

Sadržaj

Glavne preporuke i zaključci.....	2
Uvod.....	5
Metodologija studije sa osvrtom na istraživački cilj.....	7
Srbija kao potencijalni akter u regionalnom lancu strateških sirovina.....	8
Odbrambena industrija Srbije , perspektive razvoja i strateške sirovine.....	10
Aktuelno stanje i potencijal za inovacije.....	10
Značaj kritičnih sirovina u savremenim tehnologijama i odbrambenom sektoru.....	11
Tehnološki okvir savremenih energetske sistema u vojnim primenama.....	13
Geopolitička utakmica za strateške sirovine i vojnu dominaciju.....	14
Definicija i klasifikacija retkih minerala i drugih kritičnih sirovina.....	14
Ključne primene i savremeni trendovi u potražnji i proizvodnji.....	15
Geopolitički aspekti i strateške implikacije savremenih strateških sirovina.....	16
Kritične sirovine od zelene tranzicije do nacionalne bezbednosti.....	22
Pitanje kritičnih sirovina u bezbednosnim doktrinama.....	29
Značaj kritičnih sirovina u savremenoj odbrambenoj industriji.....	30
Zavisnost visokotehnološkog naoružanja od kritičnih sirovina.....	30
Strateško planiranje rezervi iskustvo SAD.....	36

Uloga kritičnih sirovina u energetske bezbednosti i otpornosti odbrambenih kapaciteta.....	37
Operativni modeli primene naprednih energetskih sistema u savremenim sukobima.....	38
Bezbednosni rizici prekida snabdevanja i posledice za odbrambene sposobnosti.....	41
Globalni trendovi u razvoju energetskih sistema za vojne primene.....	42
Razvoj u okviru NATO standarda.....	42
Primena savremenih energetskih rešenja u vojsci SAD.....	43
Trendovi razvoja u Ruskoj Federaciji: Energetski sistemi i vojna strategija.....	44
Trendovi razvoja u Narodnoj Republici Kini: Energetski sistemi kao komponenta vojne moći..	47
Komparativna analize vojnih energetskih sistema: SAD, Rusija, Kina.....	49
Modernizacija odbrane Srbije kroz energetske inovacije.....	51
Energetski kapaciteti bespilotnih i autonomnih sistema.....	52
Uvozna zavisnost od komponenti koje sadrže retke minerale.....	53
Perspektive razvoja: uvođenje dronova, AI sistema, savremenih PVO i komunikacija.....	55
Komparacija energetskih sistema UAV i srpski vojni kontekst.....	56
Strategijska opravdanost uključivanja privatnog i nevladinog sektora.....	58
Preporučeni modeli saradnje.....	60
Potreba za sopstvenim izvorima sirovina radi tehnološke nezavisnosti.....	62
Predlozi politika i strateških pravaca.....	63
Potreba za nacionalnom strategijom kritičnih sirovina.....	63
Uspostavljanje državne rezerve strateških sirovina.....	64
Razvoj istraživačko-prerađivačkih kapaciteta.....	65
Uključivanje odbrambene industrije u strateško planiranje resursa.....	66
Ekološki nadzor, socijalna uključenost i transparentnost.....	67
Zaključak.....	69

Glavne preporuke i zaključci

1. Kritične sirovine su faktor strateškog suvereniteta savremenih država
2. Kritične sirovine zauzimaju centralno mesto u ekonomijama i bezbednosnim strategijama savremenih država
3. Srbija bi mogla razvijati strateški neutralne modele saradnje, balansirajući između zapadnih, ruskih i kineskih interesa, i oslanjajući se na principe resursne suverenosti i zelene transformacije, uz kontrolisanu upotrebu resursa za sopstvenu odbrambenu industriju
4. Savremena odbrambena industrija je u značajnoj meri zavisna od pristupa širokom spektru kritičnih sirovina koje predstavljaju osnovu za proizvodnju najsavremenijih vojnih sistema
5. Odbrambena industrija Srbije (OIS) ponovo se etablirala kao jedan od ključnih igrača u Evropi, sa sposobnostima dizajna, razvoja i proizvodnje širokog spektra oružanih sistema
6. Odbrambena industrija Srbije zavisna je od kritičnih sirovina kao ključne komponente savremenih borbenih sistema. Odbrambena industrija trenutno zapošljava 38.000 ljudi, dok sa kooperantima taj broj iznosi preko 76.000 ljudi
7. Savremena vojna industrija zasnovana na proizvodnji najsavremenijih sistema predstavlja izvor novih radnih mesta
8. Sistemi za skladištenje električne energije, kao deo šire energetske infrastrukture, predstavljaju ključnu komponentu u vojnoj logistici, taktičkoj mobilnosti i održivosti modernih sistema naoružanja
9. Analiza uvoznih potreba Srbije pokazuje značajnu zavisnost od kritičnih sirovina neophodnih za odbrambenu industriju
10. Razvoj bespilotnih letelica predstavlja prioritet modernizacije savremenih vojnih sposobnosti

11. Sistemi skladištenja energije, zasnovani pretežno na litijumskim tehnologijama nove generacije omogućavajući autonomiju, mobilnost i borbenu otpornost u savremenim konfliktima.
12. U eri energetske tranzicije i ubrzane digitalizacije borbenih kapaciteta, litijum se pozicionirao kao ključni strateški resurs, uporediv sa naftom u 20. veku.
13. Povećana potražnja za litijumom dovodi do njegove militarizacije i geopolitičke instrumentalizacije
14. Energetski aspekt više nije logistička pozadina, već postaje operativni i strateški odlučujući faktor: od nivoa individualnog vojnika, preko mobilnih jedinica, do kompleksnih komandno-informacionih sistema

15. Srbija bi trebala da postavi jasne nacionalne ciljeve kao što su povećanje domaćih istraživanja, industrijske prerade i sklapanje savezničkih ugovora, a sve uz primenu najvišeg nivoa ekoloških standarda za zaštitu životne sredine

16. Spoljna politika Srbije omogućava kratkoročne diplomatske manevarske prostore, ali dodatno pojačava vulnerabilnost Srbije u pogledu dugoročnog pristupa strateškim tehnologijama i kritičnim sirovinama, čineći je izloženijom pritiscima sa obe strane u uslovima globalne geopolitičke polarizacije

17. Formiranje državne rezerve kritičnih sirovina uz jasan regulatorni okvir koji će definisati tipove i količine sirovina za skladištenje, načine upravljanja rezervama i kriterijume za njihovo korišćenje.

18. Srbija bi mogla aktivno učestvovati u evropskim i globalnim mrežama za skladištenje poput Evropske metal banke (European Metal Bank) kako bi maksimalno diversifikovala izvore snabdevanja

19. Krajnje je vreme da i Srbija integriše sve potrebe sopstvenog vojno industrijskog kompleksa kroz nacionalnu strategiju kritičnih sirovina koja bi trebala da proceni i obezbedi dovoljne rezerve sirovina važnih za odbranu, te da podrži tehnologiju dvostruke namene (dual-use).

20. Poseban izazov za Srbiju predstavlja globalna borba za litijum i druge kritične sirovine, što je dovelo do angažovanja ruskog faktora u cilju sprečavanja partnerstva između Srbije i Evropske unije
21. Ruska vojna doktrina izričito naglašava potrebu za tehnološkom samodovoljnošću, što uključuje razvoj domaćih izvora za strateške sirovine i proizvodnih kapaciteta za skladištenje energije. Jedan od centralnih elemenata ove transformacije jeste strateško opredeljenje prema integraciji litijum-jonskih baterija u vojne platforme
22. Narodna Republika Kina sprovodi intenzivan proces modernizacije oružanih snaga kroz integraciju naprednih energetske tehnologije – uključujući visokoenergetske litijumske baterije – u svoje borbene i logističke sisteme
23. U cilju strateške autonomije, moguća je i saradnja čak i sa Kinom i Rusijom koje tradicionalno kontrolišu mnoge sirovine i retke elemente, ali pod uslovom da se striktno poštuju domaći standardi bezbednosti i kvaliteta, te da se ne ugrozi proces EU integracija Srbije
24. Regionalna pozicija Srbije omogućava povezivanje sa infrastrukturom EU, Zapadnog Balkana i Crnog mora;
25. Razvoj domaćih istraživačko-razvojnih kapaciteta mogao bi pozicionirati Srbiju ne samo kao izvoznika sirovine, već i kao učesnika u tehnološkom lancu vrednosti (prerada, komponente, sistemi);
26. Srbija kao partner EU u oblasti mineralnih resursa ima strateški značaj

Uvod

Kritične sirovine predstavljaju ključni resurs savremenih tehnologija i odbrambenih sistema, čija dostupnost direktno utiče na bezbednosne kapacitete država. Ova studija analizira međuzavisnost kritičnih sirovina i bezbednosne perspektive Srbije, sa posebnim osvrtom na geopolitičke, ekonomske i ekološke aspekte. U studiji se definišu pojmovi kritičnih sirovina, njihove karakteristike i primene u visokoj tehnologiji i odbrambenoj industriji, uz naglasak na globalni rivalitet za kontrolu ovih resursa. Zatim se razmatra aktuelno stanje i perspektive razvoja

odbrambene industrije Srbije, uključujući zavisnost od uvoza i potrebu za tehnološkom nezavisnošću. Posebna pažnja posvećena je potencijalima Srbije u oblasti rudnih bogatstava, kao i zakonodavnim i ekološkim izazovima eksploatacije. Studija takođe istražuje geopolitičke i ekonomske izazove, uključujući uticaj stranih investicija i rizike po nacionalnu bezbednost. Metodološki, studija se zasniva na analizi relevantne stručne literature, zvaničnih dokumenata, strateških planova i studija slučaja, kao i komparativnoj analizi regionalnih i globalnih trendova. Na osnovu analize, predloženi su strateški pravci i politike za razvoj nacionalne strategije kritičnih sirovina, sa ciljem jačanja odbrambene industrije, ekološke održivosti i socijalne uključenosti. Zaključak ističe kritične sirovine kao ključni faktor budućeg strateškog suvereniteta Srbije i neophodnost multidisciplinarnog pristupa u njihovom upravljanju. Savremene vojne operacije sve više zavise od energetske otpornosti, mobilnosti i tehnološke integracije, što dovodi do strateške transformacije u načinu na koji se energija koristi, skladišti i projektuje u borbenim uslovima. Ova studija analizira razvoj i primenu naprednih sistema za skladištenje energije u savremenim vojskama, s posebnim fokusom na operativne, tehničke i strateške aspekte njihove integracije u sistem odbrane Republike Srbije. U radu se razmatraju globalni trendovi u upotrebi energetske efikasne rešenja u Sjedinjenim Američkim Državama, Rusiji i Kini, kao i institucionalni, industrijski i tehnološki kapaciteti Srbije. Poseban akcenat stavljen je na mogućnosti za javno-privatna partnerstva, civilno-vojnu saradnju, razvoj domaćih istraživačkih resursa i usklađivanje sa EU i NATO standardima. Metodološki, rad se oslanja na komparativnu analizu, studije slučaja i analizu strateških dokumenata, uz upotrebu validiranih izvora iz oblasti vojne tehnologije, logistike i industrijske strategije. Cilj studije je da se identifikuju preporuke za institucionalni model razvoja energetske nezavisnih vojnih sistema u Srbiji, kroz sinergiju između države, akademskog sektora i industrije.

Međuzavisnost kritičnih sirovina predstavlja jedan od definišućih aspekata savremenih međunarodnih odnosa i strateških prilika koje se otvaraju pred Republikom Srbijom u XXI veku. U epohi ubrzane tehnološke transformacije, zelene tranzicije i rastućeg geopolitičkog rivalstva, kontrola nad ključnim mineralnim resursima postala je odlučujuća komponenta nacionalne bezbednosti i ekonomske stabilnosti. Bezbednosna perspektiva Srbije se nalazi na raskršću između novih mogućnosti i izazova, gde raspolaganje značajnim rezervama kritičnih sirovina, može predstavljati strateški alat u formiranju nacionalnih bezbednosnih politika i jačanju geopolitičkog pozicioniranja.

Savremene vojne tehnologije prolaze kroz duboku transformaciju uslovljenu digitalizacijom, minimalizacijom gabarita sistema, i rastućim oslanjanjem na obnovljive i visokoefikasne energetske izvore. Ova promena paradigme ogleda se u prelasku sa masivnih, energetske zahtevnih sistema ka modularnim, autonomnim i energetske efikasnim rešenjima, posebno u kontekstu savremenih sukoba niskog intenziteta, urbanih borbi i operacija specijalnih snaga (Garamone, 2022; Defense Science Board, 2016).

Kako primećuje Mahnken (2018), vojska 21. veka mora odgovoriti na izazove ne samo kinetičke, već i energetske prirode, uključujući snabdevanje naprednih platformi poput dronova,

senzorskih mreža i oklopnih vozila električnom energijom u realnom vremenu. Energetski aspekt sve više postaje ključna komponenta borbene gotovosti i strateške autonomije.

U sukobima koji se vode u nepristupačnim i izolovanim uslovima, kao što su operacije u Sahelu, Avganistanu ili Ukrajini, energetska autonomija postaje faktor preživljavanja. Oslanjanje na tradicionalne izvore napajanja (dizel generatori, logističke linije goriva) stvara logističke izazove i bezbednosne rizike, dok napredni sistemi za skladištenje energije omogućavaju višednevni rad bez dopune (Campbell & O’Hanlon, 2020).

Energetska otpornost i fleksibilnost imaju posebna, ako ne i presudan značaj u kontekstu integrisanih hibridnih operacija, gde se oružane snage značajno oslanjaju na upotrebu senzora, savremenih komandno-informacionih sistema i elektronsko ratovanje. Prema proceni RAND korporacije, uspostavljanje decentralizovanih, energetski nezavisnih jedinica povećava otpornost sistema na prekide u komunikaciji i napade u okviru elektronskog ratovanja (Raffaella et al., 2021).

Predmet ove studije jeste analiza operativnih, tehničkih i strateških prednosti primene naprednih sistema za skladištenje energije u vojnim sredstvima, sa posebnim naglaskom na kontekst Republike Srbije. Cilj studije je da identifikuje ključne prednosti, izazove i strateške implikacije usvajanja ovih tehnologija u funkciji vojne modernizacije i tehnološke suverenosti.

Metodološki pristup zasniva se na kombinaciji komparativne analize (klasičnih i naprednih baterijskih sistema), studije slučaja (analiza potencijalne primene u sistemima Vojske Srbije), kao i kvalitativne analize strateških dokumenata, međunarodnih studija i publikacija iz oblasti odbrambene energetike i sigurnosti. Studija takođe koristi sekundarne izvore iz oblasti vojne logistike, strategije i inovacija, uz konsultovanje tehničkih normi i standarda.

Značaj ovog istraživanja proizlazi iz činjenice da Srbija raspolaže značajnim nalazištima mnogih stratejskih minerala poput litijuma, borata, bakra i cinka (European Commission, 2020) Ova prirodna bogatstva stavljaju zemlju u centar evropskih i globalnih strategija za obezbeđivanje kritičnih sirovina, što istovremeno otvara nove ekonomske prilike, ali i bezbednosne dileme (World Bank, 2021) Analiza međuzavisnosti kritičnih sirovina postaje imperativ za razumevanje načina na koji Srbija može maksimizovati korist od svojih resursa, istovremeno minimizirajući potencijalne bezbednosne rizike koji proizlaze iz rastućeg geopolitičkog nadmetanja velikih sila (McNeill, 2016).

Metodologija studije sa osvrtom na istraživački cilj

Istraživački cilj ovog rada jeste sveobuhvatna analiza načina na koji međuzavisnost kritičnih sirovina utiče na bezbednosnu perspektivu Republike Srbije, sa posebnim fokusom na identifikovanje strateških mogućnosti i bezbednosnih izazova koje ova međuzavisnost generiše.

Specifični ciljevi obuhvataju: (1) mapiranje ključnih međuzavisnih veza između Srbije i glavnih globalnih aktera u domenu kritičnih sirovina; (2) procenu uticaja ovih međuzavisnosti na različite aspekte nacionalne bezbednosti; i (3) identifikovanje strategijskih opcija za optimizaciju bezbednosne pozicije Srbije kroz upravljanje resursima (Institute for Security Studies, 2023).

Metodološki pristup zasniva se na kombinaciji kvalitativnih i kvantitativnih metoda istraživanja, primenjujući sveobuhvatan analitički okvir koji integriše geopolitičku analizu, bezbednosne studije i ekonomsku procenu (Keohane, Nye, 2011). Koristeći komparativnu metodologiju, istraživanje poredi srpsku situaciju sa sličnim slučajevima zemalja bogatih resursima, dok se kroz analizu sadržaja sistematski proučavaju ključni strateški dokumenti, politike kritičnih sirovina glavnih globalnih aktera i relevantna stručna literatura. Strukturalni metod omogućava razumevanje složenih odnosa između različitih komponenti sistema kritičnih sirovina, dok se kroz procenu rizika analiziraju potencijalni bezbednosni izazovi (NATO Headquarters, 2023).

Istraživanje se oslanja na primarne izvore uključujući nacionalne bezbednosne strategije, evropske i američke dokumente o kritičnim sirovinama, kao i na sekundarne izvore koji obuhvataju akademske studije, analitičke izveštaje međunarodnih organizacija i stručnu literaturu iz oblasti geopolitike sirovina (NATO Headquarters, 2023). Vremenski okvir analize pokriva period od 2020. godine kada su razvijene zemlje počele sistematski da definišu kritične sirovine kao strategijske resurse, do danas (U.S. Geological Survey, 2024).

Srbija kao potencijalni akter u regionalnom lancu strateških sirovina

Srbija raspolaže potencijalno značajnim nalazištima sirovina od strateškog značaja, uključujući resurse koji se povezuju sa litijumom, boratom i retkim metalima. Geološki kapaciteti Srbije svrstavaju je u potencijalno relevantnog aktera u evropskom kontekstu snabdevanja ovim resursima, što ima višestruke strateške posledice:

- Regionalna pozicija Srbije omogućava povezivanje sa infrastrukturom EU, Zapadnog Balkana i Crnog mora;
- Razvoj domaćih istraživačko-razvojnih kapaciteta mogao bi pozicionirati Srbiju ne samo kao izvoznika sirovine, već i kao učesnika u tehnološkom lancu vrednosti (prerada, komponente, sistemi);
- Bezbednosni aspekt podrazumeva potrebu za strateškom kontrolom eksploatacije i prerade sirovina, kako bi se izbegla zavisnost od eksternih aktera ili monopolizacija resursa.

U tom smislu, Srbija bi mogla razvijati strateški neutralne modele saradnje, balansirajući između zapadnih, ruskih i kineskih interesa, i oslanjajući se na principe resursne suverenosti i zelene transformacije, uz kontrolisanu upotrebu resursa za sopstvenu odbrambenu industriju.

Srbija se danas nalazi u epicentru "Velike zelene utakmice" - globalnog takmičenja za pristup kritičnim sirovinama koje omogućavaju energetska tranziciju (Politika, Obradović, 2024). Ova pozicija proizilazi iz činjenice da Srbija poseduje nalazišta nekih od najvažnijih mineralnih resursa koje Evropska unija označava kao kritične mineralne sirovine. Lista kritičnih sirovina na nivou EU se konstantno preispituje što svedoči o rastućoj važnosti ovih resursa u globalnoj ekonomiji (Stiftung Wissenschaft und Politik, 2024).

Srbija se ističe po svojim rezervama litijuma, koji postaje centar svetske ekonomije i auto-industrije (Slobodna Evropa, 2024). Sa značajnim rezervama litijuma u Evropi (Ibid), Srbija poseduje oko 10 odsto od ukupnih globalnih zaliha (Obradović, Babić, 2024). Jadarit, mineral pronađen u dolini reke Jadar, sadrži litijum i bor i predstavlja jedinstven resurs jer je Srbija i dalje jedino mesto gde je takav mineral pronađen (Serbia Business EU, 2024). Procenjuje se da sa rezervama jadarita, Srbija može zadovoljiti oko 17 odsto proizvodnje električnih vozila u Evropi (RTS, 2016).

Geopolitička dimenzija ovog pozicioniranja je jasna. Evropska unija, suočena sa prekidanjem lanaca snabdevanja tokom kovid pandemije i rata u Ukrajini, počela je da razmišlja od čega i od koga zavisi, te kako da promeni taj stepen zavisnosti (Obradović, 2024). EU teži da ove sirovine potrebne za dekarbonizaciju nabavlja sa tržišta koja su geografski bliža, ali i politički bezbednija nego što je to Kina (N1, 2024). Kina trenutno dominira u oblasti rudarenja i prerade retkih elemenata, što predstavlja stratešku ranjivost za EU (Serbia Business EU, 2024). Zajedničko regionalno tržište Zapadnog Balkana, sa 18 miliona stanovnika, predstavlja važno tržište za sve kompanije u regionu i odsakočnu dasku za pristup tržištima unutar i izvan EU (Europa.rs, 2024). Regionalna ekonomska integracija može generisati do 6,7 odsto dodatnog BDP-a. Plan rasta za Zapadni Balkan ima jedan od prioriteta integraciju regiona u evropske industrijske lance snabdevanja, što bi Srbiji moglo doneti veoma značajne koristi (Beta, 2024). EU želi da razvije rudarstvo u zemljama članicama, ali i u Srbiji, isključivo uz poštovanje ekoloških standarda i zakona.

Potražnja EU za kritičnim sirovinama će se povećati pet puta do 2030. godine (Euronews,, 2025). Prema procenama, potrebe za litijumom će se povećati 12 puta do 2030. godine i 21 put do 2050. Litijum, druge strateške sirovine, i retki elementi će uskoro biti važniji od nafte i gasa.

Zakon o kritičnim sirovinama EU (CRMA) ima za cilj smanjenje zavisnosti i ranjivosti kroz intenzivniju eksploataciju minerala na evropskom tlu, kao i kroz uspostavljanje partnerstava sa zemljama koje poseduju odgovarajuće sirovinske resurse (Energetika News, 2024). EU je identifikovala ukupno 34 materijala kao kritične sirovine, od kojih je 17 označeno kao strateški, uključujući litijum koji je od ključnog značaja za energetska tranziciju i razvoj novih tehnologija.

Srbija kao partner EU u oblasti mineralnih resursa ima stratejski značaj. Evropska komisija je uvrstila projekat "Jadar" u 13 novih strateških projekata u vezi sa kritičnim sirovinama (Evropska komisija, 2024). Da bi počeo sa radom, projekat i dalje mora da dobije sve relevantne dozvole u skladu sa nacionalnim zakonodavstvom.

Region Zapadnog Balkana se pozicionira kao važan deo evropske strategije za bezbednost snabdevanja kritičnim sirovinama, pri čemu Srbija ima posebnu ulogu zbog svojih značajnih rezervi mineralnih resursa. Međutim, realizacija ovog potencijala zavisi od rešavanja regulatornih prepreka, ekoloških izazova i geopolitičkih rizika.

U ovom kontekstu, potpisivanje Memoranduma o kritičnim sirovinama između Srbije i EU u julu 2024. godine predstavlja značajan geopolitički potez (N1, 2024). Predsednik Srbije je opisao ovaj memorandum kao "šansu generacije" (Demostat, 2024), dok analitičari ističu da Srbija nije jedina zemlja koja je potpisala ovaj memorandum - pridružile su joj se i Norveška, Ukrajina, kao i nekoliko zemalja Afrike i Latinske Amerike (N1, 2024).

Odbrambena industrija Srbije , perspektive razvoja i strateške sirovine

Odbrambena industrija Srbije (OIS) ponovo se etablirala kao jedan od ključnih igrača u Evropi, sa sposobnostima dizajna, razvoja i proizvodnje širokog spektra oružanih sistema. Vojnotehnički institut (VTI) predstavlja najveći naučno-istraživački centar u Srbiji, sa glavnim oblastima u klasičnom naoružanju, vozilima, artiljerijskim sistemima i municiji, avionima, elektronskim sistemima i materijalima. Tokom poslednjih sedam decenija razvijeno je više od 1.300 ključnih stavki naoružanja i vojne opreme (Euro-sd, 2021). Iako Srbija poseduje razvijenu odbrambenu industriju, nije imuna na rizike vezane za kritične sirovine. Strateška vrednost OIS je i proizvodnja nuklearno-biološko-hemijske (NBC) opreme još od Prvog svetskog rata, koja je koncipirana kao nezavisna i samoodrživa. Ipak, globalna priroda lanaca snabdevanja kritičnih sirovina znači da čak i zemlje sa razvijenom domaćom industrijom mogu biti ranjive na prekide u snabdevanju (Heinrich-Böll-Stiftung, 2024). Srbija nastoji da održava delikatan spoljnopolitički balans između svojih istorijskih veza sa Rusijom i aspiracija prema Zapadu. Iako je Beograd osudio rusku invaziju na Ukrajinu, uzdržao se od uvođenja ekonomskih sankcija Moskvi. Ovakav geopolitički položaj može uticati na pristup kritičnim sirovinama, posebno u uslovima rastućih tenzija između velikih sila (SWP, 2024). Spoljna politika Srbije omogućava kratkoročne diplomatske manevarske prostore, ali dodatno pojačava vulnerabilnost Srbije u pogledu dugoročnog pristupa strateškim tehnologijama i kritičnim sirovinama, čineći je izloženijom pritiscima sa obe strane u uslovima globalne geopolitičke polarizacije.

Aktuelno stanje i potencijal za inovacije

Odbrambena industrija Srbije predstavlja najvažniji segment vojno-industrijskog kompleksa u regionu Zapadnog Balkana, sa izvozom oružja i vojne opreme vrednim oko 500 miliona dolara tokom 2021. godine (Fondacija BFPE, 2024). Iako nisu objavljeni zvanični godišnji izveštaji

nakon 2021, na osnovu dostupnih podataka iz različitih izvora, može se proceniti da je ukupna vrednost izvoza srpskog naoružanja i vojne opreme preko 1,6 milijarde dolara. U 2020. godini, Vlada Srbije je osnovala grupaciju Odbrambena industrija Srbije (OIS) koja obuhvata 13 nosioca odbrambenih tehnologija i 4 nosioca bazičnih tehnologija. Ukupno je 60 kompanija u državnom i privatnom vlasništvu registrovano u Srbiji za proizvodnju naoružanja i vojne opreme (NVO) (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2025). Pored toga, 239 privredna subjekta su licencirana za trgovinu NVO (Ministarstvo unutrašnje i spoljne trgovine), a oko 35 su specijalizovana pravna lica, opitni centri, naučni instituti, fakulteti i tehničko-remontni zavodi koji su uključeni u razvoj NVO.

Ukupan broj zaposlenih u OIS iznosi oko 38.000 radnika što uključuje direktne proizvođače, distributere i trgovce, institucije za ispitivanja, razvoj i remont, kao i zaposlene u podršci i logistici. Pored toga, broj kooperanata se procenjuje na 20.000 angažovanih lica. Obzirom da broj članova jednog domaćinstva u Srbiji iznosi 2,55 (Srbija Popis, 2022), lako je izračunati da oko 150.000 stanovnika direktno zavisi od rada OIS. Ukoliko bi se analiza proširila na Vojno-industrijski kompleks Srbije koja je širi pojam od OIS i predstavlja celokupan splet odnosa između vojske, političkih struktura, državnih institucija, akademskih i istraživačkih centara, te industrije, možemo sa sigurnošću tvrditi da su pomenuti brojevi socijalne i ekonomske zavisnosti mnogo veći. Kreiranje sinergije između bezbednosne politike i ekonomskih interesa, postavlja Vojno-industrijski kompleks Srbije u ulogu ključnog subjekta za strateško oblikovanje bezbednosno-odbrambene, tehnološko-razvojne i ekonomsko-socijalne politike.

Investicije u modernizaciju predstavljaju ključni pokretač razvoja. Tokom 2024. godine, više od 70 različitih tipova savremenog naoružanja i vojne opreme je stavljeno u operativnu upotrebu u jedinicama Vojske Srbije, pri čemu je 38 sistema razvijeno domaćim razvojem zahvaljujući Vojnotehničkom institutu i domaćoj odbrambenoj industriji (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2024). Ministarstvo odbrane je u decembru 2023. godine potpisalo ugovore vredne 100 miliona evra za drugi investicioni ciklus, što je deo ukupnih investicija koje su u proteklom desetogodišnjem periodu iznosile 530 miliona evra (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2023).

Potencijal za inovacije se manifestuje kroz uspešnu integraciju savremenih stranih sistema francuske i izraelske proizvodnje sa domaćim tehnologijama. Posebna pažnja se posvećuje integraciji procesa i usavršavanju nacionalnih sposobnosti gde su eksperti Vojske Srbije, Vojnotehničkog instituta i remontnog zavoda "Čačak" uspeali da integrišu moderne strane sisteme u funkcionalnu celinu (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2020).

Tehnološka saradnja sa međunarodnim partnerima se razvija kroz višestruke kanale. Srbija je potpisala tehnički aranžman sa Italijom za saradnju u oblasti vojne tehnologije, naoružanja i odbrambene industrije, što predstavlja okvir za različite oblike saradnje u oblasti odbrambenih tehnologija. Saradnja uključuje ne samo nabavku oružja i vojne opreme, već i zajedničko

razvijanje i proizvodnju, transfer tehnologija i potencijalne investicije u OIS (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2023).

Značaj kritičnih sirovina u savremenim tehnologijama i odbrambenom sektoru

Kritične sirovine predstavljaju osnovu moderne tehnološke civilizacije i ključnu komponentu savremenih borbenih sistema. Evropska unija definiše kritične sirovine kao one "koje su ekonomski i stratejski važne za evropsku ekonomiju, ali imaju visok rizik povezan sa snabdevanjem" (European Commission : Critical Raw Materials Resilience, 2020). Ove sirovine nisu klasifikovane kao kritične zbog svoje retke prirode, već zbog tri ključna faktora: značaja ekonomske važnosti za ključne sektore, visokog rizika snabdevanja zbog koncentrisane proizvodnje u određenim zemljama, i nepostojanja održivih alternativa (*Ibid*).

U savremenim tehnologijama, kritične sirovine omogućavaju funkcionisanje najnaprednijih digitalnih i zelenih tehnologija. Litijum, kobalt i nikel su nezamenjivi za proizvodnju baterija koje pokreću električne automobile i skladište energiju iz obnovljivih izvora. Retki elementi omogućavaju proizvodnju permanentnih magneta u vetrenjačama, solarnim panelima i električnim motorima (IEA Publications, 2021). Galijum i germanijum su esencijalni za poluprovodničku industriju i proizvodnju mikročipova, dok su platina i paladijum ključni za katalitičke konvertere i vodoničnu tehnologiju (U.S. Department of Energy, Critical Materials Strategy 2023).

Značaj ovih materijala u digitalnim tehnologijama je posebno izražen - jedan pametni telefon sadrži do 50 različitih vrsta metala koji doprinose njegovoj kompaktnosti, lakoći i funkcionalnosti (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Veštačka inteligencija i napredne računarske tehnologije zavise od silicijuma za mikročipove, kobalta za memorijske uređaje i retkih elemenata za visokoperformansne poluprovodnike. Kvantne tehnologije, cloud infrastruktura i 5G mreže takođe zahtevaju specifične kritične materijale koji omogućavaju njihovu brzinu, efikasnost i pouzdanost (International Energy Agency, 2021). Odbrambeni sektor predstavlja jedan od najkritičnijih korisnika ovih sirovina. NATO je decembra 2024. godine objavio listu od 12 kritičnih sirovina za odbranu: aluminijum, berilijum, kobalt, galijum, germanijum, grafit, litijum, mangan, platina, retki elementi (Rare Earth Elements - REE), titanijum i volfram. Aluminijum je ključan za proizvodnju lakih, ali čvrstih vojnih aviona i projektila, poboljšavajući njihovu agilnost i performanse. Grafit je nezamenljiv u proizvodnji glavnih borbenih tenkova i brodova zbog svoje visoke čvrstoće i termičke stabilnosti, a u podmornicama se koristi za konstrukciju trupa što značajno smanjuje akustičke signale i povećava sposobnosti prikrivanja. Kobalt je esencijalan za proizvodnju superlegura koje se koriste u mlaznim motorima, projektilima i podmornicama, a koje mogu da izdrže ekstremne temperature i stres. Retki elementi omogućavaju proizvodnju naprednih radara i sonarnih

sistema, laserskog navođenja, komunikacijske i pogonske tehnologije, obezbeđujući superiornu preciznost, stabilnost i otpornost u borbenim uslovima. Titanijum i volfram se koriste u svemirskim i odbrambenim sektorima za komponente koje zahtevaju izuzetnu čvrstoću i otpornost na visoke temperature. Bezbednosna dimenzija kritičnih sirovina se manifestuje kroz njihovu ulogu u elektromagnetskim sistemima, laserskom naoružanju i vojnoj elektronskoj opremi. Precizno navođena municija, noćni viziri, sistemi za nadzor i navođenje zavise od ovih materijala za visokoperformansnu elektroniku, senzore i kontrolne mehanizme. Njihova uloga u održavanju tehnološke superiornosti čini ih nezamenljivim za nacionalnu bezbednost i dugoročnu vojnu operativnost.

Tehnološki okvir savremenih energetske sistema u vojnim primenama

Savremene operacije na bojištu zahtevaju visoko pouzdane, energetske efikasne i taktički fleksibilne izvore napajanja. Sistemi za skladištenje električne energije, kao deo šire energetske infrastrukture, predstavljaju ključnu komponentu u vojnoj logistici, taktičkoj mobilnosti i održivosti modernih sistema naoružanja.

Sistemi za skladištenje električne energije u vojnom domenu mogu se klasifikovati u nekoliko osnovnih kategorija, prema njihovoj elektrohemijskoj strukturi, funkcionalnosti i aplikaciji:

- Hemijski sistemi: uključuju različite vrste baterija – primarne (jednokratne) i sekundarne (punjive).
- Mehanički sistemi: kao što su kompresovani vazduh i zamajci (*flywheels*), koji se koriste za brzo oslobađanje energije u specifičnim aplikacijama.
- Termalni sistemi: koriste temperaturne razlike za generisanje ili skladištenje energije.
- Kondenzatorski i superkondenzatorski sistemi: za brza punjenja/praznjenja kod energetske udara ili zaštite osetljive opreme.

Od navedenih, sekundarne hemijske baterije predstavljaju dominantnu tehnologiju u savremenim taktičkim i strateškim vojnim platformama zbog svojih performansi i fleksibilnosti (Li et al., 2020; Berman et al., 2021).

Energetske tehnologije nove generacije, koje uključuju visokoenergetske punjive hemijske sisteme, karakterišu sledeći ključni parametri:

- Visoka energetska gustina: omogućava produženi rad sistema bez potrebe za čestom dopunom (Campbell & O’Hanlon, 2020).
- Niska specifična masa: smanjuje opterećenje na individualnog vojnika ili sistem, pogodna za UAV/UGV platforme.

- Otpornost na temperaturne ekstreme: operativni opseg od -40°C do $+60^{\circ}\text{C}$ ključan je za borbenu upotrebu u ekstremnim klimatskim zonama.
- Dug životni ciklus: preko 1.000 ciklusa punjenja/praznjenja bez značajnog gubitka kapaciteta (Jansen et al., 2019).
- Minimalno održavanje i tihi rad: pogodno za operacije prikrivenog karaktera.

Navedene karakteristike direktno doprinose taktičkoj otpornosti, smanjenju logističkog otiska i povećanoj autonomiji sistema u dinamičnim operativnim uslovima.

Tradicionalni sistemi skladištenja energije, kao što su olovno-kiselinske baterije i nikal-metal-hidridne (NiMH) baterije, i dalje se koriste u brojnim vojnim i rezervnim sistemima, ali imaju ograničenja, kao što su na primer radni ciklus, masa, brzina punjenja. U odnosu na njih napredna generacija baterija ima značajne tehnološke komparativne prednosti, koje su pregledno prikazane u Tabeli 1.

Tehnologija	Energetska gustina (Wh/kg)	Radni vek (ciklusi)	Masa	Temperaturna otpornost	Brzina punjenja
Olovno-kiselinska	30–50	300–500	Visoka	Ograničena	Spora
NiMH	60–120	500–1.000	Srednja	Umerena	Srednja
Napredna generacija	150–250+	1.000–2.000+	Niska	Visoka	Brza

Tabela 1: Poređenje tehnologija za skladištenje energije u vojnim primenama

Uočava se da, iako su konvencionalne tehnologije jeftinije i robusnije, one zahtevaju češće održavanje, imaju veće dimenzije i nižu energetska gustinu, što ih čini nepovoljnim za napredne borbene sisteme, autonomne platforme i operacije koje zahtevaju mobilnost i energetska nezavisnost (Zhang et al., 2022).

Geopolitička utakmica za strateške sirovine i vojnu dominaciju

Definicija i klasifikacija retkih minerala i drugih kritičnih sirovina

Kritične sirovine se definišu kao materijali koji su od velike ekonomske i strateške važnosti, a istovremeno su izloženi visokim rizicima poremećaja u snabdevanju (European Commission,2023). Evropska unija redovno ažurira listu kritičnih sirovina, a u posljednjem izveštaju iz 2023. godine identifikovano je 34 materijala koji zadovoljavaju kriterijume visoke ekonomske važnosti i rizika snabdevanja(European Commission,2023). Među njima su metali poput litijuma, kobalta, bakra, ali i retki elementi, grafit i fosfati. Pored kritičnih, postoje i strateške sirovine koje su ključne za zelenu i digitalnu tranziciju, odbrambene tehnologije i svemirske aplikacije (IAE,2025).

U Sjedinjenim Američkim Državama, Ministarstvo energetike (DOE) i Geološki zavod (USGS) vode svoje liste kritičnih sirovina. DOE je 2023. godine objavio listu od preko 30 materijala uključujući aluminijum, kobalt, litijum, neodimijum i nikel, koji su ključni za energetske tehnologije i nacionalnu bezbednost (DOE,2023). Istovremeno je USGS identifikovao 50 kritičnih minerala, uključujući antimon, berilijum, galijum i germanijum, koji su visoko rizični za stabilnost snabdevanja ((USGS,2022).

Posebnu kategoriju čine retki elementi koji se hemijski dele na lakše (LREE) i teže (HREE) elemente. Lakši retki elementi, kao što su lantani i cerijum, imaju veće ionske radijuse i koriste se u katalizatorima i staklenim aplikacijama, dok su HREE, poput neodimijuma i disprozija, ključni za proizvodnju trajnih magneta u vetroturbinama i električnim motorima (Gupta, C.K., and Krishnamurthy,2005). Ova podela je važna jer se nalazišta i proizvodnja ovih elemenata geografski i tehnološki razlikuju, što dodatno komplikuje snabdevanje (Binnemans, K., et al,2013).

Ključne primene i savremeni trendovi u potražnji i proizvodnji

Kritične sirovine su osnova za razvoj savremenih tehnologija koje oblikuju ekonomiju i bezbednost. Najznačajnije primene uključuju:

- **Baterije i skladištenje energije:** Litijum, kobalt, nikel i grafit su ključni za litijum-jonske baterije koje pokreću električne automobile i omogućavaju skladištenje energije iz obnovljivih izvora. Potražnja za litijumom je porasla za oko 30% između 2020. i 2024. godine, što je rezultat ubrzanog razvoja elektrifikacije transporta (IEA,2025).
- **Poluprovodnici i elektronika:** Galijum, germanijum i retki elementi omogućavaju proizvodnju visokoperformansnih mikročipova, LED dioda i telekomunikacione opreme, što je ključ za digitalnu ekonomiju (NATO,2024).
- **Obnovljivi izvori energije:** Retki elementi kao što su neodimijum i disprozium koriste se u trajnim magnetima za vetroturbine, dok silicijum metal predstavlja osnovu za proizvodnju solarnih ćelija (IEA,2025).

- Industrijske i hemijske primene: Fosfati i fluorspar su neophodni za proizvodnju đubriva i različitih hemijskih proizvoda (DOE,2023).

Iako je globalna potražnja za kritičnim sirovinama u porastu, prerada i proizvodnja ostaju koncentrisani u nekoliko zemalja. Kina dominira u preradi kobalta, litijuma i retkih elemenata, kontrolišući oko 85% globalnih kapaciteta prerade ovih materijala (Mining Technology,2024). Indonezija je lider u proizvodnji nikla, dok Demokratska Republika Kongo obezbeđuje oko 70% svetskog kobalta (Statista,2025). Ova koncentracija predstavlja značajan rizik za globalne lance snabdevanja, posebno zbog političke nestabilnosti u nekim od ovih regiona (ISS Africa,2024).

Projekcije Međunarodne agencije za energiju (IEA) ukazuju na potencijalne deficitne situacije u snabdevanju bakrom i litijumom do 2035. godine, ukoliko se ne unaprede kapaciteti proizvodnje i prerade, što može ugroziti ciljeve zelene tranzicije i tehnološkog razvoja (IEA,2025). Kina je 2019. godine činila 12% globalnog rudarstva litijuma, a taj udeo je porastao na 21% 2025. godine zahvaljujući razvoju rudnika liskuna. Njen udeo u rafiniranju litijuma je takođe porastao (Benchmark Mineral Intelligence,2025).

Geopolitički aspekti i strateške implikacije savremenih strateških sirovina

U eri energetske tranzicije i ubrzane digitalizacije borbenih kapaciteta, litijum se pozicionirao kao ključni strateški resurs, uporediv sa naftom u 20. veku. Njegova uloga u proizvodnji visokoefikasnih sistema za skladištenje energije čini ga neophodnim za savremene vojne, vazduhoplovne, komunikacione i svemirske tehnologije. Posebno u domenu punjivih izvora napajanja za mobilne i bespilotne platforme, litijum postaje „tihi akcelerator“ borbene gotovosti i autonomije (Kane, 2021).

Povećana potražnja za litijumom dovodi do njegove militarizacije i geopolitičke instrumentalizacije, pri čemu vodeće sile nastoje da kontrolišu i diversifikuju izvore snabdevanja kako bi osigurale stratešku stabilnost svojih odbrambenih lanaca. Kao poseban izazov se nameće visok rizik zavisnosti od spoljnog snabdevanja. Naime, tržište litijuma trenutno karakteriše visok stepen koncentracije proizvodnje i prerade:

- Kina dominira u segmentu rafinacije i finalne prerade (preko 60% globalne prerade),
- Latinska Amerika (posebno Čile, Argentina i Bolivija) drži većinu prirodnih rezervi tzv. „litijumskog trougla“,
- Australija je ključni akter u rudarskoj eksploataciji, ali ne i u preradi (IEA, 2022).

Ovakva struktura stvara strateške asimetrije i zavisnosti, pri čemu se države potrošači suočavaju sa:

- Geopolitičkim rizikom prekida lanca snabdevanja, u slučaju trgovinskih sporova, sankcija ili ratova,

- Cenovnim skokovima i tržišnim manipulacijama, kao što je viđeno tokom pandemije COVID-19,
- Zavisnošću od konkurentskih sila, posebno u kontekstu odnosa sa Kinom.

Navedi kontekst različitih izazova i rizika navodi sve veći broj država (uključujući SAD, EU i Japan) razvija politike strateških zaliha, kao i javno-privatne inicijative za raznovrsnost izvora litijuma i tehnološku nezavisnost u preradi.

Kada je predsednik SAD Tramp spomenuo mogućnost za “aneksiju” Grenlanda demonstrirao je provoklasni politički pragmatični realizam. SAD ukoliko žele da održe svoju tehnološku dominaciju moraju da osiguraju pristup kritičnim sirovinama i dovedu u pitanje monopol Kine. Za početak pogledajmo odluke američkog predsednika po pitanju bezbednosti strateških sirovina i lanaca snabdevanja. Od kada je stupio na dužnost predsednik Tramp doneo je sledeće izvršne naredbe:

- **Oslobađanje američke energije (izvršna naredba 14154)**

Identifikovanje svih akcija federalnih agencija koje nameću prekomerna opterećenja domaćem rudarstvu i preradi minerala koji se ne koriste kao gorivo i preduzetia korake za reviziju ili poništavanje takvih akcija. Ažurirati listu kritičnih minerala, uključujući i potencijal uključivanja uranijuma. Dati prioritet naporima da se ubrza tekuće, detaljno geološko mapiranje SAD, sa fokusom na lociranje ranije nepoznatih nalazišta kritičnih minerala. Osigurati da projekti kritičnih minerala, uključujući preradu kritičnih minerala, budu razmatrani za federalnu podršku, u zavisnosti od raspoloživosti izdvojenih sredstava. Proceniti da li su eksploatorske prakse i državno potpomognuti projekti minerala u inostranstvu nezakoniti ili neopravdano opterećuju ili ograničavaju trgovinu sa SAD. Proceniti implikacije po nacionalnu bezbednost u vezi sa oslanjanjem na minerale i potencijal za trgovinske akcije. Procenjuje količinu i priliv minerala u Sjedinjene Države koji su verovatno proizvod prisilnog rada u i da li takvi prilivi predstavljaju pretnju nacionalnoj bezbednosti. Razmotriti potrebe SAD u snabdevanju i održavanju Nacionalnih odbrambenih rezervi.

- **Proglašenje nacionalne energetske vanredne situacije (izvršna naredba 14156)**

Olakšati identifikaciju, zakup, skladištenje, proizvodnju, transport, rafinisanje i stvaranje domaćih energetske resursa, uključujući, ali ne ograničavajući se na, saveznom zemljištu.

- **Formiranje Nacionalnog saveta za energetske dominaciju (izvršna naredba 14213)**

Uloga savetovanje predsednika Trampa o strategijama za postizanje energetske dominacije poboljšanjem procesa za izdavanje dozvola, proizvodnju, distribuciju, regulaciju i transport svih oblika američke energije, uključujući kritične minerale. Preporučuje predsedniku Nacionalnu strategiju za energetske dominaciju usmerenu na smanjenje birokratije, povećanje investicija privatnog sektora i unapređenje inovacija.

- **Otklanjanje pretnje po nacionalnu bezbednost od uvoza bakra (izvršna naredba 14220)**

Procena rizika po nacionalnu bezbednost koji proizilaze iz sve veće zavisnosti Sjedinjenih Država od uvoznog bakra i izveštavanje o ranjivostima u lancu snabdevanja bakrom kako bi se pružile preporuke za jačanje otpornosti.

- **Hitne mere za povećanje američke proizvodnje minerala (izvršna naredba 14241)**

Uspostavljanje liste svih projekata u oblasti proizvodnje minerala koji su predali svoje operativne planove, zahteve za dozvole i druge podneske na odobrenje kod nadležnih agencija. Ministri odbrane, energetike i poljoprivrede da mobilizuju zajmove, pomoć u kapitalu, tehničku pomoć i obrtna sredstva za projekte domaće proizvodnje minerala. Sekretar Ministarstva odbrane da koristi Forum za kapital nacionalne bezbednosti radi olakšavanja povezivanja privatnog kapitala sa komercijalno održivim projektima domaće proizvodnje minerala u najvećoj mogućoj meri. Sekretar Ministarstva odbrane da razvije i predloži plan za korišćenje investicionih ovlašćenja Ministarstva odbrane (uključujući Zakon o odbrambenoj proizvodnji – DPA) i Kancelarije za strateški kapital radi uspostavljanja posebnog fonda za minerale i njihovu proizvodnju namenjenog domaćim ulaganjima koja sprovodi DFC. Predsednik EXIM banke da objavi preporučene smernice programa za korišćenje finansijskih alata namenjenih mineralima i proizvodnji minerala.

- **Oslobađanje američkih ključnih minerala i resursa sa morskog područja (izvršna naredba 14285)**

Sekretar Ministarstva trgovine da ubrza proces razmatranja i izdavanja dozvola za istraživanje mineralnih sirovina na morskom dnu i komercijalnih dozvola za eksploataciju u oblastima van nacionalne jurisdikcije prema Zakonu o mineralnim resursima sa morskog dna. Sekretar Ministarstva trgovine da identifikuje interesovanje privatnog sektora i mogućnosti za istraživanje mineralnih resursa, rudarenje i praćenje životne sredine na morskom dnu na spoljnom kontinentalnom pojasu Sjedinjenih Država; u oblastima van nacionalne jurisdikcije; i u oblastima unutar nacionalnih jurisdikcija određenih drugih država koje izraze interesovanje za partnerstvo sa američkim kompanijama u razvoju mineralnih resursa sa morskog dna.

Tokom prvih šest meseci svog drugog mandata predsednik Tramp je doneo šest izvršnih naredbi koji se tiču razvoja sektora kritičnih sirovina. U cilju da obezbedi kritične sirovine za SAD predsednik Tramp je iskoristio predsednička ovlašćenja u ratnom stanju. Izvršne naredbe imaju jasnu vezu između kritičnih sirovina i nacionalne odbrane. Kada se analizira politika predsednika Trampa po pitanju strateških sirovina najviše pažnje privlače dva slučaja- ugovor sa Ukrajinom i Granland. Ugovor pod nazivom “Uspostavljanje američko-ukrajinskog fonda za obnovu i investicije” potpisan je 30.aprila 2025.godine. Reč je uspostavljanju zajedničkog fonda koji će se finansirati iz dobiti od eksploatacije prirodnih resursa. Sporazum odražava transakcioni pristup Trampove administracije mineralnoj diplomatiji i može poslužiti kao obrazac za slične sporazume, kao što je novi okvir za saradnju između SAD i Demokratske Republike Kongo (CSIS, 2025). Preraspodela dobiti prema ugovoru između SAD i Ukrajine predviđena je kroz zajedničku kompaniju u iznosu 50%-50%. Projekti prirodnih resursa obuhvatiće minerale, ugljovodonike i razvoj srodne infrastrukture. Ako Sjedinjene Države odluče da same steknu ove resurse, imaće prvi izbor da ih ili eksploatišu ili da odrede kupca po njihovom izboru. Ekonomska bezbednost je nacionalna bezbednost, a ova važna zaštita sprečava da kritični resursi padnu u pogrešne ruke (White House, 2025). Pošto se 40% ukrajinskih kritičnih minerala nalazi na teritoriji koju je okupirala Rusija, to će otežati SAD da priznaju rusku okupaciju de jure ili de fakto (Gould-Davies, 2025). Centar za ekonomsku strategiju iz Ukrajine navodi da Ukrajina raspolaže titaniumom, litijumom i niklom kao atraktivnim sirovinama za strana ulganja. Rezerve

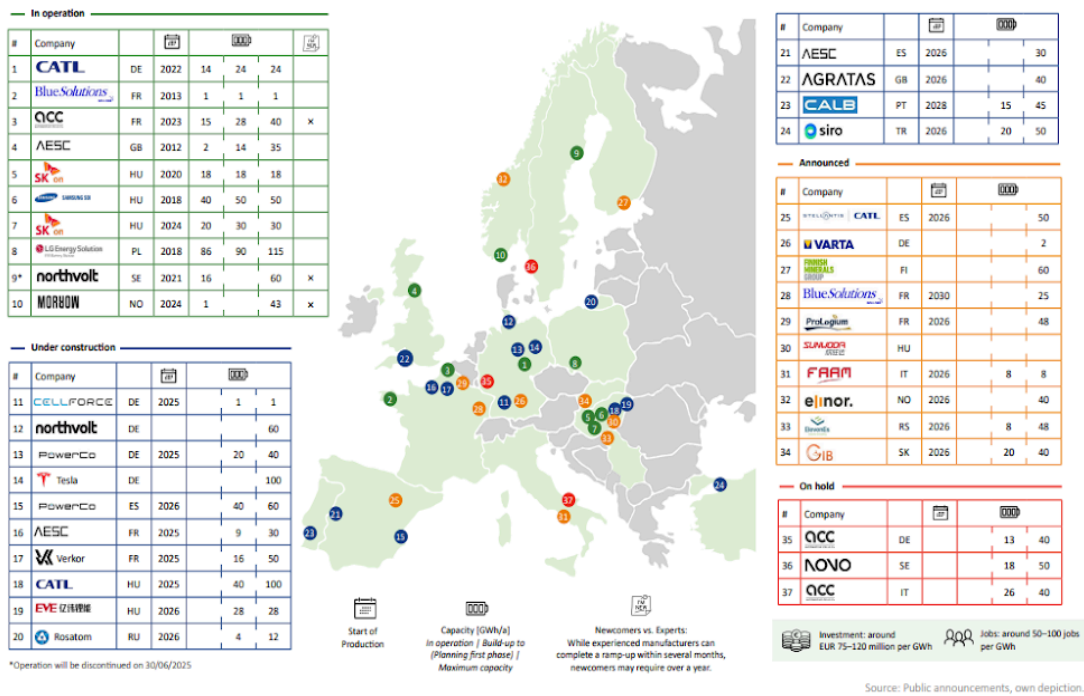
litijuma čine oko 2% svetskih rezervi i od tri glavna nalazišta dva su pod ruskom okupacijom- Kruta Balka i Ševčenkovo.

Grenland, autonomno ostrvo Kraljevine Danske, našlo se u centru globalne utakmice za strateškim sirovinama kada se američki predsednik Tramp pozvao na razloge ekonomske bezbednosti. Iza oštre retorike skrivala se mogućnost da neke rudarske operacije, na najvećem svetskom ostrvu, budu ustupljene kineskim kompanijama pod državnom kontrolom.

Pentagon je uložio skoro 540 miliona dolara u projekte vezane za ključne minerale i „nastaviće takve napore u skladu sa kongresnim aproprijacijama i zakonskim ovlašćenjima“ (Rojters, 2025). Ministarstvo odbrane SAD preduzima aktivno učešće kroz vlasničke udele u projektima koji se odnose na povećanje strateške autonomnosti u proizvodnji i preradi strateških sirovina.

Analiza relevantnih dokumenata, poput strategija Evropske unije i njenih država članica, jasno potvrđuje ključnu ulogu strateških sirovina u jačanju vojnih sposobnosti, otpornosti ekonomije i ukupne sigurnosti evropskog kontinenta. Strateške sirovine, poput litijuma, kobalta, retkih zemaljanih elemenata i drugih kritičnih materijala, su neophodna osnova za savremenu vojnu i tehnološku industriju, proizvodnju baterija, sofisticiranih sistema naoružanja i informacionih tehnologija. Kontrola nad obezbeđivanjem tih resursa direktno utiče na kapacitete samostalnog delovanja i otpornost evropskih država na globalne šokove lanaca snabdevanja. Da bi se obezbedila istinska stabilnost snabdevanja, EU se stoga ne može oslanjati isključivo na povećanje broja svojih trgovinskih partnera, već mora biti proaktivna u obezbeđivanju evropskog angažovanja u lancima snabdevanja pod konkurentnim uslovima(WITA, 2024). Važnost ovakve kontrole ne ogleda se samo u izjavama političara i strateškim dokumentima, već i kroz intenzivne napore Evropske unije da razvije globalna partnerstva sa državama bogatim strateškim sirovinama. U dinamičnoj međunarodnoj areni, gde su resursi često poluga političkog uticaja, EU nastoji da diverzifikuje nabavku, smanji zavisnost od pojedinačnih aktera i propiše standarde održivosti, ekologije i društvene odgovornosti. Ponuda evropskog bloka karakteriše se investicijama, tehnološkim transferom i pristupom velikom tržištu, ali je uslovljena visokim standardima upravljanja i zaštite životne sredine.

Figure 5: Production of lithium-ion battery cells in Europe. The focus is on the production of cells for traction batteries.



Slika 1: pregled litijumskog vrednosnog lanaca u EU, izvor ipcei-batteries.eu

Jedan od ključnih izazova sa kojima se EU suočava jeste nelojalna konkurencija, pre svega iz Kine, kao i iz drugih autoritarnih zemalja. Ova nelojalnost se manifestuje kroz damping cene, manje restriktivne ekološke propise i često netransparentne investicione politike, ali i kroz sofisticirane mehanizme političkog uticaja na globalnom tržištu. Institut baterijskog pasoša (battery passport) predstavlja jedan od mehanizama zaštite da oni proizvođači koji krše ekološke, socijalne i upravljačke kriterijume ne mogu staviti proizvode na EU tržište.

U zaključku, izazovi sa kojima se EU suočava u oblasti strateških sirovina višestruki su i kompleksni. Osim ekonomskih i tehničkih prepreka, posebno su izraženi problemi nelojalne konkurencije i širenja dezinformacija, čime se direktno destabilizuju planovi za razvoj održivih i bezbednih lanaca snabdevanja. Borba protiv ovih izazova zahteva koordinisanu evropsku strategiju, poboljšanu komunikaciju sa lokalnim zajednicama i proaktivnu borbu protiv malignih informativnih uticaja, uz zadržavanje visokih standarda zaštite životne sredine i društvene odgovornosti. Samo tako Evropa može očuvati suverenitet, ojačati odbrambene kapacitete i obezbediti dugoročnu stabilnost u globalnoj borbi za strateške resurse.

Kritične sirovine od zelene tranzicije do nacionalne bezbednosti i vojnih sposobnosti

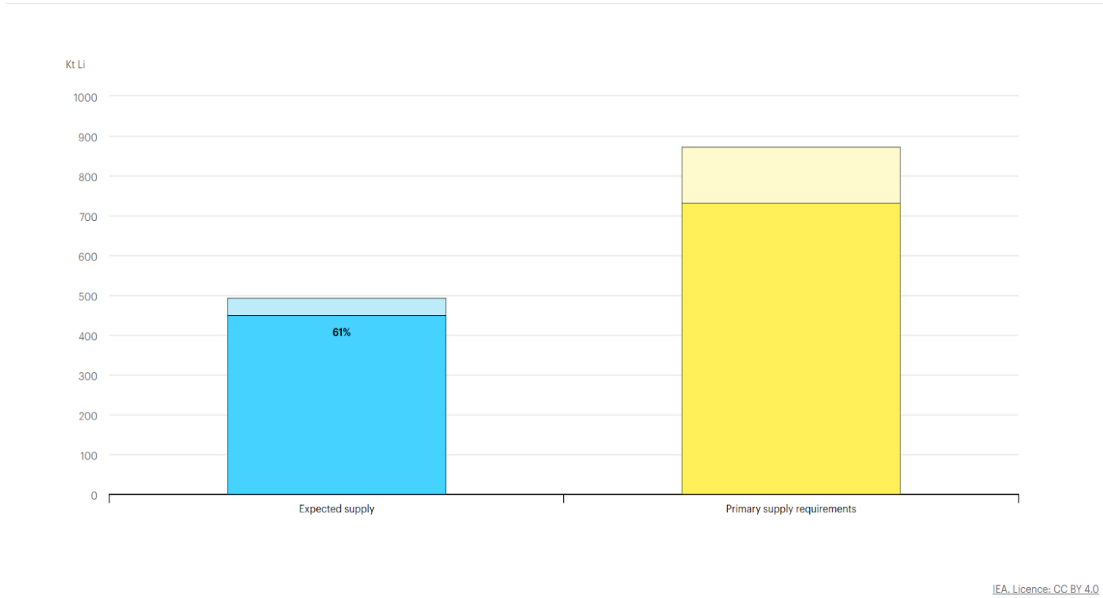
Nauka, tehnologija, sirovine i energija postaju sve značajniji za planiranje, razvoj i unapređenje vojnih sposobnosti savremenih država. Usled strateškog nadmetanja ove oblasti imaju posebnu važnost kako bi se ostvarila prednost u svetu punom raznorodnih bezbednosnih izazova, rizika i pretnji. Izgradnja vojnih sposobnosti delom se zasniva na konkurentnoj i naprednoj vojnoj tehnologiji i industriji. Sve više se govori o značaju kritičnih sirovina i minerala neophodnih za savremene borbene sisteme. Sirovinski trougao se prebacuje u okvir nacionalna bezbednost, ekonomska isplativost i ekološka sigurnost. U tom kontekstu do izražaja dolazi hibridizacija nacionalne bezbednosti i odbrane. Lanci snabdevanja, dostupnost sirovina, politički pritisci, dostupnost tehnologije predstavlja samu srž hibridizacije nacionalne bezbednosti. Snabdevanje sirovinama usko je povezano sa nacionalnom odbranom iz razloga što su savremeni borbeni sistemi zasnovani na komponentama za čiju proizvodnju su potrebne kritične sirovine i retki zemljani elementi. Zavisno od državne klasifikacije različiti nazivi se koriste za istu stvar. Tako u literaturi možemo naći nazive kritični minerali, strateški minerali, strateški materijali, minerali kritični za energetska tranziciju i kritične sirovine. Njihov naziv zavisi kako države percipiraju njihovu ulogu u svom bezbednosnom, tehnološkom i energetsom smislu. Evropska unija koristi terminologiju kritične sirovine. U svom Zakonu o kritičnim sirovinama EU strateški značaj određuje na osnovu relevantnosti sirovine za zelenu i digitalnu tranziciju, kao i za primene u odbrani i vazduhoplovstvu, u skladu sa sledećim kriterijumima:

- (a) količina strateških tehnologija koje koriste sirovinu kao input;
- (b) količina sirovine potrebna za proizvodnju relevantnih strateških tehnologija;
- (c) očekivana globalna potražnja za relevantnim strateškim tehnologijama (EU-LEX, 2024).

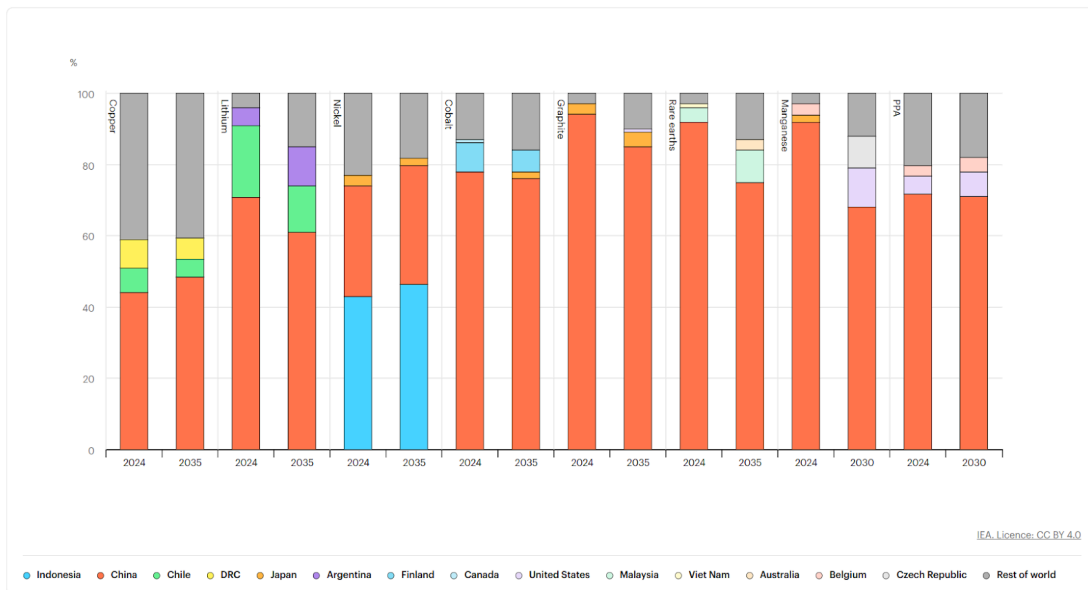
Strateške sirovine, termin koji se široko koristi u EU, odnosi se na sirovine koje su ekonomski i strateški važne, ali koje nose visok rizik od poremećaja snabdevanja zbog svoje oskudice, geopolitičke koncentracije ili složenih procesa ekstrakcije (EU Commission, 2025).

NATO svrstava bezbednost lanaca snabdevanja kao neophodnost za zaštitu industrije i razvoj vojnih kapaciteta bez neprijateljskog uticaja potencijalnih protivnika. Centar za strateške studije iz Haga u svojoj sudbiji „Strateške sirovine za odbranu- mapiranje potreba evropske industrije“(2023) kao indikatore navodi dugoročnu i kratkoročnu bezbednost snabdevanja i geopolitičke izazove. Dugi vremenski rokovi za razvoj projekata, visoki zahtevi za kapitalnim ulaganjima, kontrola tržišta ili uticaj na tržišne cene i mogućnost poremećaja u snabdevanju pojačavaju kritične rizike u lancu vrednosti minerala (Deloitte 2025). Među geopolitičke rizike ubrajaju se stabilnost, pouzdanost i geopolitički problemi između snabdevača i potrošača. Na osnovu ovih indikatora urađena je procena kategorija rizika kritične vojne opreme neophodne za operativnu efikasnost i veza sa kritičnim sirovinama (The Hague Centre for Strategic Studies, 2023). Od važnosti je sagledavanje kako se procenjuje rizik za sirovine kojima potencijalno može raspolagati Srbija – litijum i borat. U slučaju litijuma rizik je ocenjen kao umeren ali njegova primena je identifikovana u vazduhoplovstvu – borbeni avioni, transportni avioni i bespilotne letilice, helikopteri – borbeni i višenamenski; mornarici – nosači aviona i helikoptera, amfibijski desantni brodovi, korvete i patrolni brodovi, podmornice i torpeda; rakete(The Hague Center for Strategic Studies, 2023). Po pitanju borata rizik je ocenjen kao visok ali njegova primena je identifikovana u manjem broju sredstava u odnosu na litijum - vazduhoplovstvu – borbeni avioni, transportni avioni i bespilotne letilice, helikopteri – borbeni i višenamenski; pešadija – borbena vozila, oklopna transportna vozila, samohodna artiljerija; rakete. Glavni geopolitički rizici dolaze od toga što se NR Kina smatra potpunim monopolistom koji poseduje dominaciju u sektoru ekstrakcije i prerade. Kako protivurečnosti na relaciji Kina-Evropa i Kina-SAD rastu povećan je rizik da dođe do poremećaja snabdevanja. Sa aspekta stabilnosti kao indikatora rizika po bezbednost lanaca snabdevanja treba imati u vidu da unutrašnja nestabilnost pojedinih država utiče na povećanje rizika u lancu snabdevanja. Litijum spada u sirovinu sa srednjim rizikom. U slučaju nestačice litijuma uticaj je srednji, a verovatnoća scenarija je mala usled otvaranja novih projekata pre svega rudnika. Litijum se koristi za elektrifikaciju i obnovljive izvore energije, ali je istovremeno važan za vojne tehnologije koje obuhvataju skladištenje energije u borbenim vozilima, komandnim centrima do naprednih elektronskih komponenti za sredstva veze sve do precizno navođenih raketa i granata. Sistem koji obezbeđuje navođenje „pametnih“ granata i raketa mora imati izvor energije-litijumska baterija. Industrija dronova beleži svoju ogromnu ekspanziju zasnovanu na iskustvima ratnog sukoba između Rusije

i Ukrajine. Dronovi, posebno oni koji se koriste u komercijalne, industrijske i odbrambene svrhe, u velikoj meri se oslanjaju na litijum-jonske baterije i visokoeфикаsne elektromotore (Dronelife, 2025). Kako bi dronovi i bespilotne letelice obezbedile dugotrajnost leta i optimalne performanse potrebni su im pouzdani energetske sistemi u vidu baterija. Buka, vibracije i toplotno zračenje motore sa unutrašnjim sagorevanjem takođe čine manje konkurentnim (Li, Lui et al. 2021). Litijumske baterije postaju sve popularnije kao izvori energije za bespilotne letelice, jer u nekim aspektima pokazuju bolje performanse od konvencionalnih motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Posebno za ove male i srednje bespilotne letelice, litijumske baterije mogu da obezbede visok energetski kapacitet uz ograničenu veličinu i težinu, što može značajno poboljšati njihovu izdržljivost u letu i nosivost (Xiao et al, 2023). Borat ima verovatnoću srednjeg nivoa i uticaj srednjeg nivoa u slučaju poremećaja snabevanja. Borat se koristi na elektronskim sistemima vazduhoplova poput senzora, avionike, elektro-optičkih sistema ali i za elektronsku opremu pešadijskih vozila i samohodnu artiljeriju. Na rizik po pitanju borata treba uzeti u obzir promenljive veze između EU i Turske, s obzirom na to da Turska proizvodi najviše borata na svetu (39% svetske proizvodnje). Međunarodna agencija za energiju (IAE) navodi da očekivana ponuda iz najavljenih projekata sugerise poboljšanje ravnoteže ponude i potražnje, sa većim izuzecima za bakar i litijum. Bakar i litijum su glavni izuzeci gde očekivana ponuda iz najavljenih projekata ne ispunjava projektovanu potražnju 2035. godine, sa impliciranim deficitima od 30% za bakar i 40% za litijum u okviru scenarija prema političkom predviđanju (STEPS) (IAE, 2025).



Slika 2. :IEA (2025), Expected mine supply from existing and announced projects and primary supply requirements for lithium, 2035, IEA, Paris
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/expected-mine-supply-from-existing-and-announced-projects-and-primary-supply-requirements-for-lithium-2035>, Licence: CC BY 4.0



Slika 3. : IEA (2025), Geographical distribution of refined material production for key minerals in the base case, IEA, Paris
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/geographical-distribution-of-refined-material-production-for-key-mine-rals-in-the-base-case>, Licence: CC BY 4.0

Na osnovu podataka IAE vidi se kineska dominacija u sektoru kritičnih sirovina neophodnih za izgradnju savremenog naoružanja odnosno odbrambenih sposobnosti. Koncentracija snabdevanja može dovesti do šokova u uslovima geopolitičke stabilnosti, dok u slučaju nestabilnosti možemo govoriti o strateškim rizicima. Kina je uvela kontrole izvoza i ograničenja na određene kritične minerale, uključujući retke zemlje, kao odgovor na američke tarife i trgovinske tenzije. Ove akcije su izazvale poremećaje u globalnim lancima snabdevanja, posebno za industrije koje se oslanjaju na ove minerale za tehnologiju, čistu energiju i odbranu. Geopolitičke tenzije između SAD i NR Kine prema pisanju Blumberga od 10. juna 2025. uključuju vizna ograničenja za studente, kontrolu izvoza retkih zemnih elemenata, softver za dizajn čipova, delove mlaznih motora i ključne hemijske i nuklearne materijale. Fajnenšal tajms piše 12.juna 2025. Da NR Kina u okviru svojih restriktivnih mera po pitanju kontrole kritičnih sirovina od kompanija takođe može zatražiti da dostave slike proizvoda, objekata i detalje o prošlim poslovnim odnosima, prema smernicama Ministarstva trgovine za izvoz robe dvostruke namene. Dakle, kineske institucije svojim procedurama kritične sirovine smatraju robom dvostruke namene, odnosno tumače da se te sirovine koriste za potrebe vojne industrije, što je ispravno tumačenje. Upravo iz tih razloga dolazi do efektivnog prestrojavanja politika u SAD i EU jer zavisnost postaje kritična za odbrambene sposobnosti. Kina aktivno koristi ovu zavisnost od kritičnih sirovina kao sredstvo za ostvarivanje geopolitičkih ciljeva, uključujući jačanje svoje pozicije na globalnoj sceni i osiguranje pristupa strateškim resursima. Kontrola nad ključnim sirovinama, poput retkih zemljanih elemenata i drugih vitalnih materijala, omogućava Kini da utiče na međunarodne odnose i ekonomsku stabilnost drugih zemalja, često koristeći politički i trgovinski pritisak. Pored toga, u skladu sa smernicama Ministarstva trgovine za izvoz robe dvostruke namene podaci koji se traže predstavljaju prikupljanje osetljivih podataka koji su u suprotnosti sa bezbednosnom politikom kompanija u oblasti namenske industrije. Ove mere nemaju za cilj da osiguraju sigurnost i transparentnost u međunarodnoj trgovini, sprečavajući eventualnu upotrebu izvoza u vojne ili strateške svrhe, te jačaju kontrolu nad kontroverznim tehnologijama i proizvodima. Ovaj pristup reflektuje sve veću ulogu državnih regulatornih tela u regulisanju i nadzoru međunarodne trgovine, posebno u kontekstu globalnih izazova i političkih tenzija u oblasti kritičnih sirovina. Da bi izgradile sopstvene lance snabdevanja ovim mineralima i smanjile zavisnost od Kine, jurisdikcije poput Evropske unije i Sjedinjenih Država moraće prvo

da obezbede veliku i kontinuiranu potražnju za mineralima od strane industrije čistih tehnologija. Kineska dominacija i u proizvodnji minerala i u proizvodnji čistih tehnologija nije slučajnost: ovi sektori imaju inherentne sinergije (Chiper, 2025). Predsednik SAD Donald Tramp kao odgovor na bezbednosne izazove, rizike i pretnje povezane sa kritičnim sirovinama donosi izvršnu naredbu koja se odnosi na hitne mere za povećanje proizvodnje minerala u Americi (White House, 2025). Naredbom se nalaže ministrima odbrane, unutrašnjih poslova, poljoprivrede i energetike da identifikuju što više lokacija pogodnih za komercijalne rudarske operacije. U pojašnjenju naredbe na sajtu Bele Kuće rudarstvo i pristup kritičnim sirovinama opisuje se kroz narativ o nacionalnoj bezbednosti. Bela Kuća navodi da je potražnja za kritičnim mineralima „zlatna groznica 21. veka“ zbog njihovog značaja u novim tehnologijama. Potpuni ugao nacionalne bezbednosti kroz dostupnost kritičnih sirovina ogleda se u veoma bitne tri tačke u objavi Bele Kuće:

- Kina, Iran i Rusija kontrolišu velika nalazišta nekoliko minerala ključnih za SAD, što predstavlja rizik po nacionalnu bezbednost.
- 70% američkog uvoza retkih zemnih elemenata dolazi iz Kine.
- Jaka domaća industrija proizvodnje minerala osigurala bi da američke kompanije mogu da se takmiče na globalnom nivou bez preteranog oslanjanja na strane lance snabdevanja. Kritični minerali su **neophodni za vojnu spremnost SAD**, jer su ključne komponente u **borbenim avionima, satelitima, podmornicama, pametnim bombama i sistemima za navođenje raketa**.

Predsednik Tramp ima istoriju razvoja nacionalne bezbednosti kroz prizmu bezbednosti i pouzdanosti lanaca snabdevanja u domenu kritičnih sirovina kroz donošenje Federalne strategije za obezbeđenje bezbednih i pouzdanih lanaca snabdevanja za kritične sirovine iz 2017.godine, 2019. predsednik Tramp potpisuje pet predsedničkih dokumenata u kojima ističe važnost domaće proizvodnje retkih zemljanih elemenata i minerala neophodnih za nacionalnu odbranu, i na kraju 2025. predsednik Tramp proglašava nacionalnu vanrednu situaciju kako bi proširio domaću rudarsku industriju, podržao radna mesta u rudarstvu i smanji nepotrebna odlaganja u procesu izdavanja dozvola. Ministarstvo odbrane SAD formiralo je Bord direktora za strateške i kritične sirovine koje čine imenovani članovi iz ministarstva odbrane, energetike, spoljnih poslova, trgovine, unutrašnjih poslova i komiteta oružanih snaga Kongresa i Senata. Zanimljivost je da

predsednik SAD u cilju podsticanja otvaranja rudnika koristi zakon o odbrambenoj proizvodnji kao osnov za svoje predsedničke naredbe. Naredba takođe ubrzava izdavanje dozvola za rudarske projekte na saveznom zemljištu koje sadrži kritična mineralna nalazišta i proširuje definiciju „minerala“ tako da uključuje uranijum, bakar, i zlato (CFR, 2025). Retki zemni elementi čine mali udeo kineskog izvoza. Peking malo trpi time što se odriče ove zarade — dok nanosi maksimalnu štetu SAD i njihovim saveznicima (CEPA, 2025). Odgovor američkog predsednika je – kopati, kopati i kopati. Ministarstvo odbrane SAD godinama radi na osnaživanju lanaca snabdevanja strateških sirovina gde se ističe i aspekt saradnje sa saveznicima i partnerskim zemljama i promocija veće globalne transparentnosti:

- Jačanje upravljanja i transparentnosti u lancima snabdevanja strateškim i kritičnim materijalima kroz forume između vlada i srodne mreže za saradnju, kao što su Inicijativa za upravljanje energetske resursima ili Inicijativa za transparentnost ekstraktivnih industrija
- Obezbeđivanje finansijskih podsticaja za povećanje održivosti u prekomorskim rudarskim praksama, putem pomoći Izvožno-uvozne banke i Američke korporacije za međunarodno finansiranje razvoja
- Ministarstva finansija i pravde će voditi međuagencijski razvoj plana potrošnje kako bi u potpunosti obezbedili resurse za svoje aktivnosti praćenja lanaca snabdevanja strateškim i kritičnim materijalima i istražili pranje novca, korupciju, veze sa organizovanim kriminalom i kršenje ljudskih prava, i
- sproveli odgovarajuću kombinaciju građanskih, krivičnih i administrativnih mera sprovođenja zakona

Jedan od svežijih dokumenata koji se bavi tematikom strateških sirovina je Plan za bezbednost lanaca snabdevanja od kritične važnosti za odbranu (NATO, 2024). Ministri odbrane NATO-a podržali su plan na sastanku u Junu 2024. godine sa jasno istaknutim prilikama za zajedničku i multilateralnu saradnju po pitanju lanaca snabdevanja čiji poremećaj može uticati na sposobnost odbrane i odvratanja. U okviru pet ključnih napora nalazi se identifikacija ključnih strateških sirovina, preporuke za strateške rezerve. Odbrana se vraća na način funkcionisanja iz perioda Hladnog rata kada su postajale ovakve rezerve na nivou nacionalnih država. Evropske vlade će razmatrati „odbrambene“ mere, kao što su ulaganja u postrojenja za vađenje i preradu,

kao i izgradnju i diverzifikaciju partnerstava, kako bi ublažile rizik (IISS, 2025). Vojna industrija se nalazi pod velikim rizikom da njen napredak i razvoj budu ograničeni usled nedostatka materijala koji se klasifikuju kao kritične sirovine. Napori da se obezbede kritični materijali i smanje zavisnost od stranih dobavljača doveli su strategije supstitucije i vraćanja proizvodnje u prvi plan političkih diskusija u zapadnim ekonomijama. Ovi pristupi, usmereni na jačanje lanaca snabdevanja i povećanje otpornosti, nisu bez značajnih izazova. Primetno je da supstitucija – zamena oskudnih ili strateški ranjivih materijala alternativama – zahteva ne samo veći proizvodni napor već i pojačanu kontrolu ekoloških, socijalnih i upravljačkih (ESG) politika. Ova povećana pažnja posvećena ESG faktorima paralelna je sa zahtevima koje stvara vraćanje rudarstva u proizvodnju, praksu preseljenja proizvodnje i vađenja resursa nazad na domaće teritorije. Jedno od glavnih područja pogođenih ovim promenama jeste obnavljanje sirovina iz domaćih izvora. To može uključivati razvoj novih rudarskih operacija ili povratak vrednih elemenata iz rudarske jalovine – otpada koji je ostao od ranijih rudarskih aktivnosti. Iako takvi domaći napori nude potencijal za sigurnost snabdevanja i ekonomski rast, oni takođe nailaze na prepreke koje se ne mogu ignorisati. U poslednjim decenijama, rudarstvo u zapadnim zemljama je opalo, vođeno faktorima kao što su viši troškovi rada, strogi propisi o zaštiti životne sredine i društvena „dozvola“ potrebna za rad u lokalnim zajednicama ili blizu njih. Ove regulatorne i finansijske barijere imaju za cilj zaštitu radnika i životne sredine, ali takođe povećavaju troškove u odnosu na poslovanje u zemljama sa manje strogim standardima. Kontrast je posebno oštar kada se razmatraju sektori retkih zemnih elemenata i kritičnih sirovina. Prema Kancelariji za odgovornost vlade SAD, stroža zaštita životne sredine u Sjedinjenim Državama znači da zemlje poput Kine, sa relativno manje strogim standardima, mogu jeftinije da eksploatišu i obrađuju ove materijale. Ova razlika u troškovima doprinela je dominaciji Kine na globalnim tržištima retkih zemnih elemenata, što dodatno komplikuje napore zapadnih zemalja da vrata lance snabdevanja ili zamene materijale bez kompromisa u pogledu ekoloških ili etičkih obaveza.

Zaključno, strategije poput supstitucije i vraćanja domaće proizvodnje su ključne za poboljšanje bezbednosti lanaca snabdevanja kritičnim sirovinama. Međutim, ove mere su suštinski povezane sa širim razmatranjem ESG kriterijuma i podrazumevaju veće troškove proizvodnje zbog strogih zapadnih standarda. Kreatori politika – prepoznajući kompromise – moraju pronaći ravnotežu između konkurentnosti, otpornosti snabdevanja i svojih obaveza prema ekološkoj i društvenoj odgovornosti. Ovaj proces je složen i zahteva inovativna rešenja za domaće „izvlačenje“ resursa

na načine koji su u skladu sa zapadnim vrednostima i regulatornim okvirima. Troškovi koji proističu iz visokih ekoloških i drugih ESG standarda zapravo su ulaganje u održivi razvoj, i osiguranje da će posotjati stabilni lanci snabdevanja koji neće biti ugroženi geopolitičkim rizicima, unutrašnjom nestabilnošću i narušavanjem životne sredine, dok će istovremeno osigurati tehnološku pouzdanost u izgradnji kapaciteta odbrambene industrije.

Pitanje kritičnih sirovina u bezbednosnim doktrinama

Kritične sirovine postaju ključni element u bezbednosnim politikama država i transnacionalnih saveza. Severnoatlantski savez je u decembru 2024. godine objavio listu od 12 odbrambeno-kritičnih sirovina, uključujući aluminijum, berilijum, kobalt, galijum, germanijum, grafit, litijum, mangan, platinu, retke elemente, titanijum i volfram. Ova lista je deo šire strategije za zaštitu lanaca snabdevanja i očuvanje tehnološke superiornosti Alijanse (NATO, 2024).

Sjedinjene Američke Države integrišu kritične sirovine u svoje bezbednosne doktrine kroz mere zasnovane na odredbama Zakona o proširenju trgovine iz 1962. godine - Sekciji 232 i kroz razvoj domaćih kapaciteta za njihovu proizvodnju i preradu (DOE,2023). Kompanija RAND Corporation ističe da je neophodno da NATO proširi fokus sa isključivo vojnih aspekata na ekonomsku moć i stratešku kontrolu nad ključnim sirovinama, jer su materijali poput kobalta, silikonskih metala i retkih elemenata ključni za odbrambenu industriju i civilnu infrastrukturu (RAND Corporation,2024).

Diversifikacija izvora, skladištenje rezervi i strateška partnerstva kao što je Minerals Security Partnership predstavljaju ključne mere za smanjenje zavisnosti od politički nestabilnih ili suparničkih država (SFA Oxford,2024). Srbija, sa svojim značajnim rezervama kritičnih sirovina može igrati važnu ulogu u evropskim i globalnim strategijama, ali i suočiti se sa bezbednosnim izazovima koje donosi geopolitička konkurencija (BBC, 2024).

Značaj kritičnih sirovina u savremenoj odbrambenoj industriji

Savremena odbrambena industrija je u značajnoj meri zavisna od pristupa širokom spektru kritičnih sirovina koje predstavljaju osnovu za proizvodnju najsavremenijih vojnih sistema. Ove sirovine, uključujući retke elemente, tungsten, kobalt, litijum i druge strateške materijale, omogućavaju funkcionisanje kompleksnih tehnologija koje definišu moderne odbrambene sposobnosti. Zavisnost od kritičnih sirovina postala je jedna od najznačajnijih strateških vulnerabilnosti savremenih oružanih snaga, što je posebno izraženo u kontekstu rastućih geopolitičkih tenzija i kompleksnosti globalnih lanaca snabdevanja (SFA (Oxford),2025).

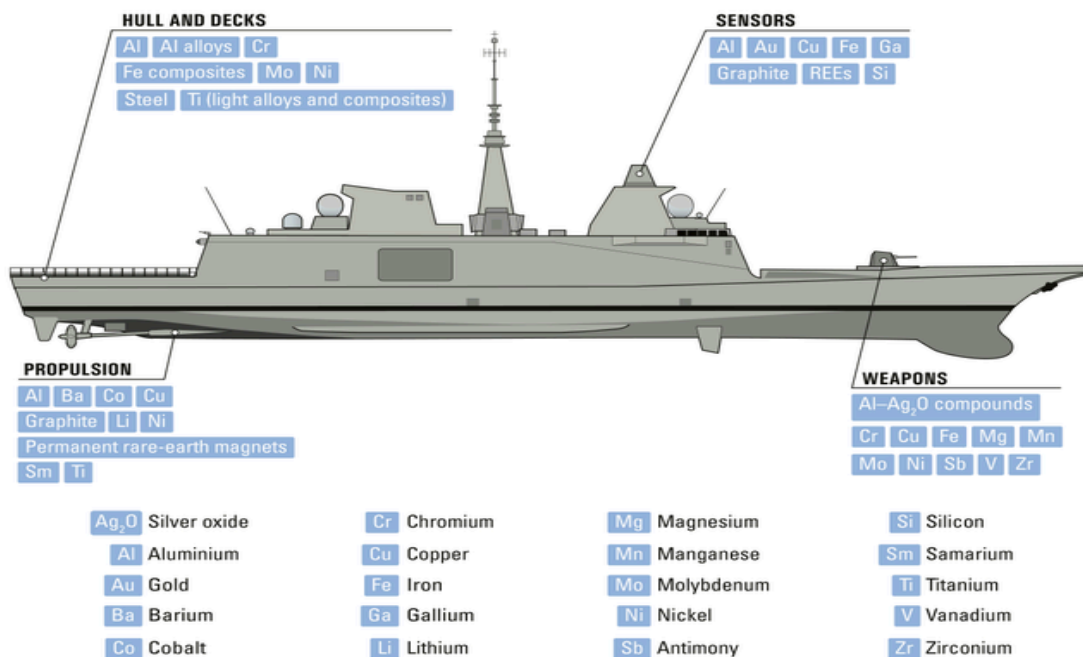
Zavisnost visokotehnološkog naoružanja od kritičnih sirovina

Retki elementi predstavljaju grupu od 17 elemenata koji su postali nezamenjivi u proizvodnji najsavremenijih vojnih sistema. Ovi elementi omogućavaju funkcionisanje radara, sonarnih sistema, laserskog navođenja, komunikacijskih sistema i pogonskih tehnologija, obezbeđujući superiornu preciznost, stabilnost i otpornost u borbenim uslovima. Precizno navođeni projektili, uključujući krstareće rakete, protivbrodske i zemlja-vazduh rakete, u velikoj meri zavise od retkih elemenata za svoje navigacione, pogonske, ciljne i elektronske borbene sposobnosti (European Defence Agency, 2025).

Neodimijum se široko koristi u NdFeB magnetima koji pokreću pogonske sisteme, mehanizmima kontrole krila i radarskim glavama za samonavođenje. Ovi snažni, lagani magneti su integralni deo elektromagnetnih aktuatora i sistema navođenja, omogućavajući brza prilagođavanja i precizna ciljanja. Samarijum je ključna komponenta u SmCo magneta koji pružaju dugoročnu magnetnu stabilnost i otpornost na demagnetizaciju, što je od suštinskog značaja za inercijalne navigacijske sisteme, žiroskope i radarske glave za samonavođenje (Mishra,2022).

F-35 Lightning II, najsavremeniji borbeni avion, zahteva više od 417 kg retkih elemenata po avionu.

Components and raw materials used in a principal surface combatant



Note: The application of materials shown is illustrative and not exhaustive. Some materials will be used in multiple places on maritime platforms.

Source: IISS analysis

©IISS

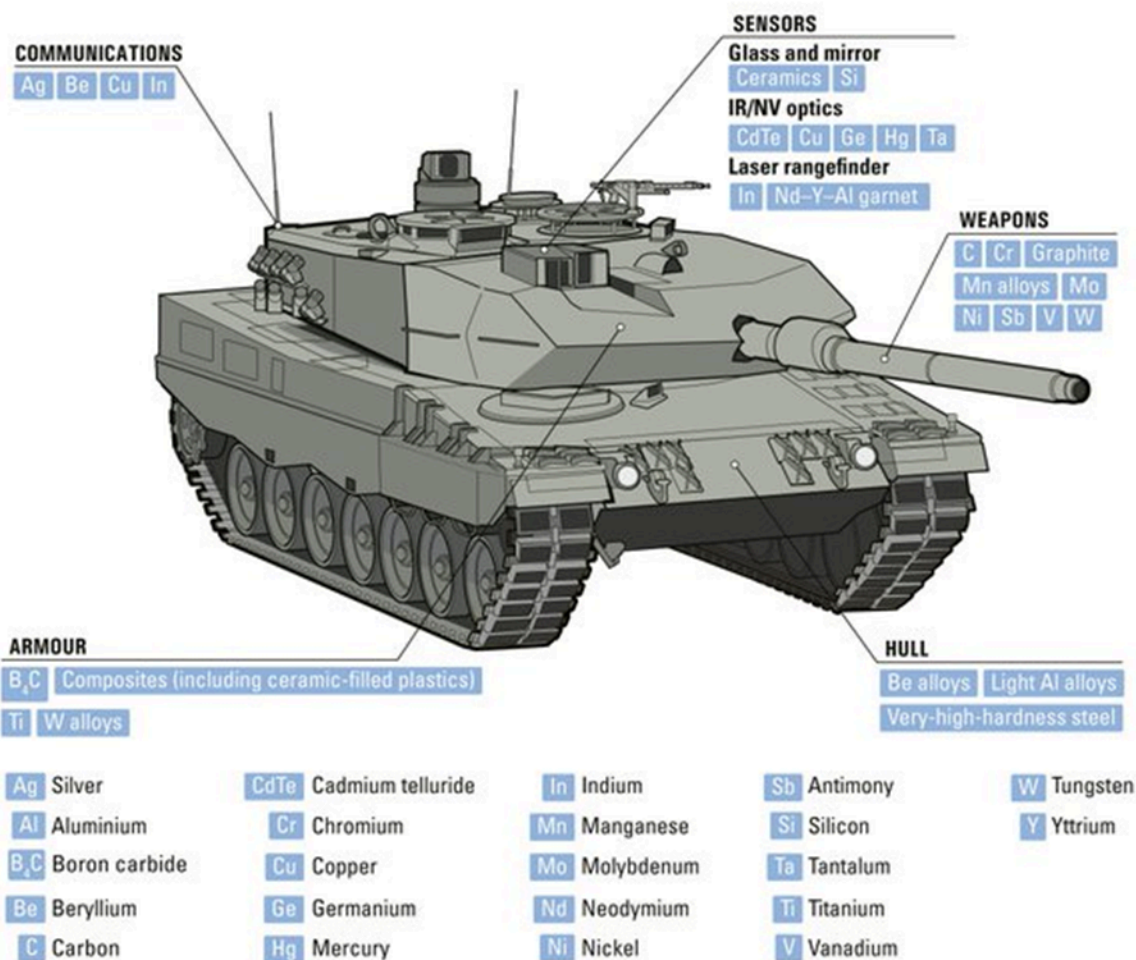
IISS

Slika 5 : Komponente i kritični materijali koji se koriste u izgradnji vojnih brodova (The International Institute for Strategic Studies: “Critical Raw Materials and European Defence”, 2025)

Ova zavisnost je postala toliko kritična da je Pentagon u septembru 2022. godine privremeno obustavio isporuke F-35 aviona nakon što je otkriveno da jedna od komponenti motora, koju je sastavilo preduzeće Honeywell, sadrži retku kombinaciju kobalta i samarijuma uvezenu iz Kine (Finabel,2021).

Tungsten se profilisao kao jedan od strateški najznačajnijih materijala među kritičnim mineralima koje je NATO naveo u svojoj listi od 12 odbrambeno kritičnih sirovina. Esencijalan je za vojne primene, posebno u oklopno-probojnoj municiji i raketnim sistemima.

Components and raw materials used in an MBT or infantry fighting vehicle



Note: The application of materials shown is illustrative and not exhaustive. Some materials will be used in multiple places on armoured vehicles, including carbon, copper and very-high-hardness steel.

Source: IISS analysis

©IISS

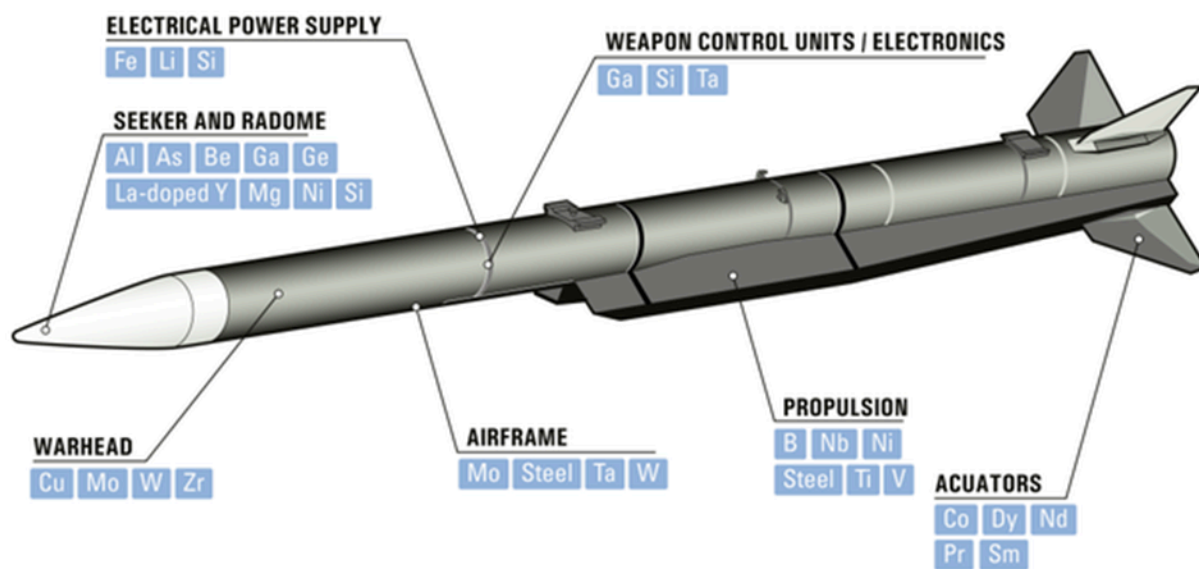


Slika 6: Komponente i kritični materijali koji se koriste u izgradnji oklopno mehanizovanih vozila (The International Institute for Strategic Studies: “Critical Raw Materials and European Defence”, 2025)

Njegova visoka gustina i ultravisoka tačka topljenja čine ga idealnim za kinetičke energetske penetratore, sisteme stabilizacije raketa i municiju koja se ispušta iz dronova. U hipersoničnim sistemima, legure tungstena održavaju aerodinamičku preciznost i kontrolu putanje pod ekstremnim silama (NATO,2024).

Germanijum je vitalan za termalno ciljanje i sisteme traganja u navodenoj municiji kao što su Javelin, TOW i rakete zemlja-vazduh.

Components and raw materials used in a modern guided weapon



Al Aluminium	Dy Dysprosium	Li Lithium	Ni Nickel	Ti Titanium
As Arsenic	Fe Iron	Mg Magnesium	Pr Praseodymium	V Vanadium
B Boron	Ga Gallium	Mo Molybdenum	Si Silicon	W Tungsten
Be Beryllium	Ge Germanium	Nb Niobium	Sm Samarium	Y Yttrium
Co Cobalt	La Lanthanum	Nd Neodymium	Ta Tantalum	Zr Zirconium
Cu Copper				

Note: The application of materials shown is illustrative and not exhaustive. Some materials could be used in multiple places.

Source: IISS analysis

IISS



Slika 7: Komponente i kritični materijali koji se koriste u izradi modernih navodjenih raketa (The International Institute for Strategic Studies: “Critical Raw Materials and European Defence”, 2025)

Omogućava gađanje korišćenjem metode "zaključaj nakon lansiranja" i pasivno infracrveno navođenje, poboljšavajući tačnost i autonomiju u spornim okruženjima. Kina kontroliše više od 90% globalne proizvodnje germanijuma, što čini ovu zavisnost posebno problematičnom za zapadne oružane snage (Army Technology,2025).

Galijum je kritičan za visokofrekventne i visokosnažne elektronske sisteme zbog njegove upotrebe u GaAs i GaN poluprovodnicima. Ovi materijali su osnovni u radarskim sistemima AESA (Active Electronically Scanned Array) koji pružaju poboljšanu tačnost ciljanja, bržu detekciju pretnji i veću otpornost na ometanje. Kina kontroliše više od 90% globalne proizvodnje galijuma, što predstavlja značajan strateški rizik (Mining, 2025).

Strateško planiranje rezervi iskustvo SAD

Sjedinjene Američke Države imaju dugoročnu tradiciju skladištenja kritičnih sirovina kroz Odbrambenu logističku agenciju za strateške materijale (Defense Logistics Agency Strategic Materials - DLA-SM) koja upravlja Nacionalnim odbrambenim rezervama (National Defense Stockpile - NDS). Ova rezerva je namenjena smanjenju zavisnosti od stranih izvora i kritičnih tačaka ranjivosti kada je reč o strateškim i kritičnim sirovinama, posebno tokom perioda nacionalne vanredne situacije. Rezerve mogu biti raspoložive u vanrednim situacijama da održe ključne proizvodne linije u radu dok se dugoročni lanci snabdevanja ne obnove (Janes,2025).

Međutim, trenutno stanje američkih rezervi je zabrinjavajuće. Prema proceni rezervi za fiskalnu 2023. godinu, NDS ima manjkove od 14 milijardi dolara u više od 80 različitih materijala, zadovoljavajući samo 37,9% definisanih potreba. Procena iz 2023. godine pokazuje da bi trenutne rezerve zadovoljile samo 6% osnovnih potreba u slučaju krize nacionalne bezbednosti. Za poređenje, NDS drži samo 5% kobalta i 2% cinka u odnosu na kineske rezerve (Janes,2025).

Operativni model rezervi SAD se oslanja na agenciju DLA-SM koja trenutno skladišti 21 strateški materijal na 10 lokacija. Operacije se finansiraju kroz Fond za transakcije (NDS Transaction Fund) koji se samoodržava. Agencija DLA-SM je evoluirala od tradicionalnog skladištenja do podrške nabavci i ekspertize za kritične sirovine i specijalne metale. Ovo uključuje izvođenje procena rizika za posebne materijale i razvoj strategija za ublažavanje rizika (Defense Logistics Agency,2025).

I Australija je najavila uspostavljanje Strateških rezervi kritičnih minerala sa početnim ulaganjem od 1,2 milijarde dolara. U okviru ovog predloga, australijska vlada će ponuditi ugovore o otkupu proizvođačima odabranih kritičnih sirovina, uključujući i retke elemente. Evropska unija je takođe razmatrala razvoj centralizovanih rezervi, ali je za sada odustala od početnih planova (AMEC, 2025).

Efikasno strateško planiranje rezervi mora da ispuni tri ključna uslova: obezbeđivanje adekvatne i dostupne ponude, otpornost na spoljne šokove i minimalnu zavisnost od potencijalnih protivnika. Materijali se ne skladište na osnovu radne snage potrebne za njihovu proizvodnju u miru, već na osnovu radne snage koja će biti potrebna u ratnom vremenu ukoliko ti materijali ne budu dostupni. Strateške rezerve mogu služiti kao „amortizeri“ u lancima snabdevanja, smanjujući rizik od nepredviđenih skokova tražnje ili prekida u snabdevanju (National Academies, 2011).

Uloga kritičnih sirovina u energetske bezbednosti i otpornosti odbrambenih kapaciteta

Energetska otpornost odbrane predstavlja sposobnost vojnih snaga i odbrambene infrastrukture da održe osnovne energetske zalihe i nesmetano funkcionišu suočene sa različitim prekidima u snabdevanju. Kritične sirovine imaju ključnu ulogu u ovom kontekstu kroz svoju integraciju u energetske sisteme, skladištenje energije i tehnologije obnovljivih izvora, čime se povećava energetska nezavisnost (Sustainability Directory, 2025).

Litijum je ključni faktor za razvoj visokoenergetskih, laganih sistema koji podržavaju elektroniku za navođenje, elektro-optičke i infracrvene (EO/IR) senzore i prenosne platforme laserskog oružja. Litijum-jonske i litijum-sulfurne baterije pružaju kompaktno skladištenje energije velike gustine za sisteme poput PVO laserskih sistema (Laser Avenger) ili za prenosnu opremu za izbegavanje improvizovanih eksplozivnih naprava (IED) (U.S. Army, 2019).

Hibridni energetske sistemi se razvijaju i ubrzano primenjuju kroz integraciju obnovljivih izvora energije, naprednih baterijskih sistema za skladištenje i tradicionalnih generatora. Ovaj pristup rešava ranjivosti u lancima snabdevanja energijom, smanjuje operativne troškove i jača taktičku prilagodljivost u zavisnosti od uslova na terenu (HCI Energy, 2024).

Razvoj mikroemreža i decentralizovanih mreža za distribuciju energije povećava otpornost sistema tako što smanjuje zavisnost od velikih, centralizovanih mreža koje su podložne kvarovima ili subverzijama. Ovaj pristup se fokusira na kreiranje manjih, lokalnih energetske mreže koje mogu da funkcionišu nezavisno, čime se povećava ukupna stabilnost i pouzdanost sistema. Kritične sirovine, poput retkih elemenata, neophodne su za permanentne magnete koji se koriste u vetrogeneratorima i elektromotorima električnih vozila (EV)(NDU Press,2024).

Aluminijum i bakar su od vitalnog značaja za električne mreže, pri čemu je bakar osnovni materijal za sve tehnologije povezane sa električnom energijom. Ovi materijali su naročito važni za odbrambenu infrastrukturu jer omogućavaju pouzdano prenošenje električne energije kroz vojne instalacije i operativne baze. Aluminijum se koristi za izradu lakih, ali čvrstih vojnih aviona i raketa, poboljšavajući njihovu agilnost i performanse (Department of Energy,2024).

Operativni modeli primene naprednih energetske sistema u savremenim sukobima

Napredni sistemi za skladištenje energije postali su ključni akcelerator borbene efikasnosti u savremenim sukobima. Argument za potvrdu ove tvrdnje leži u sve hibridnijem karakteru savremenog ratovanja u kome dominiraju asimetrični, urbani, informacioni i elektronski operativni elementi (Mitrovic, 2025). Njihova primena varira u zavisnosti od tipa operacije, taktičke doktrine i tehnološkog nivoa aktera, ali se mogu identifikovati četiri dominantna modela upotrebe u savremenim operacijama:

Autonomni sistemi i bespilotne platforme (UAV, UGV, USV)

U modernim sukobima, upotreba bespilotnih vazдушnih i kopnenih platformi značajno je porasla. Energetska nezavisnost i smanjena masa omogućile su primenu naprednih baterijskih rešenja koja omogućavaju višesatno letenje ili patroliranje bez potrebe za gorivom. Na primer:

- U ukrajinskom konfliktu (2022–), i ukrajinske i ruske jedinice masovno koriste improvizovane i komercijalne dronove za izviđanje i napade, oslanjajući se na visokoefikasne energetske module koji omogućavaju povećan domet i vreme lebdjenja (Kahn, 2023).

- Američki program ALTIUS-600M koristi lagane energetske sisteme nove generacije za operacije duboko u neprijateljskoj pozadini, često bez ljudskog uplitanja (Department of Defense, 2022).

Elektrifikovana borbena i logistička vozila (E-MILV)

U savremenoj vojnoj industriji sve više se razvijaju elektrifikovani modeli oklopnih i logističkih vozila, u cilju smanjenja emisije, povećanja *stealth* performansi i energetske efikasnosti. U praksi to znači:

- U programu *Joint Light Tactical Vehicle* (JLTV) američke vojske, uključene su verzije sa hibridnim pogonom i kapacitetom za punjenje integrisanih oružanih i komunikacionih sistema (Goure, 2021).
- Izraelska kompanija Elbit Systems razvila je koncept borbenog vozila sa naprednim energetske jezgrom koje koristi višeslojnu energetski adaptivnu strukturu za punjenje senzora i laserskog naoružanja.

Energetska podrška za decentralizovane komandno-komunikacione centre

Moderni konflikti su svojom hibridnom prirodom sve više oslanjeni na mrežno centrično ratovanje (*Network-Centric Warfare-NCW*), gde je ključna sposobnost za kontinuirano napajanje komandnih tačaka u pokretu (Mitrovic, 2025). Napredni sistemi omogućavaju:

- Dugotrajni rad komandno-informacionih čvorišta bez stalne zavisnosti od dizel generatora
- Tihe operacije u noćnim uslovima (nema buke motora)
- Integraciju sa mobilnim solarnim ili kinetičkim punjačima

Primer za ovo je američka implementacija *Tactical Energy System* (TES) u misijama u Iraku i Avganistanu, koja je omogućila smanjenje potrošnje goriva do 30% i povećanje mobilnosti jedinica (U.S. Army Operational Energy Report, 2020).

Sistem individualnog vojnika nove generacije

U okviru programa „vojnici budućnosti“, sve veći broj država razvija energetske autonomne uniforme i opremu koja omogućava:

- Napajanje komunikacionih uređaja, GPS-a, senzora i optike.
- Integraciju sa oklopnim prslucima i kacigama.
- Korišćenje energetske čvorova male mase na leđima ili u torznoj opremi.

Francuski program FELIN, nemački IdZ-ES, kao i američki IVAS (*Integrated Visual Augmentation System*), oslanjaju se na ovakve energetske sisteme koji koriste lagane baterijske module visokog kapaciteta i otpornosti (Binnendijk & Kugler, 2022).

Model primene	Ključne karakteristike	Primeri u praksi	Strateške prednosti
Autonomni sistemi i bespilotne platforme	Visoka energetska efikasnost, produžen domet i autonomija, niska masa	Ukrajinski i ruski dronovi; ALTIUS-600M (SAD)	Povećana preciznost, smanjeni logistički troškovi
Elektrifikovana borbena i logistička vozila	Smanjena potrošnja goriva, tihi rad, povećana stealth sposobnost	JLTV (SAD), Elbit hibridna vozila (Izrael)	Fleksibilnost kretanja i manja zavisnost od goriva
Decentralizovani komandno-komunikacioni centri	Energetska otpornost, tiho napajanje, mobilna logistika	TES sistem (SAD), taktičke baze u Avganistanu i Iraku	Otpornost komandnih struktura, brža relokacija
Sistem individualnog vojnika nove generacije	Prenosivi energetske moduli, integracija sa opremom, višednevna autonomija	FELIN (Francuska), IdZ-ES (Nemačka), IVAS (SAD)	Povećana borbena gotovost, integracija sa mrežno-centričnim sistemima

Tabela 2.: Modeli primene naprednih energetske sistema u savremenim sukobima

Na osnovu iznetih primera systemske upotrebe, kako u savremnim oružanim sukobima, tako i u razvoju vojne tehnologije, možemo zaključiti da napredni sistemi skladištenja energije ne predstavljaju samo tehničku inovaciju, već su postali strateški resurs koji omogućava nove oblike ratovanja. Njihova primena u domenima autonomije, mobilnosti i komandovanja čini ih ključnim elementom buduće borbene sposobnosti, posebno za manje države koje ne mogu parirati velikim silama u konvencionalnim kapacitetima.

Bezbednosni rizici prekida snabdevanja i posledice za odbrambene sposobnosti

Geopolitički rizici: Kina kontroliše između 60 i 90% globalnih kapaciteta za preradu mnogih kritičnih minerala koji su ključni za odbrambene namene. Ova dominacija predstavlja sve veći geopolitički rizik i strateški izazov, naročito imajući u vidu nedavne kineske izvozne restrikcije na galijum i germanijum - dva elementa od suštinskog značaja za elektroniku koja zadovoljava vojne tehničke standarde (Policy Center,2024).

Mogućnosti prekida snabdevanja: U scenariju konfrontacije između Vašingtona i Pekinga, Kina bi mogla da odluči da prekine snabdevanje retkim elementima, što bi moglo dovesti do iscrpljivanja američkih zaliha za manje od 90 dana. Ministarstvo odbrane SAD predviđa deficit 69 kritičnih sirovina u simuliranom sukobu sa Kinom (Rare Earth Exchanges,2025).

Uticaj na proizvodnju oružja: Nedostatak kritičnih sirovina može ozbiljno ugroziti proizvodnju osnovne vojne opreme.

Supply risk for critical raw materials in military applications



Legend

- Very high risk
- High risk
- Medium risk
- Low risk

Slika 8. : Rizici snabdevanja kritičnim sirovinama koje se koriste u odbrambenoj industriji (*The Hague Centre for Strategic Studies: "Strategic raw materials for defence", 2023*)

Bakar se često koristi u municiji, kao što su meci i artiljerijske granate. Gvožđe je osnova za proizvodnju čelika neophodnog za vojne komponente, uključujući trupove brodova i oklop tenkova. SAD se trenutno suočavaju sa kašnjenjima u isporukama oružja tajvanskoj vojsci vrednih 19 milijardi dolara, a odlažu se i isporuke 66 novih aviona F-16V, a sve zbog prekida u lancu snabdevanja(Number Analytics,2025). Kašnjenja u isporuci oružja otvara prostor za kineski pritisak i može uticati na regionalnu ravnotežu moći u Indo-Pacifičkom regionu. Kritičnost za različite vojne domene: Važnost pojedinih sirovina značajno varira između vojnih domena. Materijali koji su veoma kritični za avione, helikoptere i rakete možda nisu toliko bitni za gradnju korveta, nosača aviona i podmornica. Na primer, grafit i zlato su ocenjeni veoma visokim i niskim rizikom, respektivno, u vazдушnom domenu, dok su za pomorski domen ti rizici visoki i srednji (HCSS, 2023).

Ekonomske posledice prekida: Prekidi u lancima snabdevanja mogu imati dalekosežne ekonomske posledice. Pandemija COVID-19 izazvala je velika kašnjenja u 48 glavnih programa odbrambenih nabavki, od kojih 22 i dalje imaju probleme sa rokovima, što pokazuje da se situacija nije značajno poboljšala ni nakon smanjenja zabrinutosti vezanih za pandemiju (Resilinc,2025).

Efekat multiplikatora ranjivosti: Fragmentacija i složenost savremenih lanaca snabdevanja dodatno otežavaju identifikaciju i upravljanje rizicima. Većina pristupa upravljanju lancima snabdevanja fokusira se na logistiku, zanemarujući ono što se dešava tokom razvoja i proizvodnje sistema. Čak i u fazi korišćenja, pažnja se često usmerava na logistiku ili ugovarače, uz minimalan nadzor programa, sve dok se ne pojavi problem (War on the Rocks,2023).

Globalni trendovi u razvoju energetske sistema za vojne primene

Razvoj u okviru NATO standarda

U okviru NATO saveza, razvoj energetske sistema u vojne svrhe postaje sve više normiran i strateški vođen. NATO se kroz Agenciju za komunikacije i informacije (NCIA) i Agenciju za

podršku i nabavku (NSPA) fokusira na implementaciju interoperabilnih, održivih i visokoperformansnih energetske rešenja, uz stroge zahteve u pogledu mobilnosti, otpornosti na elektromagnetne udare i minimalne logističke zavisnosti (NATO ENSEC COE, 2022).

Jedan od ključnih strateških dokumenata jeste *NATO's Operational Energy Strategy*, koja naglašava potrebu za:

- Smanjenjem zavisnosti od tečnih goriva;
- Integracijom naprednih skladišnih sistema u vozila i baze;
- Korišćenjem obnovljivih i efikasnih sistema napajanja za komandne centre i izviđačke jedinice.

Sistemima nove generacije u skladištenju energije pridaje se uloga ne samo taktičkog poboljšanja već i strateškog faktora interoperabilnosti, posebno u multinacionalnim operacijama (Hummel & Beyer, 2021).

Primena savremenih energetske rešenja u vojsci SAD

U okviru američke strategije modernizacije oružanih snaga, litijumske baterije su postale integralni deo transformacije odbrane u domenu energetske autonomije, tihi rad operacija (*silent operations*) i smanjenje logističkog otiska. Sledeći primeri konkretnih sistema demonstriraju kako su visokoenergetske baterije već implementirane u različite vojne segmente, od bespilotnih letelica, preko taktičkih vozila, do individualne opreme vojnika.

- JLTV – eJLTV prototip (Oshkosh Defense): Elektrifikovana verzija standardnog JLTV vozila razvijena od strane Oshkosh Defense poznata je kao eJLTV. Integracijom litijum-jonskih baterija (kapaciteta ~30 kWh), sistem omogućava takozvani *silent watch mode*, u kojem vozilo napaja borbene sisteme (senzore, komunikaciju) bez rada motora – značajno smanjujući termalni i akustični potpis. Ova platforma je već prikazana američkom Ministarstvu odbrane kao energetske efikasna i taktički superiorna u operacijama prikrivene osmatračke podrške (Oshkosh Defense, 2023).
- IVAS – Integrated Visual Augmentation System: Sistem IVAS, razvijen u saradnji sa kompanijom Microsoft, kombinuje augmented reality (AR), termalnu viziju i GPS u jedinstven taktički sistem koji vojnici nose kao deo individualne opreme. Litijumske baterije omogućavaju operativnost do 24 sata, uz otpornost na temperaturene ekstreme i elektromagnetne smetnje. Sistem se već koristi u jedinicama američke vojske u cilju

povećanja situacione svesti i bržeg donošenja odluka (U.S. Army Futures Command, 2021).

- ALTIUS-600M – Loitering Munition: Besposadni sistem ALTIUS-600M, koji kombinuje funkcije izviđačke letelice i preciznog udarnog sredstva, koristi napredne litijum-polimerne baterije koje omogućavaju domet do 440 km i trajanje leta od preko 4 sata. Sistem je u upotrebi unutar specijalnih operativnih snaga (SOCOM) i karakteriše ga visoka mobilnost i energetska nezavisnost (Kratos & Anduril, 2023).
- BESS Tactical – Battery Energy Storage System: Projekat BESS Tactical, razvijen u saradnji sa američkim Ministarstvom odbrane, predstavlja mobilni energetski sistem sa litijum-jonskim kapacitetom od 100 do 500 kWh, koji omogućava potpuno autonomno napajanje terenskih baza, komandnih centara i elektronskih sistema bez upotrebe goriva. Sistem se koristi u testnim okruženjima za povećanje otpornosti na elektronsko ratovanje i smanjenje logističkih troškova (Department of Defense, 2022).
- Silent Falcon UAV – solarno-litijumski hybrid: Letelica Silent Falcon, namenjena taktičkom nadzoru i izviđanju, koristi hibridni energetski sistem zasnovan na solarnim panelima i litijum-jonskim baterijama, što omogućava autonomiju leta do 8 sati. Sistem je u upotrebi u Nacionalnoj gardi i graničnoj kontroli SAD, naročito u teško dostupnim i komunikaciono nepokrivenim oblastima (Silent Falcon UAS Technologies, 2020).

Američka iskustva demonstriraju da su litijumske baterije postale operativni standard u vojnim sistemima koji zahtevaju visoku autonomiju, tihi rad i kompatibilnost sa savremenim informacionim i senzorskim rešenjima. Transformacija borbenih vozila, uvođenje digitalnih sistema za pešadiju, kao i razvoj naprednih dronova i mobilnih baza — oslanjaju se upravo na stabilnost, gustinu i otpornost litijumskih baterija.

Trendovi razvoja u Ruskoj Federaciji: Energetski sistemi i vojna strategija

Ruska vojna doktrina izričito naglašava potrebu za tehnološkom samodovoljnošću, što uključuje razvoj domaćih izvora za strateške sirovine i proizvodnih kapaciteta za skladištenje energije.

Poseban fokus stavljen je na:

- Otpornost na elektromagnetne pulseve (EMP) u slučaju nuklearnih/elektronskih udara;
- Produženi rad u izolaciji, bez oslanjanja na spoljne izvore energije;

- Robusnost u ekstremnim klimatskim uslovima, uključujući Sibirske i arktičke zone.

Programi razvoja se odvijaju unutar državnih instituta poput TsNII Elektronika, NII Energia, i u saradnji sa vojno-industrijskim gigantima kao što su Rostec, Rosnano i Kalashnikov Concern (Kovalev, 2022).

Energetski sistemi nove generacije u Rusiji se testiraju i primenjuju u sledećim oblastima:

- Elektrifikovana vozila i borbene platforme: Razvoj hibridnih i potpuno električnih varijanti vozila kao što su „Тигр-МЭ“ (Tigr-ME) i modernizovane verzije oklopnjaka „Bumerang“ uključuje energetske sisteme za tihi rad i izviđanje bez emisija (Izvestia, 2021).
- Беспилотне летеліце (UAV): UAV sistemi „Orlan-30“ i „KUB-BLA“ koriste napredne izvore energije koji omogućavaju višesatno letenje uz minimalnu infracrvenu i zvučnu detekciju (Lavrov, 2023).
- Individualni sistem vojnika „Ratnik“ i „Sotnik“: Novi moduli opreme uključuju energetske čvorove koji omogućavaju 72-časovno napajanje uređaja, od nišana do komunikacionih sistema, uz mogućnost induktivnog punjenja i dodatnih fotonaponskih modula.
- Mobilne elektrane i „energetski kontejneri“: Sistemi za brzo razmeštanje energetskih izvora na terenu razvijaju se za podršku artiljeriji, radarskim i protivvazдушnim sistemima poput „Pantsir-SM“ i „Tor-M2“.

U ruskom konceptu nelinearnog i hibridnog ratovanja, energija se ne posmatra samo kao tehnički već i operativno-strateški resurs (Mitrovic, 2025). Kontrola nad sopstvenim energetskim sistemima omogućava:

- Produženu operativnost bez logističkog dopunjavanja,
- Smireno manevrisanje u informaciono-denijalnim zonama,
- Otpornost protiv NATO sistema za elektronsko nadgledanje i ometanje.

Ruska Federacija tokom poslednje decenije sprovodi intenzivnu modernizaciju svojih oružanih snaga s fokusom na autonomiju, energetska suverenitet i otpornost borbenih sistema. Jedan od centralnih elemenata ove transformacije jeste strateško opredeljenje prema integraciji litijum-jonskih baterija u vojne platforme, kao i razvoj domaćih kapaciteta za proizvodnju litijuma i naprednih energetskih tehnologija.

Državna korporacija Rosatom, putem svoje ćerke kompanije RENERA, vodi razvoj i proizvodnju litijum-jonskih baterija za vojne i civilne namene. Ove baterije se koriste za napajanje tenkova, mobilnih PVO sistema i komandno-komunikacionih vozila, obezbeđujući tihi rad, otpornost na elektromagnetne smetnje i produženo operativno vreme (Energy Storage News, 2021). Neki od sistema koji već koriste ovakva rešenja uključuju:

- Sistemi protivvazdušne odbrane Pancir-S1 i Tor-M2 – čiji komandni i radarski podsistemi mogu funkcionisati u pasivnom režimu uz napajanje iz baterija, bez aktivnog motora, smanjujući detekciju.
- Tenk T-14 Armata – koristi napredne elektro-optičke i informacione sisteme koje podržava unutrašnja energetska jedinica nezavisna od glavnog pogona.

Dodatno, prema izveštaju DIXI Group (2024), Rosatom je direktno uključen u vojne projekte u oblasti baterijskog napajanja tenkovskih i PVO sistema. Ovi projekti obuhvataju široku paletu aktivnosti, kao što su:

- Strategija razvoja domaće proizvodnje litijuma: S obzirom na sankcije i prekid zapadnih isporuka, Rusija je donela nacionalnu strategiju razvoja domaće eksploatacije litijuma, u cilju povećanja sirovinske nezavisnosti i podrške sopstvenoj proizvodnji baterija za potrebe vojske, energetike i industrije. Prema navodima Reuters-a, planira se otvaranje niza rudnika i pogona za preradu litijuma, sa projekcijom od 60.000 tona litijum-karbonata godišnje do 2030. godine (Reuters, 2024). Ova strategija je sinhronizovana s rastom potražnje u odbrambenom sektoru i podržana institucionalno kroz državne investicione programe Rosatoma i ministarstva industrije i trgovine Rusije.
- Program Ratnik, oprema vojnika budućnosti: Ratnik je sveobuhvatan program modernizacije ruske pešadije, koji uključuje razvoj modularne elektronske opreme (navigacija, komunikacija, optoelektronika) i energetske efikasne sisteme za ličnu upotrebu. Ključna komponenta sistema je nosivi baterijski modul, izrađen od litijum-jonskih ćelija sa produženim ciklusom rada i otpornosti na temperaturne ekstreme. Sistem je već testiran i implementiran u jedinicama koje operišu u ekstremnim klimatskim uslovima, kao što su Arktik, Centralna Azija, Ukrajina, potvrđujući operativnu vrednost energetske samostalnosti u savremenom ratovanju.

Razvoj i primena naprednih baterijskih sistema u Oružanim snagama Ruske Federacije pokazuje strateški pomak ka energetske suverenoj vojsci, sposobnoj za:

- dugotrajne operacije bez oslanjanja na gorivo,
- smanjenje logističkog otiska,
- elektronsku otpornost i *stealth* kapacitete.

Pored vojne koristi, ovaj razvoj ima i geopolitičke implikacije, jer Rusija nastoji da se pozicionira kao nezavisni energetska-tehnološki akter, sposobna da samostalno proizvodi ključne komponente za moderni rat. Naime, Rusija koristi energetska aspekt kao sredstvo zastrašivanja i strateškog uticaja, što se vidi kroz infrastrukturne napade i gasno-energetsku politiku prema Ukrajini, Gruziji i Evropi (Krickovic, 2015).

Za razliku od NATO pristupa koji naglašava interoperabilnost i održivost, ruski model razvoja vojnih energetska sistema fokusiran je na autarkiju (pre svega ekonomsku, tehnološku i vojnu), otpornost i integraciju u strategiju informacijskog, nelinearnog i višedimenzionalnog ratovanja.

Trendovi razvoja u Narodnoj Republici Kini: Energetska sistemi kao komponenta vojne moći

Kineski pristup razvoju vojnih energetska sistema zasniva se na državnoj politici civilno-vojne fuzije (军民融合, *Junmin Ronghe*), kojom se integriraju kapaciteti civilnih kompanija i istraživačkih institucija sa ciljevima Narodnooslobodilačke armije (PLA). U okviru 13. i 14. petogodišnjeg plana, ključne oblasti uključuju:

- Razvoj naprednih baterijska tehnologija (tzv. *next-gen energy storage*).
- Primenu u hipersoničnim i bespilotnim platformama.
- Logističku podršku preko pametnih i energetska nezavisnih baza.

Kako ističu Medeiros i Chase (2019), ova fuzija omogućava brzu transformaciju civilnih dostignuća u vojne aplikacije, što Kini daje strukturnu prednost nad zapadnim sistemima sa strožim regulatornim barijerama.

Kina je najveći svetski proizvođač baterijska ćelija i prerade litijuma, što joj daje geostratešku prednost u razvoju naprednih sistema skladištenja energije. Kompanije kao što su CATL, BYD i Ganfeng Lithium učestvuju u zajedničkim projektima sa PLA i Ministarstvom odbrane NR Kine.

U vojnim aplikacijama, prednost se daje sistemima koji omogućavaju:

- Produženi boravak na terenu bez logističkog dopunjavanja.
- Punjenje putem obnovljivih izvora (solarni moduli za jedinice specijalne namene).
- Otpor protiv elektronskog ometanja i detekcije.

Zhao (2021) ukazuje da Kina već testira nove vrste čvrstih i gel baterija za vojnu primenu koje omogućavaju rad u ekstremnim uslovima, uključujući visoke nadmorske visine i polarne regione. U skladu sa kineskom vojnom doktrinom „aktivne odbrane“ (积极防御), energetske sistemi se razvijaju tako da obezbede:

- Brzu projekciju snaga u Indo-pacifičkom regionu (elektrifikovane pomorske platforme i autonomni podvodni sistemi).
- Održivu energetske podršku za borbene jedinice u izolaciji (npr. Tibet, Južno kinesko more).
- Svemirske aplikacije – energetske moduli za vojne satelite i lasere.

PLA u saradnji sa Tsinghua i Harbin politehničkim univerzitetima razvija tzv. „inteligentne energetske ekosisteme“ za buduće ratove visoke tehnologije (Xinhua, 2023). Sveukupno posmatrano, može se reći da Narodna Republika Kina sprovodi intenzivan proces modernizacije oružanih snaga kroz integraciju naprednih energetske tehnologije – uključujući visokoenergetske litijumske baterije – u svoje borbene i logističke sisteme. Cilj ovih transformacija jeste povećanje autonomije, operativne efikasnosti i otpornosti na savremene izazove ratovanja, posebno u elektronski ometanom i izuzetno dinamičnom taktičkom okruženju.

Primeri primene se mogu navesti kroz:

- CH-5 – bespilotna letelica sa produženom autonomijom: Jedan od najpoznatijih primera je CH-5 (Cai Hong-5), bespilotna letelica srednje-visinskog dometa (MALE UAV) razvijena od strane China Aerospace Science and Technology Corporation. Opremljena je litijum-jonskim baterijama koje omogućavaju autonomiju leta do 60 sati i domet do 10.000 km, a dizajnirana je i za nošenje do 16 projektila. Ove karakteristike omogućavaju produžene izviđačke i udarne operacije uz minimalan logistički otisak (Army Recognition, 2024).
- VT-4 – glavni borbeni tenk sa sistemom za tihi rad: Glavni borbeni tenk VT-4 (MBT-3000) koji je razvila kompanija NORINCO koristi napredni energetske sistem za tihi režim rada, zasnovan na litijum-jonskim baterijama. Sistem omogućava neometani rad senzora i komandne elektronike bez aktivacije glavnog motora, što značajno smanjuje termalni potpis i povećava taktičku prednost u defanzivnim i osmatračkim situacijama (MilitaryLeak, 2024).

- Program vojnika budućnosti – nosivi energetske sistemi: U okviru kineskog programa digitalizacije vojnika, sličnog američkom IVAS ili ruskom Ratniku, razvijeni su nosivi energetske sistemi bazirani na litijum-jonskim ćelijama. Ovi sistemi napajaju HUD (*Head-Up Display*) displeje, komunikacione uređaje, termalne nišane i navigacione alate. Njihova autonomija omogućava višednevne operacije bez zamene energetske paketa, što je ključno za specijalne i izviđačke jedinice (Popular Mechanics, 2023).
- Haiyan AUV – autonomna podvodna letelica: Kineski Haiyan-AUV, koji je razvila Kineska akademija nauka, koristi litijumske baterije visoke gustine (400 Wh/kg) za operacije do 30 dana u dubokom moru. Ove letelice su dizajnirane za izviđanje, nadzor i hidrografska merenja, a koriste se i u vojne svrhe za minsku detekciju i protivpodmornički nadzor (Interesting Engineering, 2024).
- Mobilni energetske kontejneri – autonomne logističke jedinice: Za potrebe podrške mobilnim komandnim centrima, radarskim i PVO sistemima (npr. HQ-17AE), kineska vojska koristi mobilne kontejnere sa litijum-jonskim baterijama kapaciteta 500+ kWh, koje omogućavaju energetske nezavisno funkcionisanje više dana bez spoljnog napajanja. Ovi sistemi se proizvode u okviru vojno-civilnih partnerstava, uključujući China Electronics Technology Group (CETC) (Made-in-China, n.d.).

Navedni primeri potvrđuju da Kina ne razvija samo pojedinačne sisteme, već stvara celovit vojni energetske eko-sistem koji se oslanja na:

- visok stepen tehnološke samodovoljnosti,
- produženu autonomiju i stealth režime rada,
- operativnu integraciju sa doktrinom aktivne odbrane.

Integracija savremenih baterijskih sistema u kineskim oružanim snagama jasno ukazuje da energetske komponenta više nije samo logistička podrška, već operativna determinanta uspeha u savremenim konfliktima. Takođe, kineski pristup razvoju vojnih energetske sistema je strateški integrisan sa ciljevima ekonomske i vojne dominacije. Fokus na civilno-vojnu fuziju i globalnu kontrolu nad kritičnim sirovinama omogućava Kini da istovremeno zadovolji domaće vojne potrebe i ostvari ekonomsku prednost u globalnom lancu snabdevanja.

Komparativna analize vojnih energetske sistema: SAD, Rusija, Kina

U cilju razumevanja strateških i tehnoloških razlika u razvoju i primeni savremenih baterijskih sistema u vojnim sredinama, primenjena je komparativna kvalitativna analiza triju vojnih sila:

Sjedinjenih Američkih Država, Ruske Federacije i Narodne Republike Kine. Ova analiza omogućava identifikaciju strukturnih obrazaca, tehnoloških prioriteta, industrijskih modela i operativnih fokusa koji oblikuju razvoj energetske kapaciteta za savremeno ratovanje.

Metodološki okvir se oslanja na pristup Georgea i Bennetta (2005), koji omogućava strukturirano poređenje slučajeva unutar unapred definisanih analitičkih kategorija (tehnološka funkcionalnost, vojna doktrina, industrijska organizacija, strateški ciljevi), uz oslonac na primarne i sekundarne izvore, kao i validirane vojne i industrijske publikacije.

Cilj je da se identifikuju:

1. Razlike u tehnološkim rešenjima i specifikacijama;
2. Industrijski modeli koji podržavaju razvoj i primenu baterijskih sistema;
3. Uloga energetske strategije u širem okviru nacionalne bezbednosti i vojne doktrine;

Analiza se temelji na teoriji vojne inovacije (Posen, 1984; Farrell & Terriff, 2002) i konceptu vojne moći kao funkcije tehnološke infrastrukture. Poseban akcenat stavljen je na ulogu energetske komponente u strateškoj autonomiji i projekciji sile, kao i na funkcionalnu integraciju u savremeni koncept višedimenzionalnog (multi-domain) ratovanja.

Zbog vojno-industrijske zatvorenosti (posebno u slučaju Kine i Rusije), podaci su prikupljeni kombinacijom:

- Otvoreni vojnih izveštaja i publikacija (RAND, DoD, NATO, CNAS),
- Industrijskih i istraživačkih baza podataka (Jane's Defence, Global Firepower, SIPRI),
- Sekundarnih izvora: akademskih radova i analitičkih izveštaja (npr. RAND, CSIS, IISS).
- Gde god je moguće, informacije su unakrsno proveravane kroz više izvora.

Za zemlje srednje vojne moći, poput Srbije, analiza pruža osnov za:

- Tehnološko orijentisano planiranje modernizacije vojske;
- Stratejsko opredeljenje između modela samodovoljnosti, interoperabilnosti ili fuzije s civilnim sektorom;
- Izbor industrijskih partnera u skladu sa spoljnopolitičkom orijentacijom.

Analitički model je kreiran na osnovu kategorija: domen primene, primeri sistema, tehnološke karakteristike, industrijska baza i strateški focus. Rezultati analize su prikazani u **Tabeli 4**.

Zemlja	Dominantna primena	Primeri sistema/platformi	Tehnološke karakteristike	Industrijska baza	Strateški fokus

SAD	Elektrifikovana vozila, UAV, sistem vojnika	JLTV (hibrid), ALTIUS-600M, IVAS	Visoka energetska gustina, otpornost na EMP, interoperabilnost	Privatni sektor (Raytheon, Lockheed Martin) + DARPA	Mobilnost, interoperabilnost, održiva energija
Rusija	EMP otporna vozila, taktički UAV, individualni sistemi	Tigr-ME, Orlan-30, Ratnik/Sotnik sistem	Otpornost, samodovoljnost, radu ekstremnim uslovima	Državna kontrola (Rostec, TsNII Elektronika)	Energetska autarkija, hibridno ratovanje
Kina	UAV, svemirske platforme, energetska nezavisne baze	CH-5 dron, Beidou sistemi, CMC energ. moduli	Civilno-vojna integracija, napredni moduli, globalna sirovinska kontrola	CMC struktura (CATL, BYD, Tsinghua Lab)	Tehnološka dominacija, energetska samostalnost

Tabela 3.: Usporedna tabela: Tehnološka primena savremenih baterijskih sistema u vojskama SAD, Rusije i Kine

Modernizacija odbrane Srbije kroz energetske inovacije

U svetlu ubrzanog razvoja savremenih tehnologija i geopolitičkih pomeranja u energetskim lancima, Srbija se suočava s izazovom i prilikom da modernizuje svoje oružane snage i transformiše sopstvenu odbrambenu industriju. Integracija naprednih sistema za skladištenje energije, zasnovanih na savremenim hemijskim tehnologijama visokog kapaciteta, može predstavljati ključnu prekretnicu u osnaživanju taktičke fleksibilnosti, smanjenju logističke zavisnosti i jačanju tehnološke suverenosti (Vuković & Popović, 2022).

Domaći vojno-industrijski kompleks predvođen Jugoimport-SDPR-om, VTI-jem i specijalizovanim fabrikama kao što su "Zastava TERVO", "Prva petoletka – Namenska" i "Sloboda ČaČak" razvija borbene platforme pogodne za integraciju naprednih energetske sistema, uključujući:

- BOV M16 Miloš – laka oklopna vozila pogodna za integraciju elektro-optičkih sistema i borbene elektronike;
- Lazar 3 i Lazar 2 – modularna borbena vozila pogodna za ugradnju hibridnih energetske sistema;
- Nora B-52 155mm – artiljerijski sistem koji zahteva stabilno i nezavisno napajanje senzora i sistema za upravljanje paljbom;
- PASARS i PVO sistemi (Strela, Bofors) – pogodna platforma za integraciju rezervnih visokoenergetskih baterijskih modula;
- Sistem "M21 Vojnik" – oprema koja uključuje napajanje za komunikaciju, navigaciju i termalne senzore (VTI, 2022).

Institucije kao što su Institut "Mihajlo Pupin", IHTM i ETF Beograd poseduju kapacitete za razvoj upravljačkih sistema (BMS) i vojno sertifikovanih baterijskih modula. Uključivanje FTN Novi Sad i Mašinskog fakulteta u Kragujevcu dodatno bi podržalo mini-serijsku proizvodnju, u skladu sa EU normama i STANAG standardima (Marinov, 2015). U skladu sa evropskom strategijom integracije civilnog i vojnog sektora (European Commission, 2021), razvijeni sistemi mogu imati direktnu civilnu primenu:

- Terenske jedinice za spasilačke i vanredne situacije;
- UAV i dronovi za civilnu zaštitu;
- Pametne mreže i rezervni sistemi u zdravstvenim i IT sektorima.

Ovakav pristup omogućava ekonomsku održivost i otpornost šireg bezbednosnog sistema.

Energetski kapaciteti bespilotnih i autonomnih sistema

Energetski sistemi direktno utiču na sposobnosti bespilotnih platformi (UAV, UGV, USV/UUV).

Srbija razvija nekoliko sistema koji već koriste električne pogone:

- Pegaz, Vrabac, Gavran (UAV) – koriste visokoenergetske baterijske module;
- Mali UGV za izvidanje i logistiku – u razvoju kod VTI;

Inspiracija su modeli poput izraelskog Orbiter 4, koji omogućava tihe, dugotrajne misije (Aeronautics Ltd., 2021). Uređaji zahtevaju visoku gustinu energije, otpornost, brzo punjenje i

kompatibilnost sa komandno-informacionim sistemima (Marques et al., 2020). Srbija kroz učešće u Partnerstvu za mir i sprovođenje NATO STANAG standarda, kao i usklađivanje sa inicijativama kao što je DESP (EDA), stvara osnovu za:

- Interoperabilnost u misijama UN, EU i OEBS-a;
- Pristup fondovima EU za istraživanje i inovacije;
- Pozicioniranje domaće industrije u evropskom odbrambenom prostoru (Henrikson, 2006; EDA, 2022).

Napredni energetske sistemi su ključni akcelerator vojne modernizacije i strateške autonomije. Njihova implementacija u okviru Vojske Srbije (VS) može unaprediti mobilnost, smanjiti logistiku i povećati borbenu otpornost. Srbija ima infrastrukturu i znanje, ali zahteva stratešku viziju, institucionalnu koordinaciju i ulaganje u razvoj domaćih kapaciteta kako bi se ostvarila energetske suverena odbrana.

Uvozna zavisnost od komponenti koje sadrže retke minerale

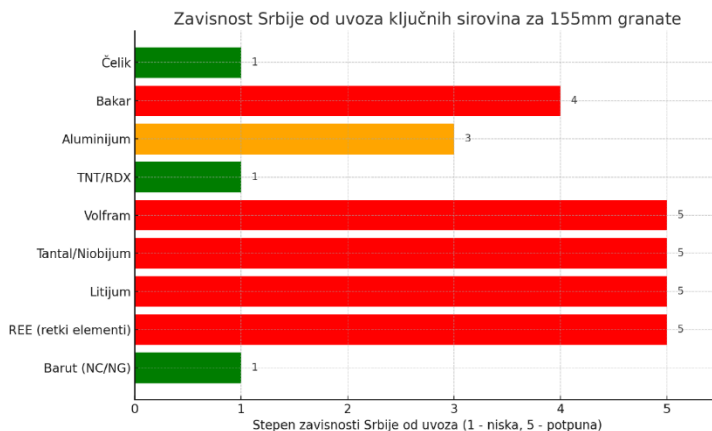
Analiza uvoznih potreba Srbije pokazuje značajnu zavisnost od kritičnih sirovina neophodnih za odbrambenu industriju. Srbija uvozi mineralna goriva i ulja u vrednosti od približno 2,5 milijarde dolara, mašine i mehaničke uređaje u vrednosti od oko 2 milijarde dolara, kao i električnu opremu i delove za vozila. Posebno je značajna zavisnost od uvoza metala i metalnih proizvoda, uključujući gvožđe i čelik u vrednosti od oko 1 milijarde dolara (Trade Council, 2023).

Strategijska važnost kritičnih sirovina je prepoznata na najvišem nivou. Srbija poseduje značajne depozite retkih elemenata, uključujući neodim, prazeodim i disprozijum, koji su vitalni za proizvodnju visoko tehnoloških proizvoda kao što su elektronika, tehnologije obnovljivih izvora energije i borbeni sistemi (Serbia Energy, 2023). Memorandum o razumevanju između Srbije i EU o stratejskim sirovinama, potpisanim u julu 2024. godine, je prepoznat kao "generacijska šansa" za region (OSW, 2024).

Međutim, uvozna zavisnost predstavlja rizik za tehnološku nezavisnost odbrambene industrije. Glavni uvozni partneri Srbije su Nemačka (12,9% uvoza), Rusija (9,7%), Kina (9,4%) i Italija (8,7%) (Trade Council, 2023). Ova zavisnost od uvoza metalnih ruda, koja je u 2019. godini

povećana za 49% odnosno na 636 miliona dolara, ukazuje na vulnerabilnost lanca snabdevanja za odbrambenu industriju (USGS, 2023).

Na primeru proizvodnje haubičkih granata može se jasno definisati osetljivost održivosti odbrambene proizvodnje. Naime, Srbija ima integrisan i robustan lanac proizvodnje haubičkih granata, koji kombinuje državne gigante poput kompanija Sloboda, Krušik i Milan Blagojević, sa velikim brojem specializovanih kooperanata. Ovakva struktura omogućava fleksibilnost, prilagođavanje izvozu i povećanje kapaciteta u kriznim situacijama. U konvencionalnim granatama, fokus je na čeliku, TNT/RDX punjenju i mehaničkom upaljaču, dok kod vođenih granata (tehnologija koju Srbija tek usvoja), dolazi do primene sofisticirane elektronike i time rasta kritičnih sirovina. Kritične sirovine koje se u procesu proizvodnje haubičkih granata koriste su: legirani čelik, bakar, aluminijum, TNT/RDX/HMX, volfram, tantal / niobijum, litijum, REE, nitroceluloza / nitroglicerina, legure bakra i aluminijuma. Ukoliko Srbija pored konvencionalnih, pokrene i proizvodnju vođenih granata, od nekih kritičnih sirovina će biti potpuno uvozno zavisna.



Slika 9. Zavisnost Srbije od uvoza kritičnih sirovina za održivost i razvoj proizvodnje haubičkih granata

Potreba za diversifikacijom je prepoznata kroz strategiju upravljanja mineralnim resursima do 2040. Godine (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2025). Srbija poseduje značajne rezerve litijuma, bakra i nikla, čija je procenjena vrednost 250 milijardi evra (Serbia

Business, 2021). Treba naglasiti da je Ministarstvo rudarstva i energetike saopštilo da će se novi rudnici otvoriti samo ako su ispunjeni svi evropski i svetski standardi zaštite životne sredine (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2025).

Perspektive razvoja: uvođenje dronova, AI sistema, savremenih PVO i komunikacija

Razvoj bespilotnih letelica predstavlja prioritet modernizacije. Tokom 2024. godine, Vojnotehnički institut je intenzivno radio na razvoju različitih varijanti bespilotnih letelica, među kojima tzv. kamikaze dronovi "Komarac" zauzimaju važno mesto (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2024). Predsednik Srbije je u tom kontekstu najavio nabavku 5.000 dronova "Komarac" opremljenih bojnim glavama iz kompanije Krušik, što predstavlja investiciju od 1,3 miliona dolara (Shephard Media, 2025).

Srbija je takođe ubrzala vlastiti razvoj dronova nakon prekida ugovora sa Rusijom. Državno preduzeće Yugoimport je objavilo značajan napredak u razvoju kamikaza i FPV dronova, kao i specijalizovane municije prilagođene ovim sistemima. Kompanija je nedavno integrisala mehaničke i elektronske upaljače u razvoj dronova, poboljšavajući njihovu pouzdanost i preciznost (The Defense Post, 2025). U novembru 2024. potpisan je Memorandum o razumevanju između domaće kompanije Utva Pančevo i kineske kompanije ALIT (Aerospace Long March International), kojim se planira osnivanje Centra za servis i održavanje srpskih i kineskih dronova u Srbiji (Tango Six, 2024). U Centru je planirano servisiranje modela poput CH 92A, CH-95 i Wing Loong I, kao i domaćih modela Vrabac i Pegaz. Unapređenjem sposobnosti sopstvenih dronova, Srbija pokušava da transferom kineske tehnologije modernizuje postojeće razvojne projekte.

Pored toga, veštačka inteligencija dobija stratešku važnost. Srbija priprema novu strategiju razvoja veštačke inteligencije za period 2024-2030, koja dopunjuje postojeću strategiju 2020-2025. Osnovan je Savet za veštačku inteligenciju koji koordinira aktivnosti implementacije strategijskog okvira (Serbia Business, 2025). Ministarstvo informisanja i telekomunikacija je najavilo da će se do kraja 2024. godine usvojiti Zakon o bezbednosti informacija koji će postaviti osnove za osnivanje Agencije za bezbednost informacija (Digital Watch Observatory, 2024).

Modernizacija protivvazduhoplovnih (PVO) sistema odbrane predstavlja ključni segment razvoja. Srbija je u poslednjih nekoliko godina značajno unapredila svoje PVO sposobnosti kroz nabavku savremenih kineskih sistema srednjeg i kratkog dometa. Dva ključna kineska PVO sistema koja su ušla u sastav Vojske Srbije su FK 3 (izvozna verzija HQ 22) i HQ 17AE (izvozna verzija HQ 17A). Njihova kombinacija omogućava efikasnu višeslojnu zaštitu vazdušnog prostora (Defense News, 2025). Takođe je modernizovana raketa sistema PVO "Strela-10M" sa novim pogonom RLN-S10 koja može da pogodi mete u vazduhu do udaljenosti 12 km i visine 8 km (YouTube, 2021).

Komunikacioni sistemi su prošli značajnu modernizaciju čiji je nosilac Uprava GŠ za telekomunikacije i informatiku (J-6). Preko brigade veze u svom sastavu, J-6 obezbeđuje neprekidnost funkcionisanja telekomunikaciono-informatičkog sistema Ministarstva odbrane i Vojske Srbije (Vojska Srbije, 2025). Prilagođavanjem savremenom konceptu ratovanja nameće se neophodnost brzog prenosa informacija, nesmetanu protočnost i sposobnost jedinica da koriste informacije i da se što brže udalje sa pozicije na kojima su se angažovale (Vojska Srbije, 2019).

Komparacija energetske sistema UAV i srpski vojni kontekst

Cilj analize jeste da prikaže komparativne tehničke karakteristike između bespilotnih letelica koje koriste konvencionalne i onih koje koriste savremene (litijumske) baterije, uz dodatak nivoa primenljivosti za Vojsku Srbije. Ocenjene su ključne funkcionalne dimenzije kao što su dolet, trajanje leta, energetska gustina, otpornost na ekstremne uslove, kao i stepen integracije sa savremenim komandno-informacionim sistemima. Kategorija „Primenljivost za Vojsku Srbije“ formulisana je na osnovu sledećih kriterijuma:

- Taktička relevantnost (dužina leta, domet);
- Logistička održivost (trajanje punjenja, broj ciklusa);
- Tehnička kompatibilnost sa domaćim sistemima;
- Stealth performanse i otpornost na elektronska ometanja.

Ovaj analitički okvir omogućava donosiocima odluka i tehničkim timovima da sagledaju:

- Koje tehnologije imaju najviše operativnog smisla za buduće misije Vojske Srbije;

Karakteristika	Dron sa standardnom baterijom (NiMH ili Pb)	Dron sa naprednom litijumskom baterijom	Primenljivost za Vojsku Srbije
Tip baterije	NiMH / Olovno-kiselinska	Litijum-jonska / Li-pol / LiFePO4	
Energetska gustina (Wh/kg)	30–80	150–250+	Niska za standardne baterije / Visoka za napredne (veća gustina)
Masa baterije za istu energiju	Visoka	Niska	Niska (masa otežava let)
Dolet (km)	10–15	25–50+	Visoka za napredne (produženi dolet)
Vreme letenja (min)	20–30	60–180	Visoka za napredne (duže operacije)
Vreme punjenja	3–6 sati	30–60 minuta (uz brzo punjenje)	Visoka (brzo punjenje pogoduje rotaciji)
Radna temperatura (°C)	-10 do +40	-20 do +60	Visoka (širi temperaturni raspon)
Broj punjenja (ciklusi)	300–500	1000–2000+	Visoka (duži radni vek, manja potreba za zamenom)
Otpornost na vibracije	Umerena	Visoka	Visoka (važno za precizne misije)
Tišina rada (akustički potpis)	Umerena do visoka	Niska (pogodno za stealth operacije)	Visoka (stealth zahtevi)

Integracija sa AI/BMS sistemima	Ograničena	Visoka (integrisani menadžment sistemi)	Visoka (digitalna kontrola i AI kompatibilnost)
---------------------------------	------------	---	---

- U kojim segmentima domaća industrija može ostvariti konkurentsku prednost; Tabela 4: Tehnička komparativna tabela dronova sa oznakom primenljivosti za Vojsku Srbije

Analiza je zasnovana na analizi podataka iz relevantnih izvora, akademsku literaturu, industrijske specifikacije, kao i tehničke dokumente proizvođača i istraživačkih instituta koji se bave efikasnošću i opštim operativnim karakteristikama litijumskih baterija korišćenih u dron sistemima (Marques et al., 2020; Gertler, 2021; Zhang et al., 2022; Li et al., 2020; Jansen et al., 2019; Aeronautics, 2021; U.S. Department of Defense; 2022; Battery University, 2023).

Analitička uporedna ocena pokazuje da dronovi opremljeni naprednim litijumskim baterijama (Li-ion, Li-pol, LiFePO₄) u gotovo svim ključnim tehničkim i operativnim parametrima značajno nadmašuju letelice koje koriste konvencionalne baterijske sisteme (NiMH ili olovno-kiselinske). Posebno se ističu u pogledu energetske gustine, sa vrednostima koje dostižu i do 250 Wh/kg, što omogućava duži domet (25–50+ km) i znatno duže vreme letenja (60–180 minuta), u poređenju sa 10–15 km i 20–30 minuta kod standardnih sistema.

Takođe, sistemi sa litijumskim baterijama omogućavaju brzo punjenje (30–60 minuta), čime se povećava operativna rotacija i efikasnost, dok je njihov širi temperaturni opseg rada (-20°C do +60°C) posebno važan za misije u ekstremnim klimatskim uslovima. Dodatno, ovi sistemi se odlikuju većim brojem punjenja (do 2.000 ciklusa), čime se ostvaruje manji operativni trošak kroz produžen radni vek.

Sa aspekta *stealth* operacija, litijumski moduli imaju značajnu prednost zbog nižeg akustičkog potpisa, dok njihova otpornost na vibracije i sposobnost za integraciju sa AI i Battery Management System (BMS) platformama omogućavaju punu funkcionalnost u kompleksnim digitalnim borbenim sistemima.

U kontekstu Vojske Srbije, ovi nalazi ukazuju da su litijumski pogonjeni UAV sistemi visoko primenljivi u taktičkom, logističkom i tehničkom smislu. Njihova upotreba omogućila bi ne samo povećanu borbenu efikasnost, već i značajan tehnološki iskorak u pravcu interoperabilnosti

sa savremenim komandno-informacionim sistemima, kao i dugoročno održivo oslanjanje na domaće industrijske kapacitete za razvoj, integraciju i održavanje ovakvih sistema.

Strategijska opravdanost uključivanja privatnog i nevladinog sektora

Savremeni vojni sistemi više se ne razvijaju isključivo unutar granica državnih vojno-industrijskih kompleksa. U skladu sa globalnim trendovima, naročito u Sjedinjenim Američkim Državama, Izraelu i zemljama Evropske unije, privatni sektor, tehnološki startapi i nevladine organizacije sa istraživačkim kapacitetima sve više učestvuju u:

- Razvoju energetske sistema visoke efikasnosti;
- Dizajnu specijalizovanih softverskih komponenti za upravljanje baterijama (Battery Management Systems – BMS);
- Transferu dual-use tehnologija iz civilne u vojnu primenu (Gilli & Gilli, 2021; EDA, 2023).

Za Srbiju, systemska saradnja između Ministarstva odbrane, Vojnotehničkog instituta (VTI), i domaćih visokotehnoloških aktera može značajno ubrzati razvoj, smanjiti troškove prototipa i omogućiti pristup eksternim izvorima finansiranja (npr. EU fondovi za inovacije, *Horizon Europe*, *EIT RawMaterials*) (European Commission, 2022).

Domaći kapaciteti i relevantni akteri

a) Istraživački instituti i naučno-tehnološki parkovi

- Institut Mihajlo Pupin (IMP) – poseduje ekspertizu u elektroenergetici, sistemima upravljanja i IoT rešenjima, sa potencijalom primene u pametnim baterijama i autonomnim sistemima.
- IHTM – Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – razvija napredne materijale za baterije, elektrolite i metode skladištenja energije.
- Naučno-tehnološki parkovi Beograd i Niš – okupljaju niz startapa i malih firmi koji se bave mehatronikom, napajanjem, mikroelektronikom i senzorikom, pogodnim za integraciju u vojna rešenja (NT Park Beograd, 2023).

b) Privatne kompanije

- Vlatacom Institute – privatna firma sa licencom za namensku proizvodnju, aktivna u razvoju elektrooptičkih, komandno-informacionih i energetskih sistema.
- Comtrade i RT-RK – eksperti za softver, razvoj embedded sistema i BMS softverske platforme za UAV/UGV sisteme.
- EnGo Planet i MT-Komex – kompanije iz sektora obnovljivih izvora koje razvijaju solarne module i sisteme autonomnog napajanja, sa dual-use potencijalom u vojno-logističkim operacijama.
- EDePro i Alfatec – aktivne u sektoru raketne tehnologije i integracije hibridnih energetskih rešenja u pogonske sisteme.
- PR-DC (Power & Research Development Center) – specijalizovana za digitalnu energetiku i pametne pretvarače; poseduje potencijal za razvoj: kontejnerskih energetskih modula za PVO i izviđačke jedinice, stabilizatora napona za dronove i senzorske sisteme, inteligentnih menadžment sistema za terensku vojnu upotrebu.

Preporučeni modeli saradnje

- a) Javno-privatna partnerstva (JPP): Model ugovaranja dugoročne saradnje između Ministarstva odbrane i privatnih firmi koje razvijaju energetske sisteme (npr. hibridni pogoni za izviđačka vozila), sličan modelima koje primenjuju *Direction Générale de l'Armement* (DGA) u Francuskoj i SIBAT u Izraelu (DIU, 2021; Katz, 2020).
- b) Istraživački klasteri i inkubatori: Formiranje tematskih "odbrambenih tehnoloških klastera" u okviru NT parkova (Beograd, Niš, Čačak), u saradnji sa IMP, IHTM, VTI i ETF-om.
- c) Vojno-akademsko preduzetništvo: Podrška *spin-off* projektima sa tehničkih fakulteta (ETF, FTN), gde studenti i istraživači razvijaju pametne baterijske sisteme, punjače i mobilne energetske platforme, uz institucionalnu inkubaciju i testiranje.
- d) Grantovi za dual-use inovacije: Podrška putem Fonda za inovacionu delatnost, Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja, EU programa (*Horizon Europe, EDF*), uz definisanu vojnu ili bezbednosnu primenu.

Zemlja	Model	Primeri	Primenljivost u Srbiji
SAD	Defense Innovation Unit (DIU)	Partnerstva sa startapima (Anduril, Palantir)	Srednja – uz regulatorne reforme
Izrael	SIBAT + privatna R&D mreža	Rafael, Elbit Systems, startapi	Visoka – model koordinacije i izvoza
EU	EDF, EDA klasteri	Fraunhofer, Leonardo, Thales	Visoka – uz projektno uključivanje Srbije u EU fondove

Tabela 5.: Primeri saradnje državnih i privatnog sektora na razvoju i primeni savremenih energetske izvora u namenskoj industriji

Uključivanje privatnog i nevladinog sektora u razvoj naprednih energetske sistema za potrebe vojske Srbije nije samo razvojna mogućnost, već strateška nužnost. Globalna praksa potvrđuje da ključne vojne inovacije potiču iz sinergije između države, akademije i tržišta, uz odgovarajuću institucionalnu podršku. Srbija raspolaže stručnim kapacitetima, infrastrukturom i inovacionim potencijalom, ali je za uspešnu integraciju potrebno razviti koordinisan model saradnje – zasnovan na poverenju, transparentnosti i strateškom vođenju. Ovakav pristup je način da se obezbedi energetska suverenost i otpornost nacionalnog sistema odbrane u budućim bezbednosnim scenarijima.

Zemlja	Pristup energetici	Fokus u integraciji	Relevancija za Srbiju
NATO (npr. SAD, Nemačka)	Interoperabilnost, održivost, decentralizacija	Elektrifikovana vozila, UAV, taktičke stanice	Visoka (kompatibilnost i tehnička saradnja)
Rusija	Samodovoljnost, EMP otpornost	Dronovi, sistemi za arktičke uslove	Srednja (tehnička orijentacija, ali zatvorenost)
Kina	Civilno-vojna fuzija, litijumska dominacija	Pametne baze, UAV, svemirske jedinice	Visoka (tehnološki partner, ali geopolitički rizik)

Tabela 6.: Usporedni pristupi energetske integraciji u vojnom sektoru: Relevancija globalnih modela za Srbiju

Na osnovu kompartitivne analize aktera u oblasti primene savremenih energetske rešenja u odbranbenoj industriji i razvoju sistema odbrane, možemo zaključiti da je za Srbiju je najracionalniji pristup pragmatične selekcije tehnologija sa više strana, uz izbegavanje zavisnosti od jednog aktera i oslanjanje na domaći razvoj kao osnovnu platformu

Potreba za sopstvenim izvorima sirovina radi tehnološke nezavisnosti

Strategijska autonomija predstavlja temelj vojnih sposobnosti Srbije. Rukovodstvo sistema odbrane je često naglašavalo da je Srbija sposobna da se autonomno naoružava i da ovlada najsavremenijim svetskim tehnologijama, zbog čega smatraju da je naša politika vojne neutralnosti održiva. Zbog toga se ističe da je moderna odbrambena industrija garant vojne neutralnosti Srbije (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2017). Međutim, u savremenim geopolitičkim odnosima, osetljivim lancima snabdevanja i upitnim neutralnim statusom, ovakve tvrdnje su očigledno namenjene isključivo za populistički pristup domaćem glasačkom telu.

Ipak, domaći razvoj tehnologija je prepoznat kao ključni faktor. Tokom 2024. godine, od 70 novih sistema uvedenih u Vojsku Srbije, 38 je bilo iz domaćeg razvoja. Među najznačajnijim domaćim sistemima su oklopni transporter BOV OT, novo borbena oklopno vozilo BOV M16 "Miloš", besposadno kopneno vozilo "Mali Miloš", PVO samohodni artiljerijsko-raketni sistem "Pasars-16", modificirana oklopno-izviđačka vozila BRDM-2MS i nova municija 155 mm povećanog dometa (KoSSev, 2024).

Investicije u istraživanje i razvoj se povećavaju. Ministarstvo odbrane snažno podržava modernizaciju proizvodnih kapaciteta i ulaganja u istraživanje i razvoj. Srbija je zainteresovana za učešće u zajedničkim evropskim projektima, ali je takođe otvorena za saradnju sa drugim zemljama, poput Francuske, SAD, Ujedinjenih Arapskih Emirata, a pre rata u Ukrajini i Belorusije i Rusije (Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 2021).

Mineralni potencijali svake zemlje predstavljaju stratešku prednost. Srbija poseduje značajne depozite litijuma, bakra, nikla i drugih kritičnih sirovina čija je procenjena vrednost 250 milijardi evra (Serbia Business, 2021). Strategija upravljanja mineralnim i drugim geološkim resursima do 2040. godine sa projekcijama do 2050. treba da obezbedi bezbednost snabdevanja energetskih postrojenja dovoljnim količinama energetskih mineralnih sirovina (Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2025).

Zakonski okvir za investicije u odbrambenu industriju se unapređuje. Nova legislativa o proizvodnji naoružanja i vojne opreme dozvoljava parcijalnu privatizaciju državnih odbrambenih kompanija, pri čemu vlada i dalje zadržava većinski udeo. Vlada Srbije je najavila usvojanje novog zakona koji će omogućiti investiranje u OIS, uz garanciju da će 51% vlasništva uvek pripadati državi (Vlada Republike Srbije, 2025).

Predlozi politika i strateških pravaca

Potreba za nacionalnom strategijom kritičnih sirovina

Srbija poseduje značajne rezerve kritičnih sirovina - otkriveno je oko 58.000 tona litijum-boratnih rezervi u Jadaru, što bi moglo pokriti 10–15% evropske potražnje za litijumom do 2030. godine (Stiftung Wissenschaft und Politik 2024). Ovo podvlači njenu geostratešku poziciju i podstiče potrebu za strateškim planom. Do sada je Srbija usvojila Strategiju upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine (2012) (Ministarstvo zaštite životne sredine, 2012) i Nacionalnu strategiju održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara (2012) (Otvorena vlada, 2012), koje generalno definišu okvir za upravljanje mineralnim resursima u Srbiji i predstavljaju osnovu za planiranje i održivo korišćenje prirodnih resursa u zemlji. Ipak, ne postoji posebna strategija za kritične sirovine.

Sve je više očiglednija potreba da Srbija usaglasi svoje planove sa EU. Pored neophodnosti da što pre potpiše strateški sporazum o kritičnim sirovinama sa EU, bilo bi korisno i da pristupi Klubu kritičnih sirovina (*Critical Raw Materials Club*) koji ima za cilj da poveže zemlje potrošače i zemlje bogate sirovinama kako bi se ojačali lanci snabdevanja i diversifikovali izvori kritičnih sirovina (EU Raw Materials Alliance, 2023). To bi za Srbiju predstavljalo jedinstvenu

razvojnu šansu (Obradović, Babić, 2023). Zakon o kritičnim sirovinama EU iz 2023. pozicionira litijum i srodne elemente kao strateški značajne sirovine, s ciljem da do 2030. povećava domaću proizvodnju i preradu (European Commission, 2024). Time se otvorio okvir za stratešku saradnju. Srbija bi trebala da postavi jasne nacionalne ciljeve kao što su povećanje domaćih istraživanja, industrijske prerade i sklapanje savezničkih ugovora, a sve uz primenu najvišeg nivoa ekoloških standarda za zaštitu životne sredine. Predsednik Srbije je prošle godine poručio da litijumski projekat omogućava Srbiji da napravi “kvantni skok” u budućnost i da će naša zemlja predstavljati pouzdanog partnera Evropi u lancu snabdevanja (Vlada Republike Srbije, 2024).

Nacionalna strategija o kritičnim sirovinama bi zato morala da sadrži i aspekte ekonomskog razvoja i geopolitičke kohezije sa EU, uz kontinuirano usklađivanje propisa i koordinaciju sa evropskim inicijativama. Primer naše posvećenosti evropskim vrednostima bi moglo predstavljati pristupanje Srbije EU rezervama kritičnih sirovina i Evropskoj alijansi za sirovine (*European Raw Materials Alliance - ERMA*). Ključni izazov je kako iskoristiti sopstveni prirodni potencijal, uz prioritizaciju nacionalnih interesa. Jedno je sigurno - svako odlaganje saradnje sa EU je kontraproduktivno i već kasnimo sa pripremom regulatornih smernica za formiranje strateških rezervi retkih minerala kao deo sopstvene politike o kritičnim sirovinama, a po ugledu na EU (CEP Foundation, 2022). Time bi Srbija značajno ojačala sopstvenu otpornost i smanjila zavisnost od uvoza (analize CEP Fondacije ukazuju da strateške rezerve efikasno ublažavaju rizike snabdevanja i cenu metala).

Uspostavljanje državne rezerve strateških sirovina

Kako bi se ublažili potencijalni prekidi u lancima snabdevanja i volatilnost cena, neophodno je uspostaviti državne rezerve strateških sirovina. Takve državne rezerve bi bile analogne naftnim ili deviznim rezervama i služile bi kao amortizer kod vanrednih situacija. Analiza preporučuje da države EU podrže decentralizovano skladištenje kod privrednih subjekata, uz uspostavljanje „osnovne“ javne rezerve za najkritičnije sirovine (CEP Foundation, 2022). To bi značilo subvencionisano skladištenje retkih elemenata koje Srbija rudari kod privatnih operatera. Državne rezerve bi u takvom modelu obezbeđivale minimalni fond sirovina, dok bi privatna preduzeća po standardima EU CRMA skladištila projektovane zalihe.

Povećanje nivoa reciklaže i urbanog rudarstva (revizija sekundarnih sirovina) bi moglo da se tretira kao produžena državna rezerva, jer bi se obnavljao bilans sirovina bez dodatnog iskopavanja (Evropska komisija, 2021). Strategija bi trebalo da predvidi mehanizme za reviziju rezervi strateških sirovina i za prateća ulaganja. Slično evropskim inicijativama, Srbija bi mogla aktivno učestvovati u evropskim i globalnim mrežama za skladištenje poput Evropske metal banke (*European Metal Bank*) kako bi maksimalno diversifikovala izvore snabdevanja. Uspostavljanje takve rezerve bi zahtevalo i uspostavljanje ekonomskih instrumenta (kupovina/otpust rezerve), ali i regulatornih okvira koji bi se mogli definisati u dopuni Zakona o rudarstvu (Predlog dopuna Zakona o rudarstvu, Ministarstvo rudarstva, 2024). Time bi se regulisala veličina i način održavanja rezervi kritičnih sirovina i omogućilo državno upravljanje kroz automatske mehanizme otkupa ili otpusta zaliha tokom tržišnih poremećaja. Na taj način bi se, uz dugoročne mere za diversifikaciju dobavljača, ojačala nacionalna otpornost.

Razvoj istraživačko-prerađivačkih kapaciteta

Za ostvarivanje pune vrednosti mineralnih sirovina, ključno je jačanje domaćih istraživačkih kapaciteta i tehnološke infrastrukture za preradu. EU strateški insistira na tome da se što veći deo vrednosnog lanca obezbedi u samoj Uniji - cilj je da do 2030. barem 10% potrošnje kritičnih sirovina dolazi od eksploatacije u EU, a da 40% bude prerađeno unutar EU (Reuters, 2023). Srbija bi u tom kontekstu trebala da stimuliše univerzitete i institute da razvijaju tehnologije za efikasnu eksploataciju, selektivnu preradu i reciklažu baterijskih sirovina, magnetnih metala i ostalih retkih elemenata (EU strategija za baterije i CRM, 2023). Jedan od načina bi mogao biti i uspostavljanje zajedničkih istraživačkih centara (na primer centara izvrsnosti u partnerstvu sa EU putem *Horizon Europe* i/ili *Raw Materials Alliance*) i integrisanje srpskih stručnjaka u evropske programe (Memorandum o partnerstvu RS–EU, 2023).

Evropska komisija posebno poziva srpske kompanije na saradnju u okviru Evropske alijanse za sirovine i Evropske alijanse za baterije, kao i na učešće u Akademiji veština i istraživanja za baterije i sirovine (EU in Serbia, 2024). Memorandum o strateškom partnerstvu sa EU upravo predviđa mapiranje postojećih saradnji u istraživanju i razmenu znanja o održivom istraživanju, eksploataciji, preradi i reciklaži sekundarnih sirovina. Na primer, pristup Evropskoj baterijskoj akademiji (*European Battery Academy*) omogućio bi domaćim inženjerima dodatnu obuku, dok

bi zajednički istraživački projekti s partnerima iz EU podstakli transfer savremenih tehnologija za preradu.

Razvoj ovih kapaciteta takođe mora biti društveno odgovoran: prenos tehnologije treba da se realizuje uz poštovanje najviših ekoloških standarda i sa transparentnim uključenjem lokalnih zajednica, po modelu uspostavljenim u CRMA (gde se finansiranje uslovljava strogim poštovanjem ESG principa - *Environmental, Social, Governance*). Dugoročni strateški cilj i naš interes je da Srbija preradi što više ruda na svojoj teritoriji radi povećanja dodatne vrednosti, da smanji izvoz sirovih minerala i ostvari konkurentnost domaće prerade, uz paralelni razvoj reciklažnih pogona koji zalihe sekundarnih sirovina vraćaju u industriju.

Uključivanje odbrambene industrije u strateško planiranje resursa

Odbrambena industrija je posebno osetljiva grana koja zahteva kontinuirano snabdevanje specijalnim metalima i legurama. Bez dostupnosti ključnih sirovina nema pouzdane proizvodnje naoružanja i vojne opreme. Evropska analiza ukazuje da odbrambena proizvodnja koristi širok spektar materijala sa jedinstvenim svojstvima (legure kobalta, tantaluma, retkih elemenata za magnete, itd.), koje je teško zameniti običnim, široko dostupnim materijalima (The Hague Centre for Strategic Studies, 2023). Posebno su kritične sirovine kao što je volfram (tungsten), koji se koristi za proizvodnju municije i oklopljenih delova borbenih sistema. Upravo zbog toga je Evropska unija odobrila strateške projekte u zemljama izvan EU, uključujući Ujedinjeno Kraljevstvo, jer je volfram prepoznat kao ključan za odbrambenu industriju.

EU kontinuirano preporučuje jačanje domaćih kapaciteta za preradu i transformaciju materijala u odbrambenoj industriji (European Commission, 2016). Krajnje je vreme da i Srbija integriše sve potrebe sopstvenog vojno industrijskog kompleksa kroz nacionalnu strategiju kritičnih sirovina koja bi trebala da proceni i obezbedi dovoljne rezerve sirovina važnih za odbranu, te da podrži tehnologiju dvostruke namene (*dual-use*). U praksi to znači da bi Ministarstvo odbrane i Ministarstvo energetike i rudarstva zajedno sa svim licenciranim proizvođačima naoružanja i vojne opreme trebalo da prate globalne lance snabdevanja i učestvuju u izradi plana zaliha za kritične sirovine. U cilju strateške autonomije, moguća je i saradnja čak i sa Kinom i Rusijom

koje tradicionalno kontrolišu mnoge sirovine i retke elemente, ali pod uslovom da se striktno poštuju domaći standardi bezbednosti i kvaliteta, te da se ne ugrozi proces EU integracija Srbije. Sve to doprinelo bi da Srbija, kao deo odbrambenih lanaca vrednosti, ima oslonac u sigurnom snabdevanju materijalima, jer je besmisleno razvijati modernu odbrambenu industriju bez pouzdanog raspolaganja sirovinama (European Commission, 2023).

Ekološki nadzor, socijalna uključenost i transparentnost

Sve strategije moraju biti društveno i ekološki održive. To podrazumeva strogu zaštitu životne sredine, inkluzivno odlučivanje i otvorenost svih informacija. Predložene inicijative o ključnim sirovinama naglašavaju da razvoj mora ići uz potpunu zaštitu životne sredine i transparentnost prema građanima (European Commission, 2024). Evropski okvir zahteva da se svaki projekat eksploatacije i prerade sprovede uz najviše ekološke i socijalne standarde - čak je usvojen i zakon kojim se uspostavljaju maksimalni rokovi za izdavanje dozvola (do 27 meseci za eksploataciju, a 15 meseci za preradu), uz obavezu uključenja lokalnih zajednica i sveobuhvatne procene uticaja na životnu sredinu u kompleksnim slučajevima (Nova Ekonomija, 2024).

U Srbiji je neophodno poštovati EU standarde i u tom kontekstu sve strategije i projekti moraju biti praćeni nezavisnim monitoringom kvaliteta vazduha, voda i tla, a radnim grupama treba pridodati predstavnike civilnog društva, sindikata i lokalnih vlasti. Osim toga, rezultati istraživanja moraju biti javno objavljeni. Dosadašnji protesti u vezi sa „Jadarom“ pokazali su da javnost neće prihvatiti nedovoljnu transparentnost i njihovo isključenje iz aktivnog učešća (Stiftung Wissenschaft und Politik, 2024). Poseban problem predstavlja i pokušaj instrumentalisanja javnog mnjenja kroz širenje dezinformacija. Zapadne rudarske operacije u državama trećeg sveta često su meta narativa koji ih predstavljaju kao kolonijalne, eksploatorske i opasne po lokalne zajednice. Evropska služba za spoljne poslove (EEAS) identifikovala je ove manifestacije kao sistemski problem putem programa EUvsDisinfo, koji ukazuje na učestalo širenje dezinformacija sa ciljem mobilizacije lokalnog stanovništva protiv strateških projekata. Kroz ovakve kampanje, lokalne zajednice se podstiču na otpor projektima u oblasti eksploatacije rudnog i mineralnog bogatstva koji podrazumevaju partnerstvo sa EU ili

SAD, što direktno ugrožava napore ka izgradnji pouzdanih i diverzifikovanih lanaca snabdevanja. Primera radi, projekat „Jadar“, koji je trebao da obezbedi značajne količine litijuma za evropsku automobilsku industriju prema izveštavanju Rojetersa, suočio se sa nesrazmerno snažnom anti-kampanjom. Iako su u prvi plan istaknuti ekološki razlozi, narativ je kasnije proširen na geopolitičke teme koje potenciraju priču o „kolonizaciji“ i stranim interesima. Prema izveštajima (Wall Street Journal, 2024), vodeće zapadne države, poput SAD i Nemačke, ocenjuju da Rusija ima vodeću ulogu u podsticanju protesta protiv ovog projekta, u cilju potkopavanja razvoja ključnog evropskog izvora litijuma. Za potrebe ove studije identifikovano je više kampanja koje se mogu dovesti u vezu sa ruskim operacijama uticaja. Kriterijum za ovaj zaključak donet je kroz metodološku analizu aktera, tehnika i taktika, narativa i ciljeva.

Država mora omogućiti pravovremenu i jasnu komunikaciju (javne rasprave, pristup projektnoj dokumentaciji) kako bi se sprečile dezinformacije i strah od ekoloških katastrofa. Istovremeno, usaglašenost sa zakonima treba da prate institucije poput Agencije za zaštitu životne sredine i građevinskih inspekcija koji bi morali da strogo kontrolišu rad rudnika i postrojenja. Cilj svih mera je da se lokalnim zajednicama osigura aktivna uloga u odlučivanju, te da se sve intervencije u prirodi vrše uz minimalan ekološki uticaj. Samo na taj način Srbija će zadržati poverenje građana i opravdati strateški značaj svojih resursa, a u cilju unapređenja nacionalne bezbednosti i obezbeđenja ekonomskog razvoja.

Zaštita životne sredine mora biti integrisana u strategiju upravljanja kritičnim sirovinama kroz implementaciju strogih ekoloških standarda koji odgovaraju najefikasnijoj međunarodnoj praksi (Živković Samardžić, 2021). Ovo uključuje: (1) primenu najnovijih tehnologija za minimizaciju ekoloških posledica eksploatacije, (2) uspostavljanje integralnih sistema monitoringa životne sredine, (3) razvoj planova rekultivacije i obnove terena nakon završetka eksploatacije i (4) implementaciju principa cirkularne ekonomije kroz recikliranje i povraćaj materijala (European Commission, 2023).

Ekonomski razvoj zasnovan na kritičnim sirovinama mora biti diversifikovan i otporan na poremećaje u snabdevanju. To podrazumeva razvoj prerađivačkih kapaciteta koji mogu da stvaraju veću dodatnu vrednost u odnosu na sam izvoz rude, kao i uspostavljanje rezervnih fondova za ublažavanje posledica fluktuacija cena na svetskim tržištima. Bezbednosna otpornost se gradi kroz višestruke izvore u lancima snabdevanja, diversifikaciju partnerstava i održavanje

strateških rezervi (NATO, 2024). Srbija mora da razvije kapacitete za procenu i upravljanje rizicima u celom lancu vrednosti, od geoloških istraživanja do krajnje potrošnje u proizvodnji odbrambenih sistema (Strategija odbrane Republike Srbije, 2023).

Zaključak

Transformacija savremenog ratovanja i bezbednosnog okruženja neminovno vodi ka redefinisanoj energetske paradigme u vojnim operacijama. Energetski aspekt više nije logistička pozadina, već postaje operativni i strateški odlučujući faktor: od nivoa individualnog vojnika, preko mobilnih jedinica, do kompleksnih komandno-informacionih sistema. Napredni sistemi skladištenja energije, zasnovani pretežno na litijumskim tehnologijama nove generacije, predstavljaju ključni nosilac ove promene, omogućavajući autonomiju, mobilnost i borbenu otpornost u savremenim konfliktima.

Za Srbiju, koja se nalazi na raskršću velikih geopolitičkih uticaja i u procesu tehnološke tranzicije, usvajanje i integracija ovih tehnologija ima višestruku vrednost:

- Operativnu, kroz povećanje taktičke fleksibilnosti i smanjenje zavisnosti od goriva;
- Tehničku, kroz razvoj domaćih istraživačkih i proizvodnih kapaciteta;
- Stratešku, kroz jačanje energetske suverenosti i otpornosti sistema odbrane.

Domaći vojno-industrijski kompleks, predvođen Jugoimport-SDPR-om, VTI-jem i nizom specijalizovanih fabrika, već poseduje osnovu za modernizaciju postojećih sistema. Paralelno, naučnoistraživačke institucije poput IMP-a, IHTM-a i tehničkih fakulteta, kao i visoko-tehnološke kompanije iz sektora elektronike, energetike i softverskog inženjeringa, predstavljaju potencijalnu okosnicu stvaranja „srpske energetske vojne platforme“.

Modeli uspešnih zemalja – kao što su DIU (SAD), SIBAT (Izrael) i EDA klasteri (EU) – potvrđuju da najvrednije inovacije nastaju u spoju države, akademije i tržišta, uz jasnu regulatornu podršku i strateško upravljanje. Srbiji je potrebna institucionalna platforma koja podstiče ovakvu trostranu saradnju: tehnološki inkubatori u NT parkovima, javno-privatna

partnerstva u razvoju prototipova, i uvođenje domaćih rešenja u operativne doktrine Vojske Srbije.

Poseban izazov predstavlja globalna borba za litijum i druge kritične sirovine. U tom kontekstu, Srbija mora pažljivo balansirati svoje razvojne i geopolitičke orijentacije, oslanjajući se na principe resursne suverenosti, neutralne tehnološke saradnje i strateške diverzifikacije partnerstava.

Zaključno, modernizacija energetske kapaciteta Vojske Srbije putem integracije naprednih baterijskih sistema ne predstavlja luksuz, već nužnost u uslovima savremenog ratovanja. To je prilika da Srbija ne bude samo potrošač stranih rešenja, već kreator vlastitih – u skladu sa svojim potrebama, kapacitetima i bezbednosnim prioritetima. U vremenu kada energija postaje ratni resurs, energetski nezavisna vojska postaje stub suverene i bezbedne države.

Kritične sirovine kao faktor budućeg strateškog suvereniteta. Analiza globalnih trendova ukazuje na to da se strateški suverenitet u savremenom svetu ne može posmatrati izolovano od pristupa kritičnim sirovinama (Council of the European Union, 2023). Evropska unija je kroz donošenje Zakona o kritičnim sirovinama (CRMA) jasno artikulisala da kontrola nad lancima snabdevanja strateškim sirovinama predstavlja pitanje otvorene strateške autonomije (European Commission, 2023). Ciljevi postavljeni u CRMA jasno demonstriraju svest EU o tome da tradicionalno oslanjanje na uvoz iz politički nestabilnih trećih zemalja predstavlja fundamentalnu pretnju suverenitetu (European Raw Materials Alliance, 2023).

Za Srbiju, pozicioniranje u globalnom lancu vrednosti kritičnih sirovina ne predstavlja samo ekonomsku priliku, već i strateško pitanje državnog suvereniteta (Institut za kritične sirovine Srbije, 2023). Posedovanje resursa poput litijuma, bakra, kobalta i retkih elemenata postavlja Srbiju u jedinstvenu poziciju da razvije sopstvene strateške kapacitete u kontekstu tehnološke nezavisnosti odbrambene industrije (Strategija za upravljanje mineralnim i drugim geološkim resursima Republike Srbije za period od 2025. do 2040.). Potpisivanje Memoranduma o razumevanju sa EU o strateškom partnerstvu u oblasti održivih sirovina predstavlja konkretnu manifestaciju ovog pristupa.

Međutim, strateški suverenitet ne podrazumeva samo posedovanje resursa, već i razvoj kompletnih lanaca vrednosti - od eksploatacije kroz preradu do finalne proizvodnje (European

Commission, 2023). Ovaj pristup ultimativno zahteva koordinaciju između različitih sektora državne uprave, naučno-istraživačkih institucija i privrednih subjekata (Kinstellar Legal Services, 2025). Nacionalna strategija kritičnih sirovina treba da promoviše preradu sirovina u zemlji sa ciljem dostizanja nivoa od 50% domaće prerade, razvoj reciklaže sekundarnih resursa i saradnju u okviru regiona Zapadnog Balkana i sa EU. Ovaj pristup će omogućiti Srbiji da postane stabilan i pouzdan partner u globalnom lancu vrednosti za kritične sirovine, istovremeno čuvajući svoje strateške interese i nacionalnu bezbednost. Konačno, uspešna implementacija ove strategije zahteva kontinuirano usavršavanje administrativnih kapaciteta, razvoj ljudskih resursa i održavanje društvenog konsenzusa oko značaja kritičnih sirovina za budućnost države. Samo kroz takav integrisan pristup Srbija može da iskoristi svoje mineralne bogatstvo kao faktor jačanja državnog suvereniteta i bezbednosne otpornosti u složenom geopolitičkom okruženju 21. veka.

Izvori:

1. A framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj/eng>
2. CEPA, Rare Earth Minerals: China + Tariffs = Crisis, <https://cepa.org/article/rare-earth-minerals-china-tariffs-crisis/>
3. Wall Street Journal, This \$2.4 Billion Lithium Mine Is Caught Between Russia and the West <https://efile.fara.gov/docs/6491-Informational-Materials-20241230-923.pdf>
4. OECD NEA, References for The NEA Small Modular Reactor Dashboard: Second Edition, https://www.oecdnea.org/upload/docs/application/pdf/202402/nea_smr_dashboard_-_second_edition_-_references.pdf
5. Critical Raw Materials and European Defence, www.iiss.org/globalassets/media-library---content--migration/files/research-papers/2025/03/iiss_critical-raw-materials-and-european-defence_25032025.pdf
6. Center for Economic Studies, 2025, What are the minerals that Trump is really interested in and why is it beneficial for us?,

<https://ces.org.ua/en/what-are-the-minerals-that-tramp-is-really-interested-in-and-why-is-it-beneficial-for-us/>

7. Clean energy manufacturing is the path to mineral security, ciphernews.com/articles/clean-energy-manufacturing-is-the-path-to-mineral-security/
8. CSIS, What to Know About the Signed U.S.-Ukraine Minerals Deal, [csis.org/analysis/what-know-about-signed-us-ukraine-minerals-deal](https://www.csis.org/analysis/what-know-about-signed-us-ukraine-minerals-deal)
9. DOD, DOD Establishes Strategic and Critical Materials Board of Directors, [defense.gov/News/Releases/Release/Article/4022309/dod-establishes-strategic-and-critical-materials-board-of-directors/](https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/4022309/dod-establishes-strategic-and-critical-materials-board-of-directors/)
10. Deloitte, Critical Minerals Strategy https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/government-public-sector-services/critical-minerals-strategy.html?id=us:2sm:null:4di_gl:5eng:6di
11. European Commission, Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards Greater Security and Sustainability (Brussels: European Commission, 2020), 78.
12. Global Critical Minerals Outlook 2025 www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025/overview-of-outlook-for-key-minerals
13. Institute for Security Studies, Strategic Mineral Resources and National Security: A Comprehensive Analysis (Belgrade: Institute for Security Studies, 2023), 15-17.
14. John R. McNeill, The Great Acceleration: An Environmental History of the Anthropocene since 1945 (Cambridge: Harvard University Press, 2016), 67.
15. NATO Research and Technology Organization, Critical Materials for Defense Applications (Brussels: NATO Headquarters, 2023), 23.
16. NATO, 2024. , Defence-Critical Supply Chain Security Roadmap www.nato.int/factsheets
17. Robert O. Keohane and Joseph S. Nye, Power and Interdependence, 4th ed. (Boston: Longman, 2011), 89.
18. Niansi Li, Xiaoyong Liu, Bendong Yu, Liang Li, Jianqiang Xu, Qiong Tan, Study on the environmental adaptability of lithium-ion battery powered UAV under extreme

temperature conditions, Energy, Volume 219,2021,119481,ISSN 0360-5442,
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119481>.

19. Chunwu Xiao, Bin Wang, Dan Zhao, Chaohui Wang, Comprehensive investigation on Lithium batteries for electric and hybrid-electric unmanned aerial vehicle applications, Thermal Science and Engineering Progress, Volume 38,2023,101677, ISSN 2451-9049,
<https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.101677>.
20. European Commission, Overview of the Critical Raw Materials Act,
https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
21. The Hague Centre for Strategic Studies, Strategic raw materials for defense Mapping European industry needs, 2023,
<https://hcss.nl/wp-content/uploads/2023/01/Strategic-Raw-Materials-for-Defence-HCSS-2023-V2.pdf>
22. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2024 (Reston: U.S. Geological Survey, 2024), 45.
23. White House,
<https://whitehouse.gov/fact-sheets/2025/03/fact-sheet-president-donald-j-trump-takes-immediate-action-to-increase-american-mineral-production/>
24. White House,
<https://whitehouse.gov/fact-sheets/2025/05/fact-sheet-president-donald-j-trump-secures-agreement-to-establish-united-states-ukraine-reconstruction-investment-fund/>
25. White House,
<https://whitehouse.gov/presidential-actions/2025/03/immediate-measures-to-increase-american-mineral-production/>
26. Washington International Trade Association,
<https://wita.org/atp-research/eus-materials-strategy/>
27. Financial Times, <https://ft.com/content/0fce7177-a713-> European Commission, Critical Raw Materials Resilience, 15.

28. Ibid, 16-18.
29. International Energy Agency, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Paris: IEA Publications, 2021), 56-89.
30. U.S. Department of Energy, *Critical Materials Strategy 2023* (Washington, DC: DOE, 2023), 67.
31. Ellen MacArthur Foundation, *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change* (Coves: Ellen MacArthur Foundation, 2019), 45.
32. International Energy Agency, *The Role of Critical Minerals*, 112-114.
33. NATO Research and Technology Organisation, *Critical Materials for Defense Applications*, 34-45.
34. U.S. Department of Defense, *Strategic and Critical Materials 2023 Report on Stockpile Requirements* (Washington, DC: Department of Defense, 2023), 78.
35. NATO Research and Technology Organisation, *Critical Materials for Defense Applications*, 52.
36. U.S. Department of Defense, *Strategic and Critical Materials*, 89-91.
37. Gabriel Collins, *The Geopolitics of Critical Minerals: China's Strategic Dominance* (Houston: Rice University's Baker Institute, 2022), 23-27.
38. I.Buzan, Wæver, and de Wilde, *Security: A New Framework*, 156.
39. China Daily, "China Restricts Rare Earth Exports in Response to US Tariffs," July 15, 2023, accessed January 2025, https://www.chinadaily.com.cn/business/2023-07/15/content_38345678.htm.
40. European Commission, *European Green Deal Industrial Plan* (Brussels: European Commission, 2023), 34.
41. U.S. Congress, *CHIPS and Science Act of 2022, Public Law 117-167* (Washington, DC: U.S. Government Publishing Office, 2022).
42. Government of the Republic of Serbia, *Memorandum of Understanding on Sustainable Raw Materials between Serbia and the European Union*, July 19, 2024.
43. European Commission, *European Green Deal Industrial Plan*, 56.
44. European Commission, *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU: 2023 List*, 2023.

45. International Energy Agency (IEA), The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, 2025.
46. U.S. Department of Energy (DOE), Critical Materials Strategy, 2023.
47. U.S. Geological Survey (USGS), Mineral Commodity Summaries, 2022.
48. Gupta, C.K., and Krishnamurthy, N., Extractive Metallurgy of Rare Earths, CRC Press, 2005.
49. Binnemans, K., et al., "Rare-Earth Economics: The Balance Problem," Journal of Rare Earths 31, no. 2 (2013): 91–98.
50. NATO, Defence Critical Raw Materials List, 2024.
51. Mining Technology, "China's Dominance in Rare Earth Processing," 2024.
52. Statista, "Global Cobalt Production by Country," 2025.
53. ISS Africa, "Geopolitical Risks in Critical Mineral Supply Chains," 2024.
54. RAND Corporation, Strategic Control of Critical Minerals in NATO, 2024.
55. SFA Oxford, Minerals Security Partnership: Strategic Framework, 2024.
56. BBC, "Serbia's Lithium Reserves and European Strategic Interests," 2024.
57. SFA (Oxford), "Critical Minerals in Defence and National Security," pristupljeno 3. juli 2025.
58. European Defence Agency, "Future advanced materials for defence applications," pristupljeno 3. juli 2025.
59. Neha Mishra, "Defence and Civilian Applications of Rare Earth Elements," Air Power Journal, letnji broj 2022.
60. Finabel, "Rare Earth Metals and F-35 Supply Chain," decembar 2022.
61. NATO, "NATO releases list of 12 defence-critical raw materials," decembar 2024.
62. Army Technology, "The critical minerals supply chain crisis impacting defence," mart 2025.
63. Mining.com, "US-China deal, and more DoD money will not loosen China's grip on military-grade rare earths magnets," jun 2025.
64. Defense Logistics Agency, "Strategic Materials," pristupljeno 3. juli 2025.
65. Janes, "National Defense Stockpile backstops US critical material needs," jul 2025.
66. Defense Logistics Agency, "DLA Strategic Materials," pristupljeno 3. juli 2025.

67. AMEC, "Prime Minister outlines plan for Australia's Critical Minerals Strategic Reserve," april 2025.
68. National Academies, "DLA Strategic Materials Stockpiling," maj 2011.
69. Sustainability Directory, "Defense Energy Resilience," mart 2025.
70. U.S. Army, "An elemental issue," septembar 2019.
71. HCI Energy, "Energy Resilience in Defense: Why the DoD is Turning to Hybrid Power," jul 2024.
72. NDU Press, "Microgrids for the 21st Century: The Case for a Defense Energy Architecture," februar 2024.
73. Department of Energy, "What Are Critical Materials and Critical Minerals?" avgust 2023.
74. Policy Center, "The New Geopolitics of Critical Mineral Supply Chains," februar 2024.
75. Rare Earth Exchanges, "U.S. Faces Alarming Strategic Risk from Critical Mineral Shortages in Conflict with China," maj 2025.
76. Number Analytics, "Inside Pentagon Supply Chain Disruptions and Strategic Failures," april 2025.
77. HCSS, "Strategic raw materials for defence Mapping European industry needs," januar 2023.
78. Resilinc, "Top 5 Aerospace and Defense Supply Chain Challenges of 2024," maj 2025.
79. War on the Rocks, "In the Dark: How the Pentagon's Limited Supplier Visibility Risks U.S. National Security," jun 2023.
80. Euro-sd, "Serbian Defence Industry Aims for Exports," novembar 2021.
81. Heinrich-Böll-Stiftung, "Critical Raw Materials in South Eastern Europe," oktobar 2024.
82. SWP, "The EU's Raw Materials Diplomacy: Serbia as a Test Case," avgust 2024.
83. Wikipedia, "Defense industry of Serbia", 2017.
84. Fondacija BFPE za odgovorno društvo, " Prodaja srpskog oružja: Iz Srbije – svuda stiže oružje", 29. avgust 2024.
85. Ministarstvo odbrane Republike Srbije,
www.mod.gov.rs/multimedia/dodaci/registar_prozvodjaca_nvo_maj_2025_1746518928.pdf
86. Ministarstvo unutrašnje i spoljne trgovine,
<https://must.gov.rs/tekst/sr/383/izvozna-kontrolanvo-i-rdn.php>

87. Srbija popis 2022,
<https://popis2022.stat.gov.rs/sr-latn/5-vestisaopstenja/news-events/20230707-domacinstavapremabrclan/>
88. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Više od 70 novih sredstava u naoružanju Vojske Srbije", decembar 2024.
89. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Contracts signed with representatives of Serbian defence industry for new investment cycle", decembar 2023.
90. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Enhancement of Cooperation with France in the Field of Defence Technologies", januar 2020.
91. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Technical Arrangement signed between Serbian and Italian ministries of defence", februar 2023.
92. Trade Council, "The Major Imports of Serbia", maj 2023.
93. Serbia Energy, "Unlocking Serbia's Potential: Exploring Rare Earth Metals", decembar 2023.
94. OSW, "The Serbian-EU partnership in procuring critical raw materials", jul 2024.
95. Trade Council, "The Major Imports of Serbia", maj 2023.
96. USGS, "The Mineral Industry of Serbia in 2019", 2023.
97. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, "Strategy for the Management of Mineral and Other Geological Resources of the Republic of Serbia", 2025.
98. Serbia Business, "Serbia is rich in critical mineral resources", decembar 2021.
99. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "New drones for battlefield supremacy", decembar 2024.
Shephard Media, "Serbia seeks 5,000 expandable UAVs, accelerates production", jul 2025.
100. The Defense Post, "After Ending Contracts With Russia, Serbia Advances Drone Development", januar 2025.
101. portal Tango Six,
https://tangosix.rs/2024/13/11/ekskluzivno-utva-iz-panceva-i-kineska-kompanija-alit-na-sajmu-u-zuhajju-potpisali-memorandum-o-formiranju-centra-za-odrzavanje-vojnih-dronov-a-srpske-i-kineske-proizvodnje/#google_vignette

102. Serbia Business, "Serbia adopts new AI Development Strategy for 2025-2030 to drive innovation and modernization", januar 2025.
103. Digital Watch Observatory, "Serbia plans to establish an information security agency and unveil new AI Strategy", maj 2024.
104. Defense News, "Serbia completes fielding of Chinese air-defense system", januar 2025.
105. YouTube, "Srpska verzija raketnog sistema PVO Strela-10M", novembar 2021.
106. Vojska Srbije, "Signal Brigade", mart 2025.
107. Vojska Srbije, "Presentation of Modernised Telecommunication-Information Systems", decembar 2019.
108. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Modern Defence Industry a Guarantee of the Military Neutrality of Serbia", avgust 2017.
109. KoSSev, "More than 70 new assets in the armament of the Serbian Army", decembar 2024.
110. Ministarstvo odbrane Republike Srbije, "Equipping the military continues", februar 2021.
111. Serbia Business, "Serbia is rich in critical mineral resources", decembar 2021.
112. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, "Strategy for the Management of Mineral and Other Geological Resources of the Republic of Serbia", 2025.
113. Vlada Republike Srbije, "Agreement signed with Hungary in field of defence", april 2025.
114. Serbia Energy, <https://serbia-energy.eu/sr/srbija-mineralni-resursi-pokretacka-snaga-ekonomskog-razvoja/>
115. BBC Serbia, "Rudarstvo u Srbiji: Koji su aktivni, a koji napušteni rudnici metala" 2024.
116. Nova.rs, "Australijski medij: Da li je Rio Tinto kupio Arkadijum Litijum" 2024.
117. BBC Serbia, "Jadarit, Rio Tinto i životna sredina" 2022.
118. Blic, "Rudni potencijal Srbije" 2022.
119. N1 Info, "Blago iz doline Jadra" 2025.

120. Prvi Prvi na Skali, "Srbija i evropski zakon o kritičnim sirovinama" 2024.
121. Paragraf Lex, "Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima" 2021.
122. Nedeljnik, "Rudarstvo u Srbiji: razvojna šansa ili put u propast" 2021.
123. eKapija, "Srbija suštinski ima novi Zakon o rudarstvu" 2021.
124. CEKOR, "Rudarstvo – opasnosti i izazovi" 2025.
125. Forbes Srbija, "Kako sektor rudarstva u Srbiji utiče na životnu sredinu" 2025.
126. Energologija, "Rudarstvo glavni faktor zagađenja na Balkanu" 2023.
127. Danas, "Preći li Srbiji opasnost od opasnog otpada" 2021.
128. Balkan Green Energy News, "Novi izveštaj beleži posledice rudarskih aktivnosti" 2025.
129. BBC Serbia, "Srbija i Rio Tinto: Vladajuća koalicija odbila predlog opozicije" 2024.
130. N1 Info, "Profesorka Tomović o rudarenju u dolini Jadra" 2025.
131. Energologija, "Rudarstvo glavni faktor zagađenja na Balkanu" 2023.
132. CZSA, "Uticaj litijuma na stratešku bezbednost Srbije" 2023.
133. Politika, "Globalna trka za kritične sirovine" 2024.
134. Slobodna Evropa, "Šta znači odluka EU o proglašavanju projekta 'Jadar' strateškim" 2025.
135. Forbes Srbija, "Arkadijum Litijum je bio laka meta za Rio Tinto" 2024.
136. N1 Info, "Politiko: Da li se Srbija pretvara u rudarsku koloniju EU" 2025.
137. N1 Info, "Kako Zapad gleda na kopanje litijuma" 2024.
138. Europa.rs, "Plan rasta za Zapadni Balkan" 2024.
139. Beta, "Geološki zavod: EU želi da razvije rudarstvo" 2024.
140. Euronews, "EU želi da smanji zavisnost od Kine za minerale" 2025.
141. Energetika News, "Zelena agenda EU i kontroverze oko litijuma" 2024.
142. Evropska komisija, "Novi plan rasta za Zapadni Balkan" 2024.
143. Obradović Darko, "Srbija u globalnoj utakmici za kritične sirovine", Politika, Beograd 29. avgust 2024.
144. Stiftung Wissenschaft und Politik, "The EU's Raw Materials Diplomacy: Serbia as a Test Case," 2. avgust 2024.
145. Slobodna Evropa, "Poslovi Rio Tinta u Srbiji nisu stali ni u vreme prekida razvoja," 16. decembar 2024.

146. Obradović Darko, Jovan Babić "Evropska strategija za kritične sirovine i pozicija Srbije," , Centar za stratešku analizu, Beograd 2023.
147. Serbia Business EU, "Critical Raw Materials in Serbia: Meeting the Demand for Sustainable Development," 3. oktobar 2024.
148. RTS, "Litijum iz Loznice izvor milionskih prihoda?" 20. februar 2016.
149. N1, "Potpisan Memorandum o kritičnim sirovinama između Srbije i EU," 19. jul 2024.
150. Serbia Business EU, "Serbia's Strategic Raw Materials Summit: A game-changer for the region's future," 22. jul 2024.
151. Demostat, "Evropski zakon o kritičnim sirovinama (CRMA): Gde je tu Srbija?" 2024.
152. Serbia Energy EU, "Critical raw materials and R&D, what can Serbia offer to Germany," 9. oktobar 2024.
153. Portal 021, "Litijum u Srbiji: Ekonomska šansa, ekološka katastrofa ili spoljnopolički adut?" 5. decembar 2024.
154. Euronews Srbija, "Saradnja sa EU u oblasti kritičnih sirovina: Kako Srbija da iskoristi šansu," 22. jul 2024.
155. EU Alive, "EU raw materials diplomacy: Serbia as a test case," 13. maj 2025.
156. Biznis Telegraf, "Kopanje litijuma kod Loznice 2022? Rio Tinto nam otkriva u kojoj su fazi," 30. oktobar 2020.
157. Politika, "Rio Tinto novom akvizicijom postaje jedan od najvećih proizvođača litijuma u svetu," 10. oktobar 2024.
158. Socijaldemokrate, "Održana konferencija: Geopolitička pozicija Srbije - Evropska strategija za kritične sirovine", 20. novembar 2023.
159. LIBEK, "Srbija i strani kapital - osvrti i analize," 27. maj 2021.
160. Slobodna Evropa, "Kineski Zijin najavio dalji razvoj rudarskih projekata u Srbiji," 14. februar 2022.
161. Ministarstvo zaštite životne sredine, "Serbia Zijin Copper d.o.o.: Zahtev za odlučivanje o potrebi procene uticaja," 5. jun 2025.
162. KCDF, "Kako MMSP mogu stvoriti vrednost kroz vertikalnu integraciju," 23. april 2024.
163. Politika, "Kako je Zijin promenio Bor: novi standardi, nova nada," 6. jun 2025.

164. Bloomberg Adria, "Stranci sve manje investiraju u Srbiji," 9. april 2025.
165. NIN, "Srpski socijalizam za bogate: Strane firme u 2024. godini iznele iz Srbije 4,3 milijarde," 5. mart 2025.
166. Deutsche Welle, "Rudnik guta Bor, ali za čiji račun?" 30. mart 2022.
167. Radar Nova, "Strani investitori: A sad adio," 25. mart 2025.
168. Bloomberg Adria, "Kina u Adria regiji - gdje i koliko ulaže?" 6. oktobar 2023.
169. Capital BA, "Kinezi utrostručili proizvodnju bakra u Boru, mještani ugroženi," 1. decembar 2024.
170. Glas Amerike, "Građani brane javna dobra Srbije od države i stranih investitora," 6. jul 2021.
171. Beta, "Kineska kompanija ulaže pet miliona dolara u rudarska istraživanja u Srbiji," 17. april 2025.
172. Osnovana Grupacija Odbrambena industrija Srbije, RTV, https://www.rtv.rs/sr_lat/ekonomija/aktuelno/osnovana-grupacija-odbrambena-industrija-srbije_1081325.html
173. Srpsko oružje osvaja svet! Evo šta Srbija prodaje i koji proizvodi ruše rekorde u izvozu, Dnevnik, 31. decembar 2024. <https://www.dnevnik.rs/lat/biznis/srpsko-oruzje-osvaja-svet-evo-sta-srbija-prodaje-koji-proizvodi-ruse-rekorde-izvozu-2024-12-31>
174. Nije problem samo gas, šta je sa sirovinama?, Deutsche Welle, 26. oktobar 2022. <https://www.dw.com/sr/nije-problem-samo-gas-%C5%A1ta-je-sa-sirovinama/a-63555652>
175. Ibid.
176. Ministarstvo odbrane: Više od 70 novih sredstava u naoružanje Vojske Srbije, RT, 26. decembar 2024. <https://lat.rt.rs/srbija-i-balkan/123809-vojska-oruzje-ulaganje/>
177. Srpsko oružje osvaja svet! Evo šta Srbija prodaje i koji proizvodi ruše rekorde u izvozu, op. cit.
178. Potpisani ugovori sa predstavnicima odbrambene industrije Srbije za novi investicioni ciklus, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 7. decembar 2023. <https://www.mod.gov.rs/lat/20770/potpisani-ugovori-sa-predstavnicima-odbrambene-industrije-srbije-za-novi-investicioni-ciklus20770>

179. Minerals for Weapons: Is Ukraine Making a Deal with the United States on Its Own Terms?, Centre for International Governance Innovation, 05. jun 2025.
<https://www.cigionline.org/articles/minerals-for-weapons-is-ukraine-making-a-deal-with-the-united-states-on-its-own-terms/>
180. Homolje bukvalno leži na zlatu! Imamo 70 mineralnih sirovina, Blic, 23. januar 2023.
<https://www.blic.rs/biznis/privreda-i-finansije/homolje-bukvalno-lezi-na-zlatu-imamo-70-mineralnih-sirovina-licitira-se-i-sa-cifrom/88wlwyy>
181. Kinezi postaju vlasnici 65 odsto RTB "Bor", uložiće 1,26 milijardi dolara, RTV, pristupljeno 11. juli 2025.
https://www.rtv.rs/sr_lat/ekonomija/aktuelno/kinezi-postaju-vlasnici-65-odsto-rtb-bor-ulozice-1-26-milijardi-dolara_946095.html
182. Rudarstvo u Srbiji: Da li je 200 milijardi dolara razvojna šansa ili put u propast, Nedeljnik, 23. decembar 2021.
<https://www.nedeljnik.rs/rudarstvo-u-srbiji-da-li-je-200-milijardi-dolara-razvojna-sansa-il-i-put-u-propast/>
183. Evo zbog čega je značajno rudarenje u Srbiji! Ekonomija, zapošljavanje, održivi razvoj, Pink, 1. juli 2024.
<https://pink.rs/drustvo/606956/evo-zbog-cega-je-znacajno-rudarenje-u-srbiji-ekonomija-zapostljavanje-odrzivi-razvoj>
184. Nije problem samo gas, šta je sa sirovinama?, op. cit.
185. Klusterski model - ključ uspeha, Bizlife, 17. februar 2016.
<https://bizlife.rs/58642-klusterski-model-kljuc-uspeha/>
186. Klasteri iz oblasti kreativnih industrija među najperspektivnijim u Srbiji, Kreativna Srbija, 29. januar 2021.
<https://kreativnasrbija.rs/klasteri-iz-oblasti-kreativnih-industrija-medu-najperspektivnijim-u-srbiji/>
187. Ibid.
188. Interesovanje za posao rudara sve veće: Uslovi nisu laki, ali je plata iznad proseka - 87.000 dinara!, SD, 17. novembar 2019.
<https://www.sd.rs/biz/posao/interesovanje-za-posao-rudara-sve-vece-uslovi-nisu-laki-ali-je-plata-iznad-proseka-87000-dinara-2019-11-17>

189. Evo zbog čega je značajno rudarenje u Srbiji! Ekonomija, zapošljavanje, održivi razvoj, op. cit.
190. Ibid.
191. Hrvatska: Srpska vojna industrija u usponu, RTV, https://www.rtv.rs/sr_lat/region/hrvatska-srpska-vojna-industrija-u-usponu_837644.html
192. Evo zbog čega je značajno rudarenje u Srbiji! Ekonomija, zapošljavanje, održivi razvoj, op. cit.
193. Klasteri iz oblasti kreativnih industrija među najperspektivnijim u Srbiji, op. cit.
194. Kinezi postaju vlasnici 65 odsto RTB "Bor", uložice 1,26 milijardi dolara, op. cit.
195. Srbija i Rio Tinto u 2024: Korak bliži rudniku litijuma, Radar Nova, 4. januar 2025. <https://radar.nova.rs/drustvo/srbija-i-rio-tinto-litijum-rudnik-2024/>
196. Rio Tinto u Srbiji: Demonstracije protiv rudnika litijuma, najava radikalizacije protesta, BBC, 7. avgust 2024. <https://www.bbc.com/serbian/lat/srbija-69227364>
197. Hiljade ekoloških ustanika tražilo da se ponište sve obaveze Srbije ka Rio Tintu, Balkan Green Energy News, 17. jun 2024. <https://balkangreenenergynews.com/rs/hiljade-ekoloskih-ustanika-trazilo-da-se-poniste-sve-obaveze-srbije-ka-rio-tintu/>
198. Ekološki aktivisti i građani najavili radikalizaciju protesta protiv istraživanja i rudarenja litijuma, Balkan Green Energy News, 29. jun 2024. <https://balkangreenenergynews.com/rs/ekoloski-aktivisti-i-gradjani-najavili-radikalizaciju-protesta-protiv-istrazivanja-i-rudarenja-litijuma/>
199. Hiljade ljudi protestovalo protiv rudnika litijuma, blokirane pruge u Beogradu, Radio Slobodna Evropa, 15. avgust 2024. <https://www.slobodnaevropa.org/a/srbija-litijum-protest-beograd-rio-tinto/33073808.html>
200. Ekološki aktivisti i građani najavili radikalizaciju protesta protiv istraživanja i rudarenja litijuma, op. cit.
201. Stavovi i očekivanja građana i građanki o pravednoj tranziciji u opštini Lazarevac, CAN Europe, jun 2021. https://caneurope.org/content/uploads/2021/09/Lazarevac-executive-summary-for-web-srb_FINAL.pdf

202. PKS: Rudarstvo u Srbiji u opasnosti, potrebno da se struka uključi u dijalog, Danas, 31. juli 2024.
<https://www.danas.rs/vesti/ekonomija/pks-rudarstvo-u-srbiji-u-opasnosti-potrebno-da-se-struka-ukljuci-u-dijalog/>
203. Srpsko oružje osvaja svet! Evo šta Srbija prodaje i koji proizvodi ruše rekorde u izvozu, op. cit.
204. Rudarstvo u Srbiji: Da li je 200 milijardi dolara razvojna šansa ili put u propast, op. cit.
205. Nije problem samo gas, šta je sa sirovinama?, op. cit.
206. Ibid.
207. Ministarstvo zaštite životne sredine, 26. januara 2012,
<https://www.ekologija.gov.rs/saopstenja/vesti/nacrt-strategije-upravljanja-mineralnim-resursima>,
208. Otvorena vlada, 22. mart, 2012,
<https://otvorenavlada.rs/nacionalna-strategija-odrzivog-koriscenja-prirodnih-resursa-dobra00636-lat-doc-2/>,
209. EU Raw Materials Alliance, Strategic Roadmap 2023; EU Komisija, Direktiva o kritičnim sirovinama, 2023.
210. Centar za stratešku analizu, 20. novembar 2023,
<https://www.czsa.org/single-publicaiton/29#:~:text=kriti%C4%8Dne%20sirovine%20predstavlja%20i%20odre%C4%91ivanje,razvoj%20koju%20ne%20treba%20ispustiti>,
211. European Commission, 11 april 2024,
https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en,
212. Vlada Republike Srbije, 19. jul 2024,
<https://www.srbija.gov.rs/vest/en/227386/critical-raw-materials-great-chance-for-serbia.php#:~:text=He%20pointed%20out%20that%20lithium,in%20the%20overall%20producti on%20chain>,
213. CEP Foundation, „Strategic reserves of critical metals“, 25. oktobar 2022,
214. Evropska komisija, „Urban Mining and Recycling“, 2021.
215. Predlog dopuna Zakona o rudarstvu, Ministarstvo rudarstva RS, 2024.

216. Reuters, "The EU's hunt for critical minerals", 18. decembar 2023, <https://www.reuters.com/markets/commodities/eus-hunt-critical-minerals-2023-12-18/>,
217. EU strategija za baterije i CRM, EK, 2022–2023.
218. Memorandum o partnerstvu RS–EU, 2023.
219. EU in Serbia, "Evropska komisija posebno poziva srpske kompanije na saradnju u EU Alijansi za sirovine i EU Alijansi za baterije, kao i na učešće u Akademiji veština i istraživanja za baterije i sirovine", 19. jul 2024, <https://europa.rs/eu-i-srbija-potpisali-stratesko-partnerstvo-o-odrzivim-sirovinama-lancim-a-vrednosti-baterija-i-elektricnim-vozilima/?lang=en>,
220. The Hague Centre for Strategic Studies, "Strategic raw materials for defence", januar 2023.
221. European Commission, "Raw materials in the European defence industry", 2016.
222. European Commission, "EU and Serbia sign strategic partnership on sustainable raw materials, battery value chains and electric vehicles", 19 jul 2024, https://enlargement.ec.europa.eu/news/eu-and-serbia-sign-strategic-partnership-sustainable-raw-materials-battery-value-chains-and-electric-2024-07-19_en,
223. Nova Ekonomija, "EK: Uskoro potpisivanje memoranduma o strateškim sirovinama sa Srbijom", 08. april 2024, <https://novaekonomija.rs/vesti-iz-zemlje/ek-uskoro-potpisivanje-memoranduma-o-strateškim-sirovinama-sa-srbijom>.
224. Deutscher Bundestag, Stiftung Wissenschaft und Politik. The EU's Raw Materials Diplomacy: Serbia as a Test Case. Berlin: SWP, 2024.
225. European Commission. Critical Raw Materials Act - Regulation (EU) 2024/1252. Brussels: European Commission, 2024.
226. Jakimów, Małgorzata, Vsevolod Samokhalov, and Brian Baldassarre. "Achieving European Union Strategic Autonomy: Circularity in Critical Raw Materials Value Chains." *International Affairs* 100, no. 4 (2024): 1735-1748.
227. International Energy Agency. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. Paris: IEA Publications, 2021.
228. European Commission. EU Stockpiling Strategy: Boosting the EU's Material Preparedness for Crises. COM(2025) 528 final. Brussels: European Commission, 2025.

229. Council of the European Union. Critical Raw Material Act: Council Adopts Negotiating Position. Brussels: Council of the EU, 2023.
230. European Commission. European Critical Raw Materials Act: Communication from the Commission. Brussels: European Commission, 2023.
231. European Raw Materials Alliance. Action Plan on Critical Raw Materials. Brussels: European Commission, 2023.
232. Institut za kritične sirovine Srbije. Kritične sirovine u službi razvoja domaće privrede. Beograd: Institut za kritične sirovine, 2023.
233. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije. Strategija za upravljanje mineralnim i drugim geološkim resursima Republike Srbije za period od 2025. do 2040. godine. Beograd: Ministarstvo rudarstva i energetike, 2025.
234. Kinstellar Legal Services. New Mining Regulatory Framework in Serbia. Belgrade: Kinstellar, 2025.
235. Republička agencija za zaštitu životne sredine. Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji. Beograd: SEPA, 2023.
236. World Bank Group. Climate-Smart Mining: A Renewed Framework for Engagement. Washington, DC: World Bank Publications, 2024.
237. Živković Samardžić Law Office. National Assembly of the Republic of Serbia Adopted Four Laws in the Field of Mining and Energy. Belgrade: Legal Analysis, 2021.
238. NATO. Defence-Critical Supply Chain Security Roadmap. Brussels: NATO Headquarters, 2024.
239. Ministarstvo odbrane Republike Srbije. Strategija odbrane Republike Srbije. Beograd: Ministarstvo odbrane, 2023.
240. Altenburg, Tilman. "Achieving Strategic Autonomy: Critical Raw Materials and Low-emission Hydrogen." In The European Union's Global Role in a Changing World, edited by C. Hackenesch, N. Keijzer, and S. Koch. IDOS Discussion Paper 11/2024. Bonn: IDOS, 2024.
241. Centre for Economic Development. Economic Security and Strategic Autonomy: Critical Raw Materials in European Policy. Brussels: CSD, 2024.
242. Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima. Službeni glasnik RS, br. 101/2015, 95/2018, 40/2021.

243. JPM & Partners. Environmental Protection in Serbian Mining Industry. Belgrade: Legal Analysis, 2025.
244. Aeronautics Ltd. (2021). Orbiter 4 Tactical UAV Platform. Retrieved from <https://aeronautics-sys.com>
245. Anduril Industries. (2023). ALTIUS Tactical UAV. Retrieved from <https://anduril.com/hardware/altius/>
246. Army Recognition. (2024, April 25). Iraqi Air Force is now equipped with Chinese-made CH-5 medium-altitude long-endurance drone. Retrieved from <https://armyrecognition.com/news/army-news/2024/iraqi-air-force-is-now-equipped-with-chinese-made-ch-5-medium-altitude-long-endurance-drone>
247. Army Recognition. (2024, March 5). Thailand Army Tests Domestic Lithium-Ion Batteries for VT-4 Main Battle Tank and Stingray Light Tank. Retrieved from <https://militaryleak.com/2024/03/05/thailand-army-tests-domestic-lithium-ion-batteries-for-vt-4-main-battle-tank-and-stingray-light-tank/>
248. Battery University. (2023).
249. BU-808: How to Prolong Lithium-based Batteries.
250. Retrieved from <https://batteryuniversity.com>
251. Berman, B. R., Novak, A., & White, J. (2021). Military Applications of Advanced Energy Storage Technologies. *Defense Technology*, 17(4), 1273–1282. <https://doi.org/10.1016/j.dt.2021.03.001>
252. BGR. (2023). Global Resource Analysis: Serbia's Strategic Mineral Potential. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. <https://www.bgr.bund.de>
253. Binnendijk, A., & Kugler, R. L. (2022). Future Soldier Systems: Innovation and Integration. RAND Corporation Research Paper. Retrieved from <https://www.rand.org>
254. Campbell, K. M., & O'Hanlon, M. (2020). *The Senkaku Paradox: Risking Great Power War Over Small Stakes*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
255. Defense Science Board. (2016). *Energy Systems for Forward/Remote Operating Bases*. Washington, DC: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics.
256. DIU – Defense Innovation Unit. (2021). *Annual Report 2020*. U.S. Department of Defense. Retrieved from: <https://www.diu.mil>

257. DIXI Group. (2024). Five facts about Rosatom. Retrieved from https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2024/02/dixi-group-alert_five-facts-about-rosatom_.pdf
258. EDA – European Defence Agency. (2023). Energy Support Platform. Retrieved from: <https://eda.europa.eu>
259. EIT RawMaterials. (2021). Europe's Rare Materials Map and Strategic Autonomy. European Institute of Innovation & Technology. <https://eitrawmaterials.eu>
260. Elbit Systems. (2023). Advanced Energy Management for Armored Vehicles. Product Brief. Retrieved from <https://elbitsystems.com>
261. Energy Storage News. (2021). Rosatom launches lithium battery storage business unit. Retrieved from <https://www.energy-storage.news/russias-state-atomic-energy-corporation-rosatom-launches-lithium-battery-storage-business-unit/>
262. European Commission. (2021). Action Plan on Synergies between Civil, Defence and Space Industries. Brussels: European Union. Retrieved from <https://ec.europa.eu/defence-industrial-policy>
263. European Commission. (2022). Horizon Europe Work Programme 2021–2027 – Cluster 3: Civil Security for Society. Retrieved from: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
264. European Defence Agency (EDA). (2021). Defence Energy Support Platform. Brussels. <https://eda.europa.eu>
265. European Defence Agency. (2022). Energy Resilience and Efficiency in Defence: Challenges and Solutions. Retrieved from: <https://eda.europa.eu>
266. European Defence Agency. (2023). Defence Energy Support Platform (DESP). Retrieved from: <https://eda.europa.eu/what-we-do/eda-priorities/defence-energy-support-platform>
267. Farrell, H., & Newman, A. (2019). Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion. *International Security*, 44(1), 42–79. https://doi.org/10.1162/isec_a_00351
268. Farrell, T., & Terriff, T. (Eds.). (2002). *The Sources of Military Change: Culture, Politics, Technology*. Lynne Rienner Publishers.

269. Garamone, J. (2022). Future Military Technologies Focus on Energy, Autonomy. U.S. Department of Defense News. Retrieved from <https://www.defense.gov/News>
270. George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
271. Gertler, J. (2021). U.S. Unmanned Aerial Systems: Current Developments. Congressional Research Service. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R42136>
272. Gilli, A., & Gilli, M. (2021). Why Nations Fail to Develop Military Technologies. *International Security*, 46(1), 132–175. https://doi.org/10.1162/isec_a_00401
273. Goure, D. (2021). The Future of Tactical Mobility: Electrification and Hybrid Military Vehicles. Lexington Institute Report. Retrieved from <https://lexingtoninstitute.org>
274. Henrikson, A. K. (2006). What Can Public Diplomacy Achieve? *The Fletcher Forum of World Affairs*, 30(1), 15–30.
275. Hummel, P., & Beyer, J. (2021). Operational Energy: Future Standards and Capabilities. *NATO Review*. <https://www.nato.int/review>
276. Interesting Engineering. (2024, December 15). 400 Wh/kg energy density lithium batteries tested on drone in China. Retrieved from <https://interestingengineering.com/science/china-lithium-battery-drone>
277. International Energy Agency (IEA). (2022). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
278. Izvestia. (2021). Электрический «Тигр»: Минобороны испытывает новый броневик на батареях. Retrieved from <https://iz.ru/1178943>
279. Jansen, A. N., Amine, K., & Kahaian, A. J. (2019). Battery Technologies for Advanced Military Applications. *Journal of Power Sources*, 415, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.01.042>
280. Jugoimport-SDPR. (2023). Product Catalog. Retrieved from <https://www.yugoimport.com>
281. Kahn, M. (2023). Drone Warfare in Ukraine: Tactical Innovation in Real Time. *Foreign Affairs*, 102(3), 44–57.

282. Kane, M. (2021). The Lithium Wars: Energy, Security and Global Competition. *Journal of Strategic Resources*, 9(2), 45–63.
283. Katz, Y. (2020). Israel's Defense Industry and Innovation: From State-Owned to Dual-Use Startups. *Israel Defense*, 9(3), 55–67.
284. Kovalev, A. (2022). Russian Military Energy Systems: Strategic Resilience and Domestic Innovation. *Journal of Eurasian Defense Studies*, 4(1), 33–51. <https://doi.org/10.31124/jeds.2022.04.01.003>
285. Krickovic, A. (2015). Russia's Power and Strategy in the Post-Soviet Space. *Comparative Strategy*, 34(5), 479–497. <https://doi.org/10.1080/01495933.2015.1087613>
286. Lavrov, M. (2023). Russia's New Wave of Military Drones: Energy and Autonomy. *Russian Military Review*, 19(3), 22–35.
287. Li, M., Lu, J., Chen, Z., & Amine, K. (2020). 30 Years of Lithium-Ion Batteries. *Advanced Materials*, 32(31), 1905749. <https://doi.org/10.1002/adma.201905749>
288. Made-in-China.com. (n.d.). Military Container. Retrieved from https://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Military_Container.html
289. Mahnken, T. G. (2018). Theories of conflict: Hybrid warfare, political economy, and military strategy. *The Journal of Strategic Studies*, 41(4), 523–550. <https://doi.org/10.1080/01402390.2017.1413550>
290. Marinov, V. (2015). Transnational Corporations and Global Economic Warfare. *Journal of International Affairs and Security*, 9(3), 55–79.
291. Marques, G., Ferreira, F., Pinto, T., & Vale, Z. (2020). Battery Energy Management Systems for Tactical Drones. *Energy Reports*, 6, 498–508. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.09.011>
292. Medeiros, E. S., & Chase, M. S. (2019). The Chinese Military and Civil-Military Fusion: Implications for U.S. Competition. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2872.html
293. Mitrović, M. (2025). Invisible fronts: Hybrid warfare and the future of conflict. Amazon Kindle Direct Publishing.

294. NATO Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE). (2022). NATO's Approach to Energy Resilience in Military Operations. Vilnius: NATO ENSEC COE. <https://www.enseccoe.org>
295. NATO Science and Technology Organization (STO). (2020). Energy Security and Hybrid Threats in Defence Systems. Brussels: NATO STO.
296. NT Park Beograd. (2023). Startapi i tehnološki partneri. Retrieved from: <https://ntpark.rs/startupi>
297. NT Park Niš. (2023). Tehnološke zajednice. Retrieved from: <https://ntpnis.rs>
298. Oshkosh Defense. (2023). eJLTV Tactical Vehicle Overview. Retrieved from <https://oshkoshdefense.com/jltv/>
299. Popular Mechanics. (2023, November 8). The New Battery That May Help Soldiers Finally Harness Maximum Power. Retrieved from <https://www.popularmechanics.com/technology/gear/a46536580/battery-breed-soldiers-harness-unseen-energy/>
300. Posen, B. R. (1984). The Sources of Military Doctrine: France, Britain, and Germany Between the World Wars. Cornell University Press.
301. Raffaele, R. P., Naughton, M. J., & Kalathil, S. (2021). Operational energy and resilient power in expeditionary environments. RAND Research Brief. Retrieved from https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB10117.html
302. Reuters. (2024). Russia plans to launch large-scale lithium production by 2030. Retrieved from <https://www.reuters.com/markets/commodities/russia-plans-launch-large-scale-lithium-production-2030-2025-03-17/>
303. Silent Falcon UAS Technologies. (2020). Product Brochure. Retrieved from <https://silentfalcon.com>
304. U.S. Army Futures Command. (2021). Integrated Visual Augmentation System (IVAS). https://www.army.mil/standto/archive_2021-05-14/
305. U.S. Army. (2020). Operational Energy Strategy Progress Report. Washington, DC: Department of the Army.
306. U.S. Department of Defense. (2022). Autonomous Systems and Advanced Energy: Future Conflict Capabilities. Washington, DC: DOD Reports.

307. U.S. Department of Defense. (2022). Operational Energy Strategy. Retrieved from <https://www.acq.osd.mil/eie/Downloads/OE/2022-OE-Strategy.pdf>
308. Vojnotehnički institut. (2022). Godišnji izveštaj. Beograd: Ministarstvo odbrane Republike Srbije.
309. Vuković, I., & Popović, M. (2022). Tehnološki potencijali Srbije za razvoj energetske modula u vojnoj primeni. *Vojnotehnički glasnik*, 70(1), 73–92. <https://doi.org/10.5937/vojtehg70-32456>
310. Wikipedia. (2024). Ratnik (program). Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Ratnik_\(program\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ratnik_(program))
311. Xinhua News Agency. (2023). Tsinghua-PLA Energy Research Lab Launches New Military Storage Module. Retrieved from <http://www.xinhuanet.com/english>
312. Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
313. Zhang, X., Lin, Y., Wang, Y., & Zhou, H. (2022). Comparative Analysis of Battery Technologies for Military Power Systems. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, 19(2), 101–117. <https://doi.org/10.1177/15485129211050983>
314. Zhao, Y. (2021). China's Energy Strategy in Military Modernization. *Journal of Chinese Defense Technology*, 17(2), 51–68.