

## **“ISKUSTVA U ORGANIZIRANJU SUVREMENOG OBRAZOVANJA: POSLIJEDIPLOMSKI STUDIJ VOĐENJE I UPRAVLJANJE POKRETNIM OBJEKTIMA 1994.-1999.”**

**Robert Fabac**

### **UVOD**

Moderna društva svoj napredak i blagostanje zahvaljuju u značajnoj mjeri promicanju znanja i afirmaciji visokih tehnologija. Sustav visokog obrazovanja ima pri tome posebnu važnost jer treba biti fleksibilan i odgovarati na potrebe aktualnog gospodarstva, državne uprave, pa i obrambenog sustava zemlje. Primjer poslijediplomskih studija Vođenje i upravljanje pokretnim objektima (PDS VUPO) o kojemu ovdje pišemo, iako nije posve recentan, još uvijek je aktualan i poučan s obzirom na hrvatsku praksu. PDS VUPO pokušao je ukazati na model u modernom obrazovanju: projektno orijentiranom, interdisciplinarnom, praktičnom i primjenjivom. Navedene karakteristike osobito su značajne u vremenu kada Republika Hrvatska hvata priključak s razvijenim zemljama te nastoji biti konkurentna i svojim ljudskim resursima i potencijalima, a koji su preduvjet samoodrživog razvoja i ostvarenja nacionalnih interesa.

Više je ključnih motiva zbog kojih se 1994. pristupilo pokretanju ovog studija. Primarni cilj odnosio se na širenje poznatih i stjecanje novih znanja kod složenih tehničkih sustava, u Republici Hrvatskoj. Zbog strukturne podjele tehničkih oblasti, tražena cjelokupnost mogla je biti ostvarena jedino putem interdisciplinarnog studija. Odmah je bilo jasno da bilo koji od postojećih poslijediplomskih studija na Sveučilištu u Zagrebu, a tu se prvenstveno misli na FSB i FER, teško mogu zadovoljiti postavljene ciljeve poslijediplomskog školovanja istraživača na složenim tehničkim sustavima za potrebe obrane. Tadašnji odnosi na Sveučilištu, a u ovom slučaju radi se o odnosima između fakulteta s tehničkim programima, nažalost nisu mogli omogućiti ni školovanje vezano za složene sustave civilne primjene (mehatronički i robotski sustavi).

---

Natporučnik mr.sc. Robert Fabac djelatnik je Ministarstva obrane RH. Zaposlen je u Institutu za obrambene studije, istraživanje i razvoj (IOStIR) na radnom mjestu voditelja projekta.  
e-mail adresa: [robert.fabac@morh.hr](mailto:robert.fabac@morh.hr)

Sve navedeno utjecalo je na to da se PDS "Vođenje i upravljanje pokretnim objektima" pokuša podići na razinu sveučilišnog studija a uz potporu ključnih fakulteta: Prirodoslovno-matematičkog (PMF), Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) i Fakulteta strojarstva i brodogradnje (FSB). Multidimenzionalnost ciljeva pri pokretanju PDS VUPO, mogla bi se sažeti ovako:

- a) interdisciplinarnim pristupom, kao modelom edukacije osobito prisutnim u zapadnoeuropskim zemljama i Americi, stvoriti jednu ili više skupina stručnjaka osposobljenih za rad na projektiranju, realizaciji, modifikaciji i razvoju složenih tehničkih sustava;
- b) prenijeti na mlade istraživače neka specifična znanja čiji su malobrojni nositelji u RH, u fazi završavanja svoje znanstvene i nastavničke karijere;
- c) oživjeti određena specifična područja koja su zbog položaja Hrvatske u bivšoj Jugoslaviji zanemarena u istraživanjima na našem prostoru.

Grupa ljudi koja je pokrenula projekt poslijediplomskog studija "Vođenje i upravljanje pokretnim objektima" imala je sistemska znanja iz područja složenih oružanih sustava, prvenstveno sustava vođenja i upravljanja aviona i raketa. Ta sistemska znanja stvorena su dugogodišnjim zajedničkim radom stručnjaka iz područja strojarstva (aerodinamika, mehanika leta, konstrukcija i pogon letjelica), automatskog upravljanja (automatsko upravljanje, upravljanje i vođenje letjelica, digitalno upravljanje, simulacije i upravljanje u stvarnom vremenu), i elektrotehnike (digitalna obrada signala i slike, identifikacija procesa, senzori, slijedni sustavi, implementacija algoritama na suvremenim procesorima signala). Nadalje, ti ljudi bili su svjesni i da prava sistemska znanja zahtijevaju čvrste matematičke temelje (matematičke metode i analiza dinamičkih sustava, slučajni procesi i numerička analiza, linearna algebra itd.).

## **FAZA PRIPREME I POKRETANJA STUDIJA**

Učestale inicijative za pokretanje idejnog prijedloga poslijediplomskog studija, nakon određenog vremena počele su donositi rezultate. Kao prvi konkretniji korak, između Ministarstva obrane RH, odnosno tadašnjeg Vojno-tehničkog savjeta (VTS-a), i Sveučilišta u Zagrebu potpisan je ugovor o izradi Projekta poslijediplomskog studija VUPO. Razrada idejne podloge unutar projekta PDS VUPO bila je povjerena posebnoj komisiji.

Odmah u početku zacrtana je i ideja poslijediplomskog studija projektnog tipa, gdje bi rad mladih znanstvenika bio jasno i čvrsto povezan uz određene znanstveno-istraživačke projekte primjenjivog karaktera. Time se osigurava koordiniranje pojedinačnih istraživanja i dobitak kako za pojedince, tako i za projekte.

Projektu PDS VUPO, prema postavljenoj zamisli, prišlo se sustavno, te su pri operacionalizaciji zadaća formirane četiri potkomisije za četiri ključna posla:

- izrada nastavnog plana i programa

- izrada modela organizacije PDS-a
- definiranje troškova i financiranje PDS-a
- utvrđivanje potreba i korisnika PDS-a.

U veljači 1994. komisija je završila sa zacrtanim aktivnostima i sagledala sve elemente od značaja za uspješnu organizaciju studija. Kako su se u to vrijeme, paralelno na FSB, FPZ Zagreb i ZNS Zadar, prvi put u Hrvatskoj uvodili kolegiji poput Aerodinamike, Mehanike leta, Mlaznih motora, Konstrukcije letjelica, itd., tako je i PDS VUPO, nadograđujući se na to, pokrivao jedan skup znanstveno-nastavnih područja dotada neprepoznatih u našoj zemlji. Temeljni kolegiji predviđeni nastavnim planom PDS VUPO bili su iz područja:

- matematičkih metoda analize sustava
- slučajnih procesa i numeričke analize
- teorije automatskog upravljanja
- arhitekture mikroprocesora
- više dinamike te dinamike fluida i plinova
- aerodinamike i mehanike leta
- upravljanja letom i pogona letjelicama
- identifikacije procesa i eksperimentalnih metoda
- digitalne obrade signala i slike
- senzora i slijednih sustava
- simulacije i upravljanja u stvarnom vremenu
- radarskih i opto-elektroničkih sustava.

Prema očekivanjima, po završetku studija polaznici su trebali usvojiti dovoljno znanja da rade na znanstvenim projektima, razvoju, koncipiranju, projektiranju, realiziranju sklopova i sustava upravljanja pokretnim objektima. Oni bi na temelju stečenog znanja bili osposobljeni raditi na proizvodnji i održavanju sklopova i sustava. Kao skupine potencijalnih korisnika kojima trebaju djelatnici profila završenih polaznika PDS VUPO, prepoznati su tada:

- Ministarstvo obrane i oružane snage RH
- nastavne ustanove – fakulteti
- istraživačko razvojni instituti
- Ministarstvo unutrašnjih poslova
- Zrakoplovno tehnički zavod
- gospodarske organizacije (“Končar”, “Tesla”, “Đuro Đaković”)
- razne civilne ustanove, državne i gospodarstvene institucije vezane za zrakoplovstvo, pomorstvo, hidro-meteorologiju (“Croatia Airlines”, Ministarstvo prometa i veza, Državni hidro-meteorološki zavod).

Također, još prije pokretanja studija definirano je više od dvadesetak tema magistarskih radova tako da pomažu u rješavanju konkretnih problema u pojedinim tekućim i budućim znanstveno-istraživačkim projektima.

Nastavni plan i program studija, poslije njegovog definiranja, usvojen je od znanstveno nastavnih vijeća na FER-u, FSB-u, PMF-u (Matematički i Fizikalni odjel) te na Senatu Sveučilišta. Svoje odobravanje izrazili su (proljeće 1994.) na temelju zasjedanja znanstveno-nastavnih vijeća tadašnji voditelji: dekan Fakulteta prometnih znanosti (prof. dr. sc. J. Božičević), dekan Matematičkog odjela PMF-a (prof. dr. sc. H. Kraljević), dekan Fakulteta strojarstva i brodogradnje (akademik S. Jecić), fakultetsko vijeće FER-a (tadašnji ETF) (prodekan za znanost prof. dr. sc. S. Tonković), rektor Sveučilišta, prof. dr. sc. Marijan Šunjić. Od strane Ministarstva obrane, među ostalim je pozitivno mišljenje dao i tadašnji zapovjednik HRZ i PZO (general pukovnik Imra Agotić).

Na koncu, odlukom Senata Sveučilišta u Zagrebu (srpanj 1994.), uveden je novi poslijediplomski studij Vođenje i upravljanje pokretnim objektima na Sveučilištu u Zagrebu. Zadaću da ga zajedno izvode dobila su četiri zagrebačka fakulteta: FSB, PMF, FER i FPZ.

U stručni kolegij poslijediplomskog studija, imenovani su prof. dr. sc. Krešimir Čosić (voditelj), dr. sc. Slobodan Janković, akademik Slaven Barišić, akademik Stjepan Jecić, prof. dr. sc. Hrvoje Babić, prof. dr. sc. Mladen Alić. U radu kolegija, po funkciji, sudjelovala je i prorektorica za znanstveni rad prof. dr. sc. Jasna Helena Mencer. Sjednicama stručnog kolegija prisustvovao je i rektor prof. dr. sc. Marijan Šunjić.

Ministarstvo obrane odlučilo je poduprijeti natječaj kandidata za studij, kao i sam studij, zbog stvaranja i izgradnje znanstvene i tehnološke infrastrukture sustava obrane RH. Kao direktno zainteresirana strana, Ministarstvo obrane potpisalo je sporazum sa Sveučilištem u Zagrebu (travanj 1995.). Tim sporazumom regulirana su međusobna prava i obaveze između MORH-a i Sveučilišta oko organiziranja i izvođenja nastave PDS VUPO, počevši s prvim ljetnim semestrom u školskoj godini 1994./95.

Prema člancima ugovora, studij je trebalo pohađati 50-ak studenata, znanstvenih novaka. MORH je bio spreman potpisati i posebne pojedinačne ugovore s polaznicima o potpori i sudjelovanju na znanstveno-istraživačkom projektu. Predviđeno je i uključivanje znanstvenih novaka u projekte MORH-a. Tada je dogovoreno i opremanje posebnih laboratorija, čime bi se omogućio odgovarajući rad znanstvenih novaka. Laboratorijsku infrastrukturu osigurao je Vojno-tehnički savjet MORH-a.

## ORGANIZACIJA STUDIJA I NASTAVE

Natječaj za upis studenata na redovni poslijediplomski studij raspisan je prvi put krajem 1994., ali je ponovljen s ciljem okupljanja kvalitetnijih polaznika. Zbog boljeg odaziva kandidata, napravljena je te u veljači 1995. emitirana, televizijska promidžbena dokumentarna emisija "Vođenje i upravljanje pokretnim objektima".

Na natječaj se naposljetku ukupno prijavilo više od osamdeset kandidata iz svih hrvatskih regija i većih gradova, a izabrani su najbolji prema prosjeku ocjena ostvarenom na dodiplomskom studiju. Riječ je o inženjerima s Elektrotehničkih fakulteta, Prirodoslovno matematičkog i Fakulteta strojarstva i brodogradnje. Poslije selekcije, u ožujku 1995., načinjena je lista od najboljih 39 studenata s pravom upisa na poslijediplomski studij.

Školarina i potpora za najveći dio polaznika išla je iz izvora Ministarstva obrane RH. Naime, iako je na početku zamišljeno da dio studenata sam sudjeluje u svojem financiranju ili da to čine subjekti iz gospodarstva, u praksi se to nije moglo realizirati. Svaki od polaznika potpisao je Ugovor o potpori i sudjelovanju na znanstveno-istraživačkom projektu s Ministarstvom obrane RH i sa zagrebačkim Sveučilištem. Prema tom ugovoru, znanstveni novaci zasnovali su radni odnos kod Sveučilišta u Zagrebu.

Svečano obilježavanje početka PDS-a bilo je 19. travnja 1995. u prostorijama zagrebačkog Sveučilišta, a sama nastava počela je nešto ranije, 3. travnja 1995.

Zajednički dio nastavnog plana i programa Studija (prvi i drugi semestar) obuhvatio je sljedeće kolegije: Matematičke metode u analizi sustava, Slučajni procesi, Numerička analiza, Metode znanstveno-istraživačkog rada; Teorija automatskog upravljanja, Arhitektura mikroprocesora, Viša dinamika, Dinamika fluida. Temeljna su usmjerenja studija, unutar kojih su po završetku prve godine studija polaznici pronašli svoje interese<sup>1</sup>:

- a) modeli objekata upravljanja
- b) vođenje i upravljanje
- c) sklopovlje i implementacija.

Nastavnici poslijediplomskog studija VUPO bili su: prof. dr. sc. Davor Butković (FER), prof. dr. sc. Branko Bajić (BI), prof. dr. sc. Vjeran Hari (PMF), prof. dr. sc. Nikola Šakić (FSB), prof. dr. sc. Zoran Vukić (FER), prof. dr. sc. Slobodan Ribarić (FER), akademik Stjepan Jecić (FSB), akademik Slaven Barišić (PMF), prof. dr. sc. Ivo Batistić (IF), prof. dr. sc. Zvonimir Tutek (PMF), prof. dr. sc. Zdravko Doliner (FSB), prof. dr. sc. Zdravko Virag (FSB), prof. dr. sc. Petar Kesić (FPZ), prof. dr. sc. Slobodan Janković, prof. dr. sc. Branimir Matijašević (FSB), prof. dr. sc. Ernest Bazijanac (FPZ), prof. dr. sc. Nedžad Limić (PMF), prof. dr. sc. Todor Kostić (BI), prof. dr. sc. Nedeljko Perić (FER), prof. dr. sc. Mladen Alić (PMF), dr. sc. Miroslav Slamić (BI), prof. dr. sc. Hrvoje Babić (FER), prof. dr. sc. Stjepan Lugomer (IRB), prof. dr. sc. Vladimir Pašagić (BI), prof. dr. sc. Dubravko Risović (IRB), prof. dr. sc. Ante Šantić (FER), prof. dr. sc. Stanko Tonković (FER), prof. dr. sc. Sven Lončarić (FER), prof. dr. sc. Ervin Zentner (FER), prof. dr. sc. Milan Bajić (GS), prof. dr. sc. Antun Peršin (IRB), prof. dr. sc. Krešimir Ćosić, prof. dr. sc. Branko Jeren, prof. dr. sc. Leo Budin (FER).

<sup>1</sup> Knjižica Poslijediplomski studij "Vođenje i upravljanje pokretnim objektima", Vojno tehnički savjet MORH, Elektrotehnički fakultet, Prirodoslovno matematički fakultet, Fakultet strojarstva i brodogradnje; Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1994.

U organizaciji nastave pružanjem temeljnih infrastrukturnih uvjeta, sudjelovala su u punoj mjeri tri fakulteta: FER Zagreb, PMF Zagreb i FSB Zagreb. Potporu studiju kroz infrastrukturu i organizacijski kadar osobito je pružao Vojno-tehnički savjet Ministarstva obrane. Od početka intenzivno se radilo i na opremanju jednog posebnog laboratorija za PDS VUPO. Tako je donijeta i odluka o ustrojavanju zajedničkih specijaliziranih laboratorija MORH-a i Sveučilišta u Zagrebu (lipanj 1995.). Za tu svrhu iskorišteni su prostori unutar zgrada Hrvatskog vojnog učilišta "Petar Zrinski" u Zagrebu. Postupno je nabavljena i odgovarajuća računalna, nastavna i istraživačka oprema.

## ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI PROJEKTI

Moderan pristup organizaciji studija očitovao se u nastojanju da se magistarski radovi i istraživanja polaznika vežu uz konkretne znanstveno-istraživačke i razvojne projekte Ministarstva obrane i hrvatskog gospodarstva. Stoga je znatan dio magistarskih i drugih nastalih radova polaznika PDS VUPO i praktično primjenjiv. Teme magistarskih radova redovito su, vremenom, ažurirane, u skladu s prioritetima. Uz prijedloge novih tema nerijetko su se mijenjali i voditelji. Glavni projekti na kojima su znanstveni novaci radili te su na osnovu toga napisali i svoje magistarske radove, jesu sljedeći:

- a) Digitalni lanser protuoklopnih vođenih raketa
- b) Prijetvornici i mjerila kutnih pomaka (žiroskopi)
- c) Slijedni sustavi s elastičnim prijenosom, trenjem i zračnošću
- d) Mjerenje momenata tromosti letjelica
- e) Razvoj turbomlaznog motora
- f) Računalne simulacije borbenih djelovanja.
- g) Strateško planiranje i Sustav planiranja, programiranja i izrade proračuna.

Ponajviše zbog projekta "Digitalni lanser protuoklopnih vođenih raketa" koncipiran je i oformljen "Laboratorij vođenja i upravljanja". Poučeni iskustvima najrazvijenijih zemalja svijeta u razvoju vođenih raketnih sustava, naši istraživači su kao osnovni infrastrukturni uređaj u laboratoriju razvili tzv. Simulator sa sklopovljem u petlji (engl. *Hardware-In-The-Loop* (HIL) simulator, slika 1.) protuoklopnog vođenog raketnog sustava.

HIL simulator je u potpunosti razvijen domaćim znanjem, čime se može pohvaliti mali broj zemalja u svijetu. HIL simulator predstavlja simulator protuoklopnog sustava vođenja u stvarnom vremenu, a po strukturi je sačinjen od elektrooptičkog senzora i sklopova sustava vođenja te računalnog dijela na kojem se u stvarnom vremenu simulira matematički model protuoklopne rakete.

Moguće je ostvariti različite razine simulacije, od potpune simulacije cijelog sustava vođenja do simulacije leta rakete na temelju dinamičkog modela sa šest stup-

njeva slobode gibanja (tzv. "6DOF") uz kompletan postojeći hardver. "6DOF" leta rakete simulira se u svakoj varijanti HIL simulacije, jer je jedino tako moguće zatvoriti petlju vođenja u laboratorijskim uvjetima. U našem slučaju postoji šest različitih inačica HIL simulacija.

Da bi se razvio HIL simulator, potrebna su sljedeća interdisciplinarna znanja iz oblasti: Teorija sustava, Teorija automatskog upravljanja, Linearna algebra, Matematičke metode u analizi sustava, Aerodinamika, Mehanika leta, Vođenje i upravljanje pokretnim objektima, Raketni pogon, Identifikacija strukture i parametara dinamičkih sustava, Digitalna obrada signala, Digitalno upravljanje, Simulacije i upravljanje u stvarnom vremenu, Analiza i sinteza elektrooptičkih sustava, Implementacija algoritama vođenja i upravljanja u C- jeziku i "assembleru".

HIL simulator je vrlo koristan jer smanjuje potrebu za velikim brojem ispaljivanja raketa na poligonu u procesu razvoja digitalnog sustava vođenja. Manji broj ispaljivanja potreban je zbog verifikacije implementiranih matematičkih modela na HIL simulatoru (prvenstveno 6DOF modela rakete). Sva dalja testiranja mogu se obavljati u laboratoriju.

U proteklom razdoblju rada "Laboratorija vođenja i upravljanja", s uključivanjem polaznika PDS VUPO, razvijena je trenažna i mjerno-dijagnostička oprema za protuoklopne vođene raketne sustave (slika 2.). Ta je oprema postala dio ukupne opreme Laboratorija, a operativno se koristi i u HV. Kao jedno moguće rješenje protiv infracrvenog (IC) ometanja petlje vođenja jedne klase protuoklopnih vođenih raketnih sustava druge generacije, u suradnji s FER-om Zagreb razvijeni su indikator IC ometanja i pult za ručno vođenje (slika 3.). Interesantno je napomenuti da je američka tvrtka *Raytheon*, vodeća svjetska kompanija za proizvodnju vođenih raketnih sustava, u svojoj enciklopediji za 1999. godinu ovo postignuće uočila i navela kao značajno poboljšanje samog sustava.

Jedna manja grupa znanstvenih novaka radila je na problemima razvoja i eksperimentalne kompenzacije učinaka elastičnosti, trenja i zračnosti u prijenosnim mehanizmima slijednih sustava na Zavodu za automatiku i procesno računarstvo FER-a, pod vodstvom prof. dr. sc. N. Perića. Tu je stvorena solidna infrastruktura za eksperimentalna mjerenja i testiranje različitih zakona upravljanja u regulaciji brzine vrtnje i položaja elektromotornog pogona s elastičnošću, trenjem i zračnošću u prijenosnom mehanizmu slijednog sustava. U "Institutu za obrambene studije istraživanje i razvoj" MORH-a, danas se nalazi dvoosna platforma sa električnim servo-pogonima projektiranim na bazi stečenih znanja u radu na tom projektu. Upravljački dio servo-pogona je softver instaliran na standardnom PC-u, pa ova platforma ostaje otvorena za budući razvoj novih algoritama upravljanja.

Na istom fakultetu nekoliko polaznika PDS VUPO radilo je na problemima opisa i analize dinamičkog ponašanja plinskih giroskopa kao senzora za mjerenje kuteva i kutnih brzina pod mentorstvom prof. dr. sc. S. Tonkovića u Zavodu za elektroničke sustave i obradu informacija. Ovdje je razvijena oprema za dinamičko ispitivanje akcelerometara i giroskopa kao osnovnih senzora u sustavima vođenja raketa.

Na FSB-u u Zagrebu nekoliko polaznika PDS-a radilo je na problemima eksperimentalnih postupaka u mjerenju momenata tromosti rotacijski simetričnih tijela. U

okviru ovog projekta dizajniran je suvremeni uređaj za mjerenje momenata tromosti rotacijskih osno-simetričnih tijela. Pored hardvera, razvijen je i odgovarajući softver koji nadgleda i upravlja radom uređaja, te obrađuje snimljene podatke. Uređaj se danas nalazi na FSB-u i služi za potrebe razvojnih projekata i nastavne potrebe.

Projekti "Strateško planiranje i Sustav planiranja, programiranja i izrade proračuna" te "Računalne simulacije borbenih djelovanja (HTS)" pojavili su se kasnije unutar prioritetne skupine istraživačkih projekata. S vremenom se zapravo pokazalo da PDS ima resurse za pokretanjem novih usmjerenja, primjerenih i novim potrebama i situacijama koje su se pojavile u društvu. Stoga su i pokrenuta ova dva projekta. Na temelju tih novina, promijenjen je u određenoj mjeri i nastavni plan i program kolegija PDS VUPO.

Za novo usmjerenje uvedeni su kolegiji poput Operacijskih istraživanja i Metoda umjetne inteligencije. Time se htjelo pojačati generičko znanje u vezi potpore za odlučivanje u organizacijama kao i formalno modeliranje određenih društvenih procesa. Nadalje, zbog tih je promjena oblik studija poprimio nove crte i razmišljalo se čak o promjeni naziva PDS-a, te je predložen novi naziv: Upravljanje složenim sustavima. Odlučeno je, međutim, da se kasnije pokuša pokrenuti jedan novi budući studij pod takovim nazivom i uz promijenjeni nastavni program.

Između različitih projekata u kojima su sudjelovali znanstveni novaci PDS VUPO, posebno je interesantan tzv. Pilot projekt Hrvatske taktičke simulacije (HTS). Rađen je naime, gotovo u potpunosti od strane mladih istraživača i rezultirao je na kraju konkretnim proizvodom – kompjutorskom taktičkom simulacijom protuoklopne borbe, za hrvatsku vojsku kao korisnika. U taj su projekt ugrađena znanja iz područja simulacijskog modeliranja borbenih djelovanja, a realiziran je uz pomoć suvremenih koncepata računalnih tehnologija. Projekt je nagrađen godišnjom nagradom Ministarstva obrane i Ministarstva znanosti i tehnologije za znanstveni doprinos izgradnji sustava obrane za 1998. godinu.

Projekt Strateško planiranje predstavlja pokušaj doprinosa u sferi izučavanja metoda i zakonitosti vezano za strateško upravljanje, modernizaciju i efikasnost organizacijskih sustava. To se odnosi na sustave obrane ali isto tako i druge društvene sustave, osobito one gospodarske. Uključenjem znanstvenih novaka u izučavanje i implementaciju američkog modela upravljanja resursima PPBS-a (engl. *planning, programming, budgeting system*), postiglo se usvajanje teorijskih principa i podloge na kojoj funkcionira podupirući sustav za strateško upravljanje državnim ministarstvom i oružanim snagama.

Posljednja dva projekta odvijala su se u prostorima Laboratorija za strateško planiranje, modeliranje i simulacije, te oni predstavljaju jezgru kasnijih pokušaja<sup>2</sup> da se problemi odlučivanja i upravljanja društvenim organizacijama podupiruće tretiraju matematičkim modeliranjem, kompjuterskim simulacijama i drugim suvremenim metodama strateškog managementa.

---

<sup>2</sup> Radom u Institutu za obrambene studije, istraživanje i razvoj dio polaznika PDS VUPO uključio se u projekte s obilježjem kvantitativne metodologije ali u primjeni na društvene sustave

## UVJETI STUDIRANJA NA PDS-U VUPO

Samo studiranje, s aspekta predavanja i polaganja ispita, bilo je prilično zahtjevno za polaznike. Pojedini semestri postavljali su pred studente 270 i više sati predavanja i vježbi, što se u potpunosti u praksi odrađivalo. Polaganje ispita po ozbiljnosti i zahtjevima bilo je na razini suvremenih poslijediplomskih studija razvijenih zemalja. Predavanja su se odvijala gotovo kao po modelu dodiplomske nastave, ne periodično već kontinuirano.

U skladu s ugovorima koje su imali studenti, o financiranju njihovog školovanja i rada, bili su zadani i čvrsti rokovi za polaganje svih ispita. Postojali su strogi uvjeti za upis u svaki sljedeći semestar. Dakle, studenti su morali na vrijeme položiti sve ispite iz prvog semestra da bi upisali drugi semestar, i tako redom.

Paralelno s nastavom, podupiralo se sudjelovanje polaznika u znanstveno-istraživačkom radu, njihov odlazak na konferencije, seminare i druge oblike stručnog usavršavanja. Tako su znanstveni novaci imali prilike posjetiti Zrakoplovnu izložbu u Parizu, Izložbu i konferenciju o simulacijama (Nizozemska) te su sudjelovali na drugim poznatim europskim konferencijama, posebno u vezi modeliranja i simulacija. Sve to, kao i sama predavanja, bilo je usklađeno s projektima na kojima su polaznici radili. Isto vrijedi i za nabavu knjiga za potrebe istraživanja, koja je organizirana uz pomoć Ministarstva obrane i Sveučilišta.

Studenti su radili i ankete, slijedeći praksu koja postoji na sveučilištima u razvijenim zemljama: o kvaliteti nastave, o raznim temama poput stanovanja, budućeg zapošljavanja, nabave literature i slično. Stručni kolegij raspravljao je na svojim sjednicama o rezultatima anketa i postojećim problemima.

Uspješnosti studiranja pridavana je posebna pažnja, te je vođena i stalna briga o: polaganju ispita, dobivenim ocjenama, statusu magistarskih radova. O posebnim slučajevima razgovaralo se na stručnom kolegiju i tražila bi se odgovarajuća rješenja. Za studente koji su se isticali u radu, nastojala se osigurati stimulacija u vidu dodatnih novčanih sredstava. Stoga je redovno rađena i raščlamba uspješnosti studenata po semestrima, kao i rang lista uspješnosti. Prema postignutom uspjehu na ispitima, desetak najuspješnijih studenata imali su prosjek ocjena viši od 4.75.

Procedura tijekom izrade magistarskih radova precizno je definirana odgovarajućom odlukom. Dizajniran je i izgled diplome za buduće magistre. Na koncu, u srpnju 1998., obranjeni su i prvi magistarski radovi.

## ZAVRŠAVANJE STUDIJA I ZAPOŠLJAVANJE POLAZNIKA

Svečana promocija u zvanje magistra znanosti za polaznike PDS VUPO održana je u proljeće 1999. Do ljeta 2000., od ukupnog broja upisanih polaznika (njih 37) koji su odslušali sve kolegije magistriralo ih je 30-ak, što se može smatrati lijepim uspjehom uspoređujući to s drugim poslijediplomskim studijima.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Popis naslova obranjenih magistarskih radova može se pročitati u brošuri "Izvešće o aktivnostima Instituta za obrambene studije, istraživanje i razvoj za 1999.", MORH, Zagreb, siječanj 2000. Većina magistarskih radova nalazi se u knjižnici navedenog instituta.

Valja navesti da je kao posljedica istraživačkog rada za vrijeme i po završetku studija, objavljeno preko trideset radova znanstvenih novaka PDS VUPO, u znanstvenim časopisima, te na inozemnim i domaćim konferencijama i simpozijima. Znanstvena područja unutar kojih su radovi kreću jesu u spektru od raznih tehničkih grana, preko kompjuterskih znanosti do strateškog managementa.<sup>4</sup>

U vezi zapošljavanja polaznika, za najuspješnije znanstvene novake poseban interes pokazalo je Ministarstvo obrane, te je zapošljavanje u MORH-u bila tema nekoliko sastanaka polaznika s vodstvom Studija (1997.). Nastojalo se, isto tako, u više navrata istražiti stavove polaznika PDS-a: da li bi u budućnosti željeli raditi u području istraživanja i razvoja (R&D), ili u domeni managementa ili dobiti operativni posao unutar Ministarstva obrane i slično. Na temelju toga, organizacijsko vodstvo studija osiguralo im je potrebne kontakte i razgovore na odgovarajućim mjestima.

Zapošljavanju mladih obrazovanih ljudi u našem društvu često se ne pridaje dovoljno pozornosti. Puno je toga prepušteno tržištu radne snage koje funkcionira daleko od optimalnog moda. Stručnjaci su nerijetko ignorirani u pogledu daljnjeg profesionalnog razvoja, i priznavanja njihove ekspertize u izgradnji karijere. U okviru mogućnosti ljudi iz okruženja PDS VUPO, nastojalo se raditi drukčije i ne prepustiti slučaju budući profesionalni razvoj pojedinaca. Svaki od polaznika ovog studija načinio je bio prijedlog vlastitog zaposlenja, a to se zatim balansiralo s njihovom stvarnom ekspertizom, mogućnostima, te raspoloživosti i potrebama zainteresiranih organizacija.

Po završetku ovog stupnja školovanja, dakle, jedan dio polaznika našao je svoje mjesto u Ministarstvu obrane RH, a ostali danas rade na fakultetima, u institutima i u gospodarstvu.

Kako je završavao PDS, pojavljivala se istovremeno i ideja da se jezgra mladih istraživača, interdisciplinarno profiliranih, zadrži na jednom mjestu i iskoristi u svrhu poboljšanja efikasnosti, ponajprije velikih organizacijskih sustava – Ministarstva obrane RH odnosno Oružanih snaga RH. Zato je formiran "Institut za obrambene studije, istraživanje i razvoj" (IOStIR, 1998.) pri MORH-u. Njegovi glavni laboratoriji imali su izvorište i u projektima započetim na PDS VUPO: Vođenje i upravljanje raketnim sustavima, Strateško upravljanje i planiranje, Modeliranje i simulacije. IOStIR je zamišljen kao centar izvrsnosti unutar MORH-a gdje se trebaju stvarati sofisticirana znanja i raditi istraživanja od posebnog interesa za obrambeni sustav zemlje. Nažalost, od 30-ak završenih polaznika PDS VUPO, u ovoj ustrojbenoj cjelini MORH-a danas ih radi svega pet ili šest.

Nedostatak visokoobrazovanog kadra u sustavu OSRH-e i MORH-a relativno je značajan problem. Nažalost, neprepoznavanje prioriteta u domenama istraživanja i razvoja te formalne potpore odlučivanju, pridonosi odlasku mlađih stručnjaka. Zbog niskih primanja i nedostatka pravih projekata stručnjaci odlaze u gospodarski sektor ili u inozemstvo ostavljajući tako praznine u državnoj upravi. U modernom svijetu, upravo rijetko znanje i visoke tehnologije koje posjeduje neka organizacija, predstavljaju njenu konkurentsku prednost koju drugi ne mogu poništiti, oponašati

---

<sup>4</sup> Popis dijela znanstvenih radova polaznika PDS VUPO nalazi se u brošurama "Izvešće o aktivnostima Instituta za obrambene studije, istraživanje i razvoj" za 1999., 2000., 2001., MORH, Zagreb

ili nadomjestiti. Odreći se resursa u kojima je koncentrirana posebna kvaliteta znači da ih ponovno treba izgrađivati uz odgovarajuće troškove.

## ZAKLJUČAK – ZNAČAJ STUDIJA

Poslijediplomski studij Vođenje i upravljanje pokretnim objektima predstavlja jedan od pokušaja da se učini iskorak u kreiranju međunarodno relevantnog, praktično orijentiranog znanja mladih stručnjaka u vezi složenih tehničkih ali i društvenih sustava.

Unutar nacionalne strategije, isprepliću se i nadopunjuju ciljevi nacionalne sigurnosti i gospodarskog razvitka. Produktivnost koja se tiče gospodarskog razvitka, u visokoj je korelaciji s istraživanjem i razvojem, difuzijom i uporabom novih, visokih tehnologija. Poticanje hrvatskog poduzetništva u području visokih tehnologija poduprlo bi brže i ravnopravnije integriranje Hrvatske u svjetske tokove kapitala, roba i ljudi. Jedan mali iskorak u tom pravcu, onaj obrazovno-znanstvenog karaktera, načinjen je i kroz ovaj studij. Kasnija istraživanja stvorenih ekspertnih jezgri u sferi dualnih tehnologija nadopunila su pozitivni efekt interdisciplinarnog studija VUPO.

Projekti koji su bili vezani uz PDS VUPO, kako oni ranije osmišljeni tako i novopokrenuti, predstavljaju novi pristup pokušaju doprinosa organizacijskom i tehnološkom jačanju hrvatskih obrambenih, gospodarskih, i znanstveno-istraživačkih podsustava. Interesantan primjer su *simulacije i modeliranje*, suvremeni segment koji spada u visoke obrambene tehnologije, ali i u tzv. dualne tehnologije, one s dvostrukom namjenom, kako vojnom tako i civilnom. Na navedenom projektu, i drugima ranije spomenutim, stvorene su dobre ekspertne jezgre čije se mogućnosti, nažalost u našem okruženju nisu dovoljno prepoznate od strane mogućih korisnika. Hrvatska vojna industrija, državna uprava i samo gospodarstvo još uvijek se nedovoljno povezuju s ciljem iskorištavanja razvojno-istraživačkih jezgri na odgovarajućim projektima, dok te jezgre postoje.

Poseban je problem u prepoznavanju društvenog značaja interdisciplinarnog znanja: ono pruža nove pristupe u rješavanju društvenih, organizacijskih, razvojnih problema. Iako je želja dobrog dijela polaznika PDS VUPO, a koji su stekli titule iz široko definiranog, interdisciplinarnog područja, da im se omogući daljnje znanstveno usavršavanje odnosno izrada doktorata, na tom planu postoje nemale teškoće.

Zbog nesumnjivih koristi ostvarenih pokretanjem PDS VUPO za naše oružane snage, za MORH, visokoškolske institucije i gospodarstvo, a koje su ovdje navedene, vrijedno je pažnje razmišljati o pokretanju novog, sličnog interdisciplinarnog poslijediplomskog studija. Pri tome bi trebalo voditi računa o naučenim lekcijama iz svih faza ovog projekta: od pokretanja studija do iskorištavanja znanja i mogućnosti stvorenih istraživačkih jezgri.