

OPORTUNITĂȚI DE DEZVOLTARE ALE PLATFORMEI ELECTRONICE ȘTIINȚIFICO-EDUCAȚIONALE RENAM – GEANT

DOI: 10.5281/zenodo.3364300

Doctor în științe fizico-matematice **Grigore SECRIERU**
 Doctor în științe tehnice **Petru BOGATENCOV**
 Asociația RENAM, Institutul de Matematică și Informatică
 Academician **Ion TIGHINEANU**
 Academia de Științe a Moldovei

THE STUDY OF OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT OF RENAM – GEANT SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ELECTRONIC PLATFORM.

Summary: The article describes approaches, solutions and perspectives for the development of modern electronic resources for the research and education community in Moldova, based on the use of advantages of the integrated platform RENAM – GEANT. The results of the study argue the prospects of developing the specific services and optical communication gateways for connecting the national research and educational network RENAM and similar networks of the neighboring countries Romania and Ukraine. Described solutions for providing access to the resources of Pan-European academic network GEANT for RENAM community that is developing within EaPConnect project in which RENAM takes part. The main vector of activities is focused on ensuring support of national research teams, enhancing the competitiveness and high quality of national scientific and educational products, benefiting from extending international cooperation, attracting European potential and scientific expertise for facilitating of the internal problems solving.

Keywords: e-Infrastructures, services for research and education, networking and computing resources.

Rezumat. Articolul examinează investigarea abordărilor, soluțiilor și perspectivelor de dezvoltare a resurselor electronice moderne pentru comunitatea de cercetare și educație din Republica Moldova, bazate pe utilizarea avantajelor platformei integrate RENAM – GEANT. Rezultatele studiului argumentează perspectivele de dezvoltare a serviciilor specifice și gateway-urilor optice de comunicare ale rețelei științifico-educăționale naționale RENAM și rețelelor similare ale țărilor vecine România și Ucraina, garantarea accesului la resursele rețelei academice paneuropene GEANT în cadrul proiectului internațional EaPConnect la care participă RENAM. Analiza oportunităților de dezvoltare a spațiului digital RENAM – GEANT se bazează pe avantajele utilizării tehnologiilor informației, comunicațiilor și resurselor calculului distribuit în activitatea echipelor naționale de cercetare pentru sporirea competitivității și asigurarea unei calități înalte a produsului științific și educațional autohton.

Cuvinte-cheie: e-Infrastructură, servicii pentru cercetare și educație, resurse de rețea și de calcul.

INTRODUCERE

În condițiile lumii moderne, infrastructura Internet și serviciile tehnologiilor informației și comunicațiilor (TIC) generează un spațiu digital al cunoașterii care penetrează toate domeniile activității umane prin realizarea activităților inovăționale. Semnificația resurselor electronice crește exponențial, ele având un impact substanțial asupra științei, educației, economiei și societății în ansamblu. Practica internațională evocă rolul major al infrastructurii și serviciilor electronice (e-Infrastructurii) în crearea, furnizarea și diseminarea informațiilor și cunoștințelor pentru soluționarea problemelor economice, academice și creșterea competitivității naționale. Pentru valorificarea acestor avantaje în fiecare țară din lume s-au creat condiții pentru cooperarea la nivel național, regional și internațio-

nal în domeniul dezvoltării, implementării și utilizării infrastructurilor rețelelor de calculatoare și tehnologiilor TIC, inclusiv orientate exclusiv spre perfecționarea activităților de cercetare și educație (C&E).

Activitățile în domeniul C&E s-au bazat tradițional pe două abordări (teoretică și experimentală), însă evoluția infrastructurilor electronice a condus la apariția celei de a treia abordări – *computaționale*. Aceasta este la fel de importantă ca primele două tradiționale. În consecință, s-a inițiat transformarea educației și științei tradiționale în e-Educație și e-Știință, bazate pe existența și utilizarea resurselor și serviciilor unei e-Infrastructuri comune, integrate organic în comunitatea C&E, pentru realizarea necesităților din ce în ce mai stringente de a avea acces, procesa și vizualiza cantități mari de date care nu pot fi gestionate fără instrumente electronice mo-

derne de comunicații și de calcul. Sensul e-Educației și e-Științei rezidă în vehicularea informației în cadrul unui sistem informațional într-o manieră specifică, de natură să producă excelență în activitatea educațională și de cercetare. Investigațiile de transformare se axează pe abordarea componentelor de bază ale conectivității naționale, regionale și internaționale cum ar fi capacitatea, calitatea serviciilor, operațiunile distribuite de calcul și infrastructura de fibră optică transfrontalieră pentru promovarea rețelelor C&E.

Aceasta a contribuit la impulsivitatea creării infrastructurilor specializate, inclusiv a Rețelelor Naționale de Cercetare și Educație (cunoscute și sub denumirea de NREN – National Research and Education Networks). Rețelele NREN au ca obiectiv principal furnizarea serviciilor TIC specifice necesităților comunității C&E și nu sunt furnizori de servicii comerciale pe Internet (ISP).

Având scopuri comune, orientate spre majorarea excelenței C&E, NREN-urile europene, cu sprijinul Comisiei Europene (CE), s-au integrat în rețeaua academică Paneuropeană GEANT (*Gigabit European Advanced Network Technologies*, www.geant.org), creată în 1993 inițial cu numele TEN (Trans European Network). Infrastructura rețelei GEANT integrează rețelele NREN din toate țările europene, în baza principiului „o țară – o rețea NREN conectată la GEANT” [1].

La inițiativa Academiei de Științe a Moldovei (AȘM) și a Universităților naționale (UTM, USM, ASEM, USMF), cu suportul proiectelor internaționale finanțate de Consiliul Științific NATO și Comisia Europeană (CE), în anul 1999 a fost inițiată crearea și dezvoltarea în continuare a Rețelei Naționale de Cercetare și Educație din Moldova RENAM (Research and Educational Networking Association of Moldova, <http://www.renam.md>), cu caracteristicile specifice de NREN. e-Infrastructura NREN RENAM are ca obiectiv principal înglobarea într-un sistem național de telecomunicații unic a domeniilor educației, cercetării, medicinei și culturii.

Topologia rețelei GEANT și conectivitatea RENAM-GEANT este prezentată în figura 1, unde fiecare țară este indicată prin codul de țară ISO, iar în partea de jos a imaginii sunt prezentate NREN-urile respective.

Pentru promovarea activităților coordonate de dezvoltare a sistemelor electronice universitare și de cercetare, integrate în RENAM, membrii Asociației RENAM au semnat în anul 2016 Memorandumul de colaborare și parteneriat, în scopul dezvoltării unui sistem național de telecomunicații performant. Această orientare se menționează în diverse Hotărâri ale Guvernului [2; 3], inclusiv în „Hotărârea Nr. 1081 din 08.11.2018 cu privire la Foaia națională de Par-

curs pentru integrarea Republicii Moldova în Spațiul european de cercetare pe anii 2019–2021 și a Planului de acțiuni privind implementarea acestuia”, a cărei p. 11 prevede „Asimilarea experienței europene de organizare și administrare a e-infrastructurii naționale de cercetare cu acces la rețeaua GEANT” [2].

Succesul obținut în anii 2003–2010 privind realizarea inițiativelor de interconectare dintre RENAM și RoEduNet (NREN din România) a permis asigurarea accesului la GEANT pentru Republica Moldova, utilizând tehnologia radioreleu. Această realizare a servit drept bază pentru migrarea spre canale de fibră optică și platforme tehnologice moderne Gigabit [4, 5]. Oportunitățile actuale de dezvoltare a conexiunilor optice transfrontaliere CBF (Cross Border Fiber) de conectare RENAM-GEANT prin România și Ucraina se bazează pe proiectul internațional EaPConnect (2015–2020), finanțat de Comisia Europeană (CE), la care participă RENAM.

Aceste abordări se axează pe dezvoltarea aspectelor de bază ale conectivității naționale, regionale și internaționale cu o infrastructură dezvoltată de fibră optică internă și transfrontalieră pentru a asigura conectarea rețelelor instituțiilor din domeniul C&E în bandă largă, utilizarea instrumentelor specifice TIC și accesul la conținutul științific digital – factor important al dezvoltării competitivității domeniului de cercetare, educație și societății în ansamblu.

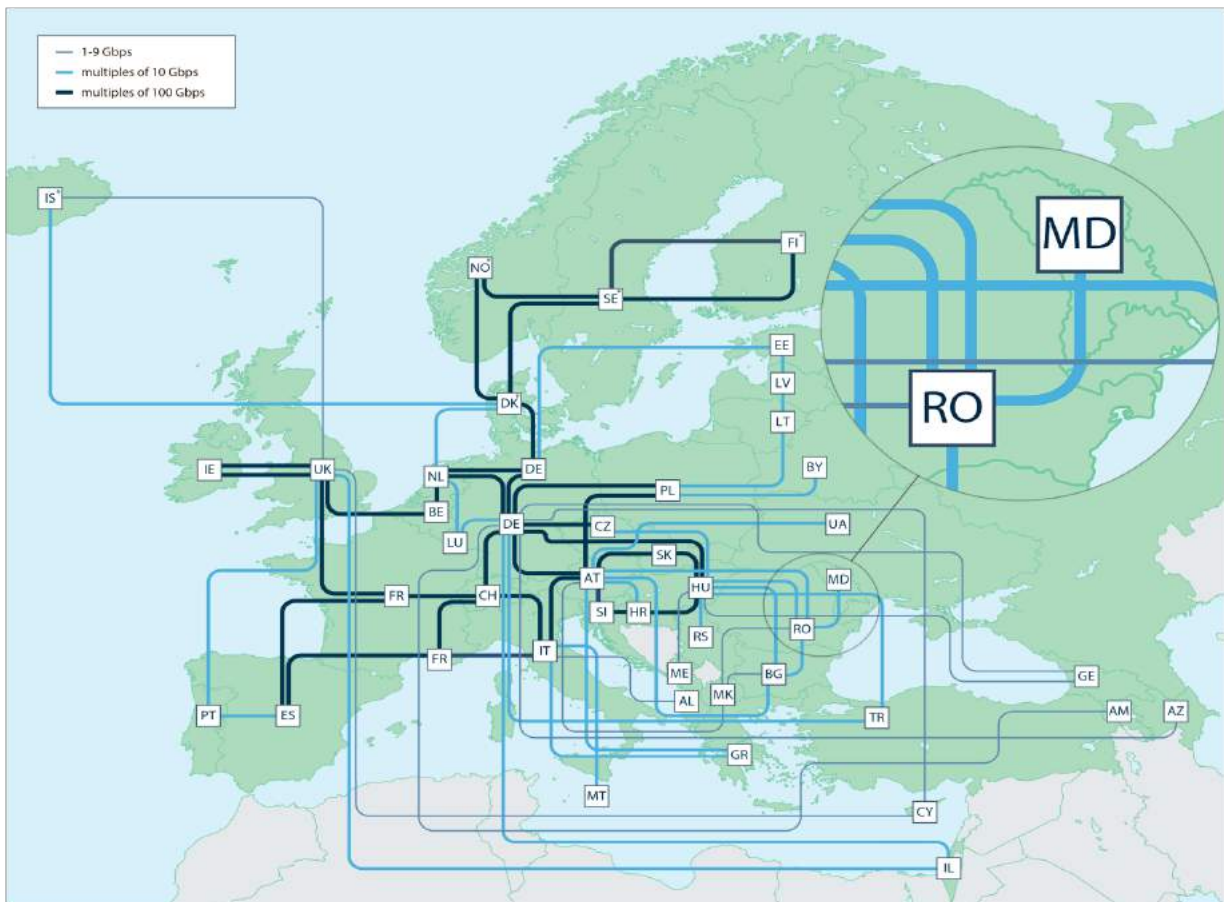
INVESTIGAȚII ALE DEZVOLTĂRII DIRECȚIONATE A INFRASTRUCTURII INTEROPERABILE DE REȚEA

Conform orientărilor stabilite la nivelul politicilor naționale și europene, știința și educația sunt considerate vehicule cheie pentru viitorul țării și creșterea competitivității sociale și economice. Infrastructurile electronice stau la baza evoluțiilor în domeniul colaborării, perfecționării proceselor C&E și economiilor țărilor din întreaga lume.

În fiecare țară europeană și în majoritatea statelor lumii au fost create rețele NREN, iar cele europene s-au integrat în rețeaua academică Paneuropeană GEANT care reprezintă una dintre cele mai avansate rețele de clasă mondială cu canale la viteze majore de operare, oferind o gamă largă de resurse și servicii TIC specifice pentru domeniul E&C. Prin intermediul infrastructurii GEANT este asigurat accesul unic la alte e-Infrastructuri europene și mondiale. Utilizarea resurselor platformei GEANT contribuie la dezvoltarea și implementarea serviciilor electronice performante pentru eficientizarea activităților de instruire și cercetare științifică din Moldova.



GÉANT's pan-European **research and education network** interconnects Europe's National Research and Education Networks (NRENs). Together we connect over **50 million users** at 10,000 institutions across Europe.



GÉANT's pan-European network is funded by the GÉANT Project (GN4-2), which received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement 731122. Connectivity to the Eastern Partnership countries (AM, AZ, BY, GE, MD, UA) is provided through the EaPConnect project, with 95% funding from the European Commission DG NEAR under grant agreement 2015-356353. The map shows topology as at January 2018. The GN4-2 and EaPConnect partners are listed below.



*Connections between these countries are part of NORDUnet (the Nordic regional network)



This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of GÉANT and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union.

geant.org

Figura 1. Topologia rețelei GÉANT și conectivitatea RENAM.

Practica internațională de asimilare a infrastructurilor electronice demonstrează că aceste infrastructuri stau la baza excelenței C&E și evoluțiilor economice din fiecare țară. Astfel, au fost confirmate necesitățile dezvoltării și avantajele utilizării infrastructurilor electronice pentru stimularea creșterii gradului de competitivitate academică, economică și socială.

Cadrul conceptual al rețelei RENAM este de a integra rețelele universităților, institutelor de cercetare și altor instituții din domeniul C&E din țara noastră într-un spațiu electronic comun, de a asigura astfel o platformă unică de servicii specifice TIC și colaborare la nivel național și internațional. RENAM constituie unica rețea națională eligibilă conectată din anul 2003 la rețeaua academică pan-europeană GEANT și reprezintă Republica Moldova în consorțiul GEANT, alături de cele peste 40 de NREN-uri ale țărilor europene.

Structura rețelei RENAM constituie o arhitectură care integrează rețelele a 12 universități (UTM, ASEM, USM etc.), AȘM, peste 20 de institute de cercetare, cămine studențești, centre medicale și alte entități din spațiul E&C [6]. Or valorificarea statutului de țară membră a consorțiului GEANT este o acțiune importantă pe agenda de lucru a Asociației RENAM pentru preluarea și transpunerea în practica națională a cerințelor și standardelor general acceptate la nivelul UE în domeniul informatizării C&E. Drept instrument de bază pentru realizarea acestei acțiuni servește rețeaua pan-Europeană GEANT – un spațiu unificat pentru a sprijini cercetarea și educația, în care cercetătorii, cunoștințele și tehnologia circulă liber în Uniunea Europeană. Republica Moldova și alte state își consolidează bazele științifice și tehnologice, competitivitatea și capacitatea de a aborda în mod colectiv provocările și necesitățile naționale de dezvoltare. Promovarea activităților C&E se bazează pe o puternică interacțiune a rețelelor naționale NREN cu rețeaua academică GEANT. Această viziune, la nivel național, este menționată în documentele legate de integrarea Republicii Moldova în Spațiul european de cercetare, aprobate prin Hotărâri de Guvern [2; 3].

Ansamblul e-Infrastructurilor RENAM și GEANT dispune de resurse și servicii necesare disponibile comunității naționale C&E exclusiv prin infrastructura NREN, oferind un spațiu sigur de cooperare durabilă care contribuie la extinderea gamei serviciilor specifice prestate de RENAM.

În Republica Moldova, ca și în alte țări, un rol deosebit îl joacă majorarea capacităților conexiunilor directe între RENAM și GEANT pentru promovarea și dezvoltarea mecanismelor eficiente de utilizare a instrumentelor TIC în domeniul E&C [4; 5; 7]. Perspectivele și oportunitățile actuale de dezvoltare a e-Infra-

structurii RENAM se bazează pe finanțarea națională și proiecte internaționale, în care participă RENAM, finanțate de UE. Dialogul experților UE, inițiat în 2012 și continuat mai târziu în cadrul proiectului GN3plus a urmărit să investigheze posibilele soluții pentru integrarea mai activă a țărilor regiunii Parteneriatului Estic (Belarus, Ucraina, Moldova, Armenia, Georgia, Azerbaidjan) în activitatea GEANT și sprijinirea elaborării potențialelor proiecte axate pe crearea infrastructurii regionale a rețelelor de cercetare și educație. Au fost studiate diverse abordări ale dezvoltării infrastructurii regionale a rețelei EaP și integrarea acesteia în GEANT. Întreaga arhitectură de rețea regională a fost propusă în Conceptul proiectului EaPConnect (2015–2020) [8], elaborat de experții Asociației GEANT, CEENet și NREN-urile Parteneriatului Estic. Lansat la mijlocul anului 2015, proiectul EaPConnect are următoarele obiective principale:

- să stabilească și să opereze o infrastructură de rețea regională de mare capacitate pentru C&E în cele șase țări ale Parteneriatului Estic (EaP) din vecinătatea estică a Uniunii Europene (UE);
- să creeze pentru NREN RENAM canale optice transfrontaliere cu țările vecine România și Ucraina de interacțiune cu NREN RoEduNet (România) și NREN URAN (Ucraina).
- să integreze rețelele naționale NREN în infrastructura pan-Europeană GEANT;
- să reducă decalajul digital în regiunea EaP;
- să faciliteze participarea cercetătorilor, studenților și cadrelor universitare locale la colaborările globale în domeniul cercetării și educației;
- să propună o cale de asigurare a accesului la infrastructurile electronice emblematiche ale Europei, cum ar fi GEANT, EGI, PRACE etc.;
- să stimuleze adaptarea și implementarea serviciilor specifice elaborate de GEANT pentru instituțiile științifico-educative.

Activitățile programate ale proiectului EaPConnect se axează pe o gamă largă de acțiuni principale, inclusiv:

- crearea și operarea rețelei regionale de mare capacitate de trafic care va asigura necesitățile comunităților de utilizatori din țările EaP;
- promovarea posibilității utilizării rețelei regionale pentru programele de cercetare și educație comune;
- crearea posibilității și capacității pentru maximum de beneficii în rețeaua de cercetare și educație;
- promovarea proiectului părților interesate, pregătirea planului de sustenabilitate și menținerea programului după finalizarea proiectului PaPConnect.

Structura rețelei regionale propuse (figura 2) urmează să asigure:

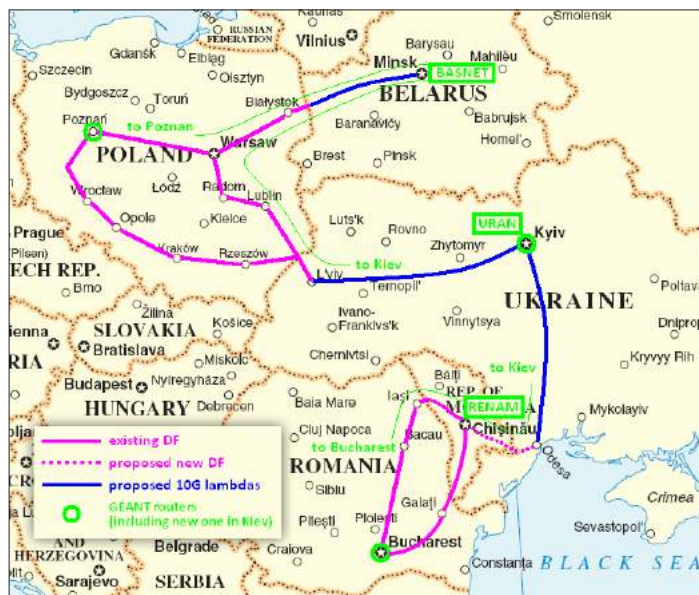


Figura 2. Schema geografică de implementare a arcurilor optice.

- realizarea cerințelor de conectivitate și capacități ale tuturor NREN-urilor din cadrul Parteneriatului Euristic;
- promovarea unei creșteri semnificative a capacității;
- furnizarea conexiunilor transfrontaliere CBF (Cross Border Fiber – Fibră transfrontalieră), a conexiunilor de rezervă pentru NREN etc.;

Obiectivul principal pentru Republica Moldova constituie dezvoltarea conectivității RENAM – GEANT prin canale CBF la viteze 10-100 Gbps cu țările vecine România și Ucraina, utilizând infrastructura rețelelor NREN RoEduNet (România) și NREN URAN (Ucraina). În figura 2 este prezentată schema geografică de trasare a arcurilor optice. Această dezvoltare are la bază solicitările universităților și institutelor de cercetare (USMF „Nicolae Testemițanu”, UTM, ASEM, IMI „Vladimir Andrunachievici”, IFA, IIEEN „Dumitru Ghițu” etc.)

În acest context se prevede crearea condițiilor pentru o nouă generație de resurse și servicii integrate care formează un mediu nou pentru cercetare și educație, oferind utilizatorilor un instrument unic pentru dezvoltarea de aplicații în colaborare la nivel național și internațional.

În cadrul proiectului EaPConnect, Asociația RENAM, în colaborare cu experți din România, Ucraina, Polonia și Lituania a elaborat proiectul tehnic „Proposal for network evolution in Ukraine and Moldova”, aprobat la Atelierul de lucru „EaPConnect project Regional Network Architecture Workshop”, care s-a desfășurat în perioada 29-31 ianuarie 2019 în orașul Kiev (Ucraina). Se are în vedere evoluția cana-

lelor optice transfrontaliere și a altor activități în cadrul proiectului EaPConnect pentru anii 2019–2020.

Disponibilitatea de conectivitate transfrontalieră în țările Europei de Est oferă o bază eficientă pentru modernizarea infrastructurii existente, asigurând mai multe lățimi de bandă. În acest context, în anii 2015–2017 au fost coordonate traseele transfrontaliere pentru două canale de fibră optică spre România și elaborate planurile tehnice de realizare. În 2016–2017 a fost procurat echipament comunicațional performant de tip „Juniper” și alte echipamente necesare. La finele anului 2017 s-a încheiat crearea primului link optic transfrontalier la viteze 10 Gbps cu perspective de majorare până la 100 Gbps. După realizarea lucrărilor de testare, la începutul anului 2018 a fost dat în exploatare canalul optic pe traseul: Chișinău (nod RENAM) – Iași (nod RoEduNet) – București (POP GEANT).

La fel a fost elaborat planul tehnic pentru crearea încă a unui canal optic transfrontalier scalabil, inițial la viteza de 10 Gbps, pe traseul: Chișinău (nod RENAM) – Galați (nod RoEduNet) – București (POP GEANT).

Spre Ucraina proiectul EaPConnect prevede crearea canalului optic transfrontalier, la viteza de 10 Gbps cu perspective de majorare până la 100 Gbps pe traseul: Chișinău (nod RENAM) – Odessa (nod URAN) – Kiev (POP GEANT).

În baza analizei solicitărilor instituțiilor de cercetare și învățământ superior (C&E), au fost inițiate activități de elaborare a soluțiilor tehnice de dezvoltare a Backbone-ului optic al rețelei RENAM cu capacitatea de 10 Gbps pentru conectarea rețelelor instituțiilor la viteze sporite de 1-10 Gbps, asigurând oportunități pentru excelență și colaborare în domeniu. La înce-

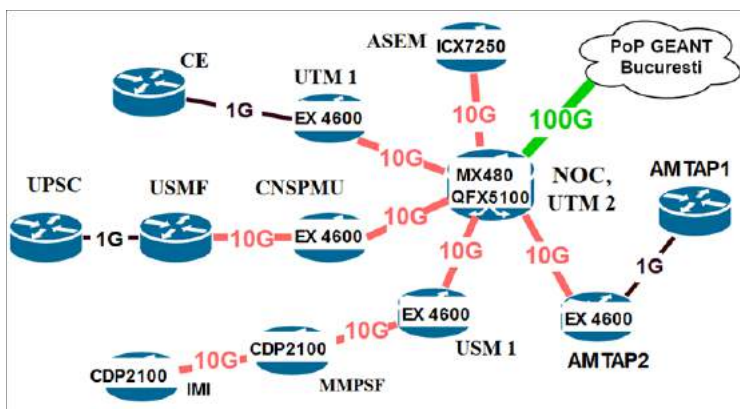


Figura 3. Dezvoltarea Backbone național RENAM.

putul anului 2019, peste 20 de institute de cercetare și 12 universități sunt conectate la Backbone-ul optic RENAM, fiind asigurată interoperabilitatea la nivel național și cu rețeaua academică paneuropeană GEANT. În figura 3 este prezentată dezvoltarea Backbone-ului național RENAM pentru conectarea instituțiilor la viteze 10 Gbps.

Planul de dezvoltare pentru infrastructura internă a rețelei RENAM include modernizarea echipamentelor în principalele noduri ale Backbone-lui național. În acest scop, se urmărește utilizarea echipamentelor moderne de comunicații de la producătorii mondiali, achiziționate prin intermediul proiectului EaPConnect:

- Router Juniper MX480 Premium3-ACH;
- Switches (comutator): Juniper OFX5100 și Juniper EX4600-40F - AFO, Corsa KT-CDP2100-A01-001, Brocade ICX-7250-24.

Aceste echipamente dispun de funcții de virtualizare a reconfigurării dinamice a rețelei, ceea ce este important din punct de vedere al automatizării administrării și monitorizării rețelei și permite implementarea de noi servicii bazate pe utilizarea tehnologiei SDN (Software Defined Networks).

Este prevăzută utilizarea mijloacelor de tip perfSONAR, a instrumentelor și soluțiilor Flowmon Networks ca platformă software și hardware pentru monitorizarea și detectarea incidentelor de securitate a rețelei, automatizarea blocării atacurilor DDoS, vizualizarea și analiza informațiilor despre starea rețelei, încărcarea canalelor, identificarea blocajelor și automatizarea alertelor privind situațiile problematice în rețea.

SERVICII SPECIFICE INFORMAȚIONALE ȘI DE CALCUL ÎN DOMENIUL C&E: ABORDĂRI ȘI SOLUȚII

Capacitățile și resursele e-Infrastructurilor moderne determină fundamentul tehnologic și operațional pentru elaborarea, adaptarea și diseminarea

serviciilor specifice informaționale și de calcul. Asigurarea excelenței educației și cercetării naționale cu alinierea la standardele europene prin asimilarea tehnologiilor și serviciilor moderne TIC se bazează pe utilizarea e-Infrastructurii NREN RENAM, conectată la rețeaua academică paneuropeană GEANT. Platforma RENAM – GEANT dispune de resurse și servicii necesare disponibile comunității naționale C&E prin infrastructura NREN, oferind o platformă sigură de cooperare durabilă care contribuie la extinderea gamei serviciilor specifice prestate comunității C&E.

În cadrul platformei RENAM – GEANT serviciile disponibile se axează pe două direcții principale:

1. Servicii de infrastructură și conexe;
2. Servicii informatice specifice pentru mediul de cercetare și educație.

Serviciile de infrastructură au menirea să asigure conectarea rețelelor instituțiilor din domeniul E&C în bandă largă și utilizarea serviciilor specifice:

- conectarea la infrastructura națională NREN RENAM și asigurarea accesului la resursele spațiului academic pan-European GEANT la viteze 1-10 Gbps;
- configurarea, administrarea și asigurarea funcționării în regim non-stop a Backbone-ului optic NREN RENAM;
- Asigurarea accesului la resurse și servicii specifice disponibile în cadrul infrastructurilor RENAM și GEANT;
- interconectarea campusurilor institutelor de cercetare cu alte rețele din Moldova – trafic Internet intern MD-IX;
- Asigurarea rutării prin sistemul autonom RENAM AS 9199 a adreselor IP oferite instituțiilor conectate;
- Organizarea și asigurarea funcționării VLAN-urilor rețelelor Institutelor în cadrul infrastructurii de rețea RENAM;
- Asigurarea securității în regim non-stop a siste-

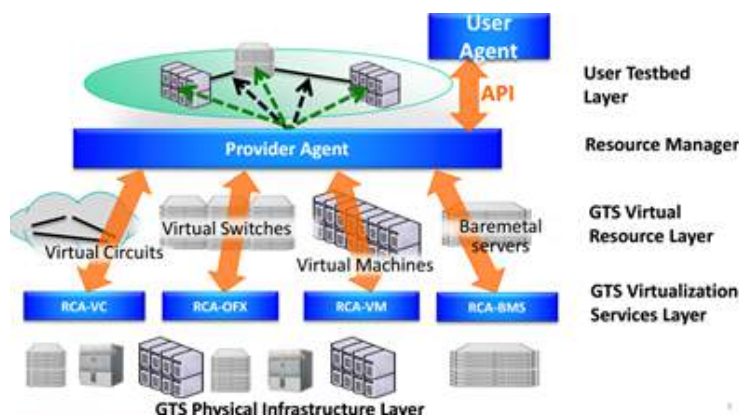


Figura 4. GTS virtualizarea, managementul și straturile de control al utilizatorului.

mului operațional al funcționării infrastructurii NREN RENAM;

- Suport de răspuns la incidentele de securitate a calculatoarelor (CSIRT);

- GCS (Digital Certificate Service) – serviciul DigiCert de furnizare a certificatelor digitale, inclusiv: certificate personale (semnătura e-mail, documente, acces etc.), certificate de server (SSL, EV SSL, Grid etc.);

- Academia CISCO dezvoltarea Bakhbone-ului Serviciul Autorizat de Instruire în domeniul TIC.

Serviciile informatice pentru mediul de cercetare și educație, care necesită a fi operate în RENAM și furnizate către instituțiile conectate, includ:

- Furnizarea de certificate digitale, recunoscute internațional, emise în cadrul GEANT Certificat Service (GCS) pentru identificare de resurse informaționale, servere, persoane etc.;

- Serviciul CERT (Computer Emergency Response Team – Center of Internet security expertise), vizează serviciul de prevenire și detectare a incidentelor de securitate în rețelele de calculatoare ale instituțiilor;

- Sistemul de monitorizare și securitate unificată a rețelei distribuite;

- Serviciul Hosting. Serviciu de oferire a resurselor pentru amplasarea site-urilor web, bazelor de date și altor resurse informaționale la infrastructura de servere RENAM.

Asociația RENAM asigură furnizarea către instituțiile comunității naționale C&E a serviciilor dezvoltate și operate prin rețeaua GEANT [5, 7, 9]. Printre aceste servicii, cu o prezentare generală a destinației lor, se numără:

EDUROAM (secured WiFi network roaming service) – serviciu securizat de rețea WiFi și acces Internet, dezvoltat pentru comunitatea internațională C&E. Oferirea de conturi specifice;

eduGAIN – serviciul management de identitate, de partajare și acces la sisteme informaționale, resur-

se și servicii științifico-educative pentru instituțiile înregistrate în cadrul federației naționale LEAF, administrată de RENAM;

GEANT Cloud Service – servicii cloud computerizate de infrastructură (Vanzatori cloud globali, cum ar fi Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure și o serie de alți furnizori de infrastructură cloud);

RENAM Scientific Cloud (MD-Cloud: cloud.renam.md) – alocare resurse și creare MV pentru utilizatorii din institutele de cercetare;

GTS (GEANT testbed service) – acces la resursele virtualizate pentru testarea sistemelor informaționale elaborate;

HPC (High-performance computing) – acces la infrastructura europeană, regională și națională de calcul performant;

E-Library – serviciu de creare și operare a unui sistem informațional direcționat să asigure accesul național la literatura științifică în format electronic.

În cadrul serviciului GTS schema procesării solicitării utilizatorului și procesul de rezervare a resurselor virtualizate pentru realizarea experimentului cu structura dată este prezentată în figura 4.

Serviciul de testare GTS furnizează piste de testare pentru pachete, create în mod dinamic, complet izolate, ca un serviciu pentru comunitatea de cercetare și educație din întreaga lume.

CONCLUZII

Dezvoltarea spațiului digital marchează o nouă generație de resurse și servicii integrate care formează un nou mediu pentru cercetare și educație, oferind utilizatorilor oportunități și servicii specifice accesibile, precum și un instrument unic pentru colaborarea la nivel național și internațional în dezvoltarea de aplicații. Disponibilitatea de conectivitate transfrontalieră supra 10 Gbps cu țările Parteneriatului Estic, planificată în cadrul proiectului EaPConnect, asigură

condiții pentru a oferi mai multă lățime de bandă la conectarea universităților și instituțiilor de cercetare.

În calitatea sa de operator al e-Infrastructurii NREN RENAM Asociația RENAM garantează pentru comunitatea instituțiilor C&E din Moldova servicii TIC specifice (EDUROAM, GEANT Cloud Service, HPC etc.), orientate spre suportul proceselor de instruire și cercetare.

Promovarea activităților coordonate de dezvoltarea a e-Infrastructurii ca sistem național unic de prestare a serviciilor în domeniul educației, cercetării, medicinei și culturii se bazează pe Memorandumul de colaborare și parteneriat semnat de membrii RENAM în anul 2016.

Infrastructurile NREN constituie fundamentul de dezvoltare a serviciilor moderne de suport în educație, cultură și activitatea științifică. Asigurarea excelenței educației și cercetării naționale prin alinierea la standardele europene prin asimilarea tehnologiilor și serviciilor moderne TIC se bazează pe utilizarea capacităților platformei NREN RENAM – GEANT.

Ansamblul e-Infrastructurilor RENAM și GEANT dispune de resurse necesare și servicii disponibile comunității naționale de C&E exclusiv prin infrastructura NREN, contribuind la extinderea gamei serviciilor prestate. Obiectivul general al e-Infrastructurii NREN RENAM este să facă resursele și serviciile e-Infrastructurilor naționale și europene accesibile pe scară largă, ceea ce va reduce semnificativ decalajul digital și va influența creșterea colaborării internaționale și participării comunității C&E din Moldova la programele europene de cercetare și inovare.

Notă: Lucrarea a fost susținută în cadrul proiectului Comisiei Europene „EaPConnect” finanțat de DG NEAR, Contractul de finanțare nr. 2015 / 356-353 / 11.06.2015.

BIBLIOGRAFIE

1. Rețeaua Paneuropeană GEANT, <https://www.geant.org>. (vizitat 11.07.2019).
2. Foaia națională de Parcurș pentru integrarea Republicii Moldova în Spațiul european de cercetare pe anii 2019–2021 și a Planului de acțiuni privind implementarea acesteia, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 1081/2018 din 08.11.2018, Monitorul Oficial nr. 6-12 din 11.01.2019.
3. Planul Individual de Acțiuni al Parteneriatului Republicii Moldova – NATO pentru anii 2017-2019 (IPAP), Hotărârea Guvernului nr.736 din 13.09.2017, Monitorul Oficial, nr. 335-339 din 15.09.2017
4. Andries A., Bogatencov P., Rusu O., Secrieru G.. Regional Cross-Border Fiber Connections implementation in Eastern Europe. „Networking in Education and Research”, Proceedings of the 11th RoEduNet IEEE International Conference, Sinaia, Romania, January 17-19, 2013, p. 49-55.
5. Bogatencov P., Secrieru G., Tighineanu I. E-infrastructura RENAM – platforma interoperabilă de colaborare, resurse și servicii informaționale în cercetare și educație. În: Akademos, Revistă de știință, inovare, cultură și artă, nr. 2(45), 2017, p. 19-26.
6. Rețeaua pentru cercetare și educație RENAM, www.renam.md (vizitat 17.07.2019).
7. Bogatencov P., Secrieru G., Degteariov N., Iliuha N. Scientific computing infrastructure and services in Moldova. Springer Link, Journal Physics of Particles and Nuclei Letters. Volume 13, Issue5, September 2016, p. 685-688, DOI: 10.1134/S1547477116050125, ISI 0.42.
8. EaPConnect project: <https://www.eapconnect.eu>
9. Bogatencov P., Secrieru Gr., Iliuha N. Network Architecture for the Development of Scientific Computing Infrastructure in Moldova: Current state and prospects of evolution. In: Networking in Education and Research”, Proceedings of the 12th RoEduNet IEEE International Conference, Constanta, Romania, 26-28 September, 2013, p. 7-12.