



Historie autonomních vojenských pozemních strojů



Západočeská univerzita v Plzni
Katedra kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Sebastien Žán
7. listopadu 2025

Úvod

Autonomní pozemní prostředky (angl. *Unmanned Ground Vehicles*, UGV) představují jednu z nejdynamičtěji se rozvíjejících oblastí moderní vojenské techniky. Z původně experimentálních konstrukcí řízených na dálku se postupem desetiletí vyvinuly komplexní robotické systémy schopné samostatného pohybu, vnímání okolí a plnění taktických úkolů.

Cílem této práce je přehledně a chronologicky zmapovat vývoj UGV od jejich počátků během druhé světové války, kdy vznikly první dálkově řízené stroje jako německý *Goliath*, přes poválečné experimenty se senzory a počítačovým řízením, až po přelomové projekty agentury DARPA, které odstartovaly éru skutečné autonomie. Závěrečné kapitoly se zaměřují na průmyslové platformy 21. století, jako jsou MAARS a THeMIS, a na nejnovější bojové systémy reprezentované ruským *Uran-9* či americkým *Ripsaw M5*.

Práce sleduje nejen technický vývoj, ale také změny v samotné filozofii konstrukce: od čistě řízených vozidel přes poloautonomní logistické stroje až po moderní bojové roboty, které kombinují umělou inteligenci, senzorickou fúzi a dálkové velení.

1 Počátky: dálkově řízené prostředky ve 40. letech

Za „nultou“ kapitolu vývoje lze považovat druhou světovou válku, kdy se poprvé ve velkém měřítku objevila dálkově ovládaná pásová vozidla. Německý *Goliath* (Sd.Kfz. 302/303) byl malý pásový nosič nálože naváděný kabelem, nasazovaný k ničení opevnění a tanků. Podobnou myšlenku rozvíjela i sovětská konstrukce tzv. *teletanků* s rádiovým řízením. Přestože šlo o systémy bez strojového vnímání a rozhodování, položily technický i taktický základ pro pozdější robotická vozidla: miniaturní podvozky, dálkové ovládání, robustní převody a odolnost vůči ztrátě spojení [1].



Obrázek 1: Goliath: německý dálkově ovládaný pásový nosič nálože ze 40. let.

2 Studená válka: senzory, robotika a první autonomní funkce

V období studené války se rozvíjí kybernetika, počítače i sensorika. V armádních výzkumných laboratořích a na univerzitách vznikají první prototypy terénních robotů: experimentuje se s odometrickým odhadem polohy, inerciální navigací, jednoduchou vizí a laserovými skenery. Vznikají také první robustní algoritmy pro pohyb v hrubém terénu, plánování tras a vyhýbání překážkám - základy, ze kterých bude později těžit většina UGV platforem [2].

3 Zlom: soutěže DARPA a nástup „skutečné“ autonomie

3.1 DARPA Grand Challenge (2004–2005)

První *DARPA Grand Challenge* (2004) přivedla do Mohavské pouště desítky týmů s cílem ujet stovky kilometrů bez řidiče. Tehdy nikdo cíl nedokončil, ale už o rok později (2005) dojíždí několik týmů do cíle a ukazují, že kombinace lidarů, radarů, stereo kamer a robustních softwarových zásobníků dokáže zvládnout i velmi složité scénáře mimo silnici. Vítězný tým *Stanley* ze Stanfordu detailně popsal použité senzory, fúzi dat a chování vozidla v terénu [3].

3.2 DARPA Urban Challenge (2007)

Městská varianta soutěže (2007) posunula autonomii do prostředí s pravidly provozu, křižovatkami a interakcí s dalšími účastníky. Klíčové se stalo predikovat chování ostatních, zvládat pravidla přednosti a bezpečně plánovat na úrovni celé trasy. Publikace shrnující soutěž přinesly standardizační efekt - sdílené slovníky, rozhraní a architektury, které následně převzaly i armádní programy [4, 5].

4 Průmyslové platformy 21. století: MAARS a THeMIS

4.1 MAARS

Americký systém *MAARS* (Modular Advanced Armed Robotic System) reprezentuje přístup „UGV jako dálkově řízené bojové stanoviště“, ke kterému se postupně přidávají autonomní režimy nízké úrovně (stabilizace, waypointy, návrat do bezpečné zóny). Modularita umožňuje osazení různými zbraňovými či senzorickými moduly, zatímco jádro autonomie zůstává konzervativní - důraz je na spolehlivost, bezpečnou teleoperaci a řízení rizik [6]. Obr. 2 ukazuje reálnou podobu systému.



Obrázek 2: MAARS: americký dálkově řízený bojový systém (UGV).

4.2 THeMIS

Estonská platforma *THeMIS* od Milrem Robotics ztělesňuje opačnou filozofii: být především univerzálním „robotickým mulou“ a nosičem modulárních nástaveb - od dálkově ovládaných zbraňových stanic po průzkumné a ženijní vybavení. Díky otevřenému rozhraní se stala oblíbeným základem pro experimenty s vyšší úrovní autonomie (konvojová jízda, následování jednotky, semi-autonomní patrola) [7]. Reálný snímek viz Obr. 3.



Obrázek 3: THeMIS: estonská modulární UGV platforma.

5 Současnost: komplexní bojové UGV nové generace

Za současného zástupce nejvyspělejší generace UGV lze považovat ruský *Uran-9*. Tento pásový bojový robot kombinuje autonomní i dálkově ovládané režimy a je vyzbrojen kanónem ráže 30 mm, kulometem a protitankovými střelami *Ataka*. Jeho úkolem je doprovázet pěchotu, provádět průzkum a poskytovat palebnou podporu. Uran-9 je schopen samostatné jízdy, rozpoznávání překážek a základního plánování trasy, avšak stále potřebuje operátora k bojovým rozhodnutím. Vývoj tohoto systému symbolizuje současný trend: snahu propojit sílu a přesnost tradiční techniky s prvky umělé inteligence a robotického rozhodování.



Obrázek 4: Uran-9: moderní ruský bojový autonomní pozemní prostředek.

5.1 Srovnání Uran-9 s jinými moderními UGV

Abychom lépe pochopili úroveň současného vývoje, stojí za to srovnat *Uran-9* s jinými systémy, které vznikly v posledních letech. Jedním z nejznámějších je americký *Ripsaw M5*, vyvíjený společnostmi Textron a Howe & Howe pro armádu USA. Na rozdíl od *Uranu-9* byl *Ripsaw* koncipován jako otevřená modulární platforma - spíše demonstrátor technologií než sériově nasazovaný bojový systém. Využívá hybridní pohon, autonomní navigaci na základě GPS a lidarů, ale většina úkonů stále vyžaduje lidského operátora. Z hlediska autonomie se tak *Ripsaw M5* [8] pohybuje mezi poloautonomní logistikou a řízeným průzkumem.

Dalším zástupcem je bojová varianta estonského *THeMIS Combat*, která vychází z logistické platformy a je vybavena lehkým zbraňovým modulem. *THeMIS* klade důraz na univerzálnost, nízkou hmotnost a spolupráci s jednotkami NATO, nikoliv na plně samostatné působení v boji [7]. Ve srovnání s těmito systémy působí *Uran-9* [9] jako těžší, komplexněji vyzbrojený a technologicky uzavřenější systém - typický pro ruský přístup k vývoji robotizovaných zbraní. Jeho výhodou je integrace pokročilých senzorů, termovizních kamer a algoritmů rozpoznávání cílů, zatímco západní UGV často sází na modularitu a kompatibilitu v rámci širších jednotek.

Tento kontrast ukazuje dva přístupy k vývoji: zatímco západní roboty míří k univerzálním modulárním platformám, ruský směr směřuje k plně integrovaným bojovým strojům. Ani jedna cesta zatím nepřináší plnou autonomii - lidský dohled zůstává nutný, ale hranice mezi řízeným a autonomním UGV se stále více stírá.



Obrázek 5: THeMIS Combat



Obrázek 6: Ripsaw M5

Závěr

Vývoj autonomních pozemních prostředků prošel během necelého století zásadní proměnou - od jednoduchých dálkově řízených vozidel typu *Goliath* až po sofistikované bojové platformy, jako je *Uran-9*. Každé období přineslo klíčové inovace: mechanickou spolehlivost a odolnost během druhé světové války, nástup sensoriky a kybernetiky ve studené válce, algoritmické plánování v době soutěží DARPA a nakonec propojení robotiky s umělou inteligencí v poslední dekádě.

Současná generace UGV se dělí na dva hlavní směry: západní, který zdůrazňuje modularitu, interoperabilitu a podporu člověka na bojišti (např. *THeMIS* či *Ripsaw M5*), a východní, který se soustředí na komplexně vyzbrojené autonomní stroje s vyšší úrovní integrace (*Uran-9*). Tyto přístupy se sice liší, ale oba sledují stejný cíl - minimalizovat riziko pro lidské vojáky a zvýšit efektivitu bojových i logistických operací.

Lze očekávat, že další vývoj povede k rozšíření skutečné autonomie a k hlubší integraci těchto strojů do moderních ozbrojených sil. Historie UGV tak nepředstavuje uzavřenou kapitolu, ale spíše počátek nové éry robotizovaného bojiště, v níž se hranice mezi člověkem a strojem postupem času stále rychleji zmenšuje.

Reference

- [1] Walter J. Spielberger. *Spezial-Panzerfahrzeuge des deutschen Heeres*. Motorbuch Verlag, 1990.
- [2] Karl Iagnemma and Steven Dubowsky. Autonomous ground vehicles. In Bruno Siciliano and Oussama Khatib, editors, *Springer Handbook of Robotics*, pages 1243–1270. Springer, 2016.
- [3] Sebastian Thrun, Michael Montemerlo, Hendrik Dahlkamp, David Stavens, Andrei Aron, James Diebel, Philip Fong, John Gale, Morgan Halpenny, Gabe Hoffmann, Kenny Lau, Celia Oakley, Mark Palatucci, Nick Pratt, Pascal Stang, Shane Strohband, Christian Dupont, Lars Jendrossek, Charlie Koelen, and Charles Markey. Stanley: The robot that won the darpa grand challenge. *Journal of Field Robotics*, 23(9):661–692, 2006.
- [4] Martin Buehler, Karl Iagnemma, and Sanjiv Singh. *The DARPA Grand Challenge: Robotic Vehicle on Desert Roads*. Springer, 2007.
- [5] Martin Buehler, Karl Iagnemma, and Sanjiv Singh. *The DARPA Urban Challenge: Autonomous Vehicles in City Traffic*. Springer, 2009.
- [6] QinetiQ North America. Maars (modular advanced armed robotic system) datasheet. Company brochure, 2018.
- [7] Milrem Robotics. Themis unmanned ground vehicle: Product brochure. Company brochure, 2020.
- [8] Textron Systems. Ripsaw m5 robotic combat vehicle. Company product page, available at: <https://www.textronsystems.com/products/ripsaw-m5>, 2023. Accessed 2025-10-26.
- [9] Rostec State Corporation. Uran-9 combat multifunctional robotic system. Press release, available at: <https://rostec.ru/en/news/uran-9/>, 2021. Accessed 2025-10-26.