

SPACE TECHNOLOGIES AND RESEARCH IN SUPPORT OF THE CONCEPT OF TOTAL DEFENCE OF THE REPUBLIC OF SERBIA*

Darko Lukić¹

Zoran Tomić²

Delivered: 13.2.2026.

Language: Serbian

Corrected: 15.5.2026.

Type of paper: Review paper

Accepted: 3.6.2026.

DOI number: 10.5937/vojdelo2602101L

Abstract: This paper examines the role of space technologies and research in enhancing the concept of total defence of the Republic of Serbia, starting from contemporary changes in the character of armed conflicts and the growing importance of the space battlefield. The initial assumption is that effective total defence can no longer be based solely on traditional land, air and maritime capabilities, but requires the integration of the space domain as a key source of informational and technological advantage. Through a theoretical analysis of the concepts of the space battlefield, astropolitics and space power, the paper considers the geographical and astrostrategic position of the Republic of Serbia, as well as its actual capabilities in relation to orbital systems and ground-based infrastructure. Particular attention is devoted to identifying existing scientific and technological potentials, institutional capacities and the possibilities for their integration into the defence system. The paper indicates that Serbia, although it does not possess launch capabilities, has significant potential in the development of microsatellites, ground stations and the application of dual-use space data. The applied research methods enable a systematic assessment of the potential of space technologies, their adaptation to the conditions of the Republic of Serbia and the formulation of application-oriented recommendations for improving security and scientific and technological development. The paper concludes that the systematic development of space technologies and their institutional integration can significantly contribute to strength-

*The paper was written within the framework of the ISI-DH/126-28 project "Assumptions for the Optimal Implementation of the Concept of Total Defence in the Republic of Serbia" of the Strategic Research Institute.

1 University of Defence, Military Academy, Belgrade, Republic of Serbia, e-mail: darko.lukic@va.mod.gov.rs, <https://orcid.org/0000-0002-2104-0461>

2 Ministry of Science, Technological Development and Innovation, Belgrade, Republic of Serbia, <https://orcid.org/0000-0002-9658-4279>

ening the resilience and functionality of the concept of total defence of the Republic of Serbia.

Keywords: *total defence, space technologies, space battlefield, astrostrategy, national security, Republic of Serbia*

Introduction

Total defence represents a system in which the whole of society — the armed forces, institutions, the economy and citizens — is integrated in order to prepare for and respond to threats to national security in both peace and war. It entails the mobilisation of all resources and the coordination of the civilian and military sectors. In Sweden and Finland, total defence is understood as the joint effort of all sectors of society to respond to an armed attack and ensure the resilience of the state (Swedish Civil Contingencies Agency, 2018; Government of Finland, 2017). Singapore has developed a model comprising six domains of defence — military, civil, economic, social, digital and psychological (MINDEF Singapore, 2020). Russia applies the concept of territorial and nationwide defence, the United States the “Whole-of-Government” approach, while China implements the policy of “Civil-Military Fusion”, which links the military and civilian sectors (State Council of China, 2019).

The Strategic Concept of Defence of the Republic of Serbia defines the commitment to engaging the defence system in the protection of national defence interests through the model of total defence, which implies the comprehensive use of the country’s own forces and capacities in order to respond to security challenges, risks and threats (Ministry of Defence of the Republic of Serbia, 2020). In Serbia, total defence is defined as an “organised and synchronised effort of the whole society aimed at defending the state”, encompassing military, civil, economic, informational and psychological aspects (Vujičić, 2011). The essence of the concept of total defence lies in ensuring, through the principle of resource integration, the interaction of various actors in the field of security and defence: state authorities, the public sector and non-governmental organisations, private-sector enterprises and local communities (Milkovski and Božić, 2023).

The Republic of Serbia belongs to the category of small states, with limited natural, social and technological resources for conducting war. According to Milkovski and Božić (2023, pp. 12–14), addressing this problem requires an innovative approach, since conventional deterrence demands substantial financial resources. Experiences from contemporary wars have shown that the physical battlespace, as a factor of armed struggle, has been partially devalued, thereby calling into question the traditional, unconventional strategy of deterrence through resistance to the adversary within one’s own territory (Lukić, 2024). According to Gigović (2014), information in contemporary armed conflicts is of the greatest importance in relation to other, traditional factors of armed struggle. In this respect, space technologies are also becoming an important element in the conceptualisation of modern total defence — from satellite surveillance and communications to crisis management and protection against cyber

threats. The rapidly developing domain of military space operations has become an increasingly important component of national security and defence strategies not only of major powers, but also of smaller countries, with space and information technologies playing a key role (Caso, 2024).

The Republic of Serbia is still not actively involved in the development of satellite and space programmes, but it possesses institutions and potential for their development. This paper analyses Serbia's position within the space battlefield and the possibilities for consolidating existing scientific and technological capacities, as well as for developing space technologies as an important element in improving the Concept of Total Defence of the Republic of Serbia. The methods applied include analysis and synthesis, the comparative and historical methods, as well as a systems approach. The research is based on a qualitative analysis of secondary sources and theoretical modelling of possible institutional solutions in the field of space technologies in support of the total defence of the Republic of Serbia.

The Position of the Republic of Serbia in Relation to the Space Battlefield

In the broadest sense, a battlefield represents the space in which an armed conflict has been conducted, is being conducted or is being prepared for — on land, at sea, in the air or in outer space — and encompasses the local, regional and global aspects of warfare (Gigović, 2024, p. 25). Throughout history, the understanding of the concept of the battlefield, from a two-dimensional to a multidimensional approach, has been influenced by the technological and environmental aspects of conducting war. According to Carl von Clausewitz, the battlefield is the place where all the powers of war converge, where the army, equipment and strategy meet, and where the fate of war is decided (Clausewitz, 1832/1976). Gigović (2014, p. 25) defines battlefields as the highest strategic category of space in which the human and material resources of the belligerent parties are engaged. Depending on the operational environment, a battlefield may be land, maritime, air or cosmic, but it is always characterised by a heterogeneous structure with mutually dependent and interconnected elements. The land battlefield, in addition to land itself, includes the coastal area and the airspace above them; the maritime battlefield includes water areas, islands, straits, the coastal belt and the airspace above the sea; while the air battlefield, in addition to the atmosphere, also includes parts of land containing radar systems, air-defence positions and airfields (Gigović, 2014, p. 27).

Unlike the precisely defined concepts of the land, maritime and air battlefields, the space battlefield represents a new dimension that has emerged as a result of the development of space technologies. The development of satellite systems, anti-satellite weapons (ASAT) and cyber capabilities has introduced outer space as a new dimension of contemporary warfare. Everett C. Dolman views space as a strategic environment of exceptional military importance, enabling surveillance, communications, navigation and other capabilities necessary for achieving military advantage (Dolman, 2005, p. 50). Although Collins (1998, p. 137) emphasises that the space battlefield is

characterised by the absence of classical physical and atmospheric limitations, contemporary literature points to a significant evolution of this concept. In more recent strategic approaches, space is increasingly viewed as an operational and warfighting domain within multi-domain warfare, with emphasis placed on its role in military operations, security strategies and interstate competition (Lambakis, 2022). Lambakis (2022) particularly stresses that, within U.S. defence and political circles, the reality has been accepted that space has become a warfighting domain, taking into account the development of offensive and defensive capabilities by other major powers and the growing need to maintain strategic advantage in space.

The most significant strategic points of the space battlefield include the equator, parts of land and water areas gravitating towards it, Low Earth Orbit (LEO), Medium Earth Orbit (MEO) and Geostationary Earth Orbit (GEO), as well as the Moon with its orbit and the Lagrange Points (L1–L5) (Collins, 1998). Taking these aspects into consideration, the space battlefield may be defined as the highest strategic category encompassing the space of our planet and the nearest parts of outer space. The space battlefield encompasses areas on Earth suitable for the basing of launch sites, control and communications segments, satellite orbits, the Moon, cislunar space and the Lagrange points of gravitational equilibrium. In the broadest context, geopolitics and geostrategy are transformed into the new terms astropolitics and astrostrategy in order to emphasise that outer space is no longer merely a scientific field, but a key battlefield for global hegemony (Dolman, 2005).

As noted above, contemporary conflicts have a multidimensional character, which blurs the clear boundaries between different operational environments. This fact requires an integrated approach when addressing the national security of a state in the broadest context. Understanding the space battlefield and its influence on contemporary armed conflict is becoming crucial even for states such as Serbia, which need to assess their “astrostrategic” position. Understanding the influence of a country’s position within the space battlefield is not possible without a clear understanding of the terms astropolitics, astrostrategy and space power. Dolman defines astropolitics through the application of traditional geopolitics to the domain of outer space, focusing on the study of the influence of key astrographic locations on military and political power (Dolman, 2005, pp. 1–2). By contrast, astrostrategy deals with the development of military and political strategies for controlling key points within the space battlefield. Oberg defines space power as a combination of technological, demographic, economic, industrial, military and other factors that enable a state to exert political influence on other actors and achieve national objectives through activities in space (Oberg, 1999, p. 10). In this context, the position of the Republic of Serbia will be analysed in relation to the terrestrial and orbital components of the space battlefield, as well as its technical and research potentials.

The geopolitical position of a state or region represents a complex and variable segment of its overall geographical position. It encompasses interconnected natural, economic and politico-geographical factors, through which natural resources, demographic processes and current cultural and political circumstances are examined as factors influencing the spatial development and international significance of a given territory (Gigović and Sekulović, 2009). In the contemporary era, the position of a

state may also be viewed through the prism of the space battlefield, that is, through its role and capacities in the military and security use of outer space. This concept encompasses the areas of space security and space warfare, which determine a state's ability to project power, or space power, and achieve advantage in space.

According to the U.S. Space Force Doctrine (2020), a state's position within the space battlefield depends on several factors:

1. technological capacity — the development and launch of satellites, rockets and other space systems;
2. military doctrine — the existence of a strategy for the defence and offensive use of space;
3. international cooperation — participation in organisations such as the NATO Space Centre and compliance with the Outer Space Treaty;
4. control and protection of satellite infrastructure — especially GPS, telecommunications and navigation;
5. presence in LEO and GEO orbits — as an indicator of the level of development and control of the aforementioned space segment.

The aforementioned factors affect not only national security in the broadest context, but also the potential of the Republic of Serbia to position itself within the field of space security at the local, regional and global levels. General geographical factors, such as latitude and relief, determine a state's possibilities for developing ground-based space infrastructure, including locations for satellite tracking or control. The geographical and latitudinal position of the Republic of Serbia, between 46°11' and 41°51' north latitude and without access to the sea, makes it unsuitable for the development of launch infrastructure. Its geographical position, high population density and lack of oceanic safety zones constitute key limitations to the development of launch infrastructure.

Table 1. *Serbia's Position in Relation to Major Global Launch Sites*

Launch site	Country	Latitude	Distance from Serbia
Kourou (Guiana)	France (ESA)	5° N	8,300 km
Baikonur	Kazakhstan (Russia)	46° N	3,300 km
Plesetsk	Russia	62° N	3,000 km
Cape Canaveral	USA	28° N	8,500 km
Vostochny	Russia	51° N	7,000 km
Jiuquan, Xichang, Wenchang	China	19–40° N	7,500–9,000 km
Satish Dhawan	India	13° N	6,800 km

Note: The distances were calculated by the author using the measuring tool in Google Earth Pro.

From a geographical perspective, the Republic of Serbia is relatively close to European and Russian launch centres, which facilitates logistics, cooperation and the development of the ground segment (Table 1). Although it is not suitable for direct launches or for the development of launch infrastructure, its geographical and latitu-

dinal position enables it to become a regional centre for the reception and processing of satellite data, as well as for the monitoring of orbital trajectories over Europe and the Mediterranean. In the light of the astropolitical competition among major powers, this may also partially influence the position of the Republic of Serbia. Serbia does not have the prerequisites for its own launch site, but it does possess a geographically and latitudinally favourable position for the development of infrastructure for communication, tracking and support of space missions, which gives it the potential to become involved in European and regional space initiatives. The position of the Republic of Serbia in relation to major global launch sites may be considered not only from the geographical aspect, but also through other dimensions. For a state, possessing its own launch infrastructure has strategic, technological, economic and security dimensions.

According to Robinson (2020, p. 360), an increasing number of states are developing space capabilities in order to strengthen security and autonomy in the use of outer space, with particular attention being paid to the protection of space systems and the development of national space security policies. In this sense, possessing a launch site provides a state with technological independence, as it enables the autonomous launch of satellites without reliance on foreign infrastructure, which is crucial in conditions of geopolitical, or astropolitical, crises. The establishment of launch capabilities represents an important incentive for technological innovation and industrial development. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2019) indicates that such projects contribute to progress in the fields of aeronautics, rocket engineering, telecommunications, electronics and materials science, while simultaneously increasing employment and economic activity. According to the United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA, 2023), states possessing launch capabilities acquire greater international influence and may become regional centres for space cooperation, such as the United States, the Russian Federation, Kazakhstan, the People's Republic of China, India and France.

The decision as to which state will be used for launching depends both on interstate agreements and on the type of projects being implemented. For example, countries that carry out their projects with NASA or with one of the American companies such as SpaceX will launch their satellites from the territory of the United States. Countries implementing projects in cooperation with the European Space Agency (ESA) will use France's launch capabilities in French Guiana. The Russian Federation uses its own services, as does the People's Republic of China, since a large number of Western countries avoid launching their satellites from these countries due to concerns about industrial espionage. Kazakhstan is a country that maintains good cooperation with both the Eastern and Western blocs and possesses its own launch capacity at Baikonur, while launches are increasingly being carried out from India as well, owing to lower launch costs.

From an economic standpoint, launch sites may offer services to other states and private companies, support the development of the NewSpace industry and contribute to space tourism (Space Foundation, 2024). However, the construction of such infrastructure requires substantial investment and specific geographical conditions — proximity to the equator, for more efficient launches into GEO orbit; access to the ocean, due to rocket-stage drop zones; and low population density. For this reason,

smaller states such as the Republic of Serbia usually focus on developing their own satellites and ground stations, as well as on cooperation with existing global agencies and strategic partners.

In addition to its geographical position in relation to the equator and major global launch sites, Serbia's position in relation to different types of satellite orbits is also important for assessing its space potential. According to Blagojević (2014, p. 51), satellite orbits are classified by altitude into low orbits, up to 2,000 km; medium orbits, from 2,000 to 35,786 km; and high orbits, above 35,786 km. Geostationary Earth Orbit (GEO), located at an altitude of 35,786 km above the equator, enables satellites to remain in a fixed position above the same point on Earth, which is ideal for telecommunications and meteorological purposes. However, this orbit also has certain disadvantages — high launch costs, limited orbital space, collision risk and signal latency.

The position of the Republic of Serbia in relation to GEO and LEO orbits determines its potential for the development of space capabilities. Although Serbia currently has no satellites of its own, its geographical position, technical infrastructure and scientific potential provide opportunities for future involvement in international space projects, which would represent a significant step towards strengthening the state's security and technological autonomy.

Since the Republic of Serbia is located north of the equator, between 46°11' and 41°51' north latitude, satellites in Geostationary Earth Orbit (GEO) do not pass directly over its territory. For Serbia, the most favourable signals from GEO satellites are those positioned at a high angle to the southeast or southwest. GEO orbit is located at an altitude of 35,786 km above the equator and enables a satellite to remain permanently above the same point on the Earth's surface, which is particularly useful for telecommunications, navigation and meteorological observation. However, its disadvantages include high costs, orbital congestion and signal latency (Blagojević, 2014, p. 53).

With regard to Low Earth Orbit (LEO) and Medium Earth Orbit (MEO), Serbia does not have a fixed position in the physical sense, since satellites at these altitudes do not remain above the same area. Nevertheless, most LEO and MEO satellites have orbital inclinations greater than 44°, which enables them to pass over the territory of Serbia several times a day. LEO orbits, ranging from 160 to 2,000 km, with an orbital period of approximately 90 minutes, are most commonly used by satellites for Earth observation, climate analysis, urban planning, agriculture and environmental protection. MEO orbits, ranging from 2,000 to 20,000 km, primarily host satellite navigation networks such as GPS, Galileo and GLONASS, which enable precise positioning and time synchronisation.

The Republic of Serbia currently does not possess its own satellites in LEO or MEO orbits, but it has access to data from European and commercial sources, primarily through the Copernicus programme (EU in Serbia, 2018). These data are used in the sectors of agriculture and environmental protection, particularly through institutes such as BioSense and the eAgrar system. In addition, the Mihajlo Pupin Institute and the School of Electrical Engineering in Belgrade have the potential to develop smaller ground stations and participate in CubeSat projects, which would enable the direct reception and analysis of data as part of the MOZAIK satellite project (Planjanin et al., 2025).

Although Serbia currently depends on foreign satellites and infrastructure, its geographical position enables regular overflights by a large number of LEO and MEO satellites. There is realistic potential for the construction of ground tracking stations, which would improve the capacities of the Republic of Serbia for military, security, agricultural and scientific purposes. Geographically, Serbia is excellently positioned to provide coverage of the Balkans and the south-eastern part of Europe. It is also technically equipped with available locations characterised by low radio interference, which is important for communication between the ground station and satellites. Its developed ICT infrastructure and data centre, which enables storage, together with the existence of two supercomputers, also allow the processing of incoming data.

The development of such capacities would, over time, enable the provision of commercial services, such as leasing antenna-system time, satellite data downlink services, processing of data related to remote sensing of the Earth, as well as the development of Space Situational Awareness and Space Traffic Management activities. The development of this infrastructure, as well as participation in international space programmes such as ESA, Copernicus, Galileo, the International Lunar Research Station (ILRS) and the Artemis Programme, could significantly strengthen the technological and security position of the Republic of Serbia.

From a geostrategic perspective, the Republic of Serbia is positioned in the central part of the Balkan Peninsula, which enables it to become a regional centre for space communications. Within the context of the Open Balkan initiative (Chamber of Commerce and Industry of Serbia – CCIS, 2021), the development of satellite capacities and shared infrastructure with neighbouring countries would represent an important step towards regional technological integration and the strengthening of space security across the entire region, primarily in the monitoring of natural hazards, natural disasters and technological and industrial accidents.

Scientific and Technological Potentials of Space Technologies within the Concept of Total Defence of the Republic of Serbia

Space technologies play a key role in supporting the missions of modern armed forces. Their application significantly increases military capabilities in the domains of surveillance, communication, navigation, reconnaissance, precision guidance and defence as a whole. The development of space technologies and research extends beyond their importance for the missions of the Serbian Armed Forces alone and is becoming increasingly significant in the context of improving the entire system of the concept of total defence.

The Republic of Serbia, as a small country with limited regional potential, should direct its technological development and research towards micro- and small satellites, together with the construction of ground stations for communication, tracking and data collection. The implementation of this initiative, primarily the construction of a smaller ground station and the development of a small satellite, would require up to

three years. The necessary preparatory activities would include the establishment of a working body tasked with making the decision and preparing a strategic document defining the objectives of the development of a space programme.

Certainly, the construction of a CubeSat and the implementation of such a project do not require excessive financial investment or time resources. It is therefore estimated that similar projects could be implemented within a period of one to two years, provided that the necessary infrastructure and human resources are prepared. This would include the construction of a clean room and assembly workshop, a qualification and testing laboratory, the installation of a ground station and preparations for launch.

For the implementation of a small constellation of CubeSats that could be used for the purposes of remote sensing of the Earth, estimates suggest a period of up to five years, with costs ranging between EUR 10 and 25 million for the complete financing of the required infrastructure, model development, testing, launch costs and operational management. These stations represent key infrastructure for connecting with national or partner satellites, thereby enabling technological independence and integration into international space programmes.

The selection of a location for a ground station on the territory of the Republic of Serbia is conditioned by a number of technical and geographical criteria: horizon visibility and minimal obstructions such as hills, trees or buildings; a clear line of sight to satellites with a minimum elevation angle of 5–15° (Wang et al., 2022); according to the U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration (1999), minimal electromagnetic interference and the use of directional antennas in order to reduce radio interference; an antenna system with motorised tracking and adaptability across frequency bands (L, S, X, Ku and Ka bands) (Elfvelin, 2022); Software Defined Radio (SDR) technology and software for predicting satellite passes (Techavijit & Sukchalerm, 2025); and favourable climatic conditions, with lower humidity and minimal precipitation (Efrem & Panagopoulos, 2020). Infrastructure accessibility implies a stable power supply, internet connection and service availability (Fuchs & Moll, 2015). Regulatory compliance — permits for radio-frequency bands issued by the International Telecommunication Union (ITU) and the Regulatory Authority for Electronic Communications and Postal Services (RATEL) — represents a key condition for the functioning and development of space and satellite systems.

The Republic of Serbia already possesses a historically relevant location for the development of ground stations — the Satellite Centre in Ivanjica, built in 1974. The complex contained three antennas, two with a diameter of 32 m and one of 16 m, constructed in cooperation with Japanese experts and intended for communication with geostationary satellites at an altitude of 36,000 km (Infoliga, 2018). The centre was destroyed during the NATO aggression in 1999 and is no longer operational, but its remaining infrastructure could serve as a basis for reconstruction and modernisation.

According to the previously listed criteria, Ivanjica fulfils numerous conditions for the construction of a modern ground station. It is positioned in the mountainous area of Golija and Javor, with minimal radio pollution and good horizon visibility; it is distant from larger urban areas, which reduces electromagnetic interference. The revitalisation of the existing technical infrastructure would reduce the overall costs of

constructing a new station. Nevertheless, certain limitations must also be taken into account, primarily the obsolescence of the existing technology and the need for full digitalisation, the unresolved legal status and ownership of the land and facilities, as well as logistical difficulties related to access and transport of equipment due to the mountainous terrain. These challenges could be overcome through the introduction of automated operating systems.

Ivanjica has the potential to become a national centre for space communication, suitable for LEO and MEO orbits, with the possibility of integration into European programmes such as Copernicus and the European Space Agency (ESA), particularly its ground segment infrastructure. Its geographical position, low level of radio pollution and existing infrastructure represent significant advantages for establishing a Serbian ground station that would serve not only scientific and commercial purposes, but would also be significant for the country's security in both wartime and peacetime.

The Republic of Serbia still does not have a formal space agency. A similar situation exists in Hungary, where space-related issues are handled by two ministries: the Ministry of Foreign Affairs and the Ministry of National Economy. The Republic of Slovenia has an Office for Space Affairs within the Ministry of the Economy, while a similar initiative exists in Croatia. Romania has its own space agency, while in Bulgaria these matters are dealt with by the Space Research and Technology Institute at the Bulgarian Academy of Sciences. Montenegro, Bosnia and Herzegovina, as well as North Macedonia, do not have their own institutions dealing with space-related issues.

In Serbia, there are several institutions that may address issues related to the study of outer space, the development of space technology and satellite systems. Some of the most important institutions and organisations with a potential or active role in this field are:

The Astronomical Observatory of Belgrade (AOB) — the oldest scientific institution in Serbia, founded in 1887, engaged in astrophysics, astronomy and related disciplines. It is important for education, the popularisation of science and the development of scientific projects related to outer space.

The Mihajlo Pupin Institute in Belgrade (IMP) — one of the most important scientific research institutes in the field of information and communication technologies. It has the potential to develop software and electronic components for satellite systems, as well as to process data from satellite sources. It has participated in European research projects, including those within the framework of the European Space Agency and the European Union.

The Institute of Physics Belgrade (IPB) — a national research institute with a large number of experts in the fields of theoretical and experimental physics. Although it is not primarily focused on outer space, it has capacities for participation in astrophysical and cosmological research.

The School of Electrical Engineering, University of Belgrade (ETF) — a leading higher education institution in the field of electrical engineering and computer science. The faculty has capacities for the development of electronics, telecommunications and computer systems, which are crucial for satellite technologies. Certain research topics are related to space communications and signal processing.

The Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade (MFB) — possesses research potential for the design and analysis of mechanical systems for satellites and other spacecraft.

The Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia (NITRA) — adopts strategies and policies for the development of high technologies. It may be a key actor in initiating a national space programme or in involving Serbia in international projects.

The Ministry of Defence / Military Technical Institute (VTI) — possesses knowledge and infrastructure for the development of complex systems, including space-based surveillance and communications.

The Ministry of Defence / Military Geographical Institute “General Stevan Bošković” — possesses knowledge and infrastructure for remote sensing, the collection and analysis of aerial and satellite imagery, and the use of GIS. It may serve as an important link between the Ministry of Defence and civilian space capacities in the field of remote sensing.

In the field of space research, Serbia currently does not have a developed national space programme, but it does possess institutions and expert potential that may provide the basis for its establishment. The oldest and most significant scientific institution in this field is the Astronomical Observatory of Belgrade, founded in 1887, which will mark 140 years of existence in 2027. Historically located in Zvezdara Forest, the observatory has moved its active observations to Mount Vidojevica due to light pollution. Since 2007, a modern astronomical complex has been operating there, with several telescopes, including the 1.4 m “Milutin Milanković” telescope, built in 2016. Today, the AOB conducts research in the fields of planetary science, galactic and extragalactic astronomy, as well as the monitoring of NEO objects (AOB, n.d.).

Although Serbia has capacity for radio astronomy, it still does not possess its own radio telescope. In addition to the AOB, outer-space research is also conducted by the Institute of Physics in Belgrade and the BioSense Institute in Novi Sad, which uses data from the European Union’s Copernicus Sentinel satellites for agricultural applications and the eAgrar system (BioSense, 2026). More than 15 non-governmental organisations and astronomical societies also operate in the country, promoting astronomy and citizen science.

Among institutionally independent initiatives, the Committee for the Development of Space Technologies has launched several CubeSat microsatellites in cooperation with foreign partners. The Research Centre for Space Research and Technologies at the AOB is working on the first Serbian CubeSat project, MOZAIK, which represents a step towards the development of domestic satellite technologies (BastionMedia, 2024). Contemporary space programmes increasingly rely on cooperation between state institutions and the private sector. Although Serbia does not have a developed space industry, it has several technology companies and start-ups whose products or technologies may be applied in the space domain:

Balloonera — high-altitude platforms for experimental research (Krstić, 2016);

mBrainTrain — EEG technology applicable under microgravity conditions (mBrainTrain, 2025);

Taran Aerospace — development of unmanned aerial vehicles and aeronautical solutions (Taran Aerospace, n.d.);

Comtrade — software for satellite networks, including support for the BeiDou system (Comtrade, n.d.).

These examples demonstrate the potential of the NewSpace ecosystem in Serbia, which may be integrated with academic and state structures in order to accelerate the development of space capabilities. Serbia is not a member of any international organisation that systematically deals with space technologies. Memoranda of understanding have been signed with Russia (Government of the Republic of Serbia, 2026), China (NITRA, 2024) and Kazakhstan (Government of Serbia, 2024), and there is technical cooperation with ESA on certain projects. Nevertheless, Serbia is still not a member of the United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS), whose membership it lost following the dissolution of the SFRY in 1992, which represents an institutional shortcoming in its international positioning.

Scientists from Serbia actively participate in European Copernicus projects, related to Earth observation, and Galileo projects, related to navigation. The Astronomical Observatory of Belgrade (AOB) is involved in the international LSST programme, the Large Synoptic Survey Telescope (AOB, n.d.), and in the International Lunar Research Station (ILRS) (China National Space Administration, n.d.) following the signing of a memorandum with China, which represents a significant step towards international scientific integration.

Through cooperation with scientific institutions and start-ups, the Serbian Armed Forces and the Ministry of Defence can develop domestic solutions for satellite surveillance, navigation and secure communication. Participation in ESA projects and cooperation with other partner countries open up possibilities for the application and development of dual-use innovations. The University of Defence, the Military Technical Institute, the Military Geographical Institute and technical faculties and higher education institutions can cooperate on various projects, which would not only meet the needs of the Serbian Armed Forces, but also improve the concept of total defence of the Republic of Serbia.

Possibilities for Integrating Scientific and Technological Potentials into the Concept of Total Defence

The Republic of Serbia possesses significant potential for the development of space technologies and their application within the concept of total defence, as well as for commercial and scientific purposes. Existing institutional resources, scientific personnel, technical infrastructure and international partnerships constitute the basis for the development of an integrated space programme. Serbia has already taken its first steps in this field through cooperation agreements with the Russian Federation, the People's Republic of China and Kazakhstan, as well as through the involvement of scientific institutions in international projects. However, the key challenge remains

the absence of an institutional framework that would coordinate and direct all activities in the field of space.

The establishment of an institutional framework in the civilian sector is an important prerequisite before the integration of space technologies and research into the concept of total defence. In this context, there are two possible institutional options. The first is the establishment of an Office for Space Affairs within the Government of the Republic of Serbia, or the creation of a national space agency as an independent legal entity. The establishment of such an institution requires a systematic approach, a clear vision and stable funding.

The overall process of establishing national capacities in the field of space activities requires an integrated and phased approach that combines institutional, normative, technological and human-resource planning. Starting from clearly defined objectives and identified user groups, it is necessary to build a stable legal and regulatory framework harmonised with international space law, particularly with the provisions of the Outer Space Treaty. In parallel, the development of infrastructural and technological capacities should be directed towards segments in which the Republic of Serbia possesses comparative advantages, primarily in the domain of ground segment systems, microsatellite platforms and the application of space technologies for civilian and security purposes.

The achievement of these objectives entails continuous international cooperation, the strengthening of human resources through education and research, and institutional coordination among the state, academic and private sectors. This should ultimately be formalised through the adoption of a comprehensive National Strategy for the Development of Space Technologies for the period 2025–2035. The establishment of an institution of this type would contribute to:

- the development of technologies and innovation in telecommunications, the IT sector, nanotechnology and energy;
- the improvement of education and science, particularly in STEM fields;
- the strengthening of economic capacities and the attraction of foreign investment in the NewSpace industry.

An alternative solution would be for the coordination of space affairs to be assumed by existing ministries, as in Hungary, namely the Ministry of National Economy and the Ministry of Foreign Affairs, in cooperation with ESA and through the development of start-up programmes at universities (ESA, 2026).

When it comes to the defence system, in the event of crises or wartime situations, the question arises as to which organisational unit of the Ministry of Defence and the Serbian Armed Forces should play the key role in the use of space technologies. From the perspective of the concept of total defence, the competent organisational unit would have the role of integrating all existing military and civilian technological and research potentials related to space.

Existing solutions differ at the global level depending on the doctrinal and organisational aspects of armed forces, as well as on the size, economic, technical and space power of states. In the Russian Federation, an integrated branch of the Aerospace Forces was established in 2015, responsible for the protection of airspace, the execution of air strikes and operations in space (McCabe, 2016). In 2019, the United

States military established the United States Space Command (USSPACECOM) and the Space Force as a separate branch of the armed forces (United States Creates the U.S. Space Command..., 2020).

According to the document United States Creates the U.S. Space Command (2020), the United States Space Command (USSPACECOM) employs forces assigned from different branches of the armed forces in order to carry out tasks in the space domain. Its role includes deterring aggression and conflict, protecting the ability of the United States and its allies to operate in space, providing space capabilities in support of joint and coalition forces, and developing and improving joint operations in order to achieve national and allied interests. Through a similar reform, the military of the People's Republic of China established the Aerospace Force in 2024, with similar tasks related to defence in the space domain of the battlefield (Berge & Hiim, 2024).

Nevertheless, the Republic of Serbia, as a small and technologically limited state, could not apply organisational solutions of the kind established in the armed forces of large and powerful states. Instead, it would have to establish a Space Defence Centre within one of the existing organisational units of the Ministry of Defence and the Serbian Armed Forces. The responsibilities of the Space Defence Centre within the armed forces of the Republic of Serbia would primarily be coordination, analytical and protective, rather than offensive, in nature.

The Space Defence Centre would be responsible for monitoring and analysing activities in the space domain that may affect national security, including situational awareness of threats from the space domain, or Space Situational Awareness (SSA), the protection of national and partner space and ground-based capacities, and risk assessment for military and civilian systems dependent on satellite services. Particular emphasis would be placed on the integration of space data into existing command-and-control systems, as well as on cooperation with civilian institutions and international partners for the purpose of data exchange, training and capacity development.

Within its competences, the centre would also have a role in normative and doctrinal development, personnel education and support for national strategies in the field of space technologies, while strictly respecting international space law and the limited resource capacities of the Republic of Serbia.

Conclusion

Contemporary security challenges and the transformation of the character of armed conflicts unequivocally indicate that the concept of total defence can no longer be viewed exclusively through traditional domains of warfare. Outer space has become a key dimension of the contemporary battlefield, where informational superiority, situational awareness and the resilience of the state in peace, crisis and war are determined. The analysis shows that although the Republic of Serbia does not possess launch capabilities or its own satellite systems, its geographical, scientific and technological position enables meaningful and realistic involvement in the space domain through the development of the ground segment, micro- and small satellites, as well as through the systematic application of dual-use space data.

A particularly significant finding is that Serbia possesses relevant institutional and human-resource potentials in the academic, scientific research, military and private sectors, but that their full effect is absent due to insufficient institutional coordination and the lack of a unified national framework for space activities. In this context, the development of space technologies should be viewed as a horizontal component of total defence that connects the military, civil, economic, informational and scientific segments of society.

The application-oriented part of the paper points to several key recommendations. First and foremost, it is necessary to establish an institutional framework in the civilian sector, either through the creation of a national space agency or a separate office for space affairs, as the body responsible for strategic planning and international cooperation. In parallel, within the defence system, it would be appropriate to establish a Space Defence Centre with a coordination, analytical and protective role, which would integrate space data into existing command-and-control systems. Practical priorities should be directed towards the development of ground stations, support for CubeSat projects, the use of the Copernicus and Galileo programmes, and the strengthening of capacities for space situational awareness.

Methodologically, the paper demonstrates that the study of the space domain in the context of total defence requires an interdisciplinary approach that combines military sciences, astropolitics, technical and information sciences, as well as the legal aspects of international space law. Such an approach enables a realistic assessment of the limitations of small states and the identification of niche capacities in which asymmetric advantages can be achieved. The systems approach used in this research may also be applied to the resolution of similar problems concerning the integration of the potentials and resources of a state into the concept of total defence.

Directions for further research should include a detailed analysis of the economic justification for the development of national space capacities, modelling the role of space technologies in crisis management and civil protection, as well as examining the legal and security risks of the militarisation of space. Future research into the possibilities of regional cooperation in the field of space security is also of particular importance, as is the development of doctrinal solutions for integrating the space domain into the concept of total defence of the Republic of Serbia.

References

- [1] Astronomska opservatorija u Beogradu. (n.d.). Istraživačka jedinica za kosmička istraživanja i tehnologije. Retrieved November 12, 2025, from <https://www.aob.rs/sr/istrazivanja/istrazivacke-jedinice/297-sij-za-kosmicka-istrazivanja-i-tehnologije>
- [2] Berge, J. V., & Hiim, H. S. (2024). Killing them softly: China's counterspace developments and force posture in space. *Journal of Strategic Studies*, 47(6–7), 940–963. <https://doi.org/10.1080/01402390.2024.2388658>
- [3] Blagojević, D. (2014). Uvod u satelitsku geodeziju. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.

- [4] China National Space Administration. (n.d.). International Lunar Research Station. Retrieved November 10, 2025, from <https://cnsa.gov.cn>
- [5] Clausewitz, C. von. (1832). Vom Kriege. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.clausewitzstudies.org/readings/VomKriege1832/Book1.htm>
- [6] Collins, J. M. (1998). Military geography for professionals and the public. National Defense University Press.
- [7] Comtrade. (n.d.). Infrastructure. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.ekapija.com/en/news/1794968>
- [8] Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (n.d.). COPUOS. Retrieved November 12, 2025, from <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>
- [9] Dolman, E. C. (2005). Astropolitik: Classical geopolitics in the space age. Frank Cass. <https://www.perlego.com/book/1626054/astropolitik-classical-geopolitics-in-the-space-age-pdf>
- [10] Efrem, C. N., & Panagopoulos, A. D. (2020). Globally optimal selection of ground stations in satellite systems with site diversity. arXiv. <https://arxiv.org/pdf/1912.12911v2>
- [11] Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. (n.d.). Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.etf.bg.ac.rs/>
- [12] European Space Agency. (n.d.). Copernicus for security applications. Retrieved November 10, 2025.
- [13] Fuchs, C., & Moll, F. (2015). Ground station network optimization for space-to-ground optical communication links. *Journal of Optical Communications and Networking*, 7(12), 1148–1159. <https://doi.org/10.1364/JOCN.7.001148>
- [14] Gigović, Lj. (2014). Opšta vojna geografija. Medija centar.
- [15] Gigović, Lj., & Sekulović, D. (2009). Činioci geopolitičkog položaja Srbije. *Globus*, 34, 43–58.
- [16] Government of Finland. (2017). Security strategy for society. Government of Finland. Retrieved May 31, 2026, from <https://turvallisuuskomitea.fi/en/security-strategy-for-society/>
- [17] Infoliga. (2018). Na današnji dan uništene satelitske stanice u Prilikama. Retrieved November 10, 2025, from <https://infoliga.rs/2018/na-danasnji-dan-unistene-satelitske-stance-u-prilikama/>
- [18] Institut Mihajlo Pupin. (n.d.). Institut Mihajlo Pupin. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.pupin.rs/>
- [19] Institut za fiziku Beograd. (n.d.). Institut za fiziku Beograd. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.ipb.ac.rs/>
- [20] Krstić, S. (2016, October 11). Srpski studenti prave startap za osvajanje ivice svemira – Balloonera omogućava jeftinije istraživanje stratosfere. *Startit*. <https://startit.rs/balloonera>
- [21] Lambakis, S. (2022). Space as a warfighting domain: Reshaping policy to execute 21st century spacepower. *Comparative Strategy*, 41(4), 331–369. <https://doi.org/10.1080/01495933.2022.2087419>

- [22] LSST. (n.d.). Legacy Survey of Space and Time. Retrieved November 13, 2025, from <https://www.lsst.org/>
- [23] Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. (n.d.). Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.mas.bg.ac.rs/>
- [24] mBrainTrain. (n.d.). Smarting Pro EEG monitoring in space. Retrieved November 13, 2025, from <https://mbraintrain.com>
- [25] Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. (n.d.). Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. Retrieved November 10, 2025, from <https://nitra.gov.rs/cir>
- [26] Ministarstvo odbrane Republike Srbije. (2020). Strategija odbrane Republike Srbije. Retrieved May 30, 2026, from https://www.mod.gov.rs/multimedia/dodaci/prilog3_strategijaodbraners_srp_1731677339.pdf
- [27] Ministry of Defence Singapore. (2020). Total defence 2020. Retrieved May 31, 2026, from <https://www.mindef.gov.sg/defence-matters/defence-topics/total-defence/>
- [28] Oberg, J. E. (1999). Space power theory. U.S. Air Force Academy.
- [29] Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). The space economy in figures. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>
- [30] Privredna komora Srbije. (2021). Otvoreni Balkan – potpisani sporazumi. Retrieved November 10, 2025, from <https://pks.rs>
- [31] Robinson, J. (2020). Space security policies and strategies of states: An introduction. In K.-U. Schrogl (Ed.), Handbook of space security. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_61
- [32] Space Foundation. (2024). The space report. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.spacefoundation.org/space-report>
- [33] Swedish Civil Contingencies Agency. (2018). If crisis or war comes. Government of Sweden. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.msb.se/en/publications/if-crisis-or-war-comes/>
- [34] Taran Aerospace. (n.d.). Products. Retrieved June 3, 2026, from https://taranaerospace.com/taran_products.html
- [35] Techavijit, P., & Sukchalermp, P. (2025). Cost-effective satellite ground stations in real-world development for space classrooms. Aerospace, 12(2), Article 105. <https://doi.org/10.3390/aerospace12020105>
- [36] U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration. (1999). Technical characteristics of radiolocation systems operating in the 3.1–3.7 GHz band and procedures for assessing EMC with fixed earth station receivers (NTIA Report No. 99-361). Retrieved May 31, 2026, from <https://www.ntia.gov/report/1999/technical-characteristics-radiolocation-systems-operating-31-37-ghz-band-and-procedures-assessing>
- [37] U.S. Department of Defense. (2022). National defense strategy. U.S. Department of Defense.
- [38] U.S. Space Force. (2020). Spacepower: Doctrine for space forces. Retrieved November 11, 2025, from <https://www.spaceforce.mil>

[39] United Nations Office for Outer Space Affairs. (2023). UNOOSA annual report 2023. Retrieved November 10, 2025, from https://www.unoosa.org/documents/pdf/annualreport/UNOOSA_Annual_Report_2023.pdf

[40] Vlada Republike Srbije. (2026). Srbija zainteresovana za saradnju sa Rusijom u oblasti satelitskih tehnologija. Retrieved May 1, 2026, from <https://www.srbija.gov.rs/vest/964214>

[41] Vojska Srbije. (n.d.). Misije i zadaci Vojske Srbije. Retrieved November 10, 2025, from https://www.vs.rs/sr_cyril/vojska-srbije/misije-i-zadaci

[42] Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković”. (n.d.). Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković”. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.vgi.mod.gov.rs/>

[43] Vojnotehnički institut. (n.d.). Vojnotehnički institut. Retrieved November 10, 2025, from <http://www.vti.mod.gov.rs/>

[44] Vujičić, S. (2011). Sistem odbrane Republike Srbije. Institut za strategijska istraživanja.

[45] Wang, K., El-Mowafy, A., & Rizos, C. (2022). Integrity monitoring for precise orbit determination of LEO satellites. *GPS Solutions*, 26, Article 32. <https://doi.org/10.1007/s10291-021-01200-4>

Summary

Contemporary security challenges and the transformation of the character of armed conflicts have led to an expansion of the traditional understanding of the battlefield and defence. The space domain, as a new and increasingly significant dimension of warfare, has become a key source of informational advantage, situational awareness and technological superiority. Starting from the concept of total defence, which implies the integration of military, civil, economic, scientific and social resources, this paper aims to analyse the role of space technologies and research in improving the total defence of the Republic of Serbia.

The basic assumption is that the effective total defence of small states can no longer be based exclusively on conventional military capabilities, but requires the systematic integration of the space domain. The paper relies on a theoretical analysis of the concepts of the space battlefield, astropolitics, astrostrategy and space power, as well as on the concept of the multidimensional battlefield in contemporary armed conflicts. The methods applied include analysis and synthesis, the comparative and historical methods, as well as a systems approach. The research is based on a qualitative analysis of secondary sources and theoretical modelling of possible institutional and organisational solutions in the field of space technologies in support of the total defence of the Republic of Serbia.

The paper analyses the astrostrategic position of the Republic of Serbia, taking into account its geographical and latitudinal position, lack of access to the sea and absence of conditions for the development of launch infrastructure. It has been es-

established that Serbia, although it does not possess the capacity for direct launches or the control of key orbital points, has a favourable position for the development of the ground segment of space systems. Its geographical position enables regular overflights by LEO and MEO satellites, which provides realistic opportunities for the development of ground stations for the reception, processing and analysis of satellite data, as well as for participation in European and international space programmes.

Particular attention is devoted to identifying the existing scientific, technological and institutional capacities of the Republic of Serbia. The paper shows that, although Serbia does not have a formal space agency, it possesses relevant potential in the academic, scientific research, military and private sectors. The Astronomical Observatory of Belgrade, scientific institutes, technical faculties and higher education institutions, the Military Technical Institute and the Military Geographical Institute, as well as the growing NewSpace start-up ecosystem, constitute a basis for the development of micro- and small satellites, ground stations and the application of dual-use space data. Historical infrastructure, such as the satellite centre in Ivanjica, has been identified as a potential basis for the development of a national ground segment.

The application-oriented part of the paper considers the possibilities for the institutional integration of space technologies into the concept of total defence. It emphasises the need to establish a civilian institutional framework through the creation of a national space agency or an office for space affairs, as well as the establishment of a Space Defence Centre within the defence system, with a coordination, analytical and protective role. Emphasis is placed on the non-offensive use of space capabilities, space situational awareness, the protection of critical infrastructure and the integration of space data into command-and-control systems.

The paper concludes that the systematic development of space technologies and their institutional integration can significantly contribute to strengthening the resilience, functionality and sustainability of the concept of total defence of the Republic of Serbia. Space technologies are identified as a horizontal component that connects the military, civil, scientific and economic segments of society, enabling small states to achieve asymmetric advantages in the contemporary security environment.

Keywords: *total defence, space technologies, space battlefield, astrostrategy, national security, Republic of Serbia*

© 2026 The Authors. Published by Vojno delo (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



СВЕМИРСКЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ И ИСТРАЖИВАЊА У ФУНКЦИЈИ КОНЦЕПТА ТОТАЛНЕ ОДБРАНЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ*

Дарко Лукић¹

Зоран Томић²

Достављен: 13.2.2026.

Језик рада: Српски

Кориговано: 15.5.2026.

Тип рада: Прегледни рад

Прихваћен: 3.6.2026.

DOI број: 10.5937/vojdela2602101L

Апстракт: У раду се разматра улога свемирских технологија и истраживања у унапређењу концепта тоталне одбране Републике Србије, полазећи од савремених промена у карактеру оружаних сукоба и све већег значаја свемирског ратишта. Полазна претпоставка је да се ефикасна тотална одбрана више не може заснивати искључиво на традиционалним копненим, ваздушним и поморским капацитетима, већ захтева интеграцију свемирског домена као кључног извора информационе и технолошке предности. Кроз теоријску анализу појмова свемирског ратишта, астрополитике и свемирске моћи, сагледава се географски и астростратешки положај Републике Србије, као и њене реалне могућности у односу на орбиталне системе и земаљску инфраструктуру. Посебна пажња посвећена је идентификацији постојећих научно-технолошких потенцијала, институционалних капацитета и могућности њихове интеграције у систем одбране. Указује се да Србија, иако нема лансирне капацитете, располаже значајним потенцијалом у развоју микросателита, земаљских станица и примене свемирских података двоструке намене. Примењене истраживачке методе омогућавају систематично сагледавање потенцијала свемирских технологија, њихову адаптацију на услове Републике Србије и формулисање апликативних препорука за унапређење безбедности и научно-технолошког развоја. Закључује се да систематски развој свемирских технологија и њихова институционална интеграција могу значајно допринети јачању отпорности и функционалности концепта тоталне одбране Републике Србије.

* Рад је настао у оквиру пројекта ИСИ-ДХ/126-28 „Претпоставке оптималне имплементације концепта тоталне одбране у Републици Србији” Института за стратегијска истраживања.

1 Универзитет одбране, Војна академија, Београд, Република Србија, e-mail: darko.lukic@va.mod.gov.rs, <https://orcid.org/0000-0002-2104-0461>

2 Министарство науке, технолошког развоја и иновација, Београд, Република Србија, <https://orcid.org/0000-0002-9658-4279>

Кључне речи: *тотална одбрана, свемирске технологије, свемирско ратиште, астростратегија, национална безбедност, Република Србија*

Увод

Тотална одбрана представља систем у којем се цело друштво – оружане снаге, институције, привреда и грађани – интегришу ради припреме и одговора на претње националној безбедности у миру и рату. Она подразумева мобилизацију свих ресурса и координацију цивилног и војног сектора. У Шведској и Финској тотална одбрана је заједнички напор свих сектора друштва да се одговори на оружани напад и обезбеди отпорност државе (Swedish Civil Contingencies Agency, 2018; Government of Finland, 2017). Сингапур је развио модел са шест области одбране – војну, цивилну, економску, социјалну, дигиталну и психолошку (MINDEF Singapore, 2020). Русија примењује концепт територијалне и општедржавне одбране, САД „Whole-of-Government” приступ, а Кина политику „Civil-Military Fusion” којом повезује војни и цивилни сектор (State Council of China, 2019). Стратегијски концепт одбране Републике Србије дефинише опредељење за ангажовање система одбране у заштити националних одбрамбених интереса кроз модел тоталне одбране, који подразумева свеобухватно коришћење сопствених снага и потенцијала ради одговора на безбедносне изазове, ризике и претње (Министарство одбране Републике Србије, 2020). У Србији је тотална одбрана дефинисана као „организовани и синхронизовани напор целог друштва у циљу одбране државе”, који обухвата војни, цивилни, економски, информативни и психолошки аспект (Вујичић, 2011). Суштина концепта тоталне одбране јесте да се кроз принцип интеграције ресурса обезбеди интеракција различитих снага у области безбедности и одбране: државних органа, јавног сектора и невладиних организација, предузећа из приватног сектора и локалних заједница (Милковски и Божић, 2023).

Република Србија спада у ред малих држава, са ограниченим природним, друштвеним и технолошким ресурсима за вођење рата. Према Милковски и Божић (2023, pp. 12–14), решавање овог проблема захтева иновативни приступ, јер конвенционално одвраћање захтева велика финансијска средства. Искуства из савремених ратова показала су да је простор као фактор оружане борбе делимично обезвређен, чиме се традиционална, неконвенционална стратегија одвраћања кроз отпор противнику унутар сопствене територије доводи у питање (Лукић, 2024). Према Гиговићу (2014), информација у савременом оружаном сукобима има највећу важност у односу на друге, традиционалне факторе оружане борбе. У том аспекту и свемирске технологије постају битан елемент у концепирању савремене тоталне одбране – од сателитског осматрања и комуникације до управљања кризама и заштите од сајбер претњи. Брзо развијајући домен војних свемирских операција постао је све значајнији део националне безбедности и одбрамбених стратегија не само великих већ и мањих земаља, при чему свемирске и информационе технологије имају кључну улогу (Caso, 2024).

Република Србија још увек није активно укључена у развој сателитских и свемирских програма, али поседује институције и потенцијал за њихов развој.

У овом раду анализира се положај Србије у склопу свемирског ратишта и могућности за обједињавање постојећих научно-технолошких потенцијала, развоја свемирских технологија као важног елемента унапређења Концепта тоталне одбране Републике Србије. Примењене су методе анализе и синтезе, компаративна и историјска метода, као и системски приступ. Истраживање се заснива на квалитативној анализи секундарних извора и теоријском моделовању могућих институционалних решења у области свемирских технологија у функцији тоталне одбране Републике Србије.

Положај Републике Србије у односу на свемирско ратиште

Ратиште у најопштијем смислу представља простор у којем се водио, води или се припрема за вођење оружаног сукоба – на копну, мору, у ваздуху или у космосу – и обухвата локалне, регионалне и глобалне аспекте ратовања (Гиговић, 2024, рр. 25). На схватање појма ратиште, од дводимензионалног до вишедимензионалног приступа, кроз историју је утицао технолошки и амбијентални аспект вођења рата. Према Карлу фон Клаузевицу ратиште је место где се спајају све моћи рата, где се сусрећу војска, опрема и стратегија и где се одлучује о судбини рата (Clauzewitz, 1832/1976). Гиговић дефинише (2014, рр. 25) ратишта као највишу стратегијску категорију простора у којем се ангажују људски и материјални ресурси зараћених страна. Оно може бити копнено, поморско, ваздушно и космичко, у зависности од амбијента дејстава, али хетерогене структуре са међусобно зависним и повезаним елементима. Копнено ратиште, поред копна, обухвата приобаље и ваздушни простор изнад њих; поморско обухвата акваторије, острва, мореузе, приобални појас и ваздушни простор изнад мора; ваздушно ратиште, поред атмосфере, обухвата и делове копна са радарским, ПВО положајима и аеродромима (Гиговић, 2014, рр. 27).

За разлику од прецизно дефинисаних појмова копненог, поморског и ваздушног ратишта, космичко, односно свемирско ратиште представља нову димензију која је настала развојем свемирских технологија. Развој сателитских система, антисателитског оружја (ASAT) и кибернетичких капацитета увео је свемир као нову димензију савременог ратовања. Еверет Карл Долман (*Everett C. Dolman*) посматра свемир као стратешко окружење од изузетног војног значаја које омогућава надзор, комуникације, навигацију и друге способности неопходне за остваривање војне предности (Dolman, 2005, рр. 50). Иако Колинс (Collins, 1998, р. 137) истиче да се свемирско ратиште одликује одсуством класичних физичких и атмосферских ограничења, савремена литература указује на значајну еволуцију овог концепта. У новијим стратешким приступима свемир се све више посматра као оперативни и ратни домен у оквиру мултидоменског ратовања, при чему се наглашава његова улога у војним операцијама, безбедносним стратегијама и међудржавној конкуренцији (Lambakis, 2022). Ламбакис (2022) посебно истиче да је у америчким одбрамбеним и политичким круговима прихваћена реалност да је свемир постао ратни домен, имајући у виду развој офанзивних и дефанзивних

способности других великих сила и растућу потребу за одржавањем стратешке предности у свемиру. Најзначајније стратегијске тачке свемирског ратишта обухватају екватор, делове копна и акваторија који гравитирају према њему, Земљину ниску орбиту (Low Earth Orbit – LEO), средњу Земљину орбиту (Medium Earth Orbit – MEO) и геостационарну орбиту (Geostationary Earth Orbit – GEO), као и Месец са његовом орбитом и Лагранжовим тачкама (Lagrange Points – L1–L5) (Collins, 1998). Узимајући ове аспекте у разматрање, свемирско ратиште могли бисмо дефинисати као највишу стратешку категорију простора наше планете и најближих делова свемира. Свемирско ратиште обухвата простор на Земљи погодан за базирање лансирних станица, контролно-комуникацијских сегмената, сателитске орбите, Месец, његов цислунарни простор и Лагранжове тачке међугравитационе равнотеже. У најширем контексту геополитика и геостратегија трансформишу се у нове термине астрополитика и астростратегија како би се нагласило да космос није више само научна област већ кључно ратиште за глобалну хегемонију (Dolman, 2005).

Указано је да савремени сукоби имају мултидимензионални аспект, због чега нестаје јасна граница између амбијенталних ратишта. Ова чињеница захтева интегрисан приступ када је реч о националној безбедности неке земље у најширем контексту. Разумевање свемирског ратишта и његовог утицаја на савремени оружани сукоб постаје кључно и за државе попут Србије, које треба да сагледају свој „астростратешки“ положај. Разумевање утицаја положаја неке земље унутар космичког ратишта није могуће без јасног разумевања термина астрополитика, астростратегија и свемирска моћ (Space Power). Долман дефинише астрополитику кроз примену традиционалне геополитике, али на област свемира, фокусирајући се на проучавање кључних астрографских локација на војну и политичку моћ (Dolman, 2005, pp. 1–2). За разлику од тога, астростратегија се бави развијањем војних и политичких стратегија за контролу кључних тачака у оквиру свемирског ратишта. Оберг свемирску моћ дефинише као комбинацију технолошких, демографских, економских, индустријских, војних и других фактора који омогућавају држави да политички утиче на друге актере и остварује националне циљеве кроз активности у свемиру (Oberberg, 1999, pp. 10). У том контексту анализираћемо положај Републике Србије у односу на земаљску и орбиталну компоненту свемирског ратишта, као и њене техничке и истраживачке потенцијале.

Геополитички положај државе или региона представља сложен и променљив сегмент њиховог укупног географског положаја. Он обухвата међусобно повезане природне, економске и политичко-географске факторе, при чему се кроз њега сагледавају природни ресурси, демографски процеси и актуелне културно-политичке околности које утичу на просторни развој и међународни значај одређене територије (Гиговић и Секуловић, 2009). У савременом добу положај државе може се посматрати и кроз призму свемирског ратишта, односно њене улоге и капацитета у војној и безбедносној употреби свемира. Овај концепт обухвата области свемирске безбедности (Space Security) и свемирског ратовања (Space Warfare), које одређују способност државе да пројектује моћ (Space Power) и оствари предност у свемиру. Према U.S. Space Force Doctrine (2020), положај државе у оквиру свемирског ратишта зависи од више чинилаца:

1. технолошког капацитета – развој и лансирање сателита, ракета и других свемирских система;
2. војне доктрине – постојања стратегије за одбрану и офанзивну употребу свемира;
3. међународне сарадње – учешће у организацијама као што су NATO Space Centre и поштовање Споразума о свемиру (Outer Space Treaty);
4. контроле и заштите сателитске инфраструктуре – посебно GPS, телекомуникација и навигације;
5. присуства у орбитама LEO и GEO – као показатеља степена развијености и у контроли наведеног свемирског сегмента.

Набројани фактори не утичу само у најширем контексту на националну безбедност већ и на потенцијал Републике Србије да се позиционира у контексту свемирске безбедности на локалном, регионалном и глобалном контексту. Општи географски фактори, као што су географска ширина и рељеф, условљавају могућности државе за изградњу земаљске свемирске инфраструктуре, попут локација за праћење или контролу сателита. Математичко-географски положај Републике Србије између 46°11' и 41°51' северне географске ширине, без излаза на море, чини је непогодном за изградњу лансирне инфраструктуре. Географски положај, висока густина насељености и одсуство океанских зона безбедности представљају кључна ограничења у развоју лансирне инфраструктуре.

Табела 1. Положај Србије у односу на светске лансирне станице

Лансирна станица	Земља	Географска ширина	Удаљеност од Србије
Kourou (Гвајана)	Француска (ESA)	5° N	8.300 km
Baikonur	Казахстан (Русија)	46° N	3.300 km
Plesetsk	Русија	62° N	3.000 km
Cape Canaveral	САД	28° N	8.500 km
Vostochny	Русија	51° N	7.000 km
Jiuquan, Xichang, Wenchang	Кина	19–40° N	7.500–9.000 km
Satish Dhawan	Индија	13° N	6.800 km

Напомена: Удаљености је израчунао аутор коришћењем алата за мерење у програму Google Earth Pro.

Географски посматрано Република Србија је релативно близу европским и руским лансирним центрима, што олакшава логистику, сарадњу и развој земаљског сегмента (Табела 1). Иако није погодна за директна лансирања и развој лансирне инфраструктуре, њен математичко-географски положај омогућава да постане регионални центар за пријем и обраду сателитских података, као и за праћење орбиталних путања над Европом и Средоземљем, што такође у светлу астрополитичког сукоба великих сила може делимично имати утицаја и на положај Републике Србије. Србија нема предуслове за сопствену лансирну станицу, али

поседује математичко-географски повољан положај за развој инфраструктуре за комуникацију, праћење и подршку свемирским мисијама, што даје потенцијал да се укључи у европске и регионалне свемирске иницијативе. Положај Републике Србије у односу на светске лансирне станице може се сагледати не само кроз географски аспект већ и кроз друге димензије. За државу поседовање сопствене лансирне инфраструктуре има стратешку, технолошку, економску и безбедносну димензију.

Према Робинсону (Robinson, 2020, pp. 360), све већи број држава развија свемирске капацитете у циљу јачања безбедности и аутономије у коришћењу свемира, при чему се посебна пажња посвећује заштити свемирских система и развоју националних политика свемирске безбедности. У том смислу поседовање лансирне станице обезбеђује држави технолошку независност, јер омогућава самостално лансирање сателита без ослањања на стране инфраструктуре, што је кључно у условима геополитичких, односно астрополитичких криза. Успостављање лансирних капацитета представља важан подстицај технолошким иновацијама и индустријском развоју. Организација за економску сарадњу и развој (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD, 2019) указује да овакви пројекти доприносе напретку у областима аеронаутике, ракетног инжењерства, телекомуникација, електронике и науке о материјалима, уз истовремено повећање запослености и економске активности. Према United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA, 2023), државе које поседују лансирне капацитете стичу већи међународни утицај и могу постати регионални центри за свемирску сарадњу, попут САД, Руске Федерације, Казахстана, НР Кине, Индије и Француске. Одлука са којом државом ће се вршити лансирање зависи и од међудржавних споразума, али и врсте пројеката који се раде. На пример, земље које своје пројекте раде са NASA или неким од америчких компанија попут „SpaceX” лансираће своје сателите са територије САД. Земље које пројекте реализују у сарадњи са European Space Agency (ESA) користеће лансирне капацитете Француске на Новој Гвинеји. Руска Федерација користи своје услуге, као и НР Кина, јер велики број западних земаља избегава да своје сателите лансира са овим земљама у страху од индустријске шпијунаже. Казахстан је земља која има добру сарадњу са источним и западним блоком, има свој лансирни капацитет на Бајконуру, а све чешће се због нижих трошкова лансирања раде и из Индије.

Са економског становишта лансирне станице могу нудити услуге другим земљама и приватним компанијама, подржавати развој „NewSpace” индустрије и свемирског туризма (Space Foundation, 2024). Међутим, изградња такве инфраструктуре захтева значајна улагања и специфичне географске услове – близину екватора (ради ефикаснијег лансирања у GEO орбиту), приступ океану (због зона пада степена ракете) и ниску густину насељености. Због тога се мање државе, попут Републике Србије, обично фокусирају на развој сопствених сателита, земаљских станица и сарадњу са постојећим светским агенцијама и стратешким партнерима.

Поред географског положаја у односу на екватор и светске лансирне станице, за сагледавање свемирских потенцијала Србије од значаја је и њен положај у

односу на различите типове сателитских орбита. Према Благојевићу (2014, pp. 51), сателитске орбите се деле према висини на ниске (до 2.000 km), средње (2.000–35.786 km) и високе (преко 35.786 km). Геостационарна орбита (GEO), која се налази на висини од 35.786 km изнад екватора, омогућава да сателити остану у сталном положају изнад исте тачке Земље, што је идеално за телекомуникационе и метеоролошке сврхе. Међутим, ова орбита има и недостатке – високе трошкове лансирања, ограничен простор, ризик од судара и кашњење сигнала. Положај Републике Србије у односу на орбите GEO и LEO одређује њен потенцијал за развој свемирских капацитета. Иако тренутно нема сопствене сателите, њен географски положај, техничка инфраструктура и научни потенцијал пружају могућност за будуће укључивање у међународне свемирске пројекте, што би представљало значајан корак у јачању безбедносне и технолошке аутономије државе.

Пошто се Република Србија налази северно од екватора, између $46^{\circ}11'$ и $41^{\circ}51'$ северне географске ширине, сателити у геостационарној орбити (GEO) не пролазе директно изнад њене територије. За Србију су најповољнији сигнали са GEO сателита који се налазе под високим углом на југоистоку или југозападу. GEO орбита се налази на висини од 35.786 km изнад екватора и омогућава да сателит остане стално изнад исте тачке Земљине површине, што је посебно корисно за телекомуникације, навигацију и метеоролошка осматрања. Међутим, њене мане су високи трошкови, загушеност орбите и кашњење сигнала (Благојевић, 2014, pp. 53). У односу на ниску (LEO) и средњу (MEO) орбиту Србија нема фиксни положај у физичком смислу, јер сателити на тим висинама не остају изнад исте области. Ипак, већина LEO и MEO сателита има орбиталне инклинације веће од 44° , што омогућава да више пута дневно прелећу територију Србије. LEO орбите (160–2.000 km, период обиласка око 90 минута) најчешће користе сателити за посматрање Земље, климатске анализе, урбанистичко планирање, пољопривреду и заштиту животне средине. MEO орбите (2.000–20.000 km) углавном садрже навигационе сателитске мреже као што су GPS, Galileo и Glonass, које омогућавају прецизно позиционирање и временску синхронизацију.

Република Србија тренутно не поседује сопствене сателите у LEO или MEO орбитама, али има приступ подацима из европских и комерцијалних извора, пре свега кроз програм Copernicus (EU и Србији, 2018). Ови подаци користе се у секторима пољопривреде и заштите животне средине, посебно преко института као што је „BioSense” и система „eAgris”. Поред тога Институт „Михајло Пупин” и Електротехнички факултет у Београду имају потенцијал да развију мање земаљске станице и учествују у „CubeSat” пројектима, што би омогућило директни пријем и анализу података, као део пројекта „МОЗАИК” сателита (Planjanin, et al., 2025). Иако Србија тренутно зависи од страних сателита и инфраструктуре, њен географски положај омогућава редовно надлетање великог броја LEO и MEO сателита. Постоји реалан потенцијал за изградњу земаљских станица за праћење, што би унапредило капацитете Републике Србије у војнобезбедносне, пољопривредне и научне сврхе. Географски гледано Србија је одлично позиционирана за покривање подручја Балкана и југоисточног дела Европе. Такође, технички је опремљена са доступним локацијама са ниским радио-сметњама,

које су важне због комуникације базне станице са сателитом. Развијена ИКТ инфраструктура и дата-центар који омогућава складиштење и уз постојање два супер рачунара обраду приступних података. Изградња таквих капацитета омогућиће временом развој комерцијалних услуга попут изнајмљивања времена са антенским системима, услуге за преузимање информација са сателита, обраду података везаних за даљинско осматрање Земље, као и развој Space Situational Awareness и Space Traffic Management активности. Развој ове инфраструктуре, као и укључивање у међународне свемирске програме (ESA; Copernicus; Galileo; International Lunar Research Station – ILRS; Artemis Program), могли би значајно да ојачају технолошки и безбедносни положај Републике Србије. Са геостратешког аспекта Република Србија је позиционирана у централном делу Балканског полуострва, што јој омогућава да постане регионални центар за свемирске комуникације. У контексту иницијативе Према иницијативи Open Balkan (Privredna komora Srbije – PKS, 2021), развој сателитских капацитета и заједничке инфраструктуре са суседним земљама представљао би важан корак ка регионалној технолошкој интеграцији и јачању свемирске безбедности целокупног региона, пре свега у мониторингу елементарних непогода, природних и техничко-технолошких катастрофа.

Научно-технолошки потенцијали свемирских технологија у концепту тоталне одбране Републике Србије

Свемирске технологије имају кључну улогу у подршци мисијама савремених војски. Њихова примена значајно повећава способности војски у домену надзора, комуникације, навигације, извиђања, прецизног навођења и одбране у целини. Развој свемирских технологија и истраживања превазилази значај не само за мисије Војске Србије већ постаје све већи у контексту унапређења целокупног система концепта тоталне одбране. Република Србија, као мала земља са ограниченим регионалним потенцијалом, треба да усмери технолошки развој и истраживања микро и малих сателита, уз изградњу базних станица за комуникацију, праћење и прикупљање података. За реализацију ове иницијативе, пре свега изградње мање базне станице и развој малог сателита, потребно је до три године. Неопходне припреме пре тога подразумевају формирање радног тела које ће донети одлуку и припремити стратешки документ којим би се дефинисали циљеви развоја свемирског програма. Свакако израда „кјуб“ сателита и реализација самог пројекта не захтевају превелика улагања нити временске ресурсе, па су процене да се слични пројекти могу реализовати у периоду од једне до две године, уз припрему неопходне инфраструктуре и људског кадра (израда чисте собе и радионице за склапање, лабораторије за атест, инсталација базне станице и припрема за лансирање). За реализацију мале констелације „кјуб“ сателита који би могли да се користе за потребе даљинског осматрања Земље, процене су до пет година, а износ трошкова био би између 10 и 25 милиона евра

за комплетно финансирање потребне инфраструктуре, израде модела, тестирање и трошкове лансирања и управљања. Ове станице представљају кључну инфраструктуру за повезивање са сопственим или партнерским сателитима, што омогућава технолошку независност и интеграцију у међународне свемирске програме.

Избор локације за базну станицу на територији Републике Србије условљен је низом техничких и географских критеријума – видљивост хоризонта и минималне препреке попут брда, стабала или објеката; слободна линија видљивости сателита уз минимални елевациони угао од 5–15° (Wang et al., 2022); према U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration (1999) минималне електромагнетне сметње и употреба усмерених антена ради смањења радио-ометања; антенски систем са моторизованим праћењем и подесношћу по фреквенцијским опсезима (L, S, X, Ku, Ka band) (Elfvelin, 2022); Software Defined Radio (SDR) технологија и софтвер за предвиђање пролаза сателита (Techavijit & Sukchalerm, 2025); повољни климатски услови, са мањом влажношћу и минималним падавинама (Efrem & Panagopoulos, 2020). Инфраструктурна приступачност подразумева електроенергетску стабилност, интернет конекцију и сервисну доступност (Fuch & Moll, 2015). Регулаторна усклађеност – дозволе за радио-фреквенцијске опсере од стране International Telecommunication Union (ITU) и Регулаторног тела за електронске комуникације и поштанске услуге (РАТЕЛ) – представља кључни услов за функционисање и развој свемирских и сателитских система.

Република Србија већ поседује историјски релевантну локацију за развој базних станица – Сателитски центар у Ивањици, изграђен 1974. године. Комплекс је садржао три антене (две пречника 32 m и једну од 16 m), изграђене у сарадњи са јапанским стручњацима, намењене комуникацији са геостационарним сателитима на висини од 36.000 km (Infoliga, 2018). Центар је током НАТО агресије 1999. године био уништен и више није у функцији, али инфраструктурни остаци могу представљати основу за његову реконструкцију и модернизацију. Према претходно набројаним критеријумима, Ивањица испуњава бројне услове за изградњу савремене земаљске станице. Позиционирана је у планинском подручју Голије и Јавора, са минималним радио-загађењем и добром видљивошћу хоризонта; удаљена је од већих урбаних простора, што смањује електромагнетне сметње. Ревитализација постојеће техничке инфраструктура смањила би укупне трошкове изградње нове станице. Ипак, потребно је узети у обзир и одређена ограничења, пре свега застарелост постојеће технологије и потребу за потпуном дигитализацијом, нерешен правни статус и власништво над земљиштем и објектима, логистичке потешкоће у приступу и транспорту опреме због планинског терена, што се може превазићи увођењем аутоматизованих система рада. Ивањица има потенцијал да постане национални центар за свемирску комуникацију, погодан за LEO и MEO орбите, уз могућност интеграције у европске програме попут Copernicus и European Space Agency (ESA), односно њен „ground segment” део инфраструктуре. Њен географски положај, ниско радио-загађење и постојећа инфраструктура представљају значајне предности за успостављање српске земаљске станице која би служила не само у научне и комерцијалне сврхе већ би имала значај и за безбедност земље у ратном и мирнодопском периоду.

Република Србија још увек нема формалну свемирску агенцију. Слично је и са Мађарском, у којој се питањем свемира баве два министарства: Министарство спољних послова и Министарство националне економије. Република Словенија има канцеларију за свемирске послове при Министарству привреде, док у Хрватској постоји слична иницијатива. Румунија има своју свемирску агенцију, док се у Бугарској овим питањем бави Институт за свемирска истраживања у технологије при Академији наука ове земље. Црна Гора, Босна и Херцеговина, као и Северна Македонија, немају своје институције које се баве питањем свемира. У Србији постоји неколико институција које се могу бавити питањима везаним за проучавање свемира, развој свемирске технологије и сателитских система. Неке од најважнијих институција и организација које имају потенцијалну или активну улогу у овој области су:

1. Астрономска опсерваторија Београд (АОБ) – најстарија научна институција у Србији (основана 1887), бави се астрофизиком, астрономијом и сродним дисциплинама. Важна за образовање, популаризацију науке и развој научних пројеката везаних за свемир.
2. Институт Михајло Пупин Београд (ИМПБ) – један од најважнијих научно-истраживачких института у области информационах и комуникационих технологија. Има потенцијал за развој софтверских и електронских компоненти за сателитске системе, као и обраду података из сателитских извора. Учествовао у европским истраживачким пројектима, укључујући и оне у оквиру Европске свемирске агенције и Европске уније.
3. Институт за физику Београд (ИФБ) – национални истраживачки институт са великим бројем стручњака у области теоријске и експерименталне физике. Иако примарно није фокусиран на космос, има капацитете за учествовање у астрофизичким и космолошким истраживањима.
4. Електротехнички факултет, Универзитет у Београду (ЕТФ) – водећа високообразовна институција у области електротехнике и рачунарства. Факултет има капацитете за развој електронике, телекомуникација и рачунарских система који су кључни за сателитске технологије. Поједина истраживања су теме у вези са свемирским комуникацијама и обрада сигнала.
5. Машински факултет, Универзитет у Београду (МФБ) – поседује истраживачки потенцијал за пројектовање и анализу механичких система за сателите и друге летелице.
6. Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (НИТРА) – доноси стратегије и политике за развој високих технологија. Може бити кључни актер у покретању националног свемирског програма или укључивању Србије у међународне пројекте.
7. Министарство одбране/Војнотехнички институт (ВТИ) – поседује знање и инфраструктуру за развој комплексних система, укључујући надзор из свемира и комуникације.
8. Министарство одбране/Војногеографски институт „Генерал Стеван Бошковић” – поседује знање и инфраструктуру за даљинску детекцију, прикупљање и анализу аеро фото и сателитских снимка, коришћење ГИС-а.

Може бити важна спона између Министарства одбране и цивилних свемирских капацитета у домену даљинске детекције.

Србија у области свемирских истраживања тренутно не поседује развијен национални свемирски програм, али располаже институцијама и стручним потенцијалом који могу представљати основу за његов настанак. Најстарија и најзначајнија научна установа у овој области је Астрономска опсерваторија Београд, основана 1887. године, која ће 2027. обележити 140 година постојања. Историјски смештена у Звездарској шуми, опсерваторија је због светлосног загађења преместила своја активна посматрања на планини Видојевици, где од 2007. функционише савремени астрономски комплекс са више телескопа, укључујући телескоп „Милутин Миланковић” пречника 1,4 m (изграђен 2016). АОВ се данас бави истраживањима у областима планетарне науке, галактичке и вангалактичке астрономије, као и праћењем НЕО објеката (АОВ, n.d.). Иако има капацитет за радиоастрономију, Србија још увек не поседује сопствени радио-телескоп. Поред АОВ, истраживањем космоса баве се Институт за физику у Београду и „БиоСенс” институт у Новом Саду, који користи податке Copernicus Sentinel сателита Европске уније за пољопривредне примене и систем eAграр (BioSens, 2026). У земљи делује и више од 15 невладиних организација и астрономских друштава која промовишу астрономију и грађанску науку. Од институционално независних иницијатива, Комитет за развој космичких технологија лансирао је у сарадњи са страним партнерима неколико „CubeSat” микросателита. Истраживачки центар за космичка истраживања и технологије при АОВ ради на првом српском „CubeSat” пројекту „МОЗАИК”, што представља корак ка развоју домаћих сателитских технологија (BastionMedia, 2024).

Савремени свемирски програми све више се ослањају на сарадњу државних институција и приватног сектора. Србија, иако без развијене свемирске индустрије, има неколико технолошких компанија и стартапова чији се производи или технологије могу применити у космичком домену:

1. Balloonera – висинске платформе за експериментална истраживања (Krstić, 2016);
2. mBrainTrain – EEG технологија применљива у условима микрогравитације (mBrainTrain, 2025);
3. Taran Aerospace – развој беспилотних летелица и аеронаутичких решења (Taran Aerospace, n.d.);
4. Comtrade – софтвер за сателитске мреже, укључујући подршку систему BeiDou (Comtrade, n.d.).

Ови примери показују потенцијал „New Space” екосистема у Србији, који може бити интегрисан са академским и државним структурама ради убрзаног развоја свемирских капацитета. Србија није чланица ниједне међународне организације која се систематски бави свемирским технологијама. Потписани су меморандуми о разумевању са Русијом, (Vlada Republike Srbije, 2026), Кином (NITRA, 2024) и Казахстаном (Vlada Srbije, 2024), а постоји техничка сарадња са ESA на одређеним пројектима. Ипак, Србија још увек није чланица Комитета УН за мирнодоп-

ско коришћење свемира (COPUOS), чије је чланство изгубила распадом СФРЈ 1992. године, што представља институционални недостатак у међународном позиционирању. Научници из Србије активно учествују у европским пројектима Copernicus (посматрање Земље) и Galileo (навигација). Астрономска опсерваторија Београд (АОБ) укључена је у међународне програме LSST (Large Synoptic Survey Telescope) (АОБ, n.d.) и ILRS (International Lunar Research Station) (China National Space Administration, n.d.) након потписивања меморандума са Кином, што представља значајан корак у правцу међународне научне интеграције.

Кроз сарадњу са научним институцијама и стартапима, Војска Србије и Министарство одбране могу развијати домаћа решења за сателитски надзор, навигацију и безбедну комуникацију. Учешће у ESA пројектима и са другим партнерским земљама отвара могућност коришћења и развоја иновација двоструке намене. Универзитет одбране, Војнотехнички институт, Војногеографски институт и технички факултети могу сарађивати на различитим пројектима, чиме би се не само задовољиле потребе Војске Србије већ унапредио концепт тоталне одбране Републике Србије.

Могућности интеграције научно-технолошких потенцијала у концепт тоталне одбране

Република Србија поседује значајне потенцијале за развој свемирских технологија и њихову примену у оквиру концепта тоталне одбране, али и у комерцијалне и научне сврхе. Постојећи ресурси институције, научни кадар, техничка инфраструктура и међународна партнерства представљају основу за развој интегрисаног свемирског програма. Србија је већ начинила прве кораке у овој области кроз споразуме о сарадњи са Руском Федерацијом, НР Кином и Казахстаном, као и кроз укључивање научних институција у међународне пројекте. Међутим, кључни изазов остаје одсуство институционалног оквира који би координисао и усмеравао све активности у области свемира. Успостављање институционалног оквира у цивилном сектору важан је предуслов пре интеграције свемирских технологија и истраживања у концепт тоталне одбране. У том контексту, постоје две могуће институционалне опције. Прва је формирање Канцеларије за свемирске послове при Влади Републике Србије, или оснивање националне свемирске агенције као самосталног правног субјекта. Формирање овакве институције захтева систематичан приступ, јасну визију и стабилно финансирање. Укупан процес успостављања националних капацитета у области свемирских активности захтева интегрисан и фазни приступ који обједињује институционално, нормативно, технолошко и кадровско планирање. Полазећи од јасно дефинисаних циљева и идентификованих корисничких група, неопходно је изградити стабилан правни и регулаторни оквир усклађен са међународним свемирским правом, посебно са одредбама Уговора о свемиру. Паралелно са тим, развој инфраструктурних и технолошких капацитета треба усмерити на сегменте у којима Република Србија поседује компаративне предности, пре свега у домену „ground segment” система, микросателитских платформи и приме-

не свемирских технологија у цивилне и безбедносне сврхе. Остваривање ових циљева подразумева континуирану међународну сарадњу, јачање људских ресурса кроз образовање и истраживање, као и институционалну координацију између државног, академског и приватног сектора, што би коначно требало да буде формализовано кроз доношење свеобухватне Националне стратегије за развој свемирских технологија за период 2025–2035. године. Формирање институције овог типа допринело би:

1. развоју технологија и иновација у телекомуникацијама, ИТ сектору, нано-технологији и енергетици;
2. унапређењу образовања и науке, посебно у СТЕМ областима;
3. јачању економских капацитета и привлачењу страних инвестиција у „NewSpace” индустрију.

Алтернативно решење је да координацију свемирских послова преузму постојећа министарства, као у Мађарској (Министарство националне економије и Министарство спољних послова), уз сарадњу са ESA и развој стартап програма при универзитетима (ESA, 2026). Када је реч о систему одбране, у случају кризних или ратних ситуација поставља се питање која би организациона целина МО и Војске Србије требало да има кључну улогу у употреби свемирских технологија. Из аспекта концепта тоталне одбране надлежна организациона целина имала би улогу интегратора свих постојећих војних и цивилних технолошких и истраживачких потенцијала везаних за свемир. Постојећа решења разликују се на светском нивоу у зависности од доктринарног и организацијског аспекта оружаних снага, величине, економске, техничке, односно свемирске моћи држава. У Руској Федерацији је 2015. године формиран интегрисан вид Ваздушно-космичких снага, одговоран за заштиту ваздушног простора, извођење удара из ваздуха и операције у свемиру (McCabe, 2016). Америчка војска је 2019. године успоставила Свемирску команду (USSPACECOM) и Свемирске снаге као посебан вид војске (United States Creates the U.S. Space Command..., 2020). Према документу United States Creates the U.S. Space Command (2020), Команда за свемирске операције Сједињених Америчких Држава (USSPACECOM) користи снаге додељене из различитих родова оружаних снага ради извршавања задатака у свемирском домену. Њена улога обухвата спречавање агресије и сукоба, заштиту способности деловања САД и њихових савезника у свемиру, обезбеђивање свемирских капацитета за подршку здруженим и коалиционим снагама, као и развој и унапређење здружених операција у циљу остваривања националних и савезничких интереса. Сличном реформом Војска Народне Републике Кине успоставила је 2024. године Ваздушно-свемирске снаге са сличним задацима одбране у свемирском домену ратишта (Berge & Hiim, 2024). Ипак, Република Србија као мала и технолошки ограничена држава не би могла да примени организациона решења каква су успостављена у оружаним снагама великих и моћних држава, већ би морала да успостави Центар за свемирску одбрану при некој од постојећих организационих целина МО и ВС. Надлежности Центра за свемирску одбрану при оружаним снагама Републике Србије биле би пре свега координационе, аналитичке и заштитне, а не офанзивне природе. Центар за свемирску одбрану био би

надлежан за праћење и анализу активности у свемирском домену које могу имати утицај на националну безбедност, укључујући ситуациону свест о претњама из свемирског домена (Space Situational Awareness – SSA), заштиту националних и партнерских свемирских и земаљских капацитета, процену ризика по војне и цивилне системе који зависе од сателитских услуга. Посебан акценат био би стављен на интеграцију свемирских података у постојеће системе командовања и управљања, као и на сарадњу са цивилним институцијама и међународним партнерима ради размене података, обуке и развоја капацитета. У оквиру својих надлежности центар би имао и улогу у нормативном и доктринарном развоју, образовању кадра и подршци националним стратегијама у области свемирских технологија, уз стриктно поштовање међународног свемирског права и ограничених ресурсних капацитета Републике Србије.

Закључак

Савремени безбедносни изазови и трансформација карактера оружаних сукоба недвосмислено указују да се концепт тоталне одбране више не може посматрати искључиво кроз традиционалне домene ратовања. Свемир је постао кључна димензија савременог ратишта, у којој се одлучују информациона надмоћ, ситуациона свест и отпорност државе у миру, кризи и рату. Анализа показује да иако Република Србија не располаже лансирним капацитетима нити сопственим сателитским системима, њен географски, научни и технолошки положај омогућава смислено и реалистично укључивање у свемирски домен кроз развој земаљског сегмента, микро и малих сателита, као и кроз систематску примену свемирских података двоструке намене.

Посебно значајно сазнање јесте да Србија располаже релевантним институционалним и кадровским потенцијалима у академском, научноистраживачком, војном и приватном сектору, али да њихов пуни ефекат изостаје услед недовољне институционалне координације и одсуства јединственог националног оквира за свемирске активности. У том контексту развој свемирских технологија треба посматрати као хоризонталну компоненту тоталне одбране која повезује војни, цивилни, економски, информативни и научни сегмент друштва.

Апликативни део рада упућује на неколико кључних препорука. Пре свега, неопходно је успостављање институционалног оквира у цивилном сектору, било кроз оснивање националне свемирске агенције или посебне канцеларије за свемирске послове, као носиоца стратешког планирања и међународне сарадње. Паралелно са тим, у оквиру система одбране целисходно је формирати Центар за свемирску одбрану са координационом, аналитичком и заштитном улогом, који би интегрисао свемирске податке у постојеће системе командовања и управљања. Практични приоритети треба да буду усмерени на развој земаљских станица, подршку „CubeSat” пројектима, коришћење програма Copernicus и Galileo, као и јачање капацитета за ситуациону свест о свемиру.

Методолошки, рад показује да је за истраживање свемирског домена у контексту тоталне одбране неопходан интердисциплинарни приступ који обједињује

војне науке, астрополитику, техничке и информационе науке, као и правне аспекте међународног свемирског права. Такав приступ омогућава реално сагледавање ограничења малих држава и идентификацију нишних капацитета у којима је могуће постићи асиметричне предности. Системски приступ у истраживању могуће је применити на решавању сличних проблема када је реч о интеграцији потенцијала и ресурса неке државе у концепт тоталне одбране.

Правци за даља истраживања треба да обухвате детаљну анализу економске оправданости развоја националних свемирских капацитета, моделовање улоге свемирских технологија у кризном менаџменту и цивилној заштити, као и проучавање правних и безбедносних ризика милитаризације свемира. Посебан значај имају и будућа истраживања могућности регионалне сарадње у области свемирске безбедности, као и развој доктринарних решења за интеграцију свемирског домена у концепт тоталне одбране Републике Србије.

Литература

- [1] Astronomska opservatorija u Beogradu. (n.d.). *Istraživačka jedinica za kosmička istraživanja i tehnologije*. Preuzeto 12. 11. 2025. <https://www.aob.rs/sr/istrazivanja/istrazivacke-jedinice/297-sij-za-kosmicka-istrazivanja-i-tehnologije>
- [2] Berge, J. V., & Hiim, H. S. (2024). Killing them softly: China's counterspace developments and force posture in space. *Journal of Strategic Studies*, 47(6–7), 940–963. <https://doi.org/10.1080/01402390.2024.2388658>
- [3] Blagojević, D. (2014). *Uvod u satelitsku geodeziju*. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [4] China National Space Administration. (n.d.). *International Lunar Research Station*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://cnsa.gov.cn>
- [5] Clausewitz, C. von. (1832). *Vom Kriege*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.clausewitzstudies.org/readings/VomKriege1832/Book1.htm>
- [6] Collins, J. M. (1998). *Military geography for professionals and the public*. Washington, DC: National Defense University Press.
- [7] Comtrade. (n.d.). *Infrastructure*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.ekapija.com/en/news/1794968>
- [8] Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (n.d.). COPUOS. Preuzeto 12. 11. 2025. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/copuos/index.html>
- [9] Dolman, E. C. (2005). *Astropolitik: Classical geopolitics in the space age*. Frank Cass. <https://www.perlego.com/book/1626054/astropolitik-classical-geopolitics-in-the-space-age-pdf>
- [10] Efrem, C. N., & Panagopoulos, A. D. (2020). *Globally optimal selection of ground stations in satellite systems with site diversity*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://arxiv.org/pdf/1912.12911v2>
- [11] Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu. (n.d.). Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.etf.bg.ac.rs/>
- [12] European Space Agency. (n.d.). *Copernicus for security applications*. Preuzeto 10. 11. 2025.

- [13] Fuchs, C., & Moll, F. (2015). Ground station network optimization for space-to-ground optical communication links. *Journal of Optical Communications and Networking*, 7(12), 1148–1159. <https://doi.org/10.1364/JOCN.7.001148>
- [14] Government of Finland. (2017). *Security Strategy for Society*. Helsinki: Government of Finland. Preuzeto 31. 5. 2026. <https://turvallisuuskomitea.fi/en/security-strategy-for-society/>
- [15] Gigović, Lj. (2014). *Opšta vojna geografija*. Medija centar: Beograd.
- [16] Gigović, Lj., & Sekulović, D. (2009). Činioci geopolitičkog položaja Srbije. *Globus*, 34, 43–58.
- [17] Infoliga. (2018). *Na današnji dan uništene satelitske stanice u Prilikama*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://infoliga.rs/2018/na-danasnji-dan-unistene-satelitske-stanice-u-prilikama/>
- [18] Institut Mihajlo Pupin. (n.d.). Institut Mihajlo Pupin. <https://www.pupin.rs/>
- [19] Institut za fiziku Beograd. (n.d.). Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.ipb.ac.rs/>
- [20] Krstić, S. (2016, October 11). Srpski studenti prave startup za osvajanje ivice svemira – Ballooner omogućava jeftinije istraživanje stratosfere. *Startit*. <https://startit.rs/ballooner>
- [21] Lambakis, S. (2022). Space as a warfighting domain: Reshaping policy to execute 21st century spacepower. *Comparative Strategy*, 41(4), 331–369. <https://doi.org/10.1080/01495933.2022.2087419>
- [22] LSST. (n.d.). *Legacy Survey of Space and Time*. Preuzeto 13. 11. 2025. <https://www.lsst.org/>
- [23] Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. (n.d.). Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. <https://www.mas.bg.ac.rs/>
- [24] Ministry of Defence Singapore. (2020). *Total Defence 2020*. Preuzeto 31. 5. 2026. <https://www.mindef.gov.sg/defence-matters/defence-topics/total-defence/>
- [25] Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. (n.d.). Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. <https://nitra.gov.rs/cir>
- [26] Ministarstvo odbrane Republike Srbije. (2020). *Strategija odbrane Republike Srbije*. Preuzeto 30. 5. 2026. https://www.mod.gov.rs/multimedia/dodaci/prilog3_strategijaodbranners_srp_1731677339.pdf
- [27] Swedish Civil Contingencies Agency. (2018). *If crisis or war comes*. Stockholm: Government of Sweden. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.msb.se/en/publications/if-crisis-or-war-comes/>
- [28] mBrainTrain. (n.d.). *Smarting Pro EEG monitoring in space*. Preuzeto 13. 11. 2025. <https://mbraintrain.com>
- [29] Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *The space economy in figures*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>
- [30] Oberg, J. E. (1999). *Space power theory*. Colorado Springs, CO: U.S. Air Force Academy.
- [31] Privredna komora Srbije. (2021). *Otvoreni Balkan – potpisani sporazumi*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://pks.rs>

- [32] Robinson, J. (2020). *Space Security Policies and Strategies of States: An Introduction*. In: Schrogl, K.U. (ed.), *Handbook of Space Security*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23210-8_61
- [33] Space Foundation. (2024). *The space report*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.spacefoundation.org/space-report>
- [34] Swedish Civil Contingencies Agency (MSB). (2018). *If crisis or war comes*. Preuzeto 10. 11. 2025. <https://www.msb.se/en/publications/if-crisis-or-war-comes/>
- [35] Taran Aerospace. (n.d.). Products. Preuzeto 3. 6. 2026. https://taranaerospace.com/taran_products.html
- [36] Techavijit, P. & Sukchalerm, P. (2025). Cost-effective satellite ground stations in real-world development for space classrooms. *Aerospace*, 12(2), 105. <https://doi.org/10.3390/aerospace12020105>
- [37] U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration. (1999). Technical characteristics of radiolocation systems operating in the 3.1–3.7 GHz band and procedures for assessing EMC with fixed earth station receivers (NTIA Report No. 99-361). Preuzeto 31. 5. 2026. <https://www.ntia.gov/report/1999/technical-characteristics-radiolocation-systems-operating-31-37-ghz-band-and-procedures-assessing>
- [38] U.S. Department of Defense. (2022). *National defense strategy*. Washington, DC.
- [39] U.S. Space Force. (2020). *Spacepower: Doctrine for space forces*. Preuzeto 11. 11. 2025. <https://www.spaceforce.mil>
- [40] United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2023). *UNOOSA annual report 2023*. Preuzeto 10. 11. 2025. https://www.unoosa.org/documents/pdf/annualreport/UNOOSA_Annual_Report_2023.pdf
- [41] Vlada Republike Srbije. (2026). *Srbija zainteresovana za saradnju sa Rusijom u oblasti satelitskih tehnologija*. Preuzeto 1. 5. 2026. <https://www.srbija.gov.rs/vest/964214>
- [42] Vojska Srbije. (n.d.). *Misije i zadaci Vojske Srbije*. Preuzeto 10. 11. 2025. https://www.vs.rs/sr_cyril/vojska-srbije/misije-i-zadaci
- [43] Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković”. (n.d.). *Vojnogeografski institut „General Stevan Bošković”*. <https://www.vgi.mod.gov.rs/>
- [44] Vojnotehnički institut. (n.d.). *Vojnotehnički institut*. <http://www.vti.mod.gov.rs/>
- [45] Vujičić, S. (2011). *Sistem odbrane Republike Srbije*. Beograd: Institut za strategijska istraživanja.
- [46] Wang, K., El-Mowafy, A., & Rizos, C. (2022). Integrity monitoring for precise orbit determination of LEO satellites. *GPS Solutions*, 26, Article 32. <https://doi.org/10.1007/s10291-021-01200-4>

Резиме

Савремени безбедносни изазови и трансформација карактера оружаних сукоба условили су проширење традиционалног схватања ратишта и одбране. Свемирски домен, као нова и све значајнија димензија ратовања, постао је кључан извор информационе предности, ситуационе свести и технолошке надмоћи. Полазећи од концепта тоталне одбране, који подразумева интеграцију војних, цивилних, економских, научних и друштвених ресурса, рад има за циљ да анализира улогу свемирских технологија и истраживања у унапређењу тоталне одбране Републике Србије. Основна претпоставка је да ефикасна тотална одбрана малих држава више не може бити заснована искључиво на конвенционалним војним капацитетима, већ захтева систематску интеграцију свемирског домена. Рад се ослања на теоријску анализу појмова свемирског ратишта, астрополитике, астростратегије и свемирске моћи, као и на концепт мултидимензионалног ратишта у савременим оружаним сукобима. Примењене су методе анализе и синтезе, компаративна и историјска метода, као и системски приступ. Истраживање је засновано на квалитативној анализи секундарних извора и теоријском моделовању могућих институционалних и организационих решења у области свемирских технологија у функцији тоталне одбране Републике Србије. Анализира се астростратешки положај Републике Србије, узимајући у обзир њен математичко-географски положај, одсуство излаза на море и непостојање услова за изградњу лансиране инфраструктуре. Утврђено је да Србија, иако нема капацитете за директна лансирања и контролу кључних орбиталних тачака, поседује повољан положај за развој земаљског сегмента свемирских система. Географска позиција омогућава редовно надлетање LEO и MEO сателита, што пружа реалне могућности за развој земаљских станица за пријем, обраду и анализу сателитских података, као и за укључивање у европске и међународне свемирске програме. Посебна пажња посвећена је идентификацији постојећих научно-технолошких и институционалних капацитета Републике Србије. Рад показује да иако Србија нема формалну свемирску агенцију, располаже релевантним потенцијалима у академском, научноистраживачком, војном и приватном сектору. Астрономска опсерваторија Београд, научни институти, технички факултети, Војнотехнички и Војногеографски институт, као и растући „New Space” стартап екосистем, представљају основу за развој микро и малих сателита, земаљских станица и примену свемирских података двоструке намене. Историјска инфраструктура, попут сателитског центра у Ивањици, идентификована је као потенцијална основа за развој националног земаљског сегмента. У апликативном делу рада разматрају се могућности институционалне интеграције свемирских технологија у концепт тоталне одбране. Истиче се потреба за успостављањем цивилног институционалног оквира кроз оснивање националне свемирске агенције или канцеларије за свемирске послове, као и за формирањем Центра за свемирску одбрану у оквиру система одбране, са координационом, аналитичком и заштитном улогом. Акцента је стављена на неофанзивну употребу свемирских капацитета, ситуациону свест о свемиру, заштиту критичне инфраструктуре и интеграцију свемирских података у системе командовања и управљања. Закључује се да систематски

развој свемирских технологија и њихова институционална интеграција могу значајно допринети јачању отпорности, функционалности и одрживости концепта тоталне одбране Републике Србије. Свемирске технологије идентификују се као хоризонтална компонента која повезује војни, цивилни, научни и економски сегмент друштва, омогућавајући малим државама да остваре асиметричне предности у савременом безбедносном окружењу.

Кључне речи: *тотална одбрана, свемирске технологије, свемирско ра-тиште, астростратегија, национална безбедност, Република Србија*

© 2026 Аутори. Објавило *Војно дело* (<http://www.vojnodelo.mod.gov.rs>). Ово је чланак отвореног приступа и дистрибуира се у складу са лиценцом Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



