

Odločitveni model DEX za izbiro tanka

Blatnik Aljaž, aljaz.blatnik555@gmail.com, 35210055

1. UVOD

Odkar so se sodobni tanki prvič pojavili na bojišču v dvajsetem stoletju, so pehotne sile in oklepne sile vpletene v dolgotrajno oboroževalno tekmo med seboj. Protitankovska orožja so privedla do tega, da so se oklepna vozila razvila in se še razvijajo, razvoj oklepnih vozil pa privede do izboljšav na področju protitankovskih orožji in tehnik. Posledica je cikel, ki se nikoli ne konča, kjer ima v danem trenutku manjšo prednost ena izmed strani, torej oklepna vozila ali pa protitankovska orožja [1]. Zaradi trenutnih dogodkov v letih 2022 in 2023 (kot je vojna v Ukrajini), lahko omembo oklepnih vozil zasledimo vse bolj pogosto. Prav tako pa lahko opazimo, da tanki niso več tako nepremagljivi kot so bili nekoč.

2. OPREDELITEV PROBLEMA

V središču našega problema je izbira bojnega tanka. Problem je čisto teoretičen, prav tako pa določene informacije glede določenih modelov tankov (predvsem novjših modelov) niso javno dostopne, saj bi lahko bile uporabljene za razvoj orožji, ki bi določen tank z lahkoto onesposobila. Torej želimo izbrati najboljšo varianto trenutno obstoječega tanka glede na parametre, ki so nam znani.

Izbira poteka s strani neke države oziroma skupine vojaških ekspertov. Vsaka država ima drugačne geografske značilnosti, ki v veliki meri vplivajo na potek vojskovanja v določeni regiji. Recimo v hribovitih regijah je bolj pomembno to, kako lahko tank manevrira po neravnih površinah, parametri kot so najvišja hitrost ter efektivna razdalja primarne oborožitve v takem primeru igrajo manjšo vlogo. V našem primeru bomo tako sklepali, da se vse tanke ocenjuje za uporabo v isti državi oziroma na isti geografski lokaciji.

Torej želimo izbrati najboljši tank za neko določeno geografsko lokacijo na podlagi parametrov, ki so javno znani.

3. ODLOČITVENI MODEL

3.1 Kriteriji

Sam postopek identifikacije kriterijev je na nek način odvisen od metodologije, ki smo jo izbrali. Na osnovi podanih kriterijev pa zasujemo

strukturo odločitvenega modela. Faza poteka po naslednjih korakih:

- Spisek kriterijev
- Strukturiranje kriterijev
- Merske lestvice [2]

Kriterije, ki smo jih uporabili v odločitvenem modelu smo pridobili z raziskavo tankov, kjer je večina informacij že bila izdana tudi javnosti, večinoma pa so to malo starejši tanki, zato v primerjavo nismo vključili parametrov, ki zaznamujejo bolj moderne tanke (kot so določene tehnologije).

Da smo pridobili idejo, na kakšen način se tanki med seboj primerjajo v osnovi, smo si ogledali določena spletna mesta, ki primerjajo določene modele tankov med seboj. Tako smo lahko na spletnem mestu ArmedForces.eu ugotovili, da obstajajo naslednji osnovni kriteriji za primerjavo tankov:

- Leto, ko je bil tank prvič proizveden
- Cena tanka
- Uporabljena primarna cev (primarna oborožitev)
- Motor
- Najvišja hitrost
- Teža
- Število posadke
- Kaliber primarne oborožitve
- Dimenzije [3]

Vključili pa smo tudi kriterije, ki smo jih pridobili iz drugih spletnih mest, izmed katerih smo lahko pridobili tudi seznam tankov tretje generacije [4].

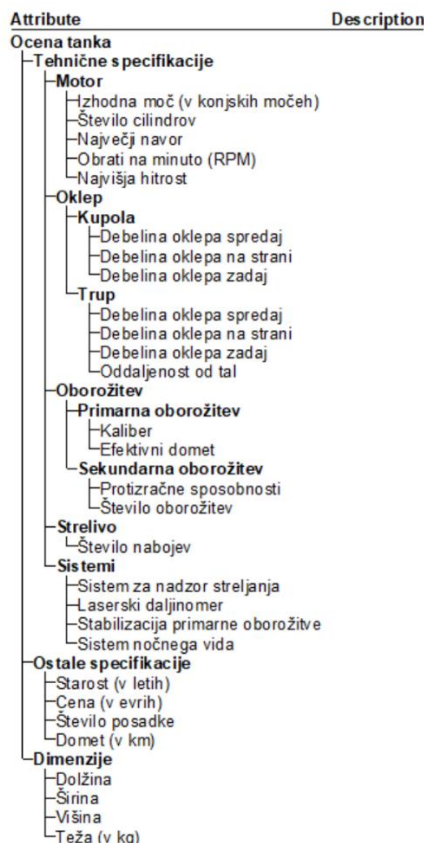
V osnovi oceno tanka razdelimo v 3 kategorije:

- Tehnične specifikacije (v tej kategoriji imamo kategorije tehničnega tipa)
- Ostale specifikacije (tukaj so parametri, ki jih ne moremo ravno uvrstiti kam drugam)
- Dimenzije (parametri dimenzij so višina, širina, dolžina in teža)

Tehnične specifikacije so razdeljene še na dodatnih 5 kategorij:

- Motor (informacije o motorju, sem spadajo izhodna moč, število cilindrov, največji navor, obrati na minuto ter najvišja hitrost)

- Oklep (kategorija je sestavljena iz dveh preostalih kategorij in je namenjena oceni sposobnosti oklepa na trupu ter na kupoli tanka)
- Oborožitev (vsebuje ocene primarne in sekundarnih oborožitve)
- Strelivo (vsebuje število nabojev, ki jih tank ima)
- Sistemi (vsebuje parametre, ki določajo ali ima določen tank vgrajene določene sisteme ali ne)



Slika 1 Prikaz strukture odločitvenega modela

Na zgornji sliki (glej Sliko 1) lahko vidimo tudi dejansko strukturo našega odločitvenega modela.

3.2 Funkcije koristnosti

V modelu se največkrat v kategorijah pojavi skupek parametrov, ki nimajo uravnotežene uteži. Na spodnji sliki (glej Sliko 2) lahko vidimo vrednosti uteži na lokalnem in globalnem nivoju.

Average weights				
Attribute	Local	Global	Loc.norm.	Glob.norm.
Ocena tanka				
Tehnične specifikacije	80	80	80	80
Motor	11	9	12	10
Izhodna moč (v konjskih močeh)	20	2	22	2
Število cilindrov	20	2	11	1
Največji navor	20	2	22	2
Obrati na minuto (RPM)	20	2	22	2
Najvišja hitrost	20	2	22	2
Oklep	21	17	22	18
Kupola	50	8	50	9
Debelina oklepa spredaj	61	5	61	5
Debelina oklepa na strani	11	1	11	1
Debelina oklepa zadaj	28	2	28	2
Trup	50	8	50	9
Debelina oklepa spredaj	35	3	40	4
Debelina oklepa na strani	26	2	30	3
Debelina oklepa zadaj	13	1	15	1
Oddaljenost od tal	26	2	15	1
Oborožitev	29	23	30	24
Primarna oborožitev	60	14	60	14
Kaliber	47	6	31	4
Efektivni domet	53	7	69	10
Sekundarna oborožitev	40	9	40	10
Protizračne sposobnosti	75	7	75	7
Število oborožitev	25	2	25	2
Strelivo	10	8	5	4
Število nabojev	100	8	100	4
Sistemi	29	23	30	24
Sistem za nadzor streljanja	25	6	25	6
Laserski daljinomer	25	6	25	6
Stabilizacija primarne oborožitve	25	6	25	6
Sistem nočnega vida	25	6	25	6
Ostale specifikacije	10	10	10	10
Starost (v letih)	25	2	25	2
Cena (v evrih)	38	4	38	4
Število posadke	12	1	12	1
Domet (v km)	25	3	25	3
Dimenzije	10	10	10	10
Dolžina	20	2	20	2
Širina	20	2	20	2
Višina	20	2	20	2
Teža (v kg)	40	4	40	4

Slika 2 Uteži uporabljenih parametrov

Med primarnimi tremi kategorijami (**tehnične specifikacije**, **ostale specifikacije** ter **dimenzije**) je najbolj pomembna kategorija **tehničnih specifikacij**, ker je bolj pomembno, da je tank tehnično močnejši od sovražnikov kot pa atributi dimenzij ter ostalih specifikacij.

Opazimo lahko, da imajo parametri enake uteži v kategorijah motor ter sistemi. Pri podkategorijah **oklepa** (**kupola** ter **trup**) imajo višje uteži parametri debeline oklepa spredaj, ker je to največkrat stran, ki je izpostavljena sovražniku in je posledično najbolj pomemben del oklepa [5].

Pri kategoriji **oborožitev** ima višjo utež podkategorija **primarna oborožitev**, ker to najbolj pomemben del oborožitve, ki jo ima tank, medtem ko je cilj **sekundarne oborožitve**, da zavaruje tank do te mere, da lahko nemoteno uporablja primarno oborožitveno funkcijo.

Pri **sekundarni oborožitvi** smo višjo utež dodelili spremenljivki protizračne sposobnosti. Zaradi vse bolj pogoste uporabe vojaških dronov, se je zvišala potreba po protizračni sposobnosti, saj postaja vse bolj verjetno, da se bo tank soočil s sovražnikom v zraku kot pa pehoto [6]. 75% ocene **sekundarne oborožitve** tako predstavlja protizračna sposobnost.

Pri kategoriji **ostalih specifikacij** lahko izpostavimo atribut cene, ki predstavlja najbolj pomembno spremenljivko v dani kategoriji. Razlog je v tem, da se pomankljivosti pri ostalih atributih lahko veliko bolj preprosto odstrani, recimo pri starosti lahko tank preprosto nadgradimo, domet pa je zadosten tudi pri starejših modelih, tako da se pri dometu bolj težko pojavijo ovire (poudariti pa je potrebno, da je željeno, da je domet čim večji). Število posadke igra najmanjšo vlogo, ker ne predstavlja velike vloge pri zmožnosti bojevanja določenega tanka, je pa pomemben nivo izkušenj posadke, ki s tankom upravlja.

Pri **primarni oborožitvi** ima večjo utež atribut efektivnega dometa. To je posledica dejstva, da so lahko izstrelki manjšega kalibra prav tako efektivni kot izstrelki višjih kalibrov z uporabo določenih tehnologij ter pristopov izdelave izstrelkov. Recimo izstrelak ruskega topa kalibra 125m doseže razdaljo 3.000 metrov pri izstrelitveni hitrosti 1.800 m/s [7], medtem ko izstrelak Rheinmetall topa kalibra 120m doseže razdaljo 4.000 metrov pri izstrelitveni hitrosti 1.700 m/s [8]. Torej vidimo, da ima lahko izstrelak nižjega kalibra v določenih primerih tudi višji domet, kar predstavlja določeno prednost na bojišču.

3.3 Opis variant

Pri variantah smo uporabili podatke za 3 bolj razširjene variante tankov:

- Leopard 2 (nemški tank)
- T-72 (ruski tank)
- M1A2 SEP (ameriški tank)

Podatke o oklepu pri vsakem tanku smo dobili iz igre, ki vključuje simulacijo bojevanja. Oklep vsakega tanka je ocenjen v točkah. Tanki so bili ocenjeni na podlagi istih matematičnih formul in podatkov, ki jih uporablja igra War Thunder (načeloma naj bi igra vsebovala najboljši približek pravih informacij):

- Leopard 2
 - Trup: 80 / 65 / 25
 - Kupola: 80 / 80 / 25 [9]
- T-72
 - Trup: 110 / 80 / 40
 - Kupola: 125 / 102 / 65 [10]
- M1A2 SEP
 - Trup: 133 / 62 / 31
 - Kupola: 133 / 133 / 12 [11]

Prva izmed vrednosti pri kupoli in trupu predstavlja sprednjo stran oklepa, druga vrednost predstavlja stranice, medtem ko zadnja vrednost predstavlja oklep zadaj.

Vsak izmed omenjenih tankov je starejši kot 20 let, vendar pa se sami modeli še posodablajo in nadgrajujejo, da so primerni za sodobno vojskovanje. Vključili smo variante, ki izhajajo iz različnih držav in imamo tako vključene 3 modele bolj znanih proizvajalcev tankov, torej Nemčija, Rusija in Združene države Amerike.

4. IMPLEMENTACIJA SPLETNEGA MODELA

Za izgradnjo samega DEX modela smo najprej uporabili orodje DEXi. Sam model smo nato izvozili v XML format, da je bil lahko uporabljen za uporabo v spletni aplikaciji, ki je zgrajena na ogrodju Django. Osnova za spletno mesto je predloga, ki smo jo dobili [s spletnega mesta na platformi GitLab](#). Uporabili smo tudi knjižnico DEXpy. Programska koda je dostopna na [portalu GitHub](#).

5. REZULTATI VREDNOTENJA

5.1 Opis rezultatov

Izmed ocenjenih variant sta tanka T-72 ter M1A2 SEP pridobila najvišji možni oceni (to je ocena zelo dober), medtem ko je tank Leopard 2 dobil drugo najvišjo oceno (to je ocena dober). Noben izmed tankov ni bil ocenjen z najslabšo oceno (to je ocena slab).

5.2 Analiza in razlaga predlagane odločitve

Kot smo lahko že opazili, ima največjo utež kategorija **tehničnih specifikacij**. Najvišjo utež v dani kategoriji pa imata podkategoriji **oborožitev** ter **sistemi** (obe podkategoriji predstavljata približno 29% ocene tehničnih specifikacij).

Tabela 1 Prikaz ocen variant

TANK	Leopard 2	T-72	M1A2 SEP
TEHNIČNE SPECIFIKACIJE	Dobre	Zelo dobre	Zelo dobre
OSTALE SPECIFIKACIJE	Slabe	Zelo dobre	Slabe
DIMENZIJE	Dobre	Zelo dobre	Dobre
OCENA	Dober	Zelo dober	Zelo dober

Na zgornji tabeli (glej Tabela 1) lahko vidimo ocene primarnih kategorij ter skupno oceno. Torej najboljše ocene je vseh kategorijah dobil tank T-72, sledi pa mu M1A2 SEP.

Sam vpliv določenih kriterijev oziroma kategorij na končno oceno je pričakovan. Najvišjo utež ima kategorija **tehničnih specifikacij**, to pa pomeni, da tank, ki nima najboljše ocene pri tej kategoriji, ne more doseči najboljše skupne ocene. Prav tako pa najvišje skupne ocene ne more doseči, če sta preostali dve kategoriji (**ostale specifikacije** in **dimenzije**) ocenjeni z najnižjo oceno.

Nato smo vzeli teoretični primer posodobitve tanka. Odločili smo se posodobiti tank Leopard 2, tako kot je to bilo zares storjeno (trenutno zadnje variante tanka sta 2A6 [12] in 2A7 [13], obe pa temeljita na isti osnovi prvotnega tanka). Tako kot pri dejanskih modernih variantah, smo povečali debelino oklepa spredaj in debelino oklepa pri straneh ter zvišali tudi moč motorja (višji obrati na minuto ter najvišja hitrost). Posledično se je izboljšal atribut starosti (sedaj ima tank najboljšo vrednost pri starosti, torej je moderen), poslabšal pa se je kriterij cene, ker je tank po posodobitvah dražji kot pa je bil prej. Spremenjeni parametri so bili dovolj, da se je skupna ocena tanka spremenila iz dobrega v zelo dobrega.

Same ocene so zelo osnovne. V resničnem bojevanju so pomembne tudi bolj podrobne lastnosti (kot so kvalitete vsebovanih tehnologij), prav tako pa nimamo vseh tehničnih informacij o določenih tankih, ker bi to lahko omogočilo sovražnikom, da razvijejo perfektna protitankovska orožja za določen model tanka. Posledično naše ocene niso najbolj točna primerjava med tanki na dejanskem bojišču.

Vendar pa je za osnovno ocenjevanje model primeren. Uteži primerno odražajo pomembnost posamezne komponente v tanku. Za bolj točne modele pa bi potrebovali več podatkov ter tudi bolj podrobne attribute.

6. ZAKLJUČEK

Iz dane primerjave smo ugotovili, da je glede na uporabljene parametre, najboljši tank T-72. Rezultat je pričakovan glede na to kako preprost je način primerjave. Torej uspelo nam je ustvariti preprost odločitveni model glede na podatke, ki so nam bili podani.

Model predstavlja zelo dobro osnovo za gradnjo bolj kompleksnega in realističnega modela. Recimo pri oklepu bi lahko sedaj model nadgradili s pristopi, ki se uporabljajo za zaščito tanka (upoštevali bi recimo še naklon oklepa ter uporabo naprednih sistemov oklepa, kot je reaktivni oklep). Sicer pa je pristopov za ocenjevanje in primerjavo tankov veliko. Lahko bi recimo največjo pozornost posvetili posadki. Razlog za to bi lahko bilo dejstvo, da je včasih veliko bolj pomembno kako posadka upravlja s tankom in je lahko najbolj napreden tank z neizkušeno posadko ravno toliko vreden kot zastareli tank z zelo izkušeno posadko.

Torej ustvarjeni model predstavlja ogrodje za gradnjo bolj kompleksnih modelov, kjer se

upoštevata veliko več parametrov, hkrati pa se uteži bolj prilagajajo okolici, kjer bo tank uporabljen (trenutno ne upoštevamo okolice pri oceni tankov).

Pri bolj kompleksnih modelih lahko pričakujemo povsem drugačne rezultate s primerjavo istih variant tankov, vendar pa moramo upoštevati, da so dejanske sposobnosti tankov na dejanskem bojišču povsem drugačne kot v teoretični primerjavi, prav tako pa javnost ne bo nikoli imela točne podatke glede posameznih modelov tankov, še posebno takih, ki so trenutno v uporabi.

LITERATURA IN VIRI

- [1] Delany, V. (2020). *ON KILLING TANKS*. Pridobljeno iz <https://mwi.usma.edu/on-killing-tanks/> (13. 1. 2023).
- [2] Bohanec, M. & Rajkovič, V. (b. l.). *Večparametrski odločitveni modeli*. Pridobljeno iz <https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/org95> (13. 1. 2023).
- [3] ArmedForces.eu. (b. l.). T-72 and M1 Abrams. Pridobljeno iz https://armedforces.eu/compare/tanks_T-72_vs_M1_Abrams (13. 1. 2023).
- [4] Military-history.fandom.com. (b. l.). *Comparison of 3rd Generation Main Battle Tanks*. Pridobljeno iz https://military-history.fandom.com/wiki/Comparison_of_3rd_Generation_Main_Battle_Tanks (13. 1. 2023).
- [5] Cranny-Evans, S. & Kaushal, S. (2022). *Technical Reflections on Russia's Armoured Fighting Vehicles*. Pridobljeno iz <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/technical-reflections-russias-armoured-fighting-vehicles> (13. 1. 2023).
- [6] Marcus, J. (2022). *Combat drones: We are in a new era of warfare – here's why*. Pridobljeno iz <https://www.bbc.com/news/world-60047328> (13. 1. 2023).
- [7] Wikipedia.org. (2023). *2A46 125 mm gun*. Pridobljeno iz https://en.wikipedia.org/wiki/2A46_125_mm_gun (13. 1. 2023).
- [8] Wikipedia.org. (2022). *Rheinmetall RH-120*. Pridobljeno iz https://en.wikipedia.org/wiki/Rheinmetall_RH-120 (13. 1. 2023).
- [9] Wiki.warthunder.com. (b. l. a). *Leopard 2 (PzBtl 123)*. Pridobljeno iz [https://wiki.warthunder.com/Leopard_2_\(PzBtl_123\)](https://wiki.warthunder.com/Leopard_2_(PzBtl_123)) (13. 1. 2023).
- [10] Wiki.warthunder.com. (b. l. b). *T-72A*. Pridobljeno iz

- <https://wiki.warthunder.com/T-72A> (13. 1. 2023).
- [11] Wiki.warthunder.com. (b. l. c). *M1A2 SEP*. Pridobljeno iz https://wiki.warthunder.com/M1A2_SEP (13. 1. 2023).
- [12] Kmweg.com. (b. l.). *LEOPARD 2 A6M +: Proven in deployment and among allies*. Pridobljeno iz <https://www.kmweg.com/systems-products/tracked-vehicles/main-battle-tank/leopard-2-a6/> (14. 1. 2023).

Novo mesto, januar 2023