

# SISTEM INTELIGENT DEDICAT TRANSPORTULUI TERESTRU MULTIMODAL DE MARFĂ

Gabriela Rodica Hrin  
Mihaela Tomescu

Lucian Emanuel Anghel  
Iuliana Neașu

Adrian David  
Daniel Savu

*Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Informatică, ICI, București*

**Rezumat:** Dezvoltarea transporturilor a urmat îndeaproape dezvoltarea economică mondială, care a impus sporirea continuă a volumului de mărfuri transportate. Transporturile multimodale sunt considerate o alternativă sigură pentru viitor, întrucât răspund cel mai bine atât cerințelor tot mai acute privind descongestionarea arterelor rutiere, protecția mediului și conservarea energiei, cât și cerințelor mereu crescânde ale beneficiarilor de transport privind gama și calitatea serviciilor.

Sistemul inteligent de management al resurselor în transportul terestru multimodal de mărfuri - SINMAR-TMM este un sistem inteligent, dedicat transportului terestru multimodal de marfă, realizat prin proiectul de cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare dezvoltat prin contractul 7C05/2004 în programul național AMTRANS.

O prezentare din unghiuri de vedere diferite a facilităților pe care le oferă sistemul este oferită, în principal, prin intermediul descrierii ariei țintă, funcționalității, arhitecturii de referință, arhitecturii fizice, arhitecturii de comunicație, tehnologiilor folosite, soluțiilor furnizate, caracteristicilor de calitate.

**Cuvinte cheie:** transport terestru multimodal de marfă, RFID, GPS, GIS, GPRS, Web services, baze de date.

## 1. Cadrul de desfășurare a cercetărilor

Realizarea „Sistemului inteligent de management al resurselor în transportul terestru multimodal de mărfuri, sistem pilot demonstrativ - SINMAR-TMM” reprezintă ținta proiectului desfășurat prin contractul AMTRANS 7C05 / 2004.

Consortiul care a realizat sistemul SINMAR-TMM este format din ICI (coordonatorul proiectului), UPB-CEPETET (partener dezvoltator) și SNTFM „CFR Marfă” S.A. (partener utilizator).

## 2. Transportul multimodal terestru de marfă - aria sistemului

Dezvoltarea transporturilor a urmat îndeaproape dezvoltarea economică mondială, care a impus sporirea continuă a volumului de mărfuri transportate.

Transporturile multimodale sunt considerate o alternativă sigură pentru viitor, întrucât răspund cel mai bine atât cerințelor tot mai acute privind descongestionarea arterelor rutiere, protecția mediului și conservarea energiei, cât și cerințelor mereu crescânde ale beneficiarilor de transport privind gama și calitatea serviciilor.

Prin utilizarea mai multor moduri de transport la realizarea procesului de transport se asigură o simbioză între capacitatea de a transporta mărfuri pe distanțe mari, oferită de transportul feroviar, și flexibilitatea oferită de transportul rutier pe distanțe mici.

Până în prezent, nu a fost elaborată o terminologie standardizată privind transportul multimodal.

Transportul multimodal, în accepțiune largă, poate fi definit ca un transport „din poartă în poartă” cu participarea a cel puțin două moduri de transport, utilizând o unitate standardizată de transport marfă și un document unic pe întreg lanțul de transport, cu preluarea tuturor responsabilităților comerciale, vamale, de asigurare etc. de către un singur agent.

Specific acestei tehnologii este folosirea unei unități de transport (container, cutie mobilă, semiremorcă, autotren, remorcă specială), iar pe întreg lanțul de transport, indiferent de câte transbordări se fac, marfa propriu-zisă este supusă numai la două operații de manipulare, una de încărcare în unitatea de transport de către expeditor și alta de descărcare la destinatar, transbordările care intervin în parcurs, la trecerea de la un mod de transport la altul, realizându-se prin manipularea unității de transport cu mijloace logistice și în centre specializate (terminale).

Transporturile multimodale se utilizează, de regulă, pentru parcurgerea distanțelor mari, acolo unde apare în mod aproape firesc necesitatea utilizării mai multor moduri de transport. În traficul internațional terestru (transportul feroviar și rutier) transportul se efectuează cu vagoane și vehicule rutiere specializate, unitatea de transport fiind containerul, cutia mobilă, semiremorca, autocamionul sau remorca specială cu sistem dublu de rulare.

Transportul terestru multimodal utilizează fiecare mod de transport pe segmentul favorabil, realizează

un cumul al avantajelor fiecărui mod în parte, eliminând, de regulă, dezavantajele. Astfel, se pot îmbina mobilitatea și accesibilitatea specifice transportului rutier cu agresivitatea redusă asupra mediului, costurile mici și siguranța ridicată specifică transportului feroviar.

Transporturile multimodale prezintă o serie de caracteristici specifice care le deosebesc de modurile de transport clasice și anume:

- grad ridicat de flexibilitate a transporturilor care sunt în continuă perfecționare și dezvoltare;
- realizarea de transporturi din poartă în poartă, sigure, rapide, ieftine în avantajul clienților;
- cooperare eficientă între modurile de transport;
- efectuarea de transporturi competitive, fiecare mod de transport participând în zona sa de randament maxim;
- distribuție rațională și utilizare eficientă a capacităților de transport;
- reducerea cheltuielilor de întreținere a infrastructurilor de transport;
- minimizarea consumurilor energetice.

### 3. Domeniul țintă

Modelul de sistem de transport terestru multimodal de marfă considerat este prezentat în figura 1 care evidențiază modalitățile de transport al mărfii de la furnizor la beneficiar / cumpărător utilizând diferite strategii de transport marfă și anume marfă în vehicul rutier, marfă în container / unitate standardizată de transport marfă pe vehicul, vehicul pe vagon platformă, marfă în vagon, marfă în container în vagon.

Monitorizarea transportului se face cu o serie de dispozitive hardware, precum:

- dispozitive DPPC<sup>1</sup> de achiziție date pentru monitorizarea în timp real a vehiculelor rutiere utilizând tehnologiile GPS<sup>2</sup>, GSM<sup>3</sup> și GIS<sup>4</sup>;
- dispozitive DAPC<sup>5</sup> de achiziție date pentru monitorizarea în timp real a unităților standardizate de transport marfă / containerelor în transportul rutier și/sau feroviar de marfă utilizând tehnologiile GPS, GSM și GIS;
- etichete și cititoare de etichete / inscripționare de etichete, bazate pe tehnologia RFID<sup>6</sup>, de achiziție date pentru monitorizarea în timp real a locomotivelor, vagoanelor și vagoanelor platformă în transportul feroviar de marfă.

---

<sup>1</sup> DPPC - Dispozitiv Programabil de Poziționare și Comunicații

<sup>2</sup> GPS - Global Positioning System - Sistem de poziționare globală

<sup>3</sup> GSM - Global System for Mobile Communications - Sistem global pentru comunicații mobile

<sup>4</sup> GIS - Geographical Information System - Sistem de informații geografice

<sup>5</sup> DAPC - Dispozitiv Autonom de Poziționare și Comunicații

<sup>6</sup> RFID - Radio Frequency Identification - Identificare prin frecvență radio



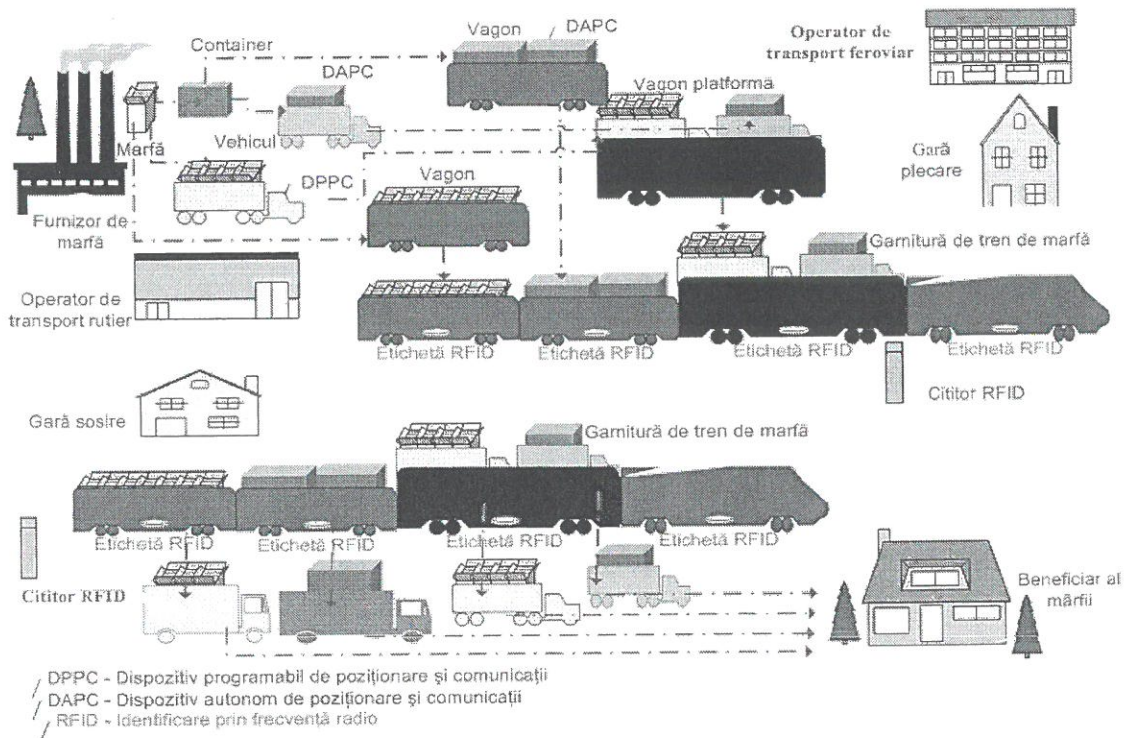


Figura 1. Fluxul de transport considerat în realizarea sistemului SINMAR-TMM

#### 4. Metodologia de dezvoltare a sistemului

Obiectivul proiectării arhitecturii sistemului a fost obținerea unei mai bune structurări, o descriere mai completă și formală a sistemului. În definirea arhitecturii sistemului, au fost luate în considerare, în principal, două viziuni: o viziune funcțională și una tehnică.

Viziunea funcțională a sistemului s-a concentrat asupra descrierii funcționalității sistemului, independent de modul în care va fi implementată această funcționalitate.

Modelul funcțional reprezintă o descompunere a sistemului, bazată pe funcționalitățile sistemului.

Entitățile incluse în această descompunere sunt funcțiile, împreună cu descrierea informală a funcționalității și cu indicarea sensului fluxului de informații dintre funcții.

Relațiile de control dintre funcțiile definite sunt incluse, de asemenea, în modelul funcțional.

Viziunea tehnică a sistemului consideră ca intrare viziunea funcțională și o dezvoltă cu informații privind aspectele de proiectare tehnică și implementare a sistemului în scopul obținerii unei descrieri formale mai complete orientate tehnologic.

În principal, viziunea tehnică a sistemului constă din arhitectura fizică, arhitectura bazei de date și arhitectura de comunicații.

Arhitectura fizică identifică componentele din care este construit sistemul și modul în care comunică aceste componente. Fiecare componentă identificată este descrisă prin proprietățile sale așa cum sunt văzute în mediile sale de lucru.

Sistemul este structurat în „subsisteme” care integrează un set corelat de funcționalități fiind considerate produse componente. „Modulele” sunt componente care reprezintă o grupare logică a anumitor funcționalități, adesea legate de un limbaj de programare.

Arhitectura bazei de date descrie structura fizică a bazei de date, care evidențiază entitățile de date, prezentate sub formă de tabele, și relațiile funcționale și de dependență logică dintre ele.

Arhitectura de comunicații definește modalitatea de rezolvare a necesităților de comunicații identificate, prin definirea interfețelor fizice dintre componentele arhitecturii fizice.

Fiecare interfață fizică identificată este detaliată în arhitectura de comunicații prin specificarea mijloacelor ce vor fi utilizate pentru rezolvarea necesităților de comunicații. Această specificare se bazează pe cerințele de comunicare, identificate în arhitectura fizică.

În cele ce urmează sunt prezentate tipurile de arhitecturi considerate și elementele componente ale acestora. De asemenea, sunt evidențiate legăturile cu metodele și limbajele de descriere formală, care pot fi utilizate ca forme de exprimare pentru elementele componente.

Tabelul 1 prezintă diferite tipuri de arhitecturi și elementele componente corespunzătoare, precum și metodologiile și limbajele formale asociate.

Setul de elemente prezentate în tabelul 1 nu trebuie considerat ca fiind exhaustiv.

**Tabelul 1 Tipuri de arhitecturi**

Etapa de realizare	Tipuri de arhitecturi	Elemente componente	Mod de exprimare
Specificația funcțională	Model de referință	<ul style="list-style-type: none"> <li>• blocuri</li> <li>• interconectări</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informal prin text și figuri</li> </ul>
	Arhitectura informațională	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tipuri de obiecte (clase)</li> <li>• atribute ale claselor</li> <li>• asocieri între clase</li> <li>• operații asupra atributelor</li> <li>• obiect (instanță a clasei)</li> <li>• actor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OMT: Model Obiect</li> </ul>
	Arhitectura funcțională	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proces / funcție</li> <li>• flux de informații</li> <li>• mesaje logice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OMT: Diagrame ale fluxurilor de date</li> <li>• SDL: Grafice ale secvențelor de mesaje</li> <li>• OMT: Diagrame ale tranzacțiilor de stare</li> </ul>
Specificația tehnică	Arhitectura fizică	<ul style="list-style-type: none"> <li>• componente</li> <li>• subsisteme</li> <li>• module</li> <li>• sarcini</li> <li>• software de aplicație</li> <li>• software de sistem</li> <li>• unități-hardware</li> <li>• unități-software</li> <li>• interfață logică</li> <li>• memorie fizică de date</li> <li>• stratificare</li> <li>• partiționare</li> <li>• interfață cu mediul</li> <li>• serviciu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IM: Metodologie integrată</li> <li>• CORBA/IDL: Definiere interfețe</li> </ul>
	Arhitectura de comunicații	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interfața fizică</li> <li>• mesaje fizice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informal prin text și figuri</li> </ul>
	Arhitectura bazei de date	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entități / tabele de date</li> <li>• relații între entități/tabele</li> </ul>	

## 5. Arhitectura funcțională a sistemului

### 5.1. Arhitectura funcțională a sistemului orientată spre funcții de gestiune a informațiilor

În definierea arhitecturii funcționale a sistemului SINMAR-TMM au fost considerate aspectele funcționale ale sistemului de transport terestru multimodal de marfă abordate și cărora, prin soluțiile tehnice proiectate și dezvoltate, li s-a adăugat calitatea de "inteligentă" atât de necesară în mileniul trei, în care electronica, automatizările, informatica și comunicațiile vor deveni suportul tuturor domeniilor de activitate.

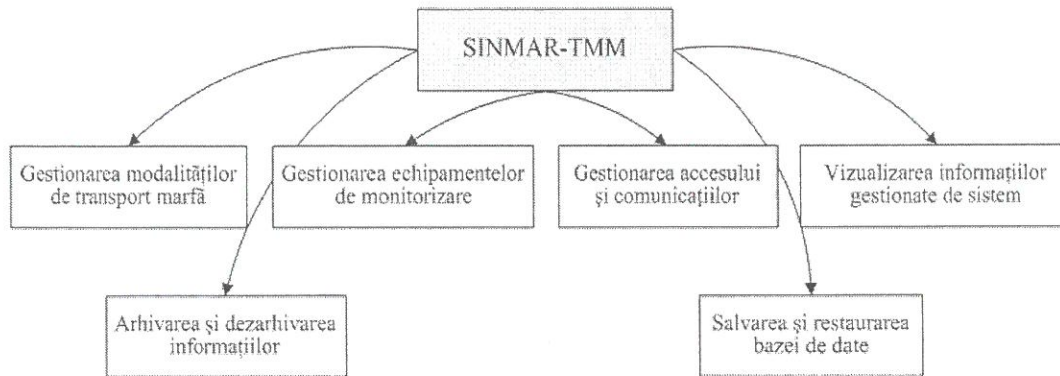
Funcționalitatea sistemului SINMAR-TMM poate fi privită din două puncte de vedere și anume din punctul de vedere al funcțiilor realizate prin procesele de gestiune a informațiilor implementate în cadrul sistemului și din punct de vedere al serviciilor furnizate.

Arhitectura funcțională a sistemului, privită din punct de vedere al funcțiilor realizate prin procesele de gestiune a informațiilor implementate în cadrul sistemului, este prezentată în figura 2. Respectiv funcții ale sistemului pilot SINMAR-TMM sunt structurate în cinci categorii în raport cu domeniul funcțional acoperit și anume:



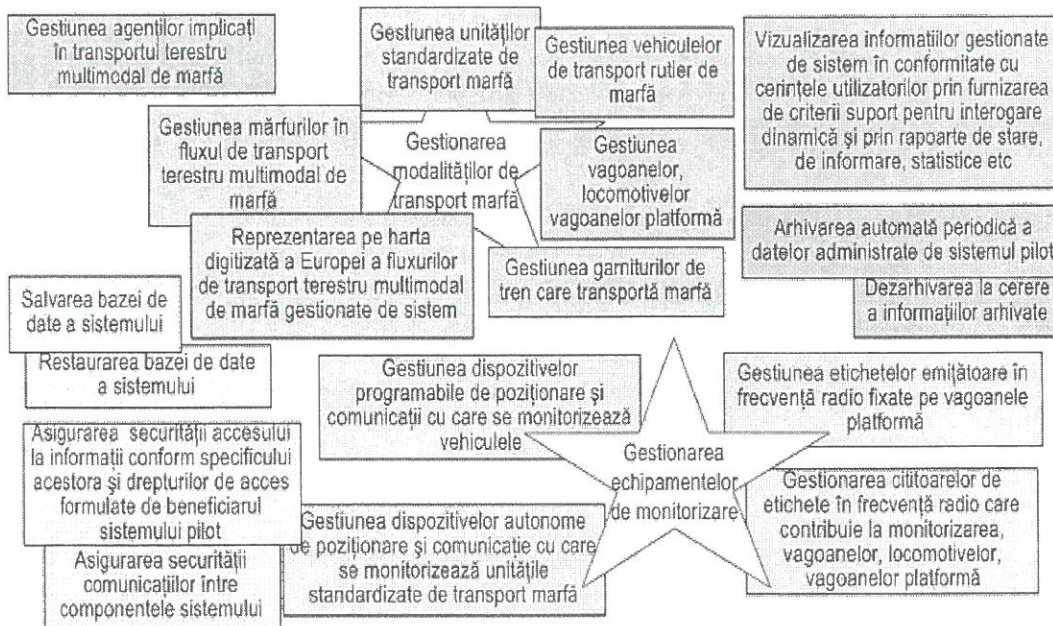
- gestionarea modalităților de transport marfă;
- gestionarea echipamentelor de monitorizare;
- vizualizarea informațiilor gestionate;
- arhivarea și dezarhivarea informațiilor;
- salvarea și restaurarea bazei de date;
- gestionarea accesului și comunicațiilor.

### Arhitectura funcțională a sistemului SINMAR-TMM



**Figura 2. Arhitectura funcțională a sistemului pilot SINMAR-TMM**

Funcțiile sistemului pilot SINMAR-TMM orientate spre activități de gestionare a informațiilor, structurate pe cele șase categorii, sunt prezentate în figura 3.



**Figura 3 Funcțiile principale ale sistemului pilot SINMAR-TMM**

## 5.2. Arhitectura funcțională a sistemului orientată spre servicii furnizate

O altă viziune asupra arhitecturii funcționale a sistemului pilot SINMAR-TMM, privită din punctul de vedere al serviciilor furnizate, este oferită în figura 4, prin prezentarea unui flux logic informațional previzibil, specific unei desfășurări normale a unei tranzacții de transport de marfă multimodal terestru.

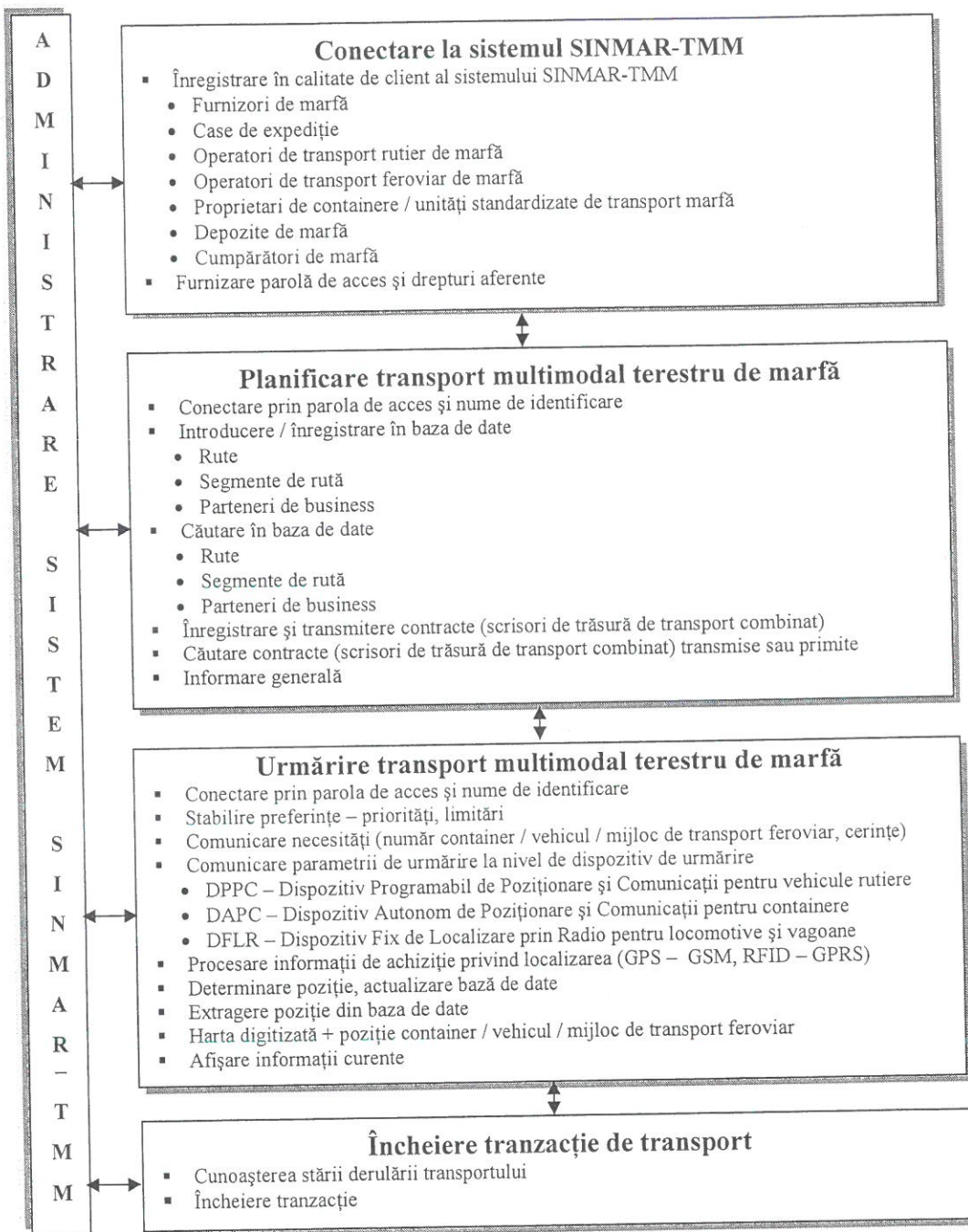


Figura 4. Fluxul logic informațional specific sistemului SINMAR-TMM

Suportul informațional este asigurat de totalitatea aplicațiilor informatice (software) necesare pentru derularea corectă a funcțiilor de business electronic și de urmărire a containerelor / vehiculelor rutiere / mijloacelor de transport feroviar în transportul de marfă multimodal terestru.

Principalele servicii structurate pe categorii de servicii oferite de sistemul pilot SINMAR-TMM sunt:

- Administrare sistem SINMAR-TMM:



- asigurarea fiabilității în funcționare a sistemului;
- asigurarea integrității bazei de date;
- păstrarea nivelului de confidențialitate asupra informațiilor la nivel de business;
- soluționarea rapidă a cerințelor utilizatorilor referitoare la folosirea dispozitivelor de urmărire.
- Conectare la sistemul SINMAR-TMM:
  - înregistrare în calitate de client al sistemului SINMAR-TMM;
  - furnizare parolă de acces și drepturi aferente.
- Planificare transport multimodal terestru de marfă:
  - conectare prin parola de acces și nume de identificare;
  - introducere / înregistrare / căutare rute, segmente de rută, parteneri de business;
  - înregistrare / transmitere / căutare contracte (scrisori de trăsură de transport combinat).
- Urmărire transport multimodal terestru de marfă:
  - conectare prin parola de acces și nume de identificare;
  - comunicare preferințe / necesități / parametri de urmărire;
  - procesare informații de achiziție privind localizarea;
  - afișare poziții container / vehicul / vagon / locomotivă și informații conexe.
- Încheiere tranzacție de transport:
  - cunoașterea stării derulării transportului / încheiere tranzacție.

## 6. Modalități de transport marfă într-un lanț de transport terestru multimodal

Într-un lanț de transport multimodal terestru de marfă există mai multe modalități prin care este transportată o marfă. Principalele modalități de transport luate în considerare în realizarea sistemului pilot SINMAR-TMM sunt sintetizate în tabelul 2.

**Tabelul 2 Modalități de transport al mărfii în transportul terestru multimodal**

Obiect transportat	Mod de transport	Mijloc de transport		
		Vehicul	Vagon	Vagon platformă
Marfă	Transport rutier	x		
	Transport feroviar		x	
Marfă în container	Transport rutier	x		
	Transport feroviar		x	
Marfă în unitatea standardizată de transport	Transport rutier	x		
	Transport feroviar		x	
Vehicul gol	Transport feroviar			x
Marfă în vehicul	Transport feroviar			x
Marfă în container pe vehicul	Transport feroviar			x
Marfă în unitatea standardizată pe vehicul	Transport feroviar			x

Chiar dacă dispozitivele de monitorizare a desfășurării transportului terestru multimodal de marfă se adresează unor scopuri distincte de achiziție date (echipamentul DPPC pentru achiziție date de urmărire referitoare la vehicul în transportul rutier, echipamentul DAPC pentru achiziție date de urmărire referitoare la container / unitate standardizată de transport marfă în transportul rutier și respectiv feroviar, echipamentul DFLR pentru achiziție date de urmărire referitoare la locomotivă, vagon sau vagon platformă în transportul feroviar), vor exista intervale de timp și segmente de transport în care informații de urmărire în scopul monitorizării pot fi furnizate de mai multe dispozitive concomitent.

O imagine globală a soluțiilor posibile de achiziție date, oferite de sistemul pilot SINMAR-TMM privind desfășurarea transportului pe segmente de transport, ale unui lanț de transport terestru multimodal de marfă, este prezentată în tabelul 3 prin indicarea tipurilor de dispozitive utilizate pentru urmărire la nivel de mod de transport și mijloc de transport.

Tabelul 3 Urmărirea derulării transportului mărfii în transportul terestru multimodal

Obiectul monitorizat	Modul de transport	Dispozitive pentru monitorizare a transportului		
		Container	Veicul	Vagon
Marfă în vehicul	Transport rutier		DPPC	
Marfă în vehicul pe vagon	Transport feroviar		DPPC sau	DFLR
Marfă în container pe vehicul	Transport rutier	DAPC sau	DPPC	
Marfă în container pe vehicul pe vagon	Transport feroviar	DAPC sau	DPPC sau	DFLR
Marfă în vagon	Transport feroviar			DFLR
Marfă în container în vagon	Transport feroviar	DAPC	sau	DFLR
Vehicul fără marfă	Transport rutier		DPPC	
Vehicul fără marfă pe vagon	Transport feroviar		DPPC sau	DFLR
Vagon fără marfă	Transport feroviar			DFLR

## 7. Arhitectura conceptuală a bazei de date

Principalele entități gestionate de sistemul pilot SINMAR-TMM și relațiile logice dintre acestea sunt prezentate în figura 5.

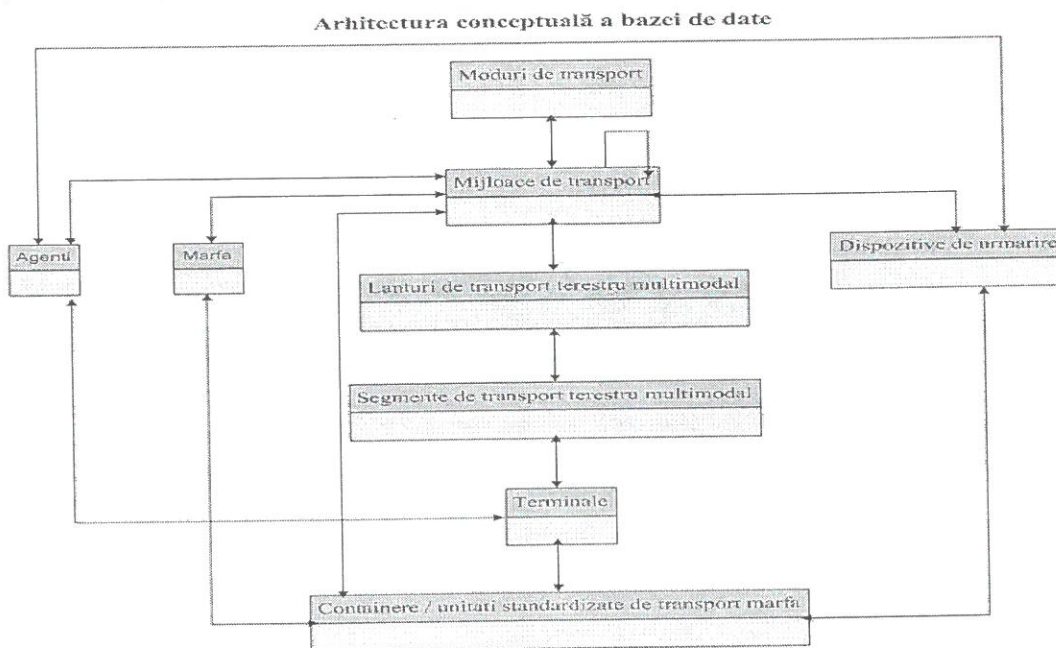


Figura 5. Arhitectura conceptuală a bazei de date a sistemului pilot SINMAR-TMM

## 8. Arhitectura organizațională

Multimodalitatea reprezintă modalitatea integrării între diferite moduri: mai multă multimodalitate înseamnă mai multă integrare și complementaritate între moduri, determinând utilizarea mai eficientă a sistemului de transport.

Baza economică a multimodalității este dată de acele moduri de transport, care afișează caracteristici operaționale individuale și economice intrinseci, pot fi integrate într-un lanț de transport „door-to-door” (din poartă în poartă) cu scopul de a îmbunătăți eficiența globală a sistemului de transport. Integrarea între moduri se realizează la nivelul infrastructurii și la nivelul hardware (de exemplu: unități de încărcare, mijloace de transport, telecomunicații), operații și servicii.

Politica multimodală furnizează cadrul în care utilizatorul de transport însuși decide asupra folosirii optime a modurilor diferite de transport. Abordarea „door-to-door” a transportului multimodal atrage, din acest motiv, o considerare puternică a cererilor utilizatorilor de transport.

Multimodalitatea nu este legată de anumite moduri de transport. Este o problemă de comerț și



mobilitate, care, în cazul transportului terestru calea ferată și drumul, sunt elemente ce contribuie la optimizarea întregului lanț de transport, în care sunt integrate servicii informaționale și de comunicații. La nivelul operațiilor de transport, noile servicii și tehnologia informației și comunicațiilor contribuie direct la îmbunătățirea utilizării capacităților existente.

Multimodalitatea nu tratează modul de a forța o ramificație modală specifică. Prin îmbunătățirea conexiunilor între modurile terestre de transport și integrarea lor într-un sistem unic, multimodalitatea permite o mai bună folosire a transportului pe calea ferată.

Din aceste considerente, multimodalitatea este complementară altor politici de transport, precum liberalizarea piețelor de transport, dezvoltarea rețelei de transport european și promovarea de prețuri corecte și eficiente. Unul din conceptele care au revoluționat transportul mărfurilor este acela de a transporta mărfurile în unități standardizate de transport, numite containere.

Argumentele privind rentabilitatea introducerii containerelor în transportul de mărfuri este că, în urma apariției lor, au fost create:

- terminale de containere (feroviare, rutiere);
- rețele specifice de transport containerizat, cu noduri principale și linii de rețea;
- mijloace de transport specifice (vagoane specializate etc.);
- mijloace de manipulare specializate (spread-ere, lifuri etc.);
- linii de transport specializate;
- tipuri specializate de containere (exemplu: containere frigorifice, containere cisternă);
- organizații specializate în construcția de containere.

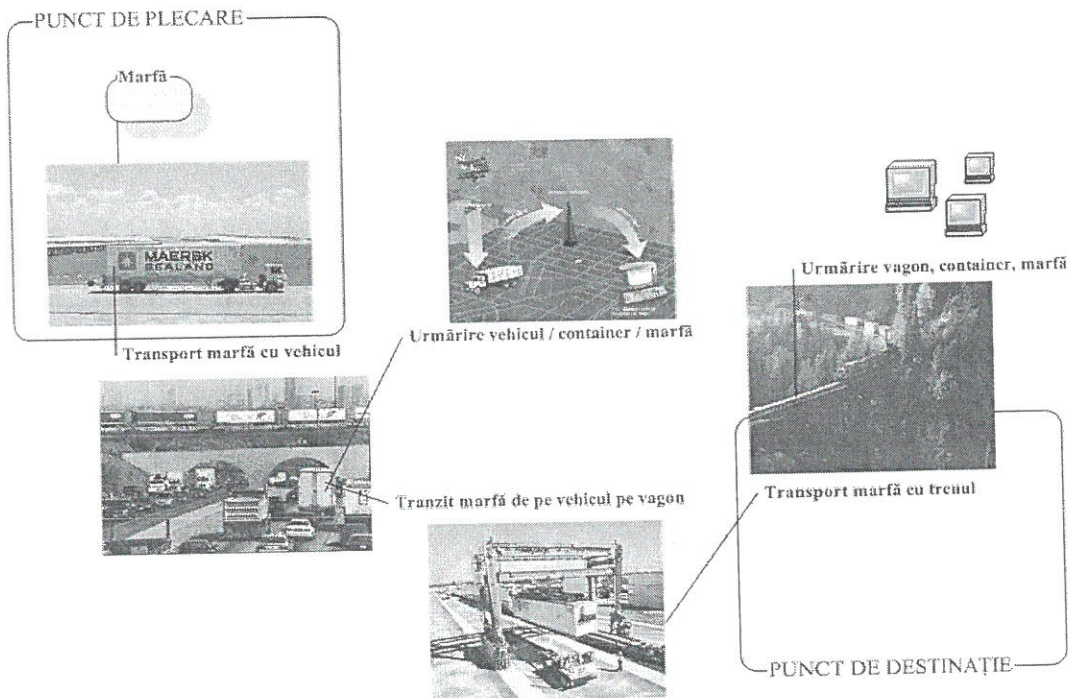
Manipularea unui container de pe un mijloc de transport aparținând unui mod de transport, pe un alt mijloc de transport aparținând altui mod de transport, se poate face într-un singur terminal dotat corespunzător pentru astfel de acțiuni. Orice transport terestru multimodal de marfă este constituit din unul sau mai multe ansambluri de lanțuri de transport, formate din două segmente de transport, din care unul este de tip transport rutier și al doilea de tip transport feroviar sau invers.

Din punct de vedere organizațional sistemul SINMAR-TMM administrează o serie de structuri informaționale, specifice localizărilor fizice proprii lanțurilor de transport terestru multimodal de marfă. În cazul în care lanțul de transport terestru multimodal de marfă conține numai două segmente de transport (figura 6), primul de transport rutier și al doilea de transport feroviar, sunt considerate:

- punctul de plecare cu acțiunile specifice de preluare a mărfii de la furnizorul acesteia sau din depozitul unde este păstrată marfa și încărcarea ei direct în vehicul sau mai întâi în container / unitate standardizată de transport marfă și apoi încărcarea containerului / unității standardizate de transport marfă în vehicul;
- transportul rutier al mărfii / containerului / unității standardizate de transport marfă cu un vehicul pe segmentul de transport rutier al lanțului de transport terestru multimodal;
- tranzitarea mărfii / containerului / unității standardizate de transport marfă sau chiar vehiculului, prin intermediul unui terminal, din mijlocul de transport rutier în mijlocul de transport feroviar pentru începerea transportului pe segmentul următor al lanțului de transport terestru multimodal;
- transportul feroviar al mărfii / containerului / unității standardizate de transport marfă într-un vagon sau chiar transportul vehiculului cu trenul într-un vagon platformă pe segmentul de transport feroviar al lanțului de transport terestru multimodal;
- punctul de destinație în care se descarcă din vagon marfa / containerul / unitatea standardizată de transport marfă sau chiar vehiculul.

Ordinea de înlănțuire a celor două moduri de transport poate fi și inversă și anume, întâi transportul feroviar și apoi cel rutier. Orice lanț de transport terestru multimodal de marfă poate fi constituit dintr-un șir aleator de segmente precum cel prezentat anterior. Numărul de segmente de transport rutier, care precede un transport feroviar sau care urmează după un transport feroviar într-un lanț transport terestru multimodal de marfă, este de cel puțin 1.

## Arhitectura organizațională a sistemului SINMAR-TMM

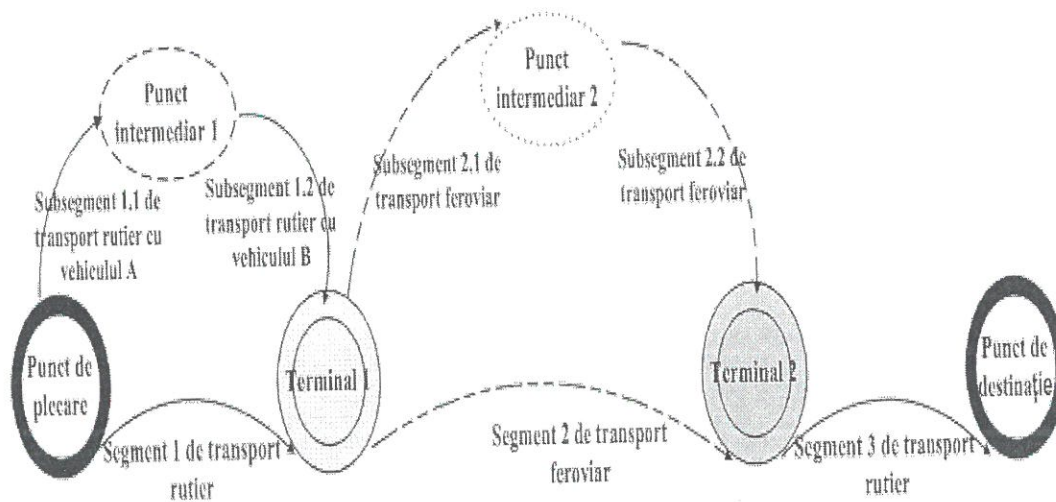


Nu trebuie neglijat faptul că, pe un segment de transport rutier de marfă, marfa poate fi deplasată pe subsegmente diferite de transport rutier cu mijloace diferite. Același lucru se poate întâmpla și la nivelul unui segment de transport feroviar de marfă.

**Figura 6. Arhitectura organizațională a sistemului pilot SINMAR -TMM**

Structura unui lanț de transport terestru multimodal de marfă mai complex este ilustrată în figura 6 prin prezentarea segmentelor de transport și a înlănțuirii acestora. De remarcat faptul că două segmente succesive de transport pot aparține aceluiași mod de transport.

## Lanț de transport terestru multimodal de marfă



**Figura 7 Lanț de transport terestru multimodal de marfă**



## 9. Utilizatori ai sistemului

Utilizatorii potențiali ai sistemului SINMAR -TMM pot fi structurați în 7 categorii prezentate în figura 7.

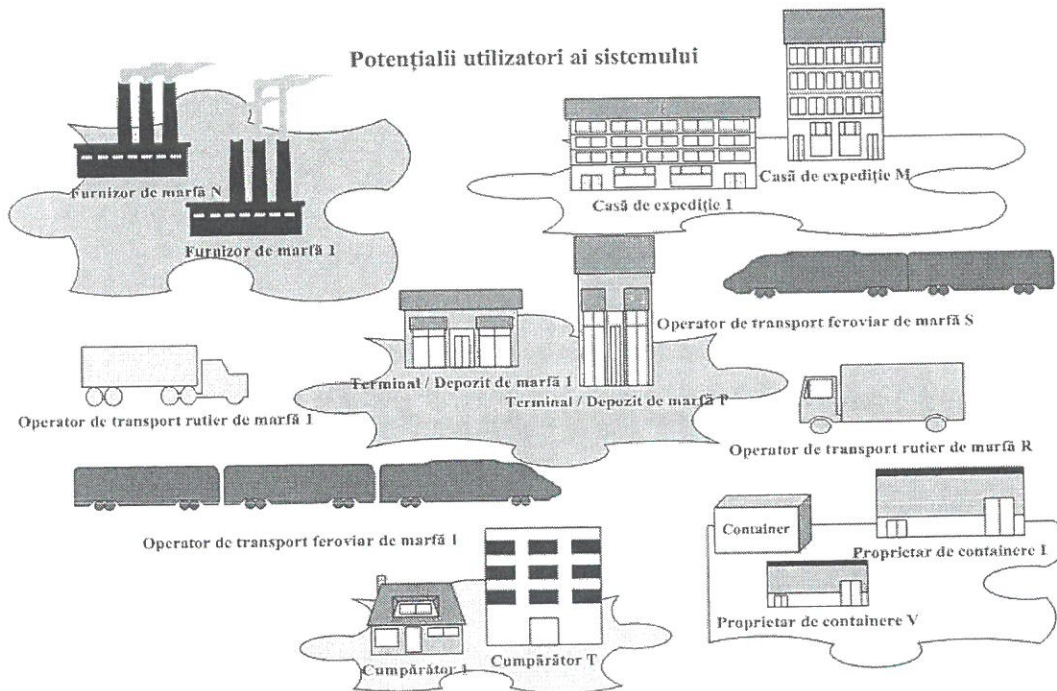


Figura 8. Potențialii utilizatori ai sistemului pilot SINMAR-TMM

## 10. Arhitectura de referință

Arhitectura de referință a sistemului pilot SINMAR-TMM suport pentru schimbul electronic de date specific transportului multimodal terestru de marfă evidențiază componentele funcționale, organizaționale, procedurale specifice sistemului și relațiile dintre acestea. Arhitectura de referință a sistemului pilot SINMAR-TMM este prezentată în figura 8.

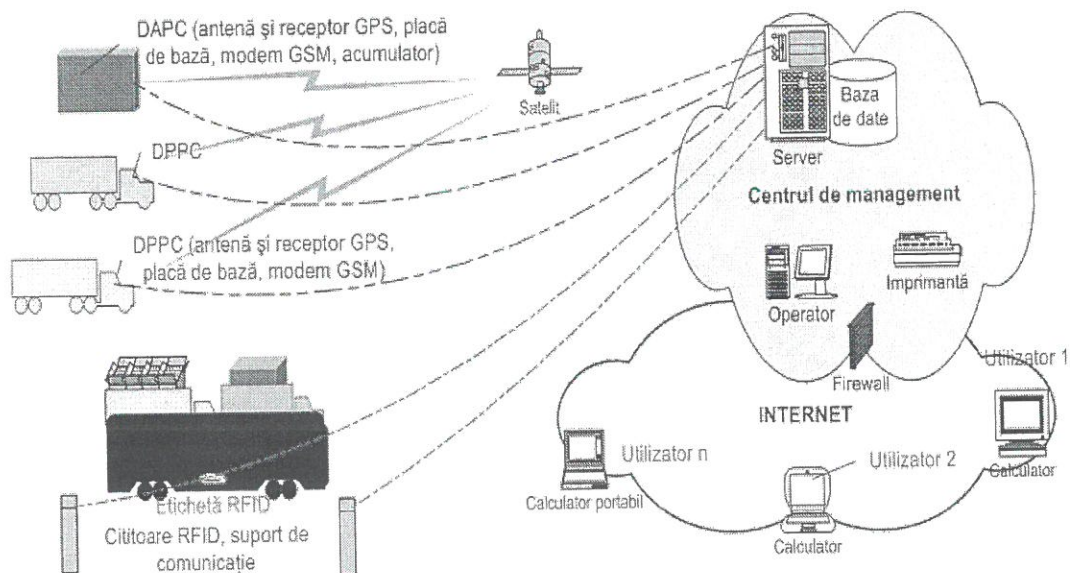


Figura 9 Arhitectura de referință a sistemului pilot SINMAR -TMM

## 11. Arhitectura fizică a sistemului

Sistemul pilot SINMAR-TMM este structurat într-o serie de subsisteme a căror funcționalitate este dedicată unei arii funcționale bine definite.

Fiecare subsistem conține categorii specifice de aplicații informatice, care sunt integrate în ansamblul sistemului prin baza de date.

Componentele sistemului pilot SINMAR-TMM și relațiile de conexiune funcțională și respectiv informațională cu indicarea suportului de comunicare sunt prezentate în figura 9.

Aplicațiile informatice dezvoltate pentru realizarea sistemului pilot SINMAR-TMM sunt structurate pe nouă niveluri în următoarele categorii:

- Nivelul 1 - Utilizator / Client al sistemului (Subsistem orientat spre utilizator);
- Nivelul 2 - Dispecerat Central (Subsistem de monitorizare generală);
- Nivelul 3 - Dispecerat DPPC (Subsistem de monitorizare transport vehicule);
- Nivelul 4 - Dispecerat DAPC (Subsistemul de monitorizare transport containere);
- Nivelul 5 - Dispecerat DFLR (Subsistemul de monitorizare transport feroviar);
- Nivelul 6 - Dispozitive de tip DPPC (Subsistemul de achiziție date de monitorizare vehicule rutiere cu ajutorul dispozitivelor de tip DPPC);
- Nivelul 7 - Dispozitive de tip DAPC (Subsistemul de achiziție date de monitorizare containere cu ajutorul dispozitivelor de tip DAPC);
- Nivelul 8 - Dispozitive de tip DFLR (Subsistemul de achiziție date de monitorizare vagoane / locomotive cu ajutorul dispozitivelor de tip DAPC);
- Nivelul 9 - Baza de date (Subsistemul de gestionare bază de date).



Arhitectura fizică globală a sistemului SINMAR-TMM

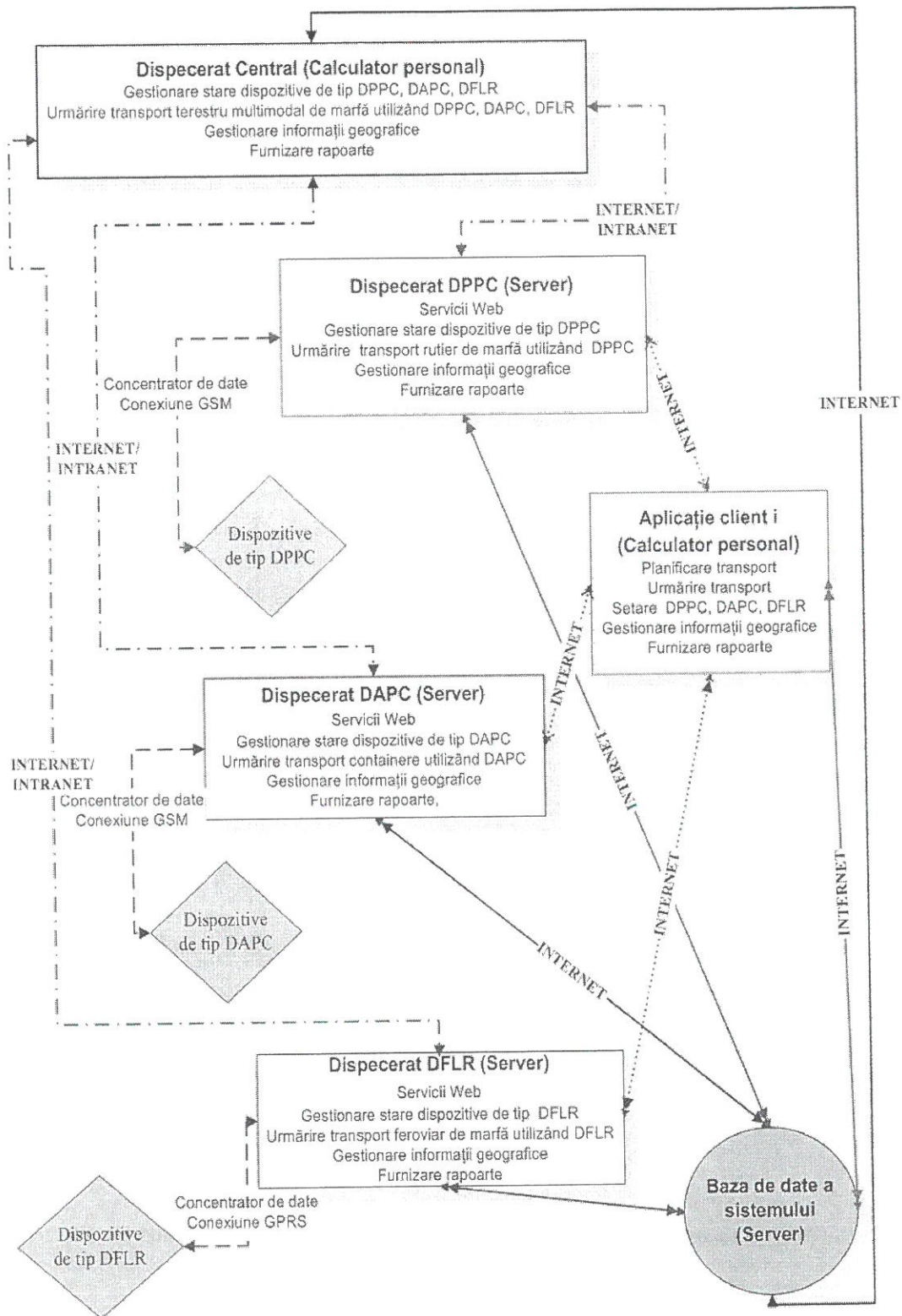
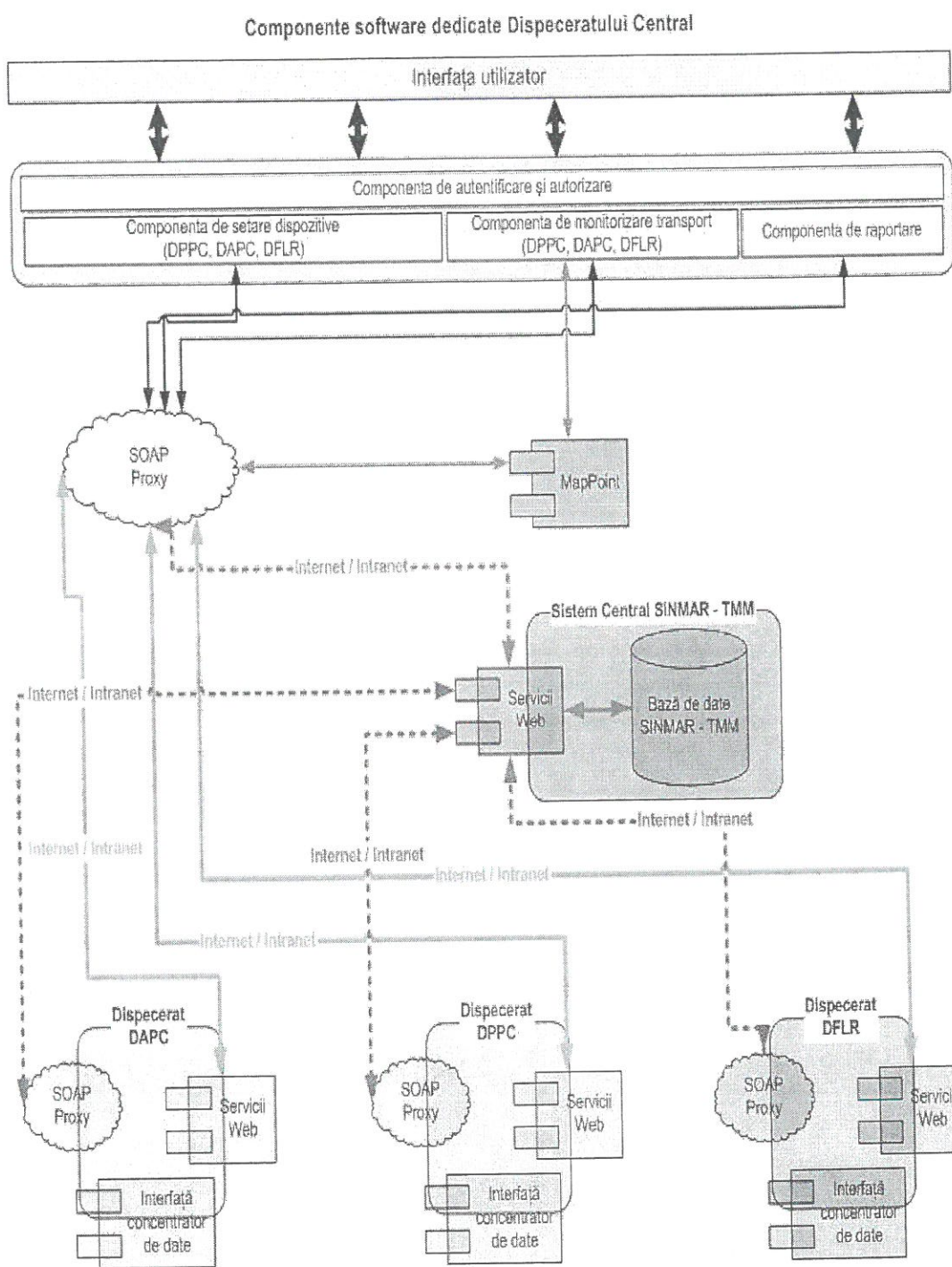


Figura 10. Arhitectura fizică globală a sistemului SINMAR-TMM

Arhitectura fizică a subsistemului dedicat Dispeceratului Central este prezentată în figura 10.



**Figura 11. Arhitectura fizică a subsistemului dedicat Dispeceratului Central**

Arhitectura fizică a fiecăruia din cele trei subsisteme dedicate dispecerizării dispozitivelor de monitorizare, la nivel de tip de dispozitiv, este prezentată în figura 11.



Componente software dedicate dispeceratelor de gestionare a dispozitivelor de tip DAPC sau DPPC sau DFLR

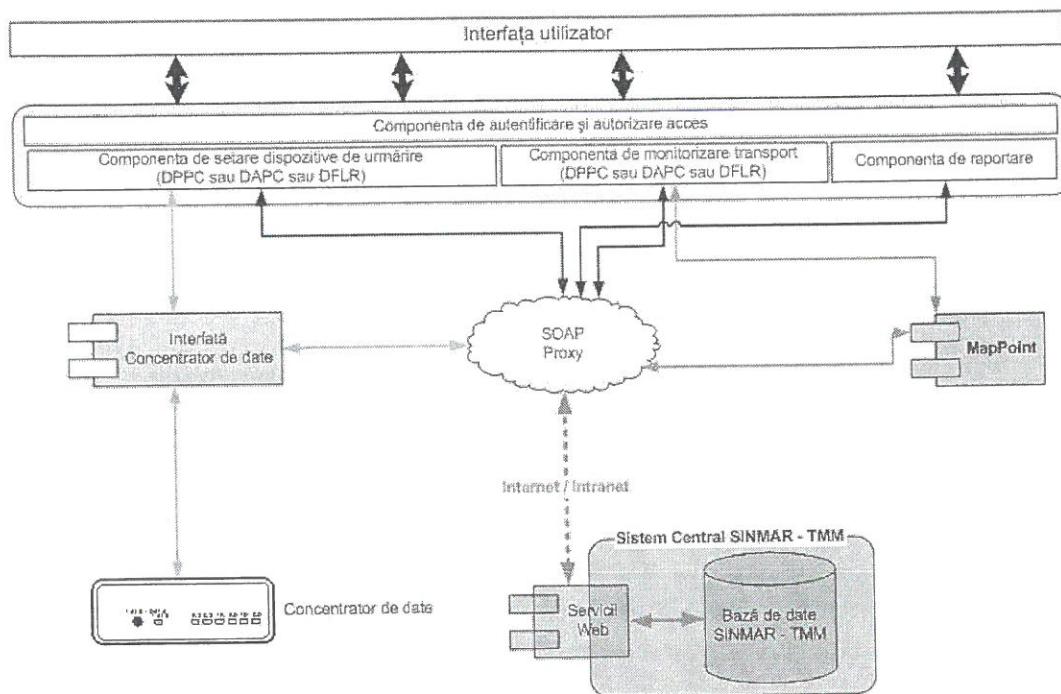


Figura 12 Arhitectura fizică a subsistemelor dedicate dispeceratelor la nivel de tip de dispozitiv de monitorizare

Arhitectura fizică a subsistemului dedicat utilizatorilor sistemului este prezentată în figura 12.

Componente software dedicate utilizatorilor sistemului (componente orientate client)

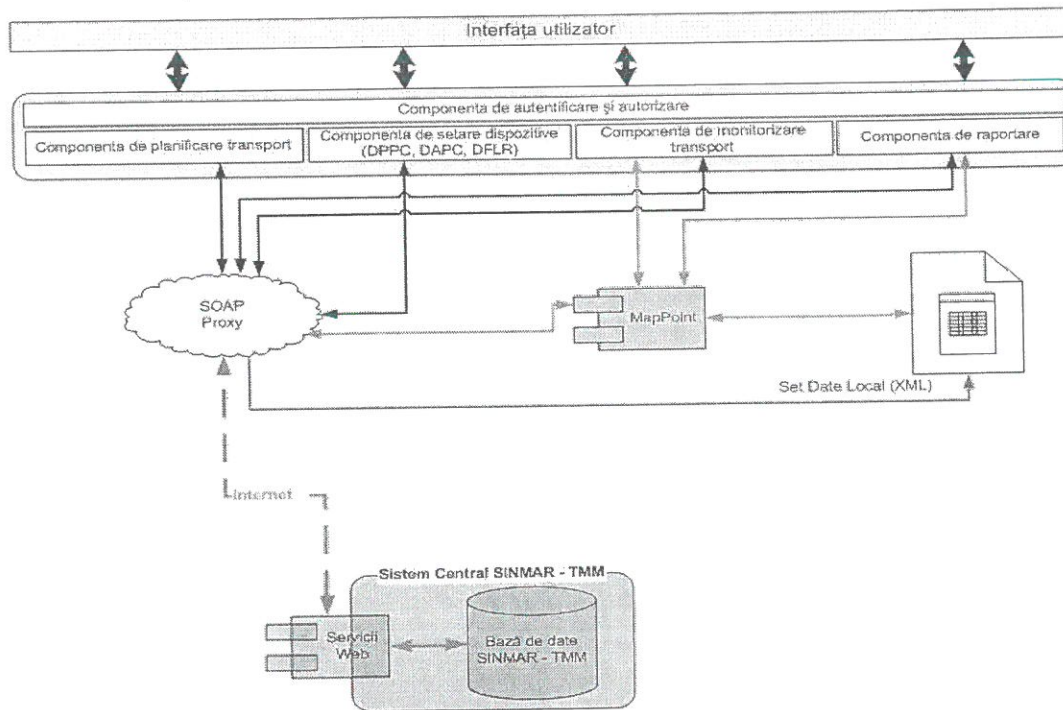


Figura 13. Arhitectura fizică a subsistemului dedicat utilizatorilor sistemului

## 12. Arhitectura globală de comunicație

Schimbul de informații în cadrul sistemului pilot SINMAR-TMM se realizează prin intermediul bazei de date, localizate pe server, care asigură integrarea funcțională între toți actorii participanți la business-ul electronic, care stă la baza transportului terestru multimodal de marfă fie că sunt utilizatori ai sistemului, cu diferite roluri în sistemul de transport, fie vehicule utilizate ca suport pentru transportul mărfii pe diferite infrastructuri de transport.

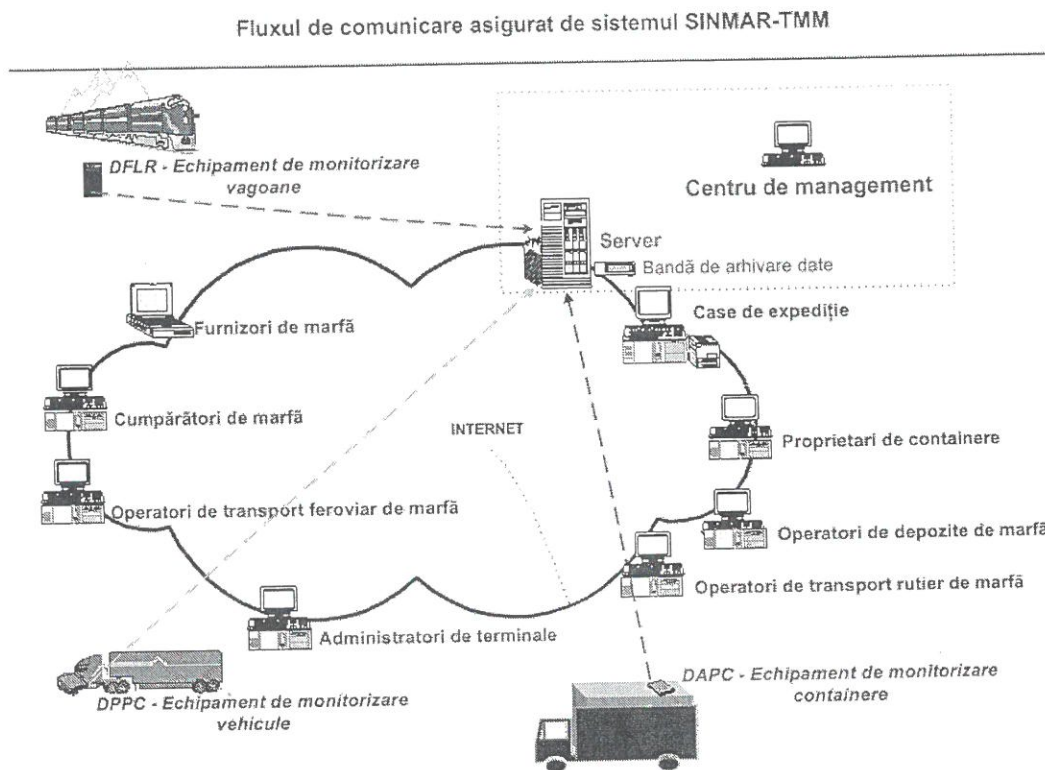


Figura 14. Arhitectura globală de comunicații a sistemului pilot SINMAR -TMM

## 13. Interfața utilizator – sistem

În definirea interfeței utilizator (agent uman) - sistem (agent de preluare, stocare, prelucrare și comunicare informații) au fost luate în considerare următoarele aspecte:

- interfața trebuie să fie prietenoasă, să-l atragă pe utilizator prin forma de prezentare și prin conținut;
- conținutul grafic nu trebuie să diminueze viteza de afișare a informației utile și nu trebuie să mărească nejustificat traficul;
- interfața trebuie să considere categoriile de utilizatori cărora li se adresează sistemul, iar paginile dezvoltate să răspundă exigențelor acestora;
- modul de colorare a fundalului paginii nu trebuie să-l distragă pe utilizator de la conținutul informațional;
- utilizatorul trebuie să poată identifica ușor serviciile adresate lui și modul de navigare pentru eficientizarea comunicării cu sistemul;
- soluția de navigare trebuie să-i permită acestuia o acomodare rapidă cu modul de comunicare utilizator - sistem;
- crearea unui dialog personalizat, la nivel de categorie de utilizator, chiar dacă anumite funcții sunt comune mai multor categorii;



- oferirea unui dialog multilingv, în cazul în care utilizatorii sunt cetățeni din țări diferite;
- structurile bazelor de date trebuie codificate pentru a permite o căutare rapidă în limbaje multiple;
- existența unor simboluri la care se atașează etichete cu informații;
- existența unei legende pentru explicarea simbolurilor.

## 14. Tehnologii și instrumente

Sistemul SINMAR-TMM utilizează o diversitate de tehnologii și instrumente pentru furnizarea serviciilor menționate prin intermediul funcționalităților sale, asigurate de componentele hardware și software pe care le integrează și anume: GIS<sup>7</sup>, GPS<sup>8</sup>, GSM<sup>9</sup>, GPRS<sup>10</sup>, RFID<sup>11</sup>, MS-SQL 2000 Server, SQL<sup>12</sup>, T-SQL<sup>13</sup>, Web services, IIS5.0<sup>14</sup>, XML2.0<sup>15</sup>, cadrul de programare .NET, C#.Net, VB.Net, ADO<sup>16</sup>.Net, WSDL<sup>17</sup>, UDDI<sup>18</sup> și .WSE2.0<sup>19</sup>.

## 15. Rezultate

Rezultatele obținute prin procesul de realizare a sistemului pilot SINMAR -TMM constau din:

- soluții tehnice avansate pentru modernizarea și dezvoltarea sistemelor de transport terestru multimodal de marfă la nivel informațional;
- soluții tehnice inovatoare pentru managementul și controlul informațional al transportului terestru multimodal de marfă;
- promovarea de tehnologii noi privind managementul informațional al transportului terestru multimodal de marfă, bazat pe o diversitate de soluții de achiziție a datelor primare din sistemele de transport rutier și, respectiv, feroviar, de prelucrare, stocare și furnizare a informațiilor conform cerințelor formulate de utilizatori;
- sistem informatic pilot de management integrat al transportului terestru multimodal de marfă.

## 16. Caracteristicile de calitate și de performanță ale sistemului

Caracteristicile de calitate sunt prezentate prin referire la aspectele cărora le sunt asigurate:

- caracteristici de calitate referitoare la arhitectura sistemului: flexibilitate, deschidere, modularitate;
- caracteristici de calitate referitoare serviciile oferite de sistem: securitate, accesibilitate, competitivitate, productivitate, viabilitate, comunicare on-line, asistare;
- caracteristici de calitate referitoare la funcționarea sistemului: siguranță, fiabilitate, interoperabilitate, robustețe.

---

<sup>7</sup> GIS - Geographical Information System - Sistem de informații geografice.

<sup>8</sup> GPS - Global Positioning System - Sistem de poziționare globală.

<sup>9</sup> GSM - Global System for Mobile Communications – Sistem global pentru comunicații mobile.

<sup>10</sup> GPRS - Global Packet Radio Service – Serviciu global de transmitere pachete prin unde radio.

<sup>11</sup> RFID - Radio Frequency Identification – Identificare prin frecvențe radio.

<sup>12</sup> SQL - Structured Query Language - Limbaj structurat de interogare.

<sup>13</sup> T-SQL - Transact-SQL - Limbaj structurat de interogare tranzacțional

<sup>14</sup> IIS - Internet Information Services - Servicii de informare Internet.

<sup>15</sup> XML - eXtensible Markup Language - Limbaj extensibil de marcare.

<sup>16</sup> ADO - ActiveX Data Objects – Obiecte de Date ActiveX.

<sup>17</sup> WSDL - Web Services Description Language – Limbaj de descriere a serviciilor Web.

<sup>18</sup> UDDI - Universal Description, Discovery and Integration – Descriere, Descoperire și Integrare Universale.

<sup>19</sup> WSE - Web Services Enhancements - Facilități pentru îmbunătățirea serviciilor Web.

## 17. Soluții bazate pe sisteme de comunicație mobilă sau radio

Sistemul de urmărire și management ale transportului multimodal de marfă utilizează mai multe tehnologii de comunicație și anume:

- transfer de date prin intermediul rețelei GPS; transfer unidirecțional de date pentru localizarea echipamentelor locale tip DPPC și DAPC;
- comunicație bidirecțională pentru transmiterea datelor de monitorizare și a comenzilor între echipamentele din teren și componentele dispecerat: se folosește în acest scop rețeaua de comunicații mobile GSM cu cele două componente de transfer date: SMS<sup>20</sup> pentru DPPC și DAPC și GPRS pentru DFLR;
- comunicație radio locală de mică distanță, folosită în procesul de identificare automată a vagoanelor de marfă: este utilizată tehnologia RFID de mare frecvență, ceea ce permite identificarea la mare viteză a unităților de mișcare.

În cadrul sistemului, sunt transmise mesaje distincte, bidirecționale, pentru realizarea funcțiilor necesare. Toate mesajele au antete unice de identificare.

Problema cea mai dificilă a constat în găsirea unui sistem automat de identificare la distanță a vehiculelor și unităților de marfă, sistem care să fie concomitent ieftin, sigur și necesitând lucrări minime asupra obiectelor supuse monitorizării.

Soluția se bazează pe două componente:

- traductorul care identifică vehiculul;
- echipamentul de transmitere a informației complexe de la traductorul amplasat pe teren, la un post dispecer.

Calea ferată se caracterizează prin aceea că vehiculele feroviare evoluează într-un spațiu unidimensional, având traiectorii strict determinate, spre deosebire de autovehicule, care se deplasează într-un spațiu bidimensional.

Această particularitate a transportului feroviar face posibilă stabilirea unor puncte fixe, cu poziție bine determinată și cunoscută, în rețeaua de căi ferate, în care se montează echipamente automate de identificare a vagoanelor și locomotivelor.

Absența surselor de alimentare cu energie electrică pe vagoanele de cale ferată restrânge drastic paleta soluțiilor tehnice utilizabile.

Practic, se pot utiliza doar două sisteme de identificare automată a vagoanelor de cale ferată: citirea optică a informației înscrise în clar sau în cod de bare, pe peretele vagonului, sau identificarea prin radiofrecvență (RFID).

Sistemele optice au avantajul costului redus al operațiilor efectuate pe vehicul (marcarea cu vopsea a datelor vagonului), dar citirea informațiilor este limitată de condițiile meteo și starea de curățenie a marcajului. În plus, echipamentul de la sol este complex. Modificarea informației înscrise se face greu.

Echipamentele RFID se folosesc cu succes, de câțiva ani, în aplicații diverse.

Identificarea prin radiofrecvență este practic imună la condiții meteo, dar necesită montarea pe vagon a unui echipament (etichetă) care, în afara codului propriu de identificare, poate memora și transmite și alte informații.

Dezavantajele sistemelor RFID constau în prețul, deocamdată, ridicat al echipamentului și, pentru anumite variante constructive, durata limitată de viață a etichetelor (totuși, de ordinul anilor).

Pentru monitorizarea vehiculelor feroviare, pe vagoane se montează etichete, iar la sol se amplasează cititoare, capabile să culeagă informația stocată în etichete și să o livreze în formă electrică unui echipament de prelucrare, concentrare și comunicație.

Stabilirea amplasării cititoarelor se face ținând cont de specificul mișcărilor feroviare. Rețeaua feroviară este împărțită în linie curentă și puncte de secționare. Ultimele constituie stațiile de cale ferată. Operațiile de încărcare, descărcare, transbordare a mărfii au loc doar în stații. Compunerea și descompunerea trenurilor se execută tot în stații, prin mișcări de manevră. Transportul propriu-zis se face între stații, prin mișcări de circulație.

<sup>20</sup> SMS - Short Message Service - Serviciu de mesaje scurte.



Mișcările de manevră se execută doar în interiorul stațiilor, respectiv, fără a depăși semnalele de intrare care acoperă stația. Este utilă localizarea vehiculelor feroviare la nivelul stației, nefiind interesant de știut în ce parte a stației se află un vehicul. Din acest motiv, cititoarele trebuie amplasate în afara stațiilor, pentru a se detecta mișcările vehiculelor între stații.

Varianta optimă, de amplasare a cititoarelor, este în vecinătatea semnalelor de intrare ale stației, unde este disponibilă și alimentarea cu energie electrică, dar pot fi montate și pe blocul automat de linie, în apropierea dulapurilor acestuia.

Figura 15, prezintă o soluție de poziționare a cititoarelor pentru o stație amplasată pe linie simplă, iar figura 16 - pentru o stație amplasată pe linie dublă.

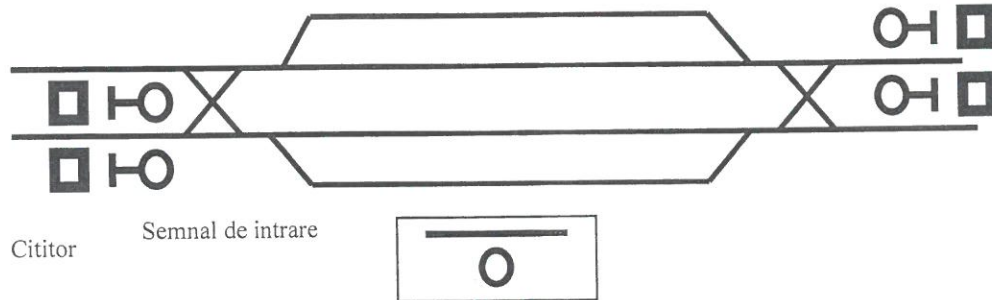


Figura 15 Amplasarea cititoarelor în stație pe linie simplă

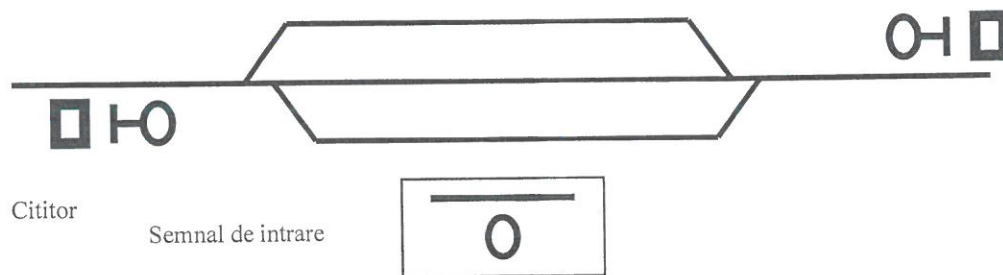


Figura 16. Amplasarea cititoarelor în stație pe linie dublă

În figura 17, este prezentat modul de interacțiune între componentele sistemului de urmărire, axat pe dispozitivul DFLR.

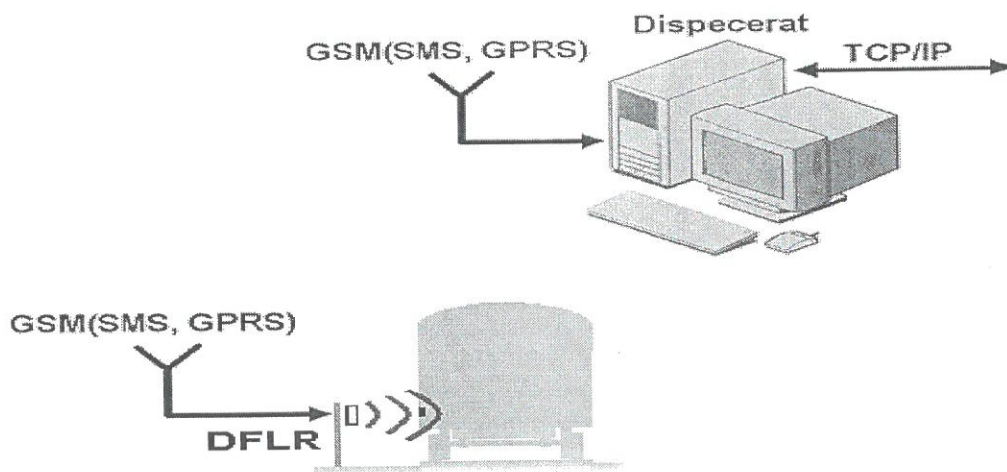
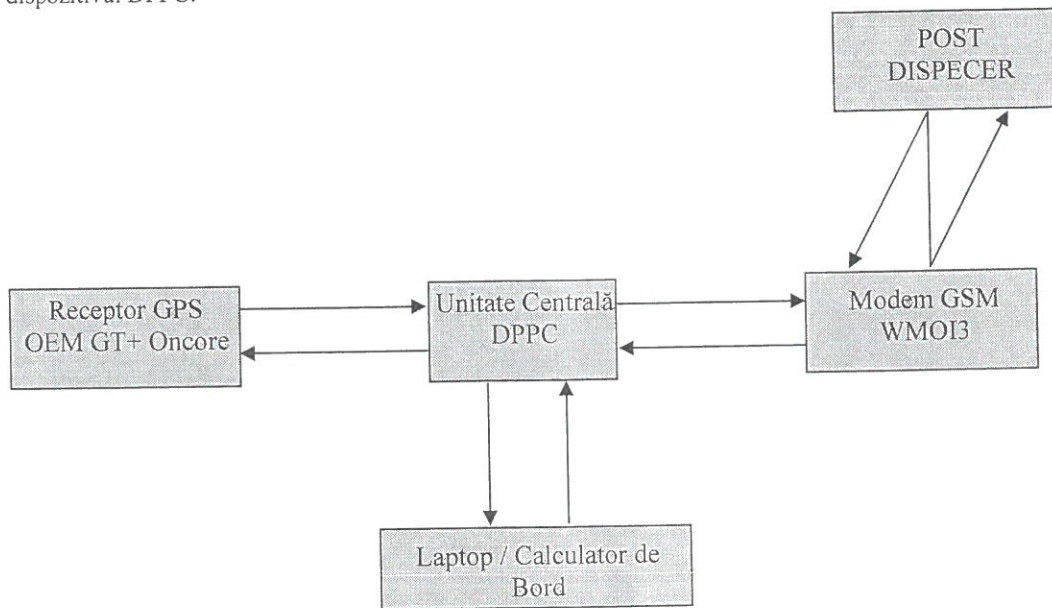


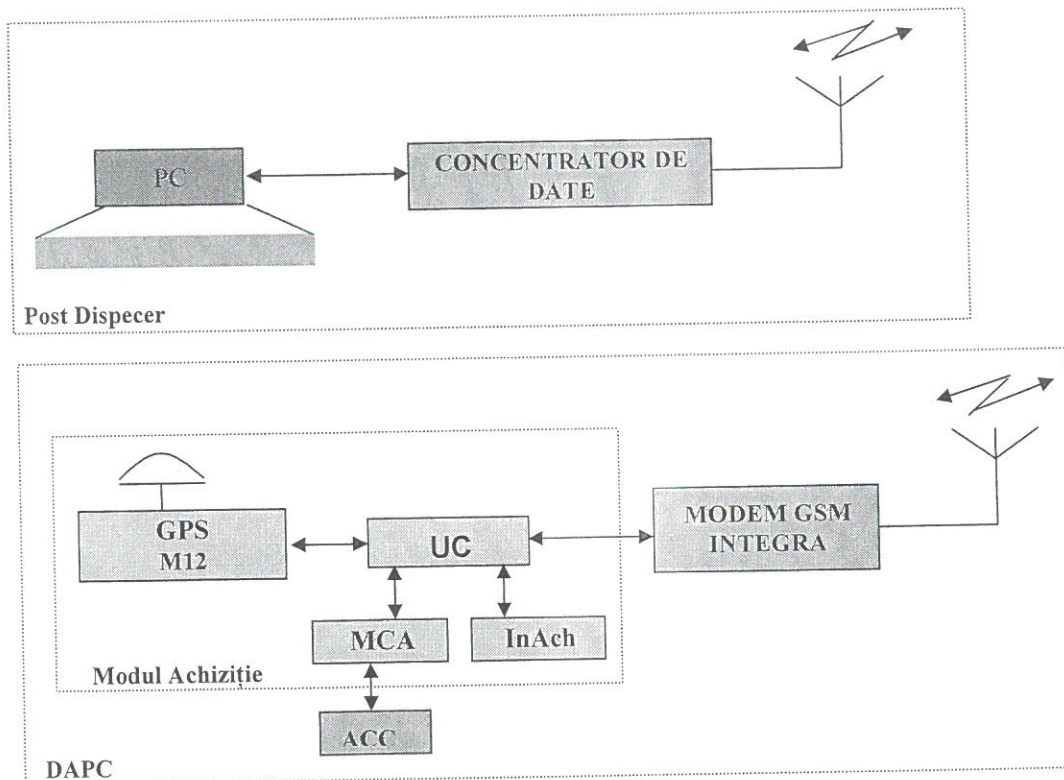
Figura 17. Interacțiunea DFLR - Componenta Dispecer

În figura 18, este prezentat modul de interacțiune între componentele sistemului de urmărire, axat pe dispozitivul DPPC.



**Figura 18. Interacțiunea Componente DPPC – Componenta Dispecer**

În figura 19, este prezentat modul de interacțiune între componentele sistemului de urmărire, axat pe dispozitivul DAPC.



**Figura 19. Interacțiunea Componente DAPC – Componenta Dispecer**

Pentru sistemul de planificare și urmărire a transportului multimodal de marfă, s-a ales soluția separării componentelor fizice la nivel local, pe cele trei soluții de urmărire transport marfă:

- segmentul feroviar, cu componenta DFLR;

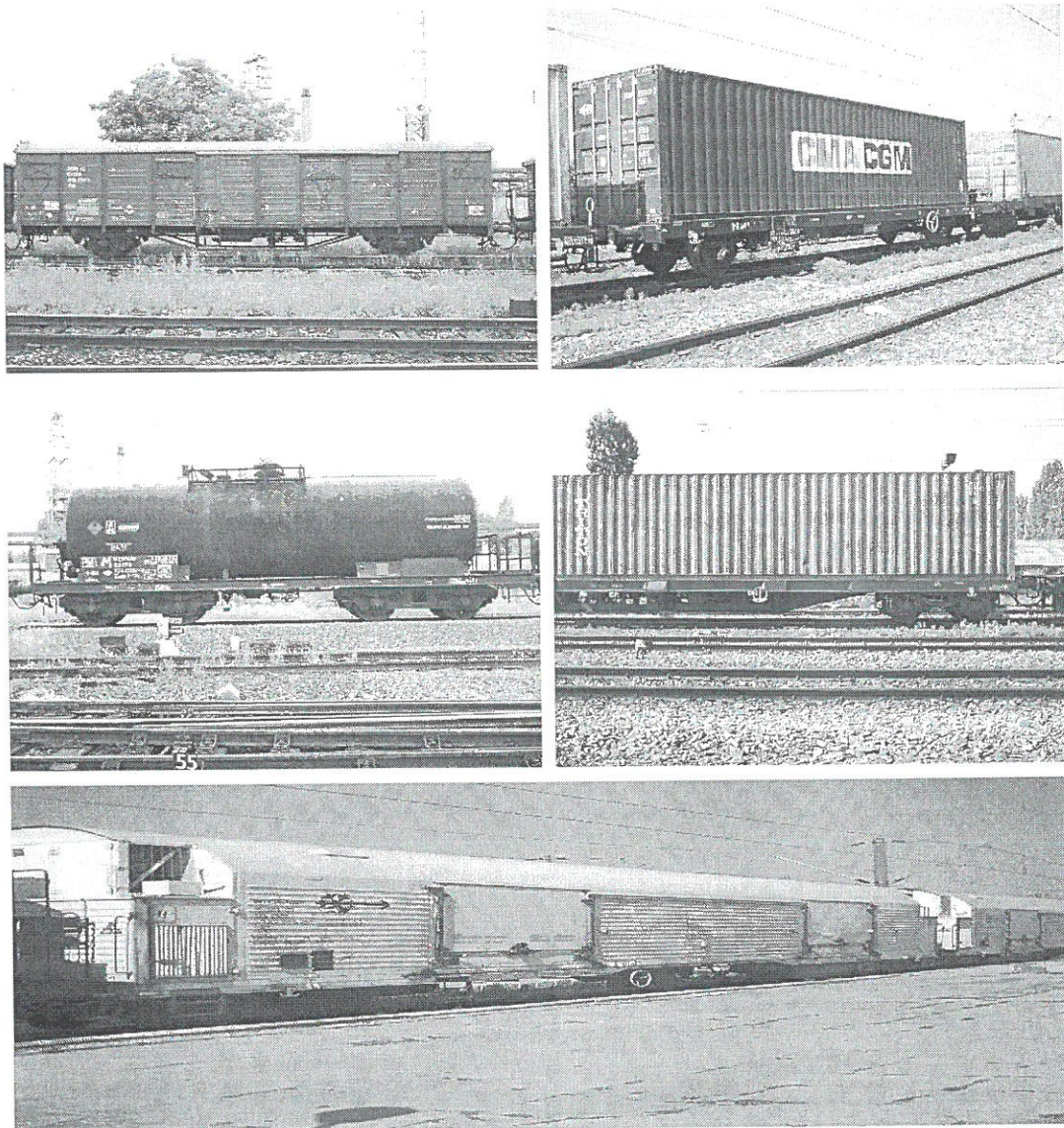


- segmentul rutier, cu componenta DPPC;
- monitorizare unitate de transport marfă / container, cu componenta DAPC; aceasta din urmă poate include oricare din cele două segmente, fiind o componentă orientată pe managementul transportului unității de marfă.

În situații particulare, pot interacționa toate cele trei variante de management ale transportului de marfă sau combinații de câte două componente. Se va obține o monitorizare și un management paralel cu o cantitate mai mare de informație achiziționată.

Nivelul local al segmentului feroviar este reprezentat de ansamblul componentelor care realizează funcțiile de bază ale sistemului: achiziția parametrilor de trafic, comunicarea datelor la nivelul central pentru analiză.

Prin intermediul dispozitivului DFLR, se va realiza o achiziție și prelucrare a datelor pentru o întreagă secțiune, pentru tipuri de vagoane diferite (figura 24) de cale ferată de până la două senzori independente, și se va asigura o tratare unitară a funcțiilor de monitorizare a traficului de marfă, dintr-o secțiune de magistrală de cale ferată.



**Figura 20. Vagon de marfă pe 2 osii, transcontainer pe 2 osii, vagon cisternă, Vagon transcontainer pe 4 osii, vagon frigorific**



## Bibliografie

1. „Transport Constraints to Trade in Goods for North-East Asia”, 2001 EWC/KOTI” Conference.
2. <http://www.100toptransportation.com/>
3. <http://www.civenv.unimelb.edu.au/research/groups/transport.html>.
4. <http://www.itdb.bts.gov/>
5. <http://www.ite.org/>
6. <http://www.its.dot.gov/itsweb/>
7. <http://www.its.go.jp/ITS/5Ministries/chap1.html>
8. <http://www.its.go.jp/ITS/5Ministries/chap5.html#5-2>
9. [http://www.its.go.jp/ITS/topindex/topindex\\_g01\\_1.html](http://www.its.go.jp/ITS/topindex/topindex_g01_1.html)
10. <http://www.itsa.org/>
11. <http://www.itskorea.or.kr/eng/index.html>
12. [http://www.jtzc.net.cn/aatt\\_eng/fc.htm](http://www.jtzc.net.cn/aatt_eng/fc.htm)
13. <http://www.kimley-horn.com/Caarchitecture/Vision.htm>
14. <http://www.nttdocomo.com/release/index.html>
15. <http://www.roadtraffic-technology.com/contractors/>
16. [http://www.roadtraffic-technology.com/contractors/access\\_control/tagmaster/](http://www.roadtraffic-technology.com/contractors/access_control/tagmaster/)
17. <http://www.roadtraffic-technology.com/contractors/tolling/appian/>
18. <http://www.rollsoft.ro/RFID.htm>
19. <http://www.tmcite.org/>
20. [http://www.transports.equipement.gouv.fr/dtt/docs2/fich\\_mti\\_Intelligent-Transport-Systems-\(ITS\)-and-freight-transport-10-2004.pdf](http://www.transports.equipement.gouv.fr/dtt/docs2/fich_mti_Intelligent-Transport-Systems-(ITS)-and-freight-transport-10-2004.pdf)
21. <http://www.transportweb.com/cgi-bin/search.cgi>
22. [http://www.unescap.org/ttdw/Publications/TPTS\\_pubs/pub\\_2307/pub\\_2307\\_ch15.pdf](http://www.unescap.org/ttdw/Publications/TPTS_pubs/pub_2307/pub_2307_ch15.pdf)
23. <http://www.webs1.uidaho.edu/niatt/outreach/links.htm>
24. <http://www.wilbursmith.com/services.cfm?s=586>
25. <http://www.wsdot.wa.gov/projects/>
26. <http://www.wsdot.wa.gov/projects/completed.htm>
27. <http://www.wsdot.wa.gov/research/IntelligentTransportationSystems.htm>