

## 2.5. Sistemul national de localizare si detectie (SNLD)

### 2.5.1. Descrierea generala a sistemului

Sistemul national de localizare și detecție (SNLD), deținut și operat de Administrația Națională de Meteorologie (ANM), este alcătuit din detectori de tip SAFIR 3000. Sistemul cuprinde:

- o rețea de detecție compusă din 8 stații de detecție a activității electrice atmosferice de tip nor-pământ (trăsnete) și nor-nor (fulgere)
- o stație centrală, ce cuprinde:
  - Sistemul Central de Procesare (SCP) care realizează achiziția și procesarea datelor furnizate de rețeaua de detecție, controlul tehnic al rețelei și arhivarea datelor;
  - Sistemul de afișare în timp real a datelor privind activitatea electrică atmosferică totală, monitorizarea furtunilor convective și post-procesarea și arhivarea datelor

Principal avantaj al utilizării datelor furnizate de SNLD în aplicațiile meteorologice este intervalul foarte mic de timp dintre detecția și afișarea datelor, datele fiind furnizate aproape în timp real. Pentru a obține o imagine mai precisă a evoluției fenomenelor convective, datele furnizate de SNLD sunt suprapuse cu datele radar.

Stațiile de detecție sunt compuse dintr-un senzor interferometric VHF (figura 2.16) care poate furniza o localizare unghiulară precisă a activității electrice totale (nor-nor și nor-pământ), completat un senzor LF (figura 2.16) utilizat pentru a obține caracteristicile trăsnetelor. Stațiile de detecție sunt conectate prin mijloace de telecomunicare la sistemul central de procesare.

Sistemul central de procesare (SCP) colectează datele transmise de stațiile de detecție și calculează poziția descărcărilor electrice prin metoda triangulației. SCP monitorizează starea tehnică a stațiilor de detecție și a legăturilor de comunicare. Totodată, SCP arhivează datele procesate.

Sistemul central de afișare recepționează datele de la SCP și, în funcție de modulele de procesare selectate, realizează procesarea în timp real și afișarea informațiilor legate de activitatea electrică atmosferică și evoluția furtunilor convective. Deasemenea sunt post-procesate și arhivate date care cuprind:

- localizarea descărcărilor nor-nor și nor-pământ;
- discriminare tipului de descărcare;
- hărți de densitate;
- identificarea automată a celulelor convective și prognoza evoluției fenomenelor convective (direcție și viteză);
- monitorizarea furtunilor convective;

- funcții legate de avertizarea apropierei furtunilor convective.

### 2.5.2. Performanțele de observație și prognoză

Datele furnizate de SCP includ:

- localizarea activității electrice totale (latitudine, longitudine, moment de timp, intensitatea, etc.);
- discriminarea tipului de descărcare electrică, și caracterizarea trasnetelor (polaritate, curent maxim, etc.).

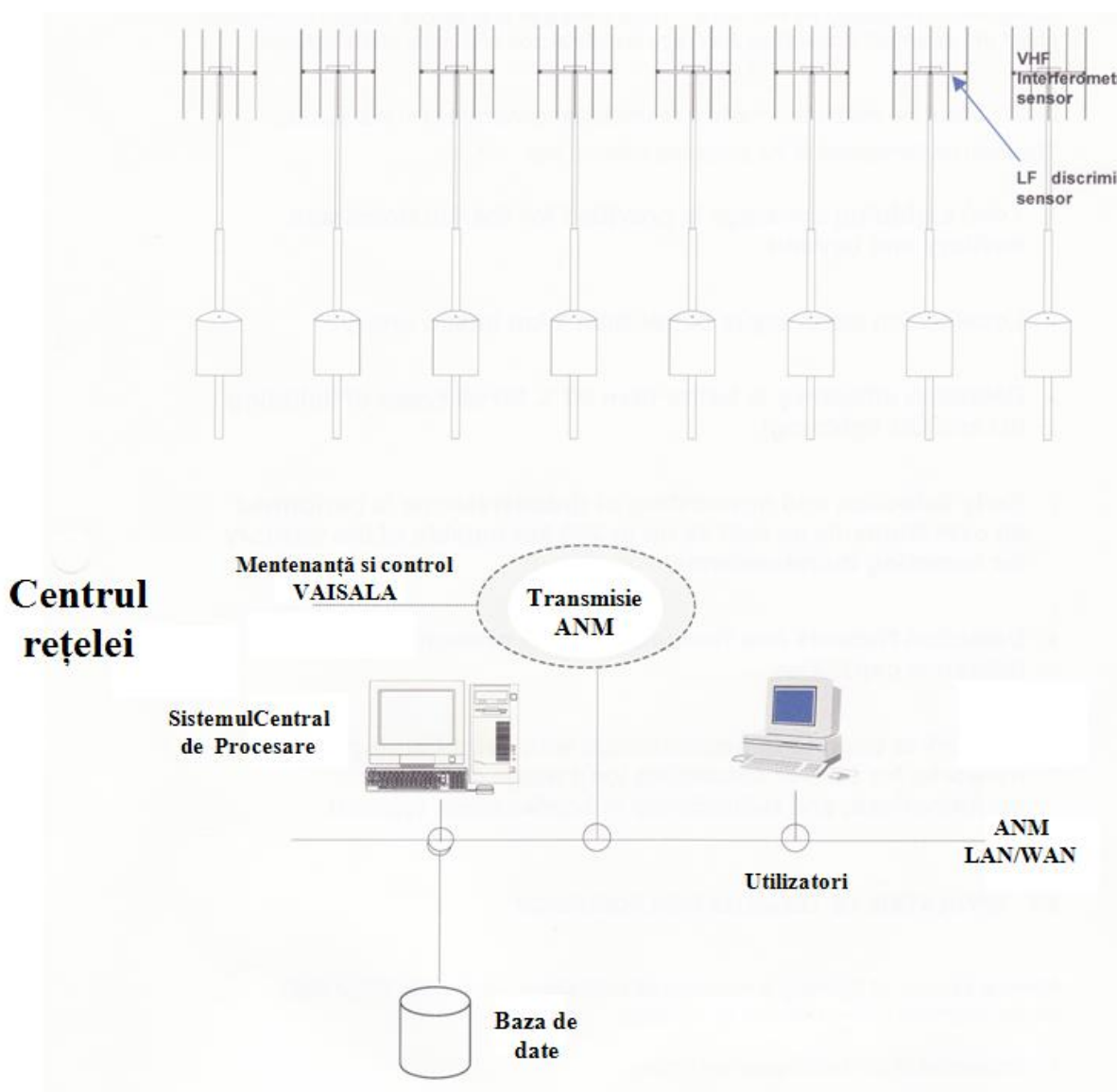


Figura 2.17 – Stațiile de detecție din Sistemul National de Localizare și detecție (SNLD).

După procesarea datelor de la SCP se pot afișa următoarele produse:

- harta de densitate a activității electrice totale;
- identificarea automată a celulelor convective cu activitate electrică;
- monitorizarea evoluției fenomenelor convective;
- emiterea de avertizări pentru zone selectate de către utilizator;
- suprapunerea cu datele radar pentru a îmbunătăți capacitățile de prognoză.

### ***2.5.3. Diseminarea datelor***

Datele de fulgere procesate sunt arhivate local la SCP pentru procesarea ulterioară și pentru discriminare. Datele procesate pot fi diseminate către utilizatorii interni sau externi, în timp real. Diseminarea datelor este realizată utilizând ANM WAN și alte mijloace standard de comunicare (protocol TCP/IP, ETHERNET, FTP).

### ***2.5.4. Performanțele Sistemul National de Localizare și Detecție***

Simulările prezentate în continuare reprezintă performanțele Sistemul National de Localizare și Detecție. Aceste simulări furnizează informații despre acuratețea de localizare și eficiența de detecție a rețelei. Principalele performanțe ale rețelei sunt:

- detecția activității electrice totale este realizată pentru întreg teritoriul României;
- acuratețea de localizare este mai mică de 1 km (eroare medie);
- eficiența de detecție este mai mare de 90% pentru toate tipurile de descărcări electrice atmosferice (trasnete și fulgere);
- detecția timpurie și prognoza pe termen scurt a furtunilor convective este realizată pentru întreg teritoriul României și pentru 200 km în afara granițelor în scopul monitorizării furtunilor care pătrund pe teritoriul României;
- rețeaua este deschisă pentru interconexiuni cu alte rețele SAFIR învecinate, în vederea creșterii distanței de detecție și performanțelor.

#### ***2.5.4.1 Simularea acurateței de localizare***

Detecția la distanță a descărcărilor electrice atmosferice se bazează pe tehnicile care utilizează radiația (LF sau VHF) emisă de descărcări. Performanțele acestei tehnici sunt limitate. Tehnicile LF sunt sensibile la modificările formei de undă a radiațiilor, efectelor de propagare care influențează timpul de propagare și forma de undă, inclinarea canalului descărcării care produce erori de localizare, efecte locale în vecinătatea sensorului, reflecția ionosferică ce duce la apariția

unor descărcări false, etc. Tehnicile VF sunt sensibile la efectele de propagare, efecte locale, posibile erori de aliniament ale senzorului, etc.

În continuare vom prezenta rezultatele simulărilor (Figura 2.18-2.20) pentru acuratețea de detecție a rețelei SAFIR ANM. Aceste simulări țin cont de efectele topografice prin utilizarea unui model digital de teren pentru a determina aria de acoperire a fiecărei stații de detecție, și astfel contribuția sa la performanțele rețelei. Accuratețea este calculată cu o rezoluție de  $0.25^\circ$  în azimut, fiind reprezentată valoare medie. Rezultatele nu sunt limitate la o populație de descărcări pentru o valoare minimă dată a curentului (spre deosebire de sistemele LF care sunt în general limitate la un curent minim de 5 kA) deoarece nivelul de emisie VHF a descărcărilor este independent de curentul descărcării. Astfel, valorile acurateței de detecție sunt calculate pentru toate tipurile de descărcări.

Caracteristicile modelului:

- refracția: a fost utilizat modelul UIT CCIR de propagare a undelor VHF în atmosfera standard, cu o rază echivalentă a Pământului, egală cu  $4/3$  din raza reală
- difracția: pentru simplificare a fost presupus un efect de difracție de  $0.1^\circ$
- distanța maximă: a fost stabilită la 350 km
- Pentru a calcula aria de acoperire a rețelei a fost utilizat un model în care se consideră:
- condițiile de propagare în atmosferă a radiației VHF;
- poziția senzorilor și efectele topografice asupra propagării radiației VHF.

Procedura de calcul se realizează în două etape: 1) se calculează orizontul radioelectric pentru fiecare stație de detecție cu ipotezele de mai sus, 2) pentru fiecare punct acoperit de cel puțin două stații de detecție este calculată acuratețea de localizare medie (atunci când sunt mai mult de două stații sunt utilizate cele mai bune două stații).

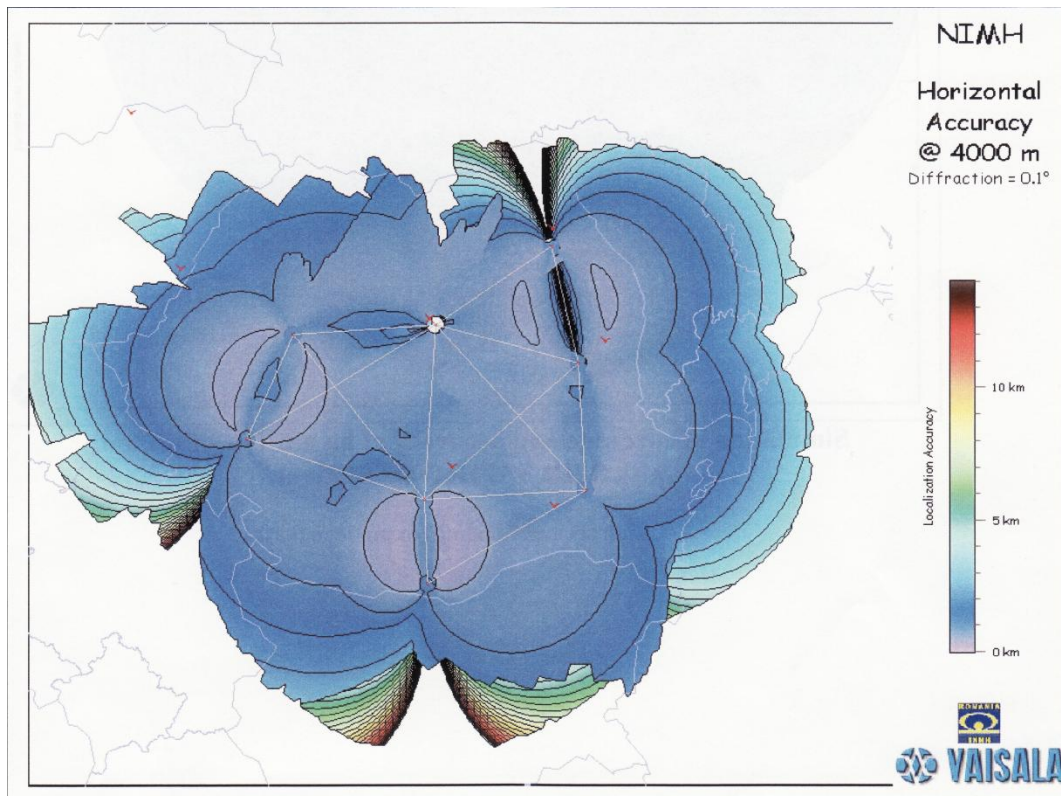


Figura 2.18 – Simularea gradului de acoperire și acurateței de detecție la o altitudine de 4000 m realizate de cele 8 stații SAFIR 3000.

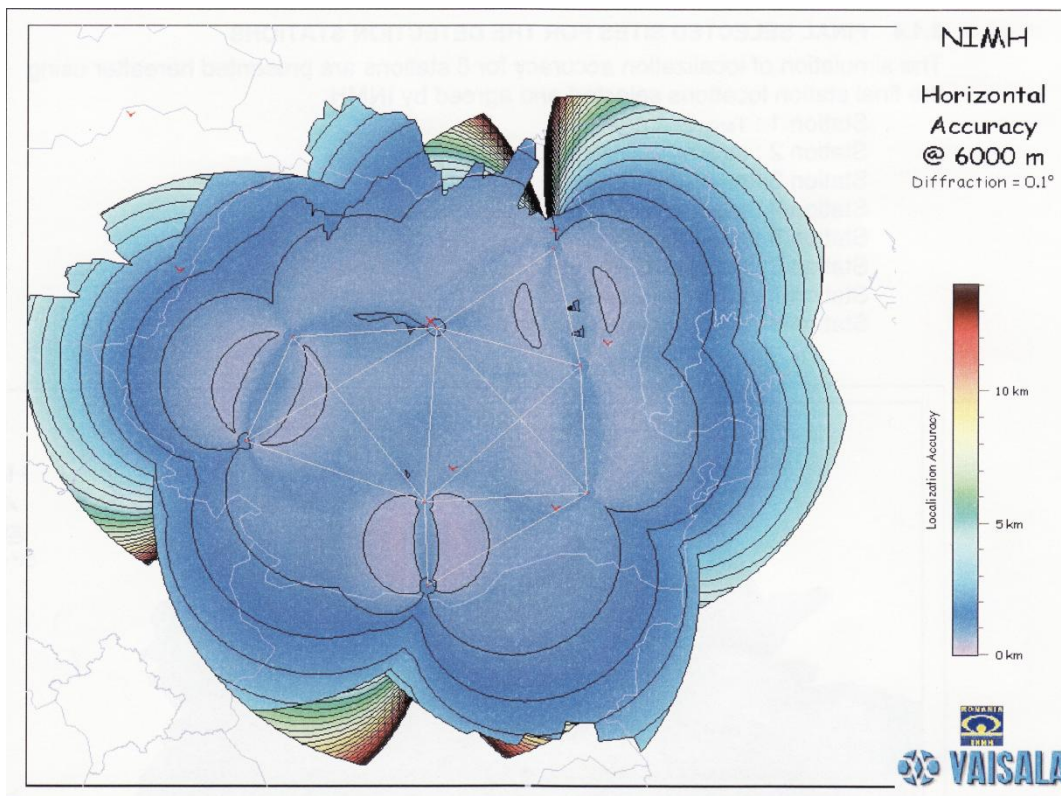


Figura 2.19 – Simularea gradului de acoperire și acurateței de detecție la o altitudine de 6000 m realizate de cele 8 stații SAFIR 3000.

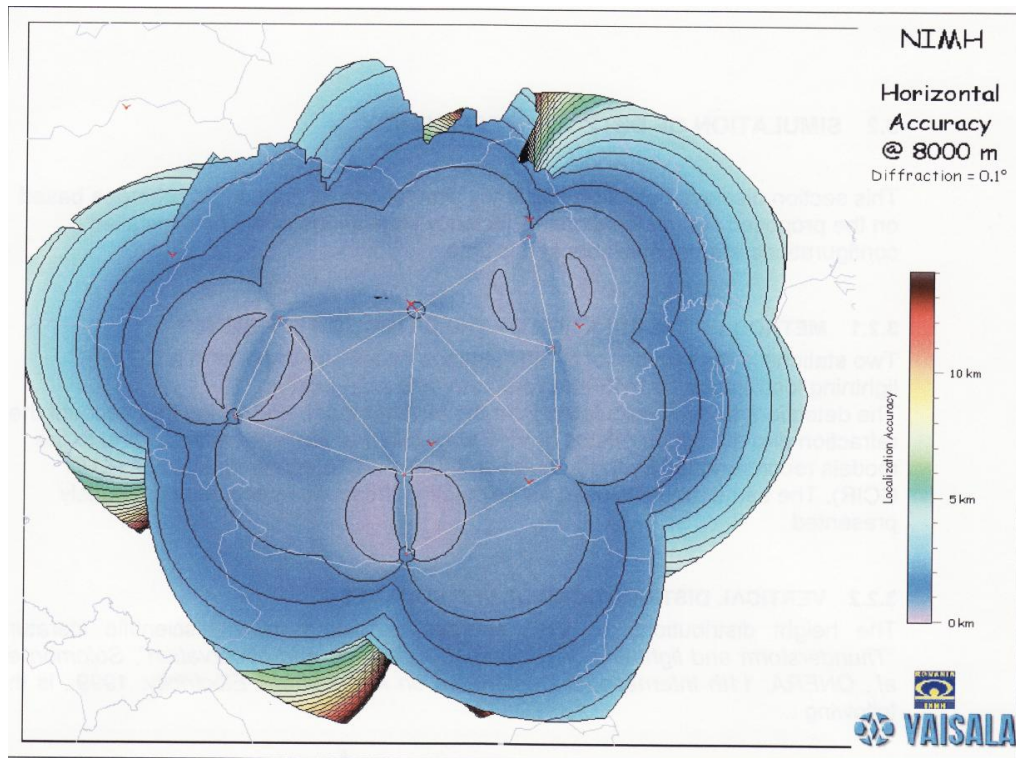


Figura 2.20 – Simularea gradului de acoperire și acurateții de detecție la o altitudine de 8000 m realizate de cele 8 stații SAFIR 3000.

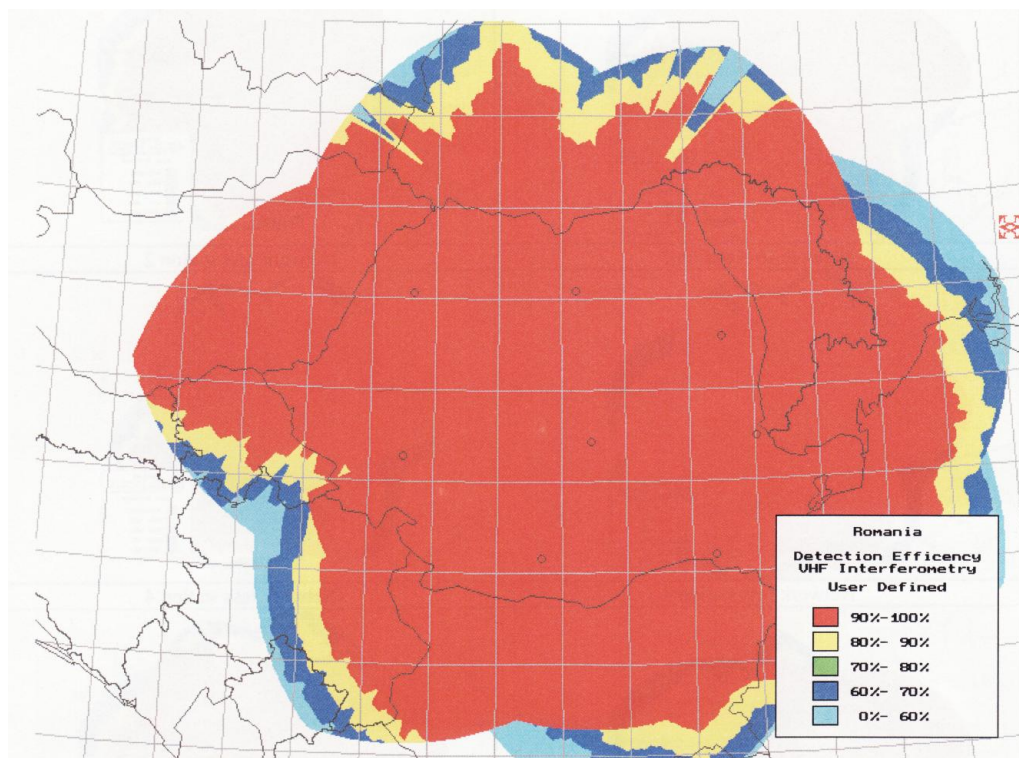


Figura 2.21 Simularea eficienței de detecție pentru activitatea electrică totală cu cele 8 stații de detecție de tip SAFIR 3000.

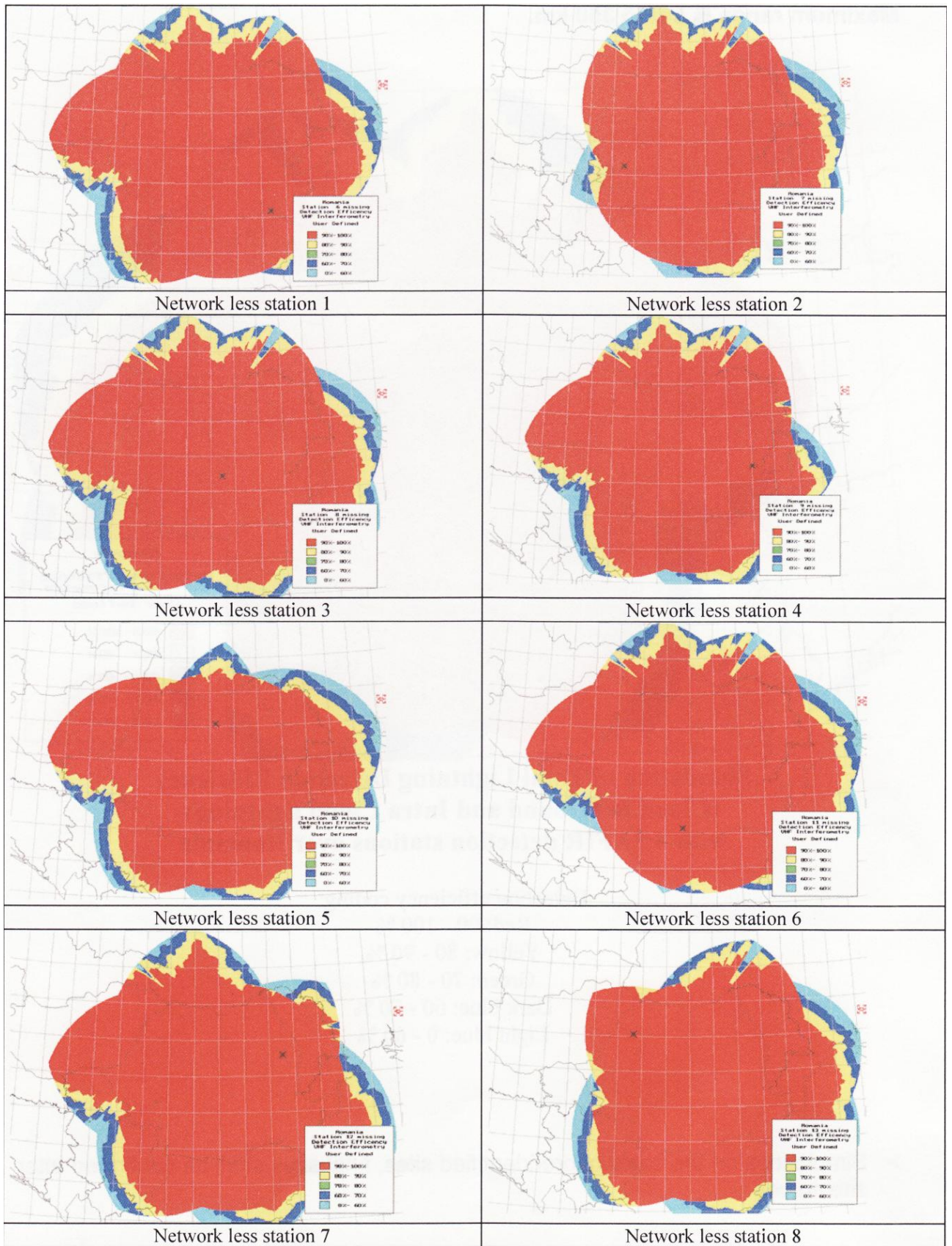


Figura 2.22 Toleranța eficienței de detecție pentru cazul în care una dintre stațiile de detecție nu funcționează.

#### **2.5.4.2 Simularea eficienței de detecție**

Un numărul minim de două stații este necesar pentru detecția și localizarea activității electrice de tip nor-pământ și nor-nor, pentru localizare fiind utilizată metoda interferometrică VHF și triangulația. Distanța de detecție este calculată dutilizând un model digital de teren și tinând cont de efectele de refracție și difracție asupra undelor VHF în atmosferă conform recomandărilor Uniunii Internaționale a Telecomunicațiilor (IUT/CCIR). Același model este utilizat pentru calculul acurateței de localizare, prezentat anterior. Distribuția după înălțime a surselor VHF publicată în literatura științifică, este următoare:

- pentru descărcările de tip nor-pământ extinderea verticală minimă este de 0 până la 3 km, pentru extinderea verticală maximă de la 0 la 8 km;
- pentru descărcările de tip nor-nor de la 3 până la 12 km.

Pentru simulările prezentate în continuare s-a prespus următoarea distribuție uniformă a surselor VHF: extinderea verticală medie 0-1 km și extinderea verticală maximă 0-10 km.

#### **2.5.4.3 Analiza performanțelor funcțiilor de discriminare a trăsnetelor**

Funcțiile de discriminare furnizează informații referitoare la caracteristicile trăsnetelor prin măsurarea pulsurilor LF/MF ale câmpului electric. Performanțele pentru măsurătorile de discriminare :

- lărgimea de bandă: 300 Hz până la 3 MHz;
- rata de prelevare: 8 MHz (125 ns);
- pragul de achiziție 0.1 V/m;
- pragul de validare: 0.8 V/m (valoarea tipică a semnalului 3 V/m);
- rezoluția: 0.04 V/m.

Erorile în cazul polarității descărcărilor sunt de 2.2%, fiind calculată proporția cazurilor în care două stații de detecție au înregistrat polarități diferite. Erorile pentru valoare curentului sunt de 8.7% , calculate dintr-un coeficient de regresie  $R^2=0.92$ .

#### **2.5.4.4 Analiza eficienței de detecție**

Distribuția cumulativă a valorilor maxime ale curentului asociat trăsnetelor negative observate cu o rețea SAFIR (rezultatele provin de la rețeaua Serviciului Meteorologic din Ungaria), sunt în bună concordanță cu rezultatele statistice prezentate în literatura științifică. În cazul rețelei SAFIR curba este foarte apropiată de distribuția log-normal, ceea ce indică o bună capacitate de detecție în cazul trăsnetelor. Deasemenea confirmă avantajul semnificativ la utilizării în cazul SAFIR a semnalelor VHF și LF pentru detecția trăsnetelor, în comparație cu o singură bandă de LF.



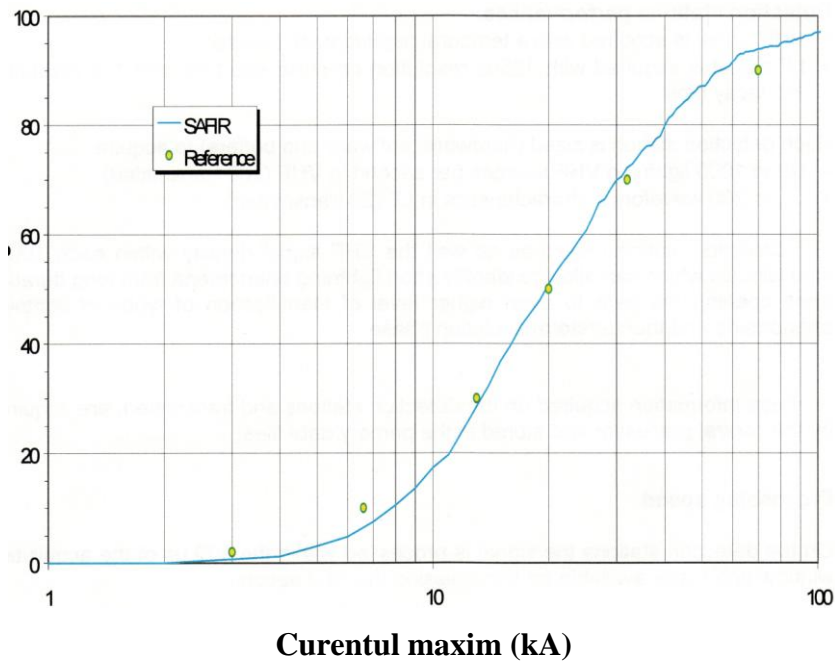


Figura 2.23 Distribuția cumulativă a curentului asociat descărcărilor electrice atmosferice, măsurat cu SAFIR. Deasemenea este reprezentată și distribuția statistică de referință.

SAFIR utilizează VHF pentru localizare, intensitatea semnalului VHF nu depinde direct de intensitatea curentului, astfel încât pot fi localizate descărcările caracterizate de valori mici ale intensității, două stații de detecție fiind necesare pentru localizare. În cazul SAFIR semnalul LF este folosit pentru caracterizarea trăsnetelor.

#### 2.5.4.5 Performanțele de achiziție a datelor

Rețeaua SAFIR România are capacitatea de a detecta, localiza și caracteriza până la 100 de surse VHF pe secundă, și de a procesa caracteristici ale curentului de până la 20 de trăsnete pe secundă. Aceste valori au fost determinate din statistici ale radiațiilor VHF și LF asociate descărcărilor electrice. Numărul maxim permis depinde de limitările soft datorită vitezei de transmisie a datelor. Semnalul VHF are o rezoluție de 100  $\mu$ s, iar semnalul LF de 125  $\mu$ s. Fiecare stație de detecție are capacitatea de detecta până la 1000 de surse de VHF pe secundă (100 sunt transmise) și până la 200 de caracteristici ale formelor de undă în LF (20 sunt transmise). Stațiile de detecție măsoară deasemenea și densitatea semnalului VHF cu o fereastră temporală de 100  $\mu$ s, ceea ce permite identificarea fenomenelor electrice cu timp de viață scurt față de cele cu timp lung. Toate aceste informații înregistrate de stațiile de detecție sunt transmise către procesorul central și apoi arhivate sub forma fișierelor primare. La stațiile de detecție semnalul este procesat într-o fereastră de 100  $\mu$ s și transmis în următoarea secundă. La stația centrală datele sunt afișate cu o întârziere de cel mult o secundă. Timpul total de întârziere este de 2 până la 3 secunde, fiind exclusă întârzierea datorită transmisiei.

