

Konvergencija bosansko-hercegovačke akademske mreže u GÉANT paneuropejsku istraživačku mrežu

Convergence of the Bosnian-Herzegovinian Academic Network in GÉANT pan-European Research Network

Samir Čaušević, Adisa Hasković, Belma Memić, Alem Čolaković

SAŽETAK: Panevropska istraživačka i obrazovna mreža GÉANT-a povezuje evropske nacionalne istraživačke i obrazovne mreže – NREN (National Research and Education Networks). GÉANT se smatra mrežom od temeljne važnosti za Evropsku uniju, jer je u funkciji ostvarenja vizije evropskog istraživačkog prostora, što omogućuje akademsku saradnju u cijeloj Evropi. Pokretanjem projekta SEEREN (South-Eastern European Research and Education Networking) započet je proces uvezivanja zemalja jugoistočne Evrope u GÉANT mrežu, kako bi zemlje jugoistočne Evrope bile uključene u savremene naučno – istraživačke i obrazovne tokove. Pozicija Bosne i Hercegovine u realizaciji akademske mreže (BIHARNET) pronalazi najveću odgovornost u političkom djelovanju na našem prostoru, koje je potom impliciralo i nedostatak novca za nastavak aktivnosti započetih projektom SEEREN. U radu su definisane osnovne smjernice za implementaciju akademske mreže u Bosni i Hercegovini, s akcentom na prijedlog razvoja njene infrastrukture.

KLJUČNE RIJEČI: akademska mreža, panevropska mreža, GÉANT, BIHARNET

ABSTRACT: Pan-European Research and Education Network GÉANT connects European national research and education networks - NREN (National Research and Education Networks). GÉANT is considered a network of fundamental importance for the European Union, as it is in the function of achieving the vision of the European Research Area, which enables academic cooperation throughout Europe. The South Eastern European Research and Education Networking project has begun the process of connecting South Eastern European countries to the GÉANT network so that the countries of Southeast Europe are involved in modern scientific and research and educational flows. The position of Bosnia and Herzegovina in the realization of the academic network (BIHARNET) finds the greatest responsibility in the political activity in our area, which was subsequently implied by the lack of money to continue the activities started by the SEEREN project. The paper defines basic guidelines for the implementation of the academic network in Bosnia and Herzegovina, with emphasis on the proposal for the development of its infrastructure.

KEY WORD: academic network, pan-European network, GÉANT, BIHARNET

1 Uvod

Pozitivni efekti koji se ostvaruju razvojem akademskih mreža, odredili su njihovu realizaciju na nacionalnom nivou 90-tih godina prošlog vijeka, te su formirane nacionalne istraživačko - obrazovne mreže - NREN (*National Research and Education Networks*). 1998. godine ostavreno je uvezivanje nacionalnih istraživačko - obrazovnih mreža 20 zemelja u jednu evropsku računarsku mrežu, što predstavlja projekt TEN-155 (*Trans-European Internet Research Network – 155*). Ovaj projekat je 2001. godine prerastao u GÉANT, panevropsku istraživačko – obrazovnu mrežu koja je zasnovana na gigabitnim tehnologijama u prenosu podataka (*The pan-European Gigabit Research and Education Network*).

Poziciju Bosne i Hercegovine u panevropskoj istraživačko – obrazovnoj mreži definisali su mnogobrojni problemi koji su se javili prilikom njenog razvoja i implementacije. Nedostatak informacijsko-komunikacijske infrastrukture koja bi povezala univerzitete, predstavlja jedan od najvažnijih problema sa tehničkog aspekta, a pored toga evidentni su i problemi političke prirode, kao i nedostatak kritične mase korisničkih aplikacija na univerzitetima u Bosni i Hercegovini.

Osvrćući se na postojeće stanje u zemlji i okruženju, u ovom radu se definišu osnovne smjernice za implementaciju akademske mreže u Bosni i Hercegovini u kontekstu prijedloga za razvoj njene infrastrukture čije bi se korištenje moglo očekivati u početnoj fazi razvoja akademske mreže, uočavajući značaj svakog od ovih elemenata ponaosob.

2 GÉANT mreža

Kroz integrirani katalog povezanosti, saradnje i usluga, GÉANT, zajedno s nacionalnim istraživačkim i obrazovnim mrežama (NREN) - partnerima, pruža korisnicima vrlo pouzdan, neometan pristup komunikaciji, računanju, analizi, pohrani, aplikacijama i drugim resursima, bilo kad i bilo gdje je to potrebno. Putem mrežnih veza prema sličnim infrastrukturama, kako u Evropi tako i na svim kontinentima, partnerstvo GÉANT osigurava da Evropa ostane na čelu istraživanja.

GÉANT-ova backbone mreža visoke brzine pruža besprijekornu i sigurnu povezanost 42 NREN-a, dostižući više od 50 miliona korisnika u 10 000 institucija širom Evrope, te više od 100 zemalja diljem svijeta obzirom na povezanost s drugim regijama. Jezgra backbone mreže je kapaciteta reda nekoliko 100 Gbps preko svakog fiber linka, a terabitna konekcija se može postići jednim čvorom.

Temelje GÉANT partnerstva čine sigurno i brzo međusobno povezivanje korisnika, sve veće količine podataka koje generiše nauka, te potreba za kapacitetom računara visokih performansi koji su potrebni u sprovođenju istraživanja,

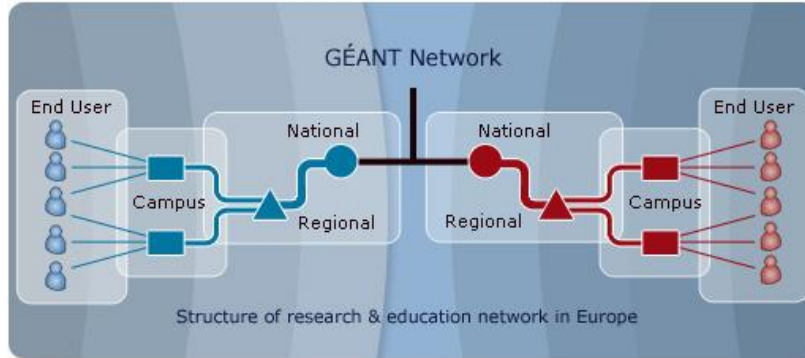
GÉANT mreža povezuje 165 mreža i ima: 31 aktivni ruter; 19 Infinera čvorova; 286 10 G i 50 100 G aktivnih interfejsa; 2 SONET interfejsa i 20 1 G interfejsa prema drugim mrežama.

GÉANT mreža je podijeljena na dva dijela: Infinera - DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) i Juniper - mreža bazirana na IP / MPLS (Multiprotocol Label Switching). Infinera DWDM radi na tamnim vlaknima (GÉANT, n.d.).

Veliki dio GÉANT istraživačkog programa usmjeren je na rješavanje pitanja multi-domenskog okruženja, kako bi se osiguralo nesmetano, pružanje usluga s kraja na kraj, gdje god da se korisnici nalaze. Kroz svoj program istraživanja i organizacijski model, GÉANT kao mreža nudi osnovne prednosti kao što su (GÉANT, n.d.):

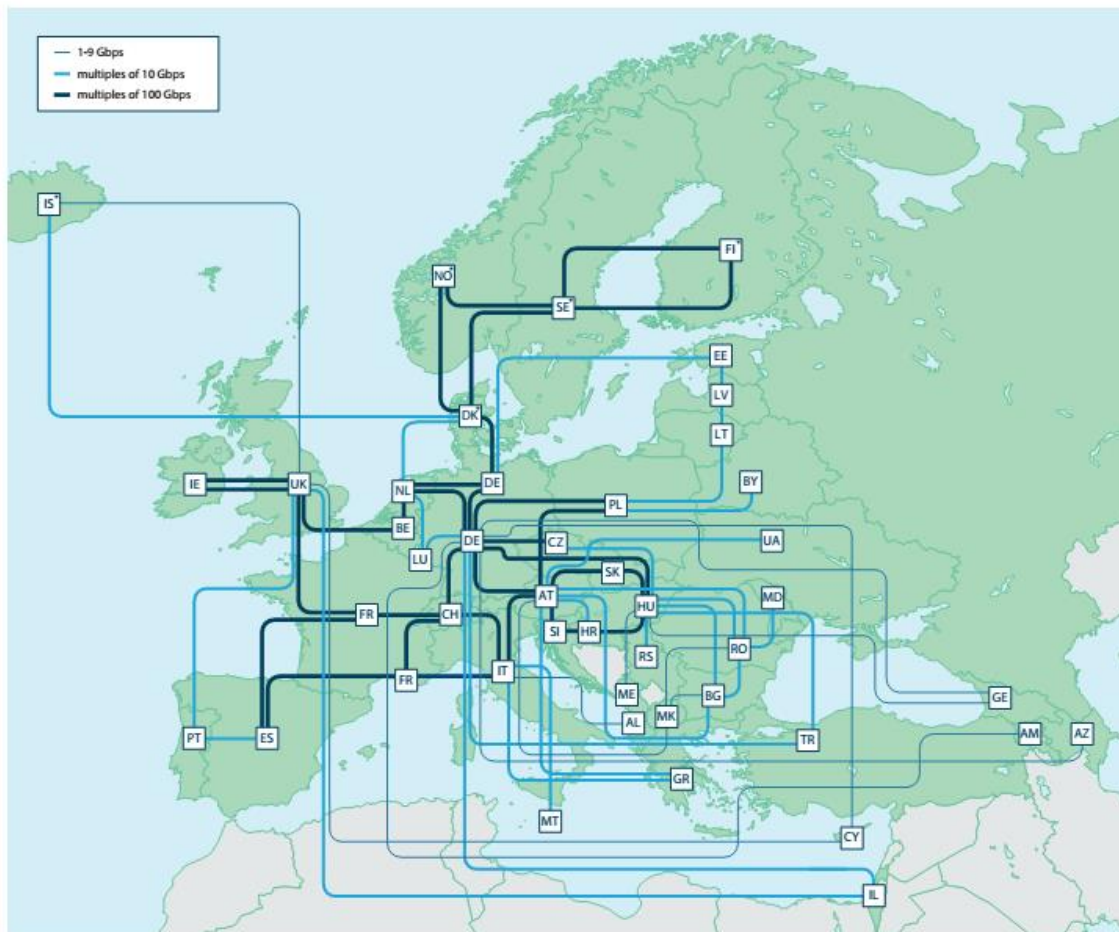
- Maksimalna učinkovitost u centralnom segmentu upravljanja mrežom.
- Visoka koncentracija mrežnih stručnjaka za podršku europskog istraživanja i obrazovanja.
- Model usluga i podrške prvobitno je usmjeren na pružanje usluga visokog kvaliteta, najveća vrijednost karakteristika mrežnih usluga za cijelu zajednicu.
- Pristup za korisnike u zemljama i regijama širom svijeta prema resursima i opremi koja bi inače bila izvan njihovog dosega.

GÉANT mreža je od temeljne važnosti za Evropsku uniju, te ostvarenje vizije Evropskog istraživačkog prostora, što omogućuje akademsku saradnju u cijeloj Evropi, a služi za smanjenje digitalne podijeljenosti istraživanja i akademskog umrežavanja. Umrežavanje naučno - istraživačkih institucija u GÉANT mrežu je organizovano na hijerarhijskom principu, kao što je prikazano na slici 1 (GÉANT, n.d.).



Slika 1. Ilustracija podatkovne komunikacije među domenama GÉANT mreže (GÉANT, n.d.)

Krajnji korisnici u nekom naučno – istraživačkom ili akademskom centru su povezani preko POP pristupne tačke u nacionalnu istraživačko – obrazovnu mrežu (NREN), a nacionalne mreže u Evropi su međusobno povezane preko panevropske mreže GÉANT2. Koncept GÉANT2 strukture jeste da u svakoj zemlji postoji samo jedna nacionalna NPOP pristupna tačka koja je na GÉANT2 povezana preko dodijeljenog pristupnog linka. Propusni opseg ovog linka zavisi od kapaciteta koji je potreban odgovarajućoj nacionalnoj mreži. GÉANT2 je povezan na veliki broj naprednih istraživačkih mreža širom svijeta, čime je formirana globalna istraživačko – obrazovna infrastruktura. (GÉANT, n.d.)

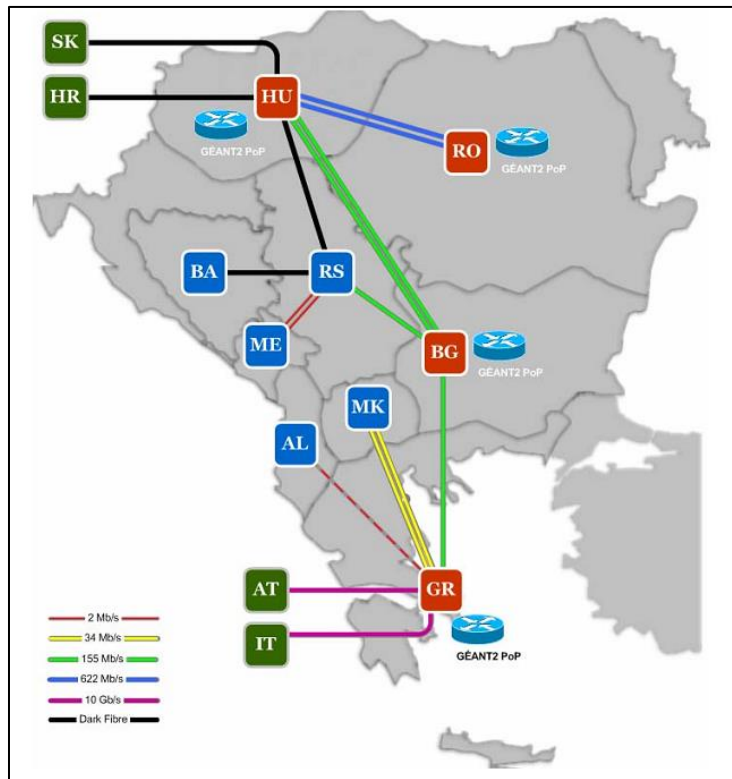


Slika 2. Topologija GÉANT mreže, januar 2018. godine (GÉANT, n.d.)

Topologija ove mreže u januaru 2018. godine, preuzeta sa zvanične web stranice projekta GÉANT (Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, 2006), prikazana je na slici 2. Panevropska istraživačka i obrazovna mreža GÉANT-a povezuje evropske nacionalne istraživačke i obrazovne mreže (NREN). Ona povezuje više od 50 miliona korisnika u 10.000 institucija širom Evrope.

Panevropska mreža GÉANT-a je finansirana projektom GÉANT (GN4-2), koji je dobio sredstva iz programa istraživanja i inovacija Horizon 2020 Evropske Unije u okviru sporazuma o dodjeli bespovratnih sredstava 731122. Povezivanje s državama istočnog partnerstva (AM, AZ, BY, GE, MD, UA) osigurano je kroz EaPConnect projekt, s 95% finansiranim od strane Evropske komisije. Karta prikazuje topologiju u januaru 2018.

Zemlje jugoistočne Evrope su generalno kasnile sa priključenjem na panevropsku istraživačko – obrazovnu mrežu. Da bi se proces uvezivanja zemalja jugoistočne Evrope ubrzao, pod rukovodstvom Grčke (koordinacija GRNET-a), pokrenut je projekt SEEREN, istraživačko - obrazovna mreža jugoistočne Evrope (*South-Eastern European Research and Education Networking*). SEEREN incijativa obezbjeđuje GÉANT konekciju na ne – GÉANT zemlje, kako bi članovi akademskih i naučno – istraživačkih zajednica zemalja jugoistočne Evrope bili uključeni u savremene naučno – istraživačke i obrazovne tokove. SEEREN2 podrazumijeva dalji razvoj infrastrukture u jugoistočnoj Evropi, kao i pripremu mreže i grid infasrukture za kompletnu integraciju u GÉANT2 mrežu. Učesnici u projektu SEEREN2 su: Grčka, Mađarska, Bugarska, Rumunija, Albanija, Bosna i Hercegovina, Makedonija, Srbija i Crna Gora, dok DANTE i TERENA učestvuju u integraciji i dimenzioniranju ovog projekta. (FP6, 2007). Mrežna topologija SEEREN2 mreže, preuzeta sa zvanične web stranice SEEREN projekta, prikazana je na slici 3 (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008).



Slika 3. Mrežna topologija SEEREN2 (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008)

Od zemalja koje su navedene kao učesnici u projektu SEEREN2, jedino u Bosni i Hercegovini i još uvijek nije realizovana nacionalna istraživačko – obrazovna mreža na državnom nivou. Aktivnosti zajedničkog istraživanja (*Joint Research Activities, JRAs*) će biti usmjerene na kritične analize budućih mrežnih tehnologija i aplikacija s pogledom na buduću implementaciju nadolazećih tehnologija na kojim je GÉANT zajednica imala značajan utjecaj.

3 Akademska mreža Bosne i Hercegovine

3.1. Postojeće stanje akademske mreže u BiH

Proces razvoja akademske mreže u Bosni i Hercegovini određen je aktivnostima na sljedeće tri mreže:

- **BIHARNET** (Academic and Research Network of Bosnia and Herzegovina),
- **SARNET** (Serbs Academic and Research Network) i
- **FARNET** mrežu (Federation Academic and Research Network).

BIHARNET mreža formirana je 1998. godine. Mreža je formirana na državnom nivou, gdje su bile uključene sljedeće akademske institucije: Univerzitet u Banja Luci, Univerzitet “Džemal Bijedić” Mostar, Sveučilište u Mostaru, Univerzitet u Sarajevu i Univerzitet u Tuzli. BIHARNET mreža je bila zamišljena kao okosnica komunikacijske infrastrukture namijenjene zadovoljavanju potreba korisnika Interneta iz obrazovne, istraživačke i kulturne sfere u Bosni i Hercegovini. Ti univerziteti također su osnovali BIHARNET centar, koji je bio odgovoran za upravljanje mrežom. Naknadno su novi univerziteti u Srpskom Sarajevu i Bihaću postali članovi BIHARNET-a.

Izvorno finansiranje BIHARNET-a osigurala je Vlada Republike Slovenije kao donatorski projekt koji je završen krajem 1999. Međutim, zbog političkih i ekonomskih razloga finansiranje BIHARNET-a nije nastavljeno, unatoč održivoj mreži i organizaciji na mreži. Mreža nije ostala operativna zbog nedostatka sredstava za pokrivanje troškova povezivanja, obzirom da je finansiranje ovog projekta je 2000. godine trebala preuzeti Bosna i Hercegovina, a kako se to nije desilo, projekat nije zaživio.

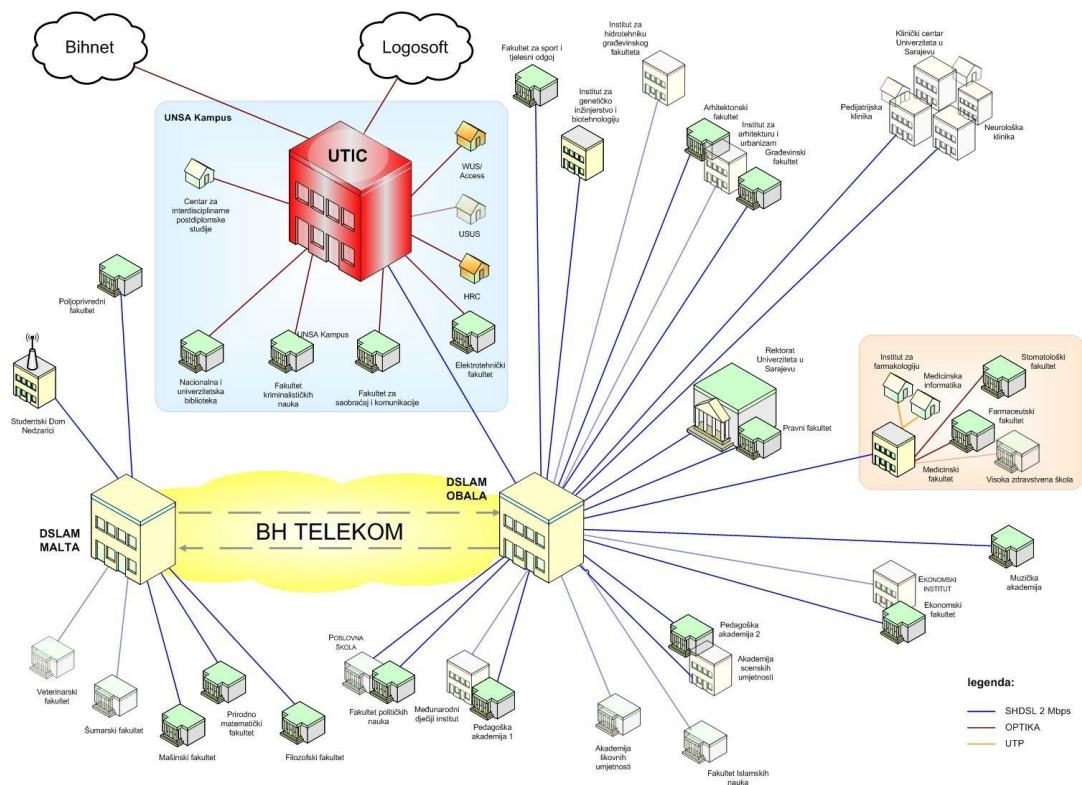
U junu 2001. ministri obrazovanja i nauke iz oba entiteta BiH (Federacija BiH i Republike Srpske) i predstavnik Ministarstva obrazovanja Republike Slovenije potpisali su sporazum o finansiranju BIHARNET-a. Prema ovom sporazumu, finansijski resursi za reaktivaciju i redoviti rad mreže trebali bi se osigurati u budžetima entiteta BiH. Međutim, to nije provedeno kada obzirom na promjenu ministarstva nakon sljedećih izbora. Prije nekoliko mjeseci postavljeni su novi ministri, a nadamo se da će konačno dovršiti taj proces.

Konfiguracija BIHARNET-a krajem 2002. godine, kada je mreža bila isključena, sastojala se od čvorova u Banjoj Luci, Bihacu, Bijeljini, Foča-Srbinju, Lukavici, Mostaru, Sarajevu, Tuzli i Zenici. Osnovni oblik BIHARNET mrežnog čvora čini Cisco ruter 3640 s odgovarajućim kapacitetom (od najmanje šest ulaza) i modema na iznajmljenim linijama za korisničke veze. Međunarodna povezanost bila je vezom od 2 Mb/s na slovensku akademsku i istraživačku mrežu ARNES. Time je omogućen pristup pan-evropskoj mreži TEN-155 i potom GÉANT. Institucionalne veze s BIHARNET-om realizovane su u obliku iznajmljene linije, osim u slučajevima gdje je njihova oprema bila smještena na BIHARNET čvoru, te je bilo moguće uspostaviti Ethernet (Bonac, 2003).

Zbog pomenutih okolnosti BiH nema vezu sa GÉANT mreži, što je u Republici Srpskoj (RS) dovelo do kompenzacije uspostavljenjem veze prema akademskoj mreži Srbije. Backbone mreža SARNET-a povezuje sve univerzitete i većinu izdvojenih fakulteta na području Republike Srpske, pri čemu je preko Elektrotehničkog fakulteta u Banja Luci, povezana sa AMRES akademskom mrežom u Srbiji.

Vlada RS je u oktobru 2006. godine osnovala Javnu ustanovu "Akademska i istraživačka mreža Republike Srpske" (JU „SARNET“). Osnovne funkcije SARNET-a ogledaju se u izgradnji, razvoj, održavanju i korištenju informacijsko-komunikacijske infrastrukture (računarske mreže) za potrebe visokoškolskih i naučnoistraživačkih ustanova u RS, te za povezivanje sa srodnim institucijama i računarskim mrežama na globalnom nivou. Rad SARNET-a se finansira iz budžeta RS. Tokom 2007. godine izvršena identifikacija i rezervisanje raspoložive pasivne infrastrukture Telekomu Srpske za potrebe SARNET-a, dok je manji dio ove infrastrukture zahvaljujući SEEREN2 projektu u upotrebi od 2006. godine. Od 2009. godine su u mrežu povezani Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Narodna i univerzitetska biblioteka Republike Srpske, Akademija nauku i umjetnosti Republike Srpske i Rektorat Univerziteta u Banjoj Luci, stavljena u funkciju trasa Karakaj-Zvornik-Vlasenica-Sokolac-Pale- Lukavica; priključen na mrežu Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu; stavljen u funkciju trasu Sokolac-Rogatica-Foča-Gacko-Bileća-Trebinje i priključen na mrežu Fakultet za proizvodnju i menadžment u Trebinju. Od 2011. godine je u mrežu uvezan Univerzitetski kampus u Banjoj Luci (Savjet ministara Bosne i Hercegovine, 2018).

Implementacija akademske mreže koja povezuje univerzitete u Federaciji BiH započeta je od druge polovine 2007.godine, pod nazivom **FARNET** mreža. FARNET mreža je implementirana neovisno od SARNET mreže, a realizovana je na STM-1 linkovima koji povezuju sljedeće akademske institucije: Univerzitet u Sarajevu, Univerzitet “Džemal Bijedić” Mostar, Sveučilište u Mostaru, Univerzitet u Tuzli, Univerzitet u Zenici i Univerzitet u Bihaću. FARNET mreža bi preko Sveučilišta u Mostaru bila povezana sa CARNet mrežom. Međutim, ideja kao takva nije zaživjela. Sveučilište u Mostaru je povezano sa akademskom mrežom Hrvatske. Bez konekcije su ostali univerziteti u Sarajevu, Tuzli, Zenici, Bihaću i Mostaru. Univerzitet u Sarajevu ima lokalnu mrežu UTIC, preko koje svi sarajevski fakulteti mogu imati konekciju sa NUB (Nacionalna i univerzitetska biblioteka) i njenim servisima (UTIC, n.d.).



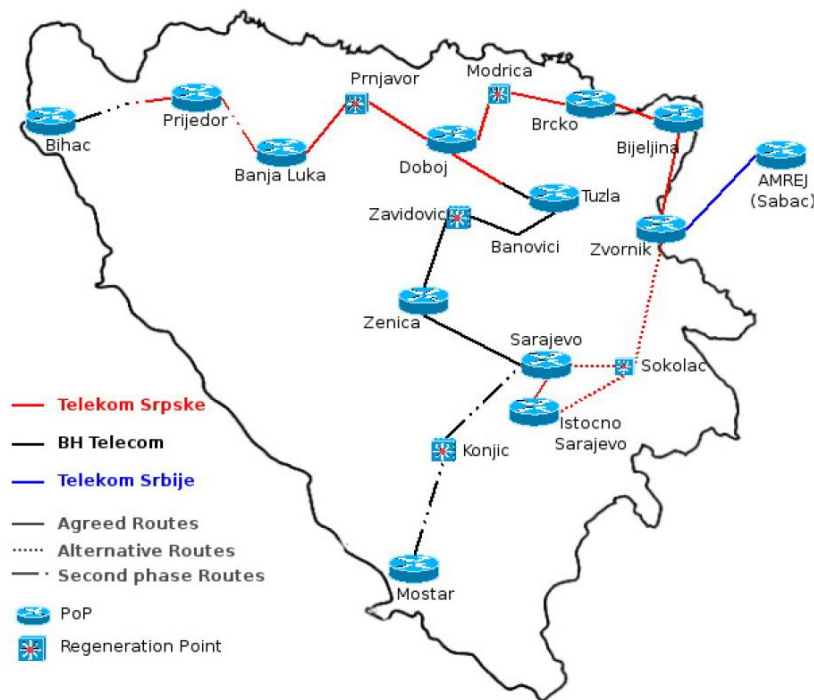
Slika 4. Jedinstvena akademska mreža Univerziteta u Sarajevu (UTIC, n.d.)

Ponovno pokretanje akademske i naučnoistraživačke računarske mreže u Bosni i Hercegovini je pitanje od javnog interesa. To podrazumijeva preduvjet za uključivanje BiH akademske zajednice u evropske naučne tokove. Trenutno ne postoji operativna organizacija za cijelu državu koja koordinira Internet i druge komunikacijske infrastrukture, kao i usluge za domaće naučne i obrazovne sektore.

3.2. Razvoj i izgradnja jedinstvene akademske mreže BiH

Prethodno navedena rješenja nisu mogla zadovoljiti kriterije panevropske mreže GÉANT, koja omogućava isključivo mrežama na državnom nivou, sa administrativnim tijelom na državnom nivou kao upravljačkim tijelom, da pristupaju jedinstvenoj panevropskoj obrazovno-istraživačkoj mreži. U skladu s tim neophodno je formiranje jedinstvene mreže na državnom nivou, BIHARNET. Problematikom izrade rješenja BIHARNET mreže bavila se radna grupa koja je formirana od strane Ministarstva prometa i komunikacija Vijeća ministara BiH, a koju čine predstavnici dominantnih telekom operatora u BiH, akademske zajednice i nadležnog državnog ministarstva prometa i komunikacija. Osnovni cilj ove radne grupe ogledao se u izradi Idejnog projekta rješenja izgradnje jedinstvene mreže, kao i njeno povezivanje na GÉANT mrežu (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008).

Topologija kičmenog dijela BIHARNET mreže ponuđena u (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008) prikazana je na slici 5. Akademska mreža Bosne i Hercegovine je vezana na akademsku mrežu Srbije preko Šabca (AMRES). Sve veze su realizirane u formi dark fiber.



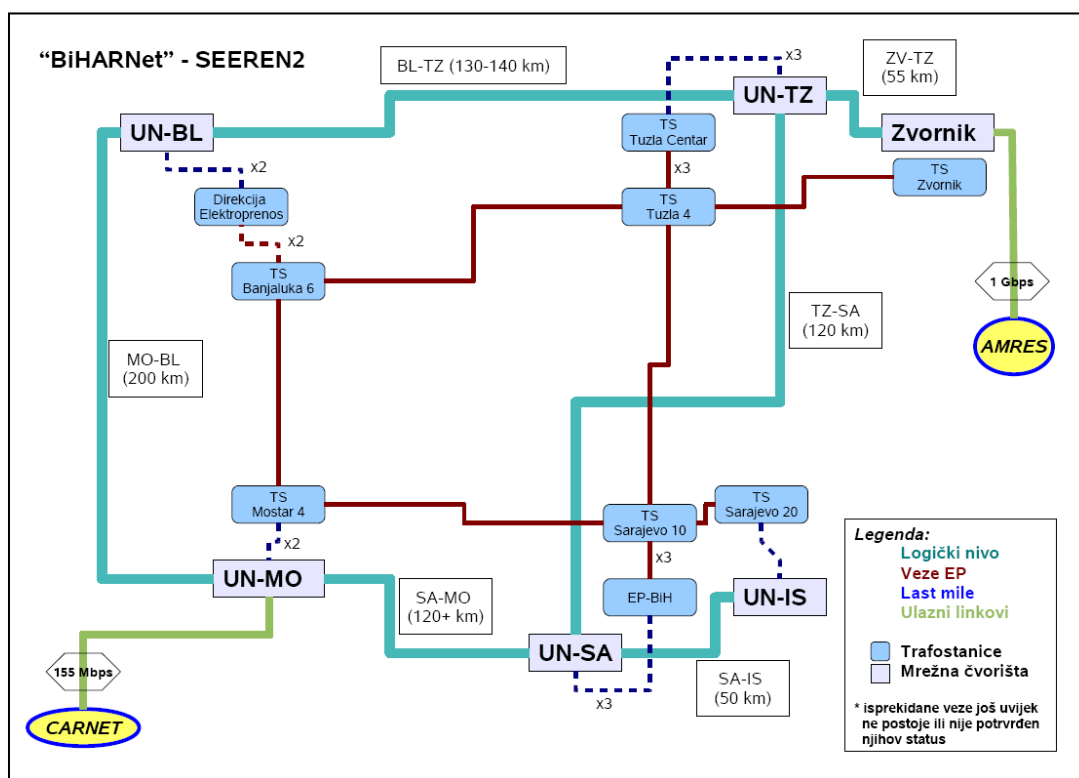
Slika 5. Topologija akademske mreže Bosne i Hercegovine (FP6, 2007)

U okviru projekta SEEREN2 čiji je koordinatorski partner Grčka, a učesnici sve zemlje jugoistočne Evrope (SEE – South East Europe), za cilj je postavljena implementacija i uspostavljanje konekcije akademsko istraživačkih računarskih mreža svih zemalja učesnica, sa Evropskom akademsko istraživačkom mrežom GEANT2 i to brzinom konekcije od 1Gbit/sec. Implementacija ovako planirane BIHARNET mreže je imala je slijedeći tok:

Univerzitet u Banja Luci odnosno Elektrotehnički fakultet u Banjaluci je uspio da uspostavi konekciju sa GEANT2 mrežom pri brzini od 1 Gbit/sec. Ova konekcija je ostvarena na taj način što je Telekom Srpske kao vlasnik infrastrukture, ustupio određen broj neaktiviranih optičkih valkana (dark fibre), za implementaciju ove konekcije. Ovi uređaji su postavljeni u Telekomunikacionim centrima Telekoma Srpske u Zvorniku, Brčkom, Modriči, Doboju, Prnjavoru i u Banja Luci što je konekcija na srbijansku AMRES mrežu uspostavljena u Šabcu.

Pokušaj radne grupe formirane od strane Vijeća Ministara BiH, koja je u ovom Projektu sudjelovala kao predstavnik BiH bio je zahtjev prema BH Telecomu da na istom principu i pod istim uslovima kao što je to uradio i Telekom Srpske, za već položenu i ostvarenu konekciju, ustupi BIHARNETu, dark fiber rezervu u svojim optičkim kablovima na trasi TKC Dobar do TKC Dolac Malta u Sarajevu, potom bi se kroz isti projekat izvršila realizacija trase DOBOJ – SARAJEVO. Takav zahtjev nije bio udovoljen od strane BH Telecoma sa obrazloženjem da oni ne pružaju takav tip usluge (iznajmljivanje dark fiber optičkih vlakana) (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008).

Koncept daljnjeg širenja i implementacije ove akademske mreže (nazovimo je uslovno BIHARNET iako je do sada realizovana konekcija Šabac – Banja Luka urađena manje više autonomno od strane ETF Banja Luka i Telekoma Srpske i odstupa od planirane trase koja je trebala da poveže Beograd i Sarajevo) je da se dalje produženje konekcija prema ostalim Univerzitetskim centrima ostvari dark fiber optičkim vlaknima raspoloživim u zemljovodnim užetima po vrhovima dalekovodnih stubova na 110 KV i 220 KV prenosnoj mreži Elektroprenosa, prema blok šemi slici 6.



Slika 6. Prijedlog implementacije BIHARNET mreže puteme infrastrukture elektroenergetske prenosne mreže (Ministarstvo komunikacija i transporta BiH, 2008)

U tom cilju poduzeti su odgovarajući koraci i stupljeno u kontakt sa Elektroprenosom koji je jedinstveni sistem na nivou države BiH kao vlasnik ove elektroenergetske prenosne mreže.

Međutim, problemi implementacije ovakvog rješenja dovodjenja optičkih veza do Univerziteta u Sarajevu su mnogobrojni i nalaze se i u domenu organizacionih, političkih ali i mnogobrojnih tehničkih i finansijskih problema, prije svega povezivanja uspostavljene optičke trase Zvornik – Banja Luka kroz telekomunikacione centre (TKC) Telekomu Srpske sa Trafostanicama bilo u Doboju, Banja Luci ili Zvorniku gdje postoji mogućnost priključka na fiberoptički backbone Elektroprenosa. Nadalje značajna ulaganja i radovi su potrebni za polaganje optičkog kablova u Sarajevu od Upravne zgrade Elektroprivrede BiH do recimo Univerzitetskog tele-informatičkog centra u Sarajevu, a time do bilo kojeg drugog fakulteta kao krajnjeg korisnika.

Istovremeno, analizom načina implementacije ove mreže kod ostalih učesnika SEEREN2 Projekta kao i u zemljama Zapadne Evrope za mrežu GEANT2, smo uočili da je uglavnom korištena infrastruktura telekom provajdera u tim zemljama ili su optički kablovi polagani od strane državnih korporacija, i da korištenje optičkih trasa na dalekovodnim stubovima praktično nije nigdje implementirano u ovoj mreži.

4 Smjernice razvoja akademske mreže BiH

Prema (FP6, 2007) vidimo da je Projekat SEERN2 (*South-Eastern European Research and Education Network*) davao mogućnost uspostave kvalitetne istraživačke i akademske mreže. Bosna i Hercegovina je na dnu ljestvice zemalja jugoistočne Evrope zajedno sa Albanijom koja nema aktivnu istraživačku i akademsku mrežu. U regionu Jugoistočne Evrope sve ostale zemlje imaju razvijenu infrastrukturu i organizaciju svojih nacionalnih akademskih mreža sa trajno riješenim pitanjem financiranja (budžeti – ministarstva odgovorna za naučnoistraživačku i istraživačkorazvojnu djelatnost).

Prema Strategiji razvoja nauke u FBiH za 2011 -2021 izrađene od strane Federalnog ministarstva obrazovanja i nauke, istraživačku infrastrukturu čine evidencije koje se vode u kantonima i na razini Federacije, Narodna i univerzitetska biblioteka, Kooperativni online bibliotečki informacioni sistem i servisi (COBISS) i BiH istraživačka akademska mreža (BIHARNET). Istraživačka infrastruktura je prema istoj od opšteg društvenog interesa, čije se vođenje evidencija finansira iz budžeta ministarstva koje ih vodi. Plan finansiranja BIHARNETA bi se vršio iz sredstva federalnog Fonda za naučnoistraživački rad. (Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke, 2011)

Akademska mreža treba obezbjeđivati međunarodnu konekciju i međugradske linkove (*Wide Area Network – WAN*), a razvoj MAN/LAN mreža (*Metropolitan Area Network/Local Area Network*). BIHARNET treba, kao i do sada, imati sopstvenu infrastrukturu, a komunikacijske linije će biti zakupljivane. Mreža treba biti namijenjena prenosu podataka i imati širokopojasni pristup globalnoj istraživačko-obrazovnoj mreži koja će povezivati sve nacionalne istraživačkoobrazovne mreže. U cilju integracija u trans-evropsku mrežu NREN (*National Research and Education Networks*) nužna je bliska saradnja sa Asocijacijom za trans-evropsko umrežavanje istraživanja i obrazovanja (*Trans-European Research and Educational Networking Association - TERENA*). U cilju potpune efikasnosti i obezbjeđivanja pristupa akademskoj mreži Evrope i šire, kao i podršci istraživanju i obrazovanju u Evropi, Akademska i istraživačka mreža BiH treba biti konektovana na evropsku akademsku mrežu – GÉANT (*Gigabit European Academic NeTwork*).

U skladu sa navedenim potrebama za funkcionalnu BIHARNET mrežu potrebno je ispuniti slijedeće:

- Formiranje infrastrukture za IKT povezivanje univerziteta i ostalih istraživačkih institucija unutar zemlje;
- Konekcija BIHARNET-a na GÉANT;

- Obezbijediti unapređenje Akademske i istraživačke mreže BiH u cilju izgradnje kapaciteta za ravnopravnu participaciju u GÉANT i biti dio evropske „e-Science" platforme;
- Umanjiti "digitalnu podjeljenost" BiH iz razvijenog svijeta;
- Obezbijediti informacijsko-komunikacijsku platformu naučnoistraživačkih i obrazovnih zajednica BiH sa naučnim i obrazovnim zajednicama zemalja članica EU i svijeta;
- Iskoristiti raspoloživa i širiti nova postignuća;
- Pronalaziti dodatne izvore finansiranja od Evropske komisije, nacionalnih fondova država EU i internacionalnih organizacija koje su aktivno uključene u regionu Jugoistočne Evrope, kao što su UNESCO i NATO. (Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke, 2011)

Mrežna infrastruktura se može podijeliti prema funkcionalnim cjelinama koje su objašnjene u nastavku.

Pristupna mreža služi za povezivanje krajnjih korisnika na pristupnu tačku (POP) akademske mreži Bosne i Hercegovine. Pristupna tačka osigurava fizički pristup akademskoj mreži, pri tome da ona povezuje jednu ili više institucija na BIHARNET. Takav tip lokalnog povezivanja u gradovima će vršiti univerzitetski računarski centri ili slične institucije na lokalnom nivou, koji bi ujedno vršili administrativnu i tehničku kontrolu mreže.

Kičmena mreža predstavlja skup svih veza i linkova između pristupnih tačaka akademske mreže. Okosnicu infrastruktura uglavnom se odnosi na međugradске veze koje povezuju sve univerzitetske centre u BiH. Unutar Bosne i Hercegovine mreža treba povezivati sve veće gradove brzinama do 1 Gbps. Ostali manji centri će biti povezani manjim brzinama od 1Mbps, što je minimum za zadovoljavanje osnovnih zahtjeva kvalitetnog on-line prenosa multimedijalnih informacija, pa do 155 Mbps. Izuzetak će biti neke područne škole i druge institucije sa nepristupačnim položajem i neizgrađenom mrežnom infrastrukturom, gdje će brzine biti ispod navedenog minimuma od 1Mbps.

Vanjske konekcije predstavljaju sve veze prema mrežama koje ne pripadaju BIHARNET akademskoj mreži. Pod ovim konekcijama podrazumijevaju se veze prema Akademskim mrežama drugih država, Internet provajderima, te nekim drugim partnerskim institucijama.

Vrsta tehnologija koje nalaze svoju namjenu u infrastrukturi akademske mreže uglavnom zavise od tipa veze koja je uspostavljena, kao i rezultujućih očekivanja u kontekstu pružanja aplikacija. To mogu biti:

Optičke tehnologije koriste se za prijenos podataka preko infrastrukture optičkih kablova (dark fiber). U BiH bilo bi potrebno uspostaviti Gigabit Ethernet tehnologije (1000BASE-X) između svih većih univerzitetskih centara. Koriste se različite karakteristike optičkih Gigabit Ethernet modula, koje istovremeno zavise od dužine optičke veze i tipa optičkog kablova.

xDSL VPN tehnologija koristi se mogu koristiti u pristupnoj mreži u suradnji sa postojećim telekom operaterima, pri čemu oni ugovorno daju svoj infrastrukturu na korištenje za prenos podataka od krajnjih institucija članica do BIHARNET pristupne tačke.

5 Zaključak

U ovom radu predstavljeno je postojeće stanje razvoja akademskih mreža u Bosni i Hercegovini, te ukazano na realnu potrebu za izgradnju jedinstvene akademske mreže na državnom nivou. Formiranjem jedinstvene akademske mreže stvorit će se uslovi za povezivanje naučno – istraživačkih i akademskih institucija u panevropsku istraživačko – obrazovnu mrežu GÉANT.

Također se pokušalo pokazati da za trenutno stanje razvoja akademske mreže u BiH najveću odgovornost ima neadekvatno političko djelovanje na našem prostoru, koje je potom impliciralo i nedostatak novca za nastavak projekta SEEREN 2.

Od tada su izrađeni brojni Planovi i Strategije razvoja naučnoistraživačke djelatnosti od strane Vijeća ministara BiH, UNDPa, Vlade FBiH, i sl., te svaka od njih navodi razvoj BIHARNETa kao jednu od tri neophodne institucije istraživačke infrastrukture. Rješenje u ovom pogledu vidi se u dogovornom političkom rješenju na državnom nivou, koji se sastoji u formiranju jedinstvenog, centralnog čvorišta akademske mreže u BiH, koja će imati direktnu vezu prema mrežnom čvorištu GEANTa (za razliku od trenutnih parcijalnih rješenja, u kojima Republika Srpska ima vezu prema AMRES, a Sveučilište u Mostaru prema CARNET mreži). Administracija i tehničko djelovanje na ovom centralnom čvorištu bilo bi uređeno posebnim zakonskim odredbama, koje bi na državnom nivou. Za finansiranje bi se trebao izdvajati određeni novac iz budžetskih sredstava, koja bi bila Nacrtom predviđena u kontekstu razvoja naučnoistraživačke djelatnosti u Bosni i Hercegovini, u početnoj fazi, a potom, upućivanjem aplikacija i projektnih prijedloga za sudjelovanje u finansiranju od strane institucija koje će raditi na razvoju BIHARNETa, prema fondovima Evropske komisije.

Tendencija razvoja akademske mreže u Bosni i Hercegovini će u velikoj mjeri utjecati na razvoj naučnoistraživačke djelatnosti i učešće naše zemlje u velikim internacionalnim projektima. Potrebno je hitno uspostaviti istraživačku i akademsku mrežu Bosne i Hercegovine koja će obezbijediti fakultetima i naučnoistraživačkim institucijama najprije normalne uslove za razmjenu naučno-obrazovnih informacija u Evropi i šire, a potom im omogućiti pristup informacijama o mnogobrojnim mogućnostima za učešće na projektima, putem kojih bi mogli obezbijediti sredstva za razvoj nauke i obrazovanja u Bosni i Hercegovini.

Glavni problem vezan uz BIHARNET je činjenica da je uspostavljen na državnoj razini dok je finansiranje obrazovnih, istraživačkih i kulturnih institucija u BiH organizirano na drugim razinama (entitet i kanton). Sve ove institucije prepoznaju potrebu za dobrim akademskim i istraživačkim radom ali niko u vladi nije odgovoran za njegovu održivost, jer Ministarstvo obrazovanje na državnom nivou ne postoji. To ne znači da je neko u vlasti osporava potrebu da BiH ima NREN. Naprotiv, svi premijeri i ministri izražavaju podršku NREN-u. Kao rezultat ove politike, BIHARNET i dalje postoji kao ideja, ali trenutno bez finansijskih sredstava za povezivanje, normalan rad i razvoj.

6 Literatura

1. GÉANT. (n.d.). Retrieved from <https://geant3plus.archive.geant.net/Network/Research-and-Education-Networks/Pages/Home.aspx>
2. UTIC. (n.d.). Retrieved from <http://www.utig.unsa.ba/projekti/akademaska-mreza/>
3. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. (2006). *Strategija naučno-tehnološkog razvoja Bosne i Hercegovine*. Retrieved from [http://www.ruralexextension.org/doc/Strategija%20naučno-tehnološkog%20razvoja%20BiH%20\(2006\).pdf](http://www.ruralexextension.org/doc/Strategija%20naučno-tehnološkog%20razvoja%20BiH%20(2006).pdf)
4. Savjet ministara Bosne i Hercegovine. (2018). *Strategija razvoja nauke u Bosni i Hercegovini 2017 - 2022*. Retrieved from http://www.sluzbenilist.ba/page/PdfDownload?BrojIzdanja=22&NivoIzdavanja_FK=1&GodinaIzdanja=2018
5. Bonac, M., Martin, J. (2003). Serernate, TERENA.
6. FP6 - Research Infrastructures SEEREN2. (2007). *South-Eastern European Research & Education Network: "Deliverable 07b SEEREN2 Topology"*.
7. Ministarstvo komunikacija i transporta BiH. (2008). *Idejni projekat razvoja akademske mreže u Bosni i Hercegovini*.
8. Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke. (2011). *Strategija razvoja nauke u FBiH za 2011.-2021*. Retrieved from <https://unze.ba/download/prilozi.pdf>