



AGENȚIA DE CERCETARE PENTRU
TEHNICĂ ȘI TEHNOLOGII MILITARE

SISTEM DE IDENTIFICARE SI LOCALIZARE PRIN AER SI SOL A POZITIEI GURILOR DE FOC INCAMPURI DE TRAGERE (GUNDETECT)

Activitatea 2 - Realizarea, testarea instalatiei “Infrasound Array”. Elaborarea metodelor, soluțiilor și procedurilor pentru evenimentele infrasonice generate de arme în zonele beligerante.

Activitate 2.5 Studiu asupra aplicațiilor de gestionare a evenimentelor în zone beligerante.

1. SCOPUL ACTIVITĂȚII

Prezentul raport științific și tehnic este realizat ca urmare a activităților desfășurate în cadrul proiectului experimental-demonstrativ „Sistem de identificare și localizare prin aer și sol a poziției gurilor de foc în câmpuri de tragere” din PN III / Programul 2 – Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare / Subprogramul 2.1 – Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare (Nr. înregistrare UEFISCDI PN3-P2-850/16.11.2020).

Scopul activității este de a contribui la elaborarea rapoartelor de către coordonator –Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INCDFP) conform planului de realizare a proiectului, pentru etapa II – „Realizarea, testarea instalației „Infrasound Array”. Elaborarea metodelor, soluțiilor și procedurilor pentru evenimentele infrasonice generate de arme în zonele beligerante”.

Rezultatele estimative verificabile ale activității, pentru această etapă, sunt următoarele:

- Raport privind evaluarea tehnologiilor utilizate;
- Raport privind recomandarea utilizării optime a noilor tehnologii (senzori, sistem de achiziție, sistem de comunicații);
- Evaluarea optimizării rețelei pentru studiul evenimentelor infrasonice specifice;
- Seturi de date infrasonice, poster prezentare rezultate la conferința EGU2021 urmat de realizarea unui articol științific.
- Raport de cercetare privind elaborarea metodelor de discriminare și alertare a evenimentelor infrasonice.
- Elaborarea unui poster și un articol științific.

În mod particular, se are în vedere prezentarea rezultatelor obținute în cadrul activității 2.5.1 „Studiu asupra aplicațiilor de gestionare a evenimentelor în zone beligerante”, desfășurate de partener – Ministerul Apărării Naționale prin Agenția de Cercetare pentru Tehnică și Tehnologii Militare (ACTTM).

2. APLICAȚII DE GESTIONARE A EVENIMENTELOR ÎN ZONE BELIGERANTE – CADRUL GENERAL

2.1. Conceptul ISTAR

A.J.P.-2.7 Allied Joint Doctrine for Reconnaissance and Surveillance prezintă conceptul ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) ca o activitate care „integrează și sincronizează planificarea și folosirea mijloacelor umane și tehnice, precum și prelucrarea, exploatarea, direcționarea și diseminarea informațiilor, în sprijinul direct al operațiilor curente și viitoare” [1].

Acest concept a fost introdus și în Armata României, la nivel strategic și operativ, necesitatea de a fi implementate sistemele informaționale care îl definesc la nivelul marilor unități/unități tactice de tip batalion și brigadă fiind evidentă. De altfel, sisteme C4I cu capacități de integrare ISTAR au fost definite ca programe de investiții esențiale destinate să asigure interesele de securitate ale statului român prin Hotărârea Parlamentului României nr. 28/2021 pentru aprobarea Cartei albe a apărării, publicat în Monitorul Oficial 499/14.05.2021.

Conform „Ghidul structurilor naționale ISTAR în operațiile terestre conduse de NATO”, ISTAR reprezintă activitatea de informații care sincronizează și integrează planificarea și exploatarea tuturor *sistemelor de senzori* cu funcțiile de procesare, valorificare, fuziune și diseminare a informațiilor, pentru sprijinul direct al decidenților, la toate nivelurile de comandă; ISTAR funcționează ca un sistem care integrează etapele ciclului informațional, datele furnizate de *senzori*, disciplinele și capacitățile de informații [2].

Sistemul ISTAR generează capacități de identificare, predicție și combatere a amenințărilor, asigurând comandantului informațiile necesare, atât în faza premergătoare, de luare a deciziei, cât și la momentul conducerii operației militare.

Funcționarea acestuia se axează pe trei elemente principale [3]:

- *Informarea* – prin furnizarea de date brute sau prelucrate;
- *Procesarea informațiilor* – proces ce permite culegerea, colaționarea și transformarea în informații prelucrate;
- *Rețeaua fizică* – care realizează legăturile între sistemul de culegere ISTAR și organizațiile/structurile care îl controlează.

Astfel, ISTAR preia rolul de interconectare a sistemelor de informații, de supraveghere, de descoperire, identificare și de localizare a țintelor și de recunoaștere, incluzând și senzorii specifici, de cercetare terestră în cadrul acestui proiect.

Trebuie stabilit că ISTAR este în primul rând un concept, dar termenul poate fi utilizat și pentru a denumi structura sau forțele și mijloacele specifice.

2.2. Sisteme de comunicații și informatic

Sistemele de comunicații și informatic sunt cele care asigură integrarea și managementul senzorilor din cadrul ISTAR. Ele s-au dezvoltat continuu, atingând un nivel care poate acoperi întregul spectru de nevoi al unei armate, o sinteză a acestora fiind prezentată în [4].

HEROS-2/1 este sistemul trupelor terestre din **armata germană**, asigurând printre altele:

- afișarea fondului cartografic cu ajutorul unor hărți digitale;
- stocarea informațiilor primite de la *punctele de cercetare*, compilarea automată a acestora și transmiterea lor către structurile interesate, sub formă grafică sau alt tip de mesaj standardizat.

Pentru secretizarea informațiilor este utilizat un echipament de criptare ELCROBIT 3-2, cu algoritmi de criptare conform standardelor NATO, care permite transmiterea datelor cu viteze de până la 64 kbit/s.

Sistemul trupelor terestre din **armata italiană** asigură atribuții similare, la nivel C3I, fiind structurat sub forma:

- CATRIN – sistem de comunicații și informatic (CI);
- SIACCON – sistem de comandă și control (C2).

În cadrul componentei CATRIN este inclus subsistemul de supraveghere a câmpului de luptă și de descoperire a țintelor terestre, denumit SORAO. Acesta culege, corelează și distribuie date pentru sprijinul focului artileriei terestre. În acest sens, SORAO gestionează *senzori* dispuși pe platforme aeriene (elicoptere, avioane fără pilot), pe platforme terestre (stații de radiolocație pentru supraveghere, stații de radiolocație pentru conducerea focului) sau pe sisteme independente, greu de identificat. Componenta SIACCON vine cu sprijin de foc, dacă este cazul, printr-un Centru de analiză și selecție a informațiilor.

Sistemul trupelor terestre din **armata americană** este unul complex, de tipul C4I, cu o multitudine de componente care asigură toate facilitățile de comandă și control necesare. AFATDS (Advanced Field Artillery Tactical Data System) reprezintă sistemul avansat de date tactice pentru artileria terestră, care ajută la îmbunătățirea atacului asupra țintelor inamicului și la eficientizarea utilizării mijloacelor de luptă. Sistemul prelucrează automat toate datele privind misiunea de foc, incluzând toate categoriile de armament disponibile, pentru a crea avantajul decisiv. Integrarea tuturor echipamentelor care pot contribui la sprijinul cu foc asigură o mobilitate ridicată unităților angrenate și permite ca misiunile să fie ajustate într-un timp cât mai scurt. Un rol extrem de important îl are și faptul că permite culegerea și transferul informației de la *senzori*, astfel încât AFATDS asigură gestionarea optimă a resurselor.

Armata franceză are un istoric mare în privința acestor sisteme, fiind îmbunătățite sau schimbate în concordanță cu evoluția tehnologică. Astfel, de la o primă generație S1G în anul 1985 s-a ajuns la S1GV9 în anul 1996. În anul 1997 s-a trecut la SICF (System d'Information et de Commandement Française), sistem care a evoluat până la versiunea SICF V2. Printre principalele funcții se regăsesc și:

- utilizarea hărții digitale pentru monitorizarea evenimentelor de pe câmpul de luptă;
- culegerea, prelucrarea și distribuirea informațiilor.

După cum se observă din prezentarea succintă a câtorva aplicații, sistemul de comunicații și informatic se dovedește indispensabil pentru gestionarea evenimentelor în zone beligerante, în acest caz pentru integrarea unui sistem de identificare și localizare prin aer și sol a poziției gurilor de foc în câmpuri de tragere.

2.3. Integrarea noilor concepte în activitățile de pregătire și instruire

În cadrul activităților de pregătire și instruire pentru conducerea focului artileriei și tragerile artileriei terestre s-a introdus și conceptul de structuri de senzori.

Într-o primă etapă îl regăsim în F.T./Art.R.T.-3.7, Norme privind evaluarea exercițiilor / tragerilor artileriei terestre [5], astfel:

- comandanții eșaloanelor superioare se îngrijesc de îndeplinirea unei game variate de misiuni de foc, în timp scurt, cu precizie maximă și cu consum de muniție redus, cu *senzori* / capacități de asigurare cu date optoelectronice, radare, *acustice*, meteo;
- pentru evaluarea rezultatelor asigurării cu date se organizează simularea acțiunilor inamicului și a activităților acestuia. Fiecare post de observare, radar, *senzor acustic*, bază a observării conjugate sau prin *sunet*, constituie mijloc de asigurare cu date.
- zonă de manevră a *senzorilor* și zone de dispunere a artileriei;
- evaluarea loviturilor neobservate de *senzor*;
- corecțiile date de *senzor* și timpul de reluare a tragerii;
- structura de *senzori* pe care o are la dispoziție.

În F.T./Art.R.T.-3.4, Manualul tragerilor artileriei – baterie, pluton, piesă [6], se identifică următoarele referințe:

- țintă care a fost descoperită / determinată de către un *senzor* terestru / aerian;
- identificarea *senzorului* de asigurare cu date și stabilirea legăturii cu acesta;
- *senzorul* stabilește corecțiile medii în bătaie și în direcție;
- poziția relativă dintre *senzorii* de artilerie și poziția de tragere;
- *senzorii* repartizați bateriei pentru deservirea tragerii.

Din prezentarea anterioară reiese necesitatea unui sistem de identificare și localizare prin aer și sol a poziției gurilor de foc în câmpuri de tragere, care să fie pretabil pentru diferite sisteme de armament și să asigure, pe cât posibil, un timp scurt de identificare, o precizie de localizare foarte bună a gurilor de foc inamice, localizarea zonei de impact a muniției trase de unitățile proprii, posibilitatea transmiterii datelor la un centrul de comandă și suprapunerea lor pe o hartă digitală.

3. SISTEME UTILIZATE PENTRU IDENTIFICARE ȘI LOCALIZARE A POZIȚIEI GURILOR DE FOC DE CALIBRU MARE ÎN ZONE BELIGERANTE

3.1. HALO

HALO (Hostile Artillery Locating System) este un sistem produs de LEONARDO Land&Naval Defence Electronics, aflat în serviciul armatei britanice, canadiene și marinei americane [7]. El a fost utilizat în zone beligerante de către armata britanică, precum Bosnia, Kosovo, Irak și Afganistan și de către armata canadiană în Afganistan.

Având implementate tehnologii de detecție bazate pe acustică, HALO are rolul de a identifica poziția artileriei inamice și de a stabili locul de unde se trage (Figură 1).



Figură 1 Sistem HALO

O rețea de 12 stâlpi cu senzori este desfășurată în zona de interes, pe o suprafață extinsă, care transmit informațiile achiziționate la un punct de analiză și comandă. Există o redundanță în ceea ce privește numărul de stâlpi astfel încât distrugerea unuia să nu afecteze funcționalitatea sistemului. De asemenea, dispunerea stâlpilor nu este condiționată de o așezare după un anumit tipar, fapt care face sistemul deosebit de versatil. Stâlpii sunt prevăzuți cu GPS, astfel încât poziția lor este definită cu foarte mare precizie și transmisă la aplicația de prelucrare a datelor.

HALO utilizează senzori pentru temperatură și pentru direcția și viteza vântului și o bază de date digitală a terenului pentru a determina efectele factorilor climatici asupra modului de propagare a sunetului.

Funcționalitatea este asigurată permanent (24 h), indiferent de condițiile atmosferice. Odată identificată gura de foc adversă, HALO transmite poziția acesteia propriilor unități pentru a angaja și a distruge inamicul.

Precizia HALO este de 50÷100 m pentru distanțe de până la 10 km și de 1% pentru distanțe de până la 15 km. În mediul operațional, HALO a demonstrat localizarea artileriei adverse la distanțe de până la 56 km și că a acoperit arii de aproximativ 2000 km². De asemenea, poate fi utilizat în zone topografice diferite și poate asigura identificarea simultană a mai multor poziții de tragere.

3.2. BACCARA / SL2A

BACCARA este un prototip dezvoltat de Thales Underwater Systems având ca referință cerințele operaționale stabilite de armata franceză [8]. Ulterior, sistemul a fost omologat sub denumirea de Thales SL2A (Figură 2) și a fost destinat să conlucreze cu sistemul radar COBRA.





Figură 2 Sistem Thales SL2A

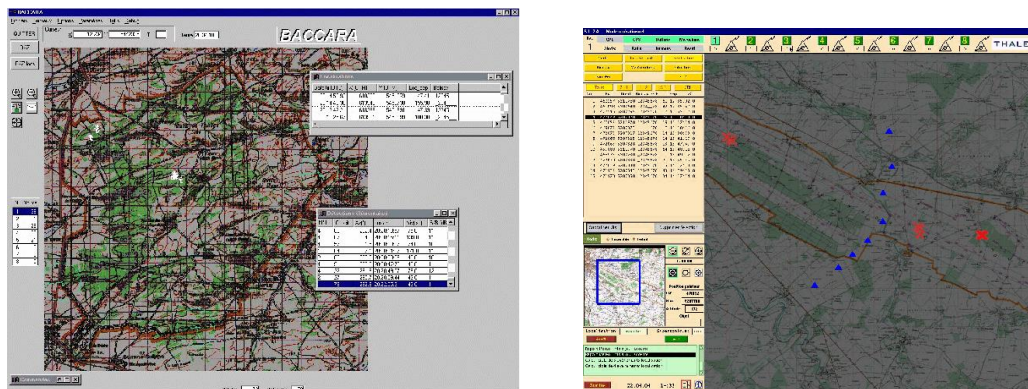
Sistemul este format dintr-un modul pentru senzori și un punct de comandă, a căror interconectare este realizată printr-o transmisie radio VHF NLOS până la 10 km (este posibilă și legătura prin fir). Când este detectat un eveniment de interes, modulul pentru senzori transmite informațiile sintetice (direcție, caracteristici semnal, tip amenințare etc.) către punctul de comandă care le afișează în mod automat pe ecran.

Modulul pentru senzori este de tip rigidizat și include:

- o rețea de senzori;
- o placă electronică, cu funcții de monitorizare și autotestare, conversie semnal analog / digital și procesor de prelucrare date;
- un modem radio și antenă flexibilă;
- GPS;
- acumulatori.

Modulul pentru senzori are forma aproximativă a unui cub, cu latura de circa 33 cm, și are o greutate de 18 kg. Dimensiunile de gabarit sunt afectate de pachetul de acumulatori reîncărcabil, care însă asigură o autonomie de până la 2 zile de funcționare continuă. Procesorul este capabil să asigure monitorizarea a 5 evenimente pe secundă, cu disponibilitate pentru extinderea aplicației către detecția de avioane, elicoptere, autovehicule etc.). Un nod din trei microfoane este dispus la fiecare colț al unui triunghi, operativitatea întregului sistem fiind asigurată de 2 oameni în mai puțin de 5 minute.

Postul de comandă este format dintr-un calculator și mijloacele radio de recepție. Toate datele sunt prezentate grafic și numeric (Figură 3), operatorul având informații disponibile și pentru starea sistemului. De asemenea, au fost stabilite criteriile pentru rejectarea alarmelor false, astfel încât se încadrează la 1/24h.



Figură 3 Prezentare date sistem de detecție

SL2A a fost testat în mediul operațional, distanțele minime de detecție fiind:

- piese de artilerie (105 mm, 155 mm): 10 ÷ 15 km;
- tancuri, aruncătoare 120 mm: 10 km;
- aruncătoare cal. 81 mm, 60 mm sau arme calibru mic: distanța eficace de tragere.

În condiții meteo favorabile, au fost observate distanțe mai mari de detecție, ajungându-se până la 25 km la piesele de artilerie și până la 20 km în cazul tancurilor.

Precizia este de câțiva metri în cele mai bune condiții de detecție și cu o marjă de 100 m CEP la 8 km în condiții normale. La distanțe mai mari, eroarea este de 1 – 2% din raza de acțiune.

3.3. UTAMS

US Army Research Laboratory (ARL) a dezvoltat în 2004 UTAMS – Unattended Transient Acoustic MASINT Systems, pentru a detecta și localiza zgomotul produs de un mortar [9]. Cerința a fost una stringentă din partea Multi-National Corps, necesară pentru acțiunile din Irak, iar produsul a fost realizat în patru exemplare, în două luni. Succesul acestuia a determinat generarea de cerințe operaționale și realizarea de echipamente suplimentare, utilizate ulterior și în Afganistan.

Microfoanele sunt dispuse sub forma unui tetraedru (Figură 4). Amprenta sonoră a inițierii loviturii la mortar este situată în jurul valorii de 100 Hz, în timp ce impactul exploziei generează frecvențe într-un spectru de frecvențe mult mai larg. Astfel, semnalul este identificat în mod automat după o filtrare bazată pe un nivel de energie prestabilit, este procesat de un algoritm specific care indică punctul de origine și punctul de impact.



Figură 4 UTAMS

Domeniul de lucru al UTAMS este pentru frecvențe de 20-500 Hz și se bazează pe studii anterioare efectuate de ARL [10]. În 2001 a fost utilizat un sistem similar în Korea, doar că domeniul de frecvențe al senzorilor infrasonici era sub 10 Hz, pretabil pentru sisteme de artilerie grele. Pentru îmbunătățirea distanței și preciziei de lucru, UTAMS a fost amplasat și într-un aerostat în Afganistan. În 2006 a apărut UTAMS II, prevăzut cu 2 sisteme GPS și cu panouri solare.

4. CERINȚE DE TIP OBIECTIV PENTRU SISTEME UTILIZATE PENTRU IDENTIFICARE ȘI LOCALIZARE A POZIȚIEI GURILOR DE FOC DE CALIBRU MARE ÎN ZONE BELIGERANTE

Monitorizarea la distanță a exploziilor și a gurilor de foc este o activitate avută în vedere odată cu apariția acestor evenimente și mijloace de luptă. Metodele de supraveghere au evoluat odată cu tehnologia, plecând de la abilitățile cercetașului bazate pe propriul auz și văz și ajungând până la aportul

dat de sistemele optice și optoelectronice, de sistemele radar, de sistemele de supraveghere aeriană și de sistemele bazate pe tehnologii infrasonice.

Sistemele optice și optoelectronice sunt utilizate pentru detecție până la linia orizontului (LOS) și au în vedere inclusiv descoperirea țintelor camuflate, pe baza termoviziunii sau a focului apărut la gura țeavii. Aceste sisteme prezintă limitări date de faptul că acoperă doar câmpul vizual până la LOS, astfel încât pentru detectarea artileriei grele, aflate dincolo de LOS, trebuie implicate structuri care să se apropie de liniile inamice, cu riscuri majore pentru cercetași.

Sistemele radar și-au dovedit eficacitatea, cu precădere, în detectarea mijloacelor aeriene. Plecând de la aceleași principii de funcționare, adaptarea lor pentru a localiza artileria adversă nu a adus rezultatele scontate. Proiectilele sunt asimilate unor obiecte zburătoare, iar odată identificate, pe baza traiectoriei se stabilește punctul de lansare.

Sistemele de supraveghere aeriană, precum elicopterele, avioanele sau sateliții, pot furniza informații importante despre pozițiile adversarului. Totuși, există anumite riscuri și implicații și în cazul acestora: eficiența lor scade în condiții de ceață și ploaie sau de mascare a tehnicii, există contramăsuri de tip similar (mijloacele aeriene proprii) sau de alt tip (artilerie antiaeriană), tehnologia este inaccesibilă multor țări, iar costurile de achiziție și de întreținere sunt mari.

În acest context, se observă o tendință crescută de a utiliza senzori acustici și seismici ca mijloace de detecție a gurilor de tragere în operațiuni militare. Avantajele acestora sunt:

- detecție dincolo de linia orizontului (Non-Light-Of-Sight – NLOS);
- detecție în condiții de vizibilitate redusă (ceață, ploaie, întuneric, ploaie torențială), când senzorii optoelectronici nu pot fi utilizați la capacitate maximă;
- sistem de tip pasiv (ușor de mascat, consum mic de putere);
- acoperire de 360°;
- costuri reduse de dezvoltare;
- costuri reduse pe ciclul de viață;
- manipulare ușoară, de către un singur operator (până la 2 minute);
- instruire ușoară în vederea operării;
- autonomie mare (până la 48 h în stare activă);
- întreținere și mentenanță la nivel de grupă de luptă;
- fără riscuri de securitate și sănătate în muncă;
- posibilitatea extinderii tehnologiei pentru alte aplicații.

Dezavantajele senzorilor acustici și seismici pentru utilizarea lor ca mijloace de detecție sunt:

- performanțele sunt dependente de mediul înconjurător. Pentru senzorii acustici, pe distanțe lungi apar modificări ale factorilor climatici, în timp ce pe altitudine influențează mult reducerea temperaturii. Vântul este un alt factor ce provoacă zgomot adițional de joasă frecvență.
- viteza sunetului prin aer este mică, de (340 m/s), ceea ce conduce la întârzieri semnificative la distanțe mari. Undele seismice se propagă cu viteze mai mari, dar sunt variabile în funcție de consistența solului.

În acest context, ținând cont și de prezentările din capitolele anterioare, se pot defini o serie de cerințe de tip obiectiv, care să fie urmărite la un sistem nou:

- să asigure o precizie proprie de localizare foarte bună;
- să asigure o precizie de localizare a gurilor de foc inamice mai bună de 1% pentru distanțe de până la 15 km;

- să asigure o precizie de localizare a zonei de impact a muniției trase de unitățile proprii mai bună de 1% pentru distanțe de până la 15 km;
- să asigure o acoperire de 3600;
- să poată stabili numărul pieselor de artilerie și de aruncătoare ale inamicului, după poziție și intervalul de tragere;
- să poată stabili calibrul pieselor de artilerie și de aruncătoare ale inamicului, după sunetul produs la plecarea loviturilor;
- să poată stabili cadența de tragere a pieselor de artilerie;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de viteza și direcția vântului, cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de variațiile temperaturii (anotimp, altitudine etc.), cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de zonele urbane, cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să asigure posibilitatea identificării zonei unei se desfășoară manevre / marșuri cu tehnică de luptă grea;
- să aibă o rată de alarme false cât mai mică (1/24h);
- să evite luarea în calcul a elementelor false / simulatoarelor de generare de zgomot;
- să dețină o aură a detectabilității exprimată în kilometri, în funcție de tipul gurii de foc și de calibrul acestora;
- să asigure legături sigure (radio sau fir) între posturile de ascultare și transmitere date și postul central de înregistrare, prelucrare și distribuire a informațiilor;
- să aibă dimensiuni reduse, masă mică (maximum 20 kg), ușor de camuflat;
- să aibă autonomie mare de funcționare, în regim independent (minimum 48 h);
- să poată fi instalată sau strânsă într-un timp cât mai scurt, cu un minim de scule auxiliare (maximum 1 h);
- să poată funcționa în condiții mecano-climatice specifice domeniului militar;
- să asigure identificarea, înregistrarea și transmiterea datelor într-un timp cât mai mic (preferabil în timp real);
- să genereze date care permit suprapunerea lor pe o hartă digitală;
- să poată fi integrat ușor într-un sistem de comandă și informatic, respectiv în cadrul unui sistem ISTAR.

CONCLUZII

În cadrul acestui studiu s-a evidențiat necesitatea dotării forțelor armate cu un sistem de identificare și localizare prin aer și sol a poziției gurilor de foc în câmpuri de tragere, care să fie pretabil pentru diferite sisteme de armament. Acesta poate fi parte integrantă a ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance), *printr-o aplicație de gestionare a evenimentelor în zone beligerante*. ISTAR reprezintă activitatea de informații care sincronizează și integrează planificarea și exploatarea tuturor *sistemelor de senzori* cu funcțiile de procesare, valorificare, fuziune și diseminare a informațiilor, pentru sprijinul direct al decidenților, la toate nivelurile de comandă. Integrarea și managementul senzorilor din cadrul ISTAR se asigură prin sistemul de comunicații și informatic, specific fiecărei națiuni.

Această abordare se observă și la sistemele prezentate în studiu – HALO (Hostile Artillery Locating System), produs de LEONARDO Land&Naval Defence Electronics, BACCARA/SL2A dezvoltat de Thales Underwater Systems sau UTAMS (Unattended Transient Acoustic MASINT Systems) fabricat de US Army Research Laboratory (ARL). Ele au fost utilizate în zone beligerante, precum Bosnia, Kosovo, Irak și Afganistan.

În acest context, ținând cont de necesitățile forțelor armate, precum și de produsele existente, s-au definit o serie de cerințe de tip obiectiv, care să fie urmărite la realizarea unui nou sistem:

- să asigure o precizie proprie de localizare foarte bună;
- să asigure o precizie de localizare a gurilor de foc inamice mai bună de 1% pentru distanțe de până la 15 km;
- să asigure o precizie de localizare a zonei de impact a muniției trase de unitățile proprii mai bună de 1% pentru distanțe de până la 15 km;
- să asigure o acoperire de 3600;
- să poată stabili numărul pieselor de artilerie și de aruncătoare ale inamicului, după poziție și intervalul de tragere;
- să poată stabili calibrul pieselor de artilerie și de aruncătoare ale inamicului, după sunetul produs la plecarea loviturilor;
- să poată stabili cadența de tragere a pieselor de artilerie;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de viteza și direcția vântului, cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de variațiile temperaturii (anotimp, altitudine etc.), cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să achiziționeze date influențate într-o măsură cât mai mică de zonele urbane, cu posibilități de corecție a datelor sau de prezentare a erorii de măsurare;
- să asigure posibilitatea identificării zonei unei se desfășoară manevre / marșuri cu tehnică de luptă grea;
- să aibă o rată de alarme false cât mai mică (1/24h);
- să evite luarea în calcul a elementelor false / simulatoarelor de generare de zgomot;
- să dețină o aură a detectabilității exprimată în kilometri, în funcție de tipul gurii de foc și de calibrul acestora;
- să asigure legături sigure (radio sau fir) între posturile de ascultare și transmitere date și postul central de înregistrare, prelucrare și distribuire a informațiilor;
- să aibă dimensiuni reduse, masă mică (maximum 20 kg), ușor de camuflat;
- să aibă autonomie mare de funcționare, în regim independent (minimum 48 h);
- să poată fi instalată sau strânsă într-un timp cât mai scurt, cu un minim de scule auxiliare (maximum 1 h);
- să poată funcționa în condiții mecano-climatice specifice domeniului militar;
- să asigure identificarea, înregistrarea și transmiterea datelor într-un timp cât mai mic (preferabil în timp real);
- să genereze date care permit suprapunerea lor pe o hartă digitală;
- să poată fi integrat ușor într-un sistem de comandă și informatic, respectiv în cadrul unui sistem ISTAR.

BIBLIOGRAFIE

1. A.J.P.-2.7 Allied Joint Doctrine for Reconnaissance and Surveillance, 2009
2. SMG 43 din 23.05.2014, Ghidului structurilor naționale ISTAR în operațiile terestre conduse de NATO, Statul Major General, Ministerul Apărării Naționale, București, 2014.
3. I. MANCI, D. MAGALIUC, *Managementul informațiilor militare în actul decizional*, Editura Academiei Forțelor Terestre „NICOLAE BĂLCESCU”, Sibiu, 2014
4. I. Roceanu, Sisteme C4I comandă și control, comunicații, computere și informații, Ed. Universității Naționale de Apărare, 2004
5. F.T./Art.R.T.-3.7, Norme privind evaluarea exercițiilor / tragerilor artileriei terestre, Neclasificat, Statul Major al Apărării, Ministerul Apărării Naționale, București, 2020.
6. F.T./Art.R.T.-3.4, Manualul tragerilor artileriei – baterie, pluton, piesă, Neclasificat, Statul Major al Apărării, Ministerul Apărării Naționale, București, 2019.
7. <http://www.qinetiq.com/en-us/what-we-do/services-and-products/ears-gunshot-localization-systems>
8. Lemer, A.; Ywanne, F. (2006) Acoustic/Seismic Ground Sensors for Detection, Localization and Classification on the Battlefield. In *Battlefield Acoustic Sensing for ISR Applications* (pp. 17-1 – 17-12). Meeting Proceedings RTO-MP-SET-107, Paper 17. Neuilly-sur-Seine, France: RTO. Available from: <http://www.rto.nato.int/abstracts.asp>.
9. Stephen Tenney, Brian Mays, David Hillis, Duong Tran-Luu, Jeffrey Houser and Christian Reiff, Acoustic Mortar Localization System – Results from OIF, US Army Research Laboratory, 2004.
10. James A. Ratches, Richard Chait, John W. Lyons, Some recent sensor – related army critical technology events, Defense & Technology Paper, Center for Technology and National Security Policy, National Defense University, 2013.