

## Ingineria sistemelor si restructurarea industriei de aparare

Cpt. comandor prof. dr. ing. Gavrilă MALOS, Academia Tehnică Militară, București  
Prof.dr. Constanta BODEA, Academia de Studii Economice, București

*During their life cycle, the systems are continually inspected and maintained. The solutions for these processes must be suitable for the use, the operation and the maintenance of the systems (flexibility, economical, safe for operation and maintenance, maintenance friendly, exchangeable). The systems will be operated and maintained in a context and internal conditions the variations of which are more and less foreseeable. The system manager should know the main concepts for the system maintenance, renovation and replacement. The system engineering provides useful concepts, methods, tools and standards for the system analysis activities. The defense industry restructuring processes can be organized and performed by the means of system engineering techniques and tools.*

**Keywords:** *system engineering, defence industry, system analysis, economic restructuring, projects, system management.*

Până în anii '90, industria de aparare a avut un rol semnificativ în dezvoltarea economico-socială a României. Ca urmare a proceselor de conversie și reducere a producției de aparare din ultimul deceniu, contribuția la crearea Produsului Național Brut s-a diminuat semnificativ. Dar, în pofida faptului că multe dintre unitățile din industria de aparare se confruntă cu reale dificultăți, se constată, în special după anul 2001, o revenire graduală a sectorului de aparare către stabilitate. În prezent, unele dintre unitățile din industria de aparare înregistrează profit. Încheierea unor acorduri bilaterale și multilaterale de cooperare cu țări ce dețin o industrie de aparare dezvoltată reprezintă una dintre direcțiile de adaptare a României la tendințele contemporane ale pieței europene și internaționale de produse de aparare.

### Restructurarea industriei de aparare – obiective și soluții de realizare

Restructurarea industriei de aparare, prin dezvoltarea producției de echipamente de luptă și de sisteme de armament, precum: sisteme de infanterie, sisteme de artilerie, vehicule blindate de transport și de luptă, etc. prezintă o deosebită importanță atât din perspectiva efectelor economice scontate, cât și din perspectiva securității naționale. Aceasta restructurare presupune in-

roducerea unor noi tehnologii, capabile să dezvolte și să producă o gamă completă de sisteme militare, atât pentru aplicații interne, cât și pentru export, concomitent cu re proiectarea și implementarea unor noi structuri organizatorice, în scopul descentralizării conducerii industriei de aparare, respectiv transferării atribuțiilor de la nivel central/național la nivelul subunităților cu pondere importantă în producția realizată în acest domeniu.

Obiectivele strategiei referitoare la restructurarea industriei de aparare sunt:

- Reconvertirea unor capacități de producție din industria de aparare și transformarea acestora în structuri flexibile, adaptabile cerințelor pieței;
- Accentuarea cooperării internaționale, atât în domeniul dezvoltării, cât și cel al producției de sisteme de armament;
- Concentrarea tehnologiilor moderne și performante în cadrul acelor capacități de producție care au posibilitatea de a obține comenzi și creșterea competitivității produselor de aparare, prin îmbunătățirea raportului performanță/preț;
- Implementarea unor tehnologii duale, care să permită, atunci când scade nivelul comenzilor militare, creșterea volumului producției civile;
- Implicarea unităților din industria de aparare în programe internaționale;

- Transformarea principalelor unitati si capacitati de fabricatie în centre de profit;
- Asigurarea compatibilitatii tehnologiilor de fabricatie cu cerintele mediului înconjurator, pentru respectarea exigentelor impuse de normele internationale referitoare la poluare;
- Conversia unor capacitati de productie militara în productie civila.

Coerenta si eficacitatea proceselor complexe de restructurare a industriei de aparare a fost asigurat într-o serie de tari, precum: Olanda, Suedia, Marea Britanie, SUA, Polonia prin aplicarea conceptelor ingineriei sistemelor. Pe plan mondial, se constata tendinta de extindere a aplicarii conceptelor, metodelor si tehnicilor de inginerie a sistemelor. Prin utilizarea standardelor impuse de ingineria sistemelor, tari cu traditie în implementarea mecanismelor economiei de piata au dezvoltat modele si proiecte în diferite domenii ale vietii socio-economice, asigurând astfel supravietuirea actorilor economici pe o piata în care presiunea competitiva este în continua crestere. În contextul internationalizarii pietelor, rolul si pozitia competitiva a industriei de aparare depind, în mare masura, de conditiile obiective ale pietei internationale a produselor de aparare.

Ingineria sistemelor reprezinta o abordare relativ noua, care a început sa fie utilizata pe scara larga în multe tari dezvoltate pentru abordarea sistemelor complexe, atunci când metodele clasice nu au dat rezultatele asteptate. Ingineria sistemelor reprezinta o abordare interdisciplinara menita sa dezvolte si sa verifice un set integrat si echilibrat de solutii, care sa satisfaca cerintele exprimate de client. Necesitatea aplicarii conceptelor ingineriei sistemelor pentru procesele de restructurare a industriei de aparare decurge din stadiul actual, de restructurare în care definirea, analiza si proiectarea la nivel macroeconomic, microeconomic, sectorial si chiar regional a industriei nationale de aparare este singura posibilitate de asigurare a interoperabilitatii cu structurile similare ale NATO. Aplicarea conceptelor specifice ingineriei

sistemelor presupune aplicarea unor criterii de rationalitate în gestionarea resurselor, oferind o solutie de restructurare care sa asigure totodata si reconversia profesionala a fortei de munca de înalta calificare.

Aplicarea standardelor de inginerie a sistemelor asigura proiectarea si dezvoltarea unui sistem integrat pentru industria de aparare, în conditiile pietei actuale, cu mentinerea utilitatii acesteia în noua configuratie politica si economica la care Romania este parte. În eforturile de dezvoltare industrială, un factor important îl constituie încercarea de diminuare a poverii financiare care greveaza economia nationala, prin modernizarea produselor si tehnologiilor din industriei de aparare, ceea ce va determina reducerea importurilor. Pentru aceasta trebuie creata o infrastructura corespunzatoare în domeniul productiei pentru aparare. Drept consecinta, se impune promovarea, cu prioritate a produselor industriei de aparare pe pietele externe si încurajarea unitatilor în realizarea acestor produse.

### **Mediul de aplicare a ingineriei sistemelor**

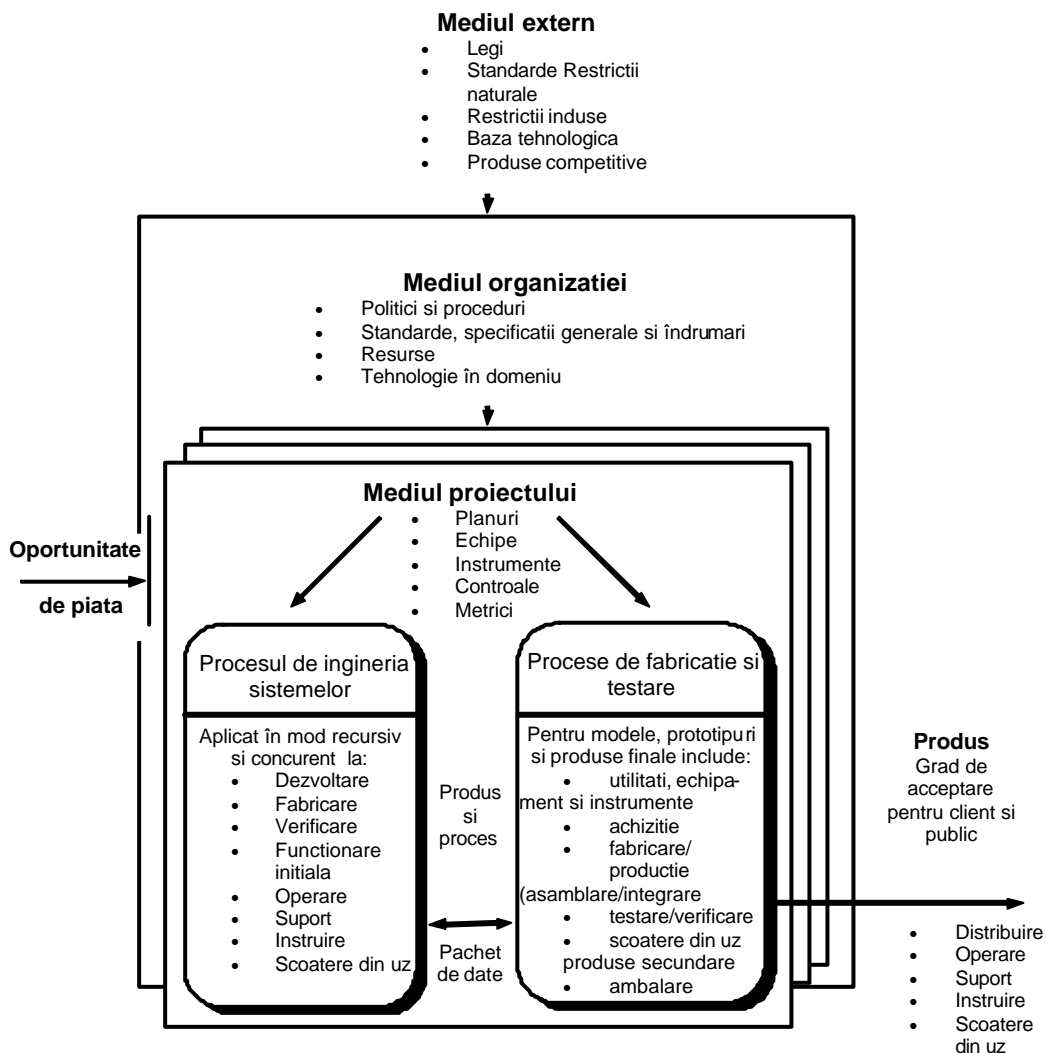
În faza initiala de aplicare a ingineriei sistemelor se identifica cel mai bun concept, respectiv cea mai buna posibilitate de satisfacere a unei oportunitati manifestate pe piata. În a doua faza, se urmareste cresterea valorii conceptului, prin definirea completa a produsului/sistemului si prin stabilirea unui document de referinta al configuratiei. Aceasta faza permite dezvoltarea detaliata a subsistemelor, componentelor si elementelor unui întreg sistem sau numai a unor repere specifice dintr-un produs existent care este supus îmbunatatirii treptate. *Figura 1* prezinta mediul intern si extern de aplicare a ingineriei sistemelor.

### **Principiile ingineriei sistemelor**

- Procesele de inginerie a sistemelor se desfasoara pe baza urmatoarelor principii:
- Documentarea privind problema si beneficiarul. Formularea problemei în termeni imparziali.

- Utilizarea criteriilor de eficienta în luarea deciziilor. Utilizarea, în cadrul procesului decizional, atât a criteriilor calitative, necuantificabile, cât si a celor cuantificabile.
- Stabilirea cerintelor. Verificarea faptului ca beneficiarul a înțeles si a acceptat cerintele.
- Identificarea si evaluarea alternativelor, care sa permita definirea solutiei. Utilizarea metodelor de proiectare sistemica.

- Verificarea si validarea cerintelor si a performantei solutiei. Asigurarea calitatii proiectului si estimarea realista a rezultatelor.
- Mentinerea unitatii si integritatii sistemului.
- Derularea unor procese articulate si documentate. Utilizarea sistemele/aplicatiilor informatice si automate disponibile.



**Fig.1.** Mediul de aplicare a ingineriei sistemelor

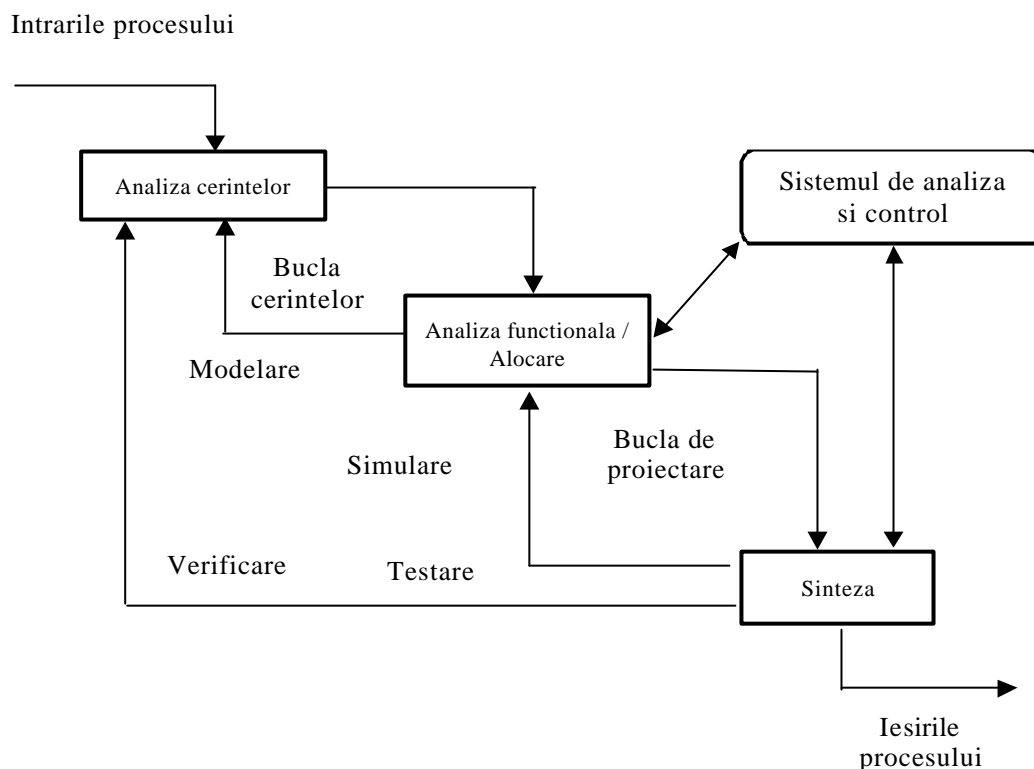
### Procesele de inginerie a sistemelor

Ingineria sistemelor reprezinta efortul de organizare a proiectului sistemului, precum si de stabilire a proceselor de dezvoltare, testare, fabricatie, suport, operare, instruire, distributie si scoatere din uz a sistemului.

Procesele de inginerie a sistemelor sunt prezentate în *figurile 2 si 3*. Aceste procese trebuie derulate ori de câte ori exista o noua cerinta pentru un sistem. Practica a dovedit ca desfasurarea acestor procese reprezinta singura posibilitate eficienta de a

realiza produsele cerute de potentialii beneficiari, dar presupune o regândire a modului de abordare a dezvoltării oricărui sistem, dezvoltare care implica schimbări atât ingineresti, manageriale, cât și de mediu.

Abordarea proceselor de inginerie a sistemelor la nivel generic (figura 2) permite punerea în evidență a mecanismelor de identificare și elaborare a dezvoltărilor specifice unui sistem.



**Fig.2.** Abordarea generică a proceselor de inginerie a sistemelor

Pe parcursul ciclului de viață al sistemului, procesele de inginerie a sistemelor trebuie să fie aplicate într-o manieră creativă și nu rigidă, astfel încât să se poată răspunde scopului inițial, de satisfacere a cerințelor potențialilor utilizatori.

Procesele de inginerie a sistemelor implica realizarea următoarelor activități mai importante (figura 3):

- analiza cerințelor;
- validarea cerințelor;
- analiza și repartizarea funcțională;
- sinteza;
- verificarea proiectului;
- analiza sistemului
- controlul sistemului.

Cerințele de intrare cuprind următoarele elemente: condițiile impuse de beneficiar

(misiune, mediu de utilizare), limitările/restricțiile, măsurile de eficacitate, de standardizare, etc. Rezultatele procesului de inginerie a sistemelor sunt: specificațiile, documentele de control pentru interfețe, pachetele de date tehnice, planurile de management, strategii de dezvoltare, etc.

Proiectul de sistem se caracterizează, în principal, prin unitatea elementelor esențiale, respectiv: componentele hardware, software și resursele planificate pentru logistică, în interconexiunea lor. Rezultatul obținut va asigura întotdeauna un echilibru între soluțiile care îndeplinesc nevoile operaționale și alte obiective ale utilizatorilor.

Procesele de inginerie a sistemelor pot și trebuie folosite pentru transformarea nevoilor operaționale ale utilizatorilor în cerințe și a cerințelor în proiecte care să satisfacă performanțele de calitate, cost și să

corespunda obiectivelor utilizatorilor. C rintele de performanta se rafineaza pe baza alternativelor selectate si a  rıntelor  tualizate si,  n continuare, se descompun la

urmatorul nivel al functiei performanta, dupa care se realizeaza, din nou identificarea si analiza alternativelor.

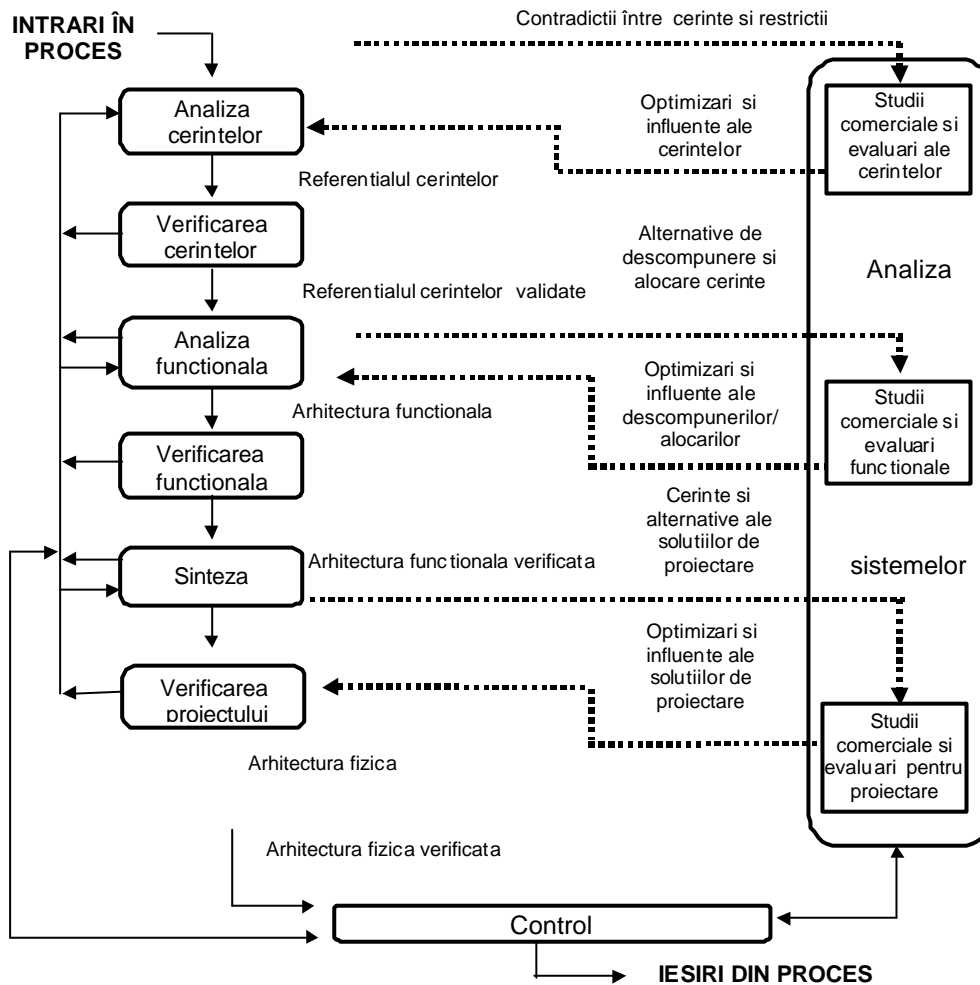


Fig.3. Procesele de inginerie a sistemelor

Este foarte posibil ca,  n derularea acestor procese, sa apara nerealizari, caz  n care se continua descompunerea functionala a  rıntelor catre nivelul cel mai de jos al functiei de performanta.  n acest fel, structura piramidala a proiectului, dezvoltata  n abordare top-down, devine o constructie temeinica, viabila.

- Sinteza proiectului fizic  ncepe prin alegerea componentelor hardware, astfel  nc t sa poata fi asigurata performanta si aranjarea acestora  ntr-o relatie fizica de compatibilitate si functionalitate. Pe parcursul acestei etape de dezvoltare a proiectului, analiza este folosita pentru verificarea gradului  n care elementele si subsistemele

adaugate progresiv corespund cerintelor. Estimari facute sunt verificate direct, prin demonstratii, teste si evaluari.

- Consideratiile prezentate se refera la  ntregul ciclu de dezvoltare a proiectului,  nsa conceptia si modul de abordare pot fi aplicate si punctual, numai anumitor cerinte.  n acest fel se obtin avantaje reale, prin reducerea timpului, costului si riscului asociat oricarei noi activitati de proiectare, avantaje puse  n evidenta prin folosirea componentelor hardware, software si a resurselor/serviciilor disponibile.

- Activitatile de analiza si control desfasurate  n cadrul proiectului de inginerie a sistemelor servesc ca baza pentru evaluarea

alternativelor, pentru selectarea celei mai bune solutii si pentru obtinerea informatiilor necesare deciziilor de proiectare. Aceste activitati includ:

- Studiile de negociere între cerintele, alternativele si costurile proiectului;
- Managementul riscului, care presupune identificarea si evaluarea surselor de risc asociate tehnologiilor, productiei, testarii si sistemului suport folosit, precum si definirea solutiilor de diminuare a acestor riscuri;
- Managementul configuratiei în scopul realizarii controlului produselor, proceselor si documentatiei referitoare la sistem. Managementul configuratiei vizeaza, în primul rând, identificarea, documentarea si verificarea caracteristicilor fizice si functionale ale unui produs (element al sistemului). Totodata, presupune si înregistrarea configuratiei unui produs si controlarea modificarilor aduse acesteia. Managementul configuratiei ofera o imagine completa a evolutiei proiectului, cu toate deciziile luate si amendamentele aprobate;
- Managementul datelor referitoare la proiectul sistemului. În acest fel, documentatia tehnica, constituita din: documentatia configuratiei, datele si manualele tehnice, este în permanenta disponibila, în vederea controlului si actualizarii, existând posibilitatea corelarii datelor care vor servi ca referinta operativa pentru celelalte activitati din proiect.
- Stabilirea unitatilor de masura (a etaloanelor) de performanta pentru realizarea unei analize a evolutiei proiectului în raport cu varianta initiala si cerintele sistemului (conditii de performanta, diminuare a riscului, productivitate si încadrare în termenele planificate);
- Stabilirea controlului interfetelor, prin înregistrarea si comunicarea modificarilor tuturor celor afectati.
- Revederea planului proiectului, pentru demonstrarea si confirmarea îndeplinirii cerintelor.

Analizele de suportabilitate își reduc amploarea sau pot fi chiar eliminate atunci când strategia de achizitie, dezvoltata în

conformitate cu politicile si procedurile specifice acestor activitati este utilizata ca plan pentru managementul si executia programului de achizitie.

### **Concluzii**

În conditiile economice actuale, aplicarea metodelor si principiilor ingineriei sistemelor conduce la realizarea unui sistem integrat pentru industria de aparare, prin care aceasta sa își mentina viabilitatea în noua configuratie politica si economica la care Romania este parte.

Aplicarea metodelor si tehnicilor de inginerie a sistemelor reclama utilizarea pe scara larga a tehnologiilor informationale si de comunicatii, care sa permita un management eficient al resurselor, comunicarea la distanta în timp real, luarea deciziilor în contextul dinamicii economiei informationale.

Impactul economic si social scontat este semnificativ, în sensul ca se ofera o abordare consistenta si riguroasa, cu respectarea standardelor utilizate în economiile de piata cu traditie. Cerinta operationala, de restructurare a economiei românești si, în particular, a sectorului de aparare, se poate transforma într-o arhitectura optimizata de sistem, cu integrarea fabricatiei si a suportului logistic.

### **Bibliografie**

1. Buede D. M. – Proiectarea sistemelor. Metode si modele, Editura John Wiley & Sons, 2000.
2. IPMA – International Competence Baseline, 2000.
3. Malos G. – Ingineria sistemelor, Editura ATM, 2000.
4. Malos G. – Ingineria sistemelor în managementul proiectelor, suport curs, Managementul Informatizat al Proiectelor, Academia de Studii Economice, Bucuresti, 2002.
5. Vitech Corporation – CORE: Produs software de modelare a procesului de ingineria sistemelor, 1999.

