohonom, čo umožňuje jeho diskrétné použitie. ReconScout XT má rozmery 20x9x7 cm a hmotnosť 1,3 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 1,5 m/s a je napájaný lithium-iontovou batériou s výdržou až 90 minút. Systémy zahŕňajú HD kameru, odolný podvozok a diaľkové ovládanie s dosahom 100 m. [19]



Obrázok 20 ReconScout XT

(zdroj: ReconRobotics Introduces Recon Scout XT Reconnaissance Robot - ReconRobotics)

5.5.15 Robird

Robird je robotický dravec určený na odstrašenie vtákov z letísk, poľnohospodárskych polí alebo priemyselných zón. Tento robot je navrhnutý tak, aby svojím vzhľadom aj pohybmi napodobňoval skutočného dravca, čím efektívne odpudzuje vtáctvo. Robird je ekologicky šetrným riešením na minimalizáciu konfliktov medzi ľuďmi a voľne žijúcimi zvieratami. Robird má rozpätie krídel 1,2 m a hmotnosť 1,6 kg. Dosahuje maximálnu rýchlosť 80 km/h a je napájaný elektrickým pohonom s výdržou 30 minút. Systémy zahŕňajú GPS navigáciu a automatické ovládanie.[20]



Obrázok 21 Robird

(zdroj: RoBird® (Wildlife Management) - Aerium Analytics)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 AURORA-7

Fiktívna výskumná stanica Aurora-7 je vrcholom moderného technologického pokroku, navrhnutá na vykonávanie pokročilého environmentálneho a technologického výskumu. Tento špičkový komplex sa nachádza na odľahlom ostrove, ďaleko od civilizácie, čo umožňuje realizovať experimenty v izolovanom prostredí bez vonkajších rušivých vplyvov. Táto unikátna poloha tiež poskytuje príležitosť na skúmanie prírodných procesov a testovanie technologických aplikácií v extrémnych podmienkach. Stanica Aurora-7 spája moderný architektonický dizajn s inovatívnymi technologickými riešeniami, ktoré zabezpečujú jej autonómiu, bezpečnosť a efektivitu. Projekt stanice vznikol vďaka spolupráci medzi poprednými výskumnými inštitúciami, technologickými spoločnosťami a environmentálnymi organizáciami, s cieľom podporiť interdisciplinárny výskum. Výskum na stanici je zameraný na riešenie klimatických zmien, vývoj obnoviteľných zdrojov energie a pokročilých autonómnych technológií. Bezpečnosť stanice Aurora-7 bola navrhnutá s ohľadom na kritickú povahu experimentov a citlivosť zhromažďovaných dát. Zabezpečenie stanice sa opiera o pokročilé robotické systémy, ktoré zaisťujú fyzickú ochranu, nepretržité monitorovanie a kybernetickú bezpečnosť. Tieto systémy pracujú v synergii, čím zaisťujú efektívne automatizované reakcie na rôzne hrozby, znižujú riziko pre ľudský personál a optimalizujú využitie zdrojov na základe aktuálnych analýz hrozieb. Vďaka týmto pokročilým technologickým riešeniam je stanica Aurora-7 schopná fungovať autonómne a bezpečne, čo je nevyhnutné pre dlhodobý výskum a vývoj v extrémnych podmienkach. Zároveň táto stanica poskytuje dôležité údaje a poznatky, ktoré prispievajú k pokroku vo výskume klimatických zmien, obnoviteľných zdrojov energie a autonómnych technológií.

6.1 Popis výskumnej stanice Aurora-7

Stanica je rozdelená do štyroch hlavných funkčných zón:

Laboratórium

Laboratórium je srdcom stanice a obsahuje moderné vybavenie potrebné na realizáciu špičkových experimentov. Je vybudované s dôrazom na modularitu, čo umožňuje prispôbiť priestor rôznym výskumným projektom. Veľké presklené steny poskytujú dostatok prirodzeného svetla a zároveň umožňujú kontrolovaný výhľad na okolie, čo je

dôležité pre environmentálne štúdie. Laboratórium je vybavené zariadeniami na chemickú analýzu, biotechnologické experimenty a testovanie nových technológií.

Obytný modul

Obytný priestor je navrhnutý tak, aby poskytoval výskumníkom pohodlie aj pri dlhodobom pobyte. Obsahuje moderné obytné jednotky s ergonomickým vybavením, spoločenské miestnosti, kuchyňu a oddychové zóny. Obytný modul je energeticky sebestačný vďaka integrovaným solárnym panelom na streche a využíva inteligentné systémy na riadenie klímy.

Zásobovací sklad

Sklad zabezpečuje bezpečné uloženie zásob, vzácných materiálov a technického vybavenia. Tento priestor je chránený automatizovanými bezpečnostnými dverami s biometrickým prístupovým systémom. Regálové systémy sú optimalizované na uloženie veľkého množstva materiálov pri minimalizovaní priestorových nárokov. Sklad taktiež obsahuje záložné energetické jednotky a kritické komponenty pre autonómne systémy stanice.

Energetický modul

Energetická zóna stanice obsahuje solárne panely, veterné turbíny a batériové systémy na ukladanie energie. Táto kombinácia zabezpečuje energetickú autonómiu stanice aj v prípade nepriaznivých poveternostných podmienok. Modul je vybavený riadiacim systémom, ktorý optimalizuje spotrebu energie a dokáže v reálnom čase reagovať na výpadky alebo preťaženie systému.



Obrázok 22 Návrh výskumnej stanice

(zdroj: OpenAI's legacy image generation model. - DALL-E)

6.2 Okolie a integrácia s prostredím

Stanica je zasadená do prirodzeného prostredia odláhlého ostrova, čo jej poskytuje izoláciu potrebnú na nerušené vykonávanie výskumu. Okolie stanice je bohaté na biodiverzitu, čo umožňuje realizáciu štúdií zameraných na ekosystémy, klímu a ich vzájomné interakcie. Vysoké útesy, husté lesy a skalnatý terén zároveň predstavujú prirodzenú bariéru pred neoprávneným vstupom.

6.3 Robotické zabezpečenie výskumnej stanice Aurora-7 s podrobným využitím

Robotické systémy použité na zabezpečenie výskumnej stanice Aurora-7 sú optimalizované pre špecifické úlohy, ktoré spolu vytvárajú integrovaný bezpečnostný ekosystém. Každý robot má presne definovanú úlohu, ktorá zohľadňuje špecifiká prostredia, charakter stanice a potenciálne hrozby. Nasleduje podrobný popis ich úloh v rámci bezpečnosti.

6.3.1 DJI Matrice 300 RTK

DJI Matrice 300 RTK je sofistikovaný letecký monitorovací systém určený pre rôzne bezpečnostné aplikácie. Tento dron je vybavený najmodernejšími technológiami, ktoré zabezpečujú efektívne monitorovanie perimetra. Dron vykonáva pravidelné oblety stanice na detekciu neoprávneného prístupu a zabezpečuje tak nepretržitú ochranu objektu. Vďaka termovíznej kamere dokáže zaznamenať pohyb aj v noci alebo za zhoršenej viditeľnosti, čo je kľúčové pre identifikáciu potenciálnych hrozieb.

V prípade narušenia perimetra dokáže dron okamžite letieť na dané miesto a poskytnúť operátorom vizuálny náhľad v reálnom čase. Táto rýchla odozva umožňuje efektívne riešenie incidentov a minimalizáciu rizík. Okrem toho je dron schopný mapovať okolitý terén, čo umožňuje identifikáciu potenciálnych slabých miest v perimetri a zlepšuje celkovú bezpečnosť. Pri zaznamenaní narušenia perimetra systém okamžite vyšle dron na dané miesto, kde termokamera identifikuje zdroj pohybu, či už ide o narušiteľa alebo zviera. Dron zaznamenáva údaje a upozorňuje centrálny systém na potrebu ďalšej reakcie. [21]

6.3.2 Spot od Boston Dynamics

Spot je mobilný strážny robot navrhnutý na pravidelné hliadkovanie okolia stanice a vnútorných priestorov. Tento robot vyniká svojou pokročilou pohyblivosťou, ktorá mu umožňuje zvládať náročný terén a úzke priestory. Spot je vybavený rôznymi senzormi, ktoré mu umožňujú detegovať úniky plynov, zvýšenú vlhkosť a iné environmentálne hrozby, čím zaisťuje včasné odhalenie potenciálnych rizík.

V prípade incidentov môže Spot byť nasadený na overenie alarmov a doraziť na miesto rýchlejšie ako ľudský tím. Jeho senzory a kamery poskytujú operátorom detailné údaje o situácii, čo umožňuje lepšie rozhodovanie v krízových situáciách. Pri technickej poruche, ktorá spôsobí únik plynu v zásobovacom sklade, Spot dokáže bezpečne zmapovať situáciu pomocou senzorov a poskytnúť operátorom detailné údaje, čím eliminuje riziko pre ľudskú posádku. [22]

6.3.3 ANYmal od ANYbotics

ANYmal je prieskumný robot určený na pravidelné prehliadky infraštruktúry, ako sú steny, potrubia, solárne panely a energetické moduly. Vďaka svojej schopnosti pohybovať sa v

náročnom teréne umožňuje kontrolu oblastí, kam iné systémy nemajú prístup. Tento robot dokáže operovať v ťažko prístupných oblastiach, čo je neoceniteľné pri monitorovaní infraštruktúry a identifikácii potenciálnych problémov.

ANYmal môže tiež slúžiť ako záložný hliadkový systém v prípade výpadku iných bezpečnostných systémov, čím zvyšuje celkovú bezpečnosť objektu. Po extrémnej búrke je ANYmal nasadený na kontrolu poškodenia solárnych panelov a energetického modulu. V reálnom čase poskytuje operátorom informácie o stave systému, čo urýchľuje opravy a obnovu funkčnosti. [23]



Obrázok 23 ANYmal

(zdroj: ANYmal C – The Next Step in Robotic Industrial Inspection - ANYbotics)

6.3.4 Atlas od Boston Dynamics

Atlas je humanoidný robot, ktorý monitoruje laboratóriá a iné citlivé priestory, kde môže dôjsť k neoprávnenému vstupu. Tento robot je vybavený schopnosťou manipulovať s nebezpečnými materiálmi, čo je kľúčové v prípade nehôd, kde je potrebné okamžite reagovať bez rizika pre ľudských operátorov.

Atlas môže tiež pomáhať pri evakuácii alebo riadení bezpečnostných operácií, čím zvyšuje celkovú efektivitu a bezpečnosť v krízových situáciách. Ak senzory zaznamenajú neoprávnený vstup do laboratória, Atlas autonómne preskúma situáciu a svojimi kamerami prenáša živý obraz operátorom. Pri potvrdení hrozby je schopný aktivovať zámky alebo privolať ďalšie robotické jednotky. [24]

6.3.5 Hikvision robotické veže

Hikvision robotické veže nepretržite monitorujú okolie stanice na detekciu pohybu. Vďaka umelej inteligencii dokážu rozlišovať medzi zvieratami, ľuďmi a vozidlami, čo zvyšuje presnosť detekcie a znižuje počet falošných poplachov. Tento systém je schopný overovať, či sa v okolí nachádzajú autorizované osoby, čím prispieva k zvyšovaniu bezpečnosti objektu. [25]

V prípade detekcie hrozby veže aktivujú zvukové a svetelné alarmy a zároveň upozorňujú ostatné systémy na potrebu reakcie. Ak systém zistí neautorizovaný pohyb v blízkosti perimetra, aktivuje alarm a synchronizuje sa s dronom DJI Matrice 300 RTK, ktorý okamžite odletí na miesto a poskytne podrobný náhľad. Tento komplexný prístup zabezpečuje rýchlu a efektívnu reakciu na potenciálne hrozby.

6.4 Zabezpečenie Laboratória

Centrálnou súčasťou stanice je laboratórium, navrhnuté ako všestranný priestor vybavený špičkovou technológiou pre realizáciu náročných vedeckých experimentov. Preto je potrebná ochrana pred krádežou alebo iným poškodením tejto technológie.

6.4.1 Robot TALON

Robot pre nebezpečné prostredie TALON je špecializovaný robot určený na prácu v extrémnych podmienkach laboratória, kde môže hroziť kontaminácia alebo iné nebezpečenstvá. Tento robot je vybavený kamerami s nočným videním, detektormi chemických látok a infračervenými senzormi, čo mu umožňuje okamžite identifikovať nebezpečné úniky. TALON má manipulačné rameno s dosahom 1,5 m a nosnosťou 20 kg, čo mu umožňuje bezpečne odstrániť rizikové materiály alebo ich presunúť do bezpečných skladovacích priestorov. S hmotnosťou 45 kg dokáže dosiahnuť rýchlosť až 8 km/h a jeho batéria vydrží 4 hodiny, pričom je možné ju jednoducho vymeniť pre dlhšiu prevádzku. Navyše jeho vodotesný a prachotesný dizajn zabezpečuje odolnosť voči kontaminácii, čo mu umožňuje pracovať v zónach, ktoré sú pre ľudí neprístupné. Zdroj: QinetiQ – TALON Robot. [26]

6.4.2 RoboteX Avatar III

Mobilný taktický robot Avatar III je navrhnutý pre detekciu nebezpečných látok, identifikáciu potenciálnych hrozieb a manipuláciu s nebezpečnými materiálmi v laboratóriu. Tento robot má hmotnosť 18 kg a dosahuje rýchlosť 8 km/h. Je vybavený 360° HD kamerami s infračerveným osvetlením, ktoré poskytujú operátorom úplný prehľad o situácii. Okrem toho má Avatar III senzory na akustickú detekciu, chemickú analýzu a detekciu vibrácií. Jeho manipulačné rameno má nosnosť 10 kg a flexibilný dosah 1,5 m, čo umožňuje bezpečnú manipuláciu s kontaminovanými vzorkami. Robot umožňuje včasné odhalenie rizík, ako sú prítomnosť toxických plynov, a jeho flexibilné rameno zaisťuje bezpečnú manipuláciu s nebezpečnými látkami. [27]



Obrázok 24 RoboteX Avatar III

(zdroj: Robotex Avatar Tactical Robot — Acorn Product Development)

6.5 Zabezpečenie obytného modulu

Obytný priestor je navrhnutý tak, aby poskytoval maximálny komfort výskumníkom aj pri dlhodobom pobyte. Modul je energeticky sebestačný vďaka integrovaným solárnym panelom.

6.5.1 SMP Robotics S5.2

Autonómny bezpečnostný robot na stráženie perimetra S5.2 monitoruje perimetr obytného modulu a je schopný detegovať neoprávnený pohyb a analyzovať teplotné anomálie, ktoré môžu indikovať prítomnosť osôb alebo požiar. Tento robot dosahuje rýchlosť 5 km/h a je

vybavený 360° kamerami, LIDARom a detektormi teploty a pohybu. S výdržou batérie 12 hodín zabezpečuje autonómne hliadkovanie a nepretržitú ochranu obyvateľov stanice. Robot môže pracovať pri teplotách od -30 °C do +50 °C, čo zabezpečuje jeho funkčnosť aj v extrémnych podmienkach. Jeho autonómne schopnosti minimalizujú potrebu ľudského dohľadu a zaisťujú bezpečnosť obytného modulu. [28]



Obrázok 25 SMP Robotics S5.2

(zdroj: SMP Robotics S5.2 Outdoor Security Robot with AI & Deep Learning - Robotic Gizmos)

6.5.2 GuardBot

Sférický strážca GuardBot monitoruje vnútorné priestory obytného modulu a je schopný detegovať neoprávnený pohyb a analyzovať zvukové anomálie. Tento robot má sférický tvar s priemerom 60 cm a je odolný voči vode a prachu. Dokáže dosiahnuť rýchlosť 9 km/h na pevnom povrchu a 6 km/h vo vode, čo mu umožňuje pohyb v rôznorodom prostredí. Senzory zahŕňajú 360° HD kamery, infračervené detektory a mikrofóny, čo zabezpečuje jeho schopnosť rýchlo reagovať na potenciálne hrozby. Jeho dizajn umožňuje pohyb aj v ťažko prístupných oblastiach, čo zvyšuje jeho efektivitu pri monitorovaní a ochrane vnútorných priestorov obytného modulu. [29]

6.6 Zabezpečenie zásobovacieho skladu

Skladové priestory sú kľúčové pre bezpečné uloženie zásob, vzácných materiálov a technického vybavenia. Sú zabezpečené automatizovanými bezpečnostnými dverami s

biometrickým prístupovým systémom a optimalizovanými regálovými systémami na efektívne ukladanie materiálov pri minimalizovaní priestorových nárokov. Sklady obsahujú aj záložné energetické jednotky a kritické komponenty pre autonómne systémy.

6.6.1 SuperDroid LT2-F

Robot na detekciu a deaktiváciu výbušnín LT2-F je špecializovaný robot určený na prehľadávanie skladových priestorov, detekciu a neutralizáciu nebezpečných objektov, ako sú improvizované výbušné zariadenia. Tento robot má hmotnosť 55 kg a jeho manipulačné rameno má dosah 2 m a nosnosť 25 kg. Senzory zahŕňajú detekciu kovov, chemických látok a rádiácie, čo zaisťuje včasné odhalenie nebezpečných materiálov. LT2-F je vybavený navigačnými systémami GPS a LIDAR, ktoré mu umožňujú presnú lokalizáciu a autonómnu navigáciu. S výdržou batérie 6 hodín zabezpečuje robot bezpečnosť personálu a integrity zásob v skladoch. [30]



Obrázok 26 SuperDroid LT2-F

(zdroj: LT2-F with 6-Axis Robotic Arm – SuperDroid Robots)

6.6.2 Clearpath Robotics Husky UGV

Univerzálny kontrolný robot Husky UGV je univerzálny robot určený na kontrolu a zabezpečenie skladových priestorov. Tento robot má hmotnosť 50 kg a nosnosť 75 kg. Navigácia je zabezpečená pomocou LIDARu a kamier s nočným videním, čo umožňuje presnú a efektívnu kontrolu priestoru. Senzory zahŕňajú detekciu toxických plynov a

akustickú detekciu, čo zvyšuje bezpečnosť a efektivitu robotických operácií. Husky UGV je robustný a odolný robot, ktorý dokáže pracovať v rôznych prostrediach a zabezpečovať skladové priestory pred rizikami. Tento univerzálny kontrolný robot je nepostrádateľným nástrojom pre efektívnu a bezpečnú prevádzku skladov. [31]



Obrázok 27 Husky UGV

(zdroj: Husky A300 - Clearpath Robotics)

6.7 Synergia robotických systémov

V stanici Aurora-7 každý robotický systém plní špecifické úlohy, pričom všetky tieto systémy sú prepojené cez centrálny riadiaci systém. Tento systém zabezpečuje ich koordináciu, čo prináša množstvo výhod. Táto synergická spolupráca medzi jednotlivými robotickými systémami je kľúčová pre efektívnu ochranu a autonómnú prevádzku stanice. Centrálna riadiaca jednotka umožňuje robotickým systémom okamžite reagovať na rôzne typy hrozieb. Napríklad pri detekcii neoprávneného pohybu systém aktivuje letecký monitorovací systém DJI Matrice 300 RTK na preskúmanie situácie zhora, zatiaľ čo mobilný strážny robot Spot od Boston Dynamics môže doraziť na miesto incidentu a poskytnúť detailné údaje operátorom. Synergia robotických systémov významne prispieva k zníženiu rizika pre ľudský personál. V prípade nebezpečných incidentov, ako sú úniky plynov alebo manipulácia s nebezpečnými materiálmi, robotické systémy môžu prevziať úlohu monitorovania a riešenia situácie. Týmto spôsobom sú ľudskí operátori chránení pred priamym kontaktom s rizikami. Tento synergický prístup podporuje autonómnú prevádzku stanice aj v extrémnych podmienkach. Robotické systémy, ktoré spolupracujú, zaisťujú, že stanica Aurora-7 môže fungovať efektívne a bezpečne bez neustáleho zásahu ľudskej

posádky. To je obzvlášť důležité v situacích, kde je přístup k stanici obmedzený alebo nebezpečný.

ZÁVER

Robotické systémy sa stali nepostrádateľným nástrojom v bezpečnostnom priemysle, prinášajúc mnohé inovácie a zvyšujúce efektívnosť a bezpečnosť operácií. Teoretická časť tejto práce ukázala, že moderné technológie ako senzory, kamery a umelá inteligencia umožňujú týmto systémom efektívne monitorovať, detekovať hrozby a reagovať na krízové situácie. Medzinárodné a národné normy zabezpečujú, že nasadenie týchto technológií je bezpečné a spoľahlivé, a že sú kompatibilné s existujúcimi legislatívnymi požiadavkami.

Robotické systémy dokážu plniť úlohy, ktoré by boli pre ľudských operátorov nebezpečné alebo náročné. Ich autonómia minimalizuje potrebu ľudského dohľadu a zabezpečuje nepretržitú stráž a ochranu. Tieto systémy sú neoceniteľné pri detekcii a likvidácii výbušnín a nebezpečných látok, pričom umožňujú bezpečnú identifikáciu a neutralizáciu hrozieb bez potreby priameho zásahu ľudí. Moderné robotické systémy tiež čelia výzvam v oblasti kybernetickej bezpečnosti, pričom zabezpečenie bezpečnej komunikácie a ochrany dát je kľúčové.

Praktická časť tejto práce sa zameriavala na konkrétny príklad zabezpečenia výskumnej stanice Aurora-7, ktorá bola navrhnutá na vykonávanie pokročilého environmentálneho a technologického výskumu. Zabezpečenie stanice Aurora-7 je kritické vzhľadom na povahu vykonávaných experimentov a citlivosť zhromažďovaných dát.

Pre zabezpečenie stanice Aurora-7 sú použité pokročilé robotické systémy, ktoré poskytujú fyzickú ochranu, nepretržité monitorovanie a kybernetickú bezpečnosť. Nasadené robotické systémy sú navrhnuté tak, aby fungovali v synergii, čím zabezpečujú efektívne automatizované reakcie na rôzne hrozby, znižujú riziko pre ľudský personál a optimalizujú využitie zdrojov na základe aktuálnych analýz hrozieb. Tieto systémy zahŕňujú letecké monitorovacie systémy, mobilné strážne roboty, prieskumné roboty a humanoidné roboty, každý s konkrétnymi úlohami a funkciami na zabezpečenie rôznych aspektov ochrany a bezpečnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KÁRNÍK, Ladislav. Využití servisních robotů v nestrojírenských aplikacích: studijní opora. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2728-5.
- [2] KÁRNÍK, Ladislav. Praktické aplikace servisních robotů: studijní opora. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 2011. ISBN 978-80-248-2727-8.
- [3] DEL MONTE, Louis A. Geniální zbraně: umělá inteligence a války budoucnosti. V Praze: Vyšehrad, 2019. ISBN 978-80-7601-191-5.
- [4] REINHARZ, Steve. The next frontier: How robotics are changing the security industry. Online. Security Info Watch. 2017. Dostupné z: <https://www.securityinfowatch.com/home/article/12336956/the-next-frontier-how-robotics-are-changing-the-security-industry>. [cit. 2024-10-23].
- [5] Source Security: Making the world a safer place. [Online]. 2024. Dostupné z: <https://www.sourcesecurity.com/tags/robotics.html?ref=nav>. [cit. 2024-10-23]
- [6] Knightscope [online] 2024. Produktové specifikácie K5. Dostupné na: www.knightscope.com
- [7] Boston Dynamics [online] 2024. Dostupné na: www.bostondynamics.com
- [8] GuardBot Inc. [online] 2024. Dostupné na: www.guardbot.com
- [9] Fortem Technologies [online] 2024. Dostupné na: www.fortemtech.com
- [10] FLIR Systems [online] 2024. Dostupné na: www.flir.com
- [11] Boston Dynamics [online] 2024. Dostupné na: www.bostondynamics.com
- [12] Bluefin Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.bluefinrobotics.com
- [13] Cobalt Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.cobaltrobotics.com
- [14] Source Security [online] 2024. Dostupné na: www.sourcesecurity.com
- [15] Maritime Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.maritime-robotics.com
- [16] IEEE Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.ieee.org
- [17] QinetiQ [online] 2024. Dostupné na: www.qinetiq.com

- [18] Endeavor Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.endeavorrobotics.com
- [19] Recon Robotics [online] 2024. Dostupné na: www.reconrobotics.com
- [20] Clear Flight Solutions [online] 2024. Dostupné na: www.clearflightsolutions.com
- [21] DJI Matrice 300 RTK [online] 2024. Dostupné na: Top 9 Features of the Matrice 300 RTK
- [22] Spot [online] 2024. Dostupné na: Spot | Boston Dynamics
- [23] ANYmal [online] 2024. Dostupné na: ANYmal - Autonomous Legged Robot - ANYbotics
- [24] Atlas [online] 2024. Dostupné na: Atlas | Boston Dynamics
- [25] Hikvision [online] 2024. Dostupné na: Turbo HD kamery s ColorVu - Kamery Turbo HD - Hikvision
- [26] TALON [online] 2024. Dostupné na: TALON Tracked Military Robot - Army Technology
- [27] Avatar III [online] 2024. Dostupné na: Avatar III Robot | Officer
- [28] Smp Robotics [online] 2024. Dostupné na: Security robots outdoor patrolling, video & thermal surveillance for security service companies
- [29] Guardbot [online] 2024. Dostupné na: GuardBot
- [30] Superdroid LT2-F [online] 2024. Dostupné na: LT2-F | SuperDroid Robots | Inspection Robots, Tactical Robots, Custom Robots
- [31] Husky UGV [online] 2024. Dostupné na: Husky UGV - Small Outdoor Research Robot
- [32] ČSN EN 50518 (334599) A Dohledová a poplachová přijímací centra. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2020. Dostupné také na: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>
- [33] Roboty pro výrobní prostředí - Požadavky na bezpečnost: ČSN EN ISO 10218-1. Část 1, Robot. Česká technická norma. Praha: Český normalizační institut, 2007.

- [34] *Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů: ČSN EN ISO 13849-1. Část 1, Všeobecné zásady pro konstrukci. Česká technická norma.* Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [35] *ČSN EN ISO/IEC 27001 (36 9797) Informační bezpečnost, kybernetická bezpečnost a ochrana soukromí - Systémy managementu informační bezpečnosti - Požadavky.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2023
- [36] *ČSN EN 50132-7 ed. 2 (334592) A Poplachové systémy - CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích. Část 7, Pokyny pro aplikace = Alarm systems - CCTV surveillance systems for use in security applications. Part 7, Application guidelines.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. Dostupné také z: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>.
- [37] *ČSN EN 61000-6-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC): část 6-4: Kmenové normy. Emise. Průmyslové prostředí = Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments.* Praha: Český normalizační institut, [2002].
- [38] *ČSN EN 61508-6 ed. 2 (180301) A Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností. Část 6, Metodické pokyny pro použití IEC 61508-2 a IEC 61508-3 = Functional safety of electrical/electronic/programable electronic safety related systems. Part 6, Guidelines on the application IEC 61508-2 and IEC 61508-3.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Dostupné také z: <http://csnonline.agentura-cas.cz/>.

SEZNAM OBRAZKŮ

Obrázok 1 TALON EOD Robot	25
Obrázok 2 DJI Matrice 300 RTK	26
Obrázok 3 REMUS 100 AUV	27
Obrázok 4 RIO 360.....	27
Obrázok 5 Pepper.....	28
Obrázok 6 Cobot UR10e.....	29
Obrázok 7 KnightscopeK5.....	34
Obrázok 8 Atlas	35
Obrázok 9 Guardbot.....	36
Obrázok 10 DroneHunter.....	36
Obrázok 11 T7 Explosive Ordnance Disposal Robot.....	37
Obrázok 12 Spot	38
Obrázok 13 Bluefin-21	38
Obrázok 14 Cobalt Robotics.....	39
Obrázok 15RoboGuard.....	40
Obrázok 16 Seascan MK2	40
Obrázok 17 SwarmBot.....	41
Obrázok 18 Talon	42
Obrázok 19 PackBot	42
Obrázok 20 ReconScout XT	43
Obrázok 21 Robird.....	44
Obrázok 22 Návrh výskumnej stanice	48
Obrázok 23 ANYmal	50
Obrázok 24 RoboteX Avatar III	52
Obrázok 25 SMP Robotics S5.2	53
Obrázok 26 SuperDroid LT2-F.....	54
Obrázok 27 Husky UGV.....	55

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OPC UA Open Platform Communications Unified Architecture

MQTT Message Queuing Telemetry Transport

GDPR General Data Protection Regulation

IoT Internet of Things

GPS Global Positioning System

HD High Definition

INS Inertial Navigation System