

# Svemirski program RH (prijedlog)

prof. dr. sc. Slobodan Bosanac<sup>1</sup>, prof. dr.-ing. Ognjan Božić<sup>2</sup>, Neven Braut<sup>3</sup>, Zoran Kahrić<sup>6</sup>,  
gen. boj. zrak. Viktor Koprivnjak, Irena Kos<sup>5</sup>, Mirta Medanić<sup>5</sup>, Zdenko Uvalić<sup>4</sup>, dr. sc. Hrvoje Zorc<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Institut Ruđer Bošković, <sup>2</sup>DLR i TU Braunschweig, <sup>3</sup>Interval d.o.o., <sup>4</sup>Airbus, <sup>5</sup>Amphinicy d.o.o., <sup>6</sup>NASA

## Prolog

### Vizija i perspektive

Vizija koja inspirira i stvarnost koja stvara opipljive koristi, svemir je oboje. Obogaćuje život u mnogim područjima ljudske djelatnosti - u društvu, gospodarstvu i znanosti. Svemirska tehnologija stvara infrastrukturu u svemiru - opremu, sustave i orbitalne sustave za istraživanje, tehnološki razvoj, praćenje stanja okoliša, komunikaciju, mobilnost, sigurnost, upravljanje resursima i katastrofama - koji su uključeni u odgovarajuće zemaljske infrastrukture. Samo ako se koriste u kombinaciji, oni će ostvariti svoj puni potencijal. Svemirska infrastruktura je na poseban način „globalna“ jer zahtijeva svjetsku suradnju i podjelu rada za realizaciju društvenih i znanstvenih ciljeva.

#### Svemir - nezaobilazan element društva znanja

Pristup informacijama, bez obzira na vrijeme i mjesto, jedan je od najvažnijih „zahtjeva mobilnosti“ društva znanja. Televizijske emisije putem satelita i interkontinentalnog mobitela su samo počeci novog multimedijalnog doba. Pružanje multimedijalnih podataka visoke kvalitete bilo gdje u svijetu i u bilo koje vrijeme zahtijeva odgovarajuću infrastrukturu u svemiru. Neovisnost pristupa informacijama mora biti zajamčena, uz umrežavanje i distribuciju informacija s naprednim prijenosom svemirske tehnologije.

#### Svemir - ključ za razumijevanje svemira, Zemlje i života

Istraživanja svemira proširila su naše znanje o Sunčevom sustavu i unaprijedila poznavanje dalekog svemira. Naučili smo što utječe na oluje na Suncu, upoznali Zemlju u svojoj raznolikosti, spoznali impresivnost planeta u našem Sunčevom sustavu, koji je stvoren prije 12 do 15 milijarda godina nakon Velikog praska i otkrili crne rupe. Nova otkrića došla su do svijesti javnosti, ali mnoga su pitanja ostala bez odgovora. Pitanja poput „postoje li planete poput Zemlje u drugim solarnim sustavima ili život izvan Zemlje“, posebno su relevantna i danas. U budućnosti se očekuju ovi ključni koraci u širenju našeg znanja. Isto vrijedi i za mnoga područja geoznanosti, gdje globalni pogled sa satelita donosi potpuno nove spoznaje i doveo je do promijenjenog shvaćanja „svemirskog broda Zemlje“. Sa svojim mogućnostima, svemir će nastaviti pružati temeljne uvide u proučavanju Zemlje i njegove biosfere. Spoznaja uvjeta vanjskog svemira, posebno gravitacije, za istraživanje života i znanosti o materijalima

posebno su značajni. Space-based opservatoriji i laboratoriji će se koristiti uz zemaljski sustav mreža, a međunarodna suradnja i podjela rada će biti dodatno proširena.

### Svemir - ljudi i tehnologija u svemiru

Vodeće tehnološke nacije počele su otvarati svemir za zajedničko korištenje i isključivo u miroljubive svrhe i planiraju ga za stalni boravak ljudi. Uskoro će se testirati novi oblici međunarodne suradnje na neviđenom projektu velikih razmjera kao što je svemir. Istraživački laboratoriji i mjesta za ispitivanje tehnologija budućnosti, kao što su biotehnologije i informacijske tehnologije, postaju vrijedan alat za znanstvenike i inženjere.

Trenutna situacija nudi dobru perspektivu za povećanje hrvatskog udjela u globalnom tržištu za svemir a uvjet je stvoriti čvrstu bazu domaće industrije i znanosti. Samo na primarnom tržištu svemira mogu se postići veliki efekti zapošljavanja, ali to može biti i poticaj za sekundarne učinke na tržištima informacijskih i svemirskih sadržaja vezanih za turizam i razonodu.

### Promatranje iz svemira - neophodno za očuvanje naših prirodnih resursa

Važnost okoliša za kvalitetu života, njegova ranjivost i nove opasnosti sve više oblikuju misli i akcije ljudi. U tu svrhu iskustva uz pomoć promatranja iz svemira su dala ogroman doprinos. Stalno praćenje okoliša je društveni zadatak prvog reda. Iz svemira se može utvrditi ne samo opseg onečišćenja već često i njegovi uzroci i počinitelji. Provjera međunarodno obvezujućih globalnih sporazuma za zaštitu okoliša postat će važno pitanje. Bez korištenja svemirskih sustava, ova provjera se ne može postići.

Zaštita okoliša jedna je od glavnih briga hrvatske politike. U skladu s tim, mogućnosti promatranja Zemlje iz svemira će se sve više koristiti za potrebe zaštite okoliša i zaštite prirode. Osim zaštite okoliša u užem smislu društvene zadaće, svemir će se koristiti u području civilne zaštite, sigurnosti. Čovjek u svemiru je nezamjenjiv u svojoj kreativnosti i prilagodljivosti, pomoći će riješiti zemaljske probleme na koje ne može odgovoriti na samoj Zemlji. Nova saznanja će omogućiti inovacije, primjerice u području materijala, farmacije, biologije i medicine. Čovjek je istraživač i astronaut dok će se roboti koristiti za rutinske operacije te za teške i rizične poslove.

# Strategija

## Uvod

### Svemir u Hrvatskoj

Dugotrajni programi, kao i skupi pojedinačni projekti svemira moraju imati političku podršku na mnogo godina - u kombinaciji s kontinuiranom financijskom potporom države. Javno financiranje države mora biti kanalizirano u potporu istraživanju i znanosti, te poticanju obrazovanja i stručnog osposobljavanja. U toj kombinaciji stvarao bi se niz specijaliziranih institucija za pripremu i provedbu svemirskih projekata u Hrvatskoj. To uključuje snažnu svemirsku industriju za uspješno djelovanje na globalnom tržištu za svemir; mješavinu velikih

poduzeća, srednjih sustava i podsustava dobavljača i manjih dobavljača dijelova i usluga, te uključivanje u red međunarodno istaknutih znanstvenika u disciplinama istraživanja svemira. Investiranje u sveučilišta i ne-akademske institucije omogućuje izuzetne znanstvene doprinose vlastitom razvoju, ali i vodi brigu za obrazovanje i osposobljavanje mladih znanstvenika.

### Europska suradnja i nacionalne aktivnosti

Europska svemirska agencija (ESA) te bilateralni projekti sa zemljama EU i u svijetu, a naročito sa zemljama jugoistočne Europe, su naši glavni partneri za svemir. EU će se pozicionirati u svemirskom sektoru kroz korištenje svemira za vlastitu provedbenu politiku, aktivno zastupati globalnu zastupljenost europskih interesa te kao investitor u određenim primjenama. Učinkovito djelovanje u europskom kontekstu, dakle, može biti realizirano samo na temelju zajedničkih razvojnih programa od strane EU-a, europskih država, ESA i Europske gospodarske svemirske strategije.

U dogovoru s državama članicama EU, Europska komisija i Izvršno tijelo ESA su izradile zajednički dokument o Europskoj svemirskoj strategiji (ESS). Dokument ESS uključuje i naglašava sljedeće ključne točke:

- Stratešku važnost svemira za gospodarski i politički razvoj Europe
- Europsku samostalnost u ključnim strateškim područjima
- Važnost Galileo sustava za pozicioniranje i navigaciju
- Potrebu za održivim javnim angažmanom
- Globalnu konkurentnost europske industrije kao cilj prioriteta industrijske politike
- Učinkovito korištenje europske svemirske infrastrukture, posebno na ISS

### Stanje u Hrvatskoj

Hrvatska nema razvijeni svemirski program premda ima potencijalne mogućnosti voditi ga u početku na jednostavnijim projektima. U nekim područjima moguće je postići brzi razvoj: izgradnja malih satelita, proizvodnja komponenata i podsustava za svemirske transportne sustave (npr. pogonskih grupa za satelite, raketa za sondiranje gornjih slojeva atmosfere, mikro i mini-nosača satelita), implementiranje robotike i senzorne tehnike, SAR tehnologije, istraživanje vremenskih i klimatskih promjena, nadzor mora, obrada podataka o promatranju Zemlje te razvoj i proizvodnja materijala i konstrukcija vrlo otpornih na temperaturu, magnetska polja i svemirsko zračenje.

### Rastuća važnost komercijalizacije svemira i međunarodno okruženje

Sve više i više zemalja u svijetu - a ne samo razvijene zemlje G8 skupine, tzv. tržišta u nastajanju - aktivno podržavaju programe razvoja i korištenja svemirske tehnologije. Gotovo sve zemlje koriste u različitom obimu produkte i usluge nastale kroz svemirski razvoj. Daleko najveće i najraznolikije nacionalne svemirske programe danas provode „stare” svemirske sile SAD i Rusije, međutim novi su „igrači” Kina i Japan. S obzirom na sredstva koja se koriste,

Europa kao cjelina ima preduvjete da postane svemirska „sila“ u svijetu, međutim, postoje razlike u pogledu opsega, tematskog dizajna i dubine tih programa.

## Ciljevi programa

Svemir kao visoka tehnologija je dokaz posebne tehnološke snage jedne zemlje. Svemir omogućava brojne inovacije u industriji i znanosti, jaku stratešku komponentu te djeluje koherentno na međunarodne odnose. Jedna od karakterističnih konstanti hrvatskog svemirskog programa mora biti potraga za međunarodnom suradnjom, posebice u Europi, ali i transatlantskim i globalnim partnerstvom. Ovaj zahtjev -suradnja na izazovnim projektima– ima tehničku svrsishodnost, gospodarske razloge i financijske rezultate. S druge strane takva suradnja ima politički cilj; to je dio europske integracije i partnerstvo sa zemljama izvan EU.

### Opći ciljevi

- Društveni ciljevi: Osigurati materijalni život ljudi je stalni zadatak najvišeg prioriteta. Svemir može i mora imati bitnu ulogu u meteorologiji, praćenju stanja okoliša, praćenju katastrofa, upravljanju resursima, mobilnosti i sigurnosti. Osim toga, svemir može posebno kod mladih ljudi potaknuti stjecanje znanstvenog i tehničkog obrazovanja te odgovarajuće obuke,
- Ekonomski ciljevi: Promicanje istraživanje svemira sve se više usmjerava prema projektima s ekonomskom perspektivom, primjenom i potencijalnom koristi. Dakle, tvrtke koje djeluju u svemirskom sektoru mogu iskoristiti inovacijski potencijal svemira za razvoj proizvoda i pružanje usluga koje konkuriraju na globalnom tržištu. Istovremeno se stvaraju ili osiguravaju kvalitetna radna mjesta. Cilj hrvatskog svemirskog programa je potaknuti taj razvoj i političku podršku, prije svega zato što se u tom području očekuje budući rast svemirskih istraživanja i broja misija.

### Svemir – Fokusiranje na prednosti i potrebe

Svemir je infrastrukturni servis za postizanje društvenih, gospodarskih i znanstvenih ciljeva. Budućim projektima će se dati prioritet ako služe za rješavanje konkretnih problema. Projekti moraju biti ugrađeni u određenom vrijednosnom lancu ili usmjereni na odgovarajuća temeljna znanstvena pitanja. U svakom slučaju, „krajnji korisnik” mora biti identificiran. Korisnici u sustavu jesu

- Vladini odjeli koji koriste usluge svemirskih tehnoloških sistema za svoje zadatke;
- Vlasti i državne službe;
- Istraživačke institucije i sveučilišta;
- Ekonomski, posebno industrijske i uslužne tvrtke.

Hrvatsko gospodarstvo može i mora sudjelovati u razvoju novih tržišta zrakoplovstva i svemira. Cilj hrvatskog svemirskog programa je povećati konkurentnost hrvatskog gospodarstva u globalnim tržištu svemira, a značajno potaknuti javno-privatno partnerstvo. U suradnji s privatnim sektorom, važno je razviti koncept javno-privatnog partnerstva za razvoj i očuvanje komercijalnog tržišta i dosljedno ga primjenjivati.

#### Cilj suradnje odlikuje:

- jasno prepoznatljiva gospodarska perspektiva ne bi bilo izvodljiva bez Vladine obveze;
- usklađivanje interesa partnera;
- usklađivanje provedbe projekta do željenih poslovnih ciljeva;
- kontrola odgovornosti za upravljanje, uzimajući u obzir komercijalne uvjete u dogovorenoj raspodjeli rizika i financijskih obveza partnera;
- kontinuirani pregled i povratna informacija o trenutnim tržišnim uvjetima s obzirom na očekivani povrat sredstava korištenih prvenstveno od industrijskih partnera;
- ugovorno reguliranje sudionika.

## Svemir i Europa - udruživanje snaga

Poboljšana europska suradnja u svemiru dio je političkog razvoja Europe i potrebna je za suradnju u globalnoj konkurenciji. Stoga zajedničke europske svemirske aktivnosti ostaju središnji element hrvatskog razvoja svemirskog programa. Kroz uspješne zajedničke projekte Europa je postala jedan od vodećih aero-svemirskih igrača. U posljednjih nekoliko godina, međutim, uvjeti su se promijenili radikalno kroz globalnu konkurenciju i komercijalizaciju.

#### Osnovne karakteristike Europske svemirske strategije:

- veća koordinacija i integracija svih europskih svemirskih programa,
- restrukturiranje suradnje između ključnih aktera kao što su EU, ESA i državnih agencija,
- jačanje i restrukturiranje postojeće evropske mreže javnih centara (npr. EU Agency for Space [EUAS], koja bi bila formirana iz postojećih GMES i GNSS agencija uključujući i proširivanje njihovih aktivnosti)
- orijentacija programa u smjeru tržišta i potreba korisnika, najbolje osigurati putem javno-privatnog partnerstva,
- daljnje povećanje učinkovitosti,
- daljnji razvoj industrijske politike, koji istovremeno jača unutar europskog natjecanja i sektora malih i srednjih poduzeća (SME) i dobavljača,
- u potpunosti iskoristiti prostor za provedbu politike Unije kroz zajedničke projekte u Europi (npr. EGNOS, GALILEO, COPERNICUS i SST)

## EU i ESA

- Znanost i sudjelovanje u svemirskim programima čine jezgru hrvatske aktivnosti u ESA. Svemirska istraživanja, znanstveno promatranje Zemlje i temeljna istraživanja u svemirskim uvjetima trebaju biti jezgra programa znanosti.
- Izvršenje aplikacijskih programa pod okriljem ESA moraju se temeljiti na principima definiranim u EU-ESA Okvirnog sporazuma (2004.) i ESA Konvencije (2002.).
- U okviru programa EU, opseg djelovanja za praksi i tržištu orijentirane projekte mora biti izrađen s ciljem jačanja europskog svemirskog sektora.

Cilj je povezati ESA organizaciju s EU da na taj način ona može djelovati u ime EU-a.

## Europska svemirska agencija (ESA)

Proces industrijskog razvoja ESA mora se provoditi u okviru tekuće političke integracije u Europi. To vodi do strateškog opredjeljenja o podjeli rada u smislu stvaranja centara kompetencije. Relevantni aspekti su:

- Bliža strateška koordinacija između nacionalnih svemirskih agencija kao i postizanje industrijske koncentracije u kratkom roku. Kao prikladno sredstvo za tu svrhu je osnivanje foruma zrakoplovno-svemirskog sektora koji bi trebao početi s ocjenjivanjima, harmonizacijom i integracijom sektorskih programa, tehnološkog razvoja i strategija.
- U srednjoročnom razdoblju se preporučuje izrada mreže javno financiranih europskih centara izvrsnosti.
- Hrvatski centri stručnosti su komplementarni element u odabranim područjima kompetencije.

## Industrijska koncentracija u Europi

U skladu s hrvatskim lokalnim interesima industrijska koncentracija u Europi bit će podržana s ciljem jačanja globalne konkurentnosti. S obzirom na industrijske koncentracijske procese mora se osigurati da oni budu konkurentni s tržišnim mehanizmima rada. Stoga je potrebno:

- dobiti specijaliziranu podružnicu europskih zrakoplovnih tvrtki u Hrvatskoj na dokazanim temeljima kompetencije,
- promicati atraktivne specijalizirane segmente tržišta, kako bi se osigurala suradnja i konkurentnost tih poduzeća s glavnim globalnim tvrtkama kao temelj za daljnji razvoj dobavljača te malih i srednjih poduzeća, uključujući i specijalizaciju raspona proizvoda i zanimanja,
- osigurati sudjelovanje dobavljača malih i srednjih poduzeća u natjecajima za rad na projektima za izradu komponenata, raznih podsustava i uređaja;
- izraditi ciljeve industrijske politike, promotivne mjere s posebnim naglaskom na podršci malim i srednjim poduzećima,

- dosljedno primijeniti model javno-privatnog partnerstva u skladu s poslovnim mogućnostima u Europi.

## Globalna svemirska aktivnost - suradnja i natjecanje

Cilj hrvatskog svemirskog programa je poticanje znanstvenog, tehnološkog, industrijskog i ekonomskog izazova, koji stvara vezivanje snaga u Europi, ali i umrežavanje u izvaneuropsku suradnju. U nekomercijalnim svemirskim segmentima će se nastaviti kako bi se postigli ciljevi u dugoročnim i pouzdanim partnerstvima. Treba osigurati da hrvatski doprinosi budu prepoznatljivi elementi misija u budućoj europskoj suradnji.

U sve konkurentnijem globalnom komercijalnom tržištu u zrakoplovstvu, a u posljednje vrijeme i u svemirskom tehnološkom okruženju Hrvatska mora biti ozbiljan konkurent. Ovaj cilj zahtijeva

- koncentraciju na obećavajuće strateški i ekonomski važne poslove s jakim položajem u hrvatskom gospodarstvu;
- formiranje strateških saveza na državnoj i industrijskoj razini.

### Više svemirskih aktivnosti povećanjem učinkovitosti

Na sastanku visokih predstavnika EU i Direktorata ESA održanom u Bruxellesu 26.10.2016. donesena je Zajednička izjava o zajedničkim vizijama i ciljevima za budućnost Evrope u svemiru. U budućnosti oko 2030 godine, Europa bi trebala biti u stanju u potpunosti koristiti svemirska tehnološka rješenja za provedbu svojih strategija, za jačanje europskih vrijednosti i sigurnosti, poboljšanje nivoa znanja i unaprjeđenja prosperiteta. Svaki europski građanin trebao bi imati koristi od europskih svemirskih kapaciteta i mogućnosti. Tako se predviđa:

- Maksimiziranje integracije svemirskih aktivnosti u Europsko društvo i gospodarstvo, povećanjem uporabe svemirskih tehnologija i aplikacija za potporu javnim politikama, pružajući učinkovita rješenja za velike društvene izazove s kojima se suočavaju Europa i svijet, jačanje sinergija između civilnih i sigurnosnih aktivnosti na području plovidbe, komunikacije i promatranja, uključujući praćenje granica, zemljišnih i pomorskih sigurnosnih uvjeta;
- unaprijediti globalnu konkurentnost evropskog svemirskog sektora, podupiranjem istraživanja, inovacija, poduzetništva za rast i otvaranje radnih mjesta u svim državama članicama, te povećanje udjela na globalnom tržištu;
- osigurati europsku autonomiju u pristupu i korištenju svemira u osiguranoj i zaštićenoj okolini, a posebno konsolidirati i štititi svoje infrastrukture, između ostalog i protiv kibernetičkih prijetnji.

Ovi ciljevi trebali bi biti podupirani čvrstim temeljima izvrsnosti u znanosti, tehnologiji i aplikacijama, izraženi kroz okruženje izvanrednog obrazovanja i vještina, temeljenih na bazama znanja.

Novi projekti moraju biti implementirani u okviru važećeg srednjoročnog financijskog plana. Glavni cilj je, koristiti raspoložive resurse štedljivo i učinkovito. To bi se trebalo uspostaviti provođenjem sljedećih mjera:

- Racionalizacije rada stvaranjem europske mreže javnih svemirskih centara;
- programske koncentracije i integracije europskih i nacionalnih aktivnosti;
- programsko ojačano oblikovanje i financijska odgovornost korisnika i operatora svemirskih projekata (JPP);
- jačanje konkurencije u svim fazama istraživanja, razvoja i inovacija osobito prema dobavljačima;
- strogo planiranje proračuna projekata;

## Programski ciljevi

Sljedeći su ciljevi odabrani između prethodno prikazanih općih ciljeva i strateških linija izvedenih iz više programa. Osam specijaliziranih programa jesu:

- telekomunikacije
- navigacija
- promatranje zemlje
- znanost i istraživanje svemira
- istraživanje pod uvjetima svemira
- svemirski transport
- svemirske postaje
- tehnologija za svemirske sustave

Važnost i perspektiva, kao i operativni ciljevi i prekretnice navedeni su u detalje:

- U telekomunikaciji fokus je na širokopojasne multimedijske aplikacije. Ovdje su kao primjer dati EU satelitski projekti ARTES (Advanced Research in Telecommunications Systems) i ELECTRA u prvom planu, gdje se kritične tehnologije i komponente moraju razviti s ciljem da se omogući hrvatskoj industriji ulazak na tržište, kako bi osigurala svoju globalnu konkurentnost i osigurala hrvatski udio na svjetskom tržištu komponenti.
- U navigaciji uspostaviti i iskorištavati civilni europski sustav za satelitsku navigaciju Galileo. Do važnijeg hrvatskog sudjelovanja u ovom programu odgovarajući udio na brzorastućem, unosnom tržištu usluga navigacije, mora se potpomognuti od hrvatske i europske industrije.
- Znanstveno promatranje Zemlje za rješavanje temeljnih znanstvenih pitanja koja su važna za očuvanje naših prirodnih resursa je od velike važnosti. Mehanizmi i dinamika stanjivanja stratosferskog ozonskog sloja i antropogenih utjecaja na globalno atmosfersko zagrijavanje, onečišćenje Jadrana te nadzor rasta usjeva neki su od mogućih programa. Osim toga treba profesionalno i kontinuirano poticati razvoj



novih operativnih aplikacija promatranja Zemlje, osobito za meteorologiju, istraživanje okoliša i praćenje.

Primjena je ciljano orijentirana za korištenje državnih potreba a nositelji jesu EU svemirski programi i satelitski sustavi MSG i MTG (Meteosat Third Generation), EGNOS, GALILEO, COPERNICUS, SST i GovSatCom (EU satelitski program u pripremi) za meteorologiju i oceanografiju, kontinuirano praćenje stanja okoliša i saobraćaja (pomorskog, kopnenog i zračnog), sigurnosti i obrane. Drugo, radi se o razvoju operativnih i komercijalnih aplikacija za nova tržišta podatkovnih usluga u privatnom kontekstu, npr. mapiranje poljoprivrede i šumarstva, preciznost poljoprivrede, mineralna istraživanja, upravljanje zemljišnim i morskim resursima (npr. vode, nafte, ribe i drugih plodova mora, jezera i rijeka) i praćenje katastrofa. Na području komercijalnih angažmana visoki je prioritet republike Hrvatske je u realizaciji koncepta mini- i mikro-satelita koji bi se razvijali samostalno i u suradnji s europskim partnerima, te imali za cilj integrirati nacionalne industrije u obliku javno-privatnog partnerstva i doprinijeti bržem razvoju i uvođenju u primjenu novih tehnologija i tehnoloških sustava. Od posebnog interesa je korištenje podataka sa satelita iz serije *Sentinel* koji se lansiraju u okviru EU programa COPERNICUS. Ti sateliti, opremljeni radarskim sistemima (Sentinel 1A i 1B), omogućuju dnevna i noćna promatranja kopna i mora pri svim vremenskim uslovima; višespektralno promatranje vegetacije na kopnu i u priobalnom pojasu, kao i raspodjele temperatura na površini istih (Sentinel 2-3); detekciju štetnih plinova i aerosola koji utiču na kvalitetu atmosfere i klimatske promjene (Sentinel 4-5, MTG-second and third generation), te za oceanografska istraživanja vezana za klimatske promjene (Sentinel 6 opremljen radar-vidinomjerom za praćenje promjene nivoa mora, rijeka i jezera u slučaju poplava i drugih prirodnih katastrofa).

- znanstvene spoznaje o svemiru i njegovim objektima. Značajnu korist za spoznaju o našem položaju u svemiru i geološkom porijeklu Zemlje, kao i ostalih planeta sunčevog sistema imaju ESA planetarne i deep space misije kao na primjer: Merkur misija BEPI-COLOMBO (2018), SOLAR ORBITER (start 2020), Jupiter misija JUICE (start 2022), CHEOPS (start 2018), PLATO (2024), ATHENA (start 2028) i druge. Takve misije vježbaju ekstremne tehničke zahtjeve na sustavima stimulirajući tehnološki napredak - s velikim potencijalom za korištenje tehnologije u drugim područjima. Hrvatska se može uključiti u planiranje i realizaciju narednih misija koje se predviđaju nakon 2024 godine, dok za gore spomenute misije, koje se nalaze u fazi ostvarenja, može sudjelovati u analizi i vrednovanju naučnih rezultata nakon što isti budu prikupljeni.
- Istraživanje svemira ima za cilj bolje razumijevanje podrijetla, strukture i evolucije svemira, te uvjetima njegovog nastanka kao i procjeni opstanka i razvoja u budućnosti. Opservatoriji u Zemljinoj orbiti omogućuju promatranje svemira i njegovih objekata u svim područjima elektromagnetskog spektra bez opstrukcije zbog Zemljine atmosfere. Sonde koje lete između nebeskih tijela omogućuju mjerenja na licu mjesta slijetanjem

na planete i komete. Hrvatska može ostvariti veliki uspjeh u razvoju astrofizike, planetologije i srodnih znanstvenih oblasti korištenjem podataka i slika koji će se dobiti prijenosom sa James Webb svemirskog teleskopa i specijaliziranih sonde za istraživanje dubokog svemira. Webb Teleskop je zajednički projekt ESA, NASA i Canadian Space Agency i bit će opremljen najvećim zrcalom ikada lansiranim u svemir. Njegovo lansiranje se očekuje 2021. godine. Hrvatska će imati kao budući član ESA mogućnost pristupa snimkama i podacima spomenutih sonde.

Budući istraživački prioriteti u astronomiji će biti pitanja vezana za evoluciju zvijezda, galaktika i čitavog svemira. U tu se svrhu koriste opservatoriji koji mjere u različitim područjima spektra (višefrekventna fokusirana astronomija u infracrvenom i rendgenskom/gama području). U Sunčevom sustavu je istraživanje Marsa je od posebnog interesa za „komparativnu planetologiju” za razumjeti razvoj planeta nalik Zemlji pa tako i same Zemlje. Sunce će i dalje biti u fokusu istraživanja. Potraga za ekstrasolarnim planetima gdje postoji život će biti nastavljena.

- Istraživanje u svemirskim uvjetima. Eksperimenti u uvjetima mikrogravitacije i svemirskog zračenja od velike su važnosti za ispitivanje bio-materijala i tehnoloških materijala. U tu svrhu, osim korištenja bespilotnih suborbitalnih i orbitalnih letjelica, od važnosti je Međunarodna svemirska stanica kao „laboratorij u svemiru”, koja stoji na raspolaganju. U prirodnim znanostima je u centru važnosti bolje razumijevanje funkcija organa i organskih sustava ljudskog tijela i njegova holistička suradnja u prilagodbi na mikrogravitaciju. Od važnosti je to i za dijagnostiku i terapiju u kliničkoj praksi (npr. u telemedicini). U istraživanju materijala su studije o detaljima solidifikacijskih procesa, kao osnovnog mehanizma izgaranja. Cilj je da se na taj način ubrzati razvoj inovativnih materijala za optimiziranje proizvodnih procesa na Zemlji i tehničke procese izgaranja i učiniti ih više ekološki prijateljskim
- Svemirski transport je u sadašnjosti u okviru ESA misija ograničen na transport bez ljudske posade. Među članicama trenutno ESA ne postoji suglasnost o planovima za letove u orbiti Zemlje ili prema bliskim nebeskim objektima (Mjesec, Mars) vlastitim svemirskim letjelicama sa ljudskom posadom. Zbog toga se za misije do internacionalne orbitalne stanice (ISS) koriste usluge SAD i Rusije i njihovih raketa nosača. Imajući u vidu visoke troškove i rizike ovakvih misija Hrvatska će se ograničiti na misije manjeg obima bez ljudske posade, koje će služiti: unaprjeđenju znanosti i tehnologije, bržem razvoju gospodarstva (posebno u oblasti visoke tehnologije), zaštiti od elementarnih nepogoda i katastrofa, kao i osiguranju sigurnosti građanstva u slučaju kriznih situacija. U tu svrhu će se stimulirati raznim upravnim i gospodarskim mjerama razvoj novih sustava propulzije (hibridnih, elektromagnetnih i drugih), upravljanja, navođenja i promatranja i sl.
- Razvoj novih tehnologija za svemirske sustave. S obzirom da se čitav svijet nalazi u intenzivnom procesu transformacije, izazvanog između ostalog pojavom novih tehnologija u oblasti umjetne inteligencije i robotike, brzih digitalnih komunikacija,

biotehnologije, fizike čvrstih stanja, hibridne i elektromagnetske propulzije, nanomaterijala i drugih tehnologija, potrebno je rješenja proizašla iz tih tehnologija implementirati i u svemirske sustave. Time bi se smanjio rizik i troškovi provedbe svemirskih istraživanja. U cilju potpore ovim zadacima potrebno je u Hrvatskoj provesti upravne i gospodarske mjere, koje će stimulirati osnivanje i razvoj malih i srednjih poduzeća angažiranih u oblasti visokih tehnologija s potencijalnom primjenom u svemiru.

*S. Bosanac*

Prof. dr. sc. Slobodan Bosanac  
predsjednik  
Jadranska aero-svemirska asocijacija



U Zagrebu, 14.12.2018