

# RIPE NCC

## Raport de țară privind internetul: Bulgaria, Moldova și România



## Cuprins

- 2 **Introducere**
- 3 **Piața și oportunitatea de creștere în Bulgaria, Moldova și România**
- 12 **Conectivitatea națională și internațională**
- 19 **Sistemul de nume de domenii, căile de trafic și securitatea rutării**
- 25 **Concluzie**
- 26 **Despre RIPE NCC**

## Introducere

Internetul este o rețea globală de rețele, însă relația fiecărei țări cu acesta este diferită. În cel mai recent raport de țară vă prezentăm o vedere de ansamblu asupra stării actuale a internetului în trei țări din Europa de Sud-Est, care se confruntă cu oportunități și probleme similare: Bulgaria, Moldova și România. Oferim o analiză a piețelor acestor țări și a stării lor de dezvoltare, examinăm toate rutele de internet la nivelul regiunii, analizăm accesul lor la sistemul global de nume de domenii și investigăm conexiunile dintre principalele rețele din fiecare țară, precum și conexiunile acestora la internetul global. Analiza se bazează pe ceea ce putem observa din instrumentele de măsură ale RIPE NCC, precum și din câteva surse de date externe.

Concentrându-ne pe aceste trei țări din regiunea de servicii RIPE NCC, vă putem prezenta o analiză comprehensivă a piețelor lor de internet unice, precum și potențialul de dezvoltare ulterioară, pentru a furniza informații pentru discuții, opinii tehnice, precum și a facilita schimbul de informații și de cele mai bune practici. Acesta este cel de-al nouălea asemenea raport de țară pe care RIPE NCC l-a realizat ca parte a unui efort continuu de a susține dezvoltarea internetului în toată zona noastră de servicii, punând datele și opiniile noastră la dispoziția decidenților, comunităților tehnice locale și a factorilor de decizie politică.

## Repere

- › Toate cele trei țări prezintă un nivel corespunzător al competiției pe piață și se bucură de unele dintre cele mai mici prețuri de acces la internet și de cele mai mari viteze din Europa
- › România a fost excepțional de activă pe piața secundară IPv4, fiind cel mai mare exportator de adrese IPv4 din regiunea de servicii RIPE NCC
- › În ciuda faptului că dețin cantități mari de IPv6, Bulgaria și Moldova arată procente de capacitate IPv6 foarte mici și toate cele trei țări necesită implementări IPv6 ulterioare pentru a face față creșterilor viitoare
- › Rutarea pare a fi foarte bine optimizată în regiune, deși punctele de schimb locale de internet nu par a fi utilizate la un nivel ridicat
- › Există un nivel rezonabil de ridicat al interconectivității dintre rețele din fiecare țară
- › În cea mai mare parte, țările beneficiază de o gamă largă de furnizori upstream ce îi conectează la restul internetului global, deși câțiva furnizori din Moldova și România depind în foarte mare măsură de doar una sau două surse pentru tranzitul internațional

## Piața și oportunitatea de creștere în Bulgaria, Moldova și România

### Piața

Deși cele trei țări acoperite de acest raport diferă destul de mult în ceea ce privește geografia și populația, PIB-ul și apartenența la Uniunea Europeană (UE), ele se confruntă cu dificultăți similare atunci când vine vorba de dezvoltarea internetului. Toate cele trei se confruntă cu pierderea de angajați TIC din cauza emigrării, nivelurile relativ scăzute de utilizare a internetului comparativ cu restul Europei, diferența digitală masivă între urban și rural și o relativă lipsă de servicii digitale cum ar fi cele de administrație electronică. În ciuda acestor lucruri, vedem și niveluri sănătoase de concurență pe piață, prețuri reduse pentru accesul la internet și viteze rapide ale internetului – și se fac noi investiții atât în infrastructură, cât și în reglementările digitale actualizate.

În ceea ce privește piața din regiune, operatorii mari din Bulgaria includ A1 Bulgaria, Telenor Bulgaria, care s-a redenumit în Yettel Bulgaria în martie 2022 și Vivacom (care s-a creat în urma unei fuziuni cu furnizorul național, Bulgaria Telecommunications Company). Piața este dinamică și competitivă, PPF Group cumpărând Telenor în 2018 și United Group cumpărând Vivacom în 2020.

În Moldova, piața de bandă largă este dominată de către furnizorul național Moldtelecom, urmat de StarNet, ce oferă acces în multe dintre regiunile centrale ale țării, precum și de Orange Moldova (care a preluat Sun Communications în 2016). Interdnestrcom este furnizorul principal din Transnistria. Există un număr mic de jucători, dar aceștia se bazează pe infrastructura operatorilor mai mari. Deoarece este o țară mică, fără obstacole geografice majore, infrastructura Moldovei este destul de robustă și țara este bine conectată. Piața mobilă este dominată de Orange Moldova, cu Moldcell și Moldtelecom acoperind

practic toată cota de piață rămasă.<sup>1</sup>

Vedem o piață dinamică și competitivă și în România, unde RCS & RDS (care este deținută de Digi Communications), Telekom România Communications (acum Orange România Communications) și Vodafone România (care a fuzionat cu UPC România în 2019 după ce aceasta din urmă a fost achiziționată de Vodafone Group) sunt jucătorii dominanți; cu toate acestea, un număr mare de „micro-ISP” independenți oferă servicii locale. Mai mulți jucători internaționali deservește piața mobilă; pe lângă Vodafone, Orange România a cumpărat 54% din acțiunile furnizorului național, Telekom Romania Communications (fostul Romtelecom) de la filiala Deutsche Telekom OTE, în 2021<sup>2</sup> iar la sfârșitul lui martie 2022, Telekom Romania Communications s-a rebranduit în Orange Romania Communications. (Rețineți că facem referire în continuare la companie ca fiind Telekom România Communications în cea mai mare parte a raportului, deoarece schimbarea de nume a avut loc după ce s-a realizat colectarea de date pentru raport.) Cota de piață a furnizorului național în România este una dintre cele mai mici din UE, de 17%.<sup>3</sup>

Bulgaria și România sunt conectate prin același cablu submarin către Turcia, în timp ce Bulgaria are și o conexiune suplimentară prin Marea Neagră, cu Georgia.<sup>4</sup>

Două dintre cele trei țări incluse în raport sunt în top zece atunci când vine vorba de viteze de Internet: Bulgaria este numărul 7 global pentru viteză mobilă iar România este numărul 10 pentru viteză în conexiuni cu bandă largă fixă.<sup>5</sup>

În imaginea de ansamblu europeană, Bulgaria și România se află în partea de jos a clasamentului UE DESI (Digital

Society and Economy Index) din 2021, care ia în calcul factorii ce includ conectivitatea, aptitudinile digitale, administrarea electronică și altele.

Bulgaria este pe poziția 26 din 27 de state membre în ceea ce privește conectivitatea. Cu 59% dintre gospodăriile abonate la conexiuni de bandă largă fixă, este sub media europeană de 77%. Cu toate acestea, a înregistrat mici creșteri în ultimii ani în ceea ce privește implementarea de rețele de bandă largă fixă, deși acoperirea rețelei sale fixe rurale de capacitate foarte mare (VHCN) rămâne la doar 1%, comparativ cu media europeană de 28%.<sup>6</sup>

România este pe locul 27 în clasamentul general, însă ocupă locul 10 atunci când vine vorba de conectivitate, cu 67% din gospodăriile abonate la conexiuni de bandă largă fixă. De fapt, este peste media europeană pentru acoperire VHCN fixă, mulțumită unei concurențe puternice în domeniul infrastructurii, și dublul mediei europene pentru acoperire VHCN rurală.<sup>7</sup>

### Numărul de furnizori și alte organizații ce își administrează propria rețea

În calitate de registru regional de internet pentru Europa, Orientul Mijlociu și regiuni din Asia Centrală, RIPE NCC poate urmări dezvoltarea internetului local în timp, analizând

<sup>1</sup> <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2021/Regional%20Innovation%20Forum/Moldova.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.romania-insider.com/orange-telekom-ro-takeover-oct-2021>

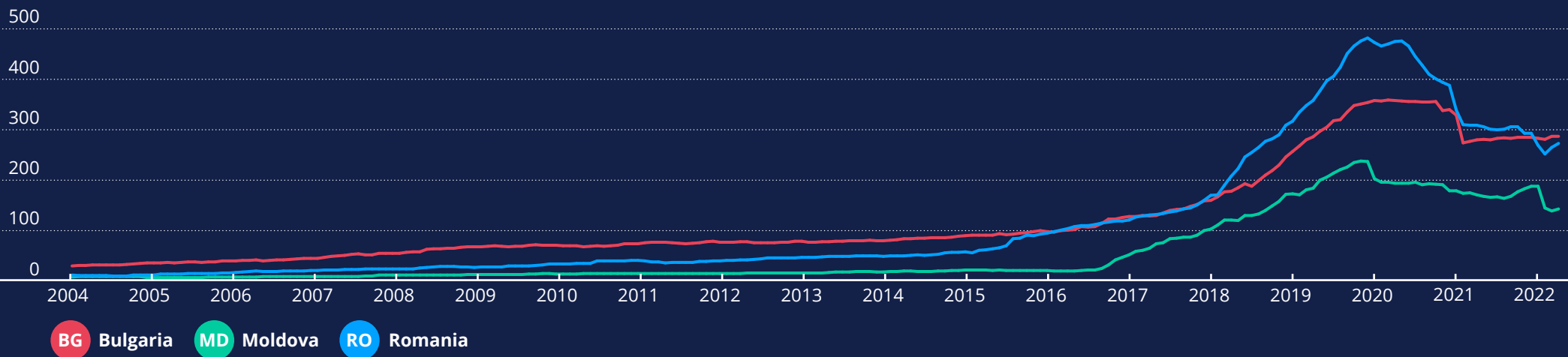
<sup>3</sup> <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80552>

<sup>4</sup> <https://www.submarinecablemap.com/>

<sup>5</sup> <https://www.speedtest.net/global-index>

<sup>6</sup> <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80475>

**Figura 1:**  
**Numărul de registre de internet local (LIR) în timp**



creșterea numărului de membri RIPE NCC și de registre de internet locale (LIR). În general, un număr mai mare de LIR-uri semnaleză deseori o piață mai diversificată, cu un număr mai mare de furnizori de servicii operându-și propriile rețele; acesta nu este însă și întotdeauna adevărat.

Pentru o perioadă foarte mare de timp, majoritatea membrilor RIPE NCC erau mari furnizori de servicii și acces la internet. Mai recent, însă, am observat o creștere a altor tipuri de organizații ce necesită adrese IP pentru a-și opera propriile rețele, inclusiv furnizori de servicii de hosting, agenții guvernamentale, universități, companii, etc. Prin urmare, o creștere anumărului de LIR-uri nu se traduce în mod obligatoriu într-o creștere a numărului de furnizori de acces la internet. Însă a permis mai multor organizații să exercite mai mult control asupra resurselor lor de adrese de internet și asupra modurilor în care își rutează traficul.

În plus, acum o organizație poate să dețină mai multe conturi de LIR. Această practică a devenit o tendință semnificativă după 2012, atunci când spațiul de adrese IPv4 alocat a fost restricționat în timp ce baza de adrese IPv4 rămase a devenit din ce în ce mai mic (după cum este explicat mai detaliat în secțiunea IPv4 de mai jos).

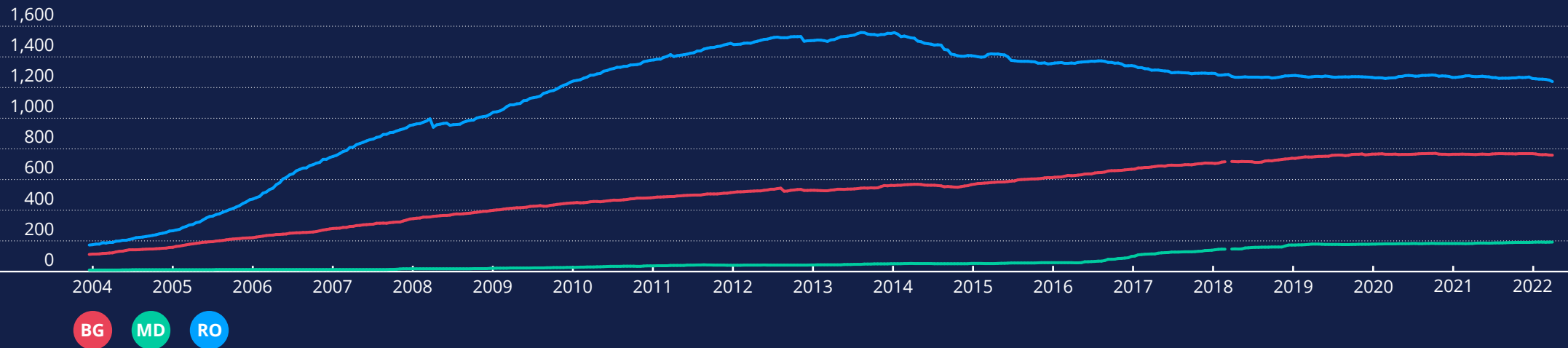
#### **Membri RIPE NCC și registrele de internet locale**

Membrii RIPE NCC includ furnizorii de servicii de internet, furnizorii de găzduire de conținut, agenții guvernamentale, instituții academice și alte organizații ce operează propriile rețele în regiunea de servicii a RIPE NCC ce include Europa, Orientul Mijlociu și Asia Centrală. RIPE NCC distribuie spațiul de adrese de internet acestor membri, ce pot alocă mai departe adrese IP propriilor utilizatori finali. Există posibilitatea ca membrii să își deschidă mai mult de un cont, denumit registru de internet local (LIR).

După cum se vede în Fig. 1, a existat o creștere sigură dar lentă în Bulgaria, Moldova și România până în 2015-2016. După 2016, toate cele trei țări au avut o creștere semnificativă în numărul de LIR-uri. Acest lucru este aproape sigur un efect al schimbării politicii RIPE ce a avut loc după ce s-a ajuns la ultimul bloc /8 de spațiu de adrese IPv4 în 2012, moment după care organizațiile mai mici nu au mai primit IPv4 de la un LIR sponsor, ci au trebuit fie să devină LIR-uri ele însele, fie să recurgă la piața secundară.

Deși am observat o creștere similară în numărul de LIR-uri în alte țări pe care le-am analizat, viteza și magnitudinea creșterii pe care o vedem aici este foarte pronunțată, în special în România. Scăderea ulterioară în numărul de LIR-uri pe care o vedem în cele trei țări este, de asemenea, neobișnuită, deoarece o mare parte dintre aceste conturi LIR suplimentare au fost închise după ce și-au primit și transferat alocările IPv4 finale. Chiar și așa, numărul de

**Figura 2:**  
**Numărul de rețele în timp**



conturi LIR „suplimentare” (conturi multiple, deținute de către același membru) rămâne relativ ridicat în toate cele trei țări: raportat la martie 2022, existau 209 membri în Bulgaria ce aveau un total de 287 conturi LIR, 53 membri în Moldova ce aveau 143 conturi LIR și 181 membri în România ce aveau 284 conturi LIR.

### Creșterea și diversitatea rețelei

În general, un număr mai mare de LIR-uri corespunde unui număr mai mare de rețele operate independent, denumite Sisteme Autonome, fiecare dintre ele fiind reprezentate de un Număr de Sistem Autonom, prescurtat ASN. (Un Sistem Autonom este un grup de rețele IP ce sunt operate conform unei politici de rutare unice, clar definite. Există actualmente aproximativ 70.000 de ASN-uri active pe Internet astăzi.)

Numărul de rețele dintr-o țară reprezintă un indicativ al maturității pieței. Cu cât este mai mare diversificarea, cu

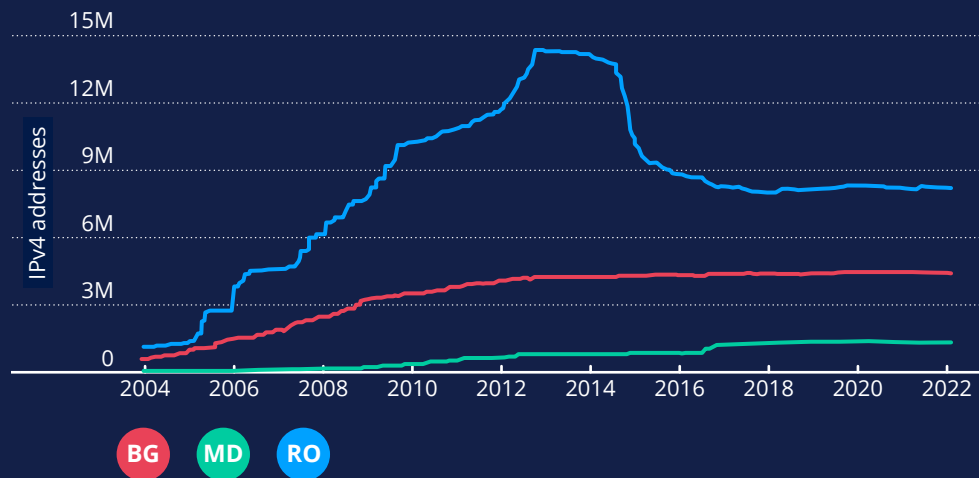
atât există mai multe oportunități privind interconectarea între rețele, ceea ce crește reziliența acestora.

RIPE NCC este organizația răspunzătoare pentru alocarea de ASN-uri în regiunea sa. Acest lucru ne oferă o perspectivă unică în ceea ce privește distribuția și implementarea acestor rețele pe internet. În Figura 2 vedem o creștere modestă în Moldova, o creștere mai pronunțată în Bulgaria și o creștere anormal de rapidă în România. Însă vedem că numărul de rețele independente din România ajunge la un vârf în 2014 și apoi scade înainte de a ajunge la un platou începând cu aproximativ 2018. Astăzi, Bulgaria conduce în grupul celor trei în ceea ce privește numărul de rețele atunci când luăm în considerare populațiile țărilor, cu de 1,8 ori mai multe rețele decât România și cu de 1,4 ori mai multe rețele decât Moldova per persoană. În general, creșterea și diversitatea pe care le vedem aici sunt un bun indicativ al unei piețe mai mature și mai competitive, cu un

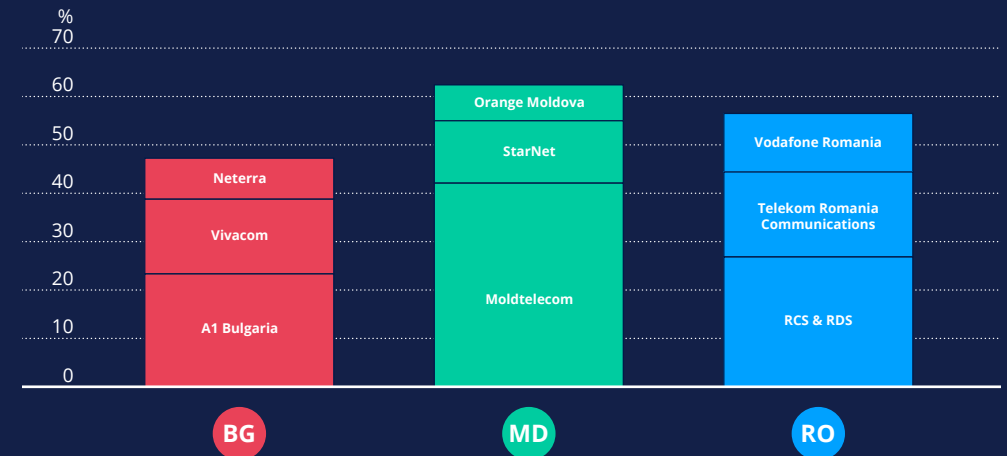
nivel bun de opțiuni între furnizorii de servicii mai mari și mai mici; însă o scădere în numărul de ASN-uri nu este ceva ce vedem de obicei în vreo țară.

Uitându-ne mai atent la situație, descoperim că scăderea numărului de ASN-uri din România se datorează unei singure companii. (Compania a debutat folosind numele Jump Management însă, între timp, s-a redenumit IPv4 Management, operând și o serie de companii asociate pe parcurs.) ASN-uri solicitate de către această companie în numele său au fost revendicate de RIPE NCC sau mutate la un LIR diferit – fie deoarece un alt LIR a preluat sponsorizarea utilizatorului final, fie deoarece utilizatorul final a devenit un membru RIPE NCC independent. Comparând înregistrările ASN pentru LIR-urile acestei companii de la 1 ianuarie 2015 până la 1 ianuarie 2017, vedem că 246 ASN-uri au fost mutate: în timp ce 128 au trecut la alt LIR din România, 27 s-au mutat la un LIR din afara României (inclusiv 11

**Figura 3:**  
Posesiunile IPv4 în timp



**Figura 4:**  
Principali 3 deținători de IPv4



către Moldova și 7 către Bulgaria), 51 au fost revendicate și realocate de către RIPE NCC altor organizații, după o perioadă de carantină, iar 40 au fost revendicate și nu au fost încă realocate.

### IPv4 în Bulgaria, Moldova și România

Până în 2012, membrii RIPE NCC puteau primi alocări mari de adrese IPv4 în baza unei nevoi demonstrate. Atunci când RIPE NCC a ajuns la ultimul bloc /8 de spațiu de adrese IPv4, în 2012, comunitatea RIPE a instituit o politică ce le-a permis LIR-urilor noi să primească o alocare redusă de IPv4 (1.024 de adrese) pentru a le ajuta să facă tranziția la IPv6, protocolul de următoare generație ce include suficiente adrese IP pentru viitorul previzibil. În noiembrie 2019, RIPE NCC a făcut ultima dintre aceste alocări și acum există un sistem prin care organizațiile care nu au primit niciodată IPv4 de la RIPE NCC pot solicita o alocare și mai redusă (256 de adrese), dacă este disponibilă, dintr-o cumulare de spațiu de adrese

recuperată (ocazional, conturile membrilor sunt închise și spațiul de adrese este returnat către RIPE NCC).

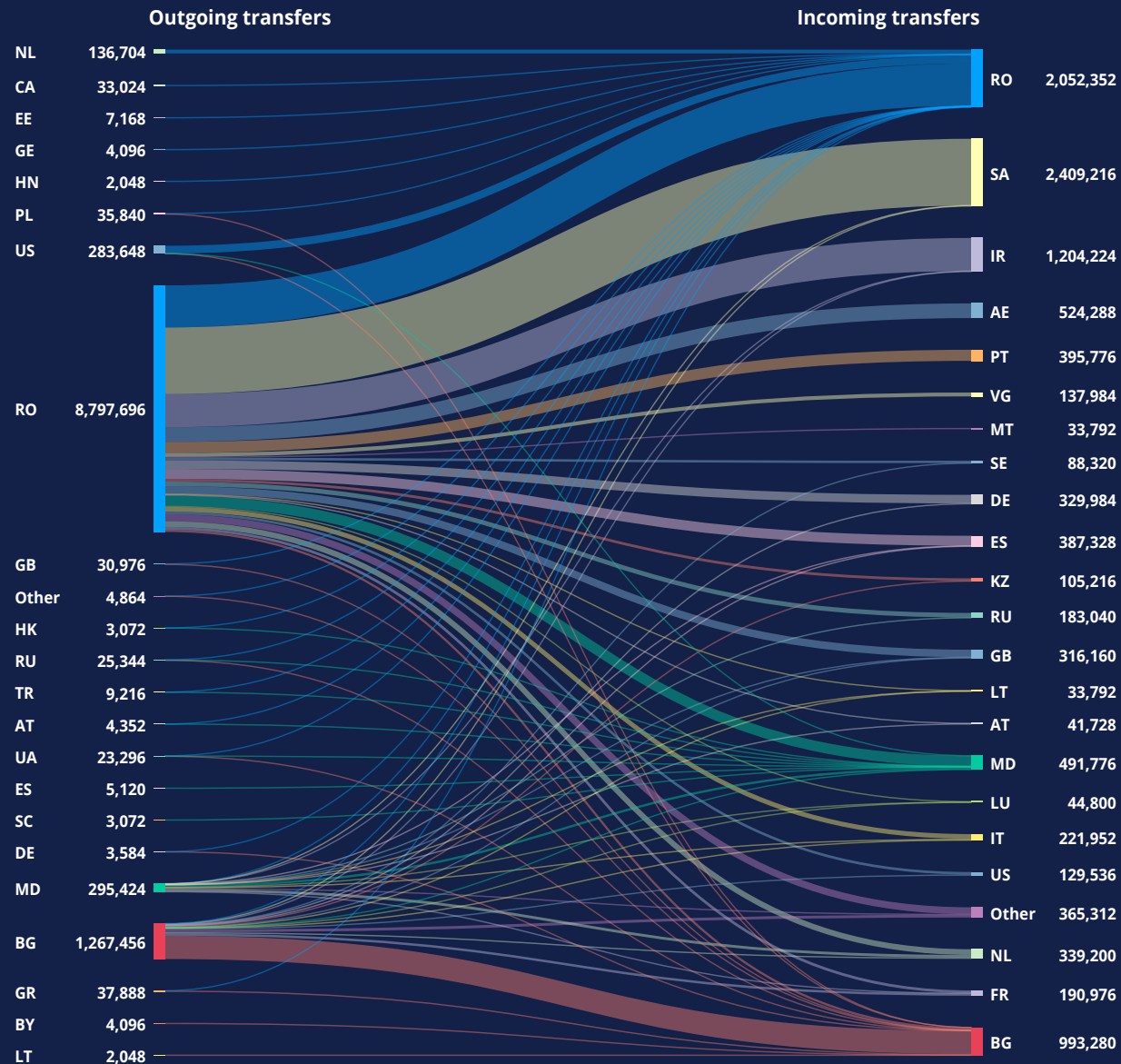
Într-adevăr, niciuna dintre cele trei țări incluse în acest raport nu a continuat să acumuleze spațiu de adrese IPv4 semnificativ după 2012. Până la acel moment am văzut creșteri modeste în cantitatea de IPv4 alocat în Moldova și o creștere constantă în Bulgaria. Din nou, observăm cea mai semnificativă creștere în România – mult mai mare decât în celelalte țări europene pe care le-am analizat în rapoartele anterioare. În mod interesant, vedem o scădere dramatică în posesiunile IPv4 ale României în primii ani de după modificarea politicii din 2012. După cum vom vedea mai târziu în acest raport, acest lucru se explică mai ales datorită activității României pe piața IPv4 secundară. Posesiunile curente din fiecare țară corespund îndeaproape populațiilor lor aferente.

Tipic cu ce am văzut în alte țări, există o consolidare parțială în posesiunile IPv4 din cele trei țări. Aceasta este mai ales situația din Moldova, acolo unde, începând cu martie 2022, Moldtelecom deținea 42% din resursele IPv4 ale țării. Acest lucru nu este surprinzător, având în vedere istoricul companiei ca operator de telefonie național.

### Piața secundară IPv4

Pentru a acoperi cererea pentru mai mult spațiu de adrese IPv4, în ultimii ani a apărut o piață secundară, ce a cumpărat și vândut IPv4 între diferite organizații. RIPE NCC nu joacă niciun rol în cadrul acestor tranzacții financiare, ci doar asigură faptul că baza de date RIPE – înregistrarea cărui spațiu de adrese a fost înregistrat căror membri RIPE NCC – rămâne cât mai exactă posibil.

**Figura 5:**  
**Transferurile IPv4 care au avut loc în interiorul, înspre și dinspre Bulgaria, Moldova România între octombrie 2012 și martie 2022**



Deoarece cererea pentru IPv4 continuă în ciuda scăderii volumului de spațiu disponibil, mulți furnizori și alte organizații au recurs la piața secundară. Figura 5 arată transferurile IPv4 care au avut loc în interiorul, înspre și dinspre fiecare țară din regiune de când piața a devenit activă. (Rețineți că aceste cifre nu includ resursele care au fost transferate ca urmare a fuziunilor sau achizițiilor.)

Deși vedem foarte puțin resurse transferate înspre și dinspre Moldova în ceea ce privește cifrele absolute, țara a importat cu aproape 200.000 mai multe adrese decât a exportat și spațiul IPv4 pe care l-a importat reprezintă aproximativ 30% din totalul spațiului său de adrese IPv4. Vedem mai multă activitate în Bulgaria, dar a exportat cu aproximativ 274.000 mai multe decât a importat și conturile sale IPv4 importate reprezintă mai puțin de 4% din totalul spațiului său de adrese IPv4. Vedem și faptul că majoritatea transferurilor Bulgariei (peste 828.000) au fost transferuri naționale, unde adresele sunt transferate între două entități din aceeași țară.

Dintre cele trei țări, România a dominat în mod clar piața secundară IPv4 încă de la schimbarea politicii IPv4 din 2012. De fapt, a fost sursa mai multor transferuri IPv4 pe piața secundară decât orice altă țară din regiunea de servicii RIPE NCC și este de departe un exportator de internet, exportând în total aproape 7,3 milioane de adrese (dintre care 5 milioane au fost exportate în primii trei ani de după schimbarea politicii IPv4). A și importat puțin peste 500.000, cu încă 1,5 milioane în transferuri naționale. Un număr suplimentar de 393.216 adrese – parte a unei alocări mai mari care a fost inițial făcută pentru Departamentul pentru Muncă și Pensii al Regatului Unit – au fost importate ca adrese moștenite și, prin urmare, nu au fost înregistrate în statisticile de transfer. Vedem doar transferurile ulterioare pentru adresele respective, care au fost făcute către Arabia Saudită după ce starea lor a fost schimbată din „moștenite” în „alocate”.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Vedeți întrebarea patru din întrebările frecvente: <https://www.ripe.net/manage-ips-and-asns/legacy-resources/legacy-internet-resources-faqs>

**Figura 6:**  
Abonamente de bandă largă fixă pentru 100 persoane în timp



Sursa: Banca Mondială

Dintre cele 1,5 milioane transferate național în România, peste 900.000 au pornit de la compania care opera sub numele Jump Management. În timp ce unele dintre acestea au fost transferuri normale, multe au fost rezultatul persoanelor fizice sau organizațiilor care au închiriat adrese IPv4 de la această companie, cumpărând apoi înapoi utilizarea resurselor. În mod similar, 99% din cele 372.992 adrese care au fost transferate către Moldova din România au pornit din cadrul aceleiași companii. Unul dintre destinatarii de top ai adreselor IPv4 în Moldova a fost Moldtelecom, care a primit 332.032 de adrese de la această companie.

Cei mai importanți trei importatori de internet de spațiu de adrese IPv4 prin piața secundară din fiecare dintre aceste țări și creșterile lor nete, includ:

**Bulgaria:**

- › Vivacom: 154,624
- › Bulsatcom: 92,160
- › PON.BG: 60,672

**Moldova:**

- › Moldtelecom: 332,032
- › ITNS: 51,200
- › Global Fiber Communications: 33,792

**România:**

- › Vodafone România: 262,144
- › RCS & RDS: 133,120
- › Netprotect: 67,840

**Răspândirea internetului și potențialul pentru creștere viitoare**

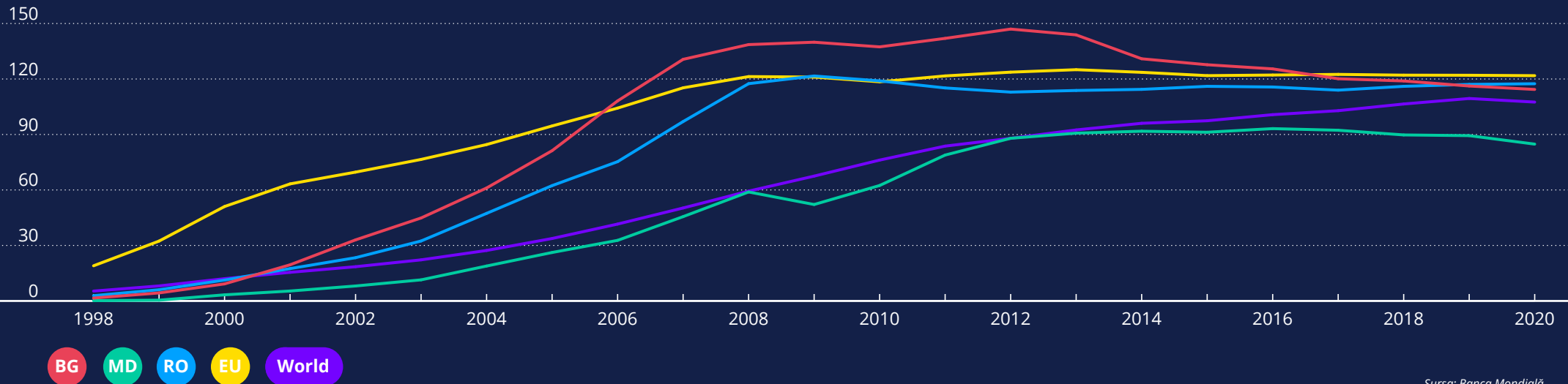
Bulgaria, Moldova și România au cantități moderate de IPv4 comparativ cu alte țări din regiunea de servicii RIPE NCC și toate trei au cantități similare per persoană: 0,6 adrese per persoană în Bulgaria, 0,5 în Moldova și 0,4 în România. Acest lucru este conform creșterii moderate dar stabile ale posesiunilor IPv4 pe care le-am văzut în Bulgaria și Moldova și, deși ne-am fi așteptat să vedem mai mult IPv4 per persoană în România, având în vedere creșterea sa drastică în IPv4 în anii dinainte de 2012, aceasta a fost echilibrată de cantități la fel de mari pe care le-a transferat altor țări între timp.

Având în vedere aceste lucruri, nu ne așteptăm ca o lipsă severă de IPv4 să aibă un impact major asupra penetrării internetului în regiune. Însă, după cum vedem în Figura 6,

9 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80475>  
 10 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80496>  
 11 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80552>  
 12 <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/80552>



**Figura 7:**  
Abonamente mobile pentru 100 persoane în timp



Sursa: Banca Mondială

procentele abonamentelor de bandă largă fixă din cele trei țări sunt semnificativ mai mici decât media UE. (Rețineți faptul că conexiunile de bandă largă fixă sunt în general partajate între mai multe persoane din aceea gospodărie, iar procentele pe care le vedem în Figura 6 nu se vor apropia niciodată de 100%.)

Acest lucru apare în ciuda faptului că prețurile abonamentelor de bandă largă din Bulgaria scad sub media europeană.<sup>9</sup> În mod similar, România este sub media UE în ceea ce privește abonamentele de bandă largă fixă, în ciuda faptului că este numărul unu în UE în ceea ce privește prețurile pentru bandă largă atunci când sunt luate în calcul pachetele fixe, mobile și convergente împreună,<sup>10</sup> sugerând faptul că nici disponibilitatea IPv4 și nici costul nu sunt factorii dominanți aici. În schimb, atât România cât și

Bulgaria prezintă unele dintre cele mai mari decalaje urban-rural din UE atunci când vine vorba de abonamente de bandă largă fixă, ceea ce probabil contribuie la procentele de răspândire mai mici pe care le vedem în aceste țări.<sup>11</sup> În același timp, este interesant de observat faptul că România este una din primele țări din UE în ceea ce privește gospodăriile cu conexiuni rapide (>100 Mbps) de bandă largă.<sup>12</sup>

Atunci când vorbim de procentul de abonamente mobile, Bulgaria și România sunt mai aproape de media europeană, în timp ce procentul din Moldova este mai mic. Deși datele mobile sunt relativ scumpe în alte zone din Europa de Est, Moldova are serviciile de date mobile pe locul șapte cele mai ieftine din lume, conform unei surse, ceea ce ar sugera că nu costul este factorul contributiv principal.<sup>13</sup> Însă este

posibil ca totuși costul să joace un rol mai important decât pare, având în vedere PIB-ul mai scăzut per persoană al țării comparativ cu al vecinilor săi.

Deși vedem procentele de abonamente de bandă largă continuând să crească, abonamentele mobile au ajuns la un platou de peste o decadă, nu doar în cele trei țări, ci în întreaga UE, ceea ce reprezintă probabil un efect al saturației pieței.

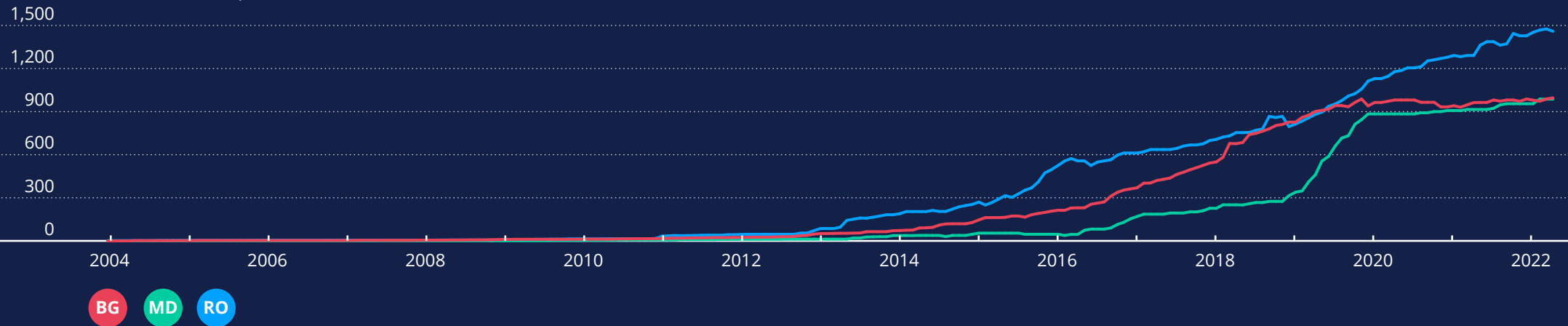
În timp ce toate cele trei țări au cantități moderate de spațiu de adrese IPv4 pentru a-și deservi populațiile, terminarea IPv4 înseamnă că furnizorii de conexiuni de bandă largă vor avea dificultăți cu a deservi numărul crescând de clienți

<sup>13</sup> <https://www.cable.co.uk/mobiles/worldwide-data-pricing/>

<sup>14</sup> <https://futurium.ec.europa.eu/en/digital-compass/digital-infrastructure>

**Figura 8:**  
**Posesiunile IPv6 în timp**

Number of addresses (multiples of /32)



și, cu cât sunt mai mulți clienți mobili decât adrese IPv4, furnizorii mobili cel mai probabil se vor baza pe tehnici de partajare a adreselor pentru a-și deservi chiar și baza de clienți actuali. Soluțiile tehnice alternative ce permit ca mai mulți utilizatori să partajeze o singură adresă IP, cum ar fi translatarea adresei în rețea la nivel de operator (CGN), sunt utilizate larg în conectivitatea de bandă largă mobilă. Cu toate acestea, există dezavantaje documentate ale tehnologiilor de partajare a adreselor și implementarea IPv6 rămâne singura strategie sustenabilă pentru a face față creșterilor viitoare și a atinge țintele de conectivitate ale UE pentru 2030<sup>14</sup> – fără a menționa suportul pentru tehnologiile emergente cum sunt 5G, IoT (Internet of Things), orașe inteligente și altele.

### IPv6 în Bulgaria, Moldova și România

De obicei, observăm că cantitatea de IPv6 dintr-o țară este relativ egală (deși nu chiar egală) celei de IPv4; cu toate acestea, observăm o abatere semnificativă aici, cu Moldova deținând mult mai mult spațiu IPv6 comparativ cu posesiunile sale de IPv4. Vedem creșterea foarte abruptă a Moldovei în 2019 în Figura 8. Spre deosebire de IPv4, adresele IPv6 sunt larg disponibile (deși alocările mari se bazează pe nevoi demonstrate), astfel încât tezaurizarea nu joacă același rol în cantitatea de spațiu pe care organizațiile o dețin precum în cazul IPv4. Însă merită notat faptul că doar faptul că organizațiile dețin cantități mari de spațiu de adresare IPv6 nu înseamnă că au și implementat în realitate IPv6 și că adresele sunt în uz. Anumite rețele pot deține o cantitate mare de spațiu de adrese fără a-l folosi (posibil prezentând planuri pentru creștere viitoare atunci când se solicită alocări mari), în timp ce altele pot probabil să își deservească întreaga bază de clienți cu o alocare relativ mică.

Chiar aceasta pare a fi situația cu cele trei țări din acest raport, mai ales Moldova. Din cele 139 de blocuri IPv6 înregistrate pentru Moldova la începutul lui 2022, doar 29 (dau 21%) apar în sistemul de rutare. Pentru România și Bulgaria vedem 44% din blocurile lor de IPv6 ca fiind rutate. Având în vedere numărul mare de LIR-uri suplimentare pe care le observăm în Moldova la sfârșitul lui 2019, este probabil ca membrii RIPE NCC care au deschis aceste conturi LIR suplimentare să fi obținut alocările IPv4 finale și să fi profitat de oportunitatea de a obține o alocare IPv6 în același timp (care este procedura standard), chiar dacă nu aveau nicio nevoie imediată.

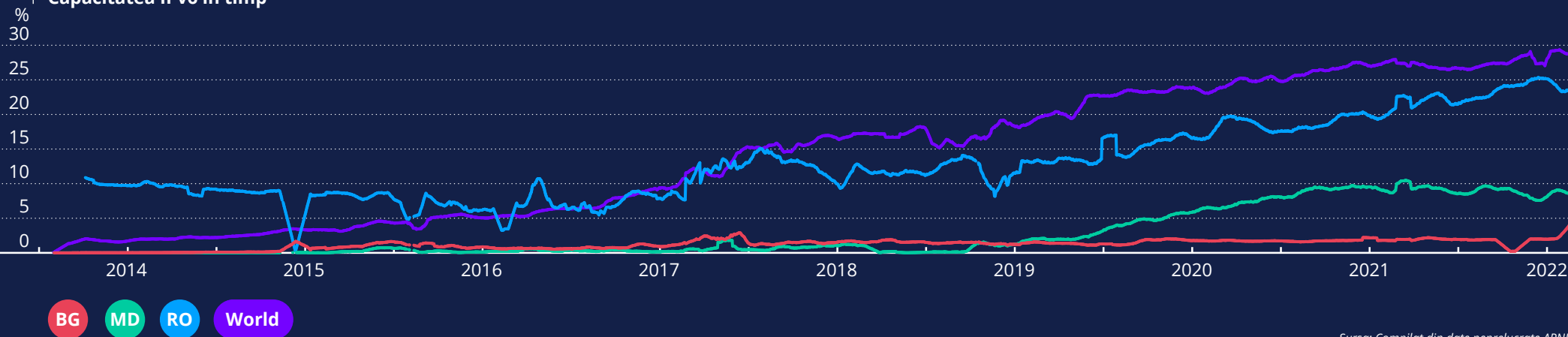
<sup>15</sup> Rețineți că cifrele exacte diferă între organizații, deoarece utilizează metodologii de măsură diferite. Sursă: APNIC: <https://stats.labs.apnic.net/ipv6>

Facebook: <https://www.facebook.com/ipv6>

Google: <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

<sup>16</sup> <https://www.internetsociety.org/resources/deploy360/2014/case-study-how-romania-rcs-rds-deployed-ipv6/>

**Figura 9:**  
**Capacitatea IPv6 în timp**



Sursa: Compilat din date neprelucrate APNIC

Există foarte puțină consolidare pe piața IPv6 în cele trei țări, cu mici cantități de IPv6 divizate între diferite organizații, în loc de un număr mic de organizații deținând un procent semnificativ din spațiul IPv6 al țării.

În ciuda cantității de IPv6 deținută de cele trei țări, vedem procente de adoptare de doar 2-4% în Bulgaria și 7-9% în Moldova, pe când România reprezintă 23-27%, care este mai aproape de media internațională de 30-37%.<sup>15</sup> Atunci când RIPE NCC a ajuns la ultimul bloc /8 de spațiu de adrese IPv4 în 2012, România a fost pe primul loc în lume privind adoptarea IPv6. Acest lucru s-a datorat în mare parte faptului că unul dintre cei mai mari furnizori din țară, RCS & RDS, a implementat IPv6 clienților la timp pentru lansarea globală IPv6 din iunie 2012.<sup>16</sup> Însă, după ce România a ajuns rapid la un procent de adoptare de 10%, implementarea a ajuns la un platou și nu a mai înregistrat nicio creștere semnificativă până în 2017, atunci când țara a început din nou să prezinte creșteri ale ratei de adoptare.

Putem vedea evoluția capacității IPv6 pentru cele trei țări în comparație cu media globală în Figura 9. Din păcate, datele sunt disponibile doar începând cu octombrie 2013, după creșterea semnificativă a capacității IPv6 ce a început în România în 2012. Însă este foarte clar cum România a reușit să aibă un scor mai bun decât media mondială până în 2016 și cum a reușit să continue să crească în raport cu media globală în ultimii ani. (Nu avem informații despre scăderea temporară observată la sfârșitul lui 2014.) Între timp, vedem îmbunătățiri moderate în Moldova între 2019 și 2021 și foarte recent un progres în Bulgaria, care a crescut de la aproximativ 2% în februarie 2022 la aproximativ 5% până la sfârșitul lunii martie. Datele sugerează faptul că această creștere s-a datorat procentului de adoptare al Vivacom, care a crescut de la 1% la 10% în perioada respectivă.

Pentru a obține o perspectivă mai bună, putem analiza Sondajul RIPE NCC din 2019,<sup>17</sup> care a sondat peste 4.000 de operatori de rețea și alți membri ai comunității tehnice, inclusiv un total de 124 de respondenți din Bulgaria,

Moldova și România.

O proporție semnificativ de mare de respondenți la sondaj din cele trei țări (63%) au spus că se așteaptă ca organizația lor să aibă nevoie de mai mult spațiu de adrese IPv4 în următorii doi până la trei ani comparativ cu media totală a tuturor respondenților (53%). Însă costul este în mod clar un factor în regiune, cu 42% menționând costul achiziționării IPv4 ca principala provocare a organizației lor atunci când este vorba despre penuria de IPv4. În vreme ce 17% din respondenții din cele trei țări au spus că sunt complet implementați atunci când vine vorba de IPv6 (comparativ cu media sondajului de 22%), alți 22% au spus că nu au niciun plan (similar mediei sondajului de 23%) și alți 48% au spus că aveau sau lucrau la un plan, erau în teste sau de-abia începuseră implementarea.

<sup>17</sup> <https://www.ripe.net/survey>

## Conectivitate națională și internațională

Însă, în timp ce 44% din respondenții din Bulgaria, Moldova și România au spus la fel că planifică să obțină IPv4 de pe piața secundară și 19% au planificat migrarea la IPv6, aceste cifre sunt semnificativ mai mici decât totalul mediei sondajului pentru toți respondenții, de 61% și, respectiv, 37% – indicând faptul că, în timp ce prețul spațiului de adrese IPv4 pe piața secundară curentă poate fi prohibitiv pentru mulți furnizori din regiune, implementarea IPv6 nu pare a fi nici ea o prioritate. Motivele date pentru neimplementarea IPv6 au fost diferite în rândul respondenților din cele trei țări, cu lipsa unei nevoi de afaceri a fost cel mai frecvent.

Guvernele, autoritățile de reglementare, punctele de schimb pentru internet (IXP) și grupurile de operatori în rețea (NOG) locale au toate un rol important în implementarea IPv6. După cum am văzut în alte țări pe care le-am analizat, suportul activ între acești actori poate contribui semnificativ la dezvoltarea generală a internetului într-o țară și la capacitatea de a face tranziția la protocolul de generație următoare. De la cei cu care am discutat din domeniu, nu există cu adevărat un sentiment de comunitate sau partajare de informații între operatorii tehnici din Bulgaria și Moldova, deși România are un NOG activ (RONOG). Poate că acest aspect contribuie la un ritm mai scăzut de implementare a IPv6 în Bulgaria și Moldova în special, deoarece mulți operatori remarcă o motivație de afaceri prea redusă pentru a face trecerea de la IPv4 iar, în anumite circumstanțe, le lipsește expertiza tehnică sau capacitatea de a-și partaja cele mai bune practici care să susțină și mai mult implementarea.

### Conectivitate națională între rețele

Pentru a înțelege relațiile ce există între diferitele rețele, putem investiga interconectările din cadrul fiecărei țări utilizând date din serviciul de informații pentru rutare (RIS) al RIPE NCC, care utilizează un set distribuit global de colectori de rute pentru a colecta și stoca date de rutare internet. Acest lucru ne arată căile disponibile ce există între rețele (spre deosebire de căile urmate în realitate).

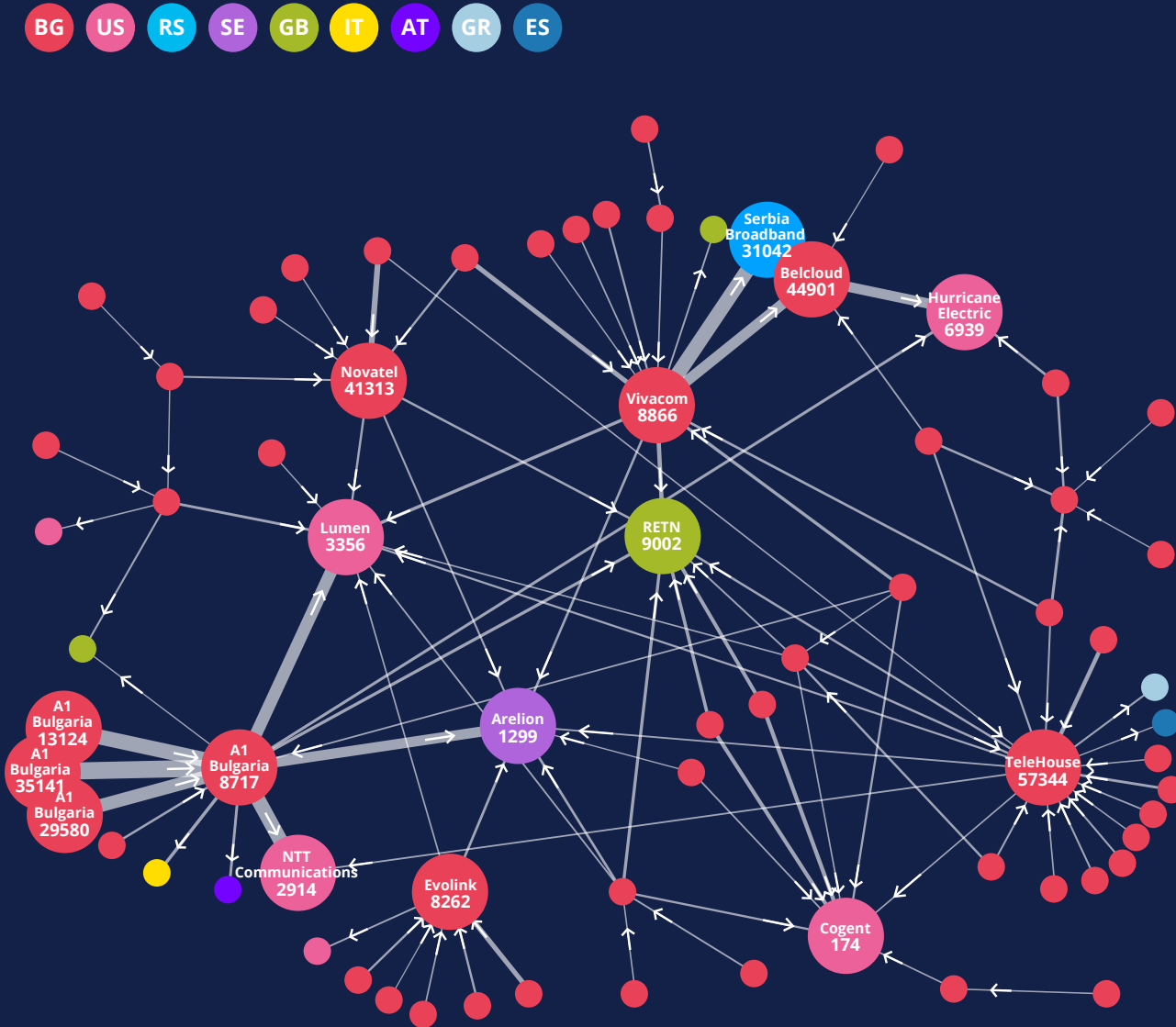
Pentru fiecare țară, schițăm felul în care rutele se propagă de la o rețea la alta (săgețile indică direcția fluxului BGP, care este opus fluxului de trafic) până la punctul în care o cale ajunge la o rețea străină. Pentru fiecare cale, renunțăm la primele câteva tronsoane ce detaliază felul în care rutele se propagă în rețelele internaționale; ne concentrăm pe rutele din interiorul fiecărei țări și pe conexiunile cu lumea externă. Nodurile din fiecare figură sunt codate pe culori conform țării în care este înregistrată rețeaua (ASN) și lățimea liniei este determinată de numărul de căi pe care le vedem în conexiunea dintre diferite ASN-uri. Rețineți că etichetăm doar ASN-urile pe care le menționăm în text în mod specific și că poziția diferitelor rețele nu corespunde în niciun fel vreunei așezări geografice; în schimb, aceste figuri sunt doar o reprezentare vizuală a relațiilor dintre rețelele din fiecare țară.

Datorită naturii procesului de colectare a rutelor BGP (Border Gateway Protocol) și RIS, perspectiva noastră este limitată la rutele urmate de traficul internațional. Vom observa doar relațiile de peering între doi furnizori de servicii dintr-o țară când unde unul sau ambii parteneri comunică rutele celuilalt unui terț ce propagă mai departe ruta. Cel mai sigur este că nu vom vedea peering-uri la IXP-uri regionale, unde intenția este de a menține traficul local

în cadrul țării sau regiunii. Cu toate acestea, prezentarea în grafic a conexiunilor pe care le putem detecta oferă o perspectivă valoroasă asupra conectivității naționale.

Datorită faptului că cele trei țări din acest raport au un număr relativ mare de ASN-uri, următoarele diagrame de rețea au fost restricționate la principalele 100 cele mai observate conexiuni între ASN-uri. Deși acest lucru înseamnă că multe ASN-uri mai mici nu au fost incluse, precum și unele căi observate mai puțin frecvent între ASN-uri, rezultatul va oferi totuși o viziune asupra imaginii generale.

**Figura 10:**  
**Conectivitatea dintre rețele în Bulgaria**



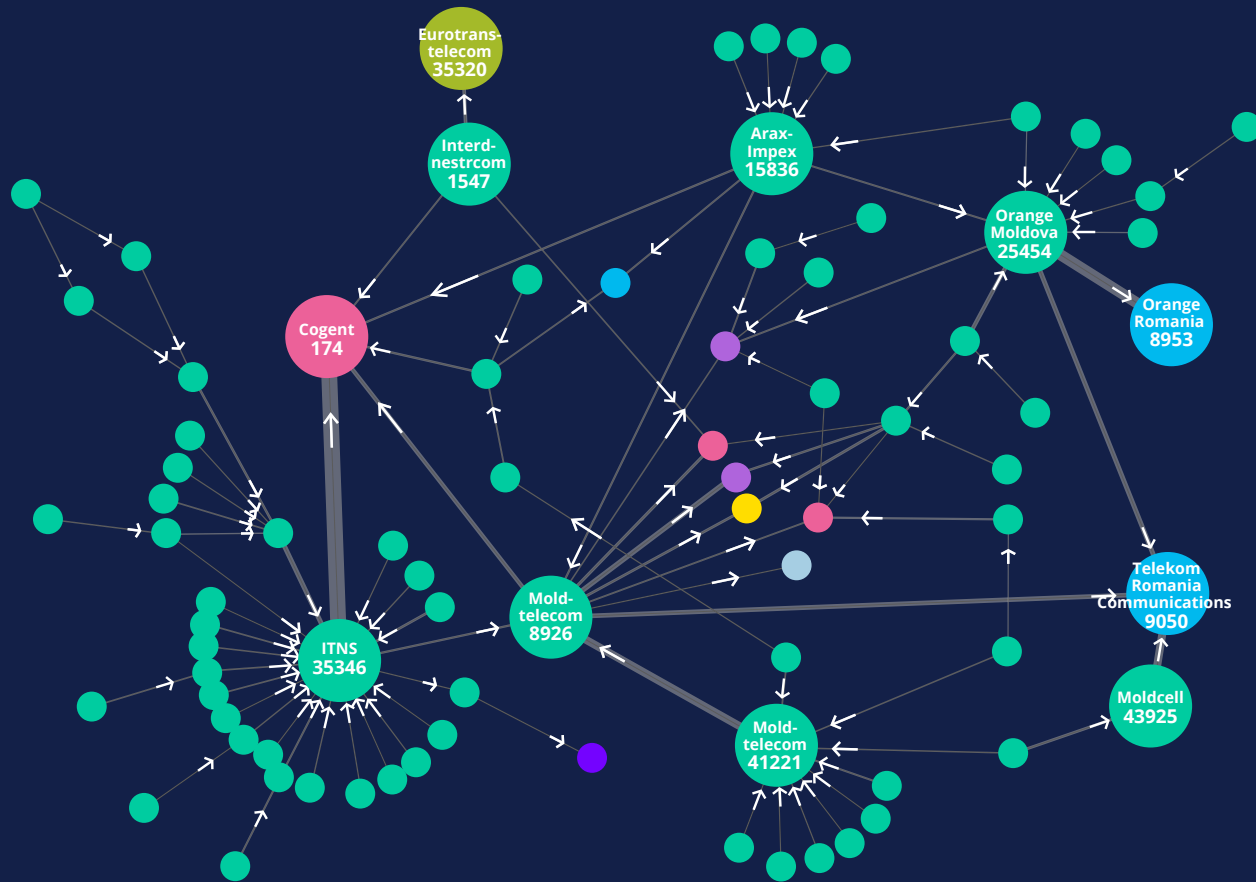
În Bulgaria vedem cum A1 Bulgaria operează cu patru rețele principale. AS8717 este rețeaua principală ce oferă conectivitate internațională, în timp ce AS13124, AS35141 și AS29580 beneficiază de conectivitate prin AS8717. Acest lucru ar putea să fi fost făcut pentru a găzdui diferite unități comerciale, dar pare a indica mai degrabă un istoric de fuziuni și achiziții. Spre exemplu, AS13124 a fost inițial alocat lui blizoo, operatorul de cablu pe care A1 Bulgaria l-a achiziționat în 2015.

Vedem și cum Vivacom (AS8866), TeleHouse (AS57344), Evolink (AS8262) și Novatel (AS41313) joacă un rol principal în conectarea celorlalte rețele bulgare. (Observăm și faptul că Bulgarian Telecommunications Company, BTC, este în continuare menționată drept proprietarul AS8866 în baza de date RIPE, dar se face referire la aceasta ca Vivacom în cadrul acestui raport.)

În ceea ce privește conectivitatea internațională, Cogent (AS174), Lumen (AS3356), RETN (AS9002) și Arelion (fostul Telia Carrier, AS1299) ies în evidență, fiecare dintre ele conectând între șapte și nouă rețele naționale din această vizualizare (și chiar mai multe atunci când ne uităm dincolo de principalele 100 căi). NTT Communications (AS2914) și Serbia Broadband (AS31042) sunt conectate la mai puține rețele bulgare, dar observăm un număr semnificativ de căi trecând prin acestea.

Demn de luat în considerare este și faptul că Belcloud (AS44901), o companie bulgară, joacă un rol semnificativ în conectivitatea Vivacom. Belcloud, în schimb, se bazează în principal pe Hurricane Electric (AS6939) pentru tranzit, ceea ce face Vivacom de asemenea indirect dependentă de Hurricane Electric.

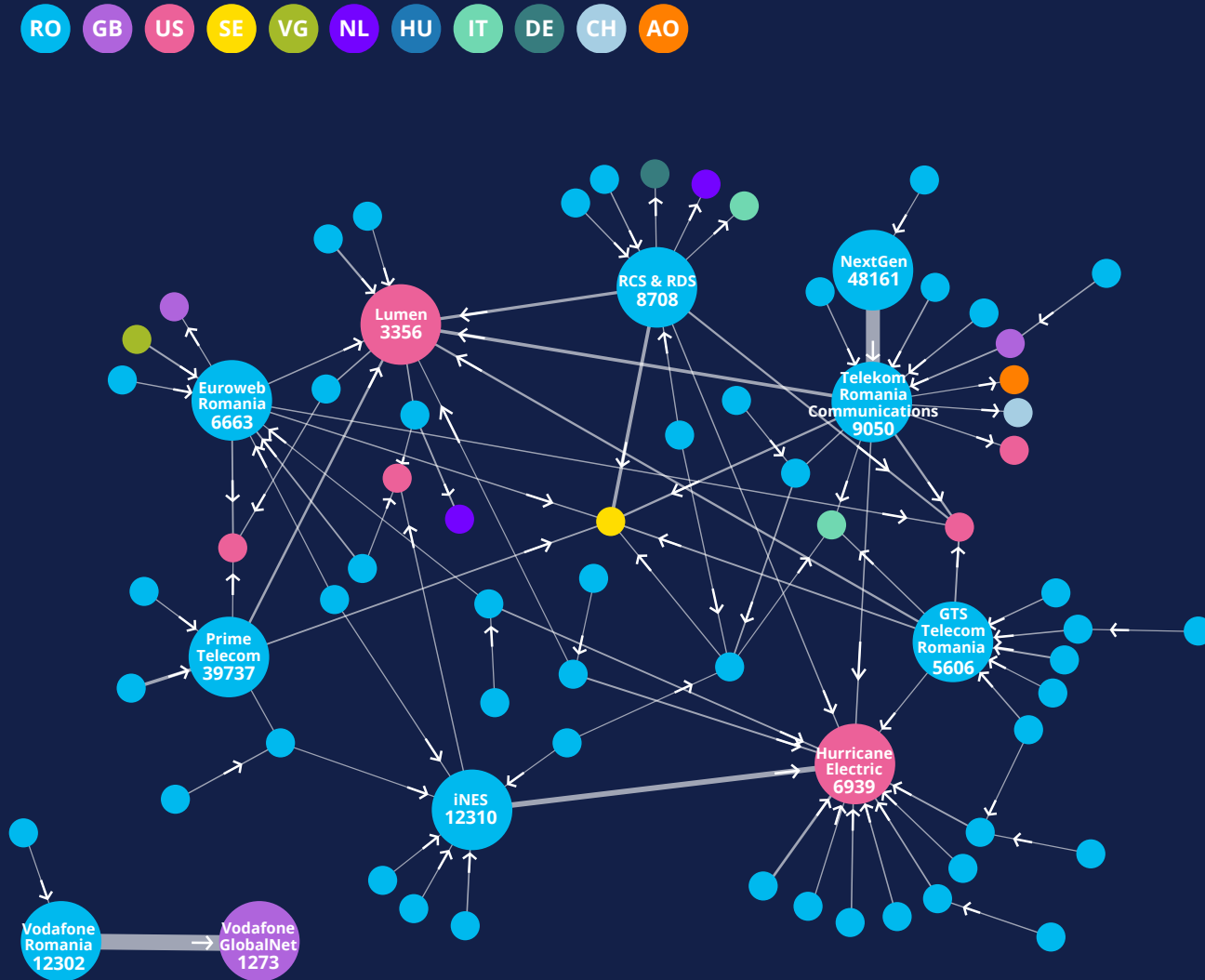
Figura 11:  
Conectivitatea dintre rețele în Moldova



În Moldova, vedem că ITNS (AS35346) oferă conectivitate multor rețele locale, ceea ce este de așteptat pentru o companie ce oferă servicii și soluții IT clienților companii mari. Figura 11 arată cât de puternic depinde ITNS de Cogent (AS174) pentru conectivitate internațională. Vedem și cum Moldtelecom (AS41221), Orange Moldova (AS57344) și Arax-Impex (AS15836) conectează alte rețele la internetul mai mare. Moldtelecom operează cu două ASN-uri: primul (AS41221) oferă conectivitate la rețeaua locală iar cel de-al doilea (AS8926) se conectează la furnizorii de tranzit internațional, astfel furnizând conectivitate globală pentru AS41221 și clienții săi.

Merită remarcat felul în care rețelele moldovenești utilizează și furnizorii de servicii din țările vecine pentru tranzitul lor internațional. Spre exemplu, Orange Moldova depinde mult de Orange România (8953), în timp ce Telekom România Communications (9050) (acum Orange Romania Communications) oferă tranzit pentru Moldtelecom, Orange Moldova și Moldcell (AS43925). În plus, Interdnestrcom (AS1547) depinde foarte mult de Eurotranstelecom (AS35320), care este localizat în Ucraina. (Ceilalți furnizori upstream Interdnestrcom nu sunt prezentați aici deoarece nu sunt incluși în principalele 100 cele mai observate căi).

**Figura 12:**  
**Conectivitatea dintre rețele din România**



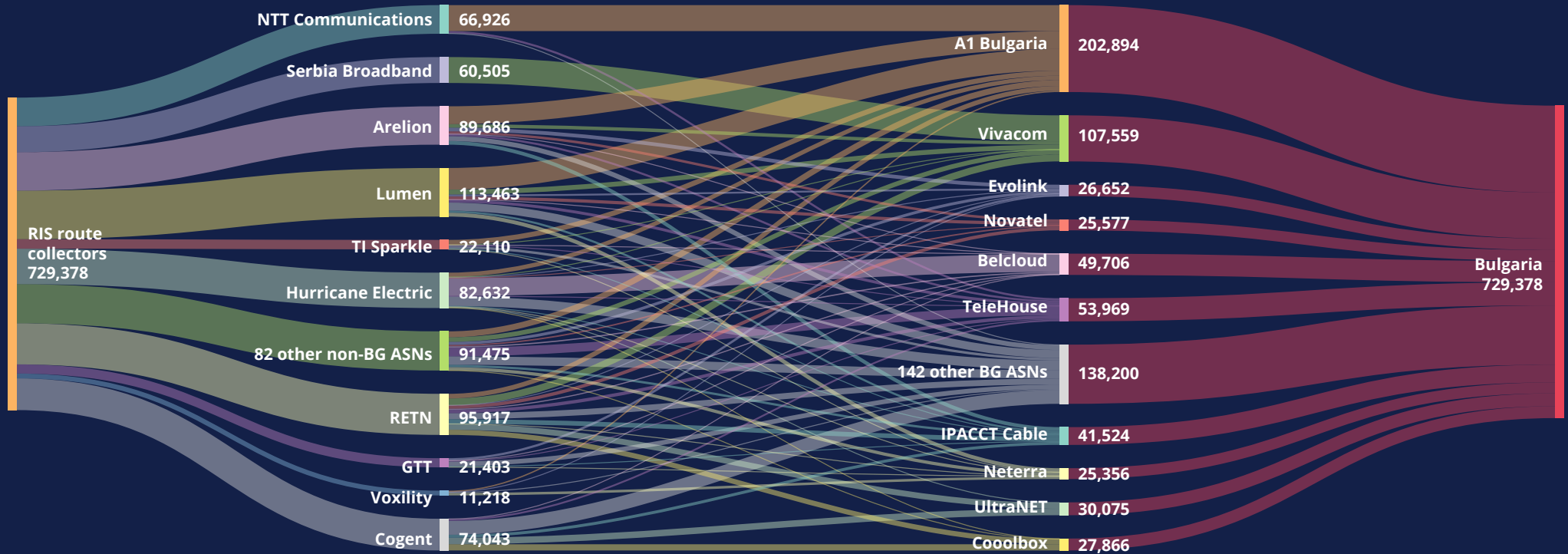
În România vedem o grupare mai puțin proeminentă a rețelelor locale în jurul furnizorilor mari decât vedem în Bulgaria și Moldova. În loc de aceasta, vedem mai multe rețele cu o conexiune directă cu un furnizor internațional principal. Hurricane Electric (AS6939) iese în evidență, cu conexiuni cu 13 rețele românești prezentate în Figura 12, în timp ce datele complete arată că un număr total de 79 de rețele românești depind de acesta – de patru ori mai mare decât cele care sunt observate conectându-se la Lumen (AS3356).

Furnizorii principali din România ce conectează alte rețele naționale sunt RCS & RDS (AS8708), Telekom Romania Communications (AS9050), GTS Telecom România (AS5606), iNES (AS12310), Prime Telecom (AS39737) și Euroweb România (AS6663). Vodafone România (AS12302) conectează, de asemenea, un număr semnificativ de companii mici, dar majoritatea acestor legături sunt în afara celor 100 cele mai observate, deci nu sunt incluse în Figura 12. Însă observăm dependența mare a Vodafone România de rețeaua globală Vodafone (AS1273).

În cele din urmă, conexiunea dintre Telekom Romania Communications și NextGen (AS48161), care deține al cincilea cel mai mare număr de adrese IPv4 din țară, iese clar în evidență. În datele complete observăm și un mic număr de căi de la NextGen prin GTS Telecom și Euroweb România.

O vizualizare a conectivității naționale la internet, cum se observă în aceste imagini, ar trebui să arate ca o rețea profund interconectată, cu o distribuție mare de căi și interconexiuni cărora le lipsesc închiderile sau blocajele clare. Într-adevăr, acest aspect îl observăm în general în Bulgaria, Moldova și România, deși observăm anumite dependențe puternice de anumiți furnizori upstream.

**Figura 13:**  
Conectivitatea internațională a Bulgariei



### Conectivitate internațională

Extinzând perspectiva noastră, privim acum dincolo de conectivitatea națională pentru a examina felul în care cele trei țări se conectează la restul lumii. Pentru a investiga acest lucru, ajungem din nou ne ducem la serviciul de informații de rutare (RIS) al RIPE NCC. Ne uităm la rutele colectate de RIS pentru rețele IP din fiecare țară și identificăm ultima rețea străină și prima rețea națională găsită în aceste căi. Acest lucru ne oferă o imagine de ansamblu privind operatorii ce furnizează conectivitate

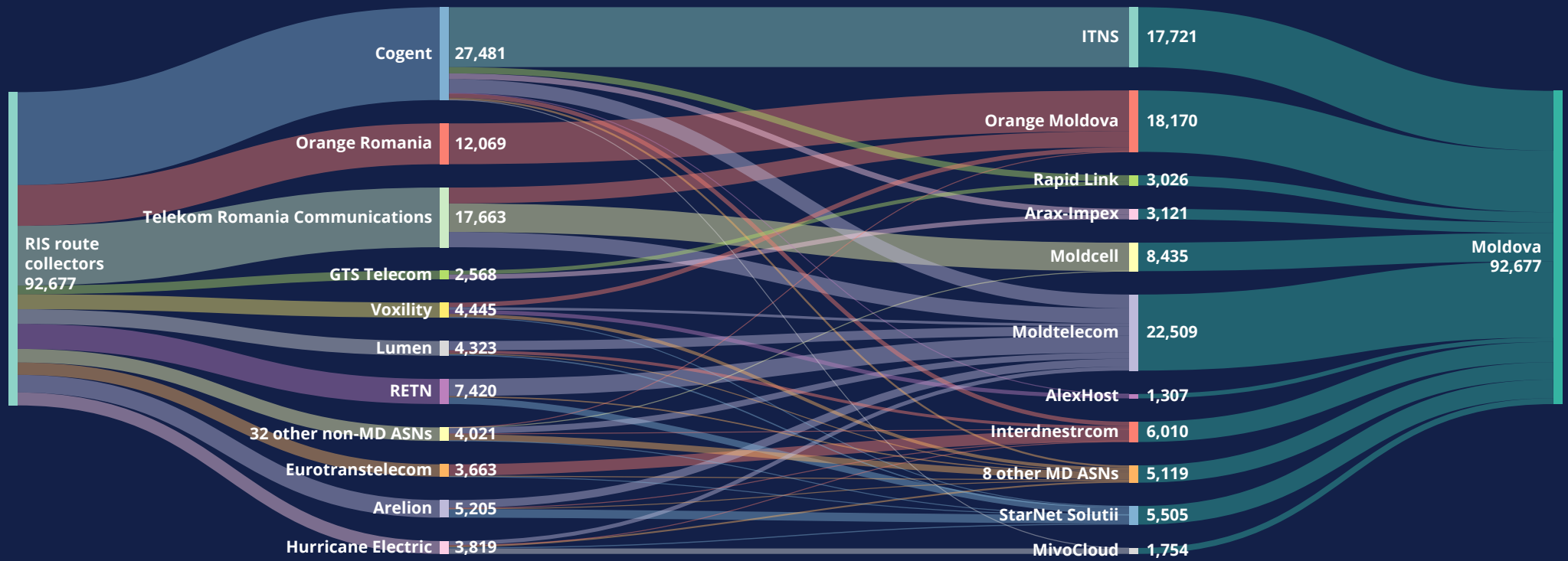
internațională în fiecare țară. Cifrele prezentate în aceste figuri reprezintă numerele de rute ce includ fiecare rețea.

Operatorii principali din Bulgaria au toți o varietate de furnizori upstream. A1 Bulgaria depinde în principal de NTT Communications, de furnizorul suedez Arelion (fostul Telia Carrier) și Lumen (ce a achiziționat Level 3), dar putem vedea și căi ce trec prin TI Sparkle, Hurricane Electric și RETN.

Privind la Vivacom, vedem Serbia Broadband ca fiind cel mai utilizat furnizor upstream internațional, urmat de RETN și Lumen. Conexiunea dintre Vivacom și Serbia Broadband are sens, deoarece United Group le deține pe ambele. Vivacom are indirect conectivitate internațională și prin Belcloud, pe care îl vedem primind în principal tranzit de la Hurricane Electric.

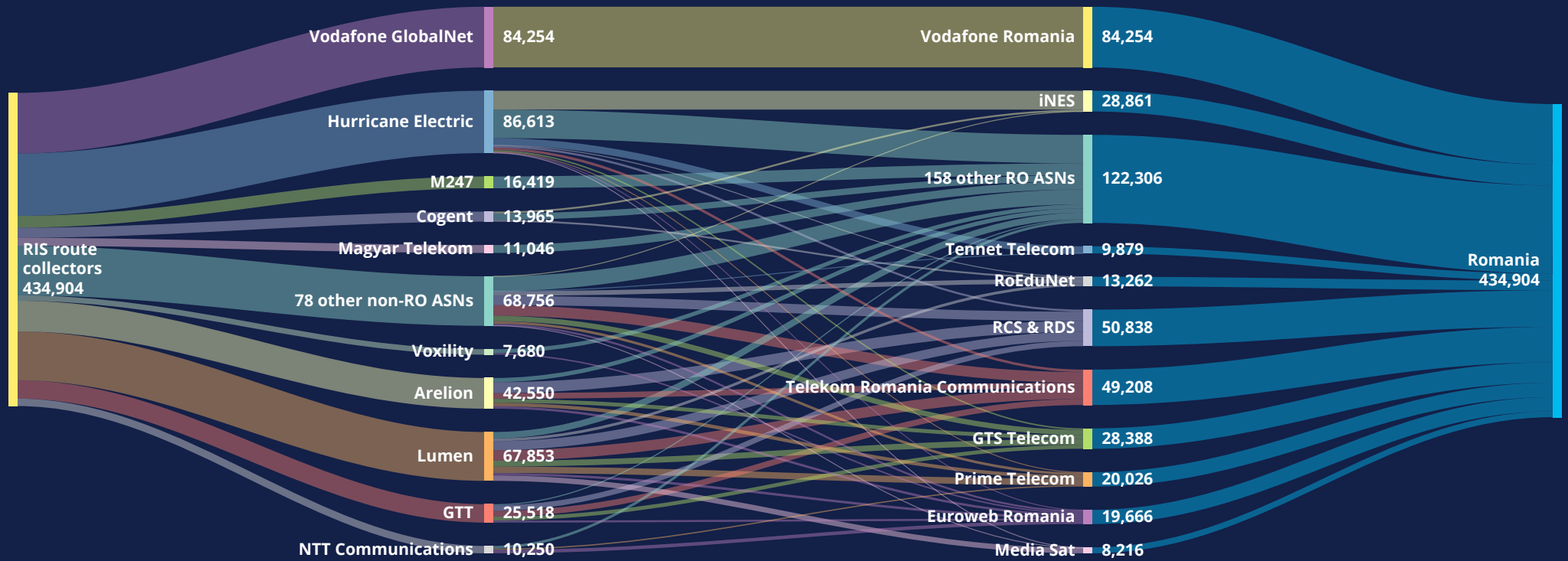


**Figura 14:**  
**Conectivitatea internațională a Moldovei**



În Moldova, avem o imagine amestecată. Moldtelecom, Interdnestrcom și StarNet Soluții au conectivitate internațională diversă, inclusiv la furnizori de tranzit bine-cunoscuți precum Cogent, Lumen, RETN și Arelion, printre alții. Interdnestrcom primește conectivitate de la furnizorul ucrainean Eurotranstelecom. Pe de altă parte, INTS este văzut ca bazându-se exclusiv pe Cogent, în timp ce Orange Moldova pare să se bazeze puternic pe Orange România iar Moldcell este văzut ca bazându-se aproape în exclusivitate pe Telekom România Communications.

**Figura 15:**  
**Conectivitatea internațională a României**

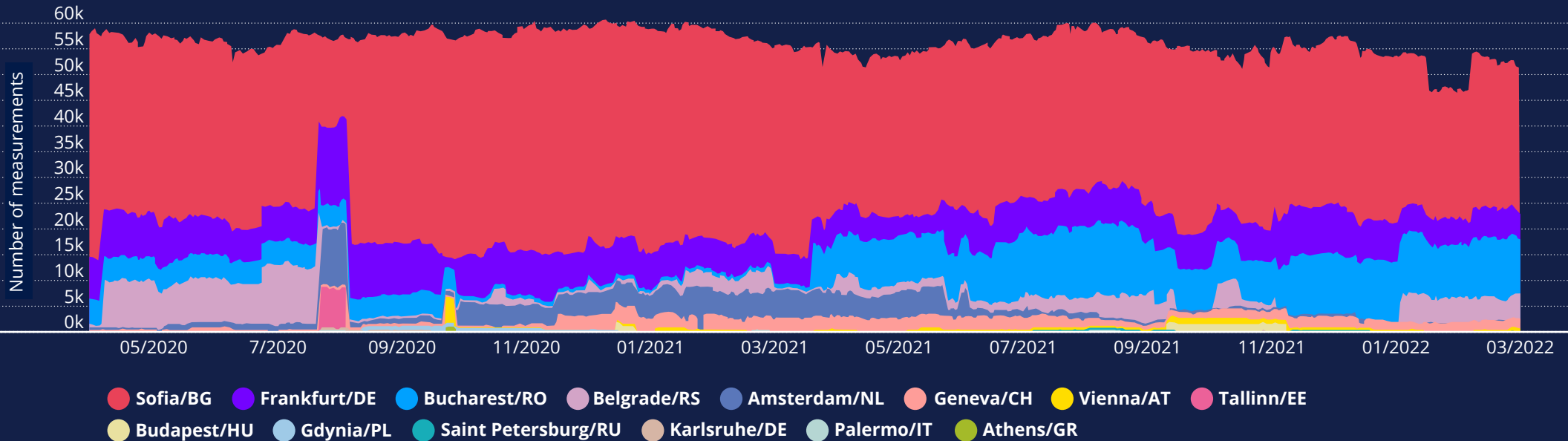


În România vedem o varietate de furnizori upstream pentru ISP-urile locale. Hurricane Electric, Arelion, Lumen și GTT sunt furnizorii de tranzit principali. Ca și excepție, vedem că Vodafone România se bazează exclusiv pe rețeaua globală a companiei părinte pentru conectivitate internațională.

În general, cu cât este mai mare numărul de căi disponibile pe care le vedem în și dintr-o țară, cu atât este mai bine. Acest lucru se datorează faptului că dependența pe un număr mic de furnizori naționali dominanți pentru

furnizarea vastei majorități a conexiunilor în și dintr-o țară creează potențialul pentru blocaje și pentru puncte unice de defecțiune, ce are un impact negativ asupra stabilității internetului dintr-o țară, indiferent de câte conexiuni upstream deține. În cele trei țări incluse în acest raport și mai ales în Bulgaria și în România, vizualizările arată o imagine pozitivă. În Moldova, vedem câteva dependențe puternice de doar unul sau doi furnizori upstream, care ar putea fi îmbunătățite prin folosirea a mai multor furnizori.

**Figura 16:**  
Locații K-root accesate de solicitări având originea în Bulgaria, Moldova și România, în timp (IPv4)



## Sistemul de nume de domenii, căi de trafic și securitatea rutării

### Atingerea sistemului nume de domeniu (DNS)

Ajungând la investigarea felului în care traficul este rutat de la, către și în interiorul Bulgariei, Moldovei și României, vom examina mai întâi ce instanțe ale K-root sunt interogate cu solicitări ce își au originea în aceste trei țări. Acest lucru ne oferă o oarecare perspectivă asupra felului în care sistemul de rutare ia în calcul diferitele opțiuni și decide ce rețele și ce locații vor oferi cele mai bune rezultate. Aceste măsurători se bazează pe platforma de măsurători RIPE Atlas a RIPE NCC, ce utilizează o rețea globală de sonde pentru a măsura conectivitatea și accesibilitatea internetului (vedeți secțiunea despre RIPE Atlas de la sfârșitul raportului pentru mai multe informații despre felul în care vă puteți implica.)

### K-root și DNS

K-root este unul dintre cele 13 servere "rădăcină" de nume ce formează baza sistemului de nume de domeniu (DNS), ce traduce URL-uri care pot fi citite de oameni (precum <https://www.ripe.net>) în adrese IP. RIPE NCC administrează serverul K-root. O constelație distribuită global de asemenea servere "rădăcină" de nume constă în „instanțe” locale care sunt replici identice. Această configurație adaugă reziliență și rezultă în timpi de răspuns mai buni pentru clienții DNS și, în cele din urmă, pentru utilizatorii finali.

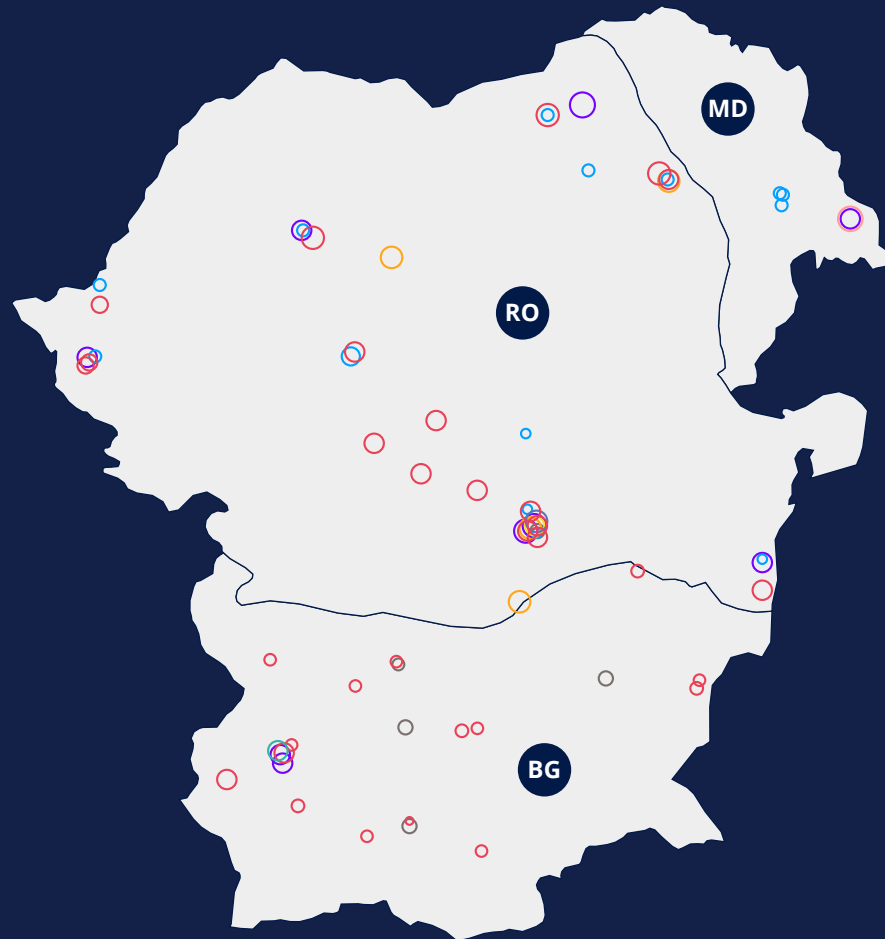
Există două instanțe ale K-root găzduite în regiune: una în Sofia și una în București. După cum se vede în Figura 16, instanța din Sofia este puternic favorizată, iar instanțele din București și Frankfurt se ocupă de vasta majoritate a solicitărilor. Instanțele din Belgrad, Amsterdam și Geneva sunt de asemenea observate la un nivel mai scăzut în diferite momente.

**Figura 17:**  
**Locații K-root accesate din puncte din Bulgaria, Moldova și România**

- Sofia/BG
- Bucharest/RO
- Frankfurt/DE
- Belgrade/RS
- Geneva/CH
- Amsterdam/NL
- Milan/IT
- Saint Petersburg/RU
- Vienna/AT

Minimum round-trip  
time (ms)

- 10
- 20
- 30
- 40
- 50

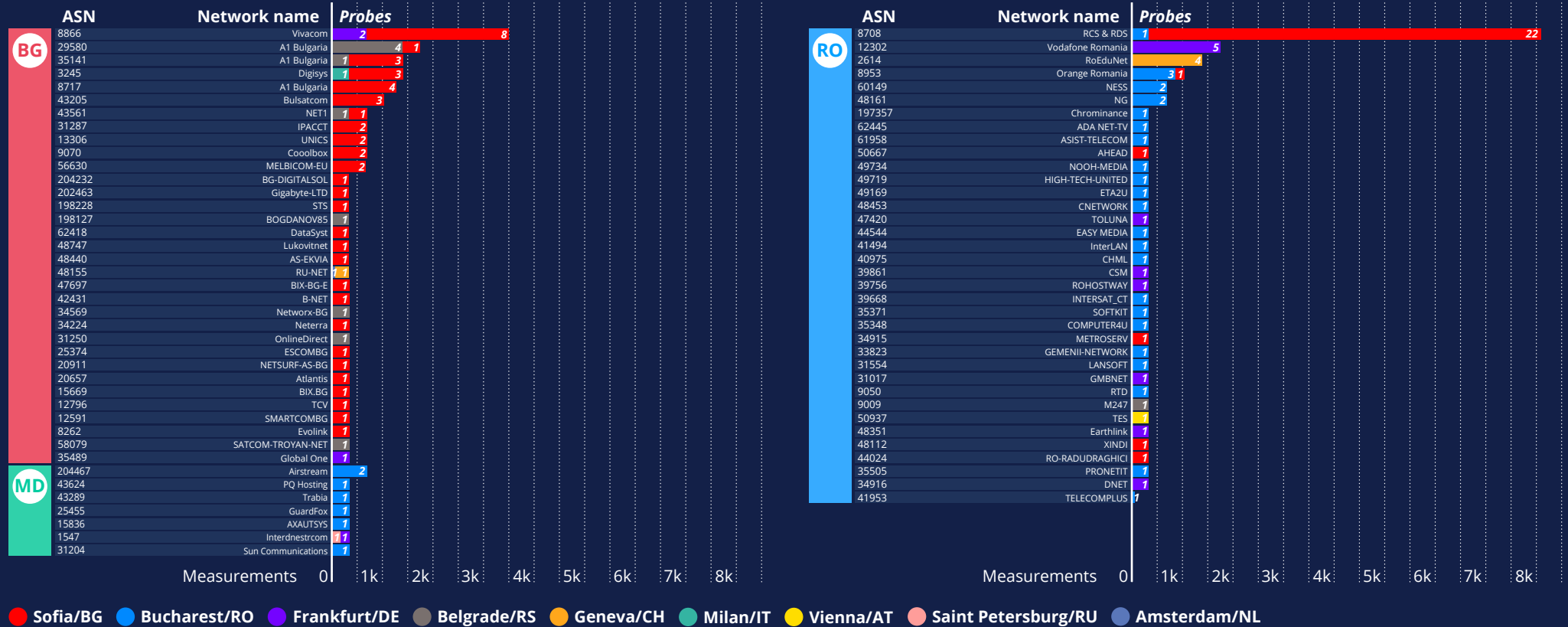


De asemenea, am analizat care instanțe K-root sunt interogate de către sondele RIPE Atlas în cele trei țări într-o anumită zi, după cum se vede în Figura 17. Însă nu este surprinzător să vedem faptul că majoritatea sondelor din Moldova au interogată instanța K-root din România, având în vedere faptul că Moldova nu găzduiește o instanță a K-root în interiorul țării. Însă este interesant de notat faptul că puțin mai multe sonde din România au ajuns la instanța K-root din Sofia decât la cea din București, deși un număr mare de sonde RIPE Atlas se află, de asemenea, în București. Timpul dus-întors pe care îl vedem pentru sondele care au ajuns în Sofia au fost mai mari decât ne-am fi așteptat, dată fiind proximitatea geografică dintre cele două țări. Acest lucru ar putea indica faptul că pachetele nu urmează cea mai scurtă cale, ci sunt rutate printr-un punct de schimb înainte să ajungă în Sofia.

#### **BGP (Border Gateway Protocol) și Anycast**

Serverul K-root, ca multe alte servere DNS, utilizează o tehnică intitulată anycast prin care mai multe instanțe individuale ale K-root sunt conectate independent la internet printr-un punct de schimb internet local sau printr-o serie de rețele upstream disponibile la locația acestuia. Fiecare instanță comunică folosind BGP (Border Gateway Protocol), ce este proiectat pentru a selecta cea mai bună cale din toate opțiunile disponibile. Inițial, cel mai important criteriu de aici este lungimea căii, iar sistemul va alege calea cu cel mai mic număr de rețele intermediare. Însă operatorii de rețele pot suprascrie procesul de decizie BGP, deseori din motive ce țin de cost sau de proprietate. Nu este ceva neobișnuit ca rețelele să prefere rute mai lungi dar mai ieftine datorită acordurilor de peering printr-un punct de schimb internet sau printr-o companie mamă.

**Figura 18:**  
**Locații K-root accesate din diferite rețele din Bulgaria, Moldova și România (IPv4)**

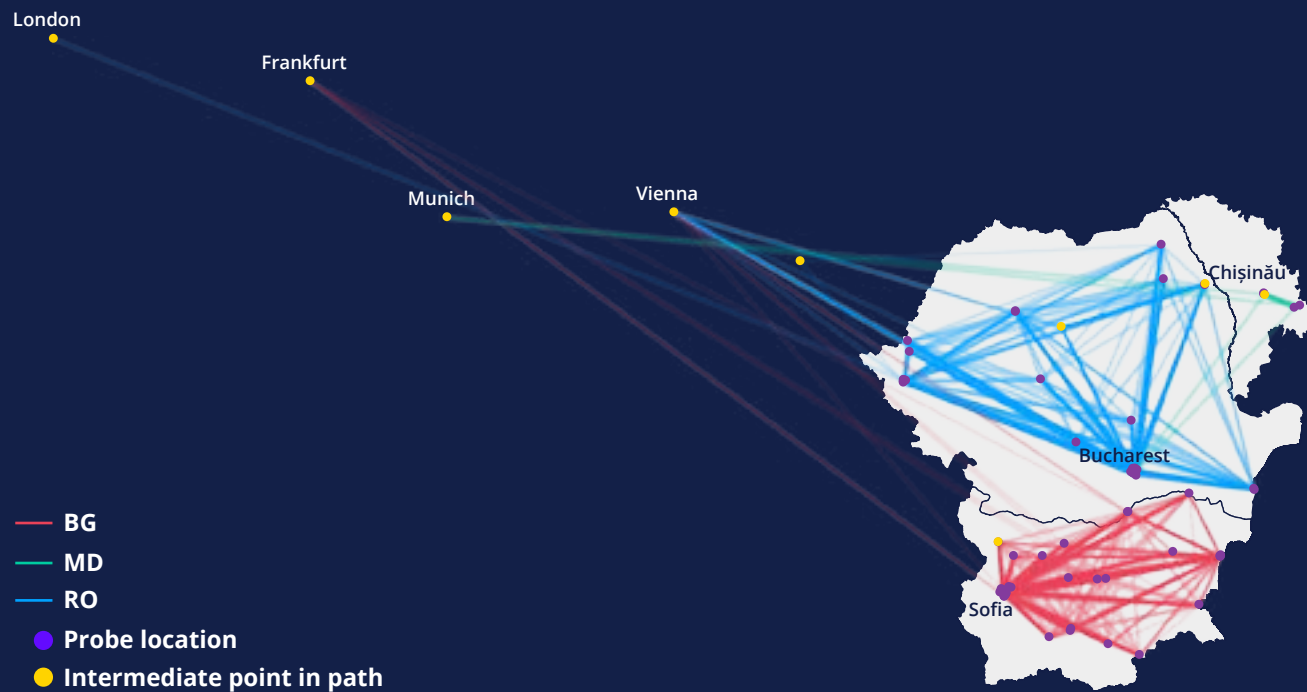


Pentru a investiga acest aspect mai în detaliu, am analizat care instanțe K-root au fost interogate de sonde din diversele rețele din fiecare țară (pentru acelea ce găzduiesc cel puțin o sondă RIPE Atlas). În timp ce sondele din câteva rețele din România au ajuns la instanța K-root din Sofia, putem vedea că marea majoritate a acelor măsurători au avut originea într-o singură rețea: RCS & RDS. Deoarece nu pare a exista vreo legătură evidentă între RCS & RDS

și Bulgaria, este neclar de ce sondele din această rețea ar prefera instanța K-root din Sofia în locul celei din București. Trebuie să reținem faptul că aceste rezultate, deși sunt considerate reprezentative la nivel general, oferă doar o imagine a măsurătorilor făcute într-o singură zi din martie 2022. Având în vedere natura dinamică a BGP, rezultatele pot varia constant datorită modificărilor subtile de rutare.

În timp ce unele dintre instanțele atinse nu au fost absolut cele mai apropiate din punct de vedere geografic, niciunele nu au fost foarte îndepărtate și toate au rezultat în timpi de răspuns foarte rapizi. În general, putem spune că accesul la K-root în cele trei țări pare a fi foarte bine optimizat comparativ cu ce am văzut în alte țări pe care le-am analizat în rapoartele noastre de țară.

**Figura 19:**  
**Căi între origine și destinație în aceeași țară pentru Bulgaria, Moldova și România (IPv4)**



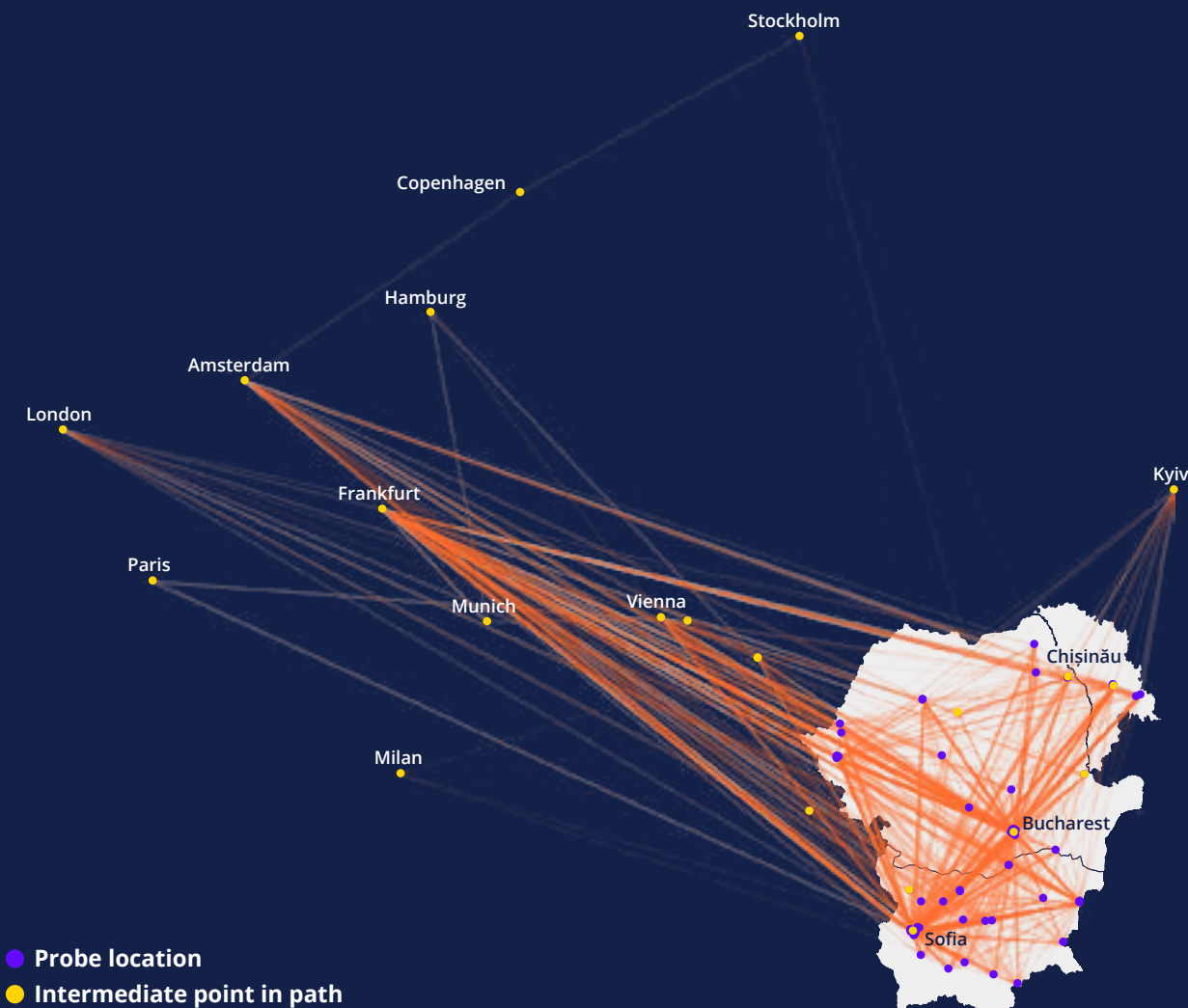
### Schimburi de trafic regional

Din nou utilizând date din rețeaua de măsurători RIPE Atlas, putem investiga felul în care unele dintre rețelele din cele trei țări fac schimb de trafic unele cu altele și putem obține unele indicații privind locurile în care au loc aceste schimburi. Pentru acest experiment am efectuat traceroute-uri între un subset de sonde RIPE Atlas din fiecare țară. Figura 19 arată locația sondelor (indicată prin punctele mov), punctele intermediare detectate în traceroute-uri (indicate prin punctele galbene) și căile urmate de traceroute-uri (indicate prin linii roșii pentru Bulgaria, linii verzi pentru Moldova și linii albastre pentru România).

Rutarea pachetelor pe distanță lungă până la un punct de schimb doar pentru a le pune apoi să ajungă înapoi la o destinație apropiată de origine este denumit „tromboning”. Cu cât o cale se extinde mai departe de origine/destinație, cu atât calea respectivă este mai ineficientă. Mai mult, aceste ocoluri în general cresc costurile pentru operatorul de rețea și, mai important, distanța suplimentară parcursă crește riscul apariției perturbărilor. Creează, de asemenea, dependențe suplimentare față de furnizori externi, ceea ce poate avea implicații asupra reglementărilor.

Putem vedea cum, în general, majoritatea traficului național rămâne în interiorul fiecărei țări. Anumite căi, însă, fac un ocol prin Viena, München, Frankfurt sau Londra. În plus, parte din traficul sondelor din Moldova trece prin orașul București vecin. Deși nu este ideal, distanța este mult mai mică decât redirectionarea traficului către IXP-urile mari din Europa de Vest – ceva ce observăm deseori în alte țări din regiunea de servicii RIPE NCC pe care le-am analizat – astfel încât impactul asupra timpilor RTT va fi limitat.

**Figura 20:**  
**Căi între origine și destinație în regiune (IPv4)**



Apoi ne extindem măsurătorile pentru a include traceroute-uri între sonde din cadrul tuturor celor trei țări, pentru a înțelege mai bine felul în care traficul este transportat în regiune în ansamblul său. Vedem că o mare parte din trafic rămâne în continuare în regiune, bazându-se pe conexiuni precum cele dintre București și Sofia. Însă observăm că traficul regional se bazează mai mult pe IXP-uri străine, în special cele din Amsterdam, Londra și Frankfurt. Acest lucru sugerează faptul că ISP-urile ce găzduiesc aceste sonde sau că furnizorii lor de servicii nu prea fac peering local, ci fac schimb de trafic la punctele de schimb mari din Europa de Vest.

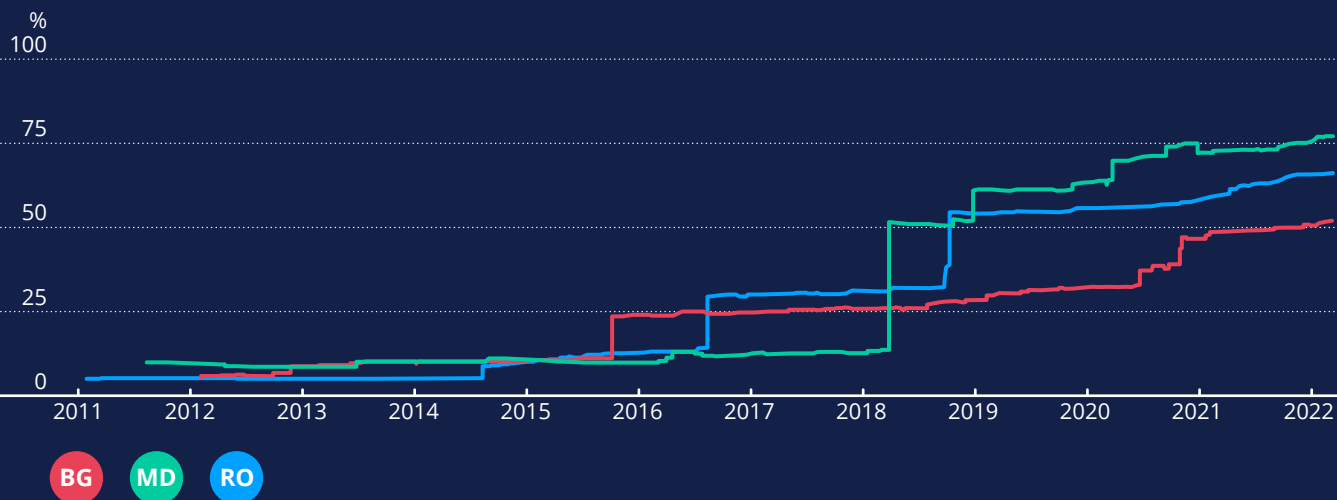
Merită notat faptul că impactul rutelor mai lungi pe care le vedem aici, ce ar rezulta în timpi de răspuns mai mari, sunt imposibil de evaluat direct deoarece depinde cât de mult din trafic trece într-adevăr printre acestea, acest lucru fiind ceva ce nu putem măsura. În schimb, putem doar descoperi ce rută ar lua traficul *dacă* un echipament dintr-o rețea ar dori să contacteze un echipament din altă rețea într-una din cele trei țări.

### Securitatea rutării

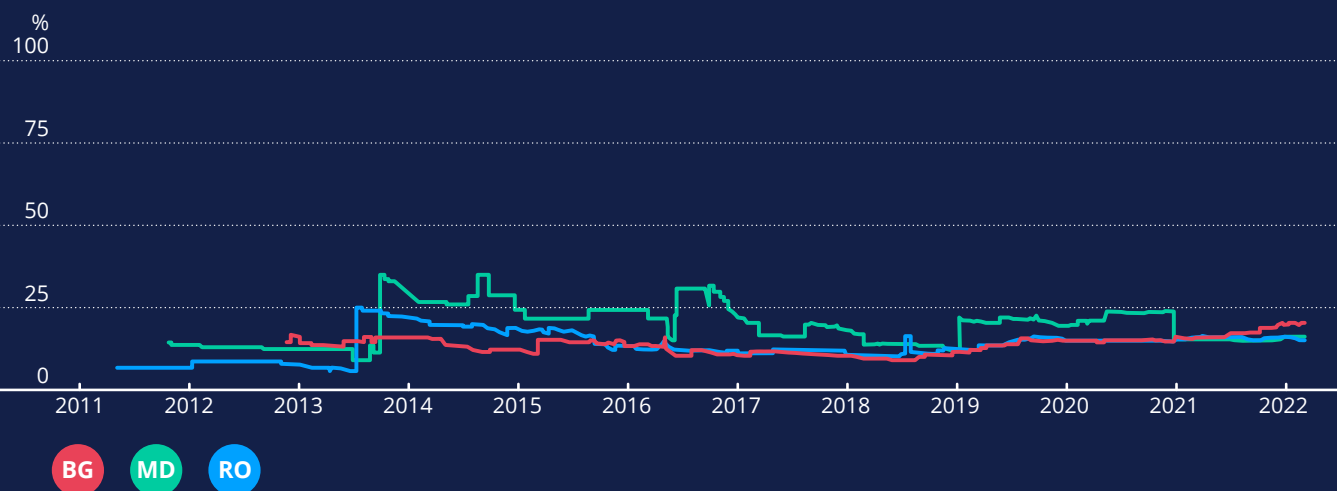
În afară de analiza diferitelor rute disponibile traficului inițiat în regiune, putem investiga și securitatea rutării în cele trei țări verificând cât de eficient este protejat spațiul de adrese IP prin Resource Public Key Infrastructure (RPKI), un cadru de securitate ce ajută operatorii de rețele să ia decizii de rutare mai sigure.

RPKI utilizează certificate digitale denumite autorizații pentru origini de rută (ROA) pentru a dovedi dreptul posesorului unei resurse de a anunța prefixe IP (ex. certificând faptul că resursele le-au fost alocate sau atribuite de către un registru de internet regional). Acest lucru ajută la evitarea celei mai comune erori de rutare de pe internet: anunțarea accidentală a unui prefix IP de către cineva care nu este proprietarul legitim al respectivului spațiu de adrese. Utilizând instrumentul RIPEstat al RIPE NCC – ce

**Figura 21:**  
Spațiu de adrese IPv4 acoperit de RPKI, în timp



**Figura 22:**  
Spațiu de adrese IPv6 acoperit de RPKI, în timp



furnizează toate informațiile disponibile despre spațiul de adrese IP, ASN-uri și alte informații conexe referitoare la nume de gazde și țări – putem vedea ce procent din spațiul de adresare IPv4 al unei țări este acoperit de ROA-uri.

Observăm o acoperire moderată a spațiului de adrese IPv4 cu RPKI în Bulgaria, Moldova și România în Figura 21. Comparativ cu alte țări pe care le-am analizat în raportul nostru de țară, nivelul de utilizare în aceste trei țări este mai mic decât cel văzut în Franța, Grecia și Portugalia, dar semnificativ mai mare decât în Spania și Italia.

Pe măsură ce marii operatori încep să creeze ROA-uri pentru spațiul lor de adrese putem observa creșteri semnificative în utilizarea din țările individuale, cum ar fi Vivacom în septembrie 2015, Telekom România Communications în august 2016, Moldtelecom în martie 2018 și RCS & RDS în septembrie 2018.

Atunci când vine vorba de IPv6, vedem însă procente mult mai mici de utilizare RPKI. Acesta este un rezultat al faptului că mult mai puțin din spațiul IPv6 alocat este de fapt în uz și rutat, după cum am explicat mai devreme. Cantitatea de spațiu de adrese IPv6 ce este acoperită de RPKI este foarte similară în Bulgaria, Moldova și România.



## Concluzie

Bulgaria, Moldova și România beneficiază toate de piețe competitive și diversificate ce au contribuit la conectivitate de bandă largă ieftină și la viteze de bandă largă ridicate. În ciuda acestui lucru, nivelul de răspândire a internetului de bandă largă și a internetului mobil rămâne scăzut comparativ cu restul Europei iar decalajul urban-rural rămâne un obstacol semnificativ în creșterea conectivității în regiune. Investițiile suplimentare în infrastructură sunt cel mai probabil necesare pentru a atinge țintele de conectivitate ale UE pentru 2030.

În timp ce țările dețin cantități mari de IPv6, toate cele trei (dar mai ales Bulgaria și Moldova) sunt în urmă față de media globală de capacitate IPv6, în ciuda faptului că România a fost pe primul loc în lume în 2012. Lipsa unui stimulente de afaceri împreună cu lipsa de expertiză tehnică par a fi factori ce contribuie la procentele scăzute de capacitate IPv6. Am văzut cum, atât în România cât și, mai recent, în Bulgaria, implementarea de către un singur furnizor mare poate îmbunătăți procentul de capacitate generală a unei țări. Măsurile de stimulare din partea autorităților publice și din partea comunității de ONG-uri și IXP-uri locale au jucat, de asemenea, un rol semnificativ în creșterea adoptării IPv6 de toți furnizorii din alte țări din regiunea de servicii a RIPE NCC – factori pentru care nu găsim prea multe dovezi în cele trei țări din acest raport și care probabil ar putea îmbunătăți procentul de adoptare a IPv6, precum și alte aspecte precum securitatea rutării.

Rutarea este foarte bine optimizată în cele trei țări, cu aproape toate căile de trafic naționale rămânând îpe teritoriul țării. Însă putem observa căi de trafic regional între țări făcând ocoluri la puncte de schimb de internet din Europa de Vest în loc de a folosi puncte de schimb locale, ceea ce ar reduce și mai mult timpii de răspuns și

ar scădea dependența de infrastructură străină.

Rețelele din fiecare dintre cele trei țări arată un nivel ridicat de interconectivitate iar această redundanță oferă sistemului reziliență. Vedem, de asemenea, o cantitate adecvată de diversitate la furnizorii upstream, asigurând conexiuni reziliente cu restul internetului global. Însă există câteva cazuri în care redundanța ar putea fi îmbunătățită între rețele individuale prin stabilirea de conexiuni la furnizori upstream suplimentari pentru a micșora riscurile unor perturbări potențiale prin eliminarea blocajelor sau a punctelor individuale de vulnerabilitate.

Trebuie remarcat faptul că toate observațiile din acest raport se bazează pe căile active de rutare și că nu putem ști cantitatea „ascunsă” de rute de rezervă care ar fi introduse automat în cazul unor perturbări. Orice redundanță există, aceasta va furniza sistemului mai multă reziliență.



## Despre RIPE NCC

RIPE NCC deservește ca registrul de internet regional pentru Europa, Orientul Mijlociu și părți din Asia Centrală. Ca atare, alocăm și înregistrăm blocuri de resurse numerice de internet furnizorilor de servicii de internet și altor organizații.

RIPE NCC este o organizație non-profit ce lucrează pentru a susține comunitatea deschisă RIPE și dezvoltarea internetului în general.

### Surse de date

Informațiile prezentate în acest raport și analiza furnizată se bazează pe anumite resurse cheie:

### Registrul RIPE

Acesta este registrul tuturor resurselor numerice pentru internet (adrese IP și ASN-uri) și al posesorilor de resursele pe care le-a înregistrat RIPE NCC. Registrul public al acestor informații este cuprins în baza de date RIPE, care poate fi accesată pe <https://www.ripe.net>

### RIPE Atlas

RIPE Atlas este platforma principală de măsurători pentru internet a RIPE NCC. Este o rețea globală de mii de sonde ce măsoară în mod activ conectivitatea la internet. Oricine poate accesa aceste date prin hărți de trafic pe internet, streaming de vizualizări date și un API. Utilizatorii RIPE Atlas pot efectua și măsurători personalizate pentru a obține informații valoroase despre propriile lor rețele. <https://atlas.ripe.net>

### Serviciul de informații pentru rutare (RIS)

Serviciul de informații pentru rutare (RIS) colectează și stochează date privind rutarea internetului din locații din toată lumea încă în 2001.

<https://www.ripe.net/ris>

Datele obținute prin RIPE Atlas și RIS reprezintă fundamentul pentru multe dintre instrumentele pe care le oferim. Căutăm întotdeauna să ne îmbunătățim platformele de măsurare, extinzând diversitatea rețelelor pe care le acoperă și dorim să avem sonde RIPE Atlas și peers RIS în rețele ce nu sunt deja incluse. Vă rugăm să accesați site-urile web ale RIPE Atlas și RIS pentru a afla mai multe informații.

### Alte instrumente și servicii RIPE NCC

- t RIPEstat: <https://stat.ripe.net/>
- t RIPE IPmap: <https://ipmap.ripe.net/>
- t K-root: <https://www.ripe.net/analyse/dns/k-root>

### Surse de date externe

Dorim să mulțumim următoarelor persoane pentru furnizarea de informații suplimentare pe care le-am inclus în acest raport referitor la piața internetului din Moldova și din România:

#### Marina Bzovîi

Director Executiv, ACIT  
Moldova

#### Eric Andrei Băleanu

Președinte, Asociația Interlan  
România