

Cpt. ing. HORIA POPESCU

*Agentia de Cercetare
pentru Tehnica si Tehnologii Militare - Bucuresti*

**POLUAREA ELECTROMAGNETICA IN POLIGOANE DE
TRAGERI SI IN CAMPUL TACTIC**

Introducere

Influența radiațiilor electromagnetice asupra organismului uman, mediului și asupra tehnicii este una din cele mai controversate probleme pentru care, anual, se cheltuiesc importante sume de bani, iar manifestările științifice cu această temă capătă tot mai mulți adepți.

Cercetătorii propun principii diferite de clasificare a măsurilor de protecție. Toate mijloacele și metodele de protecție sunt separate convențional în trei grupe: organizatorice, tehnico-inginerești și de tratament profilactic.

Principalele surse de poluare electromagnetica sunt :

Υ Câmpul electric natural al Pământului care depinde de latitudine și altitudine

Υ Câmpul electric static artificial (care de exemplu apare în procesul de prelucrare a unor mase plastice, în utilizarea unor țesături din materiale sintetice etc.)

Υ Câmpul magnetic terestru (care are o componentă variabilă, numită furtună magnetică, în funcție de fenomene astronomice, ca de exemplu datorită exploziilor solare)

Υ Câmpurile electromagnetice naturale (de exemplu de la fulgere)

Υ Câmpurile electromagnetice artificiale (de exemplu, undele radio în gama $3 \cdot 10^5$ - $3 \cdot 10^7$ Hz, rețelele industriale de alimentare cu energie electrică, la frecvența de 50 Hz etc.

Pentru măsurarea intensității câmpului electromagnetic se pot folosi aparate pentru lucrări de cercetare (foarte scumpe, de precizie ridicată și produse într-un număr redus de exemplare) și aparate pentru verificări experimentale (de precizie redusă și produse în serie mare). Pentru măsurarea intensității câmpurilor electromagnetice în laboratoare, în cazarmi, poligoane de trageri etc. se pot folosi aparate, care au costuri reduse și cu o precizie satisfăcătoare.

În majoritatea cazurilor poligoanele de trageri sunt în apropierea centrelor urbane iar campul tactic include adesea zone populate. Pentru

evitarea posibilitatii de a fi actionat in justitie pentru poluarea electromagnetica M.Ap.N. trebuie sa impuna autoritatilor locale necesitatea obinerii unor avize speciale pentru constructiile in zonele de responsabilitate. Un exemplu inedit in acest sens este prezentat in continuare.

In prezent, Radio Vatican numara 58 de antene, dintre care unele emit pe unde radio de mare putere. Regiunea Santa Maria di Galeria este foarte populata.

Justitia italiana a fost sesizata in 2001 de o plangere a locuitorilor din Cesano, la nord de capitala italiana, care acuza uriasile emitatoare ca ar cauza leucemie si grave tulburari de sanatate. Anchetele Ministerului Mediului au descoperit in 11 din cele 14 zone verificate campuri magnetice mult superioare limitei acceptate de sase volti pe metru. Procesul intentat postului de radio a fost intrerupt in 2002, in urma deciziei unui magistrat care preciza ca acest caz nu tine de competenta Italiei, ci a Vaticanului. In cele din urma, procesul a fost reluat, mai ales ca un raport al agentiei de sanatate publica din regiunea Romei a subliniat ca in regiunea Cesano s-a constatat o rata a mortalitatii infantile din cauza leucemiei de trei ori mai mare decat media. Rezolvarea acestei probleme va reprezenta unul din primele dosare ale pontificatului lui Benedict al XVI-lea. "Dupa atatea amanari si o imensa pierdere de vreme, astazi am inregistrat un succes extraordinar in lupta noastra pentru apararea oamenilor impotriva poluarii electromagnetice", a precizat imediat dupa pronuntarea sentintei Roberto Della Seta, seful uneia dintre cele mai importante organizatii de mediu din Italia.

1.Efectele posibile ale câmpurilor electromagnetice asupra organismului uman

Sistemele biologice sunt influențate sub o formă sau alta de câmpurile electrice, magnetice și electromagnetice.

Interacțiunea radiațiilor electromagnetice cu țesuturile biologice nu sunt încă suficient elucidate.

Se pun trei probleme principale:

- a). Ce puteri sunt nevătămătoare?
- b). De la ce frecvențe se produc vătămări?
- c). Care dintre părțile organismului uman sunt în mod deosebit afectate?

Exemple pot fi multe și toate arată că indiferent de domeniul de frecvențe, chiar la densități mici de putere, organismul uman este influențat. Deosebit de afectate sunt organele puțin irigate cu sânge (ochi, bila, coloana vertebrală, etc.).Pot apare pericole datorită radiațiilor parazite ale liniilor de

înalță tensiune, punctelor de transformare, emițătoarelor radio-tv., radarelor, sistemelor de comunicații civile și militare.

Influența radiațiilor electromagnetice asupra corpului uman reprezintă un vast și complicat câmp de interacțiune dintre sistemele biologice și câmpul electromagnetic, cu atât mai mult cu cât dezvoltarea electronicii duce la creșterea fondului de radiații electromagnetice din jurul nostru. Ultimele studii și cercetări au scos în evidență influența nocivă asupra corpului uman a câmpurilor electrice și magnetice de mare intensitate, a câmpului electromagnetic de diferite frecvențe, care au intensități peste anumite limite.

Câmpurile menționate mai sus au influențe dăunătoare sau nocive datorită energiei acestora indusă în organismul uman considerat ca sistem biologic. Acest mecanism complex nu este cunoscut în totalitate, iar în momentul de față cunoștințele în ceea ce privește interacțiunea câmpului electromagnetic cu sistemul biologic, la noi în țară, sunt deficitare. Acest nou domeniu de cercetare are un caracter interdisciplinar.

Sistemul biologic este foarte complex, iar structura acestuia este cunoscută în mare măsură. În ciuda faptului că proprietățile câmpului electromagnetic sunt cunoscute, este aproape imposibil să se interpreteze efectele lui asupra sistemelor biologice pe baza cunoștințelor existente.

Interacțiunea primară a câmpului electromagnetic și celula vie are loc la nivel molecular. Această interacțiune poate cauza efecte biologice asupra celulelor, țesuturilor, organelor, astfel încât, în final se ajunge la concluzia că există cunoștințe insuficiente pentru perceperea și înțelegerea întregului mecanism al interacțiunii.

1.1. Penetrația câmpului electromagnetic

Când se încearcă să se determine efectele biologice posibile ale câmpurilor electromagnetice este necesar să se cunoască densitatea de putere a câmpului care interacționează cu sistemul biologic.

Datorită fenomenelor fizice variate, adesea se produce un efect de ecranare. Câmpul exterior poate fi în mod considerabil redus în sistemul biologic sau chiar se poate preveni penetrația sa. Pentru câmpurile electrice cu frecvențe scăzute (mai mici de 1 MHz) acest efect de ecranare apare în două moduri. Țesuturile biologice sunt ecranate în parte prin polarizarea electrică și în parte de sarcinile care curg la suprafața lor. Din această cauză ecranarea electrică este importantă pentru câmpurile cu frecvență foarte scăzută. De exemplu, la 1 MHz este posibil numai la 1 din 1000 de cazuri, câmpul electric să penetreze țesutul biologic.

Câmpurile magnetice alternative produc curenți de inducție, așa numiți curenți turbionari, care slăbesc câmpul. Intensitatea câmpului

magnetic în organism descrește cu distanța de la suprafață. Ecranarea magnetică este ineficientă pentru frecvențe scăzute, câmpul magnetic pătrunzând în organism cu întreaga intensitate până la frecvența de 10 MHz.

Intensitatea câmpurilor electromagnetice când se trece de la un mediu la altul, parte din energia undei va fi reflectată. Cantitatea reflectată depinde de diferența impedanțelor celor două medii. Acea parte a undei care penetrează țesutul va fi absorbită după o anumită distanță și energia undei va fi transformată în căldură.

Adesea, există una sau mai multe frecvențe de rezonanță moleculară la care absorbția este mai mare, așa numita dispersie anormală sau relaxare dielectrică.

Interacțiunea dintre sistemele biologice și radiația electromagnetică este dominată de apă. Când o moleculă de apă este expusă la un câmp electromagnetic, tinde să se orienteze ea însăși în direcția câmpului electric. Apa devine polarizată. Gradul de polarizare este scăzut datorită mișcării termice. Până la frecvențe de ordinul GHz absorbția câmpurilor electromagnetice în apă este dominată de efectul Joule. Absorbția este influențată puternic de concentrația de ioni din apă.

Mărimea absorbției în țesuturi este determinată într-un mare grad de conținutul lor de apă. Pentru țesuturile cu un conținut mare de apă dependența absorbției de frecvență s-a dovedit ca fiind similară cu aceea pentru apă. Pentru astfel de țesuturi rezistivitatea și permitivitatea descresc cu creșterea frecvenței câmpului. Aceasta se datorează polarizării de-a lungul membranelor celulare.

Pentru țesuturile cu un conținut scăzut de apă mecanismul este asemănător doar că valorile permitivității și rezistivității sunt diferite și dependența lor de frecvență este mai puțin înțeleasă.

Energia de absorbție a țesuturilor cu un conținut crescut de apă poate fi de până la 60 de ori mai mare decât în țesuturile cu un conținut scăzut de apă. Aceasta înseamnă că absorbția câmpurilor electromagnetice de către organism, adică încălzirea corpului nu este distribuită în mod egal, dar este dependentă într-un grad înalt de conținutul de apă al fiecărui țesut.

Permitivitățile diferite ale variatelor țesuturi pot cauza de asemenea reflexii între diferitele straturi ale țesutului. Aceasta în schimb poate cauza unde staționare și spoturi calde care uneori fac dificilă precizarea locului în care se va produce maximum de absorbție și de temperatură.

1.2. Efectele posibile ale câmpurilor electromagnetice cu frecvență scăzută

Din punct de vedere teoretic, câmpurile cu frecvență scăzută pot afecta sistemul biologic în trei moduri :

- afectarea stării moleculelor;
- afectarea unor mari grupări de molecule (cum sunt celulele și organele);
- afectarea conștienței și comportamentului.

1.3. Efectele asupra celulelor și organelor. Efectul termic

Un câmp electromagnetic poate produce curenți de inducție în diferite zone ale sistemului biologic. Curenții electrici astfel generați produc căldură.

Producerea de căldură cauzată de câmpul electromagnetic poate avea desigur, un efect dăunător direct, dar este mai probabil ca vătămările să se producă în primul rând când creșterea temperaturii afectează viteza de reacție a proceselor biochimice. Când se determină o posibilă încălzire locală trebuie luată în considerare răcirea prin conductibilitatea termică, convecție, evaporare și radiație.

1.4. Efectele posibile ale câmpurilor de înaltă frecvență

Componenta electrică a câmpurilor electromagnetice de înaltă frecvență poate penetra țesuturile biologice. Pentru aceste câmpuri se folosește ca unitate de măsură, densitatea de putere. Densitatea de putere maximă admisă pentru timp de expunere de 6 minute, pentru banda de frecvențe 2-300 GHz, este de 50 W/m^2 (5 mW/cm^2). De asemenea, trebuie luat în considerare câmpul electromagnetic generat de toate sursele existente, adică intensitatea câmpului electromagnetic cumulat.

La această valoare a densității de putere, pe lângă efectele termice, se pot produce și efecte electrochimice. În lucrările de specialitate se arată că la intensități crescute ale câmpului, efectele termice cauzează perturbări în dezvoltarea celulei, probabil datorită perturbării sintezei acesteia.

1.5. Efectul câmpurilor electromagnetice asupra organelor biologice

Efectul câmpurilor electromagnetice asupra organelor biologice este dependent de intensitatea și frecvența câmpului. Efectul aceluiași câmp asupra diferitelor organe poate fi desigur considerabil diferit. Unele organe sunt mai sensibile decât altele. Unele organe sunt de asemenea, din cauza poziției lor în organism, mai expuse la acțiunea câmpului electromagnetic.

Câmpurile electromagnetice afectează funcțiile inimii. Un câmp în impuls afectează frecvența cardiacă. Multe efecte ale acțiunii câmpului electromagnetic au fost raportate ca fiind bazate pe perturbări funcționale ale sistemului nervos, manifestate prin simptome ca: dureri de cap, astenie, creșterea oboselei, insomnie, amețeli. Deși destul de rară, totuși prin

gravitatea, ireversibilitatea și tendința de progresiune, cataracta este considerată ca leziunea cea mai importantă provocată de câmpurile electromagnetice de înaltă frecvență. În majoritatea cazurilor, câmpul electromagnetic de frecvență înaltă este cataractogen în cazul unor intensități foarte mari. Totuși gama periculoasă este considerată destul de vastă.

Analiza efectelor probabile, ca urmare a expunerii la microunde asupra stării de sănătate a personalului care deservește radarele (exploatare, depanare, reparare) se face în baza unui control medical complex (clinic și de laborator) cuprinzând un lot de 100-200 de subiecți umani, distribuiți în mai multe loturi bine definite. Rezultatele obținute trebuie înregistrate pe fișe individuale. În interpretarea datelor obținute trebuie ținut seama de o serie de factori cauzali obiectivi, ca: vârsta, vechimea în activitate, antecedente patologice personale, modul de viață.

2. Măsuri și mijloace de protecție contra efectelor câmpurilor electromagnetice

Protecția reprezintă etapa finală a tuturor măsurilor care se iau pentru asigurarea securității personalului și a populației care se află în zona de acțiune a aparaturii electronice de înaltă frecvență, ultraînaltă frecvență și microunde de mare putere.

În majoritatea cazurilor, prin protecție se înțeleg orice măsuri îndreptate spre reducerea la minim posibil a efectelor nocive ale radiațiilor electromagnetice asupra organismului uman.

În prezent s-au elaborat și însușit multe procedee și mijloace diferite (amplasarea surselor de radiații, construcții, materiale, etc.) destinate pentru protecția personalului împotriva radiațiilor electromagnetice. Multe din acestea au fost implementate în practică, altele se află deocamdată încă în stadiul de elaborare și experimentări.

Cercetătorii propun principii diferite de clasificare a măsurilor de protecție. Toate mijloacele și metodele de protecție sunt separate convențional în trei grupe: organizatorice, tehnico-inginerești și de tratament profilactic. Prima din acestea este orientată spre optimizarea proiectării dispunerii reciproce a surselor de radiații și personalului iradiat, precum și spre organizarea unor asemenea cicluri de muncă și odihnă în care se reușește să se reducă la minimum timpul de aflare a personalului sub radiații electromagnetice și să se prevină pătrunderea lor în zonele periculoase.

Scopul măsurilor profilactice de tratament este urmărirea rezistenței organismului la acțiunea radiațiilor și tratamentului.

Metodele tehnice și mijloacele utilizate sunt orientate spre reducerea directă a intensității câmpului electromagnetic până la nivelul admis și de aceea, se consideră că sunt și cele de bază.

În urma măsurătorilor de câmp electromagnetic efectuate în teren, cât și din literatura de specialitate, a rezultat că din formele și mijloacele tehnice cele mai eficiente metode de protecție a personalului, sunt:

- ridicarea antenelor și a diagramei de directivitate. Prin această metodă caracteristica de directivitate este la înălțimi ce depășesc statura unui om;

- efectuarea măsurătorilor și marcarea zonelor periculoase;

- dispunerea radarelor la distanțe cât mai mari față de cladirile cu birouri;

- ecranarea aparaturii (emițătorilor) din cabinele radarelor;

- este obligatoriu ca la ușile emițătoarelor să existe microîntrerupătoare care să decupleze emisia în momentul deschiderii acestor uși.

- ca mijloace individuale de protecție, utilizarea costumelor de protecție, care conțin în țesătură fire de poliamidă metalizate, cât și ochelari de protecție cu peliculă metalizată.

În prezent, pe plan mondial, se întreprind acțiuni pentru limitarea efectelor câmpurilor electromagnetice asupra organismelor vii, dintre care cele mai importante sunt:

- Normarea intensității admisibile ale câmpurilor electromagnetice, pentru activități industriale și pentru locuințe, în centre urbane sau rurale. Această diferențiere este necesară deoarece timpul de expunere a unei persoane diferă într-o activitate industrială și în spațiul de locuit. De exemplu, în SUA este recomandată densitatea de putere maximă a câmpului electromagnetic de 10 mW/cm^2 , în domeniul de frecvențe de 10^4 - 10^5 MHz. În multe țări sunt elaborate tabele, prin care se determină valorile admisibile în funcție de timpul de expunere.

- Aplicarea de măsuri de protecție în desfășurarea unor activități cu surse de câmpuri electromagnetice.