

## HAMNET.

### Rețea radio pentru comunicații de bandă largă.

HSMM - High Speed Multi Media / RMMV – Rețea Multimedia de Mare Viteză.

#### Cuprinsul expunerii.

1. Abstract.
2. Introducere și scurt istoric.
3. Resurse
  - 3.1. Benzi de frecvență alocate.
  - 3.2. AMPRnet – Rețeaua mondială de adrese IP și ASN a radioamatorilor.
  - 3.3. Structura rețelei HAMNET.
  - 3.4. Vizibilitate, calculul propagării.
  - 3.5. Configurații și echipamente.
    - 3.5.1. Configurații noduri de rețea.
    - 3.5.2. Routere și transceivere în frecvențe UHF.
    - 3.5.3. Echipamente și materiale auxiliare, alimentarea cu energie electrică.
  - 3.6. Software.
    - 3.6.1. Operațiuni de bază.
    - 3.6.2. Aplicații utilizator.
4. Alte aspecte tehnice, portabilitate și mobilitate.
5. Harta rețelelor HAMNET în Europa.
6. Evaluare economică.
7. Sinteză – filozofia rețelei și mecanismele de funcționare.
8. Colaborarea radioamatorilor YO cu ANCOM și ISU.
9. Bibliografie și resurse documentare.
10. ANEXA - Răspuns sintetic la chestionarul ANCOM.

*Notă: În toată perioada consultărilor inițiate de ANCOM și ISU prezentul material va fi utilizat numai pentru uz intern de către instituțiile abilitate pentru acțiuni în situații de urgență, de către specialiștii desemnați pentru analiză, comentarii, propuneri de îmbunătățire, avizare favorabilă sau respingere.*

*După această perioadă Federația Română de Radioamatorism își rezervă dreptul de a aduce, prin mijloace specifice, la cunoștința radioamatorilor din România evoluția realizărilor Europene în materie de comunicații radio de bandă largă, folosite de radioamatori în evaluarea și înlăturarea efectelor unor situații de urgență, calamitate sau catastrofă apărute.*

**Această lucrare este destinată prezentării unei posibile soluții pentru realizarea unei rețele de comunicații radio de bandă largă destinată funcționării în situații de urgență. Lucrarea se adresează instituțiilor abilitate ANCOM și ISU precum și pentru informarea radioamatorilor din România.**

## HAMNET.

HSMM - High Speed Multi Media / RMMV – Rețea Multimedia de Mare Viteză.

### 1. Abstract.

Ca răspuns la consultarea publică privind "Radioamatorismul pentru situații de urgență" inițiată de ANCOM – Autoritatea Națională pentru Administrare și Reglementare în Comunicații, prezenta lucrare /studiu reprezintă un punct de vedere pentru construcția pe termen mediu, etapizat, a unei structuri de comunicații performantă, utilizabilă de către radioamatori oricând va fi nevoie și în mod special în situații de urgență. Vor fi atinse aspectele ridicate de întrebările din chestionar bazându-ne pe realizările din practica internațională precum și inițiativele și realizările pilot din România.

HAMNET, cunoscută de către inițiatori, comunitatea radioamatorilor din SUA sub numele de Broadband HSMM – High Speed Multi Media, este o rețea multimedia de bandă largă bazată exclusiv pe radio. În titlu este dată în traducere și o variantă a denumirii în limba română.

Structura de echipamente radio este industrială (routere wireless) care folosesc canale alocate gratuit radioamatorilor din benzile de frecvențe de 2,4GHz și 5,7GHz.

Configurația actuală a rețelei HAMNET dezvoltată în Europa se întinde pe teritoriile mai multor țări: Germania, Austria, Olanda, Franța, Spania, Portugalia, Luxemburg, Italia, Elveția, Polonia, Ungaria, Slovacia, România și Turcia Europeană (vezi <http://hamnetdb.net>) cu câteva mii de noduri. La radioamatorii de peste ocean în SUA și Canada, promotorii acestei tehnologii, rețelele HAMNET au căpătat de asemeni o remarcabilă dezvoltare regional / teritorială.

Rețeaua utilizează spațiul internațional de adrese IP coordonat de AMPRNet (<https://www.ampr.org>) prin adresa de clasă A alocată mondial gratuit radioamatorilor 44.0.0.0/8 și numerele AS (Autonom System Number) de 16 sau 32 de biți necesare pentru interconectarea regiunilor active prin rutarea externă BGP.

Alocările pentru fiecare țară sunt prezentate la <https://portal.ampr.org/networks.php> iar pentru Romania avem alocat spațiul de adrese 44.182.0.0/16 adică  $2^{16} = 65536$  adrese IP din clasa 44.

Pentru o topologie de tip plasă (mesh) sunt prezentate și accesibile programele care au fost dezvoltate și personalizate pentru echipamente (firmware), planificarea legăturilor, gestionarea spectrului radio, managementul rețelei precum și programele de aplicație utilizate de către operatori, în continuă dezvoltare.

Problemele de propagare și vizibilitate pe canalul radio UHF precum și evoluția către un **Intranet** gratuit, de mari dimensiuni, sunt preocupări actuale, permanente, ale comunității de radioamatori.

### 2. Introducere și scurt istoric YO.

Creșterea performanțelor sistemelor de comunicații a fost condiționată pe lângă evoluția tehnologică din electronică și de apariția noilor sisteme de modulație din ce în ce mai performante. De la telegrafie și RTTY, la familia de modulații PSK, spread spectrum și OFDM precum și altele mai puțin cunoscute. Creșterea frecvențelor de lucru a permis radioamatorilor să utilizeze canalele alocate pentru sisteme de comunicații performante. Legat de comunicațiile Radio Multimedia de Mare Viteză (RMMV), precizate de ANCOM în TNABF cu numele de "radiotransmisiuni de bandă largă", primele semnalări în spațiul YO au fost făcute în anul 2004 în [9] cartea "RADIOCOMUNICAȚII DIGITALE" Ed. N'Ergo, pag. 171 ÷ 183 [9] imediat ce primele experimente erau deja realizate de radioamatorii din Statele Unite.

Au fost publicate și câteva articole pe sit-ul [www.radioamator.ro](http://www.radioamator.ro) inclusiv unele aspecte ținând de structura informatică a rețelei. [9]

La acea dată intervenția a fost primită cu multă "ostilitate" de către "specialiștii" acelor timpuri fiind considerată o propunere apropiată de filmele de SF din acele vremuri gen "Matrix". Aceasta au fost evenimentele, orice dialog a fost blocat și totul s-a oprit.

Între timp, în anii care au trecut, lucrurile au evoluat spectaculos și două evenimente recente, practic întâmplătoare, au făcut să încercăm să aducem la cunoștință situația actuală în acest domeniu:

- Primul se referă la colegul și prietenul nostru Florentin YO9CHO care făcea recent o semnalare a unei convorbiri cu astronautul Tim Peake de la bordul Stației Spațiale Internaționale despre contactele cu școlile și radioamatorii de pe pământ. În comentariile astronautului și ale ziaristului Rupert Godwins din Marea Britanie se confirmă perenitatea mișcării de radioamatori mondiale și soliditatea ei atunci când sistemele de comunicații comerciale intră în colaps din diverse motive.

Întregul articol îl găsiți la <https://arstechnica.com/gadgets/2016/06/when-everything-else-fails-amateur-radio-will-still-be-there-and-thriving/> și îl puteți traduce cu "Google translate" dacă aveți nevoie. Menționez din el în sinteză numai câteva idei de actualitate și de mare importanță:

„ Cităm în traducere:

- *Creativitatea, mijloacele de informare, materialele și echipamentele sunt tot mai mult la îndemâna radioamatorilor.*
- *Radioamatorii au acces gratuit la mulți GHz de bandă radio pentru care companiile plătesc miliarde de euro sau dolari.*
- *Tot timpul radioamatorii au experimentat și au găsit soluții ingenioase aplicate mai apoi în domeniul comercial sau în aplicațiile militare.*
- *Benzile de radio UHF alocate devin foarte interesante pentru comunicațiile digitale de mare viteză.*
- *Tim Peake semnalează rețeaua Europeană HAMNET de mare viteză care are aproape 4000 de noduri și acoperă o mare parte a Europei continentale cu o conectivitate IP completă la nivel de Megabit.*
- *Este o rețea robustă, flexibilă, independentă de Internet și furnizorii acestuia. Chiar dacă din varii motive Internetul ar fi să dispară, rețeaua HAMNET, așa cum este ea concepută, va rămâne activă.*
- *HAMNET este un mediu digital complet (text, imagini, audio și video) necomercial și neguvernamental.*
- *Orice persoană care poate trece examenul minimal de radioamator poate deveni participant activ la o rețea gratuită, deschisă și în continuă dezvoltare, rezervă practică pentru rețelele comerciale în caz de necesitate, cu operatori dedicați și auto instruiți, care devin buni cunoscători ai fenomenului radio."*
- Cel de al doilea este "Consultarea publică privind radioamatorismul în situațiile de urgență" inițiat de ANCOM și publicat de către FRR în <http://www.hamradio.ro/Comunicate/2109201701>  
În acest context încercăm să venim cu o propunere detaliată, aliniată preocupărilor, eforturilor și realizărilor internaționale ale radioamatorilor în acest domeniu. Poate fi un motiv de analiză, de dialog și oportunitate, precum și un motiv de bună colaborare.

### 3. Resurse.

#### 3.1. Frecvențe radio – benzi și canale alocabile.

1. În contextul realizării rețelei HAMNET și în concordanță cu menținerea unei compatibilități Europene din punct de vedere al echipamentelor existente, al alocării benzilor de frecvență și al canalelor, s-au analizat prevederile TNABF publicat în situl ANCOM precum și documentele adiacente: RO-IR01-14, RO-IR01-15, RO-IR03-01, RO-IR03-02, RO-IR03-03 inclusiv documentele EN-301.783-1 și EN-301.783-2.
2. Prevederi TNABF.
  - **Banda de 2,4GHz** are alocate pentru serviciul de amator intervalele:
    - 2300 ÷ 2335 MHz
    - 2335 ÷ 2400 MHz
    - 2400 ÷ 2450 MHz
  - Aceste benzi și canale pot fi utilizate de radioamatori pentru aplicații specifice conform prevederilor legale și regulamentului.

- În mod special pentru sistemele de radio transmisiuni de date de bandă largă unde se încadrează și rețeaua HAMNET utilizată de radioamatori prevederile din RO-IR03-01 în ecartul de 2400 la 2450 MHz sunt cuprinse 6 canale de 22MHz din care utilizabile disjunct sunt canalele 1 și 6.

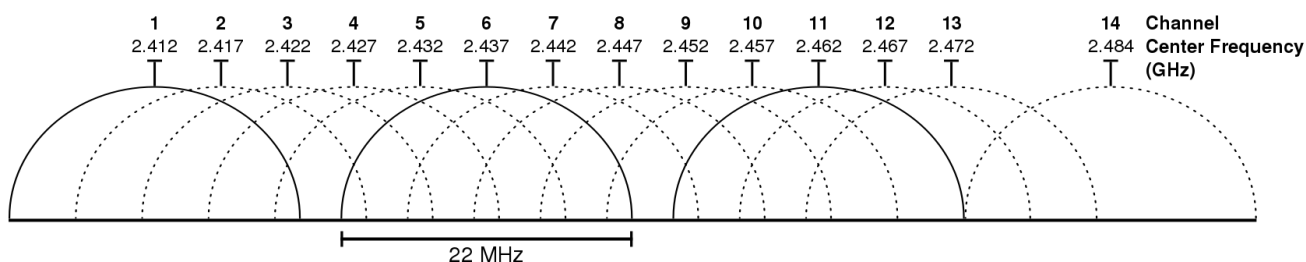


Fig.1 – Preluare liberă din [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels) sub condiția Creative Commons Attribution-ShareAlike License (CC)

Prevederea pentru puterea de emisie de 100mW (20dBm) corespunde nevoilor rețelei.

- **Banda 5,7GHz** are alocate pentru serviciul de amator următoarele frecvențe:
  - 5650 ÷ 5725 MHz **restricționată** pentru aplicațiile de amator la un singur canal de 10MHz între frecvențele de 5660 ÷ 5670MHz partajat inclusiv cu aplicațiile de amator prin satelit pe traseul pământ-spațiu.
  - 5725 ÷ 5830 MHz aplicații conforme cu regulamentul serviciului de amator dar fără emisiuni de bandă largă.
  - 5830 ÷ 5850 MHz numai aplicații de amator prin satelit spațiu-pământ pe un canal de 20MHz. (Notă: canalul de coborâre este mai mare decât cel de urcare).
- În conformitate cu RO-IR03-03 care stabilește condițiile sistemelor de transmisiuni de date de bandă largă pentru care utilizarea este permisă atât în interiorul cât și în exteriorul clădirilor, acolo unde se încadrează și rețeaua HAMNET, numai în banda de frecvențe admisă care este 5470 ÷ 5725 MHz, se observă că posibilitatea de lucru a rețelei HAMNET este limitată la cei 10MHz (5660 ÷ 5670) și la concurență cu aplicațiile de amator prin satelit pe traseul pământ-spațiu.
- Toate echipamentele (routere wireless) utilizate de rețeaua HAMNET oferă canale de 20MHz.
- În consecință este utilă o analiză a oportunității alocării a cel puțin 2 canale de 20MHz în porțiunea 5725 ÷ 5830MHz unde sunt disponibile 5 canale de 20MHz pentru sistemele radio de transmisiuni de date de bandă largă necesare rețelei HAMNET. Ele sunt disponibile în reglementările Europene.

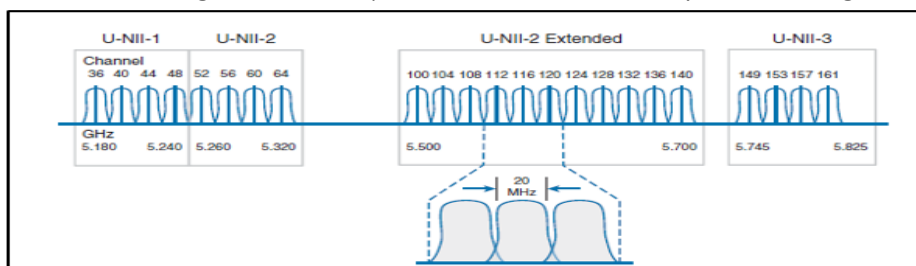


Fig.2 și 3 - Alocarea canalelor în banda de 5GHz – din [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels) sub condiția Creative Commons Attribution-ShareAlike License (CC)

149	5745	5735–5755	20	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
151	5755	5735–5775	40	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
153	5765	5755–5775	20	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
155	5775	5735–5815	80	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
157	5785	5775–5795	20	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
159	5795	5775–5815	40	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
161	5805	5795–5815	20	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>
165	5825	5815–5835	20	U-NII-3	Yes	Yes	SRD (25 mW) <sup>[52]</sup>

- În cel mai rău caz redimensionarea canalului 112 cu centrul pe 5660MHz la dimensiunea de 20MHz între 5650 ÷ 5670MHz pentru alinierea la posibilitățile ofertei de echipamente și asigurarea unui flux de date rezonabil.
- Funcție de configurația terenului, profil și distanțe rețeaua HAMNET poate utiliza o combinație de echipamente radio și antene din ambele benzi utilizabile de 2,4 și 5,7GHz.
- În figura de mai jos este prezentat nr. canalului European 112 cu frecvența centrală MHz, ecartul, mărimea MHz și restricțiile DFS/TPC.

112	5660	5550-5570	20	U-NII-2C	DFS	DFS	DFS/TPC
-----	------	-----------	----	----------	-----	-----	---------

Fig.4 – Dimensiunea de 20MHz a canalului 112 prezentată în structura de frecvențe din Europa din [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels)

DFS = Dynamic Frequency Selection

TPC = Transmit Power Control

**Pentru Statele Unite** alocarea pentru serviciul de amator în banda de 5GHz este următoarea:

Serviciul radio de amator pentru comunicații radio de transmisiuni de date de bandă largă are o alocare secundară la frecvența 5,65-5,925 GHz, incluzând o alocare a serviciului amator prin satelit în legătură cu uplink-ul de 5,65-5,67 GHz (20 MHz) și o alocare descendentă tot de 20MHz între 5,83-5,85 GHz. (ARRL)

Utilizând hardware profesional sau hardware modificat pentru consumatori, este posibil să se funcționeze în canalele de peste 165 (> 5.835 GHz). Aceste frecvențe se află în afara benzii fără licență din partea 15 a FCC, dar încă în interiorul benzii de radio amatori de 5,8 GHz (5 cm). Modificarea hardware-ului de consum pentru a funcționa pe aceste canale extinse implică adesea instalarea firmware-ului post-market și / sau modificarea setării "codului țării" a cardului wireless.

[https://en.wikipedia.org/wiki/High-speed\\_multimedia\\_radio](https://en.wikipedia.org/wiki/High-speed_multimedia_radio)

**- Despre modulații și tipul de emisuni în rețeaua HAMNET.**

Pentru banda de 5,7GHz emisiunea realizată cu echipamente profesionale / comerciale (routere wireless) este standardizată ca fiind 802.11a cu modulație OFDM. În capitolul "Echipamente" din prezenta expunere sunt atașate prospecte și manuale cu parametrii de funcționare pentru cele mai semnificative și utilizate echipamente în rețeaua HAMNET.

În banda de 2,4GHz situația este mai simplă datorită atât alocării corespunzătoare de canale cât și a unei mari oferte de echipamente. Principalele standarde sunt cele de spread spectrum DSSS cât și cele cu modulație OFDM din categoria 802.11b/g.

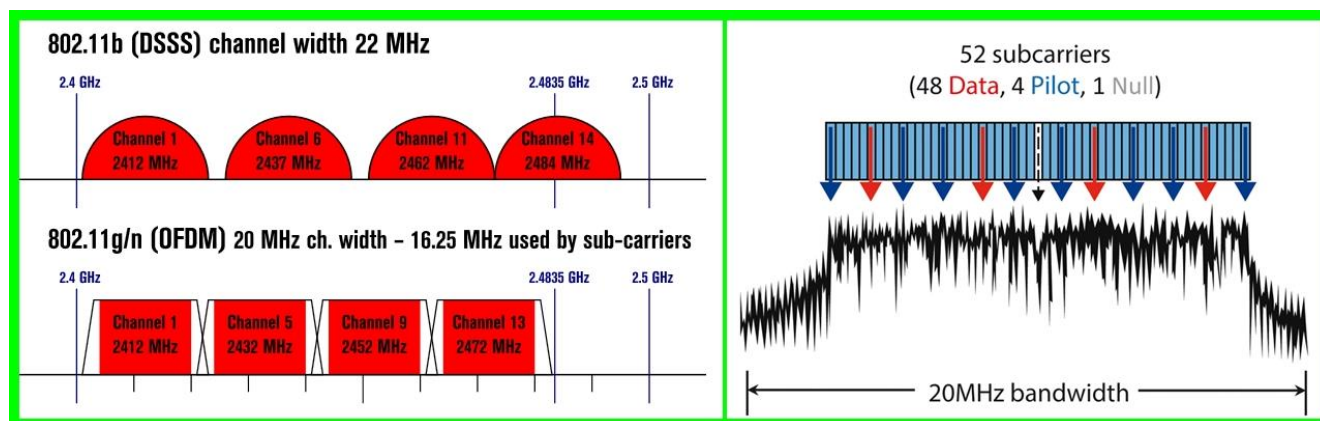


Fig.4 și 5 – Despre modulația OFDM în banda de 2,4GHz din [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels) sub condiția Creative Commons Attribution-ShareAlike License (CC)

### 3.2. AMPRnet – Rețeaua mondială de adrese IP a radioamatorilor.

#### Scurtă istorie și prezentare generală.

Utilizarea TCP/IP de către radioamatori, folosind rețele de packet radio, a precedat apariția Internetului public. Blocul de adrese de clasă A 44 cu 16,7 milioane de adrese IP a fost rezervat radioamatorilor din întreaga lume, fiind asigurat în anii 1970 de către Hank Magnuski, când rețelele de calculatoare erau încă în fază incipientă. Packet radio a fost folosit ca un protocol de nivel scăzut pentru multe protocoale concurente de nivel superior, iar utilizatorii TCP/IP au fost la început o minoritate din cauza complexității configurației.

Pe parcurs, ratele reduse de transfer de date au nemulțumit utilizatorii radio din unde scurte. Foarte puține sisteme au funcționat peste HF din acest motiv. Cea mai bună soluție a fost pe rețelele VHF la viteze de 1200/9600 baud când a apărut ca TCP/IP peste ROSE (Societatea de Radioamatori de Telecomunicații "RATS" Open Systems Environment, bazată pe standardul X.25 CCITT). În continuare însă în doar câțiva ani, internetul public s-a dezvoltat exploziv și a făcut ca aceste soluții să devină învechite.

AMPRNet de astăzi este conectat prin legături wireless și tuneluri VPN. Datorită limitărilor de lățime de bandă ale spectrului de frecvențe radio, legăturile VHF au rămas în mod obișnuit de 1200 baud și limitate la maximum 9600 baud. Odată cu apariția echipamentelor Wi-Fi produse în cantități de masă la 2,4 GHz și 5 GHz, această nouă tehnologie este acum utilizată pentru a furniza legături mult mai rapide pe benzile și canalele de frecvență alocate radioamatorilor. Legăturile radioamatorilor în UHF folosesc ca hardware punctele de acces comerciale Wi-Fi pentru rețelele HSMM sau HAMNET. AMPRNet suportă pe deplin protocolul TCP/IP care permite suportul tuturor celorlalte protocoale de rețea.

AMPRNet este compus dintr-o serie de subrețele din întreaga lume. Porțiunile rețelei au legături radio către puncte către nodurile adiacente, în timp ce altele sunt complet izolate.

Sub-rețelele radio dispersate geografic pot fi conectate utilizând un tunel IP între site-uri cu conectivitate la Internet. Multe dintre aceste site-uri au, de asemenea, un tunel la un router central, care traversează între rețeaua 44/8 și restul internetului, folosind tabele statice actualizate de voluntari.

Experimentele recente au trecut dincolo de aceste soluții statice controlate centralizat, la configurații dinamice furnizate de VPN Peer to Peer.

Adresele de Protocol Internet (IP) din acest bloc se află în rețeaua 44.0.0.0/8 și sunt disponibile gratuit oricărui operator radioamator licențiat. Atribuirea adreselor este efectuată de coordonatorii voluntari cu condiția "**nu oferim același nivel de răspuns ca o organizație comercială**". Aceste adrese pot fi rutate prin Internet dacă sunt coordonate pe deplin cu administratorii voluntari. Radioamatorii care doresc să solicite construiască rețele cu adrese IP în cadrul rețelei 44/8 vor trebui să viziteze mai întâi portalul AMPRNet.

#### Rețelele IP organizate pe țări.

Tabloul AMPRNet și coordonatorii adreselor de IP, actualizat ultima dată în data de 24 august 2017.

Notă: persoanele listate aici s-au oferit voluntar să emită adrese IP pentru zonele lor. Ei nu sunt plătiți pentru a face acest serviciu. Aceștia sunt pregătiți pentru a face față cererilor în măsura disponibilităților acordând totuși prioritate locului de muncă și familiei. În acest moment pentru România coordonatorul adreselor IP din AMPRnet este radioamatorul YO2LOJ – Marius Petrescu din Timișoara. <http://www.yo2loj.ro/>

Nr	Adresa IP	Tara	Coordonator adrese IP
1	44.0.0.0 / 8	Global	Brian Kantor [WB6CYT]
2	44.0.0.0 / 9	UNITED STATES	Brian Kantor [WB6CYT]
3	44.127.0.0 / 16	NO COUNTRY	Brian Kantor [WB6CYT]
4	44.129.0.0 / 16	JAPAN	Brian Kantor [WB6CYT]
5	44.130.0.0 / 16	GERMANY	Jann Traschewski [DG8NGN]
6	44.131.0.0 / 16	UNITED KINGDOM	Chris Smith [G1FEF]
7	44.132.128.0 / 17	SPAIN	Daniel Estevez [EA4GPZ]
8	44.133.0.0 / 16	SPAIN	Rafa Martinez [EB2DJB]
9	44.134.0.0 / 16	ITALY	Marco Di Martino [IW2OHX]
10	44.135.0.0 / 16	CANADA	Luc Pernot [VE3JGL]
11	44.136.0.0 / 16	AUSTRALIA	Samantha Scafe [VK4AA]
12	44.137.0.0 / 16	NETHERLANDS	Rob Janssen [PE1CHL]
13	44.138.0.0 / 16	ISRAEL	Brian Kantor [WB6CYT]
14	44.139.0.0 / 16	FINLAND	Heikki Hannikainen [OH7LZB]
15	44.140.0.0 / 16	SWEDEN	Bjorn Pehrson [SA0BXI]
16	44.141.0.0 / 16	NORWAY	Morten Johansen [LA1FTA]



17	44.142.0.0 / 16	SWITZERLAND	Markus Mueller [HB9CTB]
18	44.143.0.0 / 16	AUSTRIA	Robert Kiendl [OE6RKE]
19	44.144.0.0 / 16	BELGIUM	Belgium Coordination Team [ON0COORD]
20	44.145.0.0 / 16	DENMARK	Bent Bagger [OZ6BL]
21	44.146.0.0 / 16	PHILIPPINES	Brian Kantor [WB6CYT]
22	44.147.0.0 / 16	NEW ZEALAND	David Arnet [ZL1UFO]
23	44.150.0.0 / 16	SLOVENIA	Ognjen Antonic [S56OA]
24	44.151.0.0 / 16	FRANCE	Ludovic Vuillermet - HAMNET FR [F5PBG]
25	44.151.128.0 / 17	FRANCE	Ludovic Vuillermet - HAMNET FR [F5PBG]
26	44.153.0.0 / 16	ARGENTINA	Pedro Converso [LU7ABF]
27	44.154.0.0 / 16	GREECE	Demetre Valaris [SV1UY]
28	44.155.0.0 / 16	IRELAND	John Ronan [EI7IG]
29	44.156.0.0 / 16	HUNGARY	Norbert Varga [HA2NON]
30	44.157.0.0 / 16	CHILE	Brian Kantor [WB6CYT]
31	44.158.0.0 / 16	PORTUGAL	Pedro Ribeiro [CT7ABP]
32	44.159.0.0 / 20	THAILAND	Brian Kantor [WB6CYT]
33	44.159.32.0 / 20	VIET NAM	Jerry DeLong [KD4YAL]
34	44.159.64.0 / 20	CHINA	Brian Kantor [WB6CYT]
35	44.159.80.0 / 20	HONG KONG	Brian Kantor [WB6CYT]
36	44.160.0.0 / 16	SOUTH AFRICA	Richard Stratford [ZS6RO]
37	44.161.0.0 / 16	LUXEMBOURG	LuXembourg Coordination Team [LX000LX]
38	44.163.16.0 / 20	PANAMA	Jose Ng Lee [HP2AT]
39	44.163.32.0 / 20	COSTA RICA	Brian Kantor [WB6CYT]
40	44.163.128.0 / 22	CURASAO	Boudewijn Tenty [VE3TOK]
41	44.163.132.0 / 22	ARUBA	Boudewijn Tenty [VE3TOK]
42	44.163.136.0 / 22	SINT MAARTEN (DUTCH PART)	Boudewijn Tenty [VE3TOK]
43	44.163.140.0 / 22	BONAIRE, SINT EUSTATIUS AND SABA	Boudewijn Tenty [VE3TOK]
44	44.163.144.0 / 20	CURASAO	Brett Ruiz [PJ2BR]
45	44.164.12.0 / 22	MOZAMBIQUE	Paulo Machado [C91PM]
46	44.164.17.0 / 24	SAINT LUCIA	Brian Kantor [WB6CYT]
47	44.164.27.0 / 24	GRENADA	Brian Kantor [WB6CYT]
48	44.164.64.0 / 20	DOMINICAN REPUBLIC	Brian Kantor [WB6CYT]
49	44.164.128.0 / 22	TRINIDAD AND TOBAGO	Tommy Chen [9Y4T]
50	44.164.140.0 / 22	BERMUDA	Brian Kantor [WB6CYT]
51	44.165.0.0 / 16	POLAND	Janusz Przybylski [HF1L]
52	44.167.0.0 / 20	INDIA	Brian Kantor [WB6CYT]
53	44.168.0.0 / 16	FRANCE	Balla Charles [F1TZV]
54	44.169.32.0 / 20	NAMIBIA	Brian Kantor [WB6CYT]
55	44.169.112.0 / 20	UGANDA	Bjorn Pehrson [SA0BXI]
56	44.170.0.0 / 16	CROATIA	Igor Videc [9A6NVI]
57	44.172.16.0 / 20	MALAYSIA	Chris Smith [G1FEF]
58	44.172.32.0 / 20	INDONESIA	Brian Kantor [WB6CYT]
59	44.173.0.0 / 16	MEXICO	Alejandro Pereida [XE2BSS]
60	44.174.0.0 / 16	BRAZIL	Claudio Chicon [PY3NZ]
61	44.176.0.0 / 16	TURKEY	Tahir Dengiz [TA2T]
62	44.177.0.0 / 16	CZECH REPUBLIC	Chris Smith [G1FEF]
63	44.179.0.0 / 16	GIBRALTAR	Jim Watt [ZB2JW]
64	44.180.0.0 / 20	SERBIA	Predrag Supurovic [YT9TP]
65	44.180.48.0 / 20	CROATIA	Brian Kantor [WB6CYT]
66	44.180.64.0 / 20	ALBANIA	Brian Kantor [WB6CYT]
67	44.181.0.0 / 16	SLOVAKIA	Branislav Chvila [OM3WKW]
68	44.182.0.0 / 16	ROMANIA	Marius Petrescu [YO2LOJ]
69	44.183.0.0 / 18	BOSNIA AND HERZEGOVINA	Samim Konjicija [E74KS]
70	44.185.0.0 / 16	BULGARIA	Miroslav Nikolov [LZ4NY]
71	44.188.0.0 / 20	ARMENIA	Chris Smith [G1FEF]
72	44.188.80.0 / 20	KAZAKHSTAN	Brian Kantor [WB6CYT]
73	44.188.192.0 / 20	UKRAINE	Brian Kantor [WB6CYT]
74	44.189.32.0 / 20	LIECHTENSTEIN	Stefan Franz [HB0TR]
75	44.189.48.0 / 20	ICELAND	Brian Kantor [WB6CYT]
76	44.190.0.0 / 16	NO COUNTRY	Jann Traschewski [DG8NGN]
77	44.208.0.0 / 16	ITALY	Renzo Rossi [IW0SAB]
78	44.224.0.0 / 15	GERMANY	Jann Traschewski [DG8NGN]

Fig.6 –Alocarea pe țări a adreselor IP din clasa 44 (extras din <https://www.ampr.org/> )



După cum se observă România are alocată rețeaua 44.182.0.0/16 care acoperă toate nevoile de adrese IP prezente și viitoare pentru radioamatorii YO interesați în aplicațiile HAMNET. În acest moment pentru rețeaua HAMNET dezvoltată la Timișoara au fost alocate adrese IP pentru amplasamentele gazdă (Host), pentru gateway, pentru conexiunile tunel cu AMPRnet și adrese DHCP pentru dispozitivele din subrețele.

Coordonatorul adreselor IP cunoaște și a stabilit strategia de alocare pentru întreaga rețea și fiecare participant. Se pot accesa detalii cu privire la rețea și toate informațiile despre fiecare amplasament sub toate aspectele: geografic, traseu, coordonate, adrese, frecvențe, ș.a. pe harta interactivă de la adresa: [http://hamnetdb.net/lsp\\_map.cgi](http://hamnetdb.net/lsp_map.cgi) unde vă poziționați pe Timișoara, deschideți cu click fiecare amplasament și analizați informațiile. Vă prezentăm alăturat o captură de ecran statică cu rețeaua de la Timișoara.

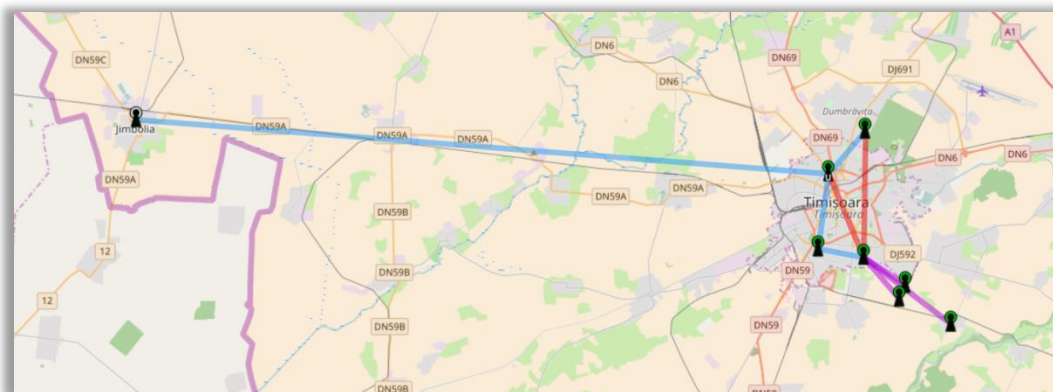


Fig.7 – Captură de ecran pentru rețeaua HAMNET din Timișoara.

#### ASN - Autonom System Number.

Dezvoltarea rețelei HAMNET s-a făcut în timp prin apariția unor subrețele insularizate. Pentru a comunica între ele acestea au trebuit să fie interconectate. Legătura între rețelele autonome prin intermediul routerelor se face prin protocolul BGP și asignarea unui număr autonom ASN pentru fiecare rețea.

Alocarea acestor numere ASN – Autonom System Number se face de către autoritatea mondială de alocare pentru adrese IP și ASN numită IANA – Internet Assigned Numbers Authority. IANA este responsabilă pentru coordonarea globală a sistemelor de abordare a protocolului Internet, precum și a numerelor sistemelor autonome ASN utilizate pentru rutarea traficului pe Internet.

Așa cum s-a prezentat, radioamatorii au primit gratuit adresele IP de clasă A 44.0.0.0/8 și tot la fel IANA are rezervate secvențe de ASN pentru utilizări speciale printre care și un interval pentru radioamatori.

AS Number	Reason for Reservation	Reference
0	Reserved by [RFC7607]	[RFC7607]
112	Used by the AS112 project to sink misdirected DNS queries; see [RFC7534]	[RFC7534]
23456	AS_TRANS; reserved by [RFC6793]	[RFC6793]
64496-64511	For documentation and sample code; reserved by [RFC5398]	[RFC5398]
64512-65534	For private use; reserved by [RFC6996]	[RFC6996]
65535	Reserved by [RFC7300]	[RFC7300]
65536-65551	For documentation and sample code; reserved by [RFC5398]	[RFC5398]
4200000000-4294967294	For private use; reserved by [RFC6996]	[RFC6996]
4294967295	Reserved by [RFC7300]	[RFC7300]

Fig.8 – Repartizarea Autonom System Number din <https://www.iana.org/numbers>

Intervalul ASN 64512 ÷ 65534 este deja alocat și folosit pentru interconectarea rețelelor HAMNET active din Europa. Numerele sistemului autonom (AS) sunt utilizate de diferite protocoale de rutare.

<https://www.iana.org/assignments/iana-as-numbers-special-registry/iana-as-numbers-special-registry.xhtml>

Alocările ASN se pot face pe 16 biți conform recomandării RFC 1930 sau mai nou pe 32 de biți conform RFC 6996 unde intervalul de alocare este mult mai mare pentru noul bloc privat de numere AS 4200000000 la 4294967294. Alocarea către diferite țări nu este încă coordonată într-un context global dar rețeaua HAMNET din Europa a încercat și a reușit să coordoneze o alocare specifică către țările active participante la această rețea. România are alocat intervalul 64840 ÷ 64849 și poate folosi la nevoie și alocările pe 32 de biți.

Country	ASN Block	local documentation
OE Austria	64512-64599	Wiki
I Italy	64600-64619	Wiki
DL Germany	64620-64683	List or WHOIS-Search
LX Luxemburg	64684-64685	Wiki
CR Croatia	64686-64690	Wiki
PA Netherlands	64691-64694	Wiki
S5 Slovenia	64695-64704	Wiki
HA Hungary	64705-64707	Wiki
EA Spain	64708-64719	Wiki
HB Switzerland	64720-64739	Wiki
HB0 Liechtenstein	64740-64741	Wiki
F France	64742-64777	Wiki
ON Belgium	64778-64788	Wiki
TA Turkey	64789-64799	Wiki
SP Poland	64800-64839	Wiki
YO Romania	64840-64849	Wiki
* Test and BGP-Confederations 65510-65534 Wiki		

Fig.9 – ASN pentru România din AMPRNet.

Alocarea pentru România a 10 numere autonome pentru rutarea între rețele este corespunzătoare arondării specifice actuale pentru regiunile de indicative YO de la YO2 la YO9. Fără nici o îndoială alocarea la nevoie unor ASN din spațiul de 32 de biți nu va mai fi o problemă. Problema alocării de adese IP clasa A 44 și a numerelor ASN precum și legătura cu **Ampr.net** pentru rețele revine coordonatorului de rețea pe regiune.

Pentru România coordonatorul nostru a alocat până acum din cele peste 250 subrețele disponibile fiecare cu un număr de 250 de noduri cu adrese IP, un număr de 9 subrețele (3,4%) din care active numai 2 adică 0,4%. Se respectă alocarea geografică pe zonele radio YO (YO2 ÷ YO9).

Network	Description	Allocated to
44.182.20.0 / 24	Timis	YO2LOJ
44.182.21.0 / 24	Timis	YO2LOJ
44.182.24.0 / 24	Timisoara South + Caras-Severin county	YO2DRC
44.182.30.0 / 24	YO3KXL Bucharest Net	YO3FHM
44.182.60.0 / 29	Ilieni, CV	YO6GZI
44.182.61.0 / 24	Sibiu	YO6PVO
44.182.62.0 / 24	yo6osc	YO6OSC
44.182.69.0 / 24	Mures	YO6PLB
44.182.83.0 / 24	Iasi	YO8RXT

Fig.10 – Rețele IP alocate în spațiul YO.

În continuare va fi prezentat un exemplu de modul în care funcționează coordonarea gestiunii rețelei HAMNET în Germania și principalele activități derulate pentru a asigura buna funcționare a rețelei.

#### Sarcini și servicii privind gestiunea IP și ASN în HAMNET EU din Germania.

Coordonarea IP în Germania prevede pentru partea germană a AMPRNet sarcinile și serviciile disponibile:

- Alocarea de numere AS ( [https://de.wikipedia.org/wiki/Autonomes\\_System](https://de.wikipedia.org/wiki/Autonomes_System) ) și rutare BGP4 ( <https://de.wikipedia.org/wiki/BGP4> ) de rutare pentru Hamnet în coordonare cu țările vecine.
- Operarea unui WHOIS ( <https://de.wikipedia.org/wiki/WHOIS> ) – Server pentru serviciul de radio amator de documentare și informare.
- Alocarea rețelelor IP la numerele AS în rețeaua Hamnet din Germania și înregistrarea în „ampr.org” (SUA).
- Atribuirea de noi adrese IP existente în vechea rețea și înregistrarea în domeniul „ampr.org”.
- **Organizarea și funcționarea în Germania a unui concept / plan de zone regionale din cadrul „ampr.org”.**
- Furnizarea și operarea a 3 DNS-uri primare (Domain Name System) servere (hubs DNS) (Duisburg / Rees, Dresden, Nürnberg ).
- Dezvoltarea și livrarea de software pentru sincronizarea și integrarea regională DNS (Domain Name System) server de la hub-uri DNS.
- Dezvoltarea și operarea automată actualizări cu globale DNS (Domain Name System) servere ale domeniului „ ampr.org ( <http://www.ampr.org> )”.
- Producerea și difuzarea publicațiilor pentru implementarea tehnică a coordonării IP din Germania.
- Prelegeri privind soluții tehnice pentru coordonarea rețelelor IP la conferințe și expoziții.
- Sprijinirea coordonatorilor regionali și administratori de rețea în îndeplinirea sarcinilor lor.
- Planificarea și punerea în aplicare a conceptelor inovatoare.
- Cooperarea strânsă cu întreținătorii domeniului internațional non-profit ”ampr.org” ( <http://www.ampr.org> ).

## Deployment – AS/IP-Subnet-Allocation

- Regions need to get an AS- and IP-Allocation
  - The German IP Coordination is taking care

```
# -----
# HAMNET-DL
# -----
# AS-      AS-      NETWORKS      NETWORKS      NETWORKS
# NO      NAME      BACKBONE      USER/SERVICES  PACKET-RADIO
*
44.225.254.0/23 # Anycast
64625     DISTRIKT-C-625-AS  44.224.10.0/23  44.225.20.0/22  44.130.56.0/24
64626     DISTRIKT-B-626-AS  44.224.12.0/23  44.225.24.0/22  44.130.60.0/24
                                                44.130.99.0/24
64627     DISTRIKT-L-627-AS  44.224.14.0/23  44.225.28.0/22  44.130.146.0/24
64628     DISTRIKT-S-628-AS  44.224.16.0/23  44.225.32.0/22
64629     DISTRIKT-D-629-AS  44.224.18.0/23  44.225.36.0/22
64630     DISTRIKT-U-630-AS  44.224.20.0/23  44.225.40.0/22  44.130.59.0/24
64631     DISTRIKT-T-631-AS  44.224.22.0/23  44.225.44.0/22  44.130.53.0/24
                                                44.130.61.0/24
```

<http://www.de.ampr.org/dokumentation/as-nummern/as-list-de>

Fig.11 – ASN și subrețele IP alocate teritorial pe districtele din Germania.

La fel și în Statele Unite arondarea adreselor IP se face după un concept de repartizare teritorială.

Nr	Rețeaua	Descriere	Admin	Nr	Rețeaua	Descriere	Admin
1	44.0.0.1/32	AMPRGW	WB6CYT	36	44.70.0.0/16	Ohio	KB8UVN
2	44.2.0.0/16	California, Central & Northern, etc	KG6BAJ	37	44.71.6.0/27	kd8zgg request for Ohio IPs	KD8ZGG
3	44.4.0.0/16	San Francisco/Silicon Valley	K6DLC	38	44.71.16.0/27	Brunswick	KD8TWH
4	44.6.0.0/16	California: Santa Barbara/Ventura	WB5EKU	39	44.71.41.0/27	kf8mz-ars	KF8MZ
5	44.8.0.0/16	California - San Diego	WB6CYT	40	44.71.42.0/27	KE6YKX	KE6YKX
6	44.10.0.0/16	California: Orange County	WB5EKU	41	44.72.0.0/16	Illinois	WB6CYT
7	44.12.0.0/16	Washington Idaho	W7RSZ	42	44.73.0.0/18	WB9UUS	WB9UUS
8	44.14.0.0/16	Hawaii & Pacific Islands	AH6BW	42	44.73.64.0/19	WB9UUS	WB9UUS
9	44.16.0.0/16	Los Angeles	WB5EKU	44	44.73.120.0/21	WB9UUS	WB9UUS
10	44.17.0.0/16	California: Antelope / Kern County	AA6HF	45	44.74.0.0/16	North Carolina	W2PAU
11	44.18.0.0/16	Calif. San Brdo & Riverside	KE6QH	46	44.76.0.0/16	Texas	WB6CYT
12	44.20.0.0/16	Colorado	KC2LTO	47	44.78.0.0/16	Oklahoma	KG5ICZ
13	44.22.0.0/16	Alaska	WB6CYT	48	44.80.44.0/24	WJ3G	WJ3G
14	44.24.0.0/16	Western Washington	K7VE	49	44.82.0.0/16	Montana	WB6CYT
15	44.25.0.0/16	HamWAN	K7WAN	50	44.86.0.0/16	Wyoming	WB7CJO
16	44.26.0.0/16	Oregon	KK7DS	51	44.88.0.0/16	Connecticut	N1URO
17	44.30.0.0/16	New Mexico	KE7KUS	52	44.90.0.0/16	Nebraska	AC0XK
18	44.34.0.0/16	Tennessee	K0RET	53	44.92.0.0/16	Wisconsin	KB9MWR
19	44.36.0.0/16	Georgia	N00TZ	54	44.94.0.0/16	Minnesota	N0QBJ
20	44.38.0.0/16	South Carolina	KA3YAN	55	44.98.0.0/16	Florida	KD4YAL
21	44.40.0.0/16	Utah	KD6OAT	56	44.100.0.0/16	Alabama	KE4AHR
22	44.42.0.0/16	Mississippi	WB6CYT	57	44.102.0.0/16	Michigan	N8IT
23	44.44.0.0/16	Massachusetts	N1URO	58	44.103.0.0/16	Michigan(2)	N8IT
24	44.46.0.0/16	Missouri	WB6CYT	59	44.104.0.0/16	Rhode Island	N1URO
25	44.48.0.0/16	Indiana	N9LYA	60	44.106.0.0/16	Kentucky	WB6CYT
26	44.50.0.0/16	Iowa	N0SFH	61	44.108.0.0/16	Louisiana	KD5JFE
27	44.52.0.0/16	New Hampshire	N1URO	62	44.110.0.0/16	Arkansas	N5QM
28	44.54.0.0/16	Vermont	N1URO	62	44.116.0.0/16	Oregon: PDX Metro	W7SZS
29	44.56.0.0/16	Pennsylvania	N1URO	64	44.118.0.0/16	Maine	N1URO
30	44.58.0.0/16	West Virginia	WB6CYT	64	44.122.0.0/16	Kansas	WB6CYT
31	44.60.0.0/16	Maryland	N1URO	66	44.124.0.0/16	Arizona	KE7KUS
32	44.62.0.0/16	Virginia	K4ZIV	67	44.125.0.0/16	Nevada	WB6CYT
33	44.64.0.0/16	New Jersey	N1URO	68	44.126.0.0/16	Puerto Rico	WB6CYT
34	44.66.0.0/16	Delaware	N1URO	69	44.127.0.0/16	ZZ	WB6CYT
35	44.68.0.0/16	New York State	N2NOV				

Fig.12 – Arondarea teritorială a adreselor IP în Statele Unite.

Informații detaliate despre adresele IP ale "ampr.org" găzduite la UCSD - University of California, San Diego, United State se găsesc la <https://www.tcpiputils.com/browse/ip-address/44.88.0.9>

### 3.3. Structura rețelei HAMNET.

Ca o consecință a distribuției total aleatoare a amplasamentelor radioamatorilor pe suprafața unei localități sau a unui teritoriu, precum și a altor considerente privind robustețea funcționării, topologia rețelei HAMNET a rezultat a fi una de tip plasă (mesh). Din punct de vedere al funcționării în această structură nodurile sunt egale iar dispariția unuia sau a mai multor noduri din configurația unei rețele relativ complexe nu influențează funcționarea acesteia, a nodurilor rămase. Datorită unui sistem de rutare performant pentru fluxul de date, comunicația între nodurile rămase în funcțiune poate continua pe alte trasee.

Schematic o rețea de tip plasă poate arata ca în figura alăturată unde traficul de date este gestionat de către routere care asigură multiple posibilități de circulația informației pe diverse trasee.

Chiar dacă nu s-a ajuns să se comenteze despre software este necesar să precizăm încă de la structura rețelei două elemente care sunt importante pentru funcționarea acesteia:

- Protocolul OLSR – Optimized Link State Routing este folosit pentru a ruta traficul între toate nodurile care pot vedea cel puțin un nod, formând astfel o rețea plasă și permițând tuturor nodurilor să comunice între ele. Este folosit de regulă în comunicațiile radio mobile. Detalii la: [https://en.wikipedia.org/wiki/Optimized\\_Link\\_State\\_Routing\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Optimized_Link_State_Routing_Protocol)
- O a doua informație necesară este aceea că rețeaua radio trebuie să aibă toate nodurile parametrizate sub același SSID – este prescurtarea pentru Service Set Identifier, un identificator unic pentru a evita interferențele dintr-o rețea wireless, mai este numită și ESSID (Extended Service Set Identifier). SSID poate fi pe 32-byte sau mai puțin. Această valoare sau nume este alocată fiecărui nod din rețea.
- Dispozitivele din rețeaua wireless pe care doriți să le asociați trebuie să se potrivească între ele și eventual cu punctul de acces. Punctul de acces și dispozitivele din rețeaua wireless trimit cu regularitate pachete wireless (numite "beacon"), ce conțin informația SSID. Când dispozitivele din rețeaua wireless primesc aceste pachete, se pot identifica cu rețeaua wireless din care fac parte pentru ca undele radio să ajungă la fiecare nod.

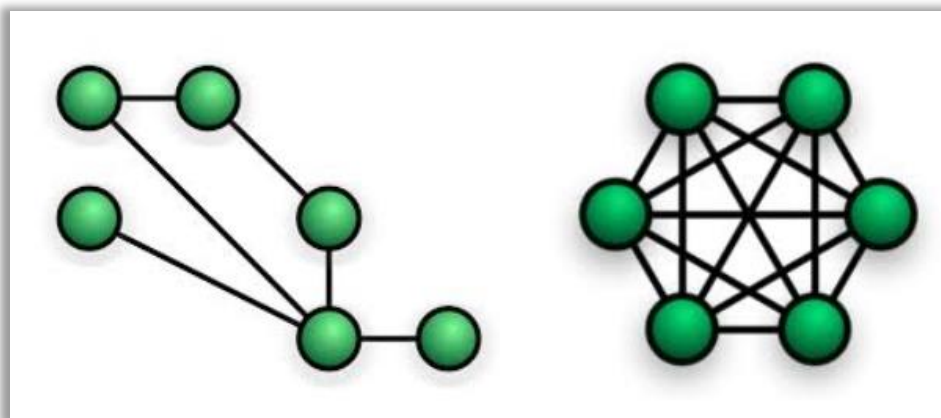


Fig.13 – Structura plasă (mesh) pentru rețelele HAMNET.

(din [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_topology](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_topology) )

- Topologia plasă cu conectare parțială între noduri (în mod real cea mai probabilă) și
- Topologia plasă cu conectare totală care este o mai mare consumatoare de resurse și de care nu va fi nevoie să fie realizată în mod real.

Un exemplu de configurație concretă de tip plasă (mesh) pentru rețeaua HAMNET teritorială din Austria. Dezvoltarea rețelelor de tip HamNet în diverse teritorii s-a făcut insularizat iar mai apoi acestea au fost interconectate pe teritorii mai largi prin legături directe prin radio sau prin tunelare VPN (IPIP).





Fig.14 – Captură de ecran, exemplu de plasă operațională. (OE2XZR – Hamnet Kartendienst 2013)

<https://hamnetdb.net/?q=oe2xZR>

Boldurile cu cifra 2 sunt routere wireless în 2,4GHz iar cele cu cifra 5 sunt routere wireless în 5,7GHz.

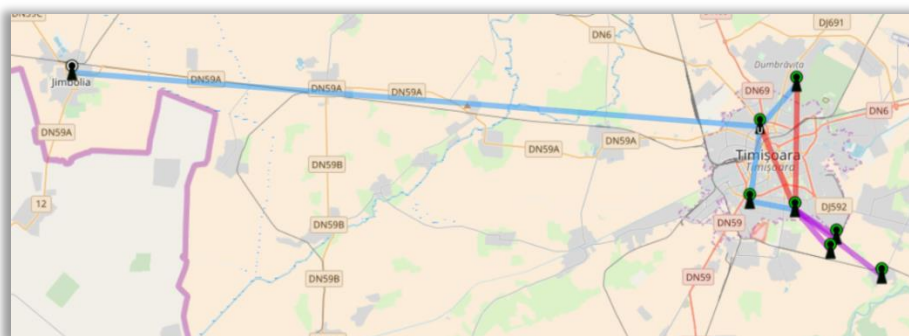


Fig.15 – Captură de ecran pentru rețeaua HAMNET din Timișoara din [http://hamnetdb.net/lsp\\_map.cgi](http://hamnetdb.net/lsp_map.cgi)

Este prezentată și structura rețelei de la Timișoara care testează funcționarea ambelor tipuri de conexiuni, atât radio cât și prin conexiuni tip "tunel".

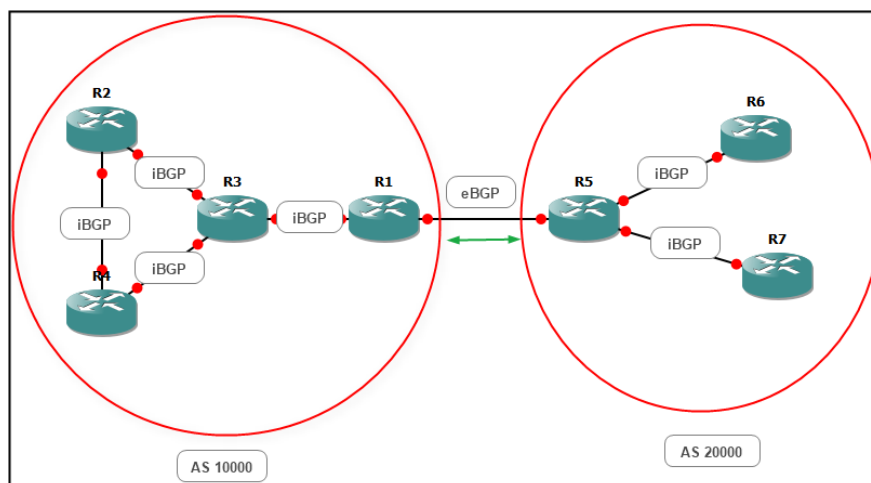
Pentru detalii privind tipul de conexiuni și parametrii informatici ai acestora se poate accesa situl <https://hamnetdb.net/?q=y02loj> și din iconul de "hartă" din stânga se glisează până la Timișoara și se accesează cu "click" fiecare nod pentru informații detaliate. Informațiile vin puțin mai greu din baza de date conținută de la severul "de.ampr.org" de la Nurenberg din Germania prin rutarea din rețeaua 44 HAMNET în Internet la adresa noastră.

#### Protocolul de rutare BGP.

Un exemplu sugestiv de funcționare cu protocolul de rutare BGP4 - Border Gateway Protocol, este prezentat în figura alăturată. Protocolul are caracteristici optime pentru funcționarea în rețele plasă.

Border Gateway Protocol este un protocol de rutare unic, deoarece, spre deosebire de celelalte protocoale de rutare, stabilește și menține conexiuni între routerele vecine folosind protocolul TCP. În cazul routerelor aflate în ASN-uri diferite, o conexiune BGP poate fi stabilită doar dacă routerele sunt direct conectate. Legătura se realizează pe portul TCP 179, fiind menținută prin mesaje periodice de 19 octeți (intervalul implicit este de 60 de secunde). Când BGP este rulat în interiorul unui sistem autonom, este folosit termenul iBGP (Internal Border Gateway Protocol). Când este rulat între ASN-uri, este numit eBGP (External Border Gateway Protocol). eBGP lucrează atunci când ASN – Autonomus System Number al rețelelor interconectate este diferit. Detalii cu privire la protocolul BGP , esențial pentru funcționarea HAMNET le găsiți la [https://ro.wikipedia.org/wiki/Border\\_Gateway\\_Protocol](https://ro.wikipedia.org/wiki/Border_Gateway_Protocol) și situl educațional

<https://protechgurus.com/border-gateway-protocol-bgp/>



16. – Principiile de funcționare ale protocolului iBGP și eBGP utilizat pentru interconectarea rețelelor.

Schița preluată din <https://protechgurus.com/border-gateway-protocol-bgp/>

Funcție de condițiile din teren și nevoile de comunicație rețeaua HAMNET proiectată poate lua o diversitate foarte mare de configurații.

### 3.4. Conexiuni wireless 2,4 și 5,7GHz – vizibilitate și propagare.

Propagarea undelor radio în undele ultrascurte (UHF) prezintă particularități de care trebuie să se țină seamă. Se vor expune pentru început normele legale privind bugetul de putere utilizat pe canalele de comunicații în aceste benzi pentru care vom avea de proiectat și de ales: echipamente, antene și înălțimi de instalare între utilizatori, funcție de amplasarea și distanța între nodurile rețelei. Recomandările din norme sună astfel:

- RO-IR 03-01 în banda de frecvențe 2400 ÷ 2483,5MHz pentru sistemele de transmisuni de bandă largă, la puterea de emisie și densitatea de putere sunt admise valorile de 100mW putere echivalentă izotrop radiată (p.e.i.r) cu condiția pentru sistemul de modulație o densitate de p.e.i.r. de 100 mW/100 kHz atunci când se utilizează modulația cu salt de frecvență și o densitate de p.e.i.r. de 10 mW/MHz atunci când se utilizează alte tipuri de modulație, eventual OFDM.
- RO-IR 03-03 în banda de frecvențe 5470 ÷ 5725MHz pentru sistemele de transmisuni de bandă largă, la puterea de emisie și densitatea de putere sunt admise valorile de 1W putere echivalentă izotrop radiată medie cu condiția că densitatea maximă de p.e.i.r. medie se limitează la 50 mW/MHz în oricare bandă de 1 MHz. Rețelele de tip WAS/RLAN ce funcționează în banda de frecvențe 5470 ÷ 5725MHz utilizează reglajul puterii emițătorului, care oferă, în medie, un factor de atenuare a interferenței de cel puțin 3 dB la puterea maximă permisă de ieșire a sistemelor. În cazul în care nu se folosește reglajul puterii emițătorului, valoarea maximă permisă pentru p.e.i.r. medie și limitele corespunzătoare ale densității de p.e.i.r. medii pentru banda de frecvențe 5470 ÷ 5725 MHz se reduc cu 3dB.
- În mod obișnuit echipamentele wireless (routere) moderne se pot parametriza astfel din setările interne ca aceste recomandări să fie respectate. Totul însă ține de o corectă proiectare a liniilor de comunicații funcție de distanță între noduri, puterile și sensibilitățile la recepție ale echipamentelor, câștigul antenelor.

Prezentarea video a rețelei HAMNET Europene a fost făcută de către DG8NGN la conferința organizată de către radioamatorii din SUA <https://www.youtube.com/watch?v=3A6DDrJRcws>. Sinteza acesteia a fost publicată și pusă la dispoziție în <https://www.tapr.org/pdf/DCC2014-TheEuropeanHAMNET-DG8NGN.pdf> sub forma unui formular .pdf. În cadrul acestuia se pot găsi o mare parte din informațiile pertinente despre rețeaua Europeană HAMNET precum și imaginea de principiu alăturată cu parametrii care guvernează propagarea și dimensionarea link-urilor între noduri.



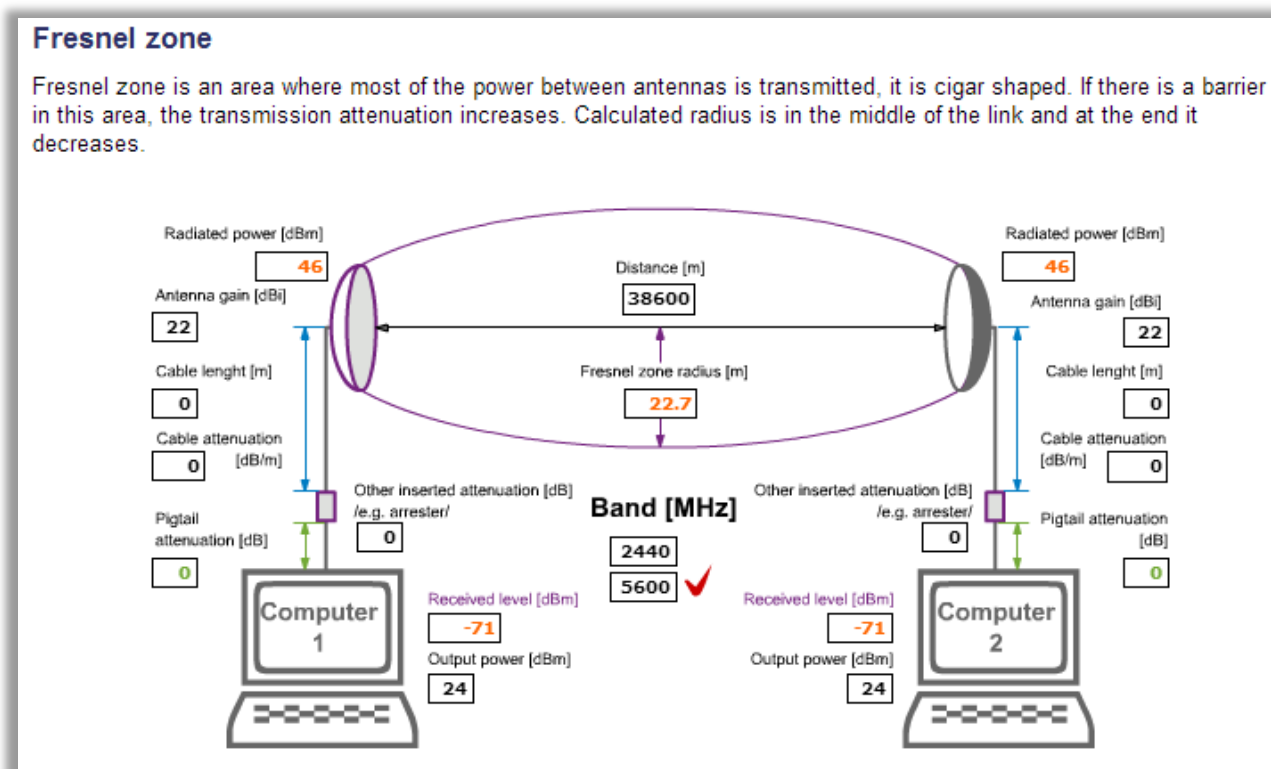


Fig.17 – Dimensionarea legăturii radio între două noduri și zona Fresnel.

Se vor comenta în detaliu aceste aspecte ale propagării cu ajutorul unei excelente expunerii făcute în:

[http://www.dipolnet.ro/ghid\\_practic\\_pentru\\_conexiuni\\_wireless\\_802\\_11\\_bib86.htm](http://www.dipolnet.ro/ghid_practic_pentru_conexiuni_wireless_802_11_bib86.htm)

”Vom prezenta selectiv elemente de soluții conforme cu următoarele două standarde:

- 802.11a - în banda de 5 GHz: 5.150 - 5.350 GHz și 5.470 - 5.725 GHz, rată de transfer de până la 54 Mbps;
- 802.11b - în banda de 2.4 GHz: 2.4 - 2.483 GHz, rată de transfer de până la 11 Mbps;

- Raza de acțiune a unei rețele wireless depinde de:

1. Factori care depind de echipamentele folosite:

- puterea de ieșire (este specificată de către producător),
- atenuarea pe cablu și pe conectori (depinde de lungimea și tipul cablului și al conectorilor),
- înălțimea antenelor pentru a asigura vizibilitatea și câștigul acestora (specificat de către producător),
- sensibilitatea la recepție a echipamentelor (specificată de către producător).

2. Factori externi:

- atenuarea dintre antene (poate fi estimată folosindu-se modelul FSL – Free Space Loss);
- interferența cu alte dispozitive (nu poate fi prevăzută - o marjă de siguranță suplimentară trebuie să fie dată pentru compensarea acesteia),
- influența unor bariere fizice (pereți, copaci, construcții înalte, etc.)

3. Curbura pământului pentru legături la distanțe mari.

- Pentru o distanță de 5 km între antene, înălțimea obstacolului din centru crește cu 1 m (mărime numită factor de curbură) iar pentru o distanță de 10 km, obstacolul crește cu încă 4 m. În cazul unui profil de teren cu denivelări se va analiza înălțimea și amplasamentul antenelor funcție de secțiunea de profil.

4. Calculul razei zonei Fresnel. Este o zonă de spațiu importantă deoarece cea mai mare parte a energiei semnalului traversează această zonă Fresnel. Această zonă nu trebuie să fie obturată de obstacole. Calculul cu

formula  $R = 17,31 \sqrt{\frac{D(km)}{4f(GHz)}}$  sau cu <https://www.everythingrf.com/rf-calculators/fresnel-zone-calculator>

5. Sunt posibile atenuări aleatoare datorită unor condiții meteo defavorabile: ploaie, ninsoare, ceață densă.

- Calculul bilanțului de putere pe o legătură radio.

1. Calculul atenuării între cele două antene – modelul FSL pentru atenuarea în aer.

Atenuarea de spațiu liber este definită ca reducerea puterii semnalului cauzată de dispersia sferică în atmosferă a undelor radio. În condiția că nu există nici un obstacol, fără reflexii sau interferențe.

- FSL pentru frecvența de 2.4 GHz este determinat:

$FSL[dB] = 100 + 20\log D$ , unde  $D$  este distanța în km

- FSL pentru frecvența de 5.7 GHz este determinat:

$FSL[dB] = 106 + 20\log D$ , unde  $D$  este distanța în km

2. Stabilirea razei de acțiune a conexiunii pornind de la calculul bugetului legăturii.

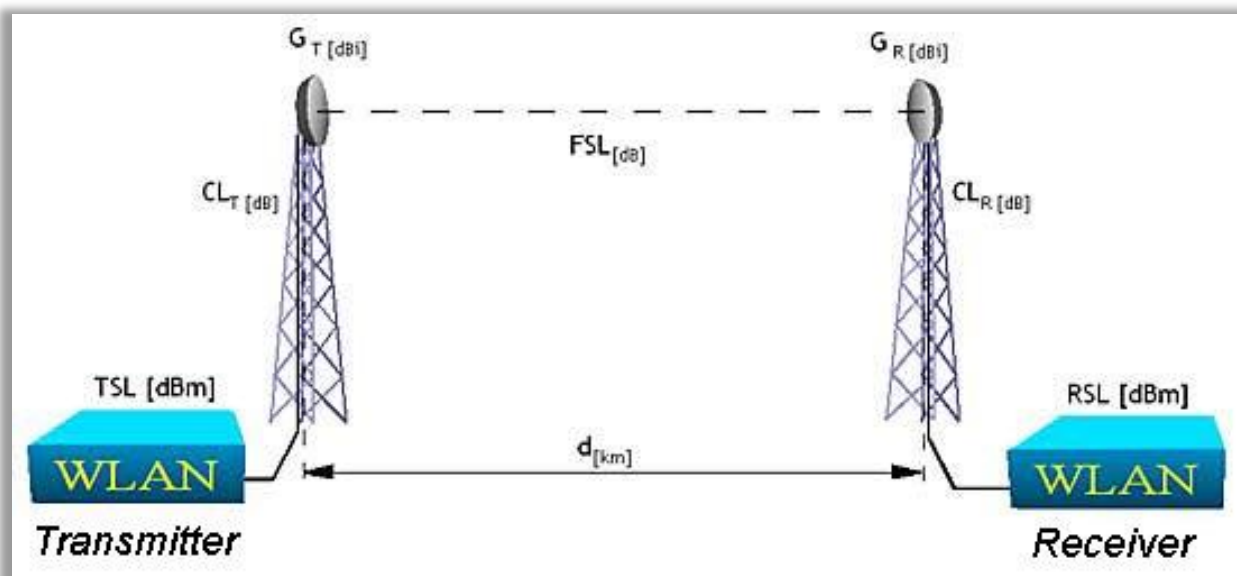


Fig.18 – Schema cu parametrii de calcul pentru o legătură radio UHF.

Elementele de putere care caracterizează o conexiune wireless:

- $TSL[dBm]$  - nivelul de semnal al transmițător (putere TX) – Transmission Signal Level
  - $RSL[dBm]$  - nivelul de semnal la receptor (putere RX) – Receiver Signal Level
  - $FSL[dB]$  - atenuarea de semnal în atmosferă – Free Signal Loss
  - $GT[dBi]$  - câștigul antenei de emisie – Gain Transmission
  - $GR[dBi]$  - câștigul antenei de recepție – Gain Reception
  - $CLT[dB]$  - atenuare de semnal pe cablu și în conectori la transmițător – Cable Loss Transmission
  - $CLR[dB]$  - atenuare de semnal pe cablu și în conectori la receptor Cable Loss Reception
  - $FM[dB]$  – Fade Margin valoare tipică 10dBm pentru compensarea fluctuațiilor de scurtă durată.
- Nivelul RSL care va ajunge la receptor trebuie să fie mai mare cu 10dBm decât cel indicat în prospectul echipamentului de recepție de către fabricant. Formula generală:

$$RSL[dBm] = TSL - CLT + GT - FSL + GR - CLR - FM$$

Scurt exemplu pentru o conexiune simetrică din punct de vedere al câștigului antenelor în 5GHz pe o distanță de 5km cu un echipament cu  $TSL=20dBm$ ,  $CLT=63,5dBm/100m$  cu o conexiune de numai 8m adică 5dBm,  $GT=15dBi$ ,  $FSL=-120dB$ ,  $GR=15dBi$ ,  $CLR=5dBm$ ,  $FM=10dBm$  iar sensibilitatea la recepție dată de fabricant  $RSL = -80dBm$  pentru 54Mbps și  $-96dBm$  pentru 6Mbps.

$RSL = 20 - 5 + 15 - 120 + 15 - 5 - 10 = -90dBm$  adică între  $-96dBm < -90dBm < 80dBm$  care asigură o funcționare la o viteză intermediară între 54Mbps și 6Mbps.

De remarcat că ERPI-ul la emisie este de  $EIRP = 20 - 5 + 15 = 30\text{dB}$  egal cu cel reglementat de 30dB. În majoritatea situațiilor se poate lua măsura de a diminua TSL și a crește câștigul antenei de recepție astfel încât să îndeplinim ambele condiții pentru EIRP și un buget corespunzător, o legătură stabilă.

Raza elipsoidului Fresnel la mijlocul distanței în porțiunea de 60% unde este concentrată energia de RF este de  $0,6.R=0,6.8,1=4,8\text{m}$  care nu ar trebui obstrucționată.”

Notă importantă: pentru majoritatea routerelor externe de fabricație modernă linia de alimentare cu energie de RF este aproape nulă, de 1m sau chiar mai puțin. Routerul este amplasat extern chiar în vecinătatea antenei, alimentarea antenei cu RF se face printr-un ”pig-tail” de coaxial cu conectori adecvați (SMA to N) iar alimentare cu energie a routerului se face prin cablu de date gen UTP din alimentatoare sau echipamente switch de tip PoE – Power over Ethernet. În aceste condiții elementele de pierderi CLT și CLR dispar. Se poate vedea acest lucru în prospectele din capitolul Echipamente.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Free-space\\_path\\_loss](https://en.wikipedia.org/wiki/Free-space_path_loss)

### 3.5. Configurații și echipamente.

#### 3.5.1. Configurații – noduri de rețea.

Pentru realizarea rețelelor HAMNET acestea vor fi populate cu noduri / utilizatori dotate cu echipamente active (routere), antene, sisteme de alimentare cu energie și eventual alte echipamente auxiliare funcție de nevoi. Configurația fiecărui nod se stabilește funcție de amplasarea în cadrul rețelei după o proiectare atentă a canalului de comunicație care depinde de: nodurile vecine, distanțe, înălțimi, coordonate geografice, orientări de antene, respectarea normelor de radiație și tipul de echipamente necesar.

În cadrul rețelei putem distinge câteva configurații tipice:

- Noduri cu acces omnidirecțional.
- Noduri cu acces unidirecțional de distanță medie.
- Noduri cu acces unidirecțional de distanță mare.
- Noduri cu acces multidirecțional zonat pe 4 zone de 90°, pe 3 zone de 120° sau model multidirecțional pe două zone, gen retranslatore cu unghiuri adecvate căilor de I/O.

Exemplele din figurile atașate sunt orientative, populate cu echipamente major utilizate în rețeaua HAMNET din Europa. În prima figură avem sugerate exemple din primele trei configurații amintite iar în cea de a doua figură un nod multidirecțional cu 4 zone.

Configurațiile nodurilor sunt valabile atât pentru banda de 2,4GHz cât și pentru banda de 5,7GHz în cadrul unor rețele coerente ca structură. Există și echipamente active dual band care pot fi folosite în situații speciale, documentate în mod corespunzător.

Fiecare nod presupune o proiectare atentă: documentată pentru încadrarea ofițială în baza de date HAMNET și ”ampr.org”, din punct de vedere tehnic precum și o evaluare economică pentru un proiect concret.

Detalii privind parametrii funcționali a principalelor echipamente folosite de rețeaua HAMNET EU sunt date ca exemplu în continuare cu ajutorul unor fișe de echipament și cu link-uri la sit-urile corespunzătoare din Internet.

Sunt tratate ca exemplu echipamentele: routere, switch-uri PoE, alimentatoare PoE și antene utilizate în rețeaua HAMNET din Europa de la producătorii Mikrotik și Ubiquiti. Firmele au și reprezentare în România. <https://www.mikrotik.ro/> precum și <https://www.senetic.ro/ubiquiti/> și alți distribuitori.

S-au avut în vedere câteva configurații simple sugerate de nodurile existente în rețeaua HAMNET din Europa. Sunt posibile și alte configurații de nod funcție de condițiile locale de funcționare în conformitate cu proiectele elaborate pentru structura rețelei.

Pentru configurațiile sugerate sunt prezentate în detaliu extrase cu parametrii de funcționare din prospectele și documentația echipamentelor.

**Configurații sugerate pentru nodurile rețelei HAMNET EU.**

<https://www.tapr.org/pdf/DCC2014-TheEuropeanHAMNET-DG8NGN.pdf>

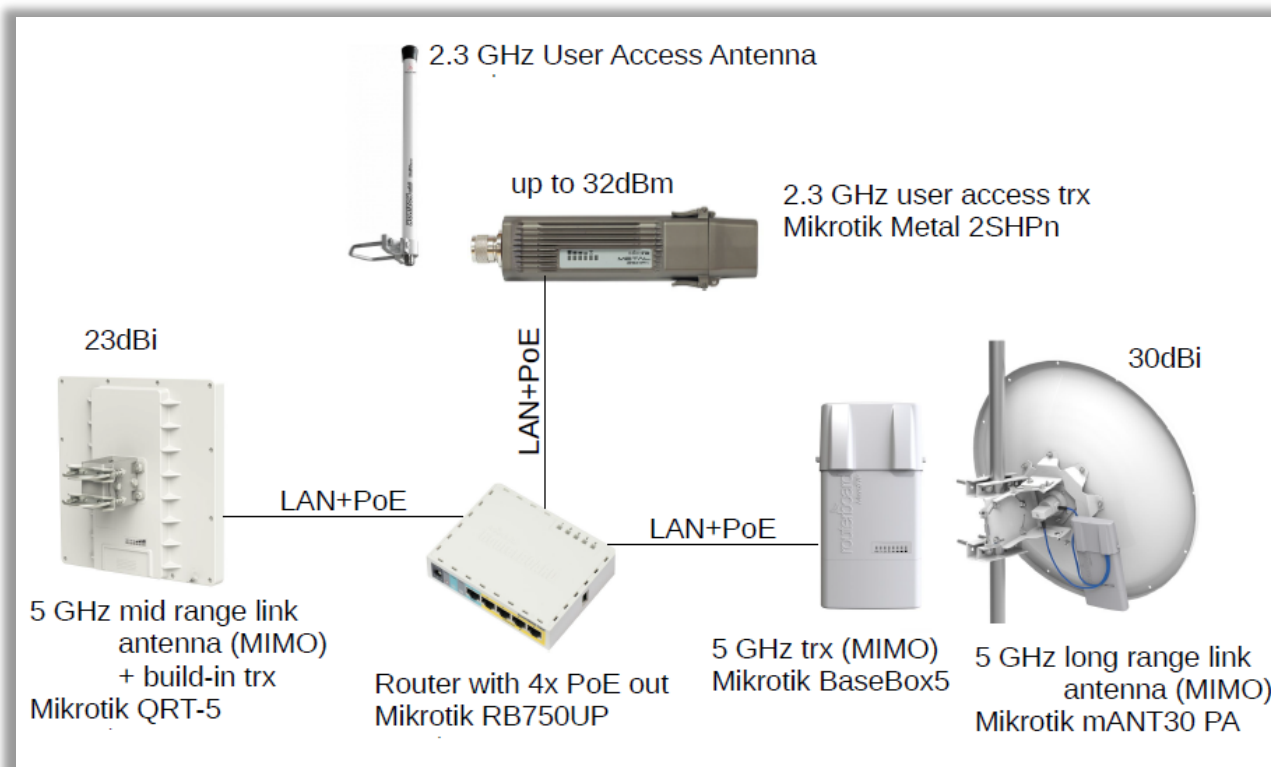


Fig.19 - O structură pentru 3 tipuri de noduri simple alimentate PoE

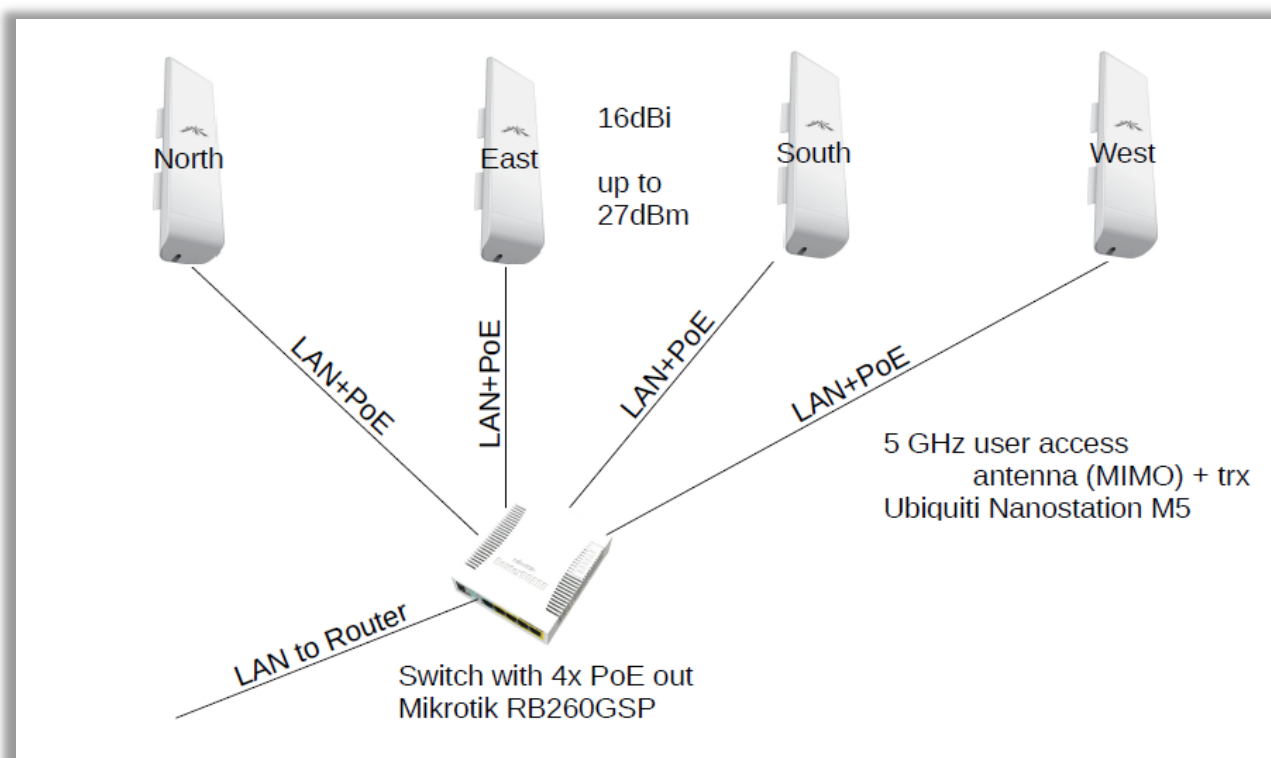



Fig.20 - Acces multidirecțional pe 4 zone cu 90° și alimentare ci Poe din switch.

### 3.5.2. Routere și TRX în frecvențe UHF.



## Metal


Rugged 2Ghz or 5GHz outdoor unit

Completely waterproof, rugged, and super high powered. The serious outdoor wireless device. Fully sealed, industrial design metal case, powered by RouterBOARD and RouterOS.

It has a built-in N-male connector, and pole attachment points, so you can attach it to an antenna directly, or use a standard antenna cable. LED signal indicators make it easy to install and align.


Shipped complete with power injector, adapter and mounting kit. Available in two versions - 2GHz and 5GHz.

CPU	Atheros AR7241 400MHz network processor
Memory	64MB DDR SDRAM onboard memory
Ethernet	One 10/100 Mb/s Fast Ethernet port with Auto-MDIX, L2MTU up to 2030
Wireless	Wireless Built-in 5 or 2 GHz 1x1 MIMO, N-male connector,
Extras	Reset switch, Beeper, Voltage monitor, Temperature monitor
LEDs	5 wireless signal LEDs, ethernet activity LED (configurable)
Power options	Passive 8-30V PoE only, 16KV ESD protection on RF port
Consumption	Up to ~0.5A at 24V (11.5W)
Dimensions	177x44x44mm, 193g. Must be mounted with ethernet pointing down
Operating temperature	-30C to +70C
Operating system	MikroTik RouterOS v5, Level4 license (station, point-to-point or AP modes)
Package contains	Metal SHPn unit, mounting loops, PoE injector, 24V power adapter
RX sensitivity	5Hn model 802.11a: -93 dBm @ 6Mbps to -77 dBm @ 54 Mbps 802.11n: -93 dBm @ MCS0 to -71 dBm @ MCS7
2Hn model	802.11b/g: -93 dBm @ 6Mbps to -77 dBm @ 54 Mbps 802.11n: -92 dBm @ MCS0 to -72 dBm @ MCS7 40MHz
TX power	5Hn model 802.11a: 31dBm @ 6Mbps to 27dBm @ 54 Mbps 802.11n: 30dBm @ MCS0 to 26dBm @ MCS7
2Hn model	802.11b/g: 32dBm @ 1-11Mbps to 29dBm @ 54 Mbps 802.11n: 32dBm @ MCS0 to 28dBm @ MCS7
Modulations	OFDM, BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK



MikroTik  
RouterBOARD  
Metal 2SHPn  
(RBMetal2SHPn)  
Photo#1  
Obraz 2 z 5

Fig.21 - Transceiverul MikroTik Metal 2SHPn 2GHz / 5SHPn 5GHz și montajul cu o antenă omnidirecțională.


hEX PoE lite

### hEX PoE lite


hEX PoE lite is a small five port ethernet router in a plastic case. It has a USB 2.0 port and PoE output. Ports 2-5 can power other PoE capable devices with the same voltage as applied to the unit. Less power adapters and cables to worry about! Max current is 1A per port, Ethernet ports are shielded.

It is affordable, small and easy to use. With its compact design and clean looks, it will fit perfectly into any SOHO environment.

#### Specifications

Product code	RB750UP/2
CPU nominal frequency	650 MHz
CPU core count	1
Size of RAM	64 MB
10/100 Ethernet ports	5
PoE in	Yes
Supported input voltage	6 - 30 V
Power output	On ports 2-5, Output: 1A max per port; 2A max total
PCB temperature monitor	Yes
Voltage monitor	Yes
Current monitor	Yes
USB slot	Yes
Dimensions	113x89x28mm
License level	4
Operating System	RouterOS
CPU	QCA9531
Max Power consumption	3 W
Suggested price	\$59.95

#### Included



24V 2.5A Power adapter

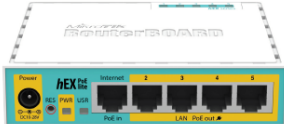



Fig.22 - Router / Switch 4xPoE MikroTik RB750UP inclusiv sursa de alimentare necesară PoE.





Frequencies	4.9-5.875 GHz
Gain	24 ± 1 dBi
VSWR	1.37 : 1
3 dB Beam-Width, H-Plane	10.5°
3 dB Beam-Width, E-Plane, typ.	10.5°
Polarization	Dual, Vertical and horizontal
Port to Port Isolation	-50 dB
Cross polarization, min	-25 dB
Front to Back Ratio, min	35 dB

## QRT 5

High power integrated antenna

The QRT 5 is a rugged outdoor flat panel antenna, with a built in RouterBOARD. The device has a 24dBi antenna and a high power 5GHz wireless transmitter.

Inside is the high power RB911 dual chain wireless device (see separate brochure), with high performance, high output power wireless transmitter. It has a Gigabit Ethernet port, to fully utilise the benefit of 802.11n high speed wireless.

Easy to use and quick to deploy, QRT is ideal for point to point links.

Model	QRT 5 (RB911G-SHPnD-QRT)
Features	1 Ethernet, Gigabit, High power, Dual chain
CPU	Atheros AR9342 600MHz network processor
Memory	64MB DDR onboard memory
Data storage	128MB NAND memory chip
Ethernet	One Gigabit port with Auto-MDIX
Wireless	Built in 5GHz 802.11n (AR9342)
Extras	beeper, signal and status LEDs, voltage and temperature sensors
Expansion	-
Power options	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af)
Unit dimensions	309x320x50mm
Max consumption	11W at 24V
OS	MikroTik RouterOS, Level4 license (supports wireless CPE/PIP and AP mode)
Included	QRT wireless device, precision mounting bracket, U bolts, pole clamp, screw kit, 24V 0.8A power adapter, Gigabit PoE injector

TX power / RX sensitivity	
TX/RX at MCS0	30dBm / -96dBm
TX/RX at MCS7	24dBm / -78dBm
TX/RX at 6Mbit	30dBm / -96dBm
TX/RX at 54Mbit	27dBm / -80dBm
Frequency range	4900-5920MHz






QRT 5


Fig.23 - Routerul integrat Mikrotik QRT5 – 5GHz de medie distanță cu antenă MIMO cu alimentare PoE.


Rendered image shows internals of BaseBox with optional second wireless card




Using the optionally available Flexguide cable, you can use the Basebox with any 3rd party antenna




24V 0.8A Adapter




Mounting loops



Metal ring



Gigabit PoE injector



DIN mount

## BaseBox

The BaseBox is an outdoor wireless device, based on our popular RB912 model, fitted with two SMA connectors for antennas, and a cable hood for protection against moisture. Also available are three additional places for antenna connectors, in case you wish to use the BaseBox miniPCIe slot for one more wireless interface to make a dual band device, or a 3G/4G modem.

The case can be opened with one hand, and is protected against the elements. USB, Ethernet and a Grounding wire exits are provided on the bottom, behind a protective door. Two models are available - BaseBox 2 and BaseBox 5 (2 or 5GHz wireless, respectively).

Comes with a mounting loop for tower/pole mounting, and a separate DIN rail mount is also provided. Package also includes a PoE injector and power supply unit.

Model	BaseBox 5	BaseBox 2
Order code	RB912UAG-SHPnD-OUT	RB912UAG-2HPnD-OUT
Features	1 Ethernet, 1 miniPCIe, USB, Additional memory, Gigabit, High power, Dual chain, Outdoor case	
CPU	Atheros AR9342 600MHz network processor	
Memory	64MB DDR onboard memory	
Ethernet	One Gigabit port with Auto-MDIX	
Wireless	Built in 5GHz 802.11n, 2x RP-SMA connectors	Built in 2GHz 802.11b/g/n, 2x RP-SMA connectors
Connector type	RP-SMA Female (outside thread)	
Extras	beeper, signal and status LEDs, SIM slot (requires 3g miniPCIe card), voltage and temperature sensors	
Expansion	miniPCIe slot for 802.11 or 3G (using 3G disables the USB port), USB 2.0 port	
Power options	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af), Consumption: 14W at 24V	
Dimensions	246x135x50mm; Weight: 390g	
OS	MikroTik RouterOS, Level4 license (supports wireless AP mode)	
Kit includes	RB912 outdoor unit, PSU, PoE injector, mounting loop, DIN rail mount, mounting ring	

	RB912UAG-SHPnD-OUT	RB912UAG-2HPnD-OUT
TX/RX at MCS0	30dBm / -96dBm	30dBm / -96dBm
TX/RX at MCS7	24dBm / -78dBm	24dBm / -78dBm
TX/RX at 6Mbit	30dBm / -96dBm	30dBm / -96dBm
TX/RX at 54Mbit	27dBm / -80dBm	27dBm / -80dBm
Frequency range	4900-5920MHz	2400MHz-2500MHz



BaseBox

Fig.24 - Routerul BaseBox pentru 2GHz sau 5GHz cu montaj pe antene sectoriale sau antene de mare câștig. Alimentare PoE și "pigtail" coaxial la antenă.



## mANT30 series

mANT30 is a professional class 5 GHz 30dBi dish antenna, built to the highest industry standards. Built to seamlessly accommodate our Basebox series products, but can be used for any pole mounted wireless device due to the adequate length of the included FlexGuide cable.

Two antennas are available, with a **standard type mount (MTAD-5G-30D3)**, and with a **precision alignment mount (MTAD-5G-30D3-PA)**. The antennas come packaged with all necessary accessories and cables.

### Electrical Specifications

Frequency Range	4.7-5.875 GHz
Gain	30 dBi typically
Polarization	Dual (Vertical and Horizontal)
3dB Beamwidth	+/-2.5 deg
Standards	Complies with EN 302 328 DN1, DN2, DN3, DNS
VSWR	≤ 1.4 typ, ≤ 1.8 max
Port to Port Isolation	>40dB min
Front-to-Back Ratio	>30 dB
Cross Polarization	>40 dB
Power Rating	100 watts
Impedance	50 ohms
Elevation adjustment range	+/- 20 deg (MTAD-5G-30D3), +/- 15 deg (MTAD-5G-30D3-PA)

### Physical/Environmental Specifications

Diameter x Depth	70 x 45cm (27.5 x 17.8in)
Weight neto	5.7kg (12.6 lbs) PA and 4.8kg (10.7 lbs) standard version
Reflector	Aluminum
Outdoor Rating	ETSI EN 300 019-2-4
Wind Survivability	201kph (125mph)
Wind Load (125 mph)	181.4kg (400 lbs)
Operating Temperature	-50°C to 80°C (-49°F to 158°F)
Pole Mount Diameter Range	(MTAD-5G-30D3): 3 to 7cm (1.2 to 2.75in) (MTAD-5G-30D3-PA): 3 to 10cm (1.2 to 3.9in)
Connector (2)	RP-SMA Female (outside thread)
Packaged size	73x73x20cm (29x29x8in)
Packaged weight	(MTAD-5G-30D3): 7.5 kg (16.5 lbs), (MTAD-5G-30D3-PA): 8.4 kg (18.5)
Compatible with	Can directly mount Basebox and other future RouterBOARD devices, or accept any pole-mounted device
Package includes	FlexGuide RPSMA RF Cables (RP-SMA-male to RP-SMA-female) x 2pcs; Bracket for mounting BASEBOX series radio; Self-Bonding Tape for insulating the RF cables x 2 slices; Precise alignment mechanisms (PA Version only)

Note: Basebox radio not included, available separately.

MikroTik

mANT30

Fig.25 - Antena de mare câștig 5MHz pentru MikroTik BaseBox cu mANT30 PA.

## RB260GS

The RB260GS is a small SOHO switch. It has five Gigabit Ethernet ports and one SFP cage powered by an Atheros Switch Chip.

It is powered by an operating system designed specifically for MikroTik Switch products - SwOS.

SwOS is configurable from your web browser. It gives you all the basic functionality for a managed switch, plus more: Allows to manage port-to-port forwarding, apply MAC filter, configure VLANs, mirror traffic, apply bandwidth limitation and even adjust some MAC and IP header fields.

- Smart switch
- Small and compact
- Plastic case
- Five Gigabit ports
- Web interface controlled
- Smarter than smart

CPU	Taifatech TF470
Memory	Embedded 96K SRAM
Ethernet	Five 10/100/1000 Ethernet ports, Atheros switch AR8327 One fixed Gigabit Ethernet SFP cage (Mini-GBIC; SFP module not included)
Serial port	No serial port
LEDs	Power, NAND activity, 5 Ethernet activity LEDs
Extras	Hardware watchdog
Power options	PoE: 8-30V DC on Ether1 (Non 802.3af); Jack: 8-30V DC
Dimensions	113x136x29mm. Without packaging and PSU: 212g
Power consumption	Up to 6W
Operating Temperature	-25C ... +65C
Operating System	MikroTik SwOS

Fig.26 - Switch PoE performant pentru conectarea echipamentelor Ubiquiti.

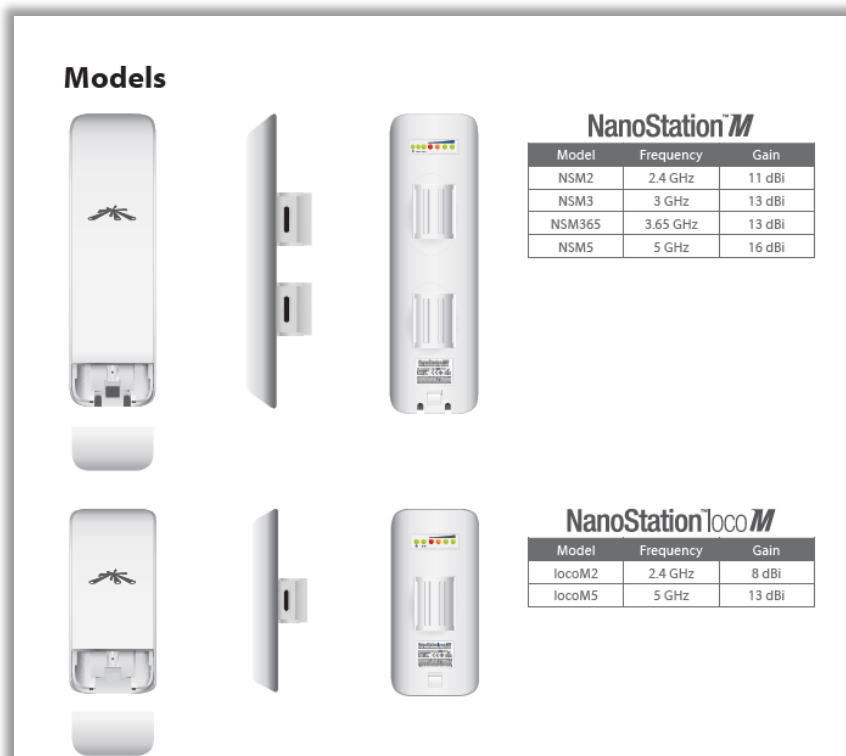


Fig.27 - Modele de echipamente Ubiquiti cu antene MIMO pentru 2,4 și 5GHz.

**Specifications**

System Information			
Model	NanoStationM	locoM5/M2	locoM9
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz
Memory	32 MB SDRAM, 8 MB Flash	32 MB SDRAM, 8 MB Flash	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(2) 10/100 Ethernet Ports	(1) 10/100 Ethernet Port	(1) 10/100 Ethernet Port

Regulatory/Compliance Information				
Model	NSM5/NSM2/locoM5/locoM2	NSM3	NSM365	locoM9
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE	-	FCC Part 90Z	FCC Part 15.247, IC RS210
RoHS Compliance	Yes	Yes	Yes	Yes

Physical/Electrical/Environmental						
Model	NSM5	NSM3/365	NSM2	locoM5	locoM2	locoM9
Dimensions (mm)	294 x 31 x 80	294 x 31 x 80	294 x 31 x 80	163 x 31 x 80	163 x 31 x 80	164 x 72 x 199
Weight	0.4 kg	0.5 kg	0.4 kg	0.18 kg	0.18 kg	0.9 kg
Power Supply (PoE)	24V, 0.5A	24V, 1A	24V, 0.5A	24V, 0.5A	24V, 0.5A	24V, 0.5A
Max. Power Consumption	8 W	8 W	8 W	5.5 W	5.5 W	6.5 W
Gain	16 dBi	13.7 dBi	11 dBi	13 dBi	8 dBi	8 dBi
RF Connector	-	-	-	-	-	External RP-SMA
Polarization	Dual Linear					
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic					
Mounting	Pole Mounting Kit Included					
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return)					
Operating Temperature	-30 to 75° C					
Operating Humidity	5 to 95% Condensing					
Shock & Vibration	ETSI300-019-1.4					

Operating Frequency Summary (MHz)					
Model	NSM5/locoM5	NSM365	NSM3	NSM2/locoM2	locoM9
Worldwide	5170 - 5875	3650-3675	3400-3700	2412-2462	902-928
USA	5725 - 5850	-	-	-	-
USA DFS	5250 - 5850	-	-	-	-

Fig.28 - Specificațiile generale.

### NanoStationM2 Specifications

Output Power: 28 dBm							
2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance		Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11b/g	1-24 Mbps	28 dBm	± 2 dB	11b/g	1-24 Mbps	-83 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	27 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	25 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	23 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	22 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	27 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	25 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	23 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
MCS15	22 dBm	± 2 dB	MCS15	-75 dBm	± 2 dB		

Antenna Information	
Gain	10.4-11.2 dBi
Cross-pol Isolation	23 dB Minimum
Max. VSWR	1.6:1
Beamwidth	55° (H-pol) / 53° (V-pol) / 27° (Elevation)

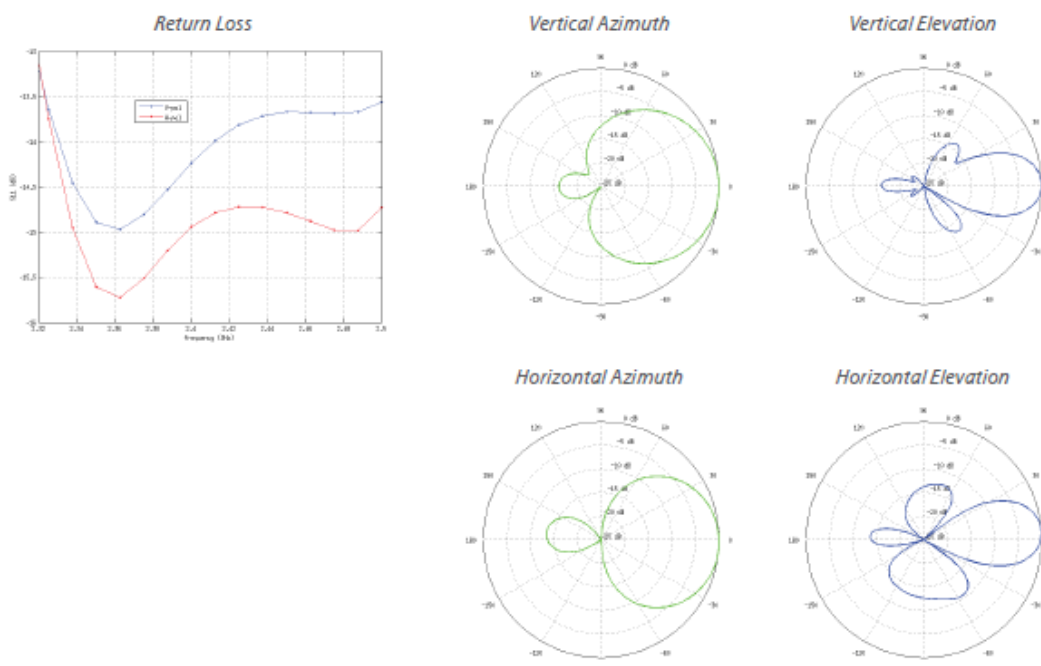


Fig.29 - Caracteristicile tehnice pentru stațiile de 2,4GHz – NanoStationM2

### NanoStationM5 Specifications

Output Power: 27 dBm							
5 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				5 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
	Data Rate/MCS	Avg. TX	Tolerance		Data Rate/MCS	Sensitivity	Tolerance
11a	6-24 Mbps	27 dBm	± 2 dB	11a	6-24 Mbps	-94 dBm	± 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	± 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	± 2 dB
	48 Mbps	23 dBm	± 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	± 2 dB
	54 Mbps	22 dBm	± 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	± 2 dB
11n/a/nMAX	MCS0	27 dBm	± 2 dB	11n/a/nMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	27 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	27 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	27 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	26 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	27 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	27 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	27 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	27 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	26 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
MCS15	21 dBm	± 2 dB	MCS15	-75 dBm	± 2 dB		

Antenna Information	
Gain	14.6 - 16.1 dBi
Cross-pol Isolation	22 dB Minimum
Max. VSWR	1.6:1
Beamwidth	43° (H-pol) / 41° (V-pol) / 15° (Elevation)

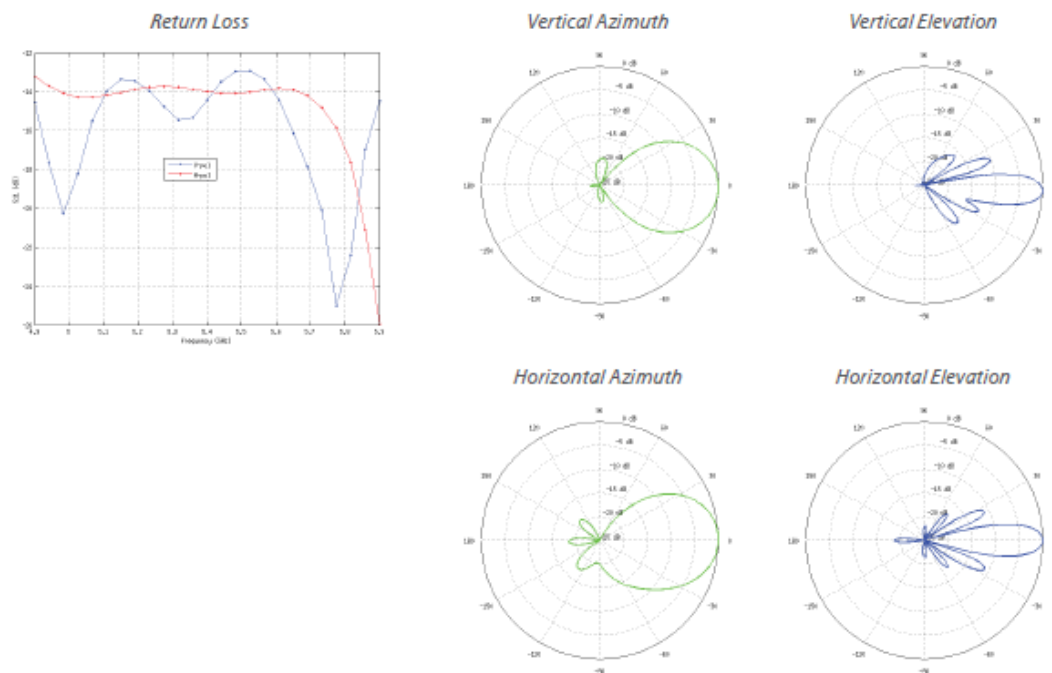


Fig.30 - Caracteristicile tehnice pentru stațiile de 5,7GHz – NanoStationM5

### 3.5.3. Echipamente și materiale auxiliare, alimentarea cu energie electrică.

Pe lângă echipamentele active, la proiectarea și echiparea nodurilor, sunt necesare echipamente auxiliare și materiale specifice care să integreze configurația și să o facă funcțională. Personalizarea fiecărui amplasament se adaptează condițiilor specifice de încadrare în rețea: profil de teren, noduri vecine, distanțe, condiții locale de amplasare (bloc de locuințe, casă). Se propune, ca exemplu orientativ, un pachet coerent de echipamente pasive și materiale auxiliare ale unuia din furnizorii agreeați pentru construcția rețelei HAMNET.

Oferta diversificată se va adapta corespunzător nevoilor de echipare ale fiecărui nod.

- Antene Mikrotik 2,4GHz.

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/antene/2-4ghz/page/2/>

- Antene Microtik 5GHz

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/antene/5ghz-antene/>

- Surse POE – Power over Ethernet

<https://www.mikrotik.ro/13-surse-poe>

- Cabluri FTP / UTP – pentru exterior

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/cablu-ftp/>

- Mufe și adaptori, patchcord, pigtails

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/mufe/>

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/patchcords/>

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/pigtails/>

Pentru alimentarea echipamentelor din nodurile rețelei HAMNET cu energie electrică pot fi adoptate pe lângă alimentarea clasică din rețeaua de 220Vca și soluții cu rezervare pentru evitarea întreruperii comunicațiilor la căderea rețelei publice de curent alternativ. Se pot enumera:

- Soluția normală prin alimentatoarele din rețeaua de 220Vca livrate odată cu echipamentele.
- Soluția cu rezervare de siguranță prin UPS – Universal Power Supply de putere adecvată.
- Soluția cu acumulator de capacitate corespunzătoare de Ah pentru un timp limitat preconizat.

- Soluția cu panou solar și acumulator tampon pentru o funcționare fără întrerupere. Fig.31.

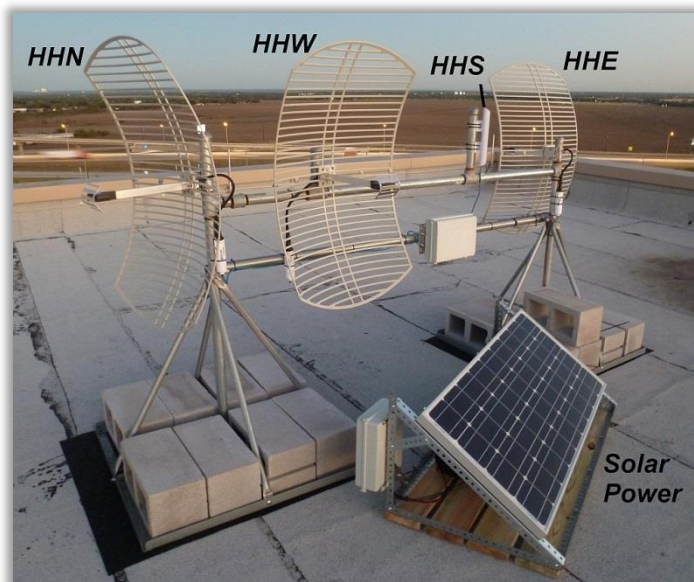


Fig.31 – Alimentare cu panou solar.

Reîncărcarea acumulatorului cu un panou solar asigură o funcționare nelimitată.

NOTĂ: Se va avea în vedere o corectă conexiune a structurilor metalice înalte la o priză de protecție contra descărcărilor atmosferice, priză de punere la pământ.



### 3.6. Software.

#### 3.6.1. Operațiuni de bază.

- Elaborarea și realizarea fizică a proiectului de structură HAMNET YO cu nodurile și echipamentele care vor primi adrese IP din clasa A 44.0.0.0/8.
- Alocarea de adresă IP, mască de subrețea și gateway pentru fiecare nod și echipament care are nevoie de o adresă (camere Web).
- Subrețelele care pot fi realizate din pachetul de clasă B 44.182.0.0/16 alocat României pot fi la început insularizate și apoi conectate la rețeaua Europeană și mondială "ampr.net". În acest ultim caz se va asigura acces la Internet prin gateway-ul "AMPRGW" - 169.226.66.251 (amprgw.sisnet.ucsd.edu) 44.0.0.1 (gw.ampr.org.ampr.org).
- Schița acestei conexiuni este dată în planșa alăturată.

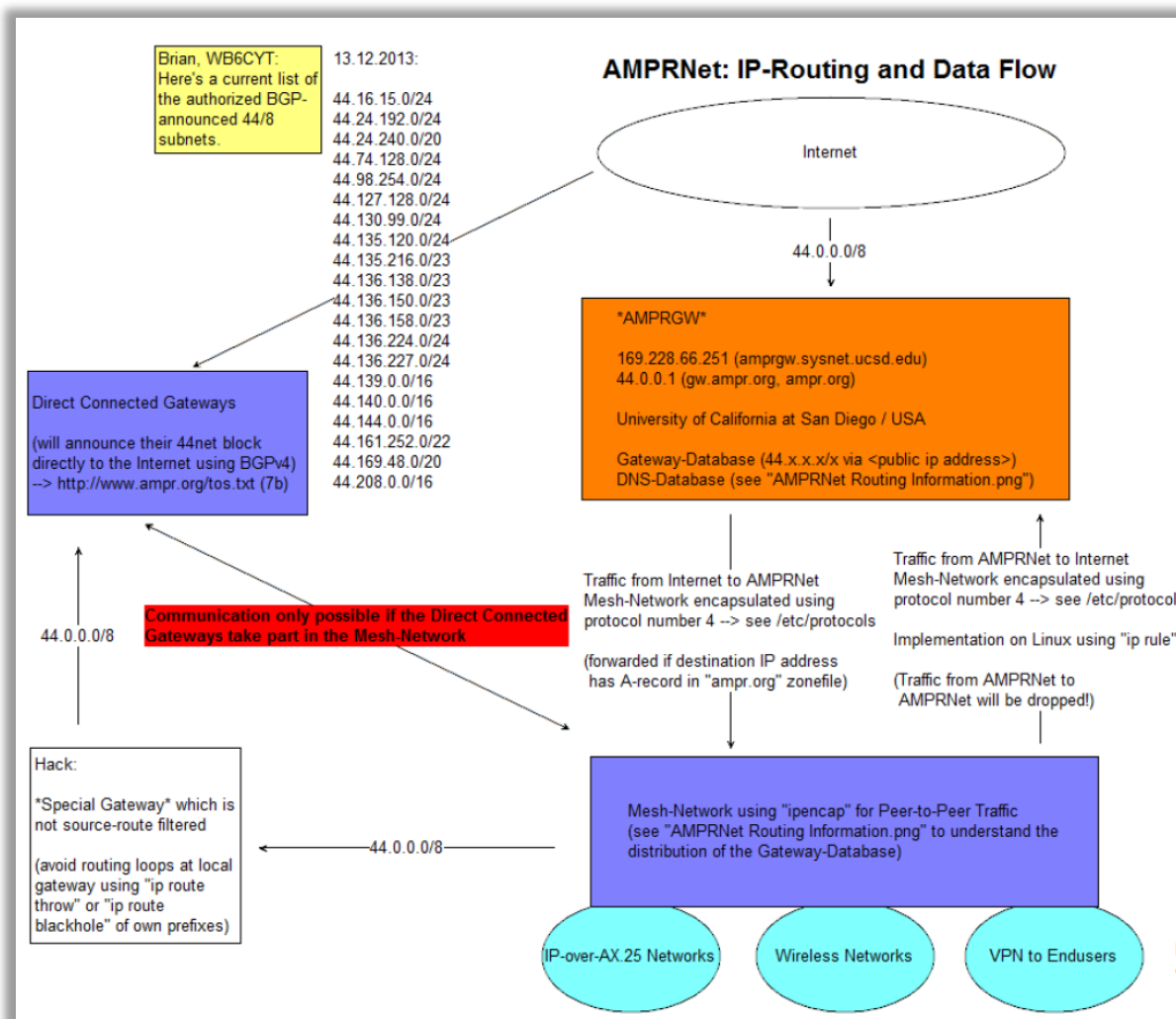


Fig.32 – Conectarea rețelelor naționale la AMPRNet. (din expunerea lui DG8NGN)

- Procedurile pentru aprobare și includerea în baza de date a rețelei (rețelelor) cu toate nodurile componente sunt cunoscute de către coordonatorii naționali și se desfășoară conform schemei logice alăturate.
- Există și HUB-uri DNS regionale, servere secundare care pot face această operațiune de încărcare și validare a unor noi rețele.
- Activitatea de construcție, actualizare și întreținere a unui server DNS presupune cunoștințe pentru administrarea infrastructurilor de rețea de date {vezi [2] MCSE}.



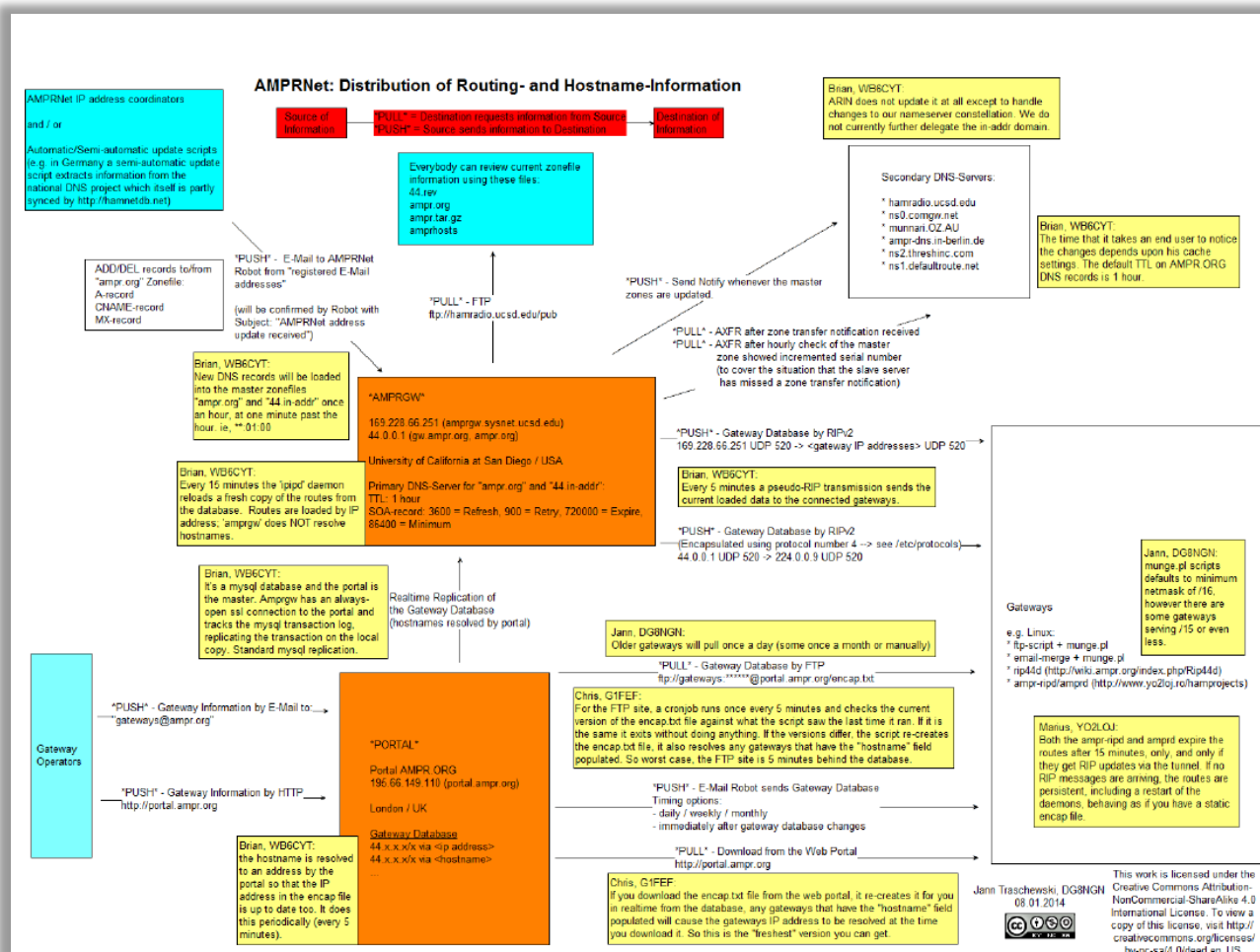


Fig.33 – Mecanismele rutării informației în rețeaua AMPRNet. (din expunerea lui DG8NGN)

- Fiecare regiune poate tehnice funcționa cu propriul server DNS. Pentru România el poate fi "yo.ampr.org" și face legătura între numele nodului și adresa IP alocată acestuia. Rețelele din România se pot aronda la servere DNS Europene deja existente în rețeaua "ampr.net", pentru a rămâne conectate la rețeaua mondială.
- Un exemplu sugestiv de tabel despre cum arată organizarea unui server DNS al unei rețele este dat în tabelul alăturat. Se vede asocierea între "nume" al unui nod sau echipament și adresa sa IP iar în continuare la această adresă vedeți organizarea integrală conținută în baza de date pentru subrețeaua HAMNET de la Timișoara <https://hamnetdb.net/?q=yo2loj>.

Host-IP	M	Hostname	Type	Site	Radio parameters / Comment	Edited
44.182.20.36	●	yo2loj	Service	yo2loj	Management PC	659d yo2loj
44.182.20.37	●	sys2.yo2loj	Service	yo2loj	Service access & dial up	231d yo2loj
44.182.21.1	●	yo2tm	Service	yo2loj	Main server for site YO2LOJ. - Historical name..	659d yo2loj
44.182.21.193	●	dhcp.yo2loj	Service	yo2loj	AP Bridge,local 2.4GHz ISM Access	574d yo2loj
44.182.21.194		dhcp-44-182-21-194.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.195		dhcp-44-182-21-195.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.196		dhcp-44-182-21-196.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.197		dhcp-44-182-21-197.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.198		dhcp-44-182-21-198.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.199		dhcp-44-182-21-199.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.200		dhcp-44-182-21-200.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.201		dhcp-44-182-21-201.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.202		dhcp-44-182-21-202.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.203		dhcp-44-182-21-203.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.204		dhcp-44-182-21-204.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.205		dhcp-44-182-21-205.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.206		dhcp-44-182-21-206.yo2loj	DHCP-Range	yo2loj	assigned dynamically	0s system
44.182.21.245	●	ap.yo2loj	Routing-ISM	yo2loj	AP Bridge,5GHz ISM 2 Sectors - WDS linking and..	483d yo2loj
44.182.21.254	●	router.yo2loj	Routing-Tunnel	yo2loj	Tunnel endpoint for general YO access	658d yo2loj
44.224.120.84	●	wan-db0fhn.yo2loj	Routing-Tunnel	yo2loj	PPP tunnel to Hamnet via DB0FHN	86d dg8ngn

Fig.34 – Asocierea între adresa IP și nume în rețeaua lui YO2LOJ

Pentru activarea rețelei, routerele din fiecare nod trebuie parametrizate corespunzător în regim de gateway-uri pentru echipamentele din spatele lor PC-uri, camere Web, ș.a.

Soluții concrete pentru setarea routerelor utilizate în construcția Europeană a rețelei HAMNET, adică cele de la MikroTik și Ubiquiti, se găsesc la adresa: [http://wiki.ampr.org/wiki/Main\\_Page](http://wiki.ampr.org/wiki/Main_Page)

### 3.6.2. Aplicații utilizator.

În principiu după aceste setări rețeaua devine operațională. Pe o rețea TCP/IP cum este aceasta se poate rula orice aplicație de transmisiuni de date de bandă largă și anume:

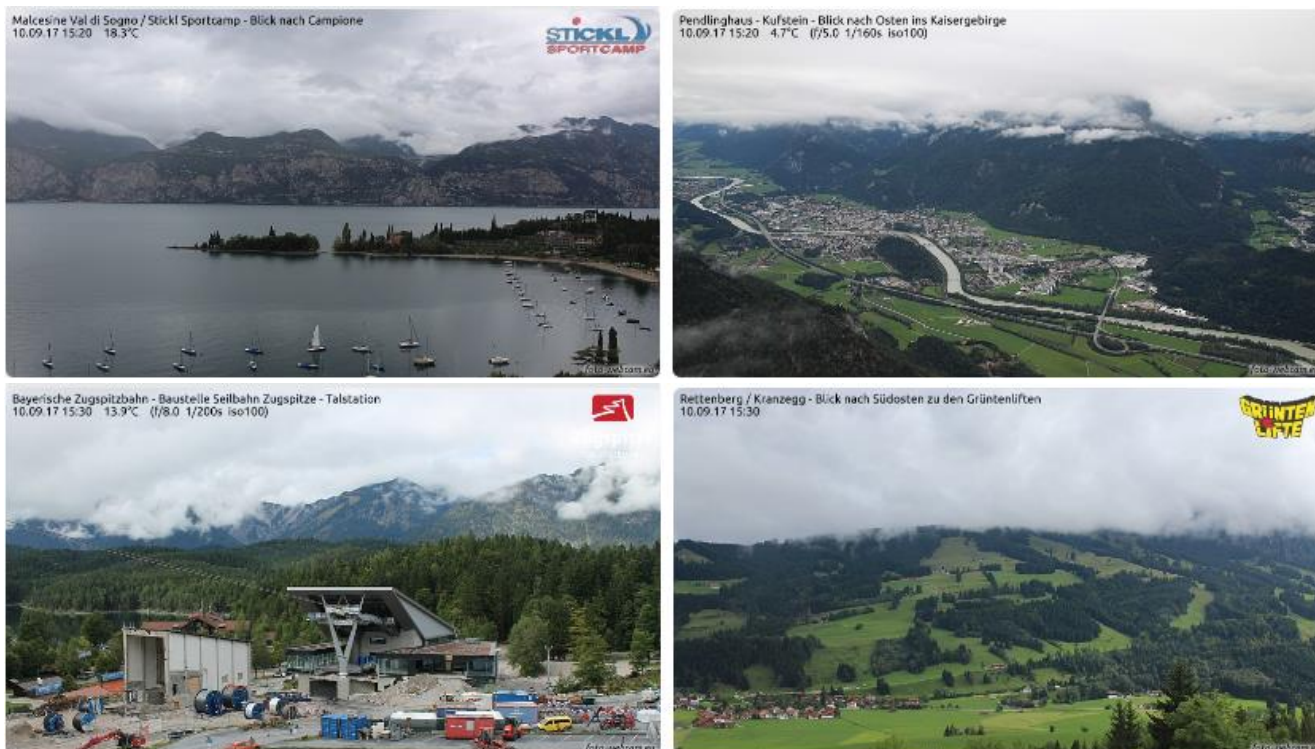
- Video, audio, chat text, VoIP
- Camere Web
- Pagini Web, partajare fișiere, tipărire
- Consolă la distanță, preluarea controlului unui alt calculator
- Control la distanță a unui echipament radio – CAT Computer Aided Transmission și nu în ultimul rând:
- **WebEOC – Web Based Emergency Operations Center / Centru de Operațiuni pentru Situații de Urgență**

Pentru aplicațiile utilizator trebuie făcută o selecție pentru aplicațiile care merită prioritate și utilitate deosebită. Pe o rețea care este practic o configurație de Intranet aplicațiile care vor fi alese au nevoie de servere specifice: de Web, de VoIP, de e-mail, ș.a. Există oferte pentru astfel de servere specializate pentru rețele intranet ca de exemplu:



Fig.35 - Exemplu funcțional de camere Web, cu imagini în timp real în 10.09.2017, active în HAMNET din Europa:

Accesați <http://www.foto-webcam.eu/> cu funcționare în timp real... acum!!!



**Unele aplicații radioamator.** Sunt aplicații de mai mică anvergură care au un consum redus de bandă.

- BBS – Buletin Board System
- Packet Radio (AX25) – afluirea rețelelor de mică viteză din HF și VHF în rețeaua RMMV
- VoIP pentru comunicațiile D-Star și EchoLink
- Cooperarea în concursuri între stațiile de radioamatori pentru lucrul muti-multi cu programul N1MM Logger+.

#### 4. Alte aspecte tehnice, portabilitate și mobilitate.

Rețeaua HAMNET construită cu echipamente radio specializate pentru comunicațiile de bandă largă are posibilitatea să asigure, funcție de necesități, operarea din amplasamente provizorii realizate ad-hoc ca de exemplu spitale, stadioane, etc. sau amplasarea unui nod portabil pentru un eveniment special și chiar în "mobil" pentru evenimente care trebuie supravegheate și nu suferă amânare.

În figurile alăturate preluate din <http://simisettlers.org/images/BroadbandHamet141009.pdf> sunt prezentate exemple pentru cele trei situații.



Fig.36 – Exemple de noduri provizorii, portabile sau mobile în rețeaua HAMNET.

#### **NOTĂ remarcabilă: Script realizat de YO2LOJ – Marius**

După ce s-a realizat conectivitatea prin tunelare a rețelei pilot de la Timișoara către routerul principal al AMPR.ORG, aceasta nu era legată și la alte rețele de clasă B conectate și ele în AMPRNet. Pentru a avea o conectivitate deplină cu celelalte rețele din clasa 44 tunelate la AMPR.ORG, trebuie adăugat un tunel (și o comandă de rută corespunzătoare) pentru fiecare Gateway conectat la nodul central al AMPRNet.

Pentru a evita acest lucru, pentru echipamentele MikroTik care au capacitatea de a rula un program automat care se ocupă de rutare către restul rețelelor AMPRNet, a fost realizat un script. Scriptul rulează în interiorul routerului, vede și se ocupă de toate rutele existente conectate. Informațiile despre rute trimise de la routerul principal AMPR.ORG sunt aduse la rețeaua pilot YO care poate da comenzi de conectare către alte rețele. Scriptul a fost realizat de YO2LOJ – Marius și se găsește menționat expres în josul paginii la:

[http://wiki.ampr.org/wiki/Setting\\_up\\_a\\_gateway\\_on\\_MikroTik\\_Routers](http://wiki.ampr.org/wiki/Setting_up_a_gateway_on_MikroTik_Routers)

Script-ul poate fi găsit la adresa:

<http://www.yo2loj.ro/hamprojects/ampr-gw-2.0.rsc>


Comenzile de rulare pot fi găsite la adresa:

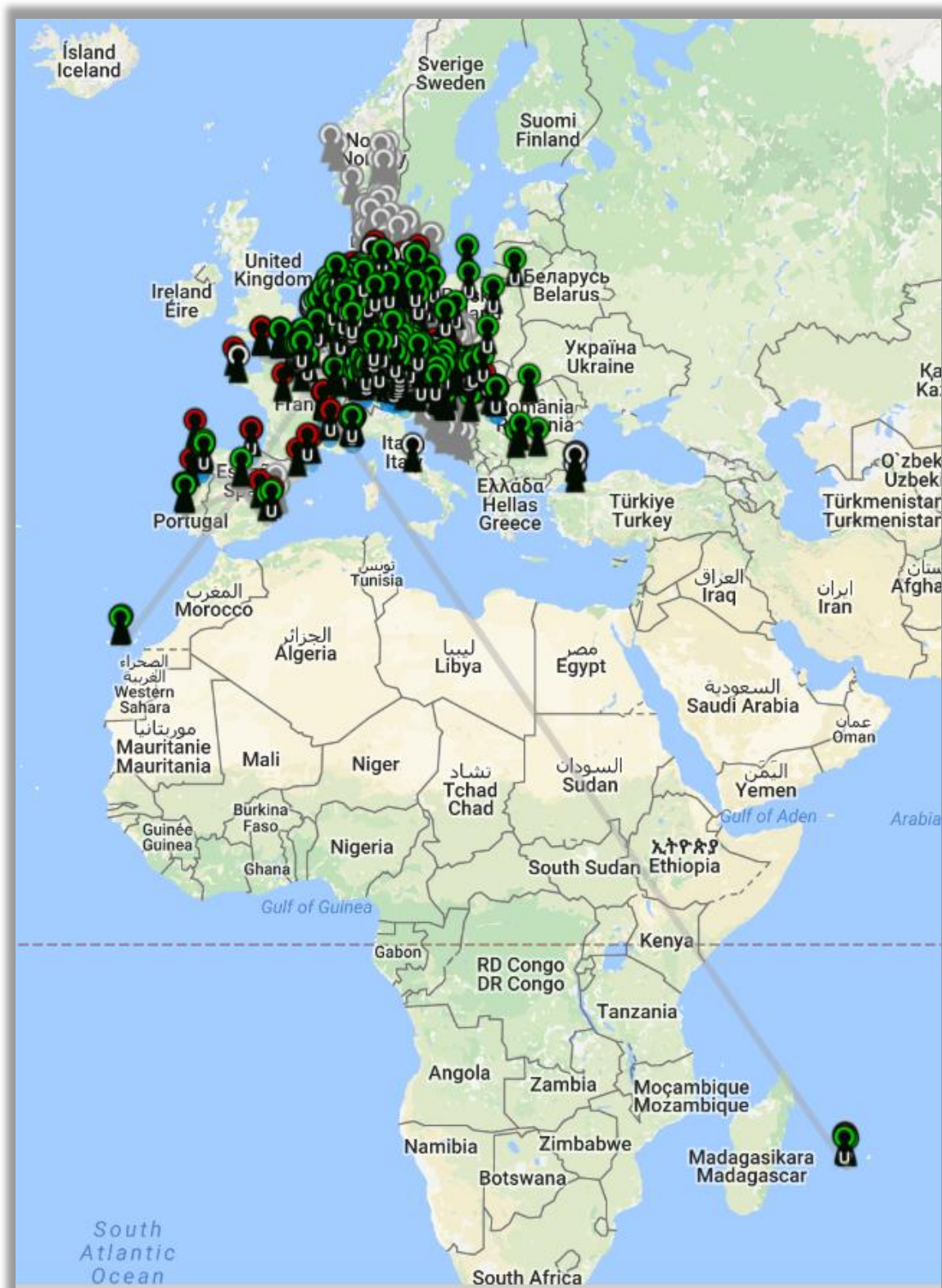
<http://www.yo2loj.ro/hamprojects/ampr-gw-README.txt>

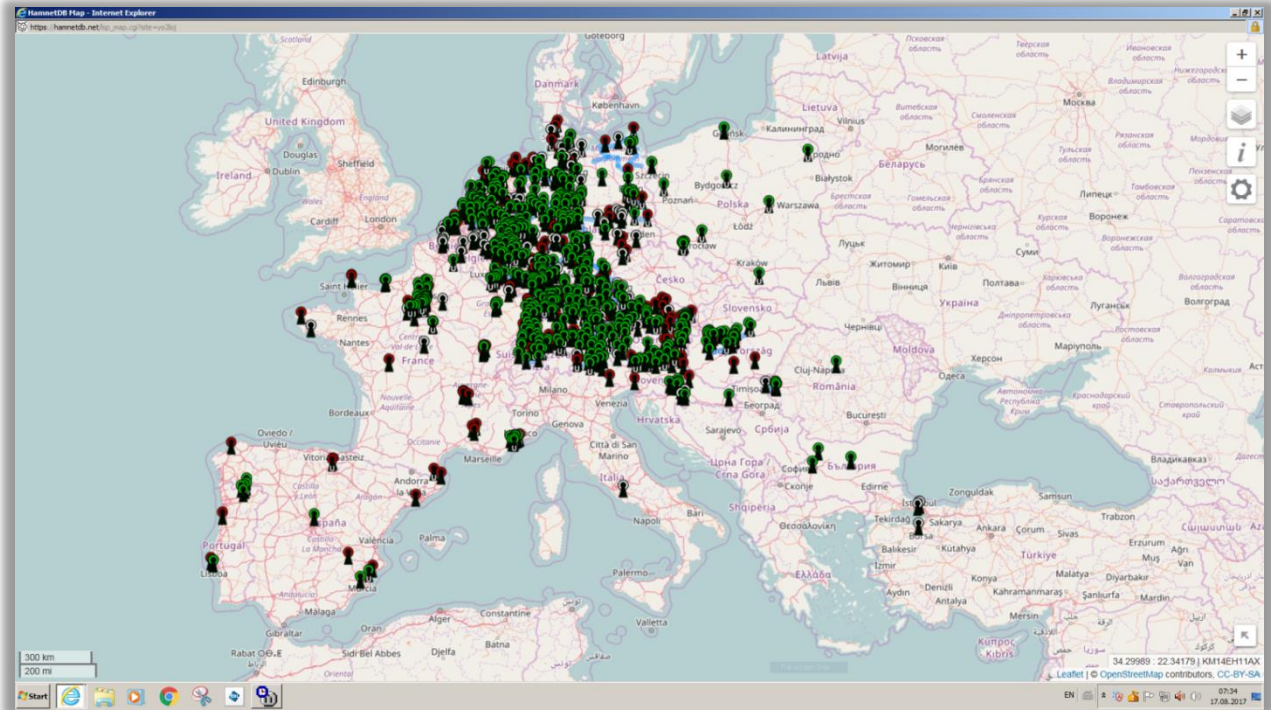
Din acest punct de vedere echipamentele MikroTik sunt printre cele mai versatile pentru parametrizare și conectivitate în rețeaua mondială.



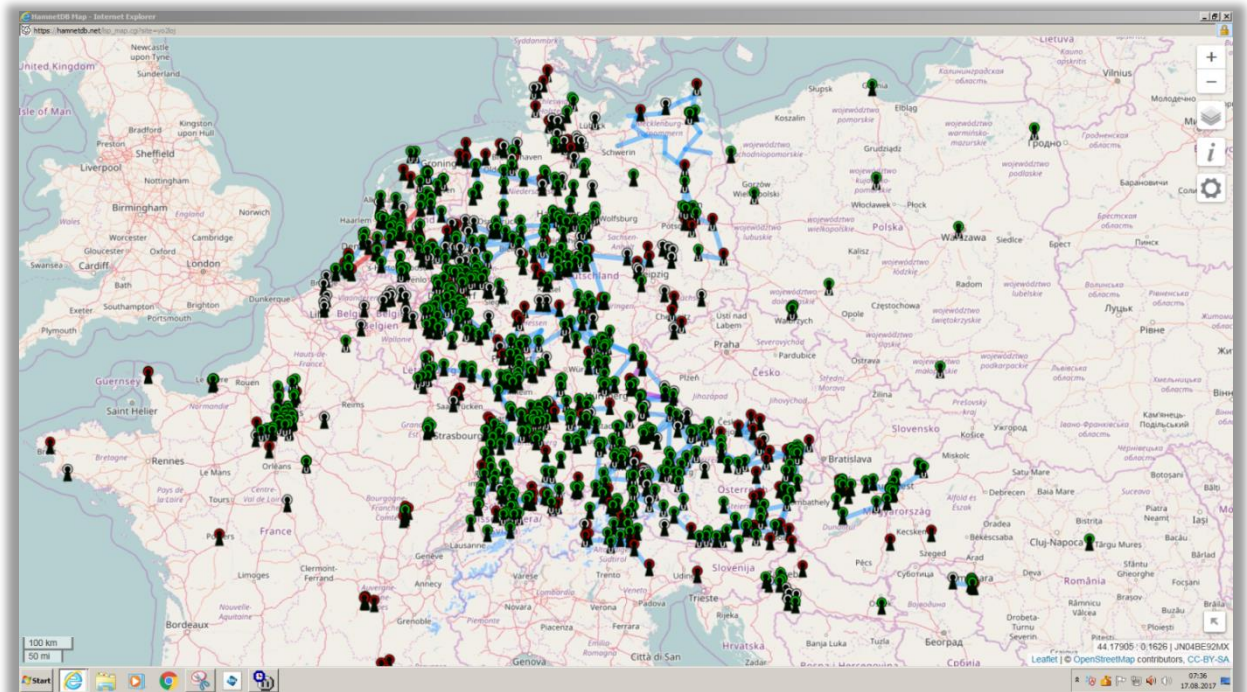
### 5. Harta rețelelor HAMNET din EUROPA.

Viziune globală asupra distribuției și densității nodurilor rețelei HAMNET în Europa și două conexiuni VPN din afara Europei din [http://hamnetdb.net/lsp\\_map.cgi](http://hamnetdb.net/lsp_map.cgi) Europa   
 (capturi de ecran din harta dinamică)



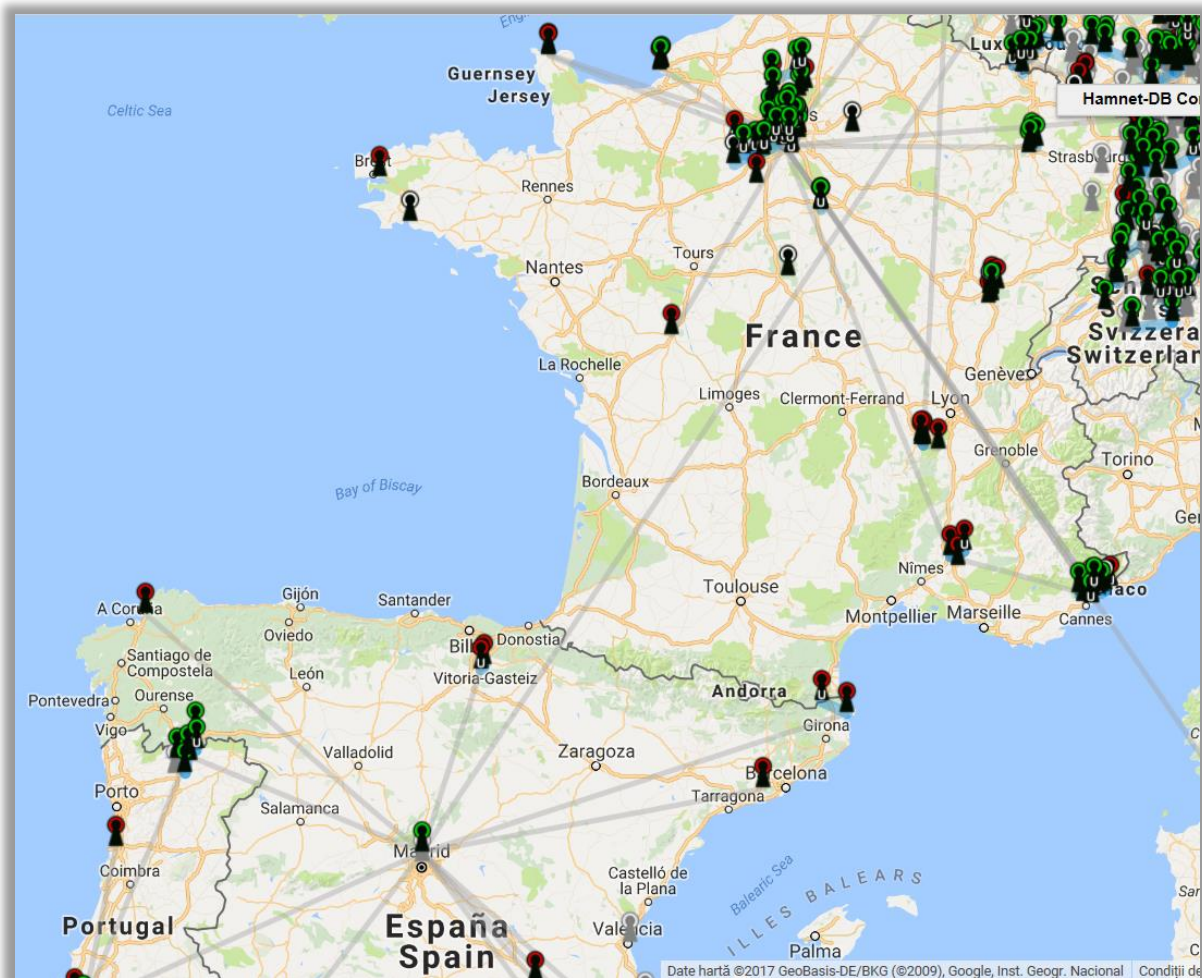


5.1. Noduri active ale rețelei HAMNET la nivel European.

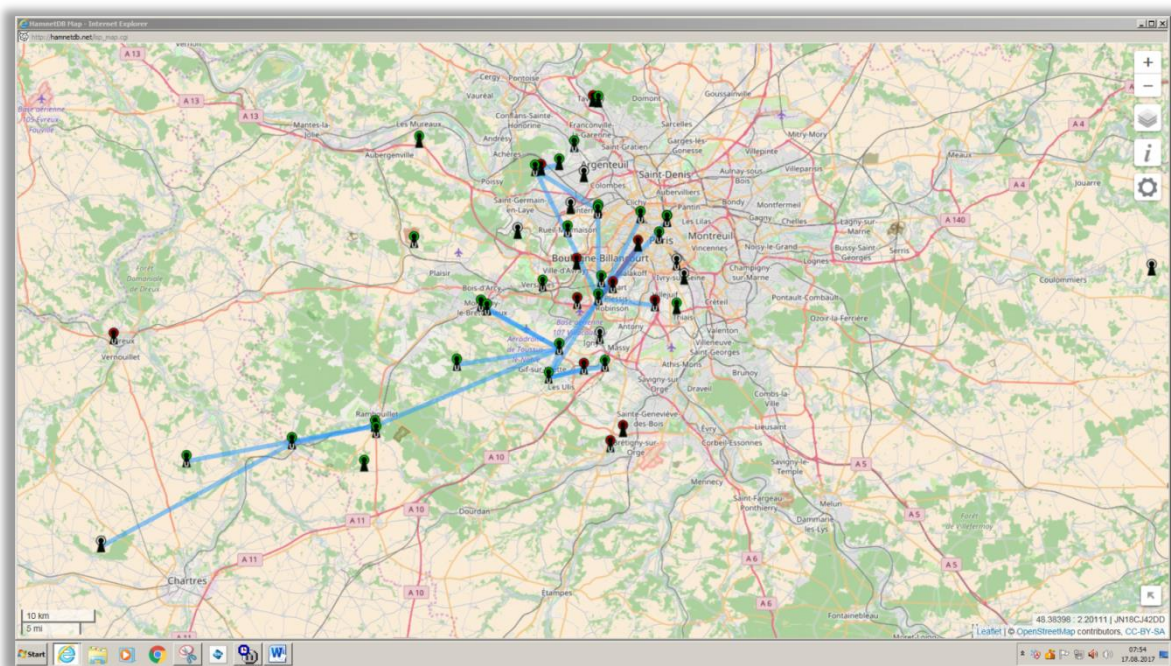


5.2. Densitatea nodurilor active ale rețelei HAMNET din vestul Europei.



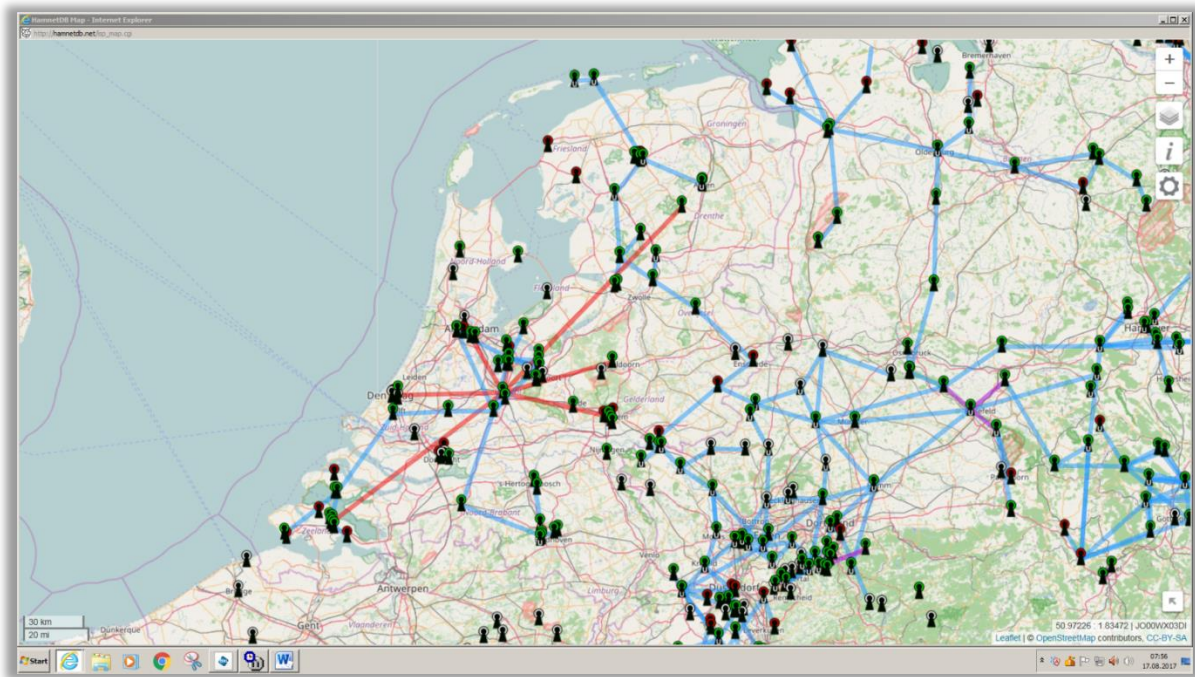


5.3. Rețelele HAMNET din Franța, Spania și Portugalia

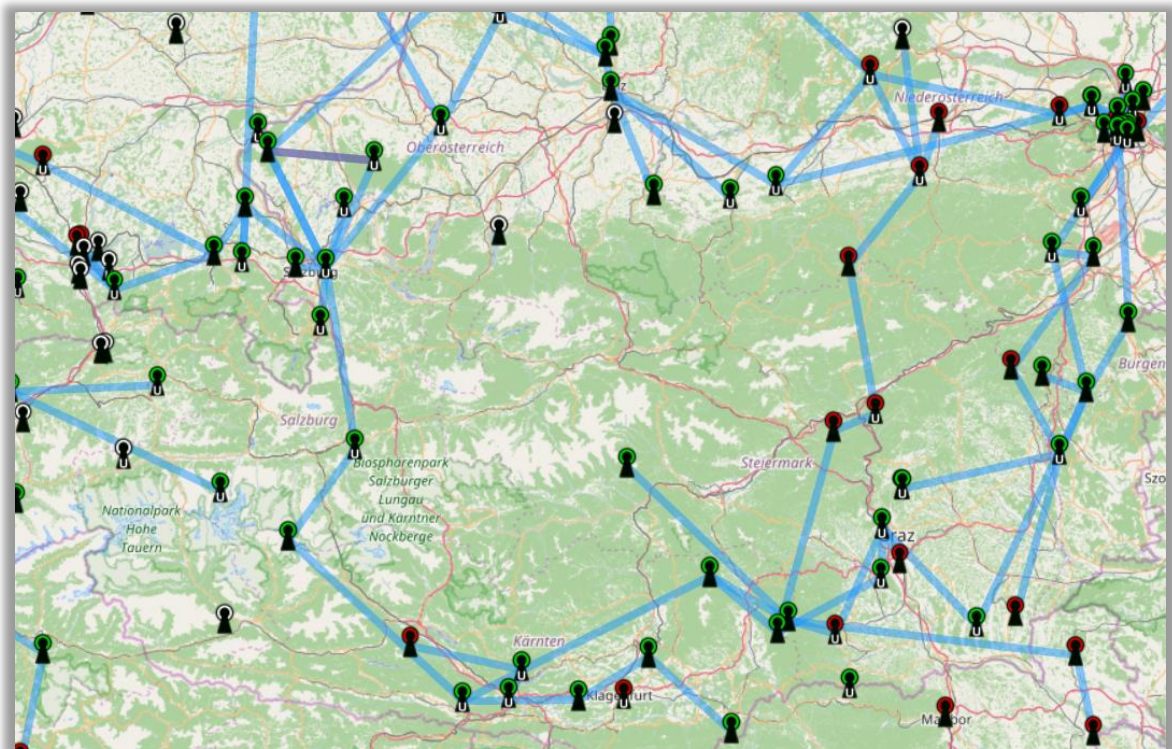


5.4. Detaliu cu rețeaua HAMNET din zona Parisului.



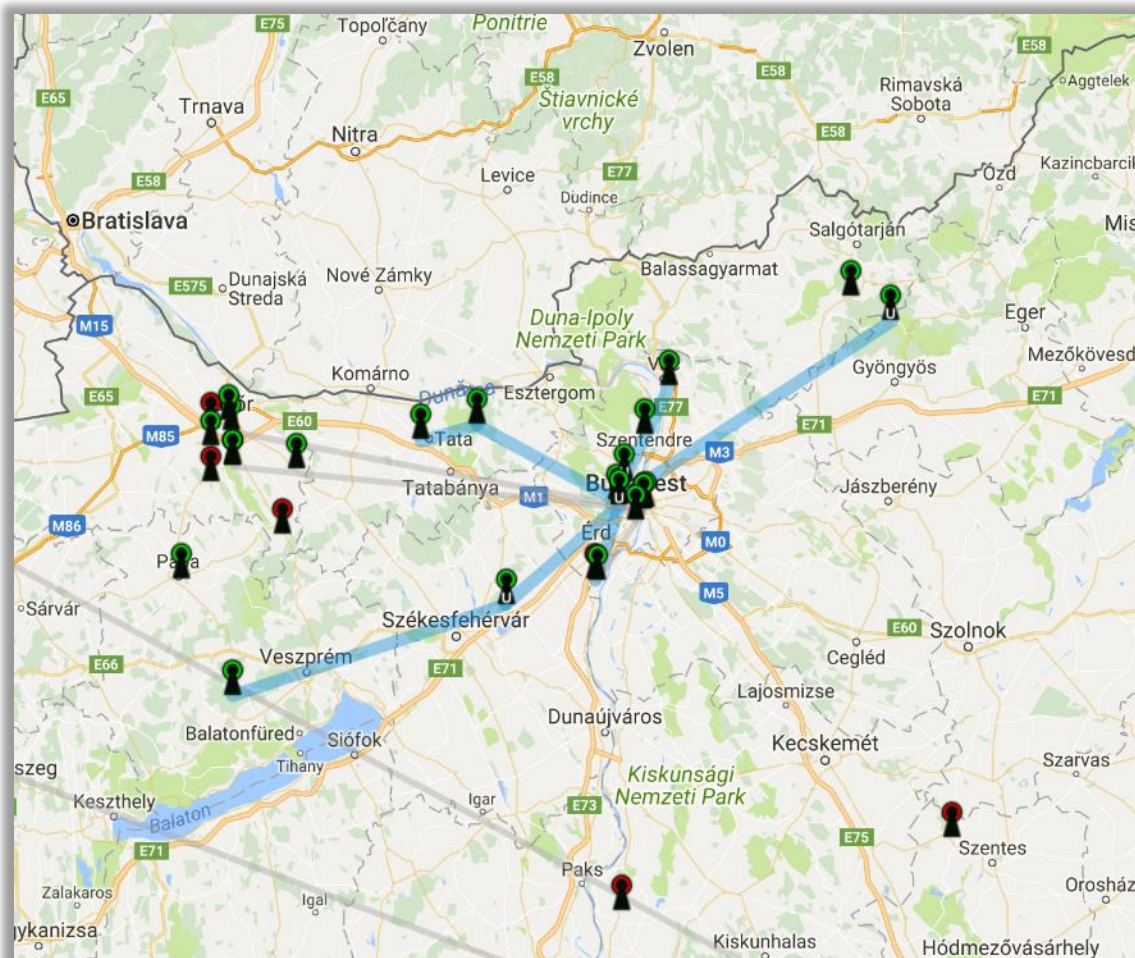


5.6. Detaliu cu nodurile rețelei HAMNET din Olanda.

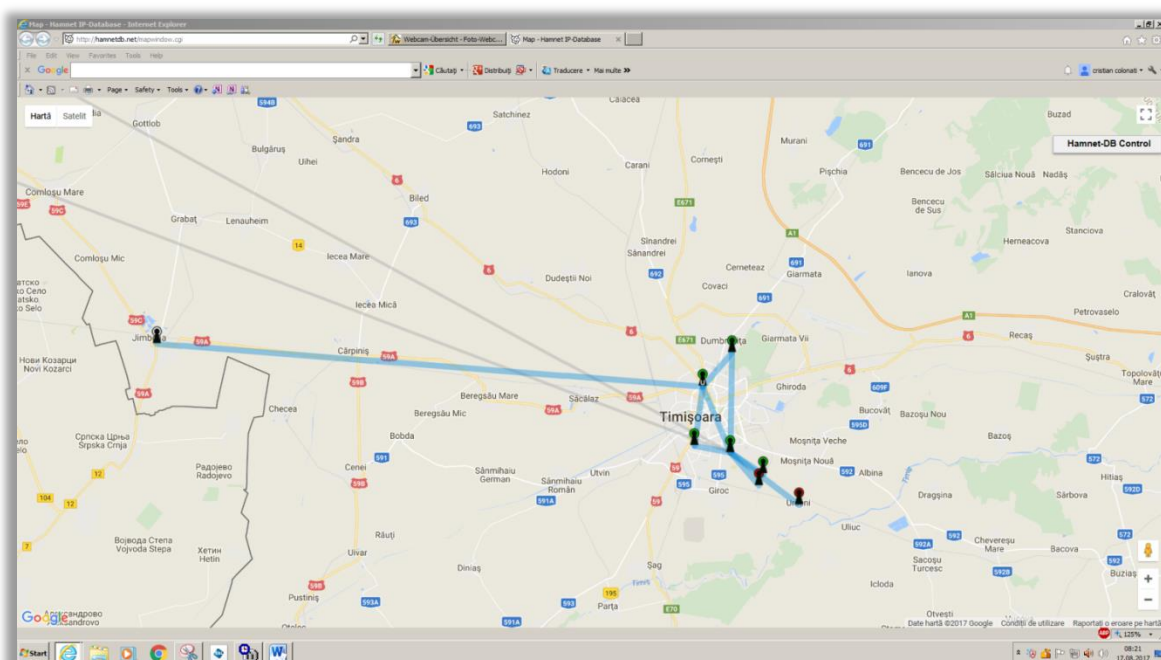


5.7. Detaliu cu nodurile rețelei HAMNET din Austria.

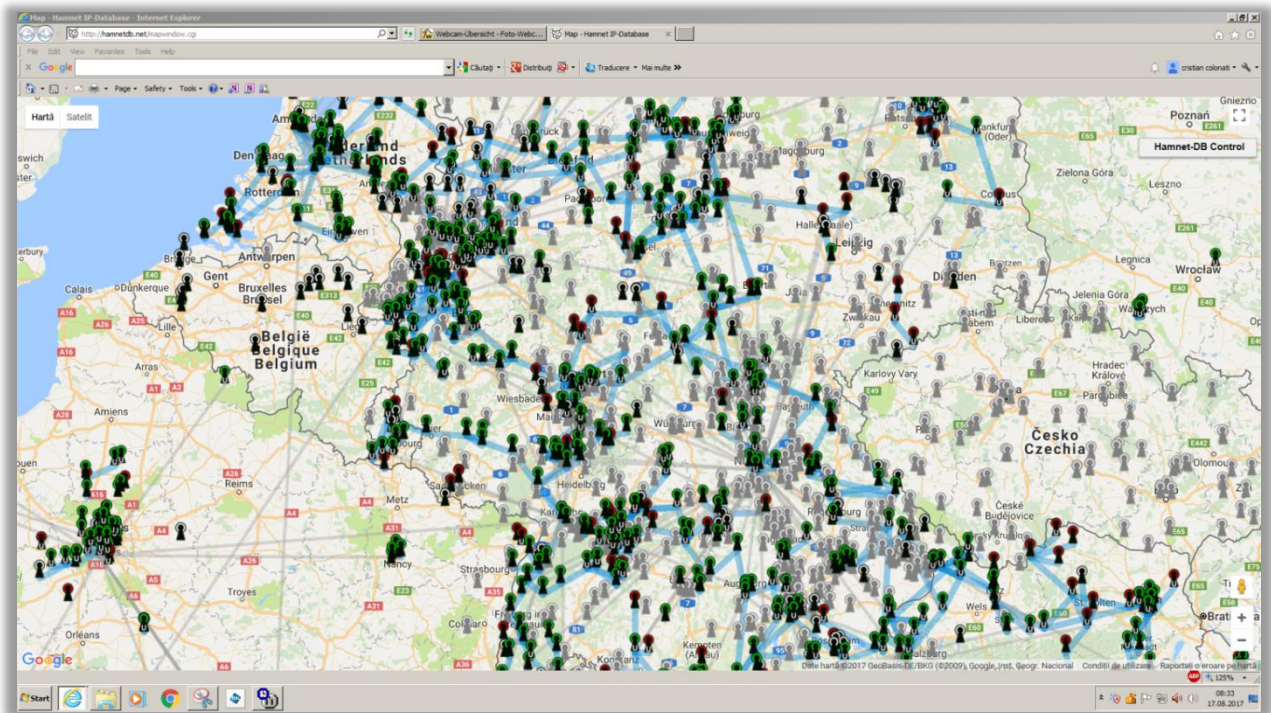




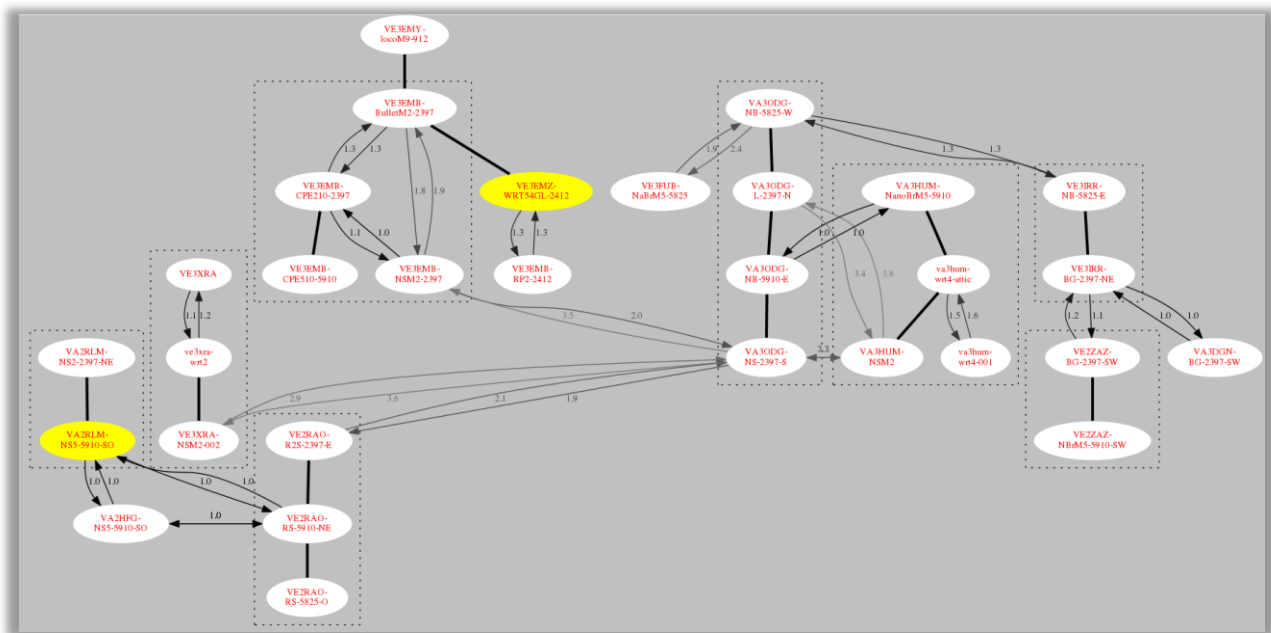
5.8. Detaliu cu nodurile rețelei HAMNET din Ungaria.



5.9. Rețeaua HAMNET din România / Timișoara.



5.10. Detaliu cu densitatea și dezvoltarea rețelei HAMNET din Germania.



5.11. Un exemplu de rețea HAMNET activă cu vizualizare dinamică din Ottawa / Canada.



## 6. Evaluare economică orientativă.

*Notă: O investiție se caracterizează și se analizează pe cele două componente de costuri:*

- *Investiția inițială: construcții-instalații, echipamente, manoperă.*
- *Costurile de exploatare.*

**A. Cu privire la investiția inițială**, pentru cele câteva configurații tipice prezentate la începutul acestui material, se va face o evaluare estimativă a costurilor funcție de ofertele de preț actuale publicate de distribuitorii de echipamente existenți în România.

### 1. Configurația 1 – Nod omnidirecțional în 2,3GHz.

Echipament	PU / lei
Router Mikrotik RB750Upr2	226
Mikrotik Metal 2SHPn – 2,3GHz	382
Antenă omnidirecțională 9dBi	140
Subtotal 1	748
Materiale auxiliare cablu FTP, conectori, patchcord, pigtail 10%	75
Materiale de instalare în amplasament: țevă, bride, prinderi, etc. 10%	75
Subtotal 2	898
Manoperă de instalare în amplasament 15%	135
<b>Total general</b>	<b>1033</b>

Notă: Funcție de importanța nodului se pot adăuga elemente pentru alimentarea de rezervă: UPS, baterie de acumulatori, panou solar de energie pentru acumulator tampon.

### 2. Configurația 2 – Nod 5GHz pentru distanță medie.

Echipament	PU / lei
Router Mikrotik RB750UPr2	226
Antenă MIMO 23dBi cu router Mikrotik QRT5 încorporat	750
Subtotal 1	976
Materiale auxiliare cablu FTP, conectori, patchcord, pigtail 10%	98
Materiale de instalare în amplasament: țevă, bride, prinderi, etc. 10%	98
Subtotal 2	1172
Manoperă de instalare în amplasament 15%	176
<b>Total general</b>	<b>1348</b>

Notă: Funcție de importanța nodului se pot adăuga elemente pentru alimentarea de rezervă: UPS, baterie de acumulatori, panou solar de energie pentru acumulator tampon.

### 3. Configurația 3 – Nod 5GHz pentru mare distanță.

Echipament	PU / lei
Router Mikrotik RB750UPr2	226
Antenă MIMO Mikrotik mANT30PA pentru router BaseBox5 încorporat	561
Router Mikrotik BaseBox5	376
Subtotal 1	1163
Materiale auxiliare cablu FTP, conectori, patchcord, pigtail 10%	116
Materiale de instalare în amplasament: țevă, bride, prinderi, etc. 10%	116
Subtotal 2	1395
Manoperă de instalare în amplasament 15%	209
<b>Total general</b>	<b>1604</b>

Notă: Funcție de importanța nodului se pot adăuga elemente pentru alimentarea de rezervă: UPS, baterie de acumulatori, panou solar de energie pentru acumulator tampon.

Făcând o medie, valoarea orientativă de investiție pentru un nod simplu s-ar situa între 1300 ÷ 1400 lei.

#### 4. Configurația 4 – Nod complex 5GHz Ubiquiti cu 4 sectoare 90° sau 3 sectoare la 120°.

Echipament	PU / lei
Switch Mikrotik 4xPoE RB260GSP	186
Antenă sectorială MIMO cu Ubiquiti Nanosystem M5 – 4buc x 360lei/buc	1472
Subtotal 1	1658
Materiale auxiliare cablu FTP, conectori, patchcord, pigtail 20%	331
Materiale de instalare în amplasament: țeavă, bride, prinderi, etc. 10%	166
Subtotal 2	2155
Manoperă de instalare în amplasament 15%	323
<b>Total general</b>	<b>2478</b>

Notă: Funcție de importanța nodului se pot adăuga elemente pentru alimentarea de rezervă: UPS, baterie de acumulatori, panou solar de energie pentru acumulator tampon.

MIMO – Antene Multi Input Multi Output.

Evaluările sunt orientative pentru a putea stabili un ordin de mărime pentru o investiție în echipamente. De la caz la caz configurațiile, structura de echipamente poate să fie diferită funcție de furnizor, de amplasarea nodului în rețea cu una sau mai multe antene directive, funcție de distanțe, profilul terenului, frecvența de lucru, ș.a.

O rețea "pilot" cu un număr limitat de noduri / amplasamente este un bun punct de plecare pentru o dezvoltare mai amplă, poate fi o platformă de instruire și testarea funcționalităților.

#### B. Sub aspectul costurilor de exploatare putem comenta despre rețeaua HAMNET următoarele:

- Dispune de resurse de spectru **gratuite**.
- Dispune de adrese IP din clasa A 44.0.0.0/8 respectiv pentru România 44.182.0.0/16 **gratuite**.
- Dispune de numere AS pentru interconectarea rețelelor **gratuite**.
- Aplicațiile software de bază: VoIP, Chat text, video și multe altele existente deja în HAMNET **gratuite**.
- Dezvoltarea unor programe aplicative noi, de uz general, se va face de asemeni în mod **gratuit**.
- Alte costuri legate de calculatoare personale (laptop-uri) și sisteme de operare care există la fiecare radioamator, operator voluntar și care nu implică alte costuri suplimentare, deci **gratuit**.
- Costuri curente de exploatare curentă foarte reduse:
  - ✓ Operatori radioamatori voluntari, cu afiliere la intervențiile de urgență, practic **gratuit**.
  - ✓ Cheltuieli de instruire minime, de regulă auto instruire colectivă on-line.
  - ✓ Consumuri energetice aferente unui nod nesemnificative, practic **gratuite**.
  - ✓ HAMNET este scutită de taxe, abonamente, asigurări, salarii, impozite, TVA, etc.

#### C. Evaluarea unei rețele pilot în banda de 5,7GHz pentru București (YO3).

- Configurația administrativă a municipiului București este organizată pe 6 sectoare care au o distribuție apropiată de un hexagon.
- Distanțele dintre periferia municipiului și centru se situează astfel:
  - Diametrul pentru aria delimitată de DNCB – Drumul Național Centura București este de cca 24km adică față de centru pe o rază de 12km.
  - Diametrul nucleului aglomerat cuprins de exemplu între Aviației – Berceni sau Drumul Taberei – Sos. Fundeni este de 14km adică o rază față de centru de 7km.



- Conform filozofiei rețelei HAMNET care este o rețea tip plasă (mesh) schița teoretică a unui astfel de proiect pilot pentru București ar putea să arate ca în figura alăturată.
- Cele 12 noduri (câte 2 pe fiecare sector) puse în această propunere total aleator pe harta celor 6 sectoare pot constitui un real proiect pilot pe care se vor putea testa funcționalitatea rețelei radio precum și construcția aplicațiilor software necesare.
- Pentru arealul aglomerat distanțele rezonabile dintre noduri vor fi de cca. 4 ÷ 5km.

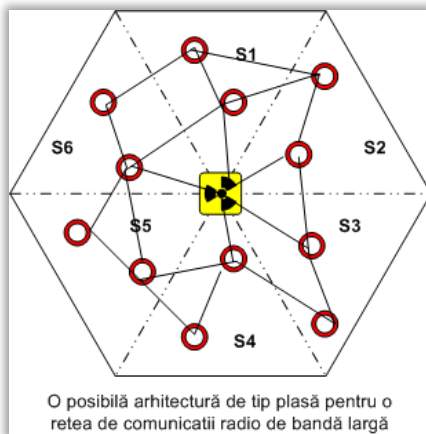


Fig.37/38 – Schița unei posibile rețele HAMNET pilot de comunicații de bandă largă în municipiul București.

Având în vedere distanțele rezonabile între noduri acestea pot fi echipate cu antene omnidirecționale iar nodul central unde se va afla punctul de dispecerizare pentru situațiile de urgență poate fi un nod cu antene direcționale sectoriale MIMO de 120° cu care să acopere câte 2 sectoare administrative.

Valoarea estimată a echipamentelor pentru proiectul pilot de dezvoltare este evaluată la:

**12 noduri omni x 1384 lei + 1 nod multi, MIMO x 2478 lei = 18654 lei ~ 4100 Euro.**

Considerăm că este posibil ca cele două entități interesate ANCOM și ISU să poată cuprinde în bugetele lor de cheltuieli acest proiect pilot de comunicații. Specialiștii software din cele două entități pot contribui de asemenea la punerea în funcțiune și dezvoltarea aplicațiilor specifice obiectivului propus.

Nu este lipsită de interes colaborarea cu dezvoltatorii din țară sau chiar din străinătate.

Pentru dezvoltarea la o scară mai mare a acestui proiect va fi posibilă probabil și o finanțare pe fonduri Europene în baza unui proiect complex construit după regulile acestui mod de finanțare. O colaborare cu facultățile de profil din universitățile politehnice ar putea fi de folos în dezvoltarea de software specializat.

### **7. Sinteză – filozofia rețelei și mecanismele de funcționare, preluare din:**

<http://www.broadband-hamnet.org/documentation/67-hsmm-mesh-design-philosophy.html>

*"1. Rețeaua radio HAMNET este o "autostradă" comunicațională de mare viteză pe care circulă aplicații informatice.*

*2. Arhitectura de tip plasă (mesh) a rețelei radio reprezintă un factor determinant pentru asigurarea comunicațiilor de urgență.*

*3. Protocolul OLSR și parametrul SSID (nume de rețea) asigură accesul radio al unui "nod" care poate vedea cel puțin un alt "nod" la întreaga rețea radio. În acest fel permite tuturor nodurilor să comunice între ele dacă există o "cale".*

*4. Accesul la rețea este disponibil numai de la un "nod" autorizat. Nici un alt dispozitiv radio client: PC, tabletă, telefon mobil etc., nu poate avea acces la rețea deoarece nu este recunoscut de router.*

*5. La nevoie, în completarea unei rețele radio permanente, pot fi create rețele radio ad-hoc precum și noduri portabile sau mobile.*

*6. După ce se realizează setările DNS nu mai este nevoie pentru a face o conexiune de adresa IP ci numai de numele nodului gazdă (indicativul radio).*

*7. Nodurile sunt operate în exclusivitate de către radioamatori autorizați în țările lor.*

*8. Pe lângă partea radio: router, RxTx și antenă fiecare nod are un calculator personal (al operatorului) echipat cu un sistem de operare și un browser. Calculatoarele se conectează la noduri cu un cablu ethernet și le controlează / operează cu ajutorul unui browser.*

*9. Pentru a realiza o "cale" de legătură nodurile de rețea intermediare nu au nevoie de nici un calculator care să fie atașat sau activ la nod pentru a transmite date către alte noduri. Routerul wireless știe să facă acest lucru și lucrează în regim de retranslator.*

*10. Dacă un nod de rețea conține un server NTP (protocol de timp de rețea) atunci toate nodurile vor obține o dată și o oră corectă pentru mesajele și afișajul lor (time control).*

*11. Ca recomandare din punct de vedere radio se lucrează cu puteri cât mai mici, fără amplificatoare, dar pentru distanțe mari cu antene directive de calitate la ambele capete ale unei legături. De asemenea va asigura o bună vizibilitate în zona Fresnel.*

*12. Nodurile din rețea pot fi gestionate de la distanță de către orice utilizator (mentor) care are parola pentru acces în acel nod în vederea setărilor sau a mentenanței.*

*13. HAMNET – este o rețea complet autonomă și nu necesită nici o altă infrastructură sau resursă ca nodurile sale participante să poată comunica între ele. NU este un înlocuitor pentru Internet și nici nu are voie să distribuie flux.*

*14. La dezvoltarea și operaționalizarea rețelei, partea de construcție software presupune următoarele:*

*- Etapa de setare a routerelor din noduri și de înregistrarea adreselor IP și ASN.*

- Gestionarea rețelei / rețelelor de către coordonatorii naționali sau teritoriali și conexiunea cu AMPR.ORG.

- Înregistrarea nodurilor în baza de date cu toate informațiile necesare: adresă IP, indicativ, nume, coordonate geografice, profil traseu radio, frecvențe de lucru, aparatura, etc. Help-ul pentru aceste informații se poate vedea la <http://hamnetdb.net/?m=help>

- La nevoie se pot realiza VPN-uri între subrețele care altfel ar rămâne izolate.

- Aplicațiile utilizator generale existente sunt deja în rețelele Europene funcționale: VoIP, text, video, e-mail, ș.a.

- Aplicațiile specifice pentru situații de urgență WebEOC – Emergency Operational Center se pot adapta la reglementările, nevoile și cerințele locale.

- Aplicații informatice în activitatea serviciului de amator cum ar fi: Echolink, D-Star, controlul stațiilor de radio de la distanță prin CAT, programe de concurs muti-multi, ș.a.

- Restricțiile privind gestionarea rațională a întregului spațiu de adrese IP al AMPRnet se găsește expus la adresa <http://www.ampr.org/terms-of-service/>

Există o documentație amplă despre HAMNET și construcția rețelei Europene, cu multiple referințe la structura regională, Hub – servere DNS, coordonarea rețelelor IP, despre serviciile oferite, câteva sit-uri naționale care tratează această problemă la <http://www.hamnet.eu>. Câteva din SIT-urile naționale Europene dedicate rețelei HAMNet din:

Austria - un sit național dedicat comunicațiilor de bandă largă HAMNET care merită să fie vizitat.

[http://wiki.oevsv.at/index.php?title=Kategorie:Digitaler\\_Backbone](http://wiki.oevsv.at/index.php?title=Kategorie:Digitaler_Backbone) sit actualizat 23.10.2017

Ungaria

<https://hamnetradio.hu/>

Germania

<http://www.amateurfunk-wiki.de/index.php?title=Kategorie:HAMNET> cu toate detaliile posibile.

Olanda

<https://www.hamnet.nl/>

Elvetia

<http://www.swiss-artg.ch/index.php?id=37> cu arhitectura hard / soft a unei rețele din Elveția.

Italia

[http://www.cisar.it/radiowiki/index.php?title=Italian\\_Cisar\\_Radio\\_Amateur\\_WiFi\\_Network\\_Overview:\\_CisarNet](http://www.cisar.it/radiowiki/index.php?title=Italian_Cisar_Radio_Amateur_WiFi_Network_Overview:_CisarNet)

CisarNet

Cum prezintă, extrem de succint, prietenii de la Timișoara rețeaua HAMNET prin experimentul care a conectat spațiul YO la rețeaua Europeană de mare viteză!

The screenshot shows a forum post on a website. At the top, it says 'Ce este HamNet' with a search bar and a 'RĂSPUNS' button. The post is by user 'yo2loj' on 23 Mar 2013, 00:00. The main text of the post reads: 'HAMNET (Highspeed Amateurradio Multimedia NETWORK) își propune să fie o rețea creată de radioamatori (bazată în principal pe comunicații radio), care să permită o comunicare digitală de mare viteză, în completarea infrastructurii deja existente, atât la nivel național cât și la nivel internațional. Ca și țintă ne propunem: Comunicarea între radioamatori și (re)atragera acestora spre comunicații digitale folosind undele radio. Coînteressarea radioamatorilor în dezvoltarea comunicațiilor digitale de mare viteză. Realizarea de proiecte interregionale sau internaționale privind interconectarea rețelelor de radioamatori. Armonizarea relațiilor între generația tânără și cea un pic mai "coaptă". Interoperabilitatea cu rețeaua ampr.net prin folosirea de IP-uri alocate acestuia. Înlocuirea/completarea comunicațiilor de mică viteză (AFSK, FSK) cu altele mai performante. Realizarea în final a unei rețele naționale de mare viteză și nu în ultimul rând... Asigurarea unei rețele de urgență digitale funcționale cu capabilitate reală de date și voce. Ca și infrastructură propunem utilizarea de echipamente standard în banda de 5 GHz pentru link-urile de distanță cu acces utilizator pe 5 GHz sau 2.4 GHz.'

### 8. Principalele aspecte ale colaborării dintre comunitatea radioamatorilor din România și instituțiile abilitate pentru intervenții în situațiile de urgență.

Aportul serviciului de amator	Aportul instituțiilor (ANCOM, ISU)
1. Resursa cea mai importantă este cea umană, operatori pregătiți pentru tehnica radio, autoinstruiți permanent și voluntari (gratuiți).	1. Alocarea canalelor U-NII-3 (ISM) ca utilizabile pentru comunicații de date de bandă largă în exteriorul clădirilor pentru asigurarea canalelor de comunicații între nodurile rețelei.
2. Fiecare radioamator de emisie-recepție vine cu întreg bagajul de echipamente: transceiver, surse, auxiliare și aparate de măsură, antenă HF / VHF (mai bună sau mai rea), ș.a. gratuit.	2. Mărirea lărgimii canalului 112 din banda de 5,7GHz de la 10MHz la 20MHz.
3. La fiecare radioamator activ există acum un calculator, o imprimantă, cameră WEB, microfon, ș.a. cu sistem de operare și programe utilitare. Configurație gratuită.	3. Precizarea de comun acord cu FRR a frecvențelor stabilite pentru comunicațiile de urgență în benzile de HF și VHF, comunicarea lor și introducerea în regulamentul serviciului de amator.
4. Din resursa mondială radioamatorii vin cu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adrese IP și ASN gratuite din AMPR.ORG</li> <li>- Benzi de frecvență gratuite HF, VHF, UHF</li> <li>- Rețeaua mondială și Europeană HAMNET funcțională și experiența ei gratuită.</li> <li>- Software-ul de bază al rețelei gratuit.</li> <li>- Software-ul pentru aplicații curente VoIP, text, video, camere WEB gratuit.</li> <li>- Experiența gratuită a rețelei pilot de la Timișoara.</li> <li>- Rețea puternic controlată cu informații detaliate pentru fiecare nod, operat de radioamatori autorizați și protejată contra accesului de către alte persoane sau dispozitive wireless. (tlf, tablete, etc.)</li> </ul>	4. Finanțarea și achiziția echipamentelor de comunicații de bandă largă din noduri (într-o structură coerentă) funcție de configurația rețelei. Echipamentele vor fi date <b>numai în folosința operatorilor radioamatori</b> în baza protocoalelor / convențiilor sau contractelor de colaborare. Instituțiile abilitate își rezervă dreptul de proprietate și de a adapta / modifica amplasamentele din structura rețelei funcție de evenimente sau nevoi. În acest sens poate fi analizată și posibilitatea de promovarea unui proiect de dotare pe fonduri Europene prin specialiști care cunosc procedurile pentru un astfel de demers.
5. În măsura competențelor, radioamatorii pot contribui la colaborarea gratuită pentru proiectarea nodurilor și a legăturilor wireless inclusiv la montajul echipamentelor alături de echipe specializate.	5. Promovarea unor reglementări pentru asigurarea amplasării legale a antenelor de HF, VHF și UHF - de bandă largă, în locurile necesare funcționării rețelei eventual cu soluții compacte pe un același suport.
6. Din experiența internațională radioamatorii aduc competență în alegerea și setarea corectă a echipamentelor wireless precum și pentru soluții speciale în cazul unor noduri provizorii, portabile sau mobile.	6. Analizează oportunitatea dezvoltării rețelei către amplasamente rurale.
7. Popularizează în rândul radioamatorilor posibilitatea de a deveni voluntar activ al rețelei de urgență și de a beneficia la <b>dreptul la "antena" legal</b> în amplasamentul său.	7. Instituțiile abilitate pot deschide discuții privind o colaborare tehnică cu universitățile, facultățile de TI&C, pentru dezvoltarea de aplicații (ex. Server DNS) și atragerea de tineri către participarea ca voluntari (radioamatori) la rețeaua de urgență. (București, Cluj, Timișoara, Iași, Galați, Constanța, Brașov). Sunt bune exemple internaționale în acest sens. (vezi SUA și Germania)



### În loc de concluzii.

Prezenta expunere nu este o "teză de doctorat"!... este un material de lucru care vrea să aducă în atenție evoluția spectaculoasă a preocupărilor comunităților de radioamatori pentru tehnologiile moderne de comunicații la care, prin preocupările lor, își pot aduce o contribuție semnificativă. **Sursele de informații sunt practic toate gratuite**, cu contribuție și evoluție colectivă, puse cu altruism la dispoziția comunității de către radioamatori, elaboratorii și realizatorii soluțiilor adoptate. Un adevărat exemplu în acest sens este evoluția rețelei Europene HAMNET - <http://www.hamnet.eu/> . În prezentul material sunt date referințe către toate sursele din care au fost extrase informații pentru a putea realiza o scurtă sinteză de prezentare a unor importante realizări. Pentru specialiștii și decidenții interesați de o astfel de soluție este important să analizeze în detaliu și să ia hotărâri în cunoștință de cauză.

Se constituiește o rețea de comunicații activă, fără taxe, fără abonamente, fără asigurări, fără impozite, fără TVA, fără costuri de personal, etc. Investiția inițială eșalonată în timp pentru echipamentele de comunicații de bandă largă devine practic nesemnificativă atunci când în exploatare / funcționare pe o durată de 10 – 15 ani sau chiar mai mult ai la dispoziție o rețea permanent "caldă", operațională, cu radioamatori care statistic sunt activi 24 de ore din 24, semnalează orice anomalie de funcționare, participă la perfecționarea sistemului și răspunde la acțiunile de eliminarea efectelor nedorite ale unor calamități.

Cititorul mai puțin avizat la toate cele expuse va ajunge la concluzia că este vorba despre o problemă complicată. Nu este chiar așa. Toate modulele menționate în expunere există și sunt funcționale, de la hardware radio și calculatoare până la procedurile software de setare și parametrizarea rețelei precum și programele de aplicație uzuale. De asemeni pentru fiecare modul există specialiști care pot contribui la o construcție corectă. Este un "puzzle" care alimentat cu piesele necesare va funcționa impecabil. Mai este nevoie de operatori, personal voluntar, instruit pentru obiectivul propus.

Ținând totuși cont de nevoia unei expuneri care să ușureze înțelegerea cât mai corectă a acestei probleme ne cerem scuze pentru eventuale ambiguități sau erori nedorite. Vă rugăm să aveți în vedere că se dorește o încercare de prezentare de ansamblu pentru o soluție modernă, performantă și economică a unei rețele destinate comunicațiilor de urgență. Rețeaua de comunicații de bandă largă **nu exclude celelalte mijloace de comunicații deținute de radioamatori** ci din contra, le completează și le aduce la un nivel superior de performanță comunicațională. Pe un același suport de antenă se pot asigura comunicațiile în benzile de HF, VHF și UHF – de bandă largă, atunci când sistemele comerciale de comunicații se opresc din diverse motive. Radioamatorii vin cu o soluție autonomă, în completarea acestora, pentru un trafic specializat în situații excepționale. Lucrarea se poate corecta, completa și perfecționa prin aportul dumneavoastră colectiv. Eventual se poate transforma într-un proiect concret și o realizare operațională.

Mulțumim cititorului care a avut răbdarea și înțelegerea necesară pentru parcurgerea celor expuse aici și mai mult pentru eventuala analiză critică constructivă a acestei propuneri.



## 9. Bibliografie și resurse documentare.

### [1] ANCOM

- Chestionar\_ANCOM\_Radioamatori\_situatii\_de\_urgenta1505998501

[http://www.ancom.org.ro/uploads/links\\_files/TNABF\\_2009+modif-2010\\_2011.pdf](http://www.ancom.org.ro/uploads/links_files/TNABF_2009+modif-2010_2011.pdf)

[http://www.ancom.org.ro/reglementari-interfete\\_2723](http://www.ancom.org.ro/reglementari-interfete_2723)

- Materiale adiacente:

RO-IR01-14, RO-IR01-15, RO-IR03-02, RO-IR03-03

EN-301.783-1, EN-301.783-2

- Benzi de frecvență și canale.

[http://www.ancom.org.ro/uploads/links\\_files/DECIZIA\\_ANCOM\\_245\\_2017\\_PRIVIND\\_REGLEMENTAREA\\_SERVICIULUI\\_DE\\_AMATOR\\_\(002\).pdf](http://www.ancom.org.ro/uploads/links_files/DECIZIA_ANCOM_245_2017_PRIVIND_REGLEMENTAREA_SERVICIULUI_DE_AMATOR_(002).pdf)

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_WLAN\\_channels](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_WLAN_channels)



### [2] MCSE – Windows 2000 – Network Infrastructure Administration – Paul Robichaux, Ed. All 2001

### [3] Hamnet in USA

<http://www.broadband-hamnet.org/> ©2010-2015 / acceptă pdf, print și e-mail de conținut

<http://www.broadband-hamnet.org/documentation/67-hsmm-mesh-design-philosophy.html> ©2010-2015

©2010-2015 / acceptă pdf, print și e-mail de conținut

<http://www.broadband-hamnet.org/just-starting-read-this.html> ©2010-2015 / acceptă pdf, print și e-mail de conținut

<https://www.arrl.org/shop/High-Speed-Multimedia-for-Amateur-Radio/> oferta de carte 2017

### [4] HAMNET în Europa și Romania.

<http://www.hamnet.eu/>



<https://www.de.ampr.org/>



[http://hamnetdb.net/lsp\\_map.cgi](http://hamnetdb.net/lsp_map.cgi) Europa



<https://hamnetdb.net/?q=y02loj> România / Timișoara / Adrian Petrescu



<http://db0fhn.efi.fh-nuernberg.de/doku.php?id=projects:wlan:hamnet>



<https://www.tapr.org/pdf/DCC2014-TheEuropeanHAMNET-DG8NGN.pdf>



<http://www.foto-webcam.eu/>

- Comparație între rețelele HAMNET din SUA și Europa.

<http://forums.qrz.com/index.php?threads/whats-the-difference-between-german-hamnet-and-broadband-hamnet-u-s.487670/>

### [5] Reglementări mondiale.

- Alocarea adreselor IP și ASN

<https://www.iana.org/numbers> ©

<https://www.iana.org/assignments/iana-as-numbers-special-registry/iana-as-numbers-special-registry.xhtml>

- AMPRNet rețeaua mondială a radioamatorilor.

<https://portal.ampr.org/> ©

<http://wiki.ampr.org>



- "ampr.org" găzduită la UCSD - University of California, San Diego, United State se găsesc la

<https://www.tcpiputils.com/browse/ip-address/44.88.0.9> gestiunea adreselor IP pentru clasa 44.0.0.0/8

**[6] Echipamente (prospecte și oferte)**  cu detalii pentru analiză, studiu și prezentare.

- Routere wireless Mikrotik

<https://www.mikrotik.ro/7-wireless-80211abgn>

- Antene Mikrotik 2,4GHz.

<https://www.mikrotik.ro/18-antene-24-ghz>

- Antene Mikrotik 5GHz

<https://www.mikrotik.ro/19-antene-5-ghz>

- Surse POE – Power over Ethernet

<https://www.mikrotik.ro/13-surse-poe>

- Cabluri FTP / UTP – pentru exterior

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/cablu-ftp/>

- Mufe și adaptori, patchcord, pigtails

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/mufe/>

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/patchcords/>

<http://wifeworld.ro/categorie-produs/cabluri/pigtails/>

- Pentru produse similare de fabricație Ubiquiti

[https://www.senetic.ro/ubiquiti/?gclid=CjwKEAjwgb3OBRDNI\\_2TwZ6u7D4SJADsmW8QCMEb72F2RZuVS1zEwfXYA1A1dP4bPMYolhkxaMhFiBoC3orw\\_wcB](https://www.senetic.ro/ubiquiti/?gclid=CjwKEAjwgb3OBRDNI_2TwZ6u7D4SJADsmW8QCMEb72F2RZuVS1zEwfXYA1A1dP4bPMYolhkxaMhFiBoC3orw_wcB)

**[7] Software și proceduri de bază.**

[http://wiki.ampr.org/wiki/Main\\_Page](http://wiki.ampr.org/wiki/Main_Page)



[http://wiki.ampr.org/wiki/Setting\\_up\\_a\\_gateway\\_on\\_MikroTik\\_Routers](http://wiki.ampr.org/wiki/Setting_up_a_gateway_on_MikroTik_Routers)



<http://www.yo2loj.ro/hamprojects/ampr-gw-README.txt>



<http://www.yo2loj.ro/hamprojects/ampr-gw-2.0.rsc>



[http://wiki.ampr.org/wiki/Setting\\_up\\_a\\_gateway\\_on\\_Ubiquiti\\_EdgeRouter](http://wiki.ampr.org/wiki/Setting_up_a_gateway_on_Ubiquiti_EdgeRouter)



[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ro/ssw\\_ibm\\_i\\_71/rzakk/rzakkscenario1.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ro/ssw_ibm_i_71/rzakk/rzakkscenario1.htm) © IBM


**[8] Servere de aplicație pentru rețele de tip Intranet. (oferte software)**

<http://ipbrick.mgt.ro/index.php/ipbrickucoip> site educațional

<http://ipbrick.mgt.ro/index.php/servele-hardwaresoftware/ipbricki-pest-50-de-utilizatori#specificatii>

**[9] Referințe și istoric YO**

- Radiocomunicații digitale – Ed. N'Ergo 2004 – pag. 171 la 183

[http://tehnic.frr.org.ro/wp-content/uploads/2016/08/09\\_Radicomunicatii-digitale-autor-YO4UQ-Editura-NErgo.pdf](http://tehnic.frr.org.ro/wp-content/uploads/2016/08/09_Radicomunicatii-digitale-autor-YO4UQ-Editura-NErgo.pdf) paginile 171 la 183 

- Articole din [www.radioamator.ro](http://www.radioamator.ro) © blocate la orice postări în alte sit-uri.

<http://www.radioamator.ro/articole/view.php?id=7>

<http://www.radioamator.ro/articole/view.php?id=8>

<http://www.radioamator.ro/articole/view.php?id=23> primirea cu ostilitate a unei propuneri de discutat.



Icon-ul reprezintă [Creative Commons Attribution-ShareAlike License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) permisiunea de a distribui informație către cei interesați.