



UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAŞOV
FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ
CATEDRA DE AUTOVEHICULE ŞI MOTOARE



Ing. Dinu COVACIU

**SOLUȚII ÎN STUDIUL PERFORMANȚELOR DINAMICE ŞI
ÎN TRAFIC ALE AUTOVEHICULELOR PRIN INTEGRAREA
APLICAȚIILOR CAD/PLM ŞI GPS**

**SOLUTIONS ON THE STUDY OF DYNAMIC AND IN-
TRAFFIC BEHAVIOUR OF AUTOMOTIVE VEHICLES
THROUGH CAD/PLM AND GPS INTEGRATION**

Rezumatul tezei de doctorat

Abstract of Ph.D. Thesis

Conducător Ştiinţific

Prof.dr.ing. Vasile CÂMPIAN

2010

MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI
UNIVERSITATEA “TRANSILVANIA” DIN BRAȘOV
BRAȘOV, B-DUL EROILOR NR. 29, 500036, TEL. 0040-268-413000, FAX 0040-268-410525
RECTORAT

Către

Vă aducem la cunoștință că în ziua de vineri, **08.10.2010**, ora **11:00**, în sala **NP.7**, corp **N**, la **FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ**, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată: **SOLUȚII ÎN STUDIUL PERFORMANȚELOR DINAMICE ȘI ÎN TRAFIC ALE AUTOVEHICULELOR PRIN INTEGRAREA APLICAȚIILOR CAD/PLM ȘI GPS**, elaborată de domnul **ing. COVACIU P. Dinu** în vederea obținerii titlului științific de **DOCTOR**, în domeniul **fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI, domeniul INGINERIE MECANICĂ**.

Comisia de doctorat are următoarea componență:

PREȘEDINTE: - Prof. univ. dr. ing. Anghel CHIRU
 DECAN - Fac. de Inginerie Mecanică
 Universitatea “Transilvania” din Brașov

CONDUCĂTOR
ȘTIINȚIFIC: - Prof. univ. dr. ing. Vasile CÂMPIAN
 Universitatea “Transilvania” din Brașov

REFERENȚI: - Prof. univ. dr. ing. Ion TABACU
 Universitatea din Pitești
 - Prof. univ. dr. ing. Nicolae FILIP
 Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
 - Prof. univ. dr. ing. Ion PREDA
 Universitatea “Transilvania” din Brașov

În acest scop vă trimitem alăturat rezumatul tezei de doctorat și vă invităm să luați parte la susținerea publică a tezei de doctorat.

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vă rugăm să le transmiteți pe adresa Facultății de Inginerie Mecanică, str. Politehnicii nr. 1, tel/fax: 0268 474761, sau pe adresa de email c-am@unitbv.ro.

CUPRINS

Introducere	3
1. Modalități de studiu al performanțelor dinamice și în trafic ale autovehiculului	7
1.1. Performanțele dinamice ale autovehiculelor	7
1.1.1. Rezistențele la înaintarea autovehiculului	7
1.1.2. Ecuația generală de mișcare a autovehiculelor	8
1.1.3. Performanțe de tracțiune și demarare	9
1.1.4. Performanțe de frânare	10
1.2. Evaluarea comportamentului autovehiculului în trafic	11
1.2.1. Fluxuri rutiere	11
1.2.2. Deplasarea vehiculului singular	12
1.2.3. Deplasarea fluxului de vehicule	13
1.3. Cicluri de deplasare	13
1.3.1. Ciclul de deplasare european	14
1.3.2. Alte cicluri de deplasare în mediu urban și extra-urban	14
1.4. Formularea obiectivelor tezei	16
2. Tehnologii moderne utilizate în analiza performanțelor autovehiculului	17
2.1. Proiectarea asistată de calculator	17
2.1.1. Sistem CAD – Soluție PLM	17
2.1.2. Integrarea CAD-PLM	19
2.1.3. Utilizarea programelor CAD la prelucrarea datelor	21
2.2. Sistemul de poziționare globală	23
2.2.1. GPS - Generalități	23
2.2.2. Recepția semnalului GPS	24
2.2.3. Prelucrarea datelor de la receptoarele GPS. Secvențe NMEA	25
2.3. Transformarea coordonatelor geografice	26
3. Echipamente de măsurare, tehnici de achiziție și prelucrare a datelor	27
3.1. Aparatura utilizată pentru colectarea datelor	27
3.1.1. Dispozitive GPS utilizate	27
3.1.2. Alte dispozitive utilizate pentru achiziția de date	29
3.1.3. Erori și precizie de măsurare la utilizarea dispozitivelor GPS	31
3.1.4. Autovehicule utilizate la colectarea datelor	33
3.2. Metode de colectare și prelucrare a datelor	34
3.2.1. Metoda vehiculului martor	34
3.2.2. Metode de colectare și analiză a datelor în vederea stabilirii unor cicluri de deplasare de referință	34
3.2.3. Algoritm pentru evaluarea cinematicii din date GPS	35
3.2.4. Determinarea parametrilor dinamici prin rulare liberă	36
4. Soluții pentru studiul comportamentului autovehiculelor	38
4.1. Sistem propriu de achiziție a datelor prin GPS	38
4.1.1. Echipamentul DS-5 - hardware	38
4.1.2. Programul DS-5 – software	39
4.1.3. Comparație între receptoarele GPS utilizate	40
4.2. Aplicație software CAD pentru prelucrarea datelor GPS	40

4.2.1. Descrierea programului.....	40
4.2.2. Utilizarea programului AutoLisp (<i>diGPS</i>).....	41
4.3. Soluție de integrare CAD/PLM folosind protocolul WebDAV	43
4.3.1. Implementarea protocolului WebDAV	44
4.3.2. Gestiunea datelor într-un context PLM	46
4.4. Estimarea performanțelor dinamice ale autovehiculelor.....	46
4.4.1. Probe de rulare liberă.....	46
4.4.2. Probe de demarare și frânare	48
4.4.3. Deplasarea pe drumuri cu viraje multiple.....	49
4.4.4. Deplasarea în mediu urban	50
4.4.5. Concluzii.....	52
4.5. Analiza vitezei de deplasare în mediu urban.....	52
4.6. Ciclul de deplasare propus pentru Brașov.....	56
4.6.1. Determinarea ciclului de deplasare în regim urban	56
4.6.2. Comparație între ciclul de deplasare al orașului Brașov și alte cicluri de deplasare.....	58
4.7. Studiul influenței vitezei autovehiculelor asupra zgomotului generat de traficul rutier.....	60
4.7.1. Modul de estimare a zgomotului cauzat de traficul rutier	60
4.7.2. Influența vitezei asupra zgomotului produs de un autovehicul în mers	60
4.7.3. Datele de intrare – colectare și prelucrare	61
4.7.4. Datele de ieșire – prelucrare și prezentare.....	62
5. Concluzii, deschideri.....	64
5.1. Concluzii	64
5.2. Contribuții proprii	66
5.3. Deschideri.....	68
Bibliografie.....	69

INTRODUCERE

Industria de automobile evoluează rapid și se lasă antrenată de fascinația inovației într-o avalanșă de schimbări. Pe o astfel de piață, un simplu program de proiectare 3D nu mai este suficient. Evoluția programelor de proiectare a început de la desenele 2D, a continuat cu modelarea 3D, urmată de asamblarea virtuală. Stadiul actual îl reprezintă soluțiile PLM (*Product Lifecycle Management*), care urmăresc produsul din momentul concepției, trecând prin faza de producție și testare, apoi cea de întreținere, până la retragerea sa de pe piață. Soluțiile PLM reprezintă mult mai mult decât design, dar integrează un nucleu CAD.

Cele mai multe proiecte, inclusiv de autovehicule, nu au la bază un concept nou, ci sunt destinate îmbunătățirii performanțelor unor modele existente. Pe de altă parte, autovehiculele se deplasează în condiții reale diferite, în funcție de zona geografică și de modul de exploatare. Se poate presupune că un autovehicul destinat transportului de marfă, de capacitate mică, va fi utilizat preponderent în interiorul orașelor, deci în condiții de trafic urban, în timp ce un autovehicul de capacitate mare va fi utilizat preponderent în mediu extraurban. De asemenea, un autoturism destinat utilizării în oraș va avea dimensiuni mai mici și un motor de putere mai mică, în timp ce un autoturism destinat deplasărilor lungi va avea dimensiuni mai mari și un motor mai puternic. Prin construcție, autovehiculul trebuie să fie adaptat mediului în care va fi utilizat.

Prin urmare este necesară cunoașterea caracteristicilor reale ale autovehiculelor. Există parametri care sunt determinați în condiții teoretice, sau sunt estimați pe baza unor tabele. Exemple sunt *coeficientul de rezistență a aerului* și *coeficientul de rezistență la rulare*.

Procesul de proiectare este parte a ciclului de viață al unui produs. În mod obișnuit procesul de proiectare începe cu identificarea unor cerințe. Acestea pot fi definite prin studii de piață, prin cerințe ale unui proiect/ansamblu mai mare. Pe baza cercetărilor, începe concepția la nivel superior, adică definirea principiilor (de funcționare) și a componentelor importante. Se poate începe cu schițarea cu ajutorul creionului și a hârtiei, sau cu utilizarea unor programe CAD simple, sau chiar cu schițarea direct în sistemul CAD principal.

În mod obișnuit, sistemele CAD se implică în ciclul de viață al produsului începând cu faza de *schită*. Totuși, un sistem CAD poate fi util și în faza de *cercetare*, datorită posibilităților sale de a gestiona date complexe, eterogene, și de extindere a capacităților sale prin aplicații proprii. Rezultate obținute în faza de cercetare pot fi integrate în ansamblul datelor PLM ca fișiere însoțite de *metadate*.

OBIECTIVE PRELIMINARE

Obiectivul principal al tezei este de a demonstra posibilitatea utilizării unui sistem CAD general în studiul comportamentului unui vehicul, folosind posibilitățile de programare incluse în acest sistem. Teza își propune în primul rând să identifice *soluții* și să probeze utilizarea practică a soluțiilor identificate.

Astfel, activitatea de cercetare legată de studiul comportamentului vehiculului se poate considera parte integrantă a ciclului de proiectare a produsului. Se pot realiza analize complexe fără a fi necesare instrumente software dedicate, costisitoare și care de cele mai multe ori implică și timp de familiarizare cu interfața pentru introducerea datelor și interpretarea rezultatelor, dar și timp pentru înțelegerea algoritmilor care stau la baza programelor.

Obiectivele tezei urmează să fie detaliate ulterior, pe baza evaluării stadiului actual al cunoștințelor referitoare la studiul performanțelor dinamice și comportamentului în trafic ale autovehiculului. Se va urmări identificarea de soluții în studiul performanțelor dinamice și comportamentului în trafic ale autovehiculului, precum și aplicarea practică a acestora în vederea îndeplinirii cerințelor din proiecte de cercetare.

STRATEGIA CERCETĂRII

După definirea temei, activitatea de cercetare a urmat în principiu etapele:

- colectarea datelor și prelucrarea acestora pentru încadrarea într-un format standard;
- analiza datelor, etapă ce include și realizarea programelor de calcul necesare;
- prelucrarea și interpretarea rezultatelor;
- formularea concluziilor.

Aceste etape nu sunt distincte în timp, cum ar fi fost în proiectarea de rutină - *feedback*-ul dintr-un punct al sistemului contribuie la corectarea datelor care sunt reprocesate, ducând la un rezultat mai precis.

Cea mai mare pondere o au evident etapele de colectare și analiză a datelor, atât ca desfășurare în timp cât și ca volum de lucru. Prelucrarea datelor nu este o etapă finală, ci are loc pe toată durata activității. Datele se transferă prin intermediul fișierelor. Datele suplimentare (*metadata*) atașate fișierelor de pe server facilitează identificarea ușoară a acestora, căutarea și gruparea după diferite criterii. Datele suplimentare sunt organizate într-o structură deschisă, ce se poate actualiza pe măsură ce apar idei sau situații noi.

Serverul de date este un element esențial al sistemului PLM și toate subsistemele trebuie să comunice în final cu acesta. Pe server sunt stocate fișiere CAD, prin intermediul unei aplicații integrate, și fișiere de date transferate printr-o aplicație client care implementează același protocol de transfer ca și aplicația din interiorul sistemului CAD.

Colectarea datelor s-a efectuat folosind dispozitive GPS. În funcție de scop, au fost utilizate dispozitive GPS de performanțe diferite, pentru a ușura atât procesul de achiziție, cât și cel de prelucrare a datelor. Astfel, pentru estimarea unor performanțe dinamice, ca spațiul de frânare sau demarare, sau de rulare liberă, au fost utilizate dispozitive cu sensibilitate mai mare, parte a unor echipamente mai complexe și cu programe de prelucrare specializate. Pentru achiziția datelor necesare studiilor de trafic s-au utilizat receptoare GPS comerciale, care oferă o rată de achiziție suficientă (1 Hz) și nu necesită operațiuni de instalare la bord.

Datele colectate sunt înregistrate în fișiere de diferite formate, ce pot fi stocate pe server în structuri organizate după anumite criterii, dar în plus li se pot asocia proprietăți (*metadata*) referitoare la modul în care au fost obținute, aparatele utilizate, data și locul, scopul pentru care au fost înregistrate. Atașarea datelor suplimentare se face cu ajutorul unei aplicații client ce comunică cu serverul printr-un protocol de transfer al fișierelor (de ex. protocolul WebDAV).

Aceleași date sunt încărcate și prelucrate în sistemul CAD cu ajutorul unei aplicații integrate proprii. Datele pot fi preluate direct din fișierele salvate cu dispozitivele GPS, înainte de stocarea lor pe server, sau pot fi descărcate de pe server folosind aceeași aplicație client. Datele suplimentare (*metadata*) nu afectează structura și conținutul fișierelor inițiale.

Aplicația CAD de prelucrare a datelor GPS este nucleul întregului proces. Cu ajutorul acestei aplicații se realizează:

- preluarea datelor din fișiere de diferite formate;
- transformarea coordonatelor punctelor înregistrate, din sistemul de coordonate geografice specifice GPS în sistem cartezian, inclusiv georeferențierea (corelarea coordonatelor determinate cu un sistem de referință cunoscut) traseului înregistrat;
- reprezentarea grafică a traseului parcurs și stocarea informațiilor ca date suplimentare;
- calculul altor parametri și stocarea acestora ca date asociate entităților geometrice;
- reprezentarea grafică a vitezelor și accelerațiilor în funcție de timp și spațiu;
- alte reprezentări grafice, 2D sau 3D;
- export de date din grafice sau din reprezentarea traseului;
- analiza graficelor viteză/timp pentru determinarea ciclului de deplasare;
- pregătirea datelor pentru alte aplicații (ex: studii de trafic, hărți de zgomot).

Reprezentările grafice realizate în cadrul aplicației CAD pot fi stocate pe un server ca fișiere CAD. Datele exportate în diferite formate se pot prelucra cu alte programe externe.

STRUCTURA TEZEI

Pe lângă *Introducere* și *Anexe*, teza cuprinde cinci capitole principale:

- Modalități de studiu al performanțelor dinamice și în trafic ale autovehiculului;
- Tehnologii moderne utilizate în analiza performanțelor autovehiculului;
- Echipamente de măsurare, tehnici de achiziție și prelucrare a datelor;
- Soluții pentru studiul comportamentului autovehiculelor;
- Concluzii, deschideri.

Capitolul **Modalități de studiu al performanțelor dinamice și în trafic ale autovehiculului** conține noțiuni teoretice referitoare la performanțele dinamice ale autovehiculului, comportamentul în trafic al autovehiculului singular și ciclurile de deplasare.

Sunt prezentate și ciclurile de deplasare cele mai cunoscute, utilizate ca cicluri de referință în Europa, SUA și Japonia. Ciclurile de deplasare sunt utile în estimarea performanțelor autovehiculelor, pe stand. Aceste cicluri nu pot descrie deplasarea vehiculelor în orice condiții de trafic; dacă standardizarea este utilă pentru compararea performanțelor diferitelor tipuri de autovehicule, va aduce în schimb de servicii în ceea ce privește stabilirea condițiilor reale de funcționare a autovehiculelor. De aici rezultă necesitatea determinării, pe baze statistice, a unor cicluri de deplasare cu probabilitate mare de apariție.

Capitolul **Tehnologii moderne utilizate în analiza performanțelor autovehiculului** conține o parte dedicată proiectării asistate de calculator și o parte despre sistemele de poziționare prin satelit.

Sistemul CAD este principalul instrument de realizare și control al geometriei în cadrul unui proces PLM. Soluțiile PLM urmăresc produsul din momentul concepției, al designului, trecând prin faza de producție și testare și cea de mentenanță și service până la retragerea sa de pe piață.

Sistemele CAD oferă posibilitatea dezvoltării de aplicații proprii, prin intermediul interfețelor de programare (API). Pentru dezvoltarea de aplicații destinate activității de cercetare este potrivită utilizarea unui mediu de programare flexibil, cum este AutoLisp.

Sistemul de poziționare globală GPS este un sistem de determinare a poziției pe glob (pe un geoid de referință) cu ajutorul sateliților. Numărul de utilizatori este teoretic nelimitat, sistemul fiind pasiv – aparatele utilizatorilor sunt numai receptoare, nu și emițătoare de semnal.

Receptoarele GPS pot înregistra informații de poziție, viteză și timp. Prelucrarea acestor informații facilitează navigarea pe baza hărților digitale, dar și evaluarea unor performanțe ale vehiculului pe care sunt instalate. În acest capitol sunt prezentate posibilitățile de citire a datelor de la receptoarele GPS, folosind protocolul NMEA, precum și modul de transformare a informației de poziție din coordonate geografice (latitudine, longitudine) în coordonate rectangulare (x, y).

Capitolul **Echipamente de măsurare, tehnici de achiziție și prelucrare a datelor** prezintă aparatura și metodele utilizate pentru colectarea și prelucrarea datelor.

Aparatele utilizate sunt în special receptoare GPS, dar și clasificatoare de trafic, interfața OBD-II pentru citirea datelor de la magistrala CAN a vehiculului sau traductoare de orice fel.

Ca metode de colectare a datelor pentru studii de trafic sunt prezentate metoda *vehiculului martor* și metoda observatorului mobil sau a vehiculului urmăritor.

Pentru prelucrarea datelor, este prezentat un algoritm utilizat la evaluarea cinematicii pe baza datelor PVT (*poziție-viteză-timp*) obținute de la receptoarele GPS și metodele de estimare a coeficienților de rezistență a aerului și de rezistență la rulare, prin rulare liberă.

În capitolul **Soluții pentru studiul comportamentului autovehiculelor** sunt prezentate soluțiile identificate pe parcursul elaborării tezei. Acestea includ:

- un sistem propriu de achiziție a datelor prin GPS, care cuprinde atât echipamentul fizic (hardware), cât și programul (software);
- o aplicație CAD pentru prelucrarea datelor GPS, realizată în AutoLisp; cu ajutorul acestei aplicații se realizează preluarea și prelucrarea grafică a datelor;
- o soluție de integrare a rezultatelor într-un sistem CAD/PLM; aceasta constă într-o bibliotecă de funcții C++ originală, realizată pe baza unei biblioteci de funcții C existente, și un program client pentru transferul fișierelor;
- aplicații pentru estimarea performanțelor dinamice ale autovehiculelor utilizând aparatura și metodele prezentate;
- aplicații de analiză a vitezelor de deplasare în trafic urban, cu ajutorul aparaturii GPS și a aplicației CAD prezentate mai sus;
- o propunere de ciclu de deplasare în regim urban pentru orașul Brașov;
- aplicație a soluțiilor prezentate mai sus pentru studiul influenței vitezei de deplasare în trafic asupra zgomotului generat de traficul rutier.

În final, sunt enumerate **concluziile generale** și sunt evidențiate **elementele de originalitate** ale tezei.

Anexele conțin o parte din graficele realizate pe baza datelor colectate și codul sursă al programelor realizate, prea voluminoase pentru a putea fi incluse în textul lucrării:

- analiza vitezei de deplasare în mediu urban: reprezentări grafice ale vitezei și accelerației în funcție de timp și de spațiu, realizate pe baza datelor colectate prin deplasare în mediu urban;
- prezentarea formatelor de fișiere utilizate pentru preluarea datelor de la receptoarele GPS;
- codul sursă al unora dintre cele mai importante funcții LISP utilizate la prelucrarea datelor în mediul CAD;
- codul sursă al programului de achiziție a datelor GPS, scris în limbajul Delphi;
- informații despre disponibilitatea sateliților din sistemele de poziționare.

Prezenta teză de doctorat este rezultatul unei experiențe de circa 20 de ani în domeniul proiectării asistate de calculator și programării calculatoarelor, cu aplicații în ingineria autovehiculelor, dar și a cercetărilor întreprinse în ultimii cinci ani în domeniile traficului rutier și dinamicii autovehiculelor.

Lucrarea a fost elaborată sub conducerea științifică a domnului profesor dr.ing. Vasile Câmpian, căruia țin să-i mulțumesc pentru răbdarea și exigența cu care m-a ghidat pe întreaga perioadă a pregătirii și realizării tezei de doctorat. Nu ar fi fost posibilă finalizarea acestei lucrări fără sprijinul și încurajarea permanentă, pe care mi le-a acordat.

De asemenea, mulțumesc domnului profesor Ion Preda, alături de care am realizat multe din probele experimentale și ale cărui idei au stat la baza multora din realizările noastre în ultimii ani, precum și doamnei profesor Daniela Florea, pentru ajutorul direct și condițiile de lucru create.

Sunt recunoscător tuturor colegilor din Catedra de Autovehicule și Motoare a Universității Transilvania, pentru sprijin și încurajări, și doresc să le mulțumesc.

Nu în ultimul rând, dedic această lucrare familiei mele, în special celui mai tânăr membru, viitor inginer...

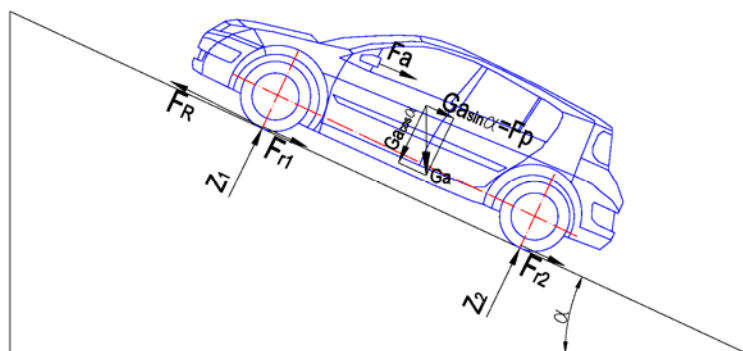
1. MODALITĂȚI DE STUDIU AL PERFORMANȚELOR DINAMICE ȘI ÎN TRAFIC ALE AUTOVEHICULULUI

1.1. PERFORMANȚELE DINAMICE ALE AUTOVEHICULELOR

1.1.1. Rezistențele la înaintarea autovehiculului

Deplasarea autovehiculelor apare ca efect al utilizării energiei dezvoltate de motor, transmisă la roțile motoare. Caracterul mișcării este determinat de mărimea și sensul forțelor care acționează asupra autovehiculului.

Forțele care acționează asupra unui autovehicul sunt:



- F_R – forța la roată;
- F_r - rezistența la rulare;
- F_p - rezistența la urcarea rampei;
- F_a - rezistența aerului;
- m_{ap} – masa aparentă;
- a - accelerația.

Fig. 1.1 – Schema rezistențelor la înaintarea autovehiculului

Rezistența totală la înaintare în timpul deplasării autovehiculului este învinsă de forța la roată F_R și mărimea acesteia determină accelerația imprimată autovehiculului:

$$F_R - (F_r + F_p + F_a) = m_{ap} \cdot a \quad (\text{eq. 1.1})$$

Rezistența la rulare

Rezistența la rulare (F_r) este o forță cu acțiune permanentă, determinată de pierderile de energie datorate rulării roții elastice pe suprafețe tari sau deformabile. Este o forță de sens opus sensului de deplasare a autovehiculului, determinată de reacțiunea normală la roată Z_i și de coeficientul de rezistență la rulare f_i . Pentru întregul autovehicul rezistența la rulare este:

$$F_r = \sum_{i=1}^n f_i \cdot Z_i \quad (\text{eq. 1.2})$$

- f_i – este coeficientul de rezistență la rulare pentru roata i ;
- Z_i – reacțiunea normală la roata i ;
- n – numărul roților.

Rezistența la rulare pe un drum orizontal a unui automobil F_r , se calculează cu relația:

$$F_r = f \cdot \sum_{i=1}^n G_{Ri} = f \cdot G_a \quad (\text{eq. 1.3})$$

Pentru determinarea rezistenței la rulare trebuie stabilit coeficientul de rezistență la rulare, care depinde de mulți factori și se determină pe cale experimentală. Cele mai simple dintre relațiile empirice recomandate în literatura de specialitate pentru stabilirea coeficientului de rezistență la rulare țin seama de viteza de deplasare. O relație generală are forma:

$$f = f_0 + f_1 \cdot v + f_2 \cdot v^2 + f_3 \cdot v^3 \quad (\text{eq. 1.4})$$

unde f_0, f_1, f_2 și f_3 sunt coeficienții specifici diferitelor puteri ale vitezei.

Conform literaturii de specialitate, valoarea coeficientului de rezistență la rulare pe o șosea de asfalt sau beton, în stare bună, este de 0.012...0.018.

Rezistența la urcarea rampei

Greutatea aplicată în centrul de greutate al unui autovehicul are o componentă normală pe drum și una paralelă cu drumul. La urcare, componenta greutății autovehiculului paralelă cu drumul se numește rezistență la urcarea rampei. Expresia rezistenței la urcarea rampei este:

$$F_p = G_a \sin \alpha \quad (\text{eq. 1.5})$$

unde G_a este greutatea autovehiculului, iar α este unghiul de înclinare a drumului.

Dacă drumul are înclinarea mai mică de 7° , se poate considera:

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l} \quad (\text{eq. 1.6})$$

unde h este înălțimea rampei, corespunzătoare unei lungimi orizontale l . Suma rezistențelor la rulare și la urcarea rampei F_{r+p} reprezintă rezistența totală a drumului.

Rezistența aerului

Rezistența aerului F_a este o forță paralelă cu suprafața drumului, care acționează asupra autovehiculului în sens opus mișcării lui. La vitezele cu care se deplasează autovehiculele, rezistența exercitată de aer asupra unui corp în mișcare este proporțională cu densitatea aerului ρ , cu suprafața frontală S a corpului și cu pătratul vitezei de deplasare v_a :

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_x \cdot S \cdot v_a^2 \quad (\text{eq. 1.7})$$

În relația de mai sus c_x este coeficientul de rezistență aerodinamică, iar viteza este exprimată în m/s . Coeficientul de rezistență aerodinamică c_x reprezintă influența formei autovehiculului asupra rezistenței la înaintare și se determină experimental. Pentru autoturisme, valorile uzuale sunt cuprinse între 0.3 și 0.35 sau între 0.35 și 0.45 pentru SUV-uri.

1.1.2. Ecuația generală de mișcare a autovehiculelor

Studiul performanțelor autovehiculelor se face cu ajutorul: ecuației generale de mișcare, bilanțului de tracțiune, caracteristicii dinamice, caracteristicii de accelerație, bilanțului de puteri.

Pe baza ecuației generale de mișcare se obțin parametrii și indicii caracteristicii deplasării în regim de accelerație și frânare.

Ecuația generală de mișcare a autovehiculului se poate scrie sub forma:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{F_R - (F_r + F_p + F_a)}{m \cdot \delta} \quad (\text{eq. 1.8})$$

- a – accelerația autovehiculului (m/s^2)
- v – viteza autovehiculului (m/s)
- t – timpul (s)
- F_R – forța la roată (N)
- F_r – rezistența la rulare (N)
- F_p – rezistența pantei (N)
- F_a – rezistența aerodinamică (N)
- m – masa autovehiculului (kg)
- δ – coeficientul maselor în mișcare

Rezistența la rulare F_r , rezistența la urcarea rampei F_p și rezistența aerului F_a acționează asupra autovehiculului atât în regim de viteză constantă cât și în regimurile tranzitorii de demarare și frânare. Acestea nu depind de caracterul mișcării.

Inerția pieselor aflate în mișcare de rotație, ca și inerția roților motoare și conduse, se manifestă ca o masă suplimentară a autovehiculului.

$$F_a = \delta \cdot \frac{G_a}{g} \cdot \frac{dv_a}{dt} = m_{ap} \cdot \frac{dv_a}{dt} \quad (\text{eq. 1.9})$$

unde δ este coeficientul maselor în mișcare de rotație și ia în considerare influența acestor

mase asupra mișcării autovehiculului, iar m_{ap} este masa aparentă a autovehiculului.

1.1.3. Performanțe de tracțiune și demarare

Caracteristica de tracțiune a autovehiculelor

Bilanțul de tracțiune al autovehiculului este dat de echilibrul tuturor forțelor care acționează asupra acestuia la mișcarea rectilinie, pe un drum oarecare, având admisă totală a motorului. Deci, forța totală la roată obținută prin însumarea forțelor tangențiale de la toate roțile motoare, echilibrează suma tuturor rezistențelor la înaintare inclusiv rezistența la demarare.

Expresia forței la roată F_R în funcție de momentul efectiv al motorului M_e este:

$$F_R = \frac{M_e \cdot i_{tr} \cdot \eta_{tr}}{r} \quad (eq. 1.10)$$

Se observă că forța la roată F_R depinde de treapta de viteză (prin raportul total de transmitere al transmisiei i_{tr}), adică forța la roată depinde de viteza de deplasare a autovehiculului.

Variația forței la roată F_R în funcție de viteza v_a a autovehiculului pentru fiecare treaptă a cutiei de viteze reprezintă caracteristica de tracțiune.

Factorul dinamic și caracteristica dinamică

Suma rezistențelor la înaintare care depind de greutatea autovehiculului este:

$$F_e = G_a (f \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{\delta}{g} \frac{dv_a}{dt}) \quad (eq. 1.11)$$

Din ecuația bilanțului de tracțiune se deduce că suma acestor rezistențe este egală cu:

$$F_e = F_R - F_a \quad \text{sau} \quad F_R - F_a = G_a (f \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{\delta}{g} \frac{dv_a}{dt}) \quad (eq. 1.12)$$

Aprecierea comparativă a calităților dinamice ale autovehiculelor se face cu ajutorul factorului dinamic D . Acesta este definit ca o forță excedentară specifică dată de raportul dintre forța de tracțiune excedentară F_e și greutatea autovehiculului G_a :

$$D = \frac{F_e}{G_a} = \frac{F_R - F_a}{G_a} = \frac{F_R - K S v_a^2}{G_a} = f \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{\delta}{g} \frac{dv_a}{dt} \quad (eq. 1.13)$$

Caracteristica dinamică a autovehiculului este reprezentarea grafică a factorului dinamic D în funcție de viteză, pentru toate treptele de viteză (în Fig. 1.2).

Factorul dinamic și caracteristica dinamică se utilizează la stabilirea performanțelor dinamice ale autovehiculelor: viteza maximă, rampa maximă, rezistența totală maximă a drumului și aderența maximă.

Caracteristica de accelerare a autovehiculelor

Din ecuația factorului dinamic se poate deduce accelerația autovehiculului. Valorile accelerației depind de drumul pe care acesta rulează, caracterizat prin rezistența specifică Ψ . De regulă demarajul automobilului se studiază la deplasarea pe drum orizontal, astfel că $\Psi = f$.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{g}{\delta} (D - \Psi) \quad \text{unde} \quad \Psi = f \cos \alpha + \sin \alpha. \quad (eq. 1.14)$$

Caracteristica de accelerare reprezintă dependența grafică dintre accelerația automobilului măsurată în m/s^2 și viteza de deplasare a automobilului. Curbele accelerației în funcție de viteză, $a=f(v)$, sunt asemănătoare cu cele ale caracteristicii dinamice și numărul lor corespunde numărului de trepte din cutia de viteze (exemplu în Fig. 1.2).

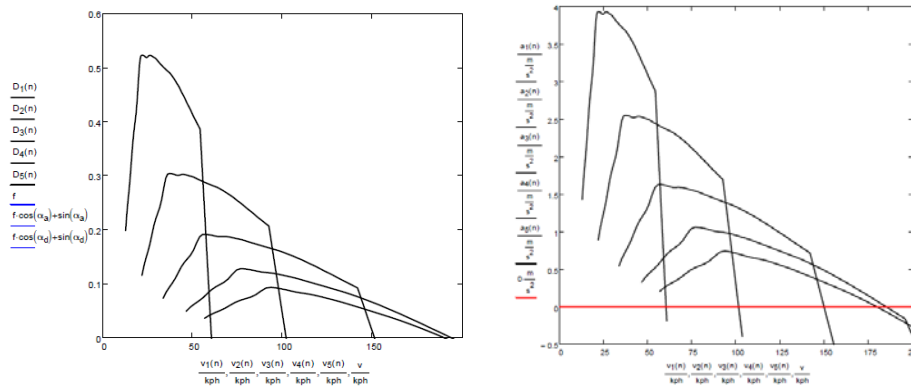


Fig. 1.2 –
Caracteristica
dinamică și
diagrama
acelerațiilor

Timpul și spațiul de demarare

Prin *timp de demarare* se înțelege timpul în care automobilul plecând din loc, atinge valoarea vitezei maxime, motorul lucrând în toată această perioadă pe caracteristica externă. Spațiul parcurs de automobil în acest timp, se numește *spațiul de demarare* . Calculul timpului și spațiului de demarare se face pentru obținerea unei viteze egale cu $0.9 v_{max}$.

Din relația de definiție a accelerației se poate scrie:

$$dt = \frac{1}{a_a} \cdot dV_a \quad (eq. 1.15)$$

Această relație, integrată între două limite, va da mărimea timpului de demarare t_d necesar creșterii vitezei între limitele V_0 și V_n .

$$t_d = \int_0^{t_n} dt = \int_{V_0}^{V_n} \frac{1}{a_a} \cdot dV_a \quad (eq. 1.16)$$

Integrarea se poate realiza grafic, folosind curbele inversului accelerației.

Pentru determinarea spațiului de demarare, se pleacă de la relația de definiție a vitezei instantanee, din care rezultă:

$$dS = V_a \cdot dt \quad \text{sau} \quad dS = \int_{S_0}^{S_n} dS = \int_{t_0}^{t_n} V_a \cdot dt \quad (eq. 1.17)$$

1.1.4. Performanțe de frânare

Frânarea este procesul prin care se reduce parțial sau total viteza automobilului. De capacitatea de frânare a automobilului depinde în mare măsură posibilitatea utilizării integrale a vitezei și accelerației acestuia. Aprecierea și compararea capacității de frânare a automobilelor se face cu ajutorul decelerației maxime absolute a_f sau relative $a_{f\ rel}$, a timpului de frânare și a spațiului minim de frânare $S_{f\ min}$, în funcție de viteză. Acești parametri pot fi determinați în intervalul a două viteze, dintre care una poate fi zero.

În cazul frânării cu ambreiajul decuplat, ecuația generală de mișcare este:

$$a_f = \frac{dV_a}{dt} = \frac{g}{\delta' G_a} (X_f + \sum F) \quad (eq. 1.18)$$

Semnificația simbolurilor este următoarea:

- a_f - este decelerația absolută a automobilului;
- δ' - coeficientul maselor de rotație în timpul frânării cu motorul decuplat;
- X_f - forța de frânare;
- $\sum F$ - suma forțelor de rezistență la înaintare, care nu depind de caracterul mișcării.

Pentru aprecierea cantitativă a capacității de frânare, se poate utiliza decelerația relativă, care reprezintă raportul dintre accelerația absolută a automobilului a_f și accelerația

gravitațională g :

$$a_{f_rel} = \frac{a_f}{g} = 100 \cdot \frac{a_f}{g} [\%] \quad (\text{eq. 1.19})$$

Decelerația maximă depinde, în afară de forțele de frânare dezvoltate la roți, de rezistența specifică a drumului, viteza de deplasare și coeficientul aerodinamic al autovehiculului. La viteze de până la 80 km/h, pe drum orizontal, decelerația maximă depinde de coeficientul de aderență și se poate exprima ca o fracțiune din accelerația gravitațională:

$$a_f = \varphi \cdot g \quad (\text{eq. 1.20})$$

unde φ este coeficientul de aderență.

Valoarea coeficientului de aderență depinde de calitatea pneurilor și de caracteristicile căii de rulare. O valoare uzuală a coeficientului de aderență pentru asfalt uscat este 0.8.

Cunoscând decelerația, se pot determina spațiul și timpul de frânare. Presupunând că decelerația are o valoare constantă, spațiul minim și timpul de oprire se pot defini astfel [44]:

$$S_{f_min} = \frac{v_0^2}{2 \cdot a_f} \quad t_{min} = \frac{v_0}{a_f} \quad (\text{eq. 1.21})$$

unde v_0 este viteza de la care începe frânarea.

În practică, decelerația maximă, timpul și spațiul de frânare, vor fi afectate de mai mulți parametri, cum sunt valorile reale ale rezistențelor la înaintarea autovehiculului. Valorile reale ale parametrilor de frânare pot fi determinate cel mai bine prin încercări experimentale.

1.2. EVALUAREA COMPORTAMENTULUI AUTOVEHICULULUI ÎN TRAFIC

1.2.1. Fluxuri rutiere

Fluxurile rutiere sunt formate din vehicule care interacționează unele cu altele și, de asemenea, cu drumul și mediul înconjurător. Un flux rutier pe o arteră are anumite caracteristici ce variază atât în timp cât și în spațiu. Chiar dacă acestea variază, există o plajă rezonabilă de valori ale comportamentului conducătorilor/vehiculelor și a fluxurilor rutiere în ansamblu.

Deplasarea autovehiculelor pe drumurile publice se poate analiza prin intermediul a două grupe de parametri [38]:

- **parametri microscopici**, ce caracterizează poziția vehiculului singular, considerat entitate în mișcare pe un drum și analizat în consecință prin intermediul particularităților deplasării;
- **parametri macroscopici**, ce definesc comportamentul grupurilor de vehicule ca ansamblu, pe un tronson rutier, la un moment dat sau într-o perioadă de timp.

Parametrii microscopici de trafic reprezintă o grupă de parametri conexe dinamicii autovehiculului, fapt ce face ca o serie de noțiuni să fie explicitate prin relații ce derivă din analiza dinamică [38].

Din această grupă de parametri fac parte:

- intervalul de timp între trecerile succesive ale vehiculelor, sau *timpul intervehicular*, adică timpul scurs pentru trecerea prin dreptul observatorului a două vehicule care se succed în trafic;
- *spațiul intervehicular* – distanța ce separă două vehicule consecutive;
- *viteza de trafic* – în acest caz se disting trei valori caracteristice:
 - o *viteza instantanee* – rezultat al măsurătorilor directe cu echipamente de detecție;
 - o *viteza medie* (cu sau fără considerarea timpilor de staționare) – rezultată în urma prelucrării datelor colectate pe un drum;
 - o *câmpul de viteze (statistica de viteze)* – definește domeniul de variație a vitezei

autovehiculului singular pe un sector de drum supus observării;

- *acelația* – este indicatorul microscopic care permite determinarea cu fidelitate a dinamicii autovehiculului, în special în ciclul de deplasare urban.

Parametrii macroscopici de trafic constituie grupa de parametri ce caracterizează deplasarea fluxurilor de vehicule. Ei reprezintă la nivel global starea traficului pe sectoare de drum, de la nivelul unei artere rutiere până la aglomerare urbană, sau regiune.

Din grupa parametrilor macroscopici de trafic fac parte:

- *debitul traficului* – repartitia vehiculelor în timp pentru un sector de drum;
- *densitatea fluxului* – valoarea atașată repartitiei de vehicule în spațiu;
- *viteza medie spațială* – permite o evaluare cantitativă a traficului și se obține prin medierea valorilor înregistrate pentru vehiculele care trec printr-un punct;
- *câmpul de viteze* – este viteza unică $v(x,t)$ asociată fiecărui moment t , pentru un punct x .

1.2.2. Deplasarea vehiculului singular

Parametrii prin care poate fi descrisă deplasarea unui vehicul singular sunt viteza, în funcție de timp și de spațiu și acelația.

Ecuatia de mișcare a autovehiculului, care este exprimată de regulă în funcție de timp, poate fi exprimată și în funcție de spațiul parcurs dacă se recurge la transformarea:

$$v(x) = \frac{1}{\frac{dt}{dx}} \quad \text{de unde rezultă:} \quad t(x) = t_0 + \int_{x_0}^x \frac{dx}{v(x)} \quad (\text{eq. 1.22})$$

Acelația în funcție de spațiu se obține prin derivarea vitezei $v(x)$ în raport cu timpul.

Viteza medie este parametrul care evidențiază comportarea unui autovehicul pe un sector de drum. Determinarea acesteia permite evaluarea dinamicii autovehiculului atât în ciclul de deplasare urban cât și în cel extraurban. Acest indicator de trafic stă la baza alcătuirii ciclurilor de testare a autovehiculelor în vederea estimării consumului de combustibil și a certificării privind emisiile poluante.

Acelația este, de asemenea, un indicator care permite determinarea cu fidelitate a dinamicii autovehiculelor, în special în ciclul urban.

Viteza medie și acelația medie pe un parcurs de durată $(t-t_0)$ se pot determina astfel:

$$v_{med} = \frac{\int_{t_0}^t v(t)dt}{t} \quad a_{med} = \frac{\int_{t_0}^t a(t)dt}{t} \quad (\text{eq. 1.23})$$

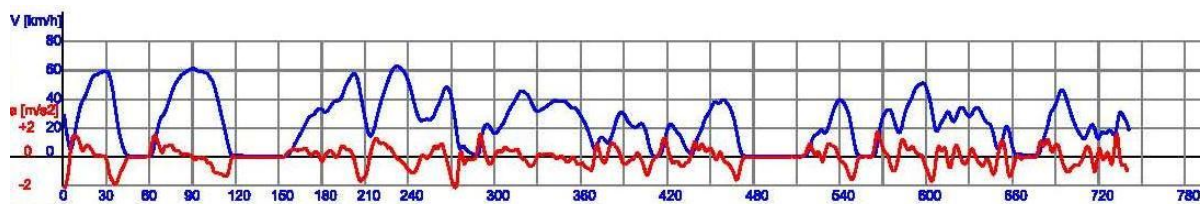


Fig. 1.3 – Înregistrări ale vitezei și acelației unui vehicul pe o porțiune de drum parcurs

Determinările experimentale [38] în medii urbane au arătat o variație a acelației în limitele $\pm 2.5 \text{ m/s}^2$, corespunzând condițiilor de trafic aleator. Acelația medie nu depășește valoarea de 1 m/s^2 , cele mai multe determinări evidențiind valori medii de $0.3 - 0.5 \text{ m/s}^2$.

Determinarea acelației se poate face analitic, prin prelucrarea înregistrărilor de viteză în trafic sau prin măsurare directă, cu ajutorul unui accelerometru.

Indicatorul *acelație* ajută la definirea calității traficului prin doi indicatori sintetici: dispersia sau zgomotul acelației și dispersia relativă a acelației.

Dispersia acelației, denumită și *zgomotul acelației*, rezultă din evaluarea statistică

a dispersiei accelerației și este dat de relația:

$$a_{\sigma} = \sigma^2 = \frac{\int_{t_0}^t [a(t) - a_{med}]^2 dt}{t} \quad (eq. 1.24)$$

unde σ este abaterea medie pătratică. Acest indicator permite evaluarea instabilității traficului în mediu urban.

$$\text{Dispersia relativă a accelerației este: } G = \frac{\sigma}{v_m} \quad (eq. 1.25)$$

În funcție de dispersia relativă a accelerației se poate aprecia fluiditatea traficului. Astfel, o valoare a lui G mai mică de 0,02 corespunde unui trafic fluid, iar o valoare peste 0,2 corespunde unui trafic foarte dificil.

1.2.3. Deplasarea fluxului de vehicule

Deplasarea fluxului de vehicule este caracterizată prin parametrii macroscopici de trafic și anume debitul traficului, densitatea fluxului, viteza medie spațială și câmpul de viteze.

Viteza medie spațială se determină prin medierea valorilor înregistrate pentru vehiculele care trec printr-un punct de observare. Este un indicator care permite evaluarea calitativă a traficului. Viteza medie spațială se poate determina cu ajutorul relației statistice binecunoscute:

$$v_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (eq. 1.26)$$

Câmpul de viteze este dat de viteza unică $v(x,t)$ asociată fiecărui moment t , pentru un punct x situat pe un traseu. O abordare macroscopică a câmpului de viteze vizează determinarea vitezei flotelor de vehicule ce se deplasează pe un sector de drum. Relația de calcul poate fi exprimată astfel:

$$u(x,t) = \frac{q(x,t)}{k(x,t)} [km/h] \quad (eq. 1.27)$$

în care se utilizează informațiile existente privind debitul q și densitatea traficului k .

Câmpul de viteze, ca indicator microscopic de trafic, se referă la vitezele de deplasare ale unui autovehicul singular pe un sector de drum, în timp ce câmpul de viteze ca indicator macroscopic caracterizează un anumit punct de pe sectorul de drum.

Ca aplicație, câmpul de viteze și viteza medie spațială, împreună cu debitul de vehicule, sunt indicatori ce pot fi utilizați în determinarea datelor de intrare pentru evaluarea zgomotului cauzat de traficul rutier.

Dintre indicatorii microscopici de trafic, viteza medie și viteza instantanee sunt indicatori utili în stabilirea ciclurilor de deplasare.

Rezultă din cele de mai sus importanța determinării cât mai precise a evoluției vitezei de deplasare a autovehiculului, în vederea evaluării comportamentului său în trafic.

1.3. CICLURI DE DEPLASARE

Ciclul de deplasare a automobilului reprezintă o serie de date referitoare la variația vitezei în timp. Ciclurile de deplasare constituie condiții de determinare a performanțelor autovehiculelor, cum sunt consumul de combustibil sau nivelul emisiilor.

Ciclurile de deplasare pot fi utilizate și pentru simularea unui autovehicul, adică pentru simularea sistemului de propulsie, în scopul estimării performanțelor. De asemenea, pot fi utile pentru calibrarea autovehiculelor [51], evaluarea performanțelor autovehiculelor existente sau a efectului lor asupra mediului, inclusiv pentru clasificarea drumurilor din punct de vedere al nivelului emisiilor [10].

Ciclurile de deplasare pot fi de două tipuri:

- cicluri de tip tranzitoriu, care implică multe schimbări de viteză;
- cicluri de tip modal, cu perioade prelungite de mers la viteză constantă.

De exemplu, ciclul american FTP-75 și ciclul neoficial european HYZEM (*HYbrid technology approaching efficient Zero Emission Mobility*) sunt cicluri de tip tranzitoriu, iar ciclul european oficial NEDC și ciclul japonez 10-15 sunt cicluri de tip modal.

Ciclurile de tip tranzitoriu sunt cele care reflectă deplasarea reală a unui vehicul.

1.3.1. Ciclul de deplasare european

Ciclurile europene ECE și EUDC se utilizează la testarea pe stand, pentru certificarea emisiilor autovehiculelor ușoare în Europa. Ciclul NEDC (*New European Driving Cycle*) complet cuprinde patru segmente ECE repetate fără pauze, urmate de un segment EUDC.

Ciclul ECE este un ciclu de deplasare urban, cunoscut și sub acronimul UDC. Se consideră că reprezintă condițiile de deplasare în orașe ca Paris sau Roma. Este caracterizat prin viteză mică de deplasare, sarcină redusă a motorului, temperatură redusă a gazelor de evacuare.

Segmentul EUDC (*Extra Urban Driving Cycle*) a fost adăugat după patru cicluri ECE pentru a lua în considerare și modul de conducere mai agresiv, la viteze mai ridicate (la periferiile orașelor).

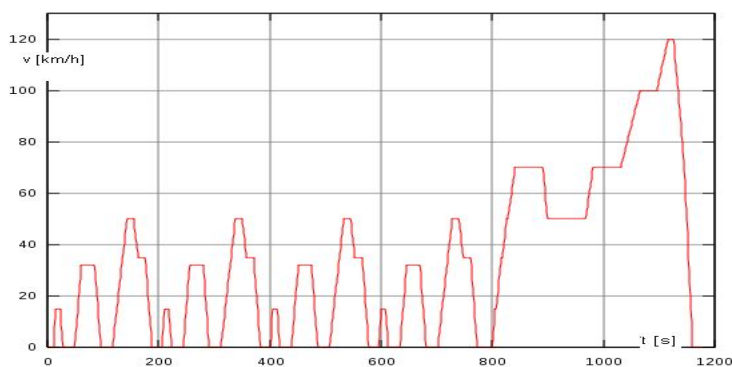


Fig. 1.4 –Ciclul european NEDC

Parametrii ciclului:	ECE	EUDC
- durata:	4x 195 s = 780 s	400 s
- distanța:	4x 1.013 km = 4.052 km	6.955 km
- viteza medie:	18.7 km/h (cu mers în gol)	62.6 km/h
- viteza maximă:	50 km/h	120 km/h

Ciclurile menționate mai sus sunt de tip modal și nu reprezintă secvențe de deplasare reale. Plecând de la date reale, au fost dezvoltate cicluri tranzitorii pentru diferite categorii de drum și condiții de trafic. Astfel sunt ciclurile Hyzem. Acest tip de cicluri fiind determinate pe baza înregistrărilor deplasărilor reale constituie o mai bună reprezentare a condițiilor de deplasare prin oraș decât ciclul european standard.

1.3.2. Alte cicluri de deplasare în mediu urban și extra-urban

Ciclul american FTP-72

Testul FTP-72 (*Federal Test Procedure*) simulează un traseu urban de circa 12 km cu opriri frecvente. Ciclul are două faze:

- 505 s – 5.78 km cu o viteză medie de 41.2 km/h, simulând mersul în regim suburban;
- 864 s – simulează deplasarea în regim urban.

Prima fază începe cu pornire la rece. Între cele două faze motorul se oprește pentru 10 minute. În SUA ponderile fazelor sunt de 0.43 și 0.57.

Ciclul **FTP-75** este derivat din FTP-72, și constă în adăugarea unei a treia faze, de 505 secunde, identică cu prima fază dar cu pornire la cald.

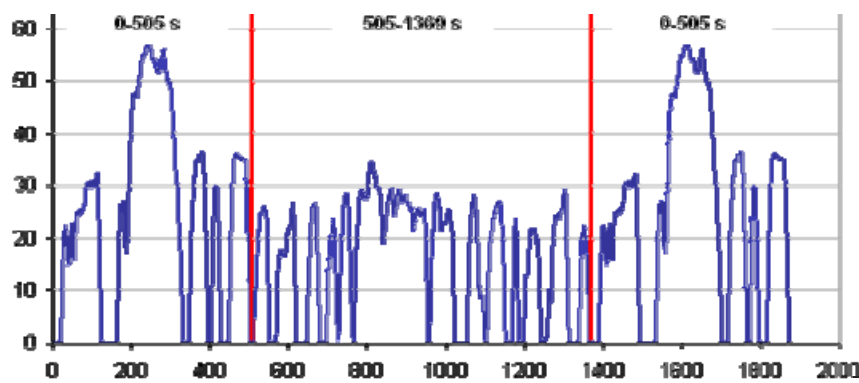


Fig. 1.5 – Ciclu american FTP-75 (timpul în secunde, viteza în mile/h)

Parametrii ciclului:	FTP-72	FTP-75
- durata:	1369 secunde	1874 secunde
- distanța:	7.5 mile (12.07 km)	11.04 mile (17.77 km)
- viteza medie:	27.7 mile/h (44.6 km/h)	21.2 mile/h (34.1 km/h)
- viteza maximă:	56.7 mile/h (91.2 km/h)	56.7 mile/h (91.2 km/h)

Cicurile japoneze 10-15 și JC08

Ciclul japonez 10-15, ca și ciclul NEDC, este compus din trei cicluri mod 10 (viteza maximă 40 km/h) și un ciclu mod 15 (viteza maximă 70 km/h). Este un ciclu de tip modal. Ciclul JC08 simulează conducerea în trafic aglomerat, cu opriri frecvente (ralanti), accelerări și frânări. Spre deosebire de ciclul 10-15, acesta este un ciclu de tip tranzitoriu. Ciclul JC08 va înlocui ciclul 10-15 începând cu anul 2011.

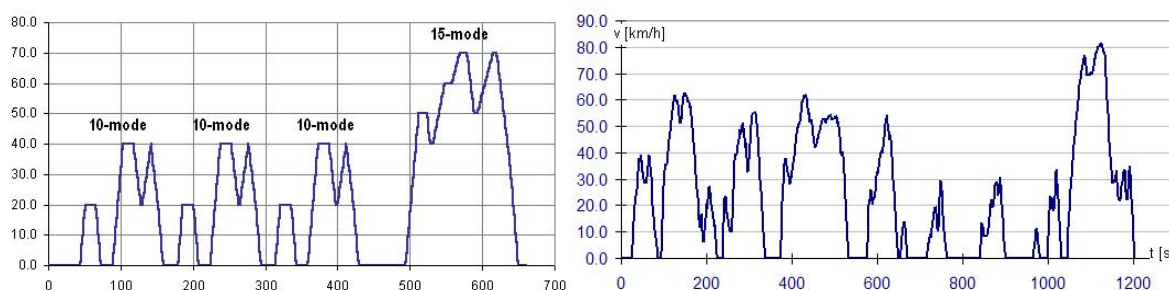


Fig. 1.6 – Ciclu japonez 10-15 și Ciclu japonez JC08

Parametri	10-15	JC08
- durata:	660 secunde (mod 10); 892 sec. (10 + 15)	1204 secunde
- distanța:	4.16 km (mod 10); 6.34 km (10 + 15)	8.171 km
- viteza medie:	22.7 km/h (mod 10); 25.6 km/h (10 + 15)	22.4 km/h (34.8 km/h dacă se exclude timpul de mers în gol)
- viteza maximă:	40 km/h în mod 10, 70 km/h în mod 15	81.6 km/h

Cicluri de deplasare particularizate pentru anumite orașe

Pe lângă ciclurile consacrate, prezentate în 0, au existat mai multe încercări de determinare a ciclurilor de deplasare specifice diferitelor orașe din lume [47], [95], [106], inclusiv din România [51].

De exemplu, ciclul de deplasare urbană determinat experimental pentru Mexico City [95] și ciclul de deplasare al orașului Atena [106] au parametrii:

Parametri	Mexico City	Atena
- durată:	1360 s	1160 s
- distanța:	8.8 km	6.512 km
- viteza medie:	23.4 km/h	20.21 km/h
- viteza maximă:	73.6 km/h	70.86 km/h

Pentru România s-a încercat [51] identificarea unor secvențe tipice de deplasare prin câteva orașe reprezentative, inclusiv Brașov, și apoi adaptarea ciclului european mixt la condițiile identificate pentru România.

Ca rezultat, s-a identificat o secvență de deplasare reprezentativă pentru orașul Brașov și o variantă adaptată pentru România a ciclului mixt. Ciclul adaptat este compus din trei cicluri urbane elementare și un ciclu extraurban. Față de ciclul NEDC, care conține patru cicluri urbane și unul extraurban, are o durată mai mică (în total 1125 secunde), deși fiecare ciclu elementar component este ceva mai lung decât în cazul NEDC. Viteza maximă de deplasare prin oraș este de 60 km/h, față de 50 km/h la NEDC.

1.4. FORMULAREA OBIECTIVELOR TEZEI

Așa cum este menționat în *Introducere*, această teză își propune în primul rând să identifice *soluții*. Obiectivul principal al tezei este de a demonstra posibilitatea utilizării unui sistem CAD în studiul comportamentului unui vehicul, folosind posibilitățile de programare incluse în acest sistem, integrând studiul comportamentului vehiculului în ciclul de proiectare.

Având în vedere cunoștințele despre performanțele dinamice și comportamentul în trafic ale autovehiculelor, precum și posibilitățile de evaluare ale acestora, se pot defini în plus, ca obiective ale tezei, următoarele:

- evaluarea utilizării tehnologiei GPS la colectarea datelor legate de performanțele unui vehicul;
- realizarea unui sistem propriu de achiziție a datelor folosind tehnologia GPS;
- realizarea unei aplicații de prelucrare a datelor colectate, integrată într-un sistem CAD comercial (AutoCAD);
- identificarea unei metode de gestiune a datelor rezultate din activitatea de colectare/prelucrare a datelor experimentale, în vederea utilizării ulterioare a acestora în activitatea de proiectare (integrarea într-un context CAD/PLM) – aplicarea practică a acestei metode prin implementarea protocolului WebDAV într-o aplicație proprie;
- aplicații ale metodei de achiziție a datelor prin GPS și prelucrarea lor folosind programe CAD:
 - măsurarea performanțelor dinamice ale autovehiculului;
 - stabilirea ciclului de deplasare în mediu urban real (tranzitoriu) pentru un anumit oraș (Brașov) și compararea acestuia cu ciclul european standard (ECE-15) și cu alte cicluri de deplasare;
 - determinarea experimentală a unor parametri de trafic rutier (analiza vitezelor de deplasare);
 - stabilirea unei metode de colectare și prelucrare a datelor de trafic pentru aplicații practice, ca estimarea zgomotului generat de traficul rutier.

2. TEHNOLOGII MODERNE UTILIZATE ÎN ANALIZA PERFORMANȚELOR AUTOVEHICULULUI

2.1. PROIECTAREA ASISTATĂ DE CALCULATOR

2.1.1. Sistem CAD – Soluție PLM

Proiectarea asistată de calculator (**CAD - Computer Aided Design**) constă în utilizarea unei game largi de unelte software și hardware pentru a asista în activitatea de proiectare inginerii și alte categorii de proiectanți.

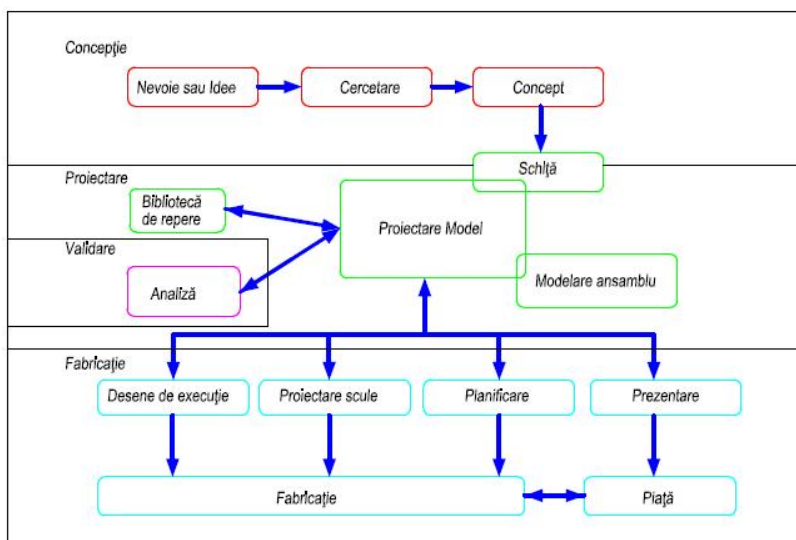


Fig. 2.1 – Etapele procesului de proiectare-fabricație a unui produs

Sistemele CAD, deși oferă numeroase facilități ce ușurează munca proiectanților, nu acoperă toate nevoile procesului de proiectare. În acest context, soluțiile de proiectare sunt integrate în soluții mai complexe, **PLM (Product Lifecycle Management)**. Acestea facilitează circulația mult mai rapidă a informației între departamente și, în plus, ușurează munca proiectanților astfel încât aceștia să se poată concentra pe conceperea de noi produse (Fig. 2.1).

Conceptul de PLM este stadiul actual al unei evoluții care a început de la desenele 2D, a continuat cu cele 3D, urmate de asamblarea virtuală.

Nivelul cel mai simplu de utilizare a unui sistem CAD este desenarea 2D. Acest nivel a fost în mare parte înlocuit în ultimii 20 de ani cu modelarea parametrică 3D. Componentele individuale sunt asamblate în reprezentări 3D ale produsului final (proiectare *bottom-up*); acest model de ansamblu poate fi apoi utilizat pentru efectuarea de analize sau simulări ale dinamicii produsului. În ultimii ani au fost dezvoltate metode și tehnologii pentru proiectarea top-down, pornind de la concepția ansamblului. Aceasta presupune stabilirea de la început a unei scheme de bază a produsului, care este apoi detaliată până la desenele de execuție ale fiecărei piese.

Evoluția sistemelor CAD de la desenare 2D la PLM

Primul sistem software CAD, numit Sketchpad, a fost realizat de către Ivan Sutherland, la începutul anilor 1960. Datorită costului foarte mare al calculatoarelor și urmare a cerințelor speciale de proiectare ale aeronavelor și ale automobilelor, marile companii constructoare de aeronave și automobile au fost primii utilizatori comerciali ai programelor CAD.

În 1965 au început cercetările serioase pentru un software CAD de modelare 3D, iar în anii 70 sistemele CAD au început migrarea din zona cercetării în cea comercială. Principalii dezvoltatori erau grupuri din cadrul companiilor de autovehicule și aerospațiale, în colaborare cu universități. În 1975, compania de aeronave Avions Marcel Dassault a început dezvoltarea programului **CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application)**.

În anul 1979 a fost realizată prima implementare a standardului **IGES** (*Initial Graphic Exchange Standard*). IGES a facilitat transferul curbelor și suprafețelor 3D între diferite programe CAD și este unul din cele mai utilizate formate de transfer a datelor CAD.

La sfârșitul anilor 70 au apărut noi limbaje de programare de nivel înalt și sisteme de operare (C și UNIX), ducând la utilizarea pe scară mai largă a primelor calculatoare desktop.

Avions Marcel Dassault a creat în 1981 sucursala *Dassault Systemes* și a semnat un contract cu IBM, care le permitea acestora să distribuie produsul CATIA. IBM a vândut primul său PC în 1981 și *Autodesk* a prezentat primul program CAD pentru PC, **AutoCAD** Release 1, în noiembrie 1982. Cu toate că PC-urile și-au îmbunătățit performanțele de-a lungul anilor 80 și *AutoCAD* a continuat să câștige un important segment din piața de software 2D, puterea în general redusă a procesoarelor și în special performanțele grafice slabe în comparație cu stațiile UNIX au făcut ca până în următoarea decadă PC-urile să nu conteze pe piața de software CAD.

În 1985 a fost finalizată Versiunea 2 a sistemului CATIA și un alt producător francez, *Matra Datavision*, a lansat pe piață **Euclid**, un program de modelare 3D. În 1987, *Parametric Technology Corp.* (acum **PTC**) a lansat primul software CAD 3D pentru stații UNIX, **Pro/Engineer**. Acesta a fost primul sistem CAD 3D bazat în întregime pe modele solide și istoricul caracteristicilor și constrângerilor. *Pro/Engineer* a utilizat sistemul X-Windows al UNIX-ului pentru a oferi o interfață cu meniuri drop-down, meniuri contextuale, ferestre pop-up și casete de dialog, icon-uri și alte caracteristici utile.

La începutul anilor 90 piața de software CAD era în mod evident polarizată către *IBM-Dassault Systemes* (CATIA), *EDS-Unigraphics* (Unigraphics) și *Parametric Technology* (Pro/Engineer), lideri autoritari pe piața de software CAD 3D pentru stații de lucru UNIX, urmați îndeaproape de *SDRC* (I-DEAS).

Autodesk a cumpărat licența kernelului *ACIS* și în 1994 lansa **AutoCAD Release 13** care includea funcții de modelare a solidelor 3D bazate pe *ACIS*.

La mijlocul anilor 90 piața de software CAD a fost marcată de două evenimente importante: explozia programelor CAD 3D pentru PC și explozia sistemelor **PDM**. S-a născut piața CAD de mijloc. Pe această piață, succesul companiei *SolidWorks* a fost atât de mare încât 2 ani mai târziu a fost achiziționată de către *Dassault-Systemes*.

În 1996 *Intergraph* a lansat un produs CAD 3D pentru Windows similar cu *SolidWorks* – *SolidEdge*. Acesta se baza pe nucleul *ACIS*. După câteva ediții și un oarecare succes de piață *SolidEdge* a fost achiziționat de către *EDS-Unigraphics*, la scurt timp după preluarea *SolidWorks* de către *Dassault-Systemes*.

Decizia companiei *General Motors* din 1996 de a trece la utilizarea sistemului *Unigraphics* urmată de decizia companiei *Ford Motors* de a înlocui sistemul CAD dezvoltat intern *PDGS* cu sistemul *I-DEAS* de la *SDRC*, au fost ultimele mișcări importante pentru sistemele software CAD de corporație din SUA.

În 1999 *Dassault* a preluat *Matra Datavision* (fabricantul sistemului *Euclid*). Apoi *Dassault Systemes* a lansat **CATIA Version 5** – prima versiune CATIA pentru Windows. Pentru a-și alinia oferta cu cele ale furnizorilor tradiționali de software CAD 3D, *Autodesk* a lansat **Inventor**, care avea la bază același nucleu *ACIS*. *Inventor* a fost primul sistem CAD de la *Autodesk* care nu era bazat pe arhitectura *AutoCAD*.

Preluând termenul **PLM** – “*Product Life-cycle Management*”, lansat în cercetările universitare de la începutul anilor 90, și care a crescut în popularitate la sfârșitul anilor 90, companiile principale producătoare de software CAD s-au reorientat rapid pentru a se conforma noii tendințe a pieței. Brusc termenul “furnizor de software CAD 3D” a fost înlăturat, impunându-se noul termen “furnizor de soluții PLM”.

Astăzi industria de software CAD este dominată de către 3 furnizori de soluții PLM: *IBM-Dassault Systemes* cu **CATIA** și **ENOVIA**, *UGS* cu **Unigraphics** și **iMAN** (care au devenit **NX** și **Teamcenter**), și *PTC* cu **Pro/Engineer** și **WindChill**).

2.1.2. Integrarea CAD-PLM

O soluție PLM integrează un nucleu CAD, de la care pornesc informațiile despre noul produs. Proiectul este păstrat într-o bază de date și fiecare proiectant își rezolvă subansamblul de care răspunde, având posibilitatea să verifice potrivirea în ansamblu.

PLM are în plus instrumente software, proceduri și metodologii de colaborare. Se realizează biblioteci de componente standardizate și tipizate, cunoștințele cu caracter tehnic sunt reutilizate: astfel se pot crea ansambluri parametrizate în care sunt introduse reguli automate care să nu fie încălcate de nici unul dintre proiectanți. Dacă s-a făcut o proiectare inteligentă în care s-au înglobat elemente de *knowledge*, schimbând doar niște parametri, proiectul respectiv se redimensionează singur.

Sistemele care pot fi înglobate într-o soluție PLM sunt numeroase: începând cu CAD/CAM (Computer Aided Manufacturing)/CAE (Computer Aided Engineering), PDM (Product Data Management) și terminând cu ERP (Enterprise Resource Planning), SCM (Supply Chain Management) și CRM (Customer Relationship Management), în funcție de specificul și necesitățile companiei respective.

Practic, integrarea unui sistem CAD într-o soluție PLM presupune adăugarea de informații suplimentare proiectelor. Prin acestea se permite gestionarea (controlul accesului) obiectelor CAD (ansambluri, piese, desene, etc.), urmărirea modificărilor și menținerea relațiilor corespunzătoare între obiectele CAD și structura produsului din cadrul PLM.

Beneficiile principale ale unui sistem integrat CAD/PLM sunt:

- acces securizat la obiectele CAD
- acces distribuit global la o sursă unică de obiecte CAD
- un mai bun management al modificărilor (trasarea explicită a noilor versiuni)
- reutilizare mai bună a pieselor și ansamblurilor comune.

Caracteristicile cheie ale unui sistem integrat CAD/PLM sunt:

- gestiunea documentelor – cel mai important aspect al integrării CAD este posibilitatea de a depozita obiectele CAD într-o bibliotecă de pe server. Operațiile de depozitare/descărcare pe/de pe server se numesc *check-in* și respectiv *check-out*.
- controlul accesului – odată ce un obiect CAD este încărcat (*check-in*) în sistemul PLM, accesul la acest obiect poate fi controlat printr-un set de reguli de acces.
- structura produsului – obiectele CAD pot fi asociate cu structura PLM a produsului.
- gestiunea atributelor – atributele sunt reprezentate ca părți ale metadatelor sistemului PLM. Un atribut al unui obiect CAD poate fi reprezentat ca metadata PLM, astfel permițând ca în cadrul PLM să se execute căutări pentru atribute CAD.
- gestiunea modificărilor - sistemele PLM suportă în mod normal conceptul de versiuni și revizii. O versiune nouă este creată în mod normal de fiecare dată când un obiect CAD este modificat și încărcat (*check-in*) în sistemul PLM.

Un sistem CAD/PLM elementar, pe lângă sistemul CAD mai trebuie să cuprindă:

- un server de date și de aplicații;
- un protocol de comunicare între sistemele client și sistemul server;
- software client pentru implementarea protocoalelor – bibliotecă de funcții;
- aplicație software integrată în sistemul CAD al utilizatorului, scrisă într-un limbaj suportat de către sistemul CAD respectiv.

Pentru realizarea caracteristicilor cheie ale unui sistem integrat CAD/PLM, prezentate mai sus, a fost testată utilizarea protocolului WebDAV.

Protocolul WebDAV

Pe scurt, WebDAV (*Web-based Distributed Authoring and Versioning*) este un set de extensii ale protocolului HTTP, care permite utilizatorilor să editeze și să gestioneze fișiere pe servere web. Astfel web-ul este utilizat ca mediu colaborativ. Prin urmare este posibil ca mai

mulți ingineri să lucreze la același proiect; documentele pot fi protejate printr-un mecanism de blocare, astfel încât să nu poată fi suprascrise, iar drepturile de acces pot fi limitate.

În prima fază a fost definit un set de extensie a protocolului HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) pentru șase funcții. Acestea sunt: prevenirea suprascrierii, proprietăți (adăugare/interogare/editare), gestiunea spațiului de nume, gestiunea versiunilor, control avansat al colecțiilor (similar directoarelor din sistemele de operare clasice), controlul accesului.

Elementele sistemului integrat CAD/PLM în cazul utilizării protocolului WebDAV sunt:

- server de aplicații, pe care să ruleze aplicațiile potrivite (exemplu: Jakarta Slide);
- protocol de comunicare între sistemele client și sistemul server – WebDAV, DASL;
- software client pentru implementarea protoacoalelor – bibliotecă de funcții;
- aplicație software (client) pentru transferul fișierelor pe/de pe server.

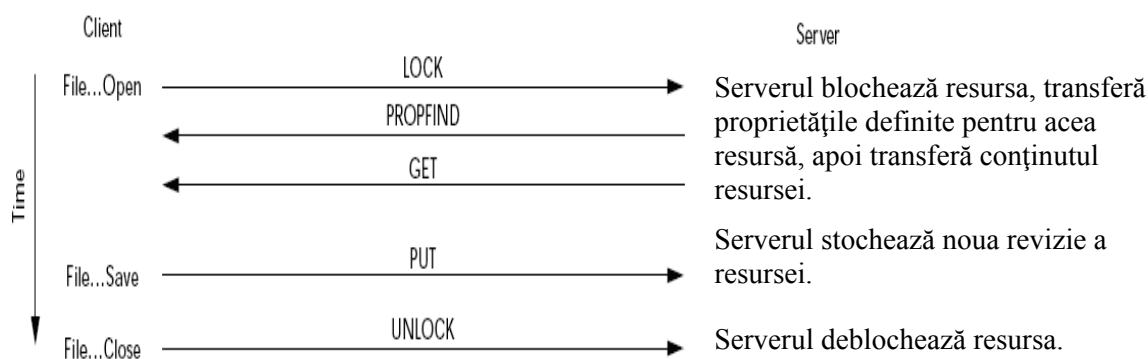


Fig. 2.2 – Sesiunea de actualizare a unui document, folosind WebDAV

În Fig. 2.2 se poate vedea un exemplu de comunicare client/server pentru actualizarea unui document, folosind protocolul WebDAV. Săgețile din figură indică fluxul de informație predominant asociat cu o cerere. Toate cererile folosesc protocolul WebDAV plus HTTP 1.1.

Utilizatorul unei aplicații compatibile WebDAV selectează resursa pe care vrea să o editeze folosind un dialog standard de deschidere a unui fișier (*File - Open ...*). Aplicația utilizează apoi instrucțiunea WebDAV LOCK pentru a bloca resursa (fișierul), instrucțiunea WebDAV PROPFIND pentru a obține proprietățile asociate resursei, și apoi instrucțiunea HTTP GET pentru a obține (descărca) conținutul resursei (fișierul propriu-zis), care va fi apoi deschis pentru editare. Odată editarea încheiată, se folosește instrucțiunea HTTP PUT pentru salvarea/încărcarea resursei înapoi pe serverul Web, și instrucțiunea WebDAV UNLOCK pentru a înlătura blocarea resursei, permițând și altor utilizatori să o acceseze.

Instrucțiunile care aparțin protoacoalelor HTTP sau WebDAV se mai numesc *metode*. WebDAV adaugă șapte noi metode setului de metode definite de HTTP/1.1 (GET, HEAD, POST, OPTIONS, PUT, DELETE, TRACE). Metodele WebDAV sunt destinate protecției la suprascriere (LOCK, UNLOCK), gestiunii *metadatelor* (PROPFIND, PROPPATCH), și gestiunii spațiului de nume (COPY, MOVE, MKCOL).

Proprietățile sunt informații suplimentare, adăugate documentului, și care sunt diferite ca structură de informațiile incluse în document (exemple de documente sunt fișierele CAD). Aceste informații despre informația propriu-zisă se numesc *proprietăți* în terminologia WebDAV, dar sunt, de asemenea, cunoscute ca *metadata*.

Proprietățile WebDAV sunt perechi $\langle \text{nume}, \text{valoare} \rangle$, unde numele este un URL (*Uniform Resource Locator*), iar valoarea este o secvență care respectă formatul XML (*eXtensible Markup Language*). Numele permite ca proprietatea să fie adăugată ca metadata fără a fi înregistrată central, în timp ce valorile XML, prin structura arborescentă, asigură flexibilitate și totodată respectarea unui tip anume. Întrucât tot conținutul XML este cuprins între etichetele (*tags*) de început și de sfârșit, pot fi adăugate cu ușurință elemente suplimentare

la o proprietate, prin introducerea de conținut între etichete.

DeltaV este o extensie a protocolului WebDAV, pe care îl extinde protocolul cu suport pentru controlul versiunilor și gestiunea configurației. Pe baza asigurată de HTTP și WebDAV, DeltaV adaugă 11 metode suplimentare, printre care sunt CHECKIN și CHECKOUT.

DASL (*DAV Searching and Locating*) este o extensie a protocolului WebDAV și oferă un mecanism standard pentru căutarea pe servere WebDAV, după valorile proprietăților.

2.1.3. Utilizarea programelor CAD la prelucrarea datelor

Interfețele de programare a aplicațiilor (API) disponibile în diferite sisteme CAD

Interfețele de programare (API – *Application Programming Interface*) ale sistemelor CAD permit utilizatorilor să extindă, automatizeze și personalizeze funcțiile acestora, din faza de concepție până la fabricație. Automatizarea unor funcții, ca generarea listelor de materiale (BOM), a desenelor sau a unor părți din acestea, precum și a unor operații de fabricație, ajută la reducerea timpului de proiectare și a erorilor. În plus, prin integrarea unor sisteme inteligente, poate fi îmbunătățită calitatea produselor.

Toate sistemele CAD de pe piață oferă una sau mai multe soluții de dezvoltare a aplicațiilor personalizate. Limbajul de programare încă predominant utilizat în interfețele API ale sistemelor CAD este C++, dar tot mai mulți producători de sisteme CAD încearcă să ofere și interfețe bazate pe Java, datorită portabilității ridicate a programelor, sau Visual Basic, datorită ușurinței de învățare și utilizare a acestui limbaj. Un caz aparte este interfața de programare bazată pe limbajul LISP disponibilă în AutoCAD încă de la primele versiuni.

Dezvoltarea aplicațiilor proprii în AutoCAD

AutoCAD pune la dispoziția programatorilor trei tipuri de interfețe de programare (API):

- Visual Lisp, varianta evoluată de AutoLisp, dialect al limbajului LISP;
- VBA (*Visual Basic for Applications*), bazat pe Visual Basic;
- Object ARX, colecție de obiecte C++.

Fiecare dintre aceste variante are avantaje și dezavantaje. Limbajul C++ permite dezvoltarea de aplicații optimizate, care consumă mai puține resurse și au o viteză mai mare de execuție, dar timpul de dezvoltare este în general mare. În schimb, Visual Lisp permite dezvoltarea rapidă a aplicațiilor și permite interogarea rapidă a obiectelor geometrice, chiar din linia de comandă a AutoCAD-ului.

AutoLisp / Visual Lisp

AutoLisp are la bază limbajul de programare LISP, creat la sfârșitul anilor '50. LISP este un limbaj destinat inițial utilizării în domeniul Inteligenței Artificiale. AutoCAD a introdus AutoLisp ca interfață de programare a aplicațiilor (API) în versiunea (*release*) 2.1, la mijlocul anilor '80. A fost ales limbajul LISP ca primă variantă API datorită faptului că era cel mai potrivit pentru procesarea datelor nestructurate din cadrul proiectelor CAD [22].

Caracteristica principală a limbajului LISP este faptul că este orientat pe lucrul cu liste (de altfel chiar numele limbajului provine din sintagma *LISt Processing*). Listele sunt încadrate în paranteze rotunde, iar grupurile de paranteze pot fi imbricate oricât de mult.

Exemplu:

```
(listal (sublistal (sub-sublistal1) (sub-sublistal2 (...))...) (sublistal2 ...))
```

O listă poate fi compusă din oricât de multe elemente, dar se consideră că orice listă are două părți: primul element al listei și respectiv restul listei. Oricare din aceste două părți poate fi un element de bază (numit și *atom*) sau o altă listă, la rândul ei compusă din două părți, care pot fi două liste, și așa mai departe.

Cele două părți ale listei se apelează cu ajutorul a două funcții LISP de bază: *car* și *cdr*

(originea acestor denumiri sunt numele a două registre ale primului calculator pe care a fost implementat limbajul LISP). *Car* apelează primul element al listei, iar *cdr* apelează restul listei.

O altă caracteristică importantă a LISP-ului este faptul că funcțiile, indiferent că sunt funcțiile de bază ale limbajului sau funcții definite de către programator, respectă aceeași structură de listă. Primul element al listei este numele funcției, iar restul listei este formată din parametrii transmiși funcției respective. Parametrii pot să lipsească, deci a doua parte a listei (*cdr*) este o listă vidă, denumită în limbajul LISP *nil*.

Operatorii limbajului LISP se comportă similar funcțiilor, adică se aplică asupra unor liste de parametri. Operatorul este primul element al unei liste, iar operanzii (lista de parametri) reprezintă restul listei (*cdr*).

Acest mod de organizare a programelor și datelor are la bază o structură arborescentă, la fel ca formatul XML, ceea ce facilitează importul sau exportul datelor în acest format.

Un avantaj al programării în AutoLisp, după cum se vede și în exemplele de mai sus, constă în faptul că expresiile LISP pot fi scrise direct în linia de comandă a AutoCAD-ului.

Noua generație a limbajului AutoLisp sub AutoCAD este Visual Lisp (sau VLISP), care adaugă mai multe posibilități vechiului limbaj. VLISP extinde limbajul prin interfața cu obiecte Microsoft ActiveX și îmbunătățește posibilitățile AutoLisp-ului de a răspunde la evenimente prin implementarea funcțiilor "reactori". Ca instrument de dezvoltare, VLISP oferă un mediu de dezvoltare complet, integrat (IDE) care cuprinde un compilator, un depanator și alte instrumente utile pentru mărirea productivității la crearea de aplicații personale în AutoCAD.

Visual Lisp are propriul set de ferestre și meniuri distincte de restul AutoCAD-ului, dar nu rulează independent de AutoCAD. Acesta trebuie să ruleze pentru a putea lucra cu aplicațiile VLISP. Toate funcțiile existente în versiunile precedente ale limbajului AutoLisp se păstrează și în noile versiuni Visual Lisp.

Accesul la entitățile geometrice prin AutoLisp / Visual Lisp

Ca orice limbaj de programare de nivel înalt, AutoLisp (Visual Lisp) include funcții de control al variabilelor (atribuire, conversie de tip), funcții aritmetice și logice, funcții de testare și ciclare. Nu este necesară specificarea tipului de variabilă de la început, alocarea memoriei necesare făcându-se dinamic, în funcție de valoarea atribuită acesteia.

AutoLisp permite accesarea entităților geometrice din baza de date a AutoCAD-ului prin liste [22]. Acestea au structura diferită în funcție de tipul entității respective. De exemplu, pentru o simplă linie, structura datelor poate fi ca în exemplul de mai jos:

```
((-1 . <Entity name: 7ecb3dc0>) (0 . "LINE") (5 . "5916D8") (102 .  
"{ACAD_XDICTIONARY}") (360 . <Entity name: 7ecb3dc8>) (102 . ")") (330 . <Entity  
name: 7ef78cf8>) (100 . "AcDbEntity") (67 . 0) (410 . "Model") (8 . "0") (62 . 1)  
(100 . "AcDbLine") (10 -32088.9 170213.0 0.0) (11 -32356.2 170327.0 0.0) (210 0.0  
0.0 1.0))
```

unde primul element din fiecare sublistă este un cod care identifică proprietatea, iar cealaltă parte a listei este valoarea asociată proprietății respective (tip de entitate, culoare, strat, punct de start, punct de sfârșit, etc.).

Accesul la datele asociate entităților AutoCAD se poate face cu funcția *entget* pentru citire, iar pentru creare sau modificare se pot folosi funcțiile *entmake*, *entmod*, *entupd*.

Când se intenționează accesarea datelor și/sau modificarea mai multor entități în cadrul aceleiași funcții, se poate utiliza subcomanda *select*. Această *subcomandă* este apelată în cadrul unora dintre comenzile de editare standard ale AutoCAD-ului (de aceea o numim *subcomandă*), ca de exemplu: *copy*, *move*, *erase*, *chprop*. Funcția AutoLisp echivalentă este *ssget*.

Rezultatul apelării funcției *ssget* este crearea unei mulțimi de selecție (*selection set*). O mulțime de selecție poate fi parcursă cu ajutorul unor funcții specifice, diferite de funcțiile de lucru cu listele.

Funcții avansate de gestiune a datelor

Pe lângă proprietățile standard, entităților AutoCAD li se mai pot asocia date personalizate de către utilizator. Există două moduri prin care pot fi asociate aceste date suplimentare: XData (*extended entity data*) și ActiveX – accesarea datelor ca obiecte ActiveX.

XData [21] este metoda mai veche, introdusă în versiuni AutoLisp mai vechi, începând cu AutoCAD Release 11 (înainte de introducerea Visual Lisp). Această metodă presupune utilizarea codurilor DXF extinse. Datele sunt organizate în liste ce au ca prim element (identificator) codul DXF. La interogarea entității AutoCAD cu funcția *entget*, aceste liste apar în continuarea listelor de date obișnuite.

O metodă mai flexibilă de asociere a unor date suplimentare entităților folosește obiecte și funcții ActiveX.

Interfața de programare ActiveX este utilizată în diferite limbaje și medii de programare. Când se lucrează cu obiecte ActiveX în Visual Lisp, se lucrează cu aceleași modele de obiect, proprietăți și metode care pot fi accesate din alte medii de programare. Obiectele sunt cărămizile principale ale unei aplicații ActiveX. Elementele geometrice cum sunt liniile, arcele, cercurile, poliliniile, punctele sau textele pot fi referite și ca obiecte ActiveX.

Față de funcțiile AutoLisp standard utilizate pentru acces la entități, funcțiile ActiveX rulează mai repede și permit un acces mai ușor la proprietățile obiectelor.

Funcțiile ActiveX au prefixul *vl-*, *vla-*, *vlax-* sau *vlr-*. Funcțiile din grupul *vlr-* lucrează cu o categorie aparte de obiecte, numite *reactori*, și pot fi utilizate pentru definirea reacției programului la anumite evenimente (de exemplu la modificarea proprietăților unui obiect).

De exemplu, citirea razei unui cerc se face în mod clasic astfel:

```
(setq radius (cdr (assoc 40 (entget circle-entity))))
```

Cu ajutorul funcțiilor ActiveX, aceeași operație se poate scrie:

```
(setq radius (vla-get-radius circle-object))
```

Funcția utilizată pentru atașarea de date suplimentare este *vlax-ldata-put*, utilizată astfel:

```
(vlax-ldata-put e key data)
```

unde *e* este o variabilă ce identifică entitatea, *key* este numele proprietății și *data* este valoarea – deci datele sunt înregistrate ca perechi *<nume, valoare>*.

Citirea datelor se face cu funcția *vlax-ldata-get*, în felul următor:

```
(vlax-ldata-get e key)
```

și rezultatul întors este valoarea asociată numelui *key*, pentru entitatea *e*.

2.2. SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBALĂ

Sistemele GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), sau sistemele globale de navigare cu ajutorul sateliților, permit determinarea cu precizie a poziției într-un sistem de referință geocentric, în orice punct de pe *Pământ*, cu ajutorul rețelelor de sateliți artificiali Navstar-GPS (SUA), Glonass (Rusia) și Galileo (Europa).

2.2.1. GPS - Generalități

Sistemul GPS (*Global Positioning System*) este un sistem de determinare a poziției pe glob (pe un geoid de referință) cu ajutorul sateliților. Sistemul a fost destinat inițial doar aplicațiilor militare, dar treptat a devenit disponibil și pentru aplicații civile, la început cu o precizie alterată intenționat (disponibilitate selectivă), dar treptat restricțiile au fost ridicate și acum precizia oferită este foarte bună. Numărul de utilizatori este teoretic nelimitat, sistemul fiind pasiv – aparatele utilizatorilor sunt numai receptoare, nu și emițătoare de semnal.

Sistemul GPS este format din trei componente: segmentul spațial, segmentul de control terestru și segmentul utilizatorilor.

Segmentul spațial constă în sateliții care transmit informațiile de poziție. Pentru a

acoperi orice poziție posibilă de pe glob sunt necesari cel puțin 24 de sateliți. În aceste condiții, în orice moment, în orice punct de pe glob ar trebui să fie vizibili între 4 și 10 sateliți. Numărul actual al sateliților funcționali este mai mare de 24 - sistemul a fost declarat oficial complet funcțional în 1995, iar în anul 2001 erau funcționali 29 de sateliți. La data redactării acestei lucrări sunt lansați 32 de sateliți GPS, din care sunt operaționali 27. Acești sateliți, aflați pe orbite circulare, sunt plasați pe șase plane orbitale înclinate la 55 de grade, la o altitudine de 20200Km. Ei au o perioadă de revoluție de aproximativ 12 ore și o viteză de circa 3,9 km/s. Sateliții sunt echipați cu ceasuri atomice și două emițătoare în banda D.

Cu ajutorul unui receptor GPS instalat pe un corp rigid (autovehiculul) se poate determina poziția acestuia pe glob. Având instalate două sau trei receptoare (sau un receptor special cu trei antene) pe același corp rigid se poate determina și orientarea acestuia, în plan sau în spațiu.

Determinarea poziției prin GPS poate fi afectată de multe erori, cum sunt: imprecizia orbitei, abateri accidentale de la orbită, timp inexact, poziția relativă nefavorabilă a sateliților vizibili, abateri ale unde radio de la traiectoria teoretică din cauza mediului neomogen pe care-l străbate, erori de poziționare etc.

Din aceste cauze, coordonatele absolute ale unui punct de pe suprafața terestră se determină cu precizie de ordinul metrilor. Se pot determina cu precizie ridicată (centimetri sau milimetri) coordonatele relative ale punctelor măsurate simultan, cu aceeași configurație de sateliți, întrucât erorile se anulează reciproc.

Sistemul GLONASS

Sistemul GLONASS (din limba engleză: *GLOBAL NAVIGATION Satellite System*, sau din limba rusă: *GLOBALNAIA NAVIGATIONNAIA SPUTNIKOVAIA SISTEMA*) este un sistem de localizare prin satelit început de Uniunea Sovietică și continuat, bineînțeles, de Rusia. Este o alternativă la sistemul GPS american (și la sistemul european Galileo aflat încă în faza de dezvoltare).

Sistemul Galileo

Galileo este sistemul de localizare prin satelit realizat de Agenția Spațială Europeană, ca replică la sistemul american GPS. Scopul principal al lansării sistemului Galileo a fost asigurarea autonomiei Europei în ce privește localizarea prin satelit (întrucât GPS este controlat de către autoritățile militare americane, acestea putând decide oricând degradarea intenționată a calității semnalului), dar se asigură compatibilitatea totală cu GPS. Se estimează ca sistemul să devină complet operațional în acest an (2010). Împreună cu serviciul EGNOS se estimează o precizie de localizare oferită de către sistemul Galileo să fie de circa 2 metri.

Sistemul Galileo dispune de 30 de sateliți (27 operaționali și 3 de rezervă) care înconjoară Pământul pe trei plane orbitale circulare, cu o înclinație de 56°, la o altitudine de 23222 km. Aceștia reprezintă segmentul spațial. Se estimează ca sistemul Galileo să ofere o precizie a localizării de 4 metri fără semnal diferențial și respectiv 10 cm cu semnal diferențial.

2.2.2. Recepția semnalului GPS

În principiu, semnalul recepționat de antenă este preluat de un preamplificator cu filtru trece-jos, pentru a elimina zgomotul de semnal de frecvență mai mică și a amplifica semnalul util, cu frecvență purtătoare de peste 1 GHz (2.2.1). Semnalul este apoi mixat cu codul generat local și introdus într-un demodulator pentru a se extrage datele utile (mesajele de navigare).

Sateliții GPS transmit semnale pe două frecvențe purtătoare, asigurând două niveluri de servicii: SPS și PPS.

Semnalul SPS (*Standard Positioning Service*) este semnalul recepționat de majoritatea dispozitivelor comerciale. Calitatea semnalului SPS poate fi alterată deliberat de către DoD (*Department of Defense* – adică departamentul de apărare din guvernul SUA). Semnalul SPS este transmis pe frecvența f_1 , de 1575.42 MHz.

Semnalul PPS (*Precise Positioning Service*) asigură o precizie mai mare și era inițial rezervat aplicațiilor militare și speciale. Semnalul este transmis pe frecvența f_2 , de 1227.60 MHz și este utilizat pentru măsurarea întârzierii datorate propagării prin ionosferă.

Cele două frecvențe purtătoare sunt modulate în fază de trei semnale de cod binar:

- Codul *C/A* (*Coarse Acquisition*) modulează în fază purtătoarea de frecvență f_1 ;
- Codul *P* (*Precise*) modulează în fază atât purtătoarea de frecvență f_1 cât și cea de frecvență f_2 ;

Mesajul de navigare modulează, de asemenea, purtătoarea de frecvență f_1 . Mesajul de navigare este un semnal de 50 Hz constând în biți de date care descriu orbitele sateliților GPS, corecțiile de timp și alți parametri de sistem.

La recepție, pe baza celor trei semnale se calculează datele PVT (Poziție, Viteză, Timp) transmise mai departe de către receptorul GPS prin protocoale NMEA sau similare.

2.2.3. Preluarea datelor de la receptoarele GPS. Secvențe NMEA

Receptoarele GPS pot să stocheze datele în memoria proprie nevolatilă (de exemplu pe carduri de memorie *SD* sau *CompactFlash*), în fișiere de tip text (format *txt* sau *gpx*), sau pot transmite datele altor dispozitive prin interfață RS232 sau USB, printr-un protocol de transfer.

Protocolul de transfer al datelor GPS cel mai cunoscut este NMEA (*National Marine Electronics Associations*). O secvență NMEA este constituită dintr-un șir de caractere format dintr-un identificator de tip și mai multe câmpuri de date. Identificatorul de tip se folosește la recepție pentru stabilirea tipului și formatului secvenței de date ce urmează să fie citite.

Pentru comunicația cu dispozitivele GPS, identificatorii secvențelor NMEA încep cu caracterele „GP”. Câteva din codurile de identificare ale secvențelor NMEA și semnificația lor sunt date în *Tabelul 2.1*.

Pe lângă secvențele NMEA standard, receptoarele GPS mai pot să transmită secvențe de date proprietare, în funcție de tipul lor. Pentru fiecare aplicație pe bază de date GPS, se pot selecta secvențele NMEA sau proprietare cele mai potrivite.

Tabelul 2.1 – Coduri de identificare ale secvențelor NMEA

Cod de identificare	Descriere
GPALM	Date ale almanahului
GPDTM	Datum-ul utilizat (ex: WGS84)
GPGLL	Date de longitudine/latitudine
GPGGA	Date de localizare 3D și despre acuratețe
GPGSA	Date generale despre sateliți
GPGSV	Date detaliate despre sateliți
GPRMC	Date minim recomandate pentru GPS
GPVTG	Direcția de înaintare și viteza față de sol

Toate codurile de identificare încep cu semnul \$. Exemple de secvențe NMEA, utilizate în aplicațiile prezentate în această lucrare:

```
$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,*47
$GPGSA,A,3,04,05,,09,12,,24,,,,,2.5,1.3,2.1*39
$GPGSV,2,1,08,01,40,083,46,02,17,308,41,12,07,344,39,14,22,228,45*75
$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W*6A
$GPVTG,054.7,T,034.4,M,005.5,N,010.2,K*48
```

Cele mai simple aplicații de poziționare pot folosi doar secvențele GPRMC, iar pentru a avea și informații despre calitatea poziționării se mai pot folosi secvențele GPGSA și GPGSV.

2.3. TRANSFORMAREA COORDONATELOR GEOGRAFICE

Datele preluate de la receptoarele GPS includ coordonatele geografice (latitudine și longitudine) și altitudinea pentru poziționarea receptorului pe suprafața Pământului. Coordonatele geografice trebuie transformate în coordonate rectangulare (x, y), în sistem metric, pentru a putea fi utilizate la studiul comportamentului autovehiculului.

Principial, problema se pune astfel [66]: fiind dat un punct de pe elipsoid, prin coordonatele sale geografice (B, L , unde B este latitudinea iar L reprezintă longitudinea), trebuie să se determine poziția imaginii sale din planul de proiecție prin coordonate rectangulare (x, y), unde:

$$\begin{aligned}x &= f_1(B, L) \\y &= f_2(B, L)\end{aligned}\quad (eq. 2.1)$$

Relațiile de mai sus reprezintă forma generală a ecuațiilor hărții. Funcțiile f_1 și f_2 sunt arbitrare, dar trebuie să fie continue și finite pentru domeniul de reprezentat.

Reprezentarea spațiului geografic real în aplicațiile software (GIS, CAD) presupune definirea coordonatelor în raport cu poziția lor corectă pe suprafața globului terestru. Definirea corectă a sistemului de coordonate geografice include tipul de elipsoid, originea și orientarea sistemului de coordonate, sistemul de proiecție și unitatea de măsură. Indiferent dacă globul terestru este aproximat cu o sferă sau cu un elipsoid, pentru reprezentarea spațiului geografic tridimensional pe hărți bidimensionale sunt necesare transformări. Sistemele de proiecție reprezintă ansamblul metodelor matematice prin care se realizează aceste transformări.

Hărțile de navigare digitale și sistemele GPS utilizează în mod implicit *datum*-ul WGS84. În cazul măsurătorilor de poziție efectuate dintr-un autovehicul în mers, dar și în cazul măsurării drumurilor, clădirilor sau altor repere, inclusiv prin intermediul imaginilor raster, rezultatele măsurătorilor trebuie să fie *georeferențiate*. Aceasta înseamnă că datele de poziție respective trebuie asociate unui sistem de coordonate, acesta fiind la rândul său definit pe baza unui sistem de proiecție.

Pentru a fi reprezentate într-un sistem GIS sau CAD punctele înregistrate trebuie să fie transformate într-un sistem de proiecție (Stereo 70 este preferat în România). Transformarea se face în funcție de puncte de referință, cu coordonate cunoscute în ambele sisteme. Formulele de transformare nu sunt aceleași pe tot teritoriul țării și este dificilă stabilirea unei reguli de transformare valabile în orice loc de pe hartă. Corecțiile care se fac se pot reduce, cu o bună aproximare, la o translație în plan.

Sistemul de coordonate carteziene are 3 axe ortogonale. Pentru Pământ, sistemul de coordonate carteziene are axa X în direcția punctului de intersecție a meridianului Greenwich cu planul ecuatorial, axa Z în direcția polului nord și axa Y ortogonală pe axele X și Z . Pentru orice sistem de coordonate geodezice (ϕ, λ, h) există un sistem de coordonate carteziene 3D (X, Y, Z) reprezentativ. Relația între coordonatele acestor sisteme se obține folosind geometria euclidiană. Conversia de la coordonate geodezice la coordonate carteziene se face cu relațiile:

$$\begin{aligned}X &= (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \\Y &= (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \\Z &= N(1 - e^2 + h) \sin \varphi\end{aligned}\quad (eq. 2.2)$$

Transformarea coordonatelor WGS84 (măsurate cu tehnologie GPS) în coordonate Stereo 70 se face în două etape: transformarea coordonatelor B, L din sistemul WGS84 în coordonate B, L în sistemul Krassovsky și apoi transformarea acestora în coordonate X, Y . Calculul coordonatelor rectangulare plane stereografice 1970, în funcție de cele geografice se face cu ajutorul unor formule cu coeficienți constanți. Transformarea WGS84-Krassovsky se face cu ajutorul transformării spațiale *Helmert* cu 7 parametri: 3 translații, 3 rotații și un factor de scară. Pentru studiile de dinamică a autovehiculelor și de trafic se poate aproxima această transformare folosind doar translații în plan.

3. ECHIPAMENTE DE MĂSURARE, TEHNICI DE ACHIZIȚIE ȘI PRELUCRARE A DATELOR

3.1. APARATURA UTILIZATĂ PENTRU COLECTAREA DATELOR

3.1.1. Dispozitive GPS utilizate

La experimente au fost utilizate patru tipuri de receptoare GPS capabile să înregistreze datele despre traseul parcurs: Racelogic VBox, Garmin GPSmap 60CSx, Holux M-241 și Garmin GPS 18x-5Hz.

Racelogic VBox III (Fig. 3.1) este un dispozitiv profesional capabil să înregistreze și să proceseze în timp real semnalele recepționate de la o antenă GPS cu o rată de actualizare a datelor de la receptor de 100 Hz. Este destinat în primul rând măsurării poziției și vitezei unui vehicul în mișcare.



Fig. 3.1 – Racelogic VBox

Parametrii pe care VBox îi poate măsura numai pe baza semnalului GPS, fără alți senzori externi, sunt: viteza, distanța, timpul, poziția, direcția de înaintare (orientarea), înălțimea, accelerația laterală, accelerația longitudinală, viteza verticală, raza de virare, poziția într-un circuit, traseul parcurs (înregistrare), distanța parcursă în rulare liberă.

Tabelul 3.1 – Caracteristici de precizie ale sistemului VBox III

Parametru	Rezoluție	Acuratețe	Acuratețe cu DGPS
Viteza	0.01 km/h	0.1 km/h	0.1 km/h
Distanța	1 cm	0.05%	0.05%
Poziția absolută	1 cm	3 m 95% CEP	1.8 m 95% CEP
Altitudinea	1 cm	6 m 95% CEP	3 m 95% CEP
Accelerația laterală	0.01 g	0.5%	0.5%
Accel. longitudinală	0.01 g	0.5%	0.5%
Direcția/orientarea	0.01°	0.1°	0.1°
Timpul	0.01 s	0.001 s	0.001 s

Racelogic VBox VBS20SL este un dispozitiv capabil să înregistreze și să proceseze în timp real semnalele recepționate de la două antene (rata de eșantionare de 20 Hz).

Vbox II SX5 este varianta „low cost” a sistemului VBox. Caracteristicile sale sunt asemănătoare celor ale sistemului VBox III, dar rata de actualizare a datelor de la receptor este de 5 Hz. Pe lângă aceste sisteme, gama VBox mai cuprinde și altele, cu diferite performanțe și diferite interfețe (intrări/ieșiri).

Garmin GPSmap 60CSx (Fig. 3.2) este un dispozitiv care poate înregistra datele cu o rată de eșantionare de 1 Hz (o înregistrare pe secundă), oferind în același timp și funcții de navigare [124]. Unitatea dispune de un microcard SD pentru încărcarea în memorie a hărților de detaliu și pentru salvarea traseelor parcurse. Se pot încărca și descărca date despre hărți și trasee/puncte înregistrate folosind conexiunea rapidă USB. GPSmap 60CSx încorporează, de asemenea, un altimetru barometric, pentru date precise privind elevația, precum și o busolă electronică ce afișează direcția de deplasare cu mare acuratețe.

Dintre caracteristici:

- receptor GPS de înaltă sensibilitate, compatibil WAAS prin SiRF (SiRF este un protocol de comunicație implementat în *chipset*-ul cu același nume – produs de compania SiRF Technology Holdings Inc.);
- dimensiuni: 2,4x6,1x1,3”;
- ecran: 1,5x2,2”, diagonală 2,6”, 256 culori, TFT (160x240 pixeli);
- greutate: 213 grame, cu baterii;
- formate de poziție Lat/Lon, UTM, Loran TDs, Maidenhead, MGRS;
- calculator de călătorie, prevăzut cu odometru (kilometraj), timp de oprire, media de deplasare, media totală, timpul total, viteza maximă și altele;
- înregistrare automată a traseului parcurs cu 10.000 de puncte; cele 20 de trasee salvate (cu câte 500 de puncte fiecare) permit ghidarea în ambele direcții.

Holux M-241 (Fig. 3.2) este un GPS logger, adică un dispozitiv care înregistrează poziția (coordonatele geografice) și timpul, la intervale regulate de timp sau spațiu.

Receptorul Holux M-241 dispune de interfețe Bluetooth și USB, se alimentează cu o baterie AA, are un ecran LCD (32mm x 8.9mm) pentru afișarea informațiilor: poziție, viteză, memoria disponibilă, data/ora și posibilități de setare a limbii și unităților de măsură a distanței.

Caracteristici ale receptorului Holux M-241:

- înregistrarea la interval minim de 5 secunde sau 50 metri;
- sensibilitate de până la -159 dBm;
- demodulator WAAS/EGNOS/MSAS inclus, fără hardware suplimentar necesar;
- consum mic de putere (durata de viață a bateriei de circa 12 ore);
- suport pentru protocolul NMEA0183 V 3.01;
- spațiu de memorie pentru 130.000 de înregistrări de poziție.

Principalele avantaje ale acestui dispozitiv sunt: mărimea, ușurința în utilizare și prețul. Este util în special la înregistrarea datelor dinamice pe trasee lungi, de exemplu la deplasarea pe autostradă sau drumuri naționale.

Datele se pot prelua prin intermediul mai multor tipuri de fișiere: KML (interfațare cu *Google Earth*), NMEA (format *.txt* specific, conținând secvențe \$GPRMC), text, GPX.



Fig. 3.2 – Garmin GPSmap 60CSx și Holux M-241

GPS 18x-5Hz (Fig. 3.3, caracteristici tehnice în Tabelul 3.2) este un senzor GPS destinat în special utilizării la operarea utilajelor, ghidare și diferite aplicații în agricultură unde sunt necesare informații de poziționare și viteză foarte precise.



Fig. 3.3 – GPS 18x-5Hz

GPS 18x-5Hz dispune de 12 canale paralele (poate procesa simultan semnalele primite de la 12 sateliți), este activat WAAS (poate procesa semnalul radio diferențial dacă este disponibil) și dispune de o memorie permanentă pentru stocarea informațiilor de configurare, un ceas intern (independent de semnalul de la satelit) și date brute rezultate prin măsurare, pentru precizie înaltă și aplicații dinamice.

Tabelul 3.2 – Caracteristici tehnice ale receptorului GPS 18x-5Hz

<u>Dimensiuni</u>	
Diametru	61 mm
Grosime	19.5 mm
Masa	165 g
Lungimea cablului	5 m
<u>Caracteristici electrice</u>	
Tensiunea de alimentare	4.0 – 5.5 Vcc
Curentul de intrare	100 mA @ 5.0 Vcc
Sensibilitatea receptorului GPS	-185 dBm
Temperatura de operare	-30°C ... +80°C
<u>Performanțe GPS</u>	
Timp de achiziție	<ul style="list-style-type: none"> - Reachiziție: sub 2 secunde - Cu toate datele cunoscute: 1 secundă - La cald: 38 secunde - La rece: 45 secunde.
Rata de actualizare	5 înregistrări pe secundă (5 Hz)
Precizie	<ul style="list-style-type: none"> - SPS (<i>standard positioning service</i>): <ul style="list-style-type: none"> - poziție: sub 15 metri, 95% - viteză: 0.1 noduri RMS. - WAAS: <ul style="list-style-type: none"> - poziție: sub 3 metri, 95% - viteză: 0.1 noduri RMS.
<u>Interfețe</u>	RS-232 – receptor asincron, implicit 19200 bauds

Este disponibilă, de asemenea, o funcție de generare a semnalului de ieșire în impulsuri (*Measurement Pulse Output*) de 5 Hz, ale cărei limite superioare sunt aliniată la deplasări de 0 ms, 200 ms, 400 ms, 600 ms și 800 ms față de fronturile de semnal care marchează secunde UTC. GPS 18x-5Hz nu funcționează independent, ci trebuie conectat la un calculator.

3.1.2. Alte dispozitive utilizate pentru achiziția de date

Interfața OBD-II

O sursă importantă de date în timpul deplasării vehiculului este interfața OBD (*On Board Diagnostics*). Aceasta a fost introdusă încă din anii '70 de către unii fabricanți de autovehicule, din 1996 a devenit obligatorie în Statele Unite (specificația OBD-II), iar din 2001 a devenit obligatorie și în Europa (EOBD), pentru autovehiculele pe benzină (din 2004 și pentru cele diesel).

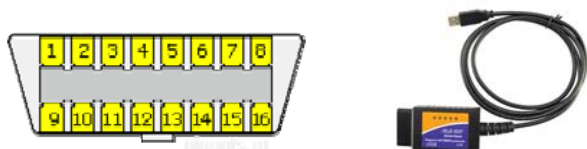


Fig. 3.4 – Conector OBD-II și exemplu de interfață de conectare cu calculatorul

Standardul OBD-II specifică tipul conectorului și dispunerea contactelor acestuia, protocoalele de comunicație (semnalul electric) disponibile și formatul mesajelor. OBD-II definește o listă de parametri ce pot fi monitorizați și modul de codare a datelor pentru fiecare parametru. De asemenea, este stabilită o listă de coduri pentru identificarea defectelor (*DTC – Diagnostic Trouble Codes*), extensibilă. Ca rezultat al standardizării, un dispozitiv unic poate fi utilizat pentru comunicarea cu unitățile de control (controlere) ale oricărui autovehicul.

Prin intermediul OBD-II se pot citi date de la unitățile de control instalate pe autovehicul, cum sunt unitatea de control al motorului ECU (*Engine Control Unit*) sau modulul de control ABS. Pentru a-și putea îndeplini rolul, fiecare unitate de control primește semnale de la diferiți senzori. Astfel se pot citi informații ca viteza de deplasare, turația motorului, viteza

fiecărei roți, consumul de combustibil, nivelul emisiilor etc.

Pentru vizualizarea și salvarea datelor se conectează dispozitivul la portul serial al unui calculator, printr-un adaptor RS232-USB în cazul notebook-urilor care nu au interfața RS232.

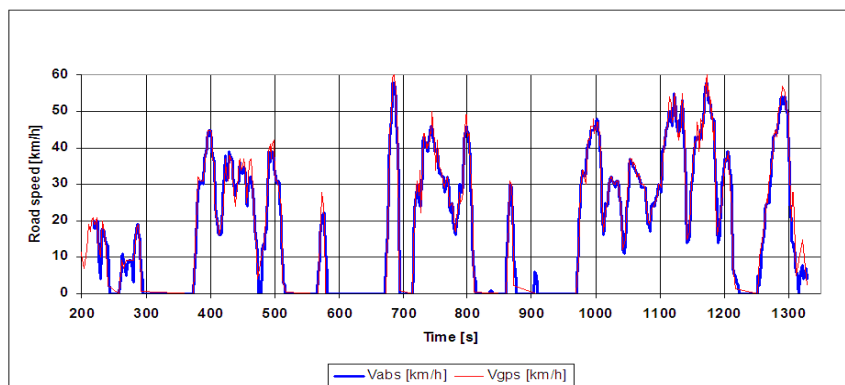


Fig. 3.5 – Viteza unui vehicul în trafic urban, obținută de la un receptor GPS și de la magistrala CAN a autovehiculului (controlerul ABS)

Pentru verificarea datelor obținute cu ajutorul receptoarelor GPS s-au făcut măsurători în paralel cu un receptor GPS și cu ajutorul unei interfețe OBD-II. În Fig. 3.5 curba roșie prezintă rezultatele furnizate de sistemul GPSMap, iar cea albastră prezintă datele transmise pe magistrala CAN a autovehiculului și preluate pe un laptop prin intermediul interfeței OBD-II. Datele de viteză sunt obținute de la senzori plasați în toate roțile vehiculului, prelucrate de un microcontroler și sunt necesare pentru funcționarea sistemului de frânare antiblocare (ABS).

Suprapunerea celor două serii de date este destul de bună, ceea ce dovedește că ambele sisteme de achiziție sunt performante. Trebuie menționat că semnalul de viteză de la sistemul GPS nu este filtrat, ceea ce explică valorile mai mari ale vârfurilor curbei roșii. De asemenea, după 1300 s, cele două semnale continuă să fie perfect sincronizate.



Fig. 3.6 – DataCollect SDR, Sistemul PicDAQ, Senzorul optic Datron-Correvit

Clasificatorul de trafic DataCollect SDR

Clasificatorul de trafic SDR (Fig. 3.6) folosește un radar cu efect Doppler, cu frecvență de 24,125 GHz, pentru detectarea vehiculelor (efectul Doppler se bazează pe deplasarea în frecvență a semnalului transmis de radar și reflectat de un obiect în mișcare). Informațiile date de clasificatorul SDR sunt viteza, lungimea și ora la care a fost detectat fiecare vehicul [85].

Amplasarea aparatului SDR este restricționată de existența obstacolelor care pot bloca vizibilitatea de la radar spre drum. Un aparat poate măsura traficul, pe o singură bandă, într-un sens de circulație sau, pe două benzi, în sensuri opuse.

DataCollect SDR poate măsura viteze între 3 și 250 km/h, cu o rezoluție de 1 km/h. Acest tip de dispozitiv este util pentru măsurarea vitezelor vehiculelor ce trec printr-o secțiune a drumului, dar nu poate da informații despre *profilul vitezei*.

Sistemul de achiziție a datelor DSD PicDAQ

Sistemul PicDAQ (Fig. 3.6) produs de firma DSD (Austria) este un sistem de înregistrare a accelerației și vitezei unghiulare ale autovehiculului.

Sistemul este compus din unitatea de control principală și două blocuri cu senzori. Unitatea principală include butoanele de comandă, afișajul, conectorii și o unitate de card SD. Blocul de senzori 1 include 3 senzori de viteză unghiulară (un domeniu de 150 grade/secundă) și 3 senzori axiali de accelerație pentru valori relativ mici (domeniul 5 g). Blocul de senzori 2 include 3 senzori axiali de accelerație pentru valori mari (până la 50 g).

Senzorii de accelerație în domeniul 5 g și senzorii de viteză unghiulară sunt destinați testelor de frânare și de maniabilitate, iar senzorii din domeniul 50 g - testelor de *crash*.

Sistemele DATRON

Grupul DATRON (Datron Technology Ltd, Corrsys-Datron GmbH), produce sisteme pentru măsurarea performanțelor dinamice ale autovehiculelor folosind senzori optici sau GPS.

Se pot efectua cu aceste sisteme teste de accelerare, teste de frânare, teste de rulare liberă, teste de maniabilitate, testarea pneurilor, testarea motoarelor, a șasiului și a suspensiei.

Senzorii optici permit măsurarea directă a vitezei față de sol, a unghiurilor de derapare sau a înălțimii dintre senzor și sol. Senzorii optici asigură cel mai scurt timp de răspuns.

Senzorul Correvit L-350 (Fig. 3.6) este utilizat pentru măsurarea distanței, vitezei și accelerației pe diferite suprafețe, uscate sau umede. Se poate conecta direct la PC sau la alte sisteme de achiziție.

3.1.3. Erori și precizie de măsurare la utilizarea dispozitivelor GPS

Timpul necesar pentru ca semnalul de la fiecare satelit să ajungă la receptor este afectat într-o mică măsură de condițiile atmosferice, ceea ce afectează precizia ce poate fi realizată fără corecții suplimentare. Calculul vitezei pe baza modificării în timp a poziției va da un rezultat însoțit de „zgomot”, ca în Fig. 3.7, stânga; interpolarea valorilor obținute poate afecta acuratețea într-o măsură destul de importantă în cazul testării performanțelor autovehiculelor.

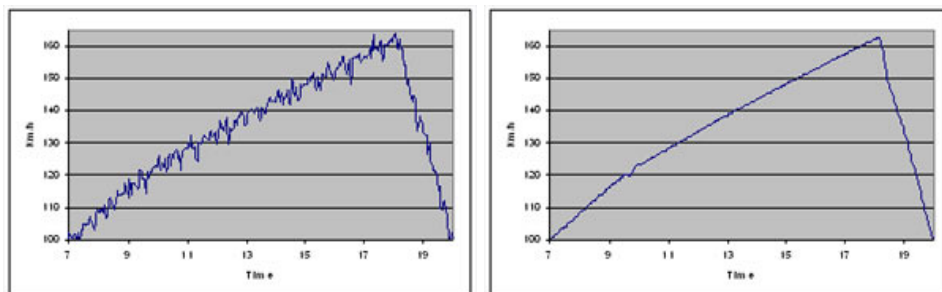


Fig. 3.7 –
Viteza calculată
pe baza poziției
și timpului,
respectiv pe
baza efectului
Doppler

Pe de altă parte, când un receptor este în mișcare față de sateliți, această mișcare determină o deplasare a semnalului. Această mică deplasare poate fi măsurată și utilizată pentru calculul vitezei (exemplu în Fig. 3.7, dreapta). La baza acestui calcul se află efectul Doppler, adică variația frecvenței unei unde emise de o sursă de oscilații, dacă aceasta se află în mișcare față de receptor (același principiu ca în cazul radarului). Prin urmare, este preferabil ca viteza să fie preluată direct de la dispozitivul GPS (de exemplu prin secvențele NMEA), atunci când este posibil, în loc să fie calculată pe baza pozițiilor succesive.

Înregistrări cu receptorul GPS imobil

Prin înregistrarea unei poziții cu un receptor imobil se poate pune în evidență influența obstacolelor și a condițiilor atmosferice asupra preciziei coordonatelor punctelor înregistrate.

În Fig. 3.8 sunt rezultatele a două măsurători efectuate cu receptorul GPS 18x-5Hz, ținut imobil. Acuratețea raportată de către receptor prin intermediul secvențelor NMEA (*HDOP*) a fost de 0,9 – 1,2 (valori ce indică în general o acuratețe bună). În urma măsurării, conform Fig. 3.8, s-a obținut o precizie de localizare de 0,342 – 0,475 metri.

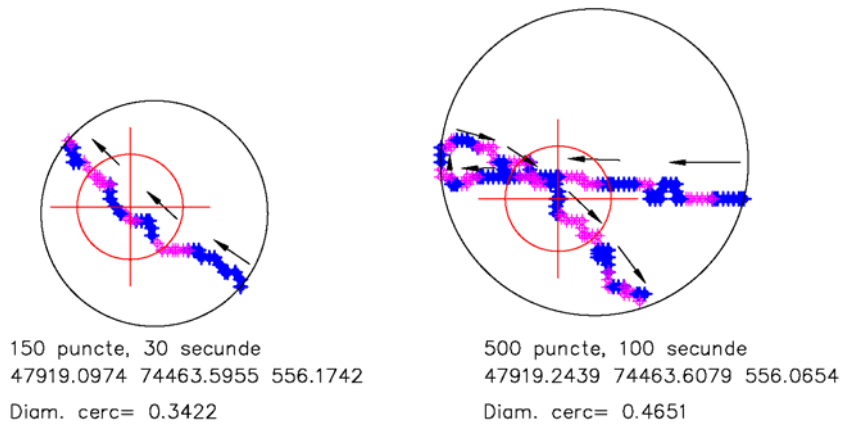


Fig. 3.8 – Măsurări cu receptorul GPS imobil

Punctul cu coordonatele rezultate prin medierea coordonatelor tuturor punctelor înregistrate este marcat prin cercul roșu. Sensul indicat de săgețile din Fig. 3.8 arată evoluția în timp. A fost determinată o distanță în plan între cele două puncte mediane de circa 0,11 metri.

Comparație între datele colectate cu dispozitivele GPS

În cazul traseelor scurte parcurse, de exemplu, pentru efectuarea testelor de frânare, demarare sau de rulare liberă, diferența de precizie dintre cele două receptoare este importantă, și se preferă utilizarea dispozitivului GPS 18x-5Hz. Când înregistrările se fac pe trasee mai lungi diferențele dintre înregistrări nu mai sunt semnificative. Pentru aceste situații dispozitivul GPSmap 60CSx este suficient de precis.

În Fig. 3.10 este reprezentată o porțiune dintr-un traseu parcurs, înregistrat cu receptoarele Vbox și GPS 18x-5Hz.

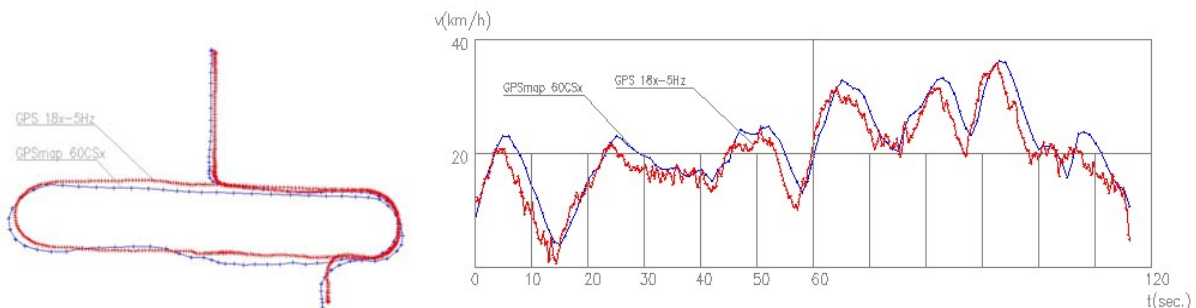


Fig. 3.9 – Traseul înregistrat cu GPSmap și GPS 18x-5Hz

Reprezentarea grafică a vitezei arată diferențe importante. În ambele cazuri viteza este cea transmisă de receptor, nu cea calculată pe baza poziției. În primul rând, graficul viteză/timp arată sincronizarea celor două înregistrări, dar înregistrarea făcută cu Vbox are unele abateri destul de mari. Acestea nu par să fie doar un „zgomot” de înregistrare, ca în Fig. 3.7. În graficul viteză/spațiu diferențele sunt prea mari (peste 5%), și se datorează erorilor de măsurare a poziției - distanța între punctele succesive este calculată pe baza poziției înregistrate.

Cauza erorilor de poziționare ale sistemului Vbox este numărul mic de sateliți vizibili; Vbox a recepționat semnal de la 5-6 sateliți, în timp ce GPS 18x a recepționat semnal de la 7-8 sateliți. Înregistrarea s-a făcut în oraș, parțial pe o stradă de tip „canion”, adică mărginită de blocuri înalte. Dacă eroarea sistemului Vbox este în acest caz explicabilă, în schimb calitatea recepției sistemului GPS 18x este remarcabilă.

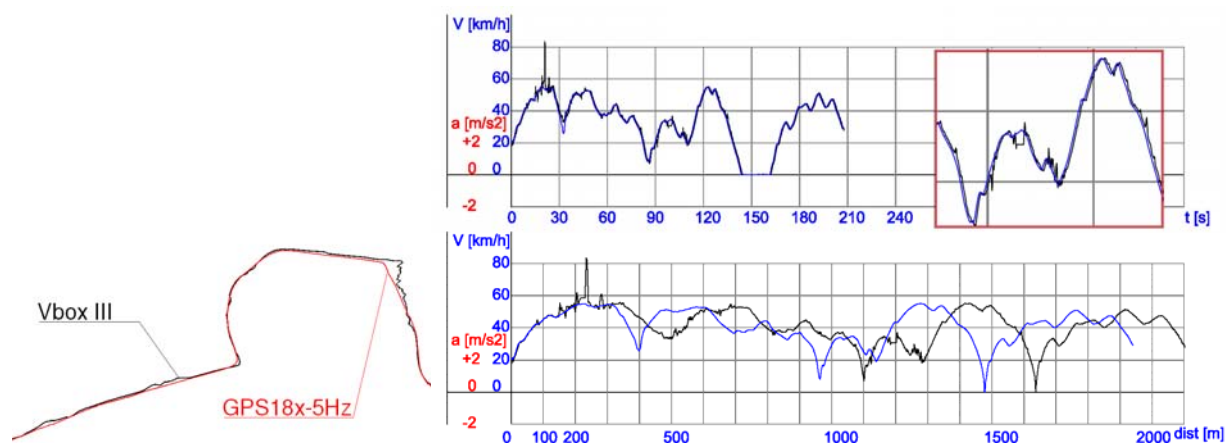


Fig. 3.10 – Traseu înregistrat cu Vbox și GPS 18x simultan, Viteza în funcție de timp (sus) și de spațiu (jos), măsurată cu Vbox (negru) și DS-5 (albastru)

3.1.4. Autovehicule utilizate la colectarea datelor

Caracteristicile autovehiculelor utilizate în procesul de colectare a datelor sunt prezentate în Tabelul 3.3.

Tabelul 3.3 – Caracteristicile autovehiculelor

	Autovehiculul 1	Autovehiculul 2	Autovehiculul 3
Model	Renault Megane II	Ford Focus	Suzuki Jimny
Motor	1.5 dCi (diesel) - cilindree: 1461 cm ³ - P _{max} : 60 kW - M _{max} : 185 Nm	1.8l TDCi, 85 kW (diesel)	M13A (benzină) - cilindree: 1298 cm ³ - P _{max} : 59 kW/6000 rpm - M _{max} : 110 Nm/4100 rpm
Dimensiuni	- Masa: 1205 kg - Lungime: 4.209 m - Lățime: 1.777 m - Înălțime: 1.458 m - Suprafața frontală: 2.14 m ² - Cx: 0.35	- Masa: 1213 kg - Lungime: 4.230 m - Lățime: 1.702 m - Înălțime: 1.470 m - Suprafața frontală: 2.1 m ² - Cx: 0.29	- Masa (gol): 1060 kg - Lungime: 3.625 m - Lățime: 1.600 m - Înălțime (gol): 1.670 m - Ampatament: 2.25 m - Supr. frontală: 2.26 m ²
Rapoarte de transmitere	- treapta 1: 3.73 - treapta a 2-a: 2.05 - treapta a 3-a: 1.32 - treapta a 4-a: 0.97 - treapta a 5-a: 0.76 - reductor central: 3.73	- treapta 1: 3.667 - treapta a 2-a: 2.048 - treapta a 3-a: 1.345 - treapta a 4-a: 0.921 - treapta a 5-a: 0.705 - mers înapoi: 3.727 - reductor central: 3.41	- treapta 1: 4.425 - treapta a 2-a: 2.304 - treapta a 3-a: 1.674 - treapta a 4-a: 1.19 - treapta a 5-a: 1.0 - mers înapoi: 5.151 - cutie de transfer: o Hi: 1.0; o Lo: 2.0 - Reductor central: 4.3
Pneuri	195/65R15	185/65R14	205/70R15

3.2. METODE DE COLECTARE ȘI PRELUCRARE A DATELOR

Pentru măsurarea performanțelor dinamice ale unui autovehicul, indiferent de aparatura utilizată, este necesară instalarea acesteia la bordul autovehiculului și colectarea datelor în timpul deplasării.

Datele de trafic se pot culege fie utilizând aparatura instalată la bordul unui autovehicul în deplasare (vehicul martor), fie folosind echipamente fixe, instalate pe marginea drumurilor.

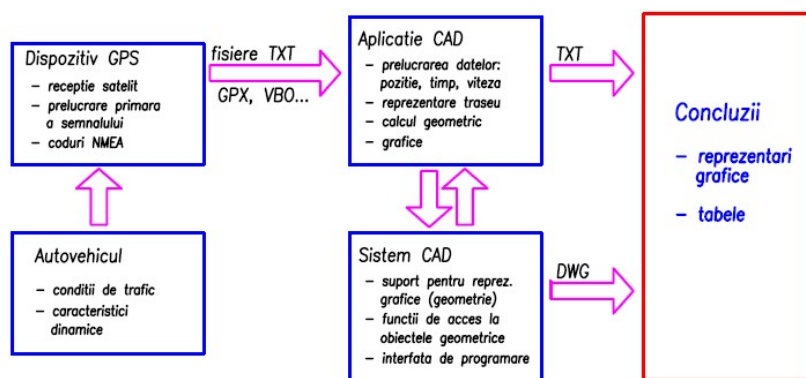


Fig. 3.11 – Schema procesului de achiziție și prelucrare a datelor

Procesul de achiziție și prelucrare a datelor este prezentat schematic în Fig. 3.11. Etapa de colectare a datelor este cuprinsă în cele două blocuri din prima coloană și constă în aplicarea metodei vehiculului martor. Etapa de pre-procesare a datelor este cuprinsă în blocurile din coloana din mijloc.

3.2.1. Metoda vehiculului martor

Metoda preferată pentru înregistrarea datelor este metoda *vehiculului martor*. Vehiculul martor este un vehicul participant la trafic pe care este instalată aparatura de achiziție a datelor.

Este important ca vehiculul martor să aibă un comportament similar cu al majorității vehiculelor din trafic, pentru ca datele înregistrate să fie cât mai reprezentative. Datele sunt preluate de la receptoare GPS, dar pot fi citite și prin interfața OBD2.

Printre avantajele utilizării vehiculului martor pot fi amintite:

- nu sunt necesare echipamente instalate în diferite puncte ale traseului parcurs (radar, buclă inductivă, camere video);
- vitezele sunt înregistrate pe toată lungimea traseului, nu doar într-un punct de pe traseu (ca în cazul senzorilor de viteză externi);
- se pot determina și accelerațiile, întrucât înregistrarea se face în timp;
- timpul necesar pentru colectarea datelor pe trasee diferite este mai mic.

Pregătirea vehiculului martor constă în instalarea echipamentelor de achiziție a datelor. În cazul receptoarelor GPS, în funcție de tipul receptorului, instalarea cea mai complexă constă în așezarea antenei magnetice pe acoperișul vehiculului, conectarea la calculator și pornirea aparatelor și a aplicațiilor.

3.2.2. Metode de colectare și analiză a datelor în vederea stabilirii unor cicluri de deplasare de referință

În principiu, stabilirea ciclurilor de deplasare implică [2]:

- înregistrarea condițiilor de deplasare cu ajutorul unuia sau mai multor vehicule echipate cu aparatură de colectare a datelor;
- analiza datelor colectate în scopul descrierii/caracterizării condițiilor de deplasare;
- dezvoltarea unuia sau mai multor cicluri reprezentative pentru condițiile existente pe baza datelor înregistrate.

Colectarea datelor necesare pentru determinarea unui ciclu de deplasare se rezumă la

înregistrarea evoluției vitezei în funcție de timp și prelucrarea statistică a datelor, pentru identificarea unei secvențe tipice.

În urma eforturilor repetate de colectare a datelor respective, au fost stabilite două metode principale [71] (aparatura necesară este diferită pentru fiecare metodă):

- montarea aparaturii pe un *vehicul urmăritor*;
- montarea aparaturii pe un *vehicul martor*.

Viteza poate fi citită prin interfața OBD2 sau prin intermediul unor senzori de turație. O metodă modernă de înregistrare a comportamentului vehiculului martor este prin utilizarea sistemului de poziționare globală, GPS (2.2) (instalate pe *vehiculele martor*).

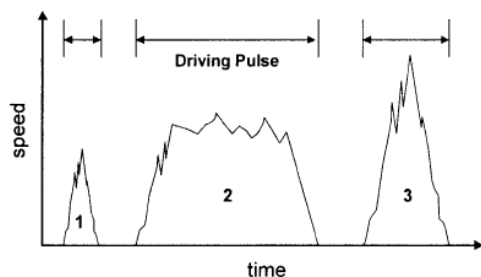


Fig. 3.12 – Pulsuri de deplasare, parte a unei secvențe de deplasare (grafic viteză/timp); exemplu preluat din [53] (speed=viteză; time= timp; driving pulse=puls de deplasare)

Pe lângă variația în timp a vitezei, trebuie determinați parametrii globali ai ciclului de deplasare, adică lungimea traseului, durata de parcurgere a acestuia, viteza maximă și viteza medie. Pentru a putea identifica o secvență reprezentativă a ciclului este, de asemenea, util să se cunoască accelerația și respectiv decelerația medie a secțiunii respective.

Având colectate datele reale de deplasare, o problemă importantă și dificilă este identificarea unei secvențe reprezentative, care să poată fi asociată ciclului de deplasare pentru zona studiată (oraș, autostradă, etc.). O metodă eficientă constă în utilizarea logicii fuzzy [53]. În principiu, înregistrările efectuate pe fiecare traseu sunt împărțite în secvențe relativ scurte, care să poată fi comparate între ele. Aceste secvențe, reprezentate grafic (viteză/timp), sunt similare unor pulsuri de semnal fiind denumite pulsuri de deplasare (Fig. 3.12).

Graficul vitezei în funcție de timp, ca reprezentare a parcurgerii unui traseu, este o serie secvențială de „pulsuri” izolate, fiecare reprezentând deplasarea vehiculului între două opriri. Fiecare puls este caracterizat de lungimea segmentului respectiv de drum și viteza medie de parcurgere a acestuia.

Se poate stabili un șablon și se verifică în ce măsură fiecare puls de deplasare se încadrează în acel șablon. Dacă se dovedește că pe baza șablonului ales nu se poate identifica un ciclu reprezentativ pentru cele mai multe deplasări (trasee) analizate, șablonul se modifică.

3.2.3. Algoritm pentru evaluarea cinematicii din date GPS

Datele primare de care se dispune ca urmare a utilizării receptoarelor GPS sunt: timpul, longitudinea, latitudinea și altitudinea. Algoritm realizat, descris amănunțit în [84], transformă mai întâi valorile din coordonatele globale ale elipsoidului de rotație prin care este reprezentat Pământul (WGS84) în coordonate locale x, y, z .

Prin aceasta devine posibilă vizualizarea traiectoriei tridimensionale a vehiculului prin unirea tuturor punctelor succesive înregistrate. Sortarea acestor serii de coordonate în funcție de momentele de timp asociate punctelor dă posibilitatea cunoașterii sensului de deplasare pe traiectorie.

Pentru calculul vitezei și accelerației, în apropierea unui punct oarecare P_0 , traiectoria vehiculului este aproximată cu un arc de cerc ce trece prin acesta - fig. 3.13. Pentru un calcul rapid, se consideră un cerc C_3 ce trece prin trei puncte consecutive (anterior, curent și următor, adică P_{-1} , P_0 , P_{+1}). Acest cerc de aproximare a traiectoriei poate fi înlocuit de un cerc C_5 de aproximare (regresie), care nu va trece prin puncte, ca în primul caz, ci printre puncte. Ponderea cu care punctele influențează poziția cercului depinde de depărtarea în timp față de

punctul central, respectând regula de regresie Cebîșev.

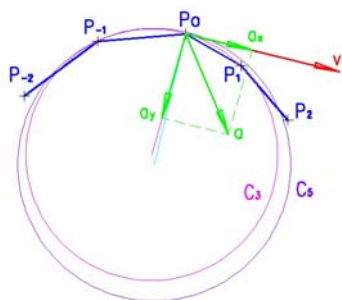


Fig. 3.13 – Schemă pentru exemplificarea algoritmului de calcul al vitezei și accelerației pe baza pozițiilor succesive ale vehiculului

Pe baza acestei estimări a traiectoriei se obțin apoi cu ușurință viteza și accelerația ce corespund punctului central P_0 : mărimea vitezei v se obține prin derivarea spațiului parcurs; direcția vitezei este tangentă la cerc în punctul central, iar sensul se cunoaște; vectorul accelerație tangențială are același suport ca viteza și mărimea sa a_x se obține derivând mărimea vitezei; vectorul accelerație centripetă este perpendicular pe vectorul viteză (e orientat din P_0 spre centrul cercului) și are mărimea $a_y = v^2/R$, unde R este raza cercului (raza de curbură a traiectoriei); accelerația totală se obține prin însumarea vectorială a celor două componente.

3.2.4. Determinarea parametrilor dinamici prin rulare liberă

Metoda *rulării libere (coast-down)* este o metodă experimentală care permite verificarea stării tehnice generale a unui autovehicul. Permite evidențierea unor anomalii în funcționarea autovehiculului. Testul rulării libere constă în aducerea autovehiculului la o viteză impusă, punerea pe liber a cutiei de viteze și înregistrarea timpului și spațiului necesare rulării autovehiculului până la oprire pe o porțiune de drum drept și orizontal, în lipsa vântului. Proba se efectuează de câte două ori, dus-întors. Diferențe mari între distanțele de rulare liberă obținute sau între acestea și cele indicate de fabricant arată o funcționare defectuoasă a sistemelor de frânare, direcție, rulare sau transmisie, defecțiuni ce trebuie remediate.

Dacă pe durata rulării libere se înregistrează suplimentar și evoluția vitezei instantanee (eventual și a accelerației instantanee) în funcție de timp, proba de rulare liberă poate fi folosită și pentru estimarea coeficientului rezistenței aerodinamice, coeficientului rezistenței la rulare sau a pierderilor de putere în transmisie.

Procedura este următoarea:

- se accelerează autovehiculul la o viteză oarecare (suficient de mare pentru a putea efectua un număr suficient de măsurări);
- se pune maneta de schimbare a treptei de viteză în poziția neutră permițând autovehiculului să ruleze liber pe o porțiune de drum drept, fără denivelări și orizontal (preferabil fără condiții de vânt);
- se măsoară duratele de timp corespunzătoare scăderii vitezei cu o treaptă fixă (de exemplu la intervale de 10 km/h), iar datele se scriu într-un tabel.

Deoarece există două surse de erori (erori datorate aparatului de măsură și erori datorate operatorului, este preferabil să se efectueze citiri cât mai precise și să se utilizeze metode avansate de monitorizare a vitezei (roata a cincea, dispozitive optice, GPS).

Punctul de pornire este ecuația generală de mișcare. Plecând de la aceasta, se poate scrie expresia decelerației astfel:

$$d = -a = \frac{F_r + F_a}{m\delta} \quad (eq. 3.1)$$

Întrucât, fiind în rulare liberă, nu se transmite moment la roată prin transmisia autovehiculului și nu există nici forță de demarare sau frânare.

Rezistența la rulare este:

$$F_r = f \cdot G \cdot \cos(\alpha) \quad \text{de unde:} \quad f = f_0(1 + f_1 \cdot v) = f_0 + f_0 \cdot f_1 \cdot v \quad (eq. 3.2)$$

Rezistența aerodinamică:

$$F_a = \frac{1}{2} \rho \cdot c_x \cdot S \cdot v^2 \quad (\text{eq. 3.3})$$

f – coeficientul de rezistență la rulare,
dependent de viteză

ρ – densitatea aerului

$G=mg$ – greutatea autovehiculului

c_x – coeficientul de rezistență aerodinamică

α – unghiul pantei (înclinarea drumului)

S – suprafața frontală a autovehiculului

v – viteza autovehiculului.

Exprimând decelerația în funcție de viteză se obține:

$$d = \frac{f_0 \cdot g}{\delta} + \frac{f_0 \cdot f_1 \cdot g}{\delta} v + \frac{\rho \cdot c_x \cdot S}{2m\delta} v^2 \quad (\text{eq. 3.4})$$

Pe de altă parte, se poate defini un polinom de gradul doi care să aproximeze cât se poate de bine măsurătorile:

$$d = c_0 + c_1 \cdot v + c_2 \cdot v^2 \quad (\text{eq. 3.5})$$

Astfel se poate determina coeficientul de rezistență aerodinamică c_x și, respectiv, coeficienții de rezistență la rulare f_0, f_1 :

$$c_x = c_2 \frac{2m\delta}{\rho \cdot S} \quad f_0 = c_0 \frac{\delta}{g} \quad f_1 = c_1 \frac{\delta}{f_0 \cdot g} \quad (\text{eq. 3.6})$$

În concluzie, pentru a determina coeficienții de rezistență la rulare și de rezistență aerodinamică, este necesar să fie determinați coeficienții unui polinom de ordinul 2. Se poate utiliza *metoda regresiei polinomiale*. Problema se poate rezolva cu ajutorul programelor de calcul statistic sau printr-o funcție proprie care să implementeze algoritmul de regresie.

Condiția de bază este: $\sum_{i=1}^n (y(x_i) - y_i)^2 = \min.$ (eq. 3.7)

Această condiție duce la un sistem de $n+1$ ecuații care poate fi rezolvat cu ajutorul algoritmului de eliminare *Gauss*.

O altă metodă de determinare empirică a coeficientului de rezistență aerodinamică și a coeficientului de rezistență la rulare este cea descrisă în [126], sau metoda *Bosch*.

Această metodă presupune, de asemenea, că vehiculul rulează liber pe un drum drept, fără vânt. Se măsoară timpul necesar pentru scăderea vitezei cu o anumită valoare, de la două valori inițiale diferite: pentru viteze mari și pentru viteze mici. Pe baza acestor valori se calculează decelerațiile medii, apoi se utilizează relațiile empirice de mai jos pentru calculul coeficienților c_x și f . Astfel, notând cu v_{a1} și v_{a2} vitezele inițiale, și cu v_{b1} și v_{b2} vitezele finale, intervalele de timp necesare pentru scăderea vitezei vor fi t_1 și t_2 :

$$v_1 = \frac{v_{a1} + v_{b1}}{2} \quad v_2 = \frac{v_{a2} + v_{b2}}{2} \quad (\text{eq. 3.8})$$

Decelerațiile medii a_1 și a_2 vor fi:

$$a_1 = \frac{v_{a1} - v_{b1}}{t_1} \quad a_2 = \frac{v_{a2} - v_{b2}}{t_2} \quad (\text{eq. 3.9})$$

Formulele empirice pentru determinarea coeficientului de rezistență aerodinamică și a coeficientului de rezistență la rulare:

$$c_x = \frac{6 \cdot m \cdot (a_1 - a_2)}{A \cdot (v_1^2 - v_2^2)} \quad f = \frac{28.2 \cdot (a_2 \cdot v_1^2 - a_1 \cdot v_2^2)}{10^3 \cdot (v_1^2 - v_2^2)} \quad (\text{eq. 3.10})$$

unde:

m = masa vehiculului;

A = suprafața frontală a vehiculului.

4. SOLUȚII PENTRU STUDIUL COMPORTAMENTULUI AUTOVEHICULELOR

4.1. SISTEM PROPRIU DE ACHIZIȚIE A DATELOR PRIN GPS

Pe baza receptorului Garmin GPS 18x-5Hz [123] a fost realizat un instrument propriu destinat analizei comportamentului dinamic al autovehiculului (numit DS-5). Acest sistem are două componente principale: echipament (hardware) și program (software). Echipamentul este compus din receptorul GPS, un calculator (mini-notebook sau tablet-PC) și interfața de conectare (RS232-USB). Programul este o aplicație *stand-alone* realizată în limbajul Delphi și realizează funcțiile de achiziție a datelor și înregistrare a acestora în fișiere de tip text.



Fig. 4.1 – Sistemul complet de achiziție bazat pe GPS 18x-5Hz

4.1.1. Echipamentul DS-5 - hardware

Sistemul este compus din receptorul GPS 18x-5Hz, un calculator (notebook), cablu de adaptare RS232 – USB (notebook-urile de mici dimensiuni nu sunt prevăzute cu interfață RS232) și, dacă este cazul, un sistem de alimentare de la priza de 12 V a autovehiculului.

Dispozitivul GPS 18x-5Hz nu este prevăzut cu un conector standard, ci cu un mini-conector utilizat de Garmin pentru testare, care trebuie înlăturat pentru a putea conecta firele conform schemei din Fig. 4.2. Alimentarea se realizează prin una din interfețele USB ale calculatorului, printr-un conector standard.

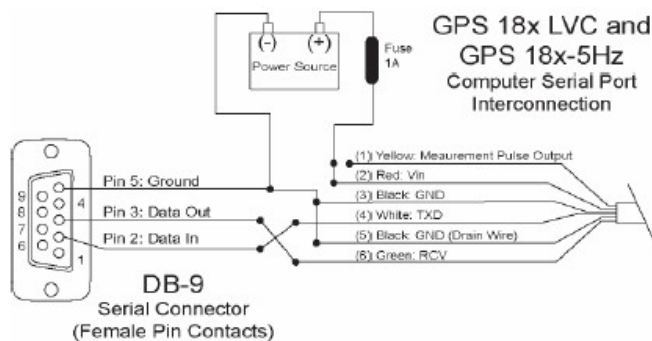


Fig. 4.2 – Schema de conectare a dispozitivului GPS 18x-5Hz la calculator [123]

S-a optat pentru utilizarea calculatoarelor de mici dimensiuni și cu putere de calcul suficientă pentru a rula programul de achiziție a datelor (de ex. mini-notebook *Asus Eee*).

O importanță deosebită o are rata de transfer a datelor prin interfața serială. Pentru a asigura recepția tuturor informațiilor la intervale de 0.2 secunde, rata de transfer trebuie să fie de 19200 bauds. Nu trebuie preluate toate secvențele NMEA pe care le transmite receptorul GPS [122], deoarece rata de achiziție de 5 Hz poate fi afectată (se reduce la 2.5 Hz).

Modul în care rata de transfer selectată la configurarea dispozitivului poate afecta volumul de date recepționate de la dispozitiv (lungimea secvenței recepționate) rezultă prin împărțirea numărului de caractere de transmis la numărul de caractere transmise pe secundă. Rata de transfer necesară (bauds) mai depinde și de numărul maxim de caractere pentru fiecare

secvență NMEA.

Secvențele NMEA care trebuie preluate de la receptorul GPS sunt: \$GPRMC (include date de poziție, viteză în noduri, timp), \$GPGGA (date de poziție 3D și acuratețe - calitatea semnalului, numărul de sateliți) și \$GPVTG (orientare și viteză față de sol în noduri și km/h). Numărul maxim de caractere de transmis este 194. În acest caz este necesară o rată de transfer de 2400 bauds pentru a transmite o înregistrare pe secundă, iar pentru a transmite 5 înregistrări pe secundă ($5 \times 194 = 970$ caractere) este necesară o rată de 19200 bauds.

O soluție pentru reducerea ratei de transfer necesare ar fi utilizarea secvenței \$GPRMV în loc de \$GPVTG, obținând componentele vitezei 3D pe direcțiile Nord, Est și pe verticală, urmând ca vitezele longitudinală și laterală să fie calculate prin software (având direcția de deplasare calculată pe baza înregistrărilor precedente), sau renunțarea la \$GPRMC și preluarea tuturor datelor de poziție și timp din \$GPGGA. Aceste alternative vor putea fi luate în considerare în cazul utilizării unui receptor cu o rată de actualizare a datelor mai mare, de exemplu de 10 Hz.

Pe scurt, datele utile preluate de la receptor sunt: timpul (cu o rată de 0.2 secunde și precizia dată satelit), latitudinea, longitudinea (ambele în grade, cu precizie de 7 zecimale), altitudinea (precizie de 0.1 metri) și viteza (precizie de 0.01 km/h).

4.1.2. Programul DS-5 – software

Pentru achiziția, prelucrarea și salvarea datelor recepționate cu ajutorul sistemului DS-5 (bazat pe GPS 18x-5Hz) a fost elaborat un program special, folosind mediul de dezvoltare Borland Delphi. A fost ales acest mediu de programare deoarece dispune de obiecte dedicate realizării interfeței cu utilizatorul deosebit de flexibile. În plus, sunt disponibile biblioteci de funcții predefinite pentru diferitele tipuri de aplicații, inclusiv programarea interfeței seriale.

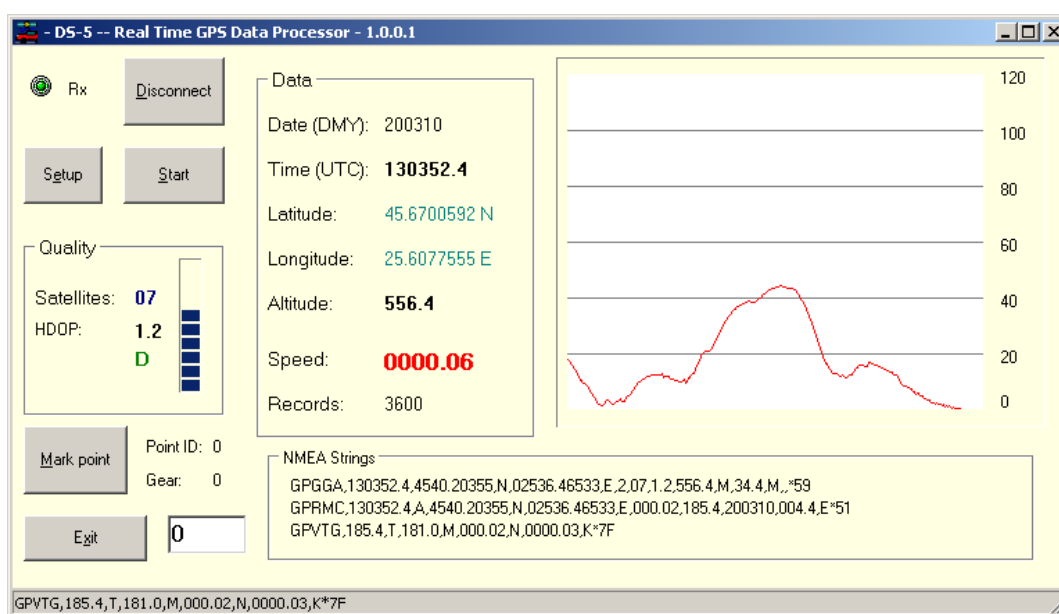


Fig. 4.3 – Interfața programului de achiziție a datelor GPS

Principalele zone din interfața cu utilizatorul sunt:

- *Data* – afișarea în timp real a datelor recepționate de la senzorul GPS;
- *Quality* – informații despre calitatea semnalului;
- *NMEA Strings* – secvențele NMEA preluate de la senzorul GPS; aceste șiruri sunt afișate pentru a avea un control suplimentar al corectitudinii datelor, în etapa de dezvoltare a programului;
- Zona grafică (zona albă din dreapta) – este reprezentat în timp real graficul vitezei;
- Zona de marcare (stânga-jos) – cuprinde butonul „Mark point”, prin apăsarea căruia

- se înregistrează poziția curentă și câmpul de editare „GEAR”, unde se poate introduce treapta de viteză (caractere numerice, de la 0 până la 6);
- Zona de control (stânga-sus) – butoanele pentru configurare, conectarea la senzorul GPS și pornirea/oprirea înregistrării.
- Datele sunt înregistrate în fișiere de tip text.

4.1.3. Comparație între receptoarele GPS utilizate

O analiză multicriterială poate ajuta la evaluarea comparativă a receptoarelor GPS utilizate. Criteriile alese pentru analiză sunt cele din *Tabelul 4.1*.

Notele s-au acordat în funcție de performanțele receptoarelor. Sensibilitatea receptorului sistemului Vbox a fost notată la fel cu cea a receptorului GPS 18x-5Hz deoarece, chiar dacă experimental s-a constatat că Vbox are o sensibilitate mai mică, acesta poate înregistra poziția cu o acuratețe mai mare a coordonatelor (8 zecimale față de 7, în cazul receptorului GPS 18x).

În final s-au obținut punctajele din *Tabelul 4.1*. Deși diferența este foarte mică față de poziția a treia (Vbox), se remarcă pe primele două poziții cele două sisteme realizate cu GPS 18x-5Hz (153.88 puncte pentru varianta cu mini-notebook Asus Eee și respectiv 152.62 puncte pentru varianta cu tablet-PC).

Concluzia este că sistemul DS-5 bazat pe receptor GPS 18x-5Hz este cel mai potrivit pentru aplicații de analiză a comportamentului autovehiculelor, în special pentru teste de dinamică pe distanțe scurte.

Această concluzie nu exclude faptul că fiecare din celelalte receptoare poate fi cel mai potrivit pentru achiziția datelor în anumite condiții.

Tabelul 4.1 – Analiza multicriterială a caracteristicilor sistemelor GPS utilizate

Criteriu	Coef.	Holux M-241		GPSMap 60CSx		Vbox		DS-5_1 (GPS18x-5Hz)		DS-5_2 (GPS18x-5Hz)	
		Nota	CxN	Nota	CxN	Nota	CxN	Nota	CxN	Nota	CxN
Sensibilitate	4.89	5	24.45	8	39.12	10	48.9	10	48.9	10	48.9
Rata esant.(Hz)	4.89	5	24.45	7	34.23	10	48.9	9	44.01	9	44.01
Portabilitate	1	10	10	9	9	7	7	5	5	6	6
Compatibilitate	1.41	8	11.28	9	12.69	8	11.28	9	12.69	9	12.69
Interfețe	0.74	8	5.92	8	5.92	10	7.4	9	6.66	10	7.4
Car. monit.	1	5	5	7	7	10	10	9	9	9	9
Afis t. real	0.18	5	0.9	7	1.26	10	1.8	9	1.62	9	1.62
Alte utiliz.	0.5	5	2.5	7	3.5	10	5	10	5	10	5
Preț	3	10	30	8	24	4	12	7	21	6	18
Total			114.5		136.72		152.28		153.88		152.62

4.2. APLICAȚIE SOFTWARE CAD PENTRU PRELUCRAREA DATELOR GPS

4.2.1. Descrierea programului

Aplicația de prelucrare a datelor este de fapt o colecție de funcții AutoLisp. Aceste funcții pot fi apelate fie dintr-un meniu sau *toolbar* personalizat (exemple în *Fig. 4.4*), fie scrise direct în linia de comandă.

Codul sursă al aplicației este stocat în mai multe fișiere, de tip *lsp* (cod sursă Lisp) și *mns* (meniu de comenzi). Fișierele aplicației totalizează aproape 15.000 de linii de cod sursă.

Funcțiile pot fi grupate în următoarele categorii:

- instrumente generale (funcții utilitare), stocate într-un fișier separat (*alisp_util.lsp*);
- funcții de manipulare a datelor suplimentare (*metadata*), în fișierul *alisp_data.lsp*;
- funcții de citire și prelucrare a datelor GPS (în fișierul principal, *gps.lsp*);
- funcții de prelucrare grafică a datelor (în fișierul principal, *gps.lsp*).

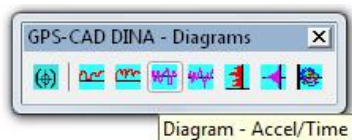


Fig. 4.4 - Toolbar-uri din interfața aplicației Lisp de prelucrare a datelor

Datele preluate de la receptoarele GPS conțin informații despre traseul parcurs, reprezentat grafic prin puncte și linii. Datele suplimentare (*metadata*) stocate pentru fiecare punct includ coordonatele geografice, altitudinea, timpul, viteza, accelerația longitudinală, identificatorul traseului și identificatorul punctului. Viteza este citită de la receptorul GPS când este posibil, sau calculată pe baza informațiilor de poziție și timp.

Rezultatele calculelor efectuate cu ajutorul funcțiilor programului sunt, de asemenea, stocate ca *metadata*. Reprezentările grafice se fac pe baza informațiilor alocate punctelor din traseele selectate și este posibilă păstrarea unei conexiuni între punctele din grafic cu cele din desenul traseului.

Cu cât numărul de puncte prin care este reprezentat un traseu este mai mare și cu cât sunt mai multe informații stocate ca *metadata* pentru fiecare punct, cu atât este ocupată mai multă memorie și timpul necesar pentru fiecare operație este mai mare.

Pentru a reduce timpul de prelucrare, când nu este necesară păstrarea asociativității între punctele de pe traseu și cele de pe grafic, se preferă reprezentarea graficelor ca polilinii și recalcularea valorilor pentru fiecare *vertex* al polilinieii pe baza scării de reprezentare și a punctului de origine.

Aplicația a fost scrisă pentru AutoCAD și a fost testată și utilizată în acest mediu, dar este compatibilă parțial și cu clone ale acestuia, cum sunt GstarCAD sau ZWCAD. O problemă la testarea aplicației în GstarCAD și ZWCAD a fost timpul de execuție al funcțiilor care lucrează cu datele suplimentare asociate entităților geometrice. Portabilitatea programelor AutoLISP nu a fost însă un scop la elaborarea lor.

S-a preferat utilizarea limbajului AutoLISP pentru scrierea programului deoarece, spre deosebire de ARX sau VBA, se pot apela funcții native sau definite de utilizator direct în linia de comandă și, de asemenea, pot fi efectuate interogări pentru aflarea valorilor variabilelor (avantajele limbajelor *interpretate*).

4.2.2. Utilizarea programului AutoLisp (*diGPS*)

Primul pas constă în încărcarea aplicației (încărcarea codului din fișierele aplicației în memorie). Aceasta se realizează cu ajutorul funcției Lisp standard *load*, astfel:

```
Command: (load „digps“)
```

Preluarea datelor înregistrate cu dispozitivele GPS

În funcție de dispozitivul GPS utilizat pentru înregistrarea datelor pot exista mai multe tipuri de fișiere. Funcția apelată pentru citirea datelor depinde de tipul și formatul fișierului.

Cazul cel mai general este cel al formatului *GPX*, utilizat pentru salvarea datelor de către dispozitivele Garmin (cum este **GPSmap 60CSx**). În acest caz încărcarea datelor se face în doi pași. Primul pas este încărcarea și parcurgerea fișierului *GPX* pentru recunoașterea traseelor înregistrate. Se utilizează comanda (definită în cadrul aplicației) *_gps_get_gpx*. Pentru citirea datelor fiecărui traseu se folosește comanda *_gps_get_gpx_track*; traseul se identifică prin numărul său de ordine din listă.

Pentru citirea datelor înregistrate cu **Vbox** se folosește o altă funcție, *read_vbo*. Sistemul Vbox poate fi configurat pentru o anumită frecvență de achiziție, iar la încărcarea fișierului *vbo* pot fi eliminate o parte din puncte, prin introducerea unui parametru.

În cazul datelor înregistrate cu dispozitivul **Holux M-241**, se citește un fișier cu extensia *txt*. Comanda este *_gps_get_txt*. Lista de date încărcată în memorie este similară cu cea creată pentru înregistrările din fișiere *GPX*.

Tot din fișiere *txt* se extrag datele înregistrate cu sistemul propriu **DS-5**, folosind aceeași comandă ca pentru datele înregistrate cu dispozitivul Holux - *_gps_get_txt*. Exemplu:

```
Command: _gps_get_txt  
Command:  
Command: (length lista)  
469  
Command: (nth 1 lista)  
(25.3177 45.5749 856.9 „Day” „10” „03” „13:54:21.4” „2009” „0000.69” „07”)
```

Pentru înregistrările efectuate cu sistemul DS-5, în listă apar date suplimentare: viteza citită direct de la receptor și numărul de sateliți vizibili.

Reprezentarea grafică a traseului parcurs

Pentru a reprezenta grafic traseul, indiferent de dispozitivul utilizat pentru înregistrare, se folosește aceeași comandă: *_gps_draw_track*. În continuare programul va cere introducerea unui identificator al traseului, care este o variabilă de tip text, și traseul este desenat folosind entități de tip punct (*POINT*) și linie (*LINE*). Un exemplu de traseu desenat și un detaliu din acesta sunt date în *Fig. 4.5*.

Pentru citirea datelor asociate fiecărei entități geometrice se poate folosi o comandă definită în cadrul aplicației (comanda *RENT – Read ENTity*).

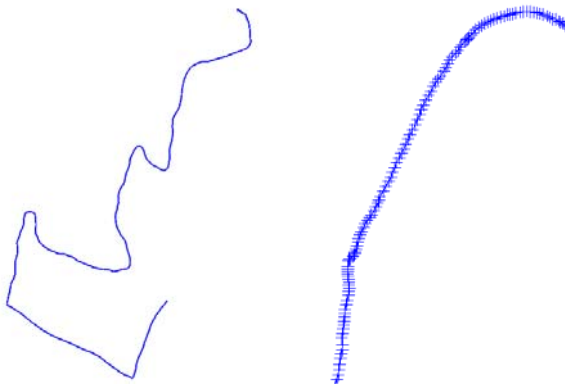


Fig. 4.5 - Exemplu de traseu înregistrat cu dispozitiv GPS, reprezentat în AutoCAD, și detaliu (figura din dreapta)

Exemplu pentru entitățile de tip *POINT*:

```
Command: rent  
Select object: ((„vxk” . 44.31) („type” . „gps_point”) („Time” „03” „20”  
„2010” „12:57:28.4”) („Long” . 25.6258) („line2” . „8830”) („line1” .  
„881B”) („Lat” . 45.6509) („id_traseu” . „1”) („id_point” . 1579) („Alt” .  
587.6) („accx” . 0.0972222))  
Command:
```

Pot fi reprezentate grafic vitezele și accelerațiile ca în *Fig. 4.6*. Pentru accelerațiile laterale culoarea verde reprezintă viraj la stânga, iar culoarea magenta reprezintă un viraj la dreapta. Lungimea și orientarea fiecărui vector sunt calculate în funcție de direcția de deplasare și viteza, respectiv accelerația în punctul respectiv.

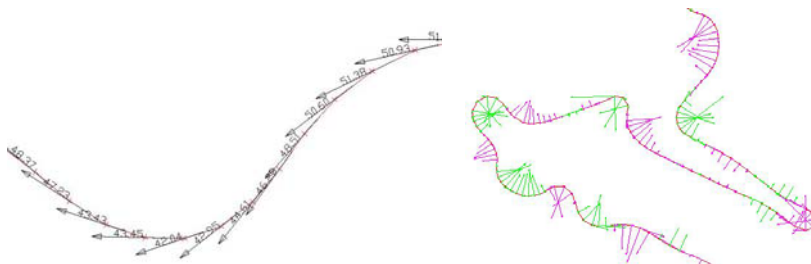


Fig. 4.6 - Reprezentarea grafică a vitezelor instantanee (stânga) și accelerațiilor (dreapta) în punctele unui traseu

În exemplul din *Fig. 4.7* viteza instantanee este reprezentată sub formă de segmente verticale. Lungimea fiecărui segment este dată de valoarea vitezei în punctul de origine al segmentului, punct care aparține traseului analizat. Datele asociate unui traseu pot fi exportate în format *gpx* sau *txt* pentru a fi prelucrate apoi în alte programe.

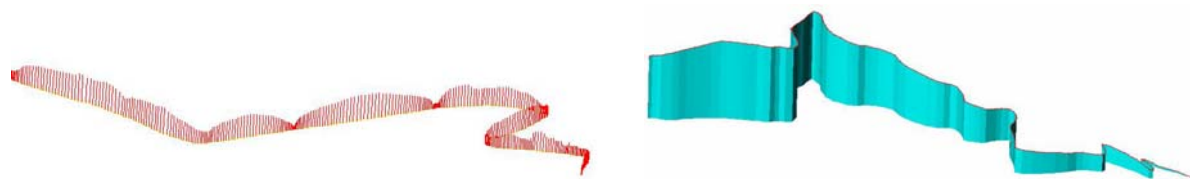


Fig. 4.7 - Reprezentarea grafică 3D a vitezelor instantanee pe un traseu și a altitudinii

Prelucrarea grafică a datelor

Funcțiile de prelucrare grafică se folosesc pentru citirea datelor dintr-un traseu, trasarea graficelor și extragerea informațiilor din grafice. Datele unui traseu sunt păstrate în memoria volatilă după ce traseul a fost desenat, până când este desenat un alt traseu sau desenul AutoCAD este închis. Dacă se dorește revenirea la un traseu sau dacă se re deschide un desen mai vechi, trebuie reîncărcate datele în memorie. Pentru aceasta se folosește funcția *get_list_from_track*.

Exemplu:

```
Command: (get_list_from_track)
```

```
Selectati traseul:
```

```
(<Entity name: 7ebbc458> (549694.0 460736.0 0.0)) Sorting...3351
```

Rezultatul este crearea unei liste formate din mai multe sub-liste de forma (*nume_entitate (lista_coordonate)*), numele fiind creat automat de AutoCAD (*Entity name*), iar coordonatele sunt coordonatele *x,y,z* ale fiecărui punct.

Funcțiile prezentate în acest subcapitol și alte funcții utilitare dezvoltate în cadrul aplicației, împreună cu comenzile AutoCAD și funcțiile AutoLISP standard asigură un instrument complex de prelucrare a datelor colectate cu ajutorul dispozitivelor GPS.

4.3. SOLUȚIE DE INTEGRARE CAD/PLM FOLOSIND PROTOCOLUL WEBDAV

O soluție PLM facilitează colaborarea între toți participanții la elaborarea unui produs, prin instrumentele care o compun. În structura oricărei soluții PLM, un element ce nu poate să lipsească este rețeaua (Fig. 4.8). Disponibilitatea rețelei globale (Internet) a facilitat apariția ingineriei colaborative și a soluțiilor PLM, ușurând, de asemenea, comunicarea între companii. În acest cadru, este esențială rezolvarea transferului de informații (fișiere) între sistemele implicate (servere și calculatoare ale utilizatorilor).

Structura ce stă la baza ingineriei colaborative, prezentată schematic în Fig. 4.8, a stat și la baza identificării soluției de integrare CAD/PLM/GPS din cadrul acestei teze. Elementele principale sunt: achiziție de date, server, calculator client, *metadata* (date ce descriu alte date, în acest caz proprietăți asociate fișierelor transferate).

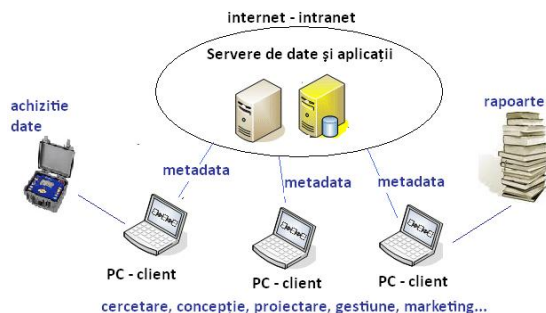


Fig. 4.8 -
Ingineria colaborativă facilitată
de existența rețelei globale
(Internet)

Un sistem CAD/PLM elementar trebuie să cuprindă, printre altele, următoarele:

- un protocol de comunicare între sistemele client și sistemul server;

- software client pentru implementarea protocoalelor – bibliotecă de funcții;
- aplicație software integrată în sistemul CAD al utilizatorului, care să folosească bibliotecă de funcții de la punctul precedent, scrisă într-un limbaj suportat de către sistemul CAD respectiv.

Pentru realizarea caracteristicilor cheie ale unui sistem integrat CAD/PLM a fost testată utilizarea protocolului WebDAV, prezentat, de asemenea, în subcapitolul 2.1.2.

4.3.1. Implementarea protocolului WebDAV

Schema de principiu a unui sistem ce folosește o aplicație CAD care implementează protocolul WebDAV este dată în Fig. 4.9.

În spațiul virtual (web) sunt disponibile multe biblioteci de funcții *open-source* care implementează funcțiile WebDAV. Majoritatea acestora sunt scrise în limbajul Java. Întrucât cele mai multe sisteme CAD au interfețe de programare a aplicațiilor în limbajul C sau C++, este preferabilă utilizarea unor funcții scrise în C/C++. Biblioteca de funcții care satisface acest criteriu, identificată ca bibliotecă de tip *open-source*, este biblioteca *Neon*.

Neon este o bibliotecă software gratuită, *open-source*, de funcții client scrise în limbajul C, ce implementează protocolul *HTTP* și protocolul *WebDAV*. Dintre caracteristicile sale sunt:

- interfață de programare de nivel înalt pentru operațiile de bază HTTP și WebDAV (GET, MOVE, DELETE, etc.);
- interfață de nivel jos (mai apropiat de codul mașină sau de un protocol de rețea de *layer 3*) pentru nucleul de cerere/răspuns HTTP;
- suport pentru autentificare, inclusiv metodele de autentificare *Basic* și *Digest*;
- suport pentru SSL/TLS folosind Open SSL sau GnuTLS; oferă un nivel de abstractizare pentru verificarea certificatelor de server, manipularea certificatelor de client, și examinarea proprietăților certificatelor;
- interfață abstractă pentru interpretarea XML folosind bibliotecile *libxml2* sau *expat*, și interfețe pentru simplificarea manipulării corpurilor răspunsurilor HTTP în format XML;
- suport pentru metadata WebDAV, interfețe pentru PROPFIND și PROPPATCH pentru simplificarea manipulării proprietăților.

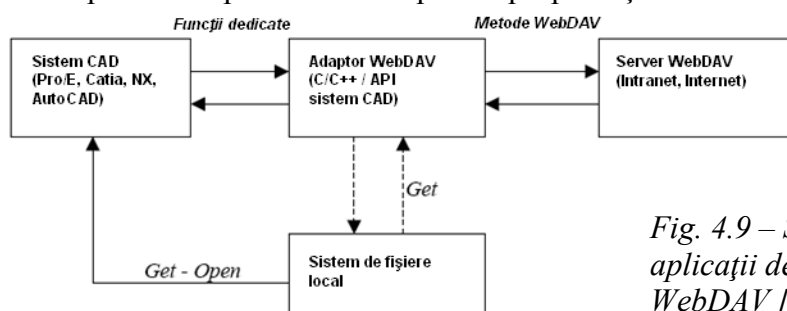


Fig. 4.9 – Schema de principiu a unei aplicații de integrare CAD/PLM prin WebDAV [23]

Este important de menționat că biblioteca *Neon* nu implementează extensiile protocolului WebDAV – *DeltaV* și *DASL*. Biblioteca *Neon* are două dezavantaje:

- este scrisă în limbajul C, dar ar fi preferabilă utilizarea unei biblioteci de funcții C++;
- nu implementează metodele extensiilor *DeltaV* și *DASL*, pentru gestiunea versiunilor și respectiv pentru căutarea resurselor pe server.

Pentru eliminarea acestor neajunsuri, au fost adăugate noi funcții bibliotecii *Neon* și a fost elaborată o bibliotecă C++ (un *wrapper* C++) ce are la bază funcțiile C din biblioteca originală. Principalele modificări aduse bibliotecii *Neon* constau în adăugarea de suport pentru metodele *REPORT* și *SEARCH*.

Biblioteca *NeonPlus* este în principiu un obiect C++, cu proprietățile, constructorul și metodele sale. Este definită o clasă (obiect C++) numită *WebdavDlg*, adică un dialog WebDAV (între client și server). Metodele definite în biblioteca *NeonPlus* pot fi apelate din aplicații

dezvoltate pentru diferite platforme CAD care includ o interfață de programare (API) pe bază de C++. Astfel sunt sistemele Unigraphics/NX, Pro/Engineer, Catia, Inventor și AutoCAD.

Pentru utilizarea bibliotecii *NeonPlus* într-o aplicație CAD, scrisă în C++, indiferent de API-ul utilizat, este necesară apelarea în context a liniilor de cod următoare (exemplu pentru crearea unei noi colecții pe server):

```
/* MKCOL DIALOG -----*/
int Mkol_put ( ..... ) //parametrii depind de API
{
    ... .. //cod dependend de API
    WebdavDlg *dlg;
    dlg = new WebdavDlg(user_name, user_pwd, server_path); // parametrii ...
    //create a new collection: (name given by dialog)
    ... .. //cod dependend de API
    dlg->Mkol(coll);
    delete dlg;
    ... .. //cod dependend de API
    return (... ..); //parametrii depind de API
} // Mkol
```

Aceeași bibliotecă de funcții poate fi utilizată la elaborarea unui program independent de CAD (un program executabil, *stand-alone*) destinat transferului de fișiere pe/de pe serverul WebDAV, direct din sistemul de operare. Un asemenea program este util pentru stocarea pe server a rezultatelor testelor, înainte de prelucrarea lor într-un mediu CAD.

O practică uzuală este redefinirea unor comenzi ale sistemului CAD gazdă, astfel încât să implice apelarea metodelor WebDAV corespunzătoare. De exemplu, comanda „open”, utilizată de regulă pentru deschiderea unui nou fișier (desen, model 3D, ansamblu etc.), poate fi redefinită pentru a include metodele „get” și „checkout”, astfel copiind ultima versiune a fișierului de pe server și blocând accesul altor utilizatori la fișierul de pe server, pentru a evita suprascrierea modificărilor.

În AutoCAD, redefinirea unei comenzi se poate face în doi pași: anularea comenzii vechi și recrearea unei comenzi cu același nume. Utilizând funcții AutoLisp, secvența de lucru este următoarea (exemplu pentru redefinirea comenzii „save”):

```
(command "undefine" "save")
(defun c:save()
  (setq filename (getfiled "" "" "" "" nil))
  (connect servername username pwd)
  (checkout filename)
  (get filename)
) ;:defun c:save
```

Secvența de cod de mai sus cuprinde anularea comenzii originale și definirea noii comenzi. Funcția prin care se definește comanda nouă include o funcție de conectare a utilizatorului la server, apelarea metodei „checkout” și apoi apelarea metodei „get”.

Exemple de utilizare a metodelor WebDAV din interiorul unui sistem CAD, folosind casete de dialog ca interfață, sunt date în Fig. 4.10.



Fig. 4.10 -
Exemplu de casetă de dialog
pentru apelarea metodei
WebDAV PROPFIND

4.3.2. Gestiunea datelor într-un context PLM

Datele colectate în timpul testelor pot fi gestionate în cadrul unui sistem PLM, fiind stocate pe un server WebDAV. Avantajul principal al acestui mod de abordare constă în proprietățile ce pot fi atașate fișierelor de date și posibilității de căutare a datelor pe server în funcție de valorile acestor proprietăți.

Datele colectate pe traseele parcurse sunt stocate în fișiere *GPX* sau *TXT*. Proprietățile atașate acestor fișiere sunt organizate ca *metadata*, într-o structură de tip *XML*. Fișierele pot fi organizate în colecții (directoare), dar proprietățile pot ajuta în plus la căutarea datelor prin mai multe colecții.

Printre proprietățile utile se numără:

- data și locul unde s-au făcut înregistrările;
- aparatul utilizat pentru înregistrare;
- tipul fișierului (*txt*, *gpx*, *vbo*...);
- autovehiculul (model, caracteristici);
- condiții de înregistrare (presiunea și temperatura aerului);
- numele proiectului.

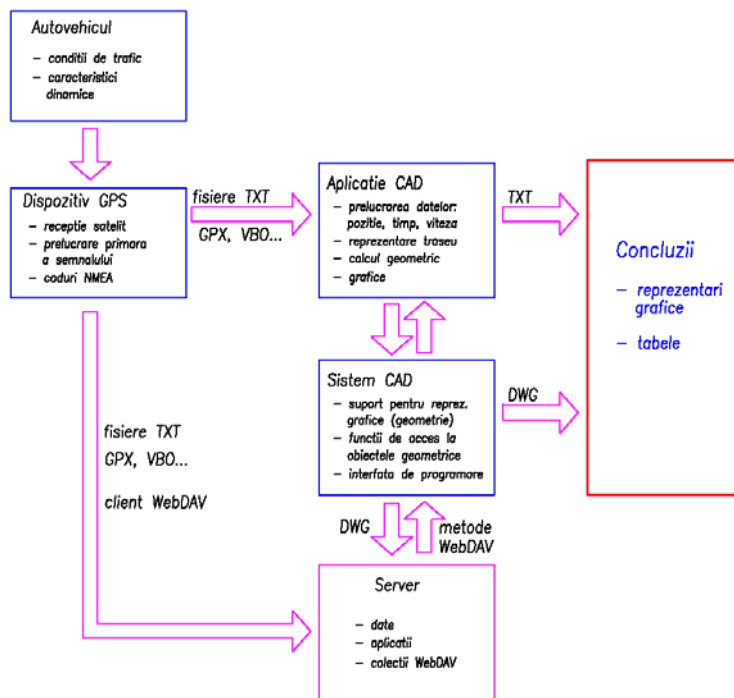


Fig. 4.11 - Schema procesului de colectare și prelucrare a datelor, cu conectare la un server WebDAV

Schema procesului complet este prezentată în Fig. 4.11. Completarea adusă schemei din Fig. 3.11 constă în adăugarea blocului server și conexiunile dintre acesta și sistemele de achiziție a datelor și respectiv sistemul CAD. Schimbul de informații CAD-server și sistem GPS-server se realizează prin protocolul WebDAV.

4.4. ESTIMAREA PERFORMANTELOR DINAMICE ALE AUTOVEHICULELOR

4.4.1. Probe de rulare liberă

Probele de rulare liberă, ca și cele de demarare și frânare, se pot efectua pe drumuri puțin circulat, în linie dreaptă, cu pantă minimă, în afara orașului.

Pentru determinarea empirică a coeficientului de rezistență la rulare și a coeficientului de rezistență aerodinamică s-au făcut probe de rulare liberă cu autoturismele prezentate în subcapitolul 3.1.4. Testul constă în demararea până la o anumită viteză (v_2), apoi rulare liberă

până la o viteză v_1 , sau până la oprire. Lungimea traseului ales pentru testare a fost de aproximativ 1 km, fiind aproape orizontal. Pentru a corecta abaterea de la orizontală, valoarea accelerației în fiecare punct a fost ajustată în funcție de panta calculată pentru punctul respectiv. Pentru calculul pantei s-au folosit valorile altitudinii măsurate cu ajutorul dispozitivelor GPS. Acuratețea asigurată de acestea este de 0.1m; s-a recurs la interpolarea valorilor măsurate pentru a obține o acuratețe teoretică de 0.01m.

Rezultatul probelor de rulare liberă efectuate cu autoturismul nr. 1 (Renault Megane) sunt cele din Fig. 4.12; sunt prezentate două măsurători: la prima s-a accelerat până la circa 67 km/h, după care rulând liber autoturismul s-a oprit în aproximativ 105 secunde; la a doua probă s-a accelerat până la 80 km/h, iar după aprox. 65 secunde a fost întreruptă măsurătoarea (lungime insuficientă a drumului).

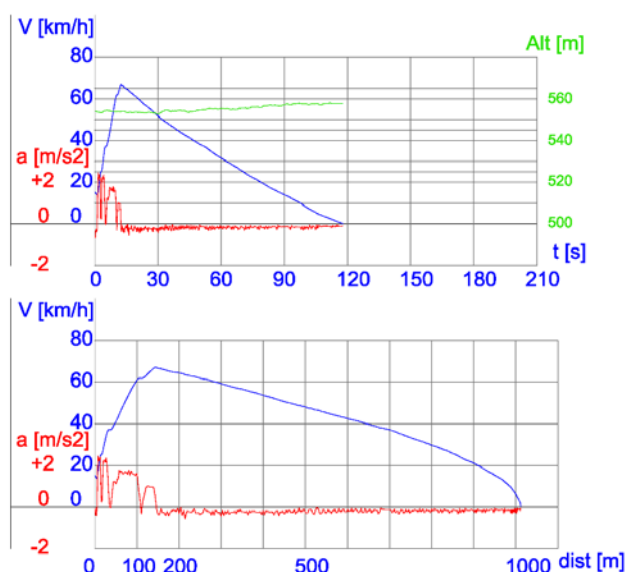


Fig. 4.12 - Teste de rulare liberă

Pentru determinarea empirică a coeficientului de rezistență a aerului (c_x) și a coeficientului de rezistență la rulare (f) s-au folosit două metode diferite, ambele bazate pe probele de rulare liberă.

Prima metodă (*Bosch*) [126] constă în calculul vitezelor și accelerațiilor medii pentru două segmente din traseul parcurs în rulare liberă, primul în zona vitezelor mari și al doilea în zona vitezelor mici (3.2.4).

Această metodă a fost implementată în programul *diGPS* (4.2.2), ca funcție *AutoLisp*. Utilizarea funcției se bazează pe selectarea unor puncte (viteza inițială și viteza finală) de pe graficul viteză/timp reprezentat ca în Fig. 4.12.

Pentru graficul din partea stângă a Fig. 4.12, a fost rulat succesiv programul selectându-se puncte diferite de pe graficul vitezei. Formulele de calcul utilizate pentru coeficienții c_x și f sunt cele din subcapitolul 3.2.4. Masa autovehiculului luată în calcul este de 1400 kg, iar suprafața frontală 2.14 m².

Programul de calcul rulează în cadrul mediului AutoCAD (parte a fostware-ului *diGPS*). Mai multe rulări ale programului dau rezultate diferite, pe de o parte din cauza neregularităților drumului și posibilelor variații ale vitezei vântului, dar și din cauza caracterului empiric al formulelor și a caracterului subiectiv al selectării punctelor de pe grafic.

Tabelul 4.2 – Valorile C_x și f determinate prin mai multe rulări succesive ale programului

C_x	0.3460	0.3444	0.3265	0.3607	0.3870	0.3768	0.3704	0.3500	0.3510	0.3505	0.3556	0.3516
f	0.0153	0.0160	0.0155	0.0164	0.0153	0.0153	0.0155	0.0159	0.0160	0.0154	0.0161	0.0160

Valorile medii obținute după 12 rulări succesive ale programului (Tabelul 4.2) sunt:

- $C_x = 0.356$; $f = 0.016$

Valoarea determinată pentru coeficientul de rezistență la rulare f este normală pentru un

drum asfaltat (subcap. 1.1.1), iar valoarea coeficientului de rezistență aerodinamică C_x este apropiată de valoarea teoretică dată de producător: $C_x = 0.35$ (3.1.4). Aceste rezultate confirmă corectitudinea datelor achiziționate (sistemul utilizat a fost DS-5), precum și corectitudinea implementării metodei de calcul în programul *diGPS*.

O a doua metodă are la bază lucrarea [81] în care se face o analiză a principalelor modalități prin care se consumă energia cinetică a autovehiculului în timpul rulării libere și se fac propuneri pentru expresiile analitice ale puterilor consumate ca funcții de viteză. Una dintre acestea, recomandată în mai multe lucrări pentru viteze de deplasare nu prea mari, consideră o dependență liniară a coeficientului de rezistență la rulare cu viteza v . În aceste condiții, expresia obținută în [81] pentru decelerația d a vehiculului la rulare liberă are forma:

$$d = -a = k_0 + k_1 \cdot v + k_2 \cdot v^2 + \frac{k_3}{v + c_3} \quad (\text{eq. 4.1})$$

în care a este accelerația autovehiculului, iar k_0, k_1, k_2, k_3, c_3 sunt constante.

Neglijându-se o parte din influența pierderilor din transmisie, luată în considerare prin ultimul termen al sumei din relația anterioară, rezultă că decelerația vehiculului la rulare liberă ca funcție de viteză poate fi aproximată cu un polinom de gradul doi. O formă polinomială simplă constă în aproximarea dependenței accelerației de viteză cu un polinom de gradul 2.

$$d = -a = k_0 + k_1 \cdot v + k_2 \cdot v^2 \quad (\text{eq. 4.2})$$

în care coeficienții k_1 și k_2 reprezintă:

$$k_1 = \frac{f_1 \cdot g}{\delta} \quad k_2 = \frac{c_x \cdot \rho \cdot A}{2 \cdot \delta \cdot m} \quad (\text{eq. 4.3})$$

unde $\delta = 1.03$, $A = 2.14$ (suprafața frontală) și $m = 1400$ (masa autovehiculului).

$$f = f_0 + f_1 \quad \text{iar} \quad f_0 = k_0 \frac{\delta}{g}$$

Din valorile determinate (folosind programul de calcul statistic SPSS) prin regresie polinomială pentru coeficienții k_0, k_1, k_2 și relațiile de mai sus rezultă valorile:

$$- C_x = 0.348; \quad f = 0.014$$

Aceste valori sunt, de asemenea, apropiate de valorile teoretice și se poate concluziona că prin ambele metode se obțin rezultate corecte.

4.4.2. Probe de demarare și frânare

Probele de demarare și de frânare au fost efectuate în scopul determinării timpului și a spațiului de demarare, respectiv de frânare. S-a ales un traseu scurt, în linie dreaptă. Aparatele utilizate pentru înregistrare au fost DS-5 (cu receptor GPS 18x-5Hz) și Vbox III. Rezultatele obținute prin trei probe de demarare și frânare sunt centralizate în *Tabelul 4.3*.

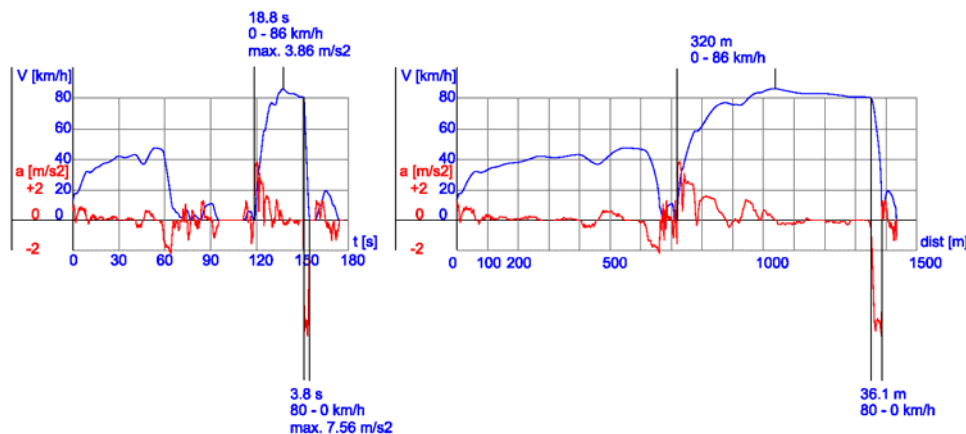


Fig. 4.13 –
Probă de
demarare și
frânare

Tabelul 4.3 – Rezultatele probelor de demarare și frânare

	<i>Proba 1</i>	<i>Proba 2 - Fig. 4.13</i>	<i>Proba 3</i>
Timp de demarare	15.47 s	18.8 s	20 s
Spațiu de demarare	201.36 m	320 m	302.2 m
Viteza finală (demarare)	84.35 km/h	86.0 km/h	87.63 km/h
Timp de frânare	3.4 s	3.8 s	3.5 s
Spațiu de frânare	35.63 m	36.1 m	35.8 m
Viteza inițială (frânare)	76.3 km/h	80 km/h	81.3 km/h

Se poate concluziona că de la viteza de 80 km/h până la oprirea autovehiculului se parcurge un spațiu de circa 36 metri, în 3.5-3.8 secunde.

Folosind relațiile din subcapitolul 1.1.4, pentru frânare de la 80 km/h, considerând o decelerație de 7.5 m/s^2 , ar rezulta un timp de oprire de 3 secunde și un spațiu de 33 metri. Diferențele față de valorile determinate experimental se datorează timpului necesar pentru apăsarea pedalei de frână și pentru transmiterea comenzii prin sistemele mecanice ale autovehiculului, până la roți.

4.4.3. Deplasarea pe drumuri cu viraje multiple

Datele stocate în punctele ce aparțin unui traseu înregistrat și încărcat în AutoCAD includ viteza și accelerația tangențială. Acestea sunt determinate și asociate punctelor prin funcția de desenare a traseului. Aplicând algoritmul prezentat în subcapitolul 3.2.3 se poate determina accelerația centripetă și, dacă sunt introduse anterior în program datele specifice autovehiculului, se poate estima chiar forța la roată. Determinarea accelerațiilor laterale este utilă pentru drumuri cu viraje multiple, cum sunt cele din zonele de munte.

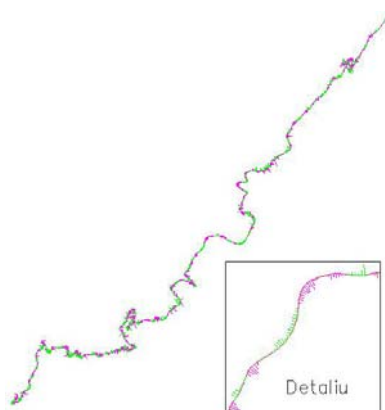


Fig. 4.14 – Traseu cu viraje multiple

Traseul pe care s-au făcut înregistrările este prezentat în *Fig. 4.14* și este o porțiune a drumului DN73, între localitățile Moieciu și Rucăr. În partea stângă a figurii este traseul reprezentat pe hartă, iar în dreapta același traseu încărcat în AutoCAD, având reprezentații vectorii accelerațiilor. Traseul a fost parcurs în ambele sensuri. Pe baza măsurătorilor au fost obținute valorile medii din *Tabelul 4.4*.

Tabelul 4.4 – Parametrii traseului din Fig. 4.14

	Moieciu-Rucăr	Rucăr-Moieciu
Lungimea traseului	30.64 km	30.7 km
Timpul de parcurgere	32'41''	34'11''
Viteza medie	56.4 km/h	53.87 km/h
Accelerația medie	0.63 m/s^2	0.55 m/s^2
Decelerația medie	-0.68 m/s^2	-0.56 m/s^2
Accelerație centripetă (dreapta)	1.63 m/s^2	1.62 m/s^2
Accelerație centripetă (stânga)	1.64 m/s^2	1.54 m/s^2

În Fig. 4.15 sunt reprezentate grafic funcțiile de distribuție bi-parametrică viteză/accelerație tangențială și respectiv viteză/accelerație centripetă, în reprezentare 2D. Cele două grafice corespund parcurgerii în cele două sensuri a traseului.

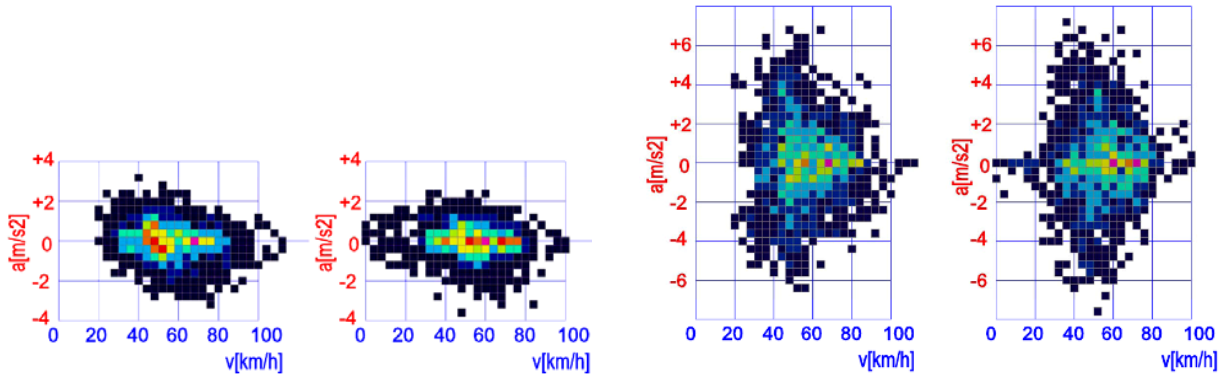


Fig. 4.15 – Funcțiile de distribuție bi-parametrică viteză/accelerație tangențială și viteză/accelerație centripetă

Accelerațiile tangențiale și centripete, pentru ambele sensuri de parcurgere a traseului, sunt reprezentate grafic în diagramele g-g din Fig. 4.16.

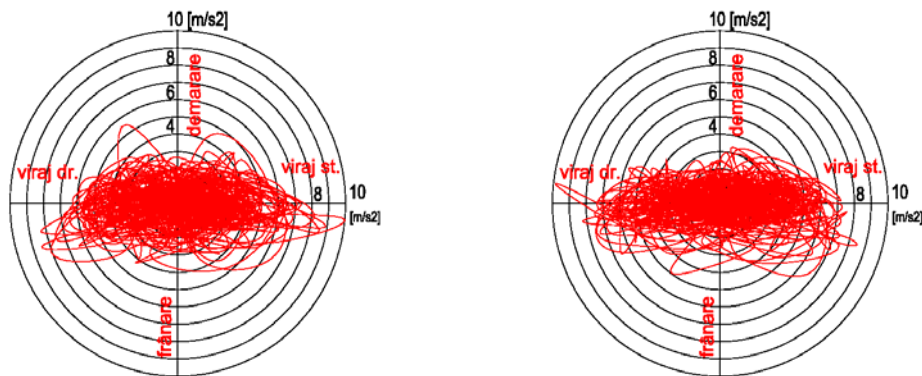


Fig. 4.16 – Diagrama g-g (pentru ambele sensuri de parcurgere a traseului)

Funcția de distribuție bi-parametrică accelerație-accelerație este similară diagramei g-g (Fig. 4.17). În același mod se reprezintă și alți parametri caracteristici traseului parcurs, cum este dependența vitezei de raza de virare.

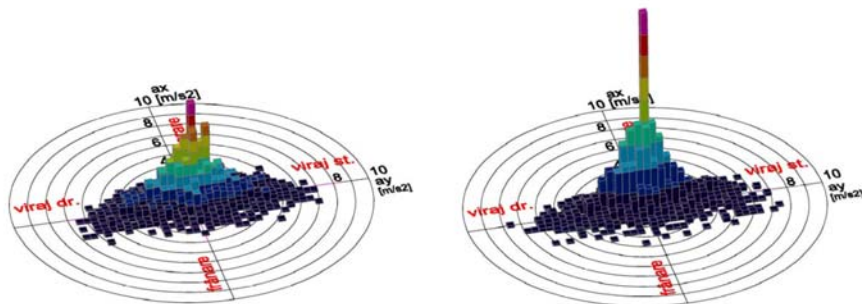


Fig. 4.17 – Funcția de distribuție bi-parametrică accelerație tangențială / accelerație centripetă, reprezentare 3D

4.4.4. Deplasarea în mediu urban

Prin analiza graficelor vitezei și accelerației se poate estima treapta de viteză utilizată în acel moment. O metodă mai sigură este înregistrarea schimbărilor de treaptă cu un dispozitiv electronic sau mecanic, sau prin apăsarea manuală a unui buton. Interfața software a sistemului de achiziție DS-5 permite acest lucru. Cunoscând treapta de viteză și raportul de transmitere corespunzător, se poate calcula turația motorului.

Înregistrarea treptei de viteză cu ajutorul sistemului GPS presupune operarea acestuia de

către o a doua persoană. Poate fi utilizat GPSmap, prin marcarea punctelor (*waypoint*) care vor fi salvate în fișiere *gpx*, sau sistemul *DS-5*, al cărui software permite marcarea treptei de viteză cu ajutorul tastelor numerice ale calculatorului și salvarea acestora într-un fișier *txt*.

Punctele de schimbare a treptei sunt reprezentate în AutoCAD ca entități de tip *POINT* și pot fi sincronizate cu traseul înregistrat. Fiecărui punct îi este asociată o treaptă de viteză. Prin urmare, la desenarea graficului vitezei, pot fi reprezentate și treptele de viteză utilizate.

O statistică a utilizării treptelor de viteză în oraș realizată pe baza graficului din *Fig. 4.18* se găsește în *Tabelul 4.5*.

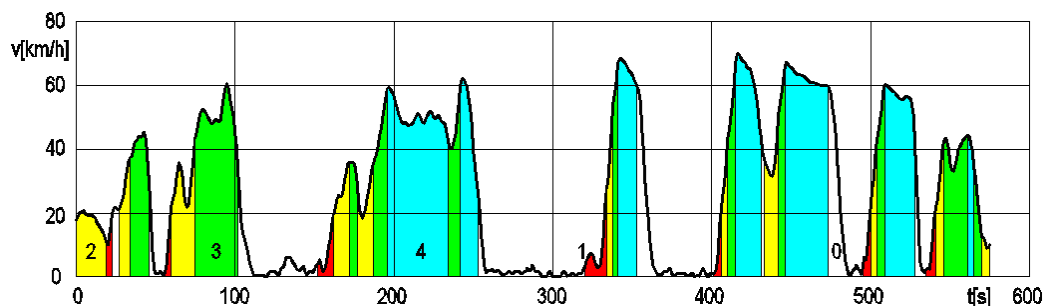


Fig. 4.18 – Utilizarea treptelor de viteză pe un trase urban

Tabelul 4.5 – Statistica utilizării treptelor de viteză

Treapta	Durată [%]	Distanță [%]	Viteza medie [km/h]
0	36.3	8.7	6.6
1	8.5	2.7	8.9
2	15.8	15.1	26.4
3	17.4	28.4	45.3
4	22.0	45.1	56.6
Total	100	100	27.7

Cunoscând rapoartele de transmitere din fiecare treaptă și dimensiunile roților, se poate determina turația motorului. Astfel, poate fi desenat graficul densității de probabilitate pentru viteza de deplasare în funcție de turație. Pot fi recunoscute cu ușurință perioadele de mers în gol, dar și momentele de patinare sau de decuplare a ambreiajului.

De asemenea, de pe magistrala CAN a autovehiculului poate fi citită valoarea instantanee a consumului de combustibil și poate fi reprezentată densitatea de probabilitate a consumului orar în funcție de turația motorului (*Fig. 4.19*). O aplicație potențială care rezultă în acest caz este determinarea unui model pentru calculul consumului instantaneu de combustibil în funcție de viteză și accelerație. Aceasta implică achiziția unui volum mare de date, concomitent prin interfața OBD-II a autovehiculului și cu receptoare GPS.

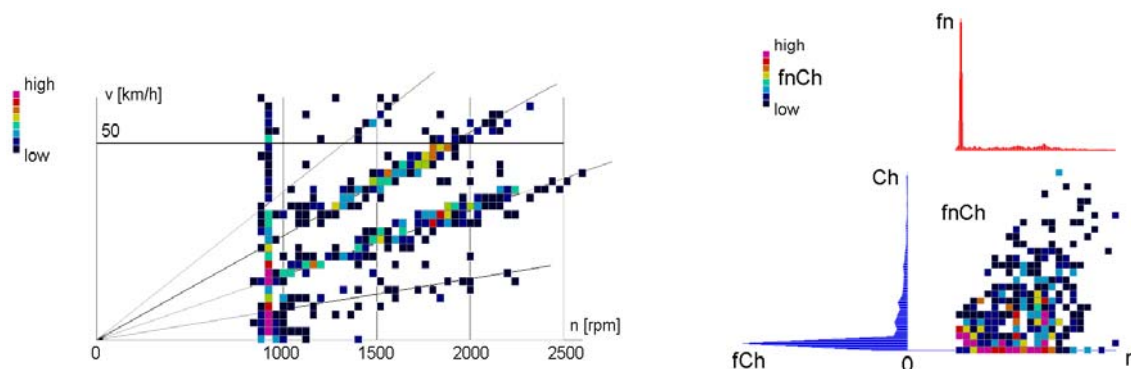


Fig. 4.19 – Densitatea de probabilitate pentru viteza de deplasare în funcție de turație și pentru consumul de combustibil în funcție de turație

4.4.5. Concluzii

Estimări bune ale coeficienților rezistențelor la rulare și aerodinamice, în funcție de viteza vehiculului, pot fi obținute prin prelucrarea înregistrărilor de rulare liberă. Prelucrarea statistică a decelerației înregistrate, de ex. prin regresie, permite calculul forței ce însumează rezistențele la rulare și aerodinamică și pierderile din transmisie la antrenarea fără sarcină.

Deoarece sistemele GPS furnizează și informația de altitudine, poate fi calculată panta curentă a drumului, iar apoi, dacă se cunoaște masa autovehiculului în timpul probei, se poate afla rezistența la urcarea pantei.

Adoptând valori aproximative pentru coeficientul de influență a maselor în mișcare de rotație sau măsurându-l experimental pe un stand cu rulouri, se poate estima în continuare forța echivalentă necesară la roțile motoare ale autovehiculului pentru a-i imprima acestuia accelerația longitudinală măsurată cu sistemul GPS.

În funcție de mărimea totală a forței la roată și de o valoare estimată a aderenței drumului, se poate estima coeficientul de alunecare a roților motoare. Pe baza vitezei de deplasare măsurate se poate calcula acum turația roților motoare. De asemenea, însumând toate rezistențele amintite și forța necesară accelerării se obține forța totală ce a fost realizată de interacțiunea roților motoare cu drumul. Înmulțind aceasta forță la roată cu viteza de deplasare a vehiculului, se obține puterea care a ajuns la roțile motoare.

În continuare, această putere la roată se poate împărți la un randament estimat al transmisiei și se obține puterea estimată ce este furnizată de motorul autovehiculului la fiecare moment de timp.

Analiza graficelor vitezei sau accelerației autovehiculului permite adesea aflarea treptei de viteză utilizate. Fiecărei trepte de viteză îi corespunde un raport de transmitere și astfel se poate afla și turația cu care funcționează motorul.

4.5. ANALIZA VITEZEI DE DEPLASARE ÎN MEDIU URBAN

Datele au fost colectate pe durata a mai mult de doi ani, pe trasee ce includ străzi din zone rezidențiale și străzi principale, acestea din urmă având o pondere mai mare. Parcurgerea traseelor s-a făcut cu diferite autovehicule, la diferite ore din zi. Nu au fost luate în considerare înregistrările afectate de evenimente speciale, ca lucrările de întreținere a drumurilor.

Pe baza datelor înregistrate, s-a reprezentat grafic evoluția vitezei și a accelerației în funcție de timp și de spațiu. În Fig. 4.20 sunt prezentate graficele suprapuse ale evoluției vitezei și accelerației în funcție de timp și de spațiu, pentru unul din traseele analizate. Cu albastru este reprezentată viteza, iar cu roșu accelerația; în partea de sus a figurii sunt reprezentate graficele vitezei și accelerației în funcție de timp, iar în partea de jos în funcție de spațiu.

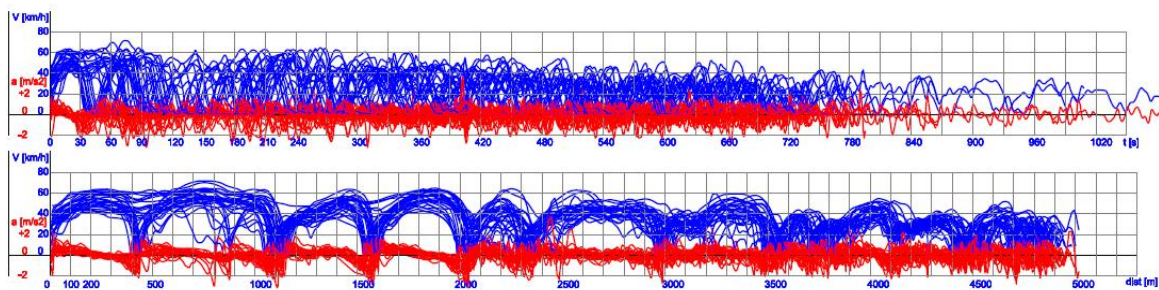


Fig. 4.20 - Variația vitezei de deplasare în funcție de timp și de spațiu

Variația vitezei în funcție de spațiu dă o imagine bună a profilului deplasării pe străzile respective. Se pot identifica opririle la semafor sau la trecerile de pietoni și, de asemenea, segmentele care aparțin străzilor principale și respectiv celor rezidențiale. Graficele vitezei în

funcție de timp par la prima vedere indescifrabile, dar prin prelucrarea lor automată putem obține, de asemenea, rezultate foarte utile, ca de exemplu un ciclu de deplasare specific.

Din graficele viteză/timp, respectiv accelerație/timp, se pot determina distribuțiile vitezei și respectiv accelerației în funcție de timp sub forma graficelor laterale, iar cumulat pentru toate cele 82 de treceri pe traseele analizate sunt reprezentate în Fig. 4.21.

Pentru a avea o imagine reală a ponderii vitezelor, eliminând vitezele foarte mici din zonele de staționare (semafor sau alte cauze), reprezentăm în același fel distribuția vitezei și respectiv a accelerației în funcție de spațiu (Fig. 4.22).

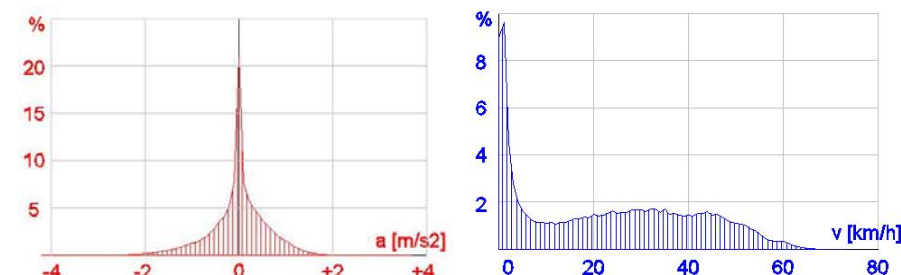


Fig. 4.21 - Distribuția vitezei și accelerației (în funcție de timp)

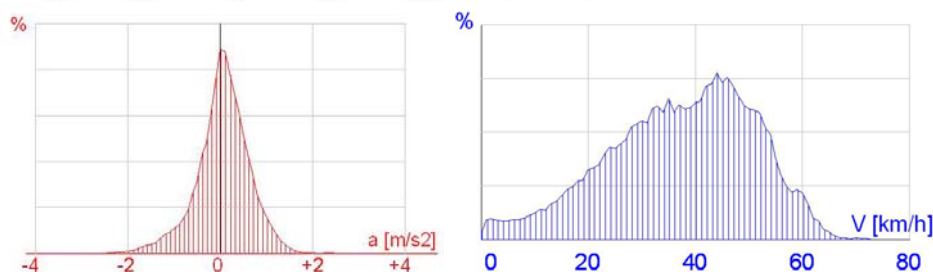


Fig. 4.22 - Distribuția vitezei și accelerației (în funcție de spațiu)

Din aceste grafice se observă că vitezele predominante pe traseu sunt între 30 și 50 km/h. Accelerația medie negativă (frânare) este de 0.45 m/s^2 , iar cea pozitivă (demarare) 0.433 m/s^2 ; viteza medie spațială este 37.14 km/h.

Reprezentarea distribuției bi-parametrice pentru graficele cumulate este dată în Fig. 4.23 (reprezentare 2D). Numărul mare de înregistrări permite utilizarea unei rezoluții de 1 km/h pentru viteză și respectiv 0.1 m/s^2 pentru accelerație.

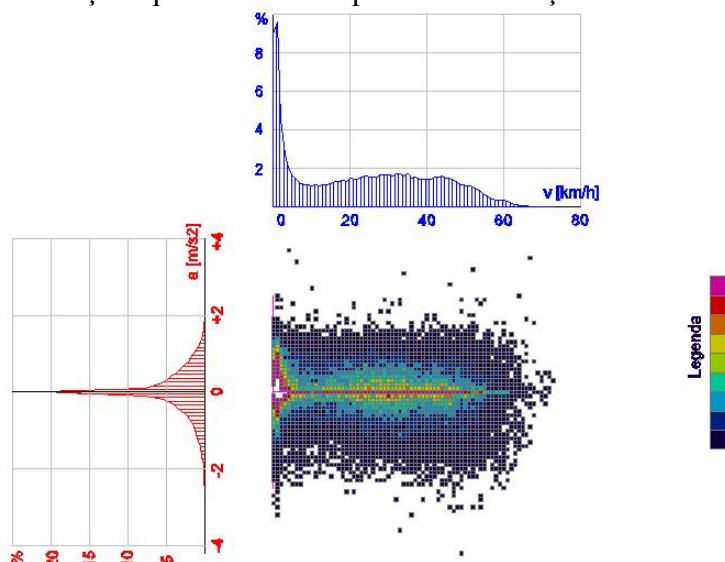


Fig. 4.23 - Funcția de distribuție bi-parametrică viteză/accelerație (reprezentare 2D)

În Tabelul 4.6 se găsesc valorile parametrilor microscopici de trafic determinate pentru orașul Brașov. Concluzia generală ce se poate desprinde din aceste valori este că traficul prin oraș este fluid (dispersia relativă a accelerației este sub 0.02), cel puțin pe traseele parcurse pentru colectarea datelor. Intervalul de variație a accelerației și accelerația/decelerația medie corespund condițiilor de trafic aleator, specific mediului urban.

Tabelul 4.6 – Parametrii microscopici de trafic în Brașov

Parametru	Formula	Valoare determinată
Viteza medie	$v_{med} = \frac{\int_{t_0}^t v(t) dt}{t}$	22.5 km/h
Accelerația medie/ Decelerația medie	$a_{med} = \frac{\int_{t_0}^t a(t) dt}{t}$	0.39 m/s ² -0.41 m/s ²
Zgomotul accelerației	$a_{\sigma} = \frac{\int_{t_0}^t [a(t) - a_{med}]^2 dt}{t}$	0.13
Dispersia relativă a accelerației	$G = \frac{\sigma}{v_m}$	0.006

Dintre parametrii macroscopici de trafic, pe baza înregistrărilor realizate cu ajutorul aparaturii GPS instalate la bordul autovehiculului, se poate determina viteza medie spațială (conform relației din subcapitolul 1.2.3). De asemenea, viteza mediană v_{50} și viteza v_{85} sunt tot parametri de tip macroscopic, întrucât caracterizează mișcarea fluxului de vehicule.

Determinarea vitezelor v_{50} și v_{85}

Viteza mediană v_{50} este viteza atinsă sau depășită de 50% dintre vehicule, iar viteza v_{85} este viteza sub care circulă 85% dintre vehicule. Viteza v_{85} este recomandată ca limită legală de viteză pentru drumurile analizate.

Pentru drumurile din municipiul Brașov s-au determinat, prin metoda grafică (Fig. 4.24), următorii indicatori statistici ai vitezei:

- Viteza medie de circulație: 37,1 km/h;
- Viteza modală 44 km/h (viteza cea mai frecventă);
- Viteza mediană v_{50} este 38,0 km/h (viteza care nu este depășită de 50% dintre vehicule);
- Viteza v_{85} este 50.9 km/h (viteza ce poate fi atinsă de 85% dintre vehicule), ceea ce demonstrează că viteza limită legală de 50 km/h este justificată pe raza orașului.

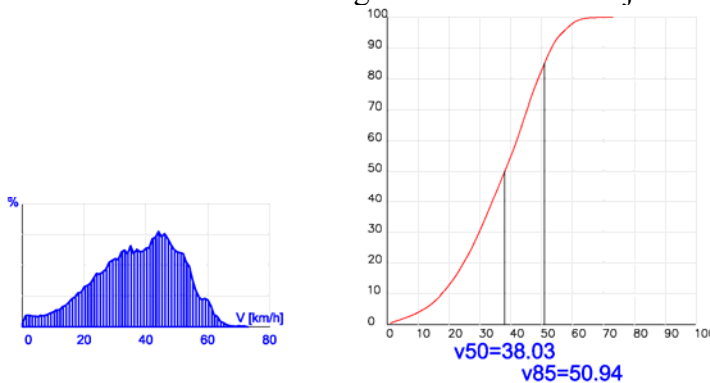


Fig. 4.24 - Determinarea v_{50} și v_{85} generale pentru orașul Brașov

Analiza unei intersecții: semaforizare/ sens giratoriu

Analiza deplasării efectuată la nivelul mai multor străzi din oraș poate fi restrânsă pentru o anumită porțiune de drum sau o intersecție. Pe parcursul desfășurării activității de colectare a datelor, una din intersecțiile de pe traseele monitorizate a fost modificată, din intersecție semaforizată în sens giratoriu. Această modificare a constituit o oportunitate pentru o analiză comparativă a celor două variante.

Analiza comparativă a celor două variante s-a făcut pentru o lungime a traseului de 700 metri, astfel încât valorile nu sunt influențate de intersecțiile precedentă și următoare (Fig. 4.25). S-a constatat o reducere a vitezei medii spațiale, după transformarea în sens giratoriu, cu

mai puțin de 5%, dar o creștere a accelerației medii cu mai mult de 25%.

Cauzele creșterii accelerației medii se regăsesc în graficele din Fig. 4.25. În cazul intersecției semaforizate există o singură oprire, la semafor, apoi o porțiune de accelerare, ponderată prin încadrarea în flux a fiecărui vehicul (se pleacă în coloană). În cazul sensului giratoriu există în medie două opriri, deoarece pe lângă oprirea pentru cedarea priorității la intrarea în sensul giratoriu mai există două treceri de pietoni – înainte și după sensul giratoriu. Ieșirea din sensul giratoriu se face accelerat, iar pentru că distanța până la autovehiculul din față este mai mare decât în cazul intersecției semaforizate, accelerația poate fi mai mare.

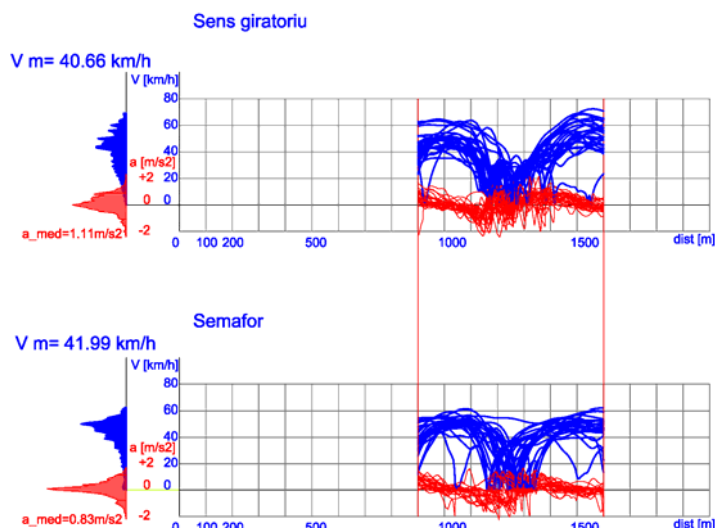


Fig. 4.25 - Comparatie între sensul giratoriu și intersecția semaforizată

Pentru această porțiune de drum s-au determinat și vitezele v_{50} și v_{85} , în ambele situații.

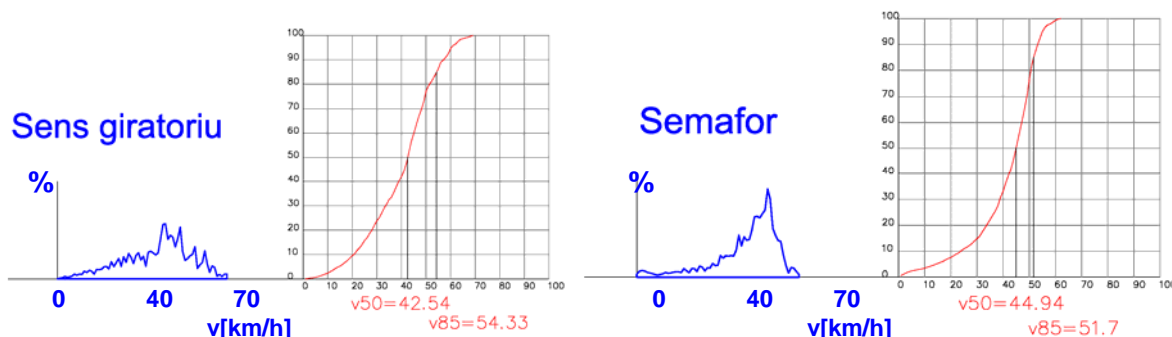


Fig. 4.26 - Determinarea v_{50} și v_{85} pentru sens giratoriu și intersecție semaforizată

Tabelul 4.7 – Comparatie intersecție semaforizată/ sens giratoriu

Lungimea traseului analizat	Variantă	Viteza medie spațială	Accelerația medie	Viteza v_{50} (km/h)	Viteza v_{85} (km/h)
700 m	Semafor	41.99 km/h	0.83 m/s ²	44.94 km/h	51.70 km/h
	Sens giratoriu	40.66 km/h	1.11 m/s ²	42.54 km/h	54.33 km/h
	Variație %	-3.2 %	25.2 %	-5.3 %	4.8 %
300 m	Semafor	33.26 km/h	0.66 m/s ²	35.19 km/h	46.54 km/h
	Sens giratoriu	27.55 km/h	1.18 m/s ²	27.00 km/h	38.57 km/h
	Variație %	17.2 %	44.0 %	-30.3 %	-20.7 %

Prin restrângerea zonei analizate, în jurul intersecției, la o lungime de 300 metri, ponderea intersecției propriu-zise crește și viteza medie scade și mai mult (17%), iar accelerația

medie crește cu 44% în cazul sensului giratoriu.

Rezultatele analizei comparative a variantelor *semaforizare/ sens giratoriu*, pentru aceeași intersecție, sunt centralizate în *Tabelul 4.7*.

O concluzie importantă ce se poate trage din această comparație este dată de creșterea semnificativă a accelerației medii în cazul transformării intersecției semaforizate în sens giratoriu. Creșterea accelerației va determina o creștere a nivelului de zgomot generat în intersecție, de unde rezultă că un sens giratoriu nu este recomandabil într-un plan de măsuri pentru reducerea nivelului de zgomot.

4.6. CICLUL DE DEPLASARE PROPUȘ PENTRU BRAȘOV

Analiza vitezei de deplasare în funcție de timp poate duce la stabilirea unui ciclu de deplasare real pentru orașul analizat. În acest scop, au fost efectuate înregistrări ale traseelor parcurse prin oraș pe durata unui an, la ore diferite (numai pe timp de zi).

4.6.1. Determinarea ciclului de deplasare în regim urban

Timpul total de înregistrare a datelor de pe traseele parcurse este de 57496 secunde (circa 16 ore de înregistrare), excluzând timpii de intrare și de ieșire pe/de pe fiecare traseu. Distanța totală pe care s-au făcut înregistrările este de aprox. 360 km. Datele înregistrate au fost reprezentate grafic și, în continuare, analiza s-a făcut pe baza analizei graficelor viteză/timp.

Prin medierea valorilor extrase din graficele viteză/timp s-au obținut parametrii principali ai ciclului urban al orașului Brașov:

- durata: 710 secunde
- lungimea traseului: 4.44 km
- viteza medie: 22.5 km/h
- viteza maximă: 73 km/h.

Diagrama de viteză a ciclului de deplasare nu poate fi dedusă din aceste valori și nu poate fi obținută printr-o mediere a tuturor diagramelor. Metoda utilizată pentru determinarea unui ciclu reprezentativ este similară celei descrise în 3.2.2. Astfel, fiecare înregistrare a unui traseu a fost împărțită în *pulsuri de deplasare*. Pentru identificarea automată a pulsurilor s-a determinat apariția vitezelor apropiate de 0 km/h. Fiecare puls este caracterizat de aceiași parametri generali ca întregul ciclu: lungime, durată, viteză medie și viteză maximă. Pentru identificarea secvențele care se repetă, s-a recurs la aproximarea parametrilor fiecărui puls.

Un ciclu de deplasare real este un ciclu de tip tranzitoriu. Acesta este implicat un traseu reprezentativ pentru orașul respectiv. În aceste condiții, fiecare puls de deplasare din componența ciclului poate să fie unul dintre cele înregistrate, ca cele din *Fig. 4.27*. Astfel, variațiile de viteză din cadrul fiecărui *puls de deplasare* sunt reale. Identificarea celor mai reprezentative pulsuri de deplasare se face statistic, prin compararea parametrilor de mai sus.

Dacă numărul de înregistrări este suficient de mare, este posibil ca unul din traseele înregistrate să îndeplinească condițiile presupuse de parametrii determinați pentru întreg ciclul de deplasare. Metoda utilizată pentru stabilirea acestui traseu a fost compararea parametrilor fiecărui traseu parcurs cu parametrii principali stabiliți mai sus (la fel ca pentru pulsurile de deplasare individuale).

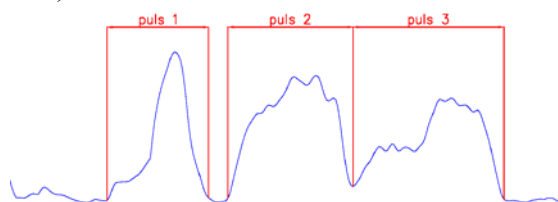


Fig. 4.27 - Exemple de pulsuri de deplasare identificate pe unul din traseele înregistrate

Pe lângă parametrii principali au fost determinate și accelerațiile pentru fiecare traseu înregistrat. Aceste valori sunt extrase din graficele accelerație/timp. Procedura este similară cu

cea folosită pentru calculul vitezelor, dar se ține seama de valorile pozitive (demarare) și negative (frânare).

Pentru demarare, accelerația medie determinată este de 0.39 m/s^2 . Valoarea maximă nu este relevantă, întrucât apare doar accidental; valorile peste 2.4 m/s^2 se datorează unui vârf al graficului care poate fi chiar o eroare de măsurare; dar datorită ponderii mari a valorilor apropiate de 0 a accelerațiilor, valorile mari accidentale nu influențează media obținută.

Pentru frânare, accelerația medie este de -0.41 m/s^2 . În acest caz, valorile mai mari de 2.8 m/s^2 (în valoare absolută) apar numai în cazul unui vârf ce poate fi datorat unei erori de măsurare, dar la fel ca în cazul accelerațiilor pozitive, nu influențează decisiv valoarea medie.

Pentru fiecare înregistrare a unui traseu s-au calculat parametrii: durata parcurgerii traseului, lungimea traseului, viteza maximă, viteza medie, accelerația maximă, accelerația medie, decelerația maximă și decelerația medie. Atât valorile parametrilor globali ai traseelor înregistrate cât și valorile parametrilor calculați pe pulsuri de deplasare au condus la graficul deplasării pe unul dintre trasee, ca fiind cel mai potrivit pentru reprezentarea ciclului de deplasare (Fig. 4.28).

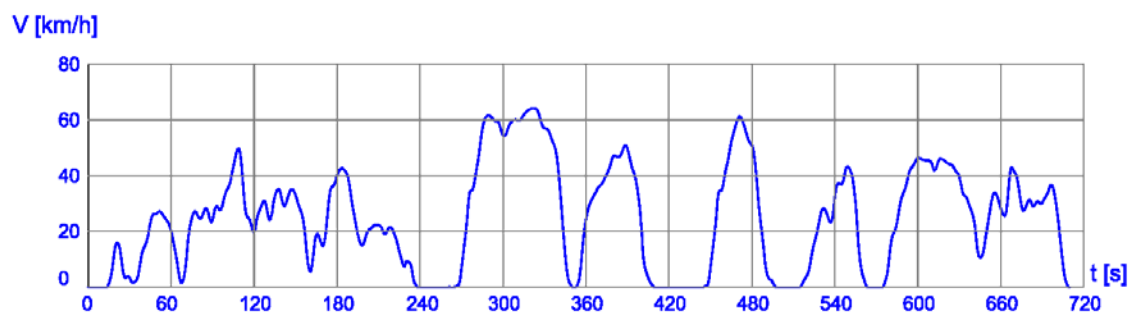


Fig. 4.28 - Ciclu de deplasare de tip tranzitoriu propus pentru orașul Brașov

Parametrii principali ai ciclului de deplasare reprezentat în Fig. 4.28 sunt prezentați în Tabelul 4.8 alături de valorile medii determinate mai sus (durată, lungime, viteză medie și viteză maximă) și abaterea medie calculată pentru toate traseele analizate.

Durata efectivă de deplasare este de 553 secunde, adică aproximativ 22% (157 secunde) din durata de parcurgere a traseului este timp de staționare (semafor, acordarea priorității, încălzirea motorului).

Viteza maximă este mai mică decât cea identificată pentru toate trecerile, dar vitezele peste 65 km/h apar foarte rar raportat la numărul de înregistrări – mai puțin de una la 8 parcurgeri, iar abaterea vitezei medii a traseului ales față de media calculată pentru toate trecerile este mai mică de 9%.

Tabelul 4.8 - Parametrii generali ai ciclului de deplasare propus pentru orașul Brașov

Parametru	Valori medii	Ciclul determinat	Abaterea medie
Durata (secunde)	710	710	147.5
Lungimea (km)	4.44	4.87	0.45
Viteza medie (km/h)	22.5	24.7	4.44
Viteza maximă (km/h)	73	64	-
Accelerație medie (m/s^2)	0.39	0.47	0.055
Decelerația medie (m/s^2)	-0.41	-0.49	0.067

Pentru a facilita compararea valorilor parametrilor traseului ales cu valorile medii pentru toate trecerile analizate, sunt reprezentate în Fig. 4.29 distribuțiile vitezei și accelerației în funcție de timp. În Fig. 4.30 este prezentată funcția de distribuție bi-parametrică viteză/acelerație, în vedere tridimensională.

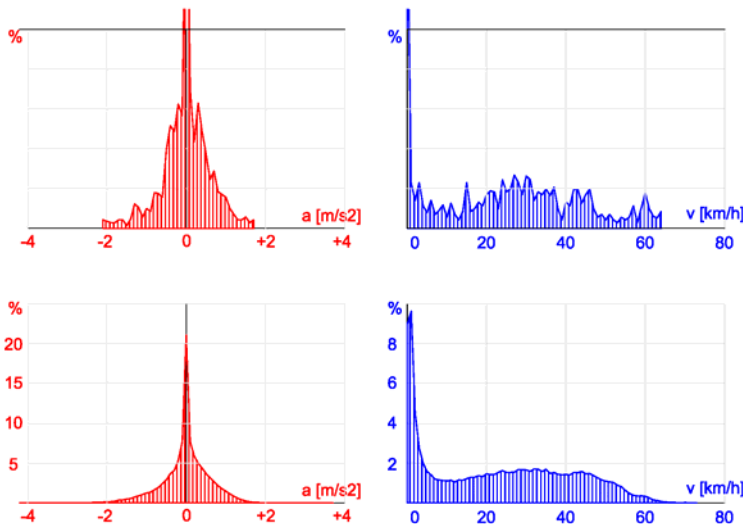


Fig. 4.29 - Distribuția vitezelor și accelerațiilor - Comparație între traseul ales (sus) și înregistrările cumulate (jos)

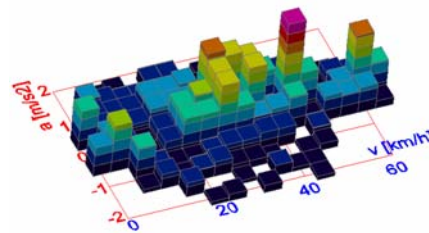


Fig. 4.30 - Distribuția viteze/accelerații pentru ciclul de deplasare al Brașovului (3D)

Pentru a verifica dacă valorile medii sunt reprezentative, se determină abaterea medie pătratică (varianța) și coeficientul de variație pentru fiecare din parametrii analizați. Rezultatele sunt în Tabelul 4.9. Având coeficienți de variație sub 21%, se poate considera că valorile medii ale parametrilor sunt reprezentative pentru datele colectate.

Tabelul 4.9 – Indicatorii statistici ai variației, pentru parametrii principali ai ciclului

	Timpul	Distanța	Viteza medie	Accelerația medie	Decelerația medie
Dispersia (σ^2)	21751.88	0.200716	19.70392	0.003055	0.004565
Abaterea medie pătratică (σ)	147.4852	0.448013	4.43891	0.055274	0.067568
Coeficientul de variație (v)	20.78	9.83	18.53	13.50	15.92

4.6.2. Comparație între ciclul de deplasare al orașului Brașov și alte cicluri de deplasare

În Fig. 4.31 sunt prezentate diagrame ale ciclului european UDC, similare celor din Fig. 4.30. Comparând diagramele 3D din cele două figuri, este evident că ciclul de tip tranzitoriu este mai realist decât cel modal.

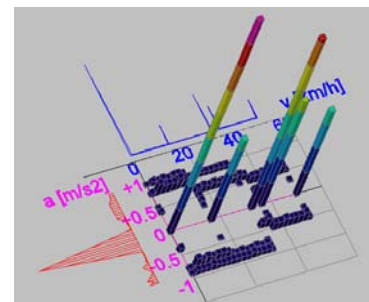
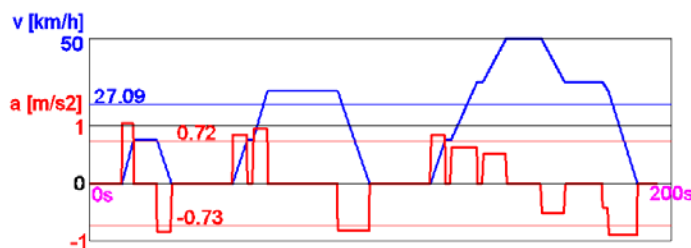


Fig. 4.31 - Viteza și accelerația în funcție de timp, conform ciclului urban european UDC

Cunoașterea unui ciclu real de deplasare pentru un anumit oraș este utilă și pentru a

putea estima nivelul emisiilor sau consumul de combustibil. Pentru estimarea emisiilor și consumului de combustibil în funcție de viteză și accelerație au fost elaborate diferite modele [1], [73], [112]. Dintre acestea, pentru o comparație între ciclul european și ciclul propus pentru orașul Brașov a fost ales modelul prezentat în lucrarea [1]. Mai exact, este vorba de un model bazat pe regresie polinomială, pentru estimarea emisiilor CO, HC și NOx, precum și a consumului de combustibil.

În lucrarea menționată [1], sunt dați coeficienții de regresie pentru estimarea emisiilor de hidrocarburi (HC) în funcție de viteza și accelerația instantanee, pentru un vehicul etalon. Astfel, prin intermediul unei funcții scrise în AutoLisp s-a putut determina valoarea instantanee a emisiei HC, iar pe baza acesteia s-a realizat graficul din Fig. 4.32 (suprapus cu graficele vitezei și accelerației).

Nivelul emisiilor HC pentru ciclul urban european este de 0.768 mg/s, sau 148 mg/km.

Pentru ciclul de tip tranzitoriu propus pentru Brașov, nivelul mediu obținut al emisiilor HC este de 0.964 mg/s, echivalent cu 138.1 mg/km.

Deși emisia medie pentru o secundă este mai mare în cazul ciclului propus, nivelul emisiilor pentru 1 km este mai mic. Explicația vine de la durata de staționare din cadrul fiecărui ciclu; în cazul ciclului UDC durata staționării este de circa 30% din durata ciclului, iar în cazul ciclului brașovean tranzitoriu staționarea reprezintă circa 22% din durata ciclului.

Această concluzie este în corelație cu concluziile legate de fluiditatea traficului. În comparație cu aceste valori, a fost calculat nivelul emisiilor pentru ciclul orașului Atena, folosind același algoritm. A rezultat un nivel mediu de 0.99 mg/s, respectiv 177.2 mg/km.

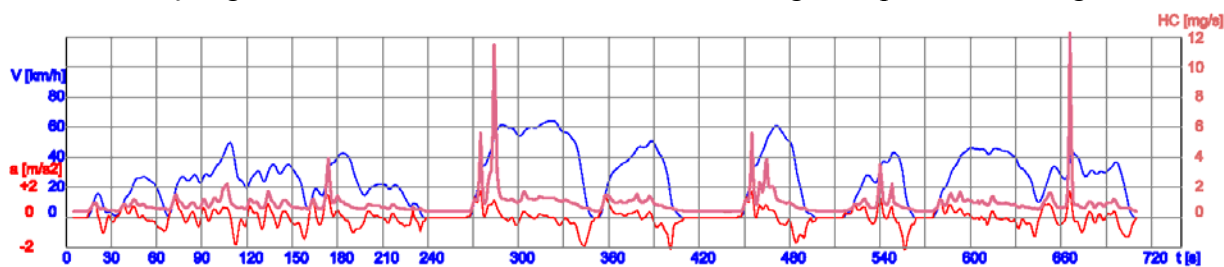


Fig. 4.32 - Emisiile HC pentru ciclul de deplasare brașovean

Analiza efectuată pentru emisiile HC se poate extinde și pentru celelalte tipuri de emisii ale autovehiculelor, precum și pentru consumul de combustibil.

O comparație între parametrii unora dintre ciclurile de deplasare în mediu urban cunoscute și ciclul brașovean este prezentată în Tabelul 4.10. Cu excepția ciclului ECE 15, toate celelalte sunt de tip tranzitoriu.

Tabelul 4.10 – Comparație între cicluri de deplasare

Caracteristici	unitate	ECE 15	FTP-72	NYCC	Atena	Brașov
Distanța	km	4x1.013	12.07	1.89	6.51	4.87
Durata	s	4x195	1369	598	1160	710
Viteza medie	km/h	18.7	44.6	11.4	20.2	24.7
Viteza maximă	km/h	50	91.2	44.6	70.9	64

Sunt diferențe semnificative între parametrii din Tabelul 4.10, ceea ce evidențiază importanța ciclurilor de deplasare reale pentru zona în care este utilizat autovehiculul.

4.7. STUDIUL INFLUENȚEI VITEZEI AUTOVEHICULELOR ASUPRA ZGOMOTULUI GENERAT DE TRAFICUL RUTIER

4.7.1. Modul de estimare a zgomotului cauzat de traficul rutier

Zgomotul în aglomerările urbane este cauzat în cea mai mare măsură de traficul rutier. O imagine generală asupra zgomotului generat de o anumită sursă (cum este traficul rutier) într-o anumită zonă este dată de *harta de zgomot*. Pe baza informațiilor cuprinse în harta de zgomot pot fi luate ulterior măsuri de reducere a nivelului de zgomot.

Harta de zgomot se realizează prin simulare informatică, pe baza unor date de intrare care includ poziția și caracteristicile surselor de zgomot, precum și obstacolele care stau în calea propagării zgomotului.

La data actuală există mai multe metode de calcul, adoptate prin legislație în diverse țări. În România a fost adoptată [131] metoda națională franceză de calcul – *NMPB Routes-96* [130], care stabilește dependența zgomotului generat de un autovehicul în funcție de anumiți factori.

Factorii care influențează zgomotul generat de traficul rutier sunt: numărul autovehiculelor și viteza de deplasare a acestora, calitatea drumului, panta și tipul fluxului rutier.

Efectul zgomotului emis în mediul înconjurător (asupra oamenilor) este caracterizat printr-un indicator energetic care ia în considerare atât nivelul zgomotului cât și durata expunerii. Acest indicator este numit *nivelul sonor echivalent*, L_{Aeq} . Acesta este un nivel convențional ce reprezintă nivelul sonor care, dacă rămâne constant pe întreaga perioadă considerată, ar da aceeași energie acustică ca și zgomotul fluctuant al drumului.

Parametrul măsurabil aflat la baza estimării nivelului sonor echivalent este nivelul presiunii sonore. Acesta se exprimă prin relația:

$$P_a = 20 \cdot \log_{10} \frac{P_{mas}}{P_{ref}} \quad (eq. 4.4)$$

unde:

P_a – nivelul de presiune sonoră

P_{mas} – presiunea sonoră măsurată

P_{ref} – presiunea sonoră de referință (pragul auzului, de percepție sonoră).

Când zgomotul este generat de mai multe surse (de exemplu mai multe autovehicule pe același segment de drum) efectul rezultat prin însumarea surselor se poate calcula cu relația:

$$P_{atot} = 10 \cdot \log_{10} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{P_{ai}}{10}} \quad (eq. 4.5)$$

Conform cerințelor legislației naționale [131] și europene, nivelul zgomotului trebuie estimat pentru trei perioade diferite ale zilei, și anume: zi (orele 7:00 – 19:00), seară (orele 19:00 – 23:00), noapte (orele 23:00 și 7:00).

Se reprezintă grafic (sub formă de hartă de zgomot) rezultatele estimării pentru întreaga durată a zilei (cumulat pentru toate cele trei perioade: zi/seară/noapte) și separat pentru noapte. Indicatorii zgomotului echivalent se notează L_{zsn} (zi/seară/noapte) și respectiv L_n (noapte).

4.7.2. Influența vitezei asupra zgomotului produs de un autovehicul în mers

În exploatarea autovehiculelor se constată o modificare a nivelului zgomotului generat care depinde de viteza de deplasare, de turația și de sarcina motorului. Metoda franceză stabilește în mod convențional o dependență de tipul celei prezentate în *Fig. 4.33* [130].

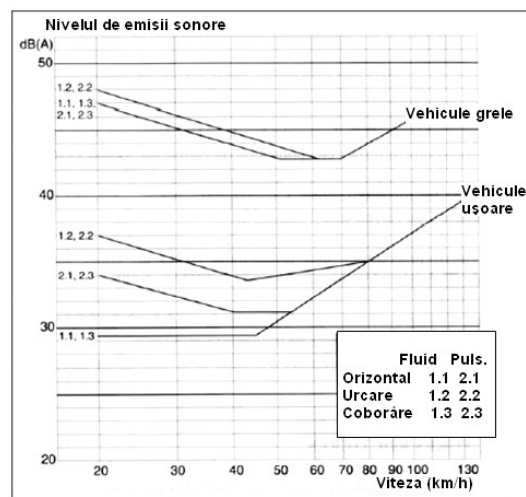


Fig. 4.33 – Zgomotul produs de un autovehicul în funcție de viteza de deplasare

Pentru a obține viteza medie de parcurgere a unei porțiuni de drum de lungime cunoscută, cea mai simplă metodă este măsurarea timpului necesar pentru parcurgerea acelei porțiuni de drum. Dar viteza de deplasare poate varia mult în timpul deplasării, în special dacă lungimea traseului parcurs este mare. În plus, nivelul zgomotului emis depinde de accelerația autovehiculului. În aceste condiții, este preferabil ca orice traseu urban să fie împărțit în segmente, astfel ca fiecare segment să aibă caracteristica viteză/spațiu proprie; criteriul principal pentru segmentare este să nu existe modificări importante ale fluxului de trafic.

Pentru o zonă extinsă, de exemplu o autostradă, un drum național sau un oraș, calculul zgomotului generat de traficul rutier se poate efectua conform schemei generale din Fig. 4.34.

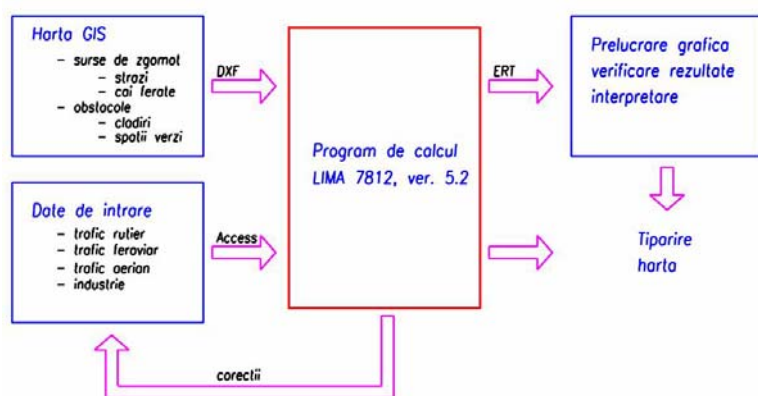


Fig. 4.34 – Schema generală pentru determinarea nivelului de zgomot

Se pot remarca trei etape distincte ale procesului: colectarea și pregătirea datelor de intrare (pre-procesare), efectuarea calculului și prelucrarea rezultatelor (post-procesare).

Etaplele de pre- și post-procesare se pot realiza cu ajutorul unor programe CAD. Datele de intrare pot fi colectate parțial folosind metoda vehiculului martor, descrisă în 3.2.2.

4.7.3. Datele de intrare – colectare și prelucrare

Datele de intrare necesare pentru evaluarea zgomotului generat de traficul rutier sunt datele ce caracterizează fluxurile rutiere. Concret, este necesar să se determine numărul de autovehicule și viteza medie a acestora pe fiecare segment de drum studiat.

Segmentele de drum reprezintă un strat tematic al hărții de bază, numită și harta GIS.

Harta de bază include sursele de zgomot (liniare, punctiforme, suprafețe) și obstacolele. Segmentele de drum reprezintă surse de zgomot liniare. Obstacolele sunt clădiri, panouri, perdele de vegetație, denivelări ale terenului (Fig. 4.35).



Fig. 4.35 – Date de intrare, straturi tematice suprapuse - harta GIS

Harta de bază este exportată din AutoCAD în format DXF, apoi fișierele DXF sunt importate în programul de calcul (LimA). Datele de trafic, volume și viteze, sunt date (*metadata*) asociate segmentelor de drum care compun unul din straturile tematice ale hărții de bază. Asocierea se face prin funcții ActiveX, specifice limbajului de programare Visual Lisp. Exportul datelor către programul de calcul (LimA) se face prin fișiere de tip text care sunt transformate apoi în tabele Access.

Conexiunea dintre entitățile AutoCAD (ce compun harta de bază) și datele asociate (*metadata*) se face printr-un câmp de identificare (*ID*). Acesta este un identificator unic ce nu se modifică pe parcursul modificării desenului – în AutoCAD este numit *handle*.

Datele asociate obiectelor geometrice din AutoCAD sunt colectate și prelucrate automat, nefiind necesară introducerea manuală a valorilor în nicio etapă a pregătirii datelor. Numărarea vehiculelor nu se poate face în totalitate automat, deoarece ar fi necesar un număr prea mare de analizoare de trafic (indiferent că sunt analizoare pe bază de radar, bucle inductive sau camere video) și costurile nu ar justifica această metodă..

Viteza medie pentru fiecare segment este calculată pe baza mai multor înregistrări efectuate cu ajutorul unui vehicul martor. Pentru acest tip de aplicație este utilă analiza evoluției în spațiu a vitezei. Profilul de viteze al unui drum, determinat prin mai multe parcurgeri cu vehiculul martor, arată ca în Fig. 4.36.

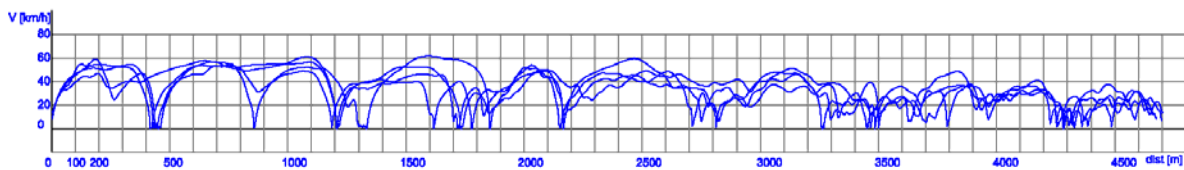


Fig. 4.36 - Graficul vitezei în funcție de spațiu, pentru mai multe treceri pe același traseu

4.7.4. Datele de ieșire – prelucrare și prezentare

Calculul efectiv al nivelului de zgomot se realizează cu programe speciale, în Fig. 4.34 fiind prezentat cazul utilizării programului LimA. Rezultatul calculului este o rețea (*grid*) de puncte pentru care este calculat nivelul echivalent al zgomotului.

Distanța dintre nodurile rețelei influențează acuratețea reprezentării grafică a nivelului de zgomot și implicit timpul de calcul necesar. Rezultatele calculului sunt stocate în fișiere de tip *ERT*, care sunt în esență fișiere de tip text cu structură clar determinată. Printre informațiile conținute de fiecare linie din fișier sunt:

- coordonatele punctului (Y, X);
- nivelul de zgomot echivalent pentru intervalul de noapte (*LNGT*);
- nivelul de zgomot echivalent pe cele trei intervale zi/seară/noapte (*LDEN*).

Pentru reprezentarea grafică a hărții de zgomot s-a preferat realizarea unui pachet de funcții AutoLisp care permit preluarea datelor din fișierul *ERT* și apoi reprezentarea conform legendei de culori și accesul la valorile nivelurilor de zgomot stocate în obiectele geometrice.

Concret, fiecare celulă *grid* este reprezentată de un punct (entitate AutoCAD de tip *POINT*). Coordonatele x, y ale punctului sunt coordonatele X, Y extrase din fișierul *ERT*, iar coordonata z este dată de valoarea zgomotului echivalent determinată pentru acel punct (L_{den}, L_{ngt}). Culoarea fiecărei celule corespunde nivelului de zgomot.

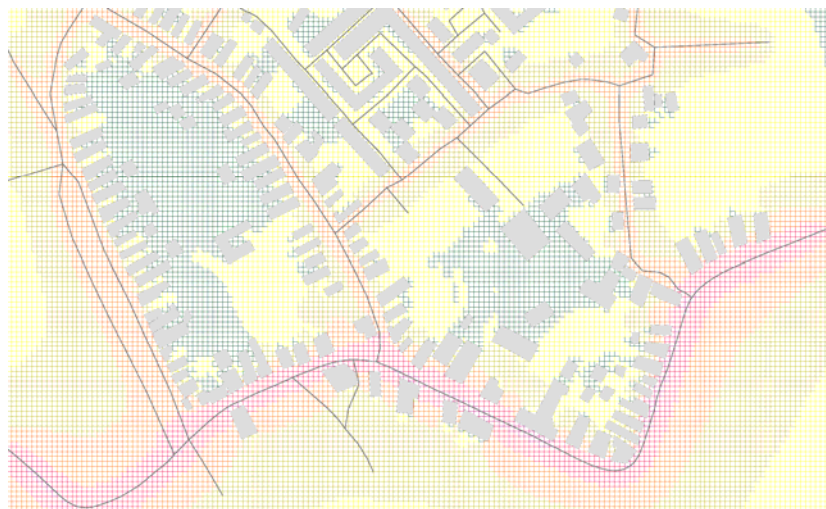
Astfel, pentru fiecare punct al rețelei, două informații importante sunt stocate în caracteristicile standard ale entității geometrice respective:

- nivelul exact al zgomotului (cu 2 zecimale) stocat ca și coordonată z a punctului;
- banda de 5 dB în care se găsește punctul respectiv dată de culoarea celulei.

Pe baza acestor informații se pot extrage din harta de zgomot datele necesare pentru interpretarea rezultatelor. Pentru aceasta, rețeaua de puncte se suprapune peste harta de bază (GIS), ca în *Fig. 4.37*. Rezultatul este *harta de zgomot* a zonei respective.

Forma rectangulară a celulei *grid* (care în acest exemplu este un pătrat cu latura de 5 m) este dată de setarea variabilei *PDMODE* (valoarea 65). Punctul pentru care s-a determinat nivelul de zgomot asociat unei celule se găsește chiar în centrul acelei celule.

Intersecțiile liniilor de contur ale fiecărei clădiri cu rețeaua determină gradul de expunere a fațadelor clădirii respective la diferitele niveluri de zgomot. Algoritmii de determinare a intersecțiilor dintre conturul unei clădiri și rețeaua se bazează pe funcțiile native din AutoCAD.



*Fig. 4.37 –
Reprezentarea grafică a
nivelului de zgomot,
suprapus pe harta GIS*

Pentru prelucrarea ulterioară a datelor stocate în harta de zgomot este utilă reprezentarea acestora ca în *Fig. 4.37*, dar pentru prezentarea pe hârtie se preferă varianta din *Fig. 4.38*.

Punctele care formează rețeaua sunt transformate (printr-o funcție AutoLisp definită în acest scop) în entități de tip *SOLID*, care în AutoCAD sunt obiecte plane opace. Fiecare celulă este transformată în două entități *SOLID* de formă triunghiulară. Este o operație consumatoare de memorie și de timp și nu trebuie executată decât în vederea tipăririi hărții.

Scopul realizării hărților de conflict este identificarea surselor importante de zgomot în vederea dezvoltării unui plan de măsuri pentru reducerea zgomotului sub limita admisă. În cazul aglomerărilor urbane măsurile rezonabile ce pot fi luate pentru reducerea zgomotului cauzat de traficul rutier includ: îmbunătățirea calității suprafeței de rulare (asfalt silențios), devierea traficului (scoaterea traficului de tranzit din oraș) și introducerea unor limite de viteză.

Limitarea vitezei nu se referă numai la stabilirea unei viteze maxime, ci și la stabilirea vitezei minime, care se poate realiza nu prin indicatoare, ci prin măsuri de fluidizare a traficului (semafoare sincronizate). Scopul ar trebui să fie obținerea vitezei medii între 40 și 50 km/h.

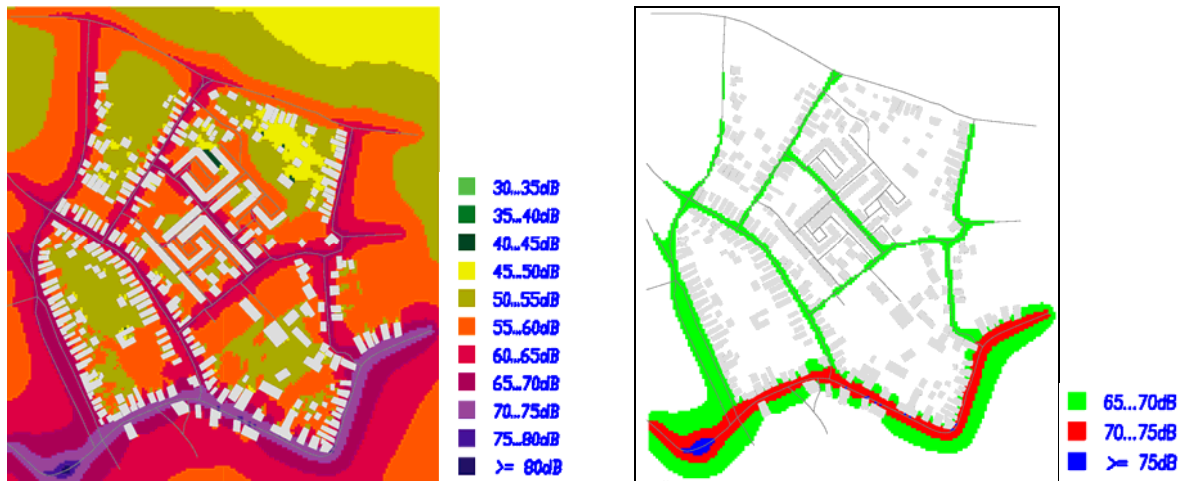


Fig. 4.38 – Hartă de zgomot și hartă e conflict, pentru intervalul zi/seară/noapte

Pe baza planului de măsuri propus se modifică datele de intrare în programul de calcul și apoi se generează o nouă hartă de zgomot. Pentru a scoate în evidență câștigul realizat prin aplicarea măsurilor propuse, se poate genera o *hartă de diferență*, rezultată prin compararea hărților de zgomot înainte și după aplicarea planului de măsuri. Modul de realizare a unei hărți de diferență este simplu: pentru fiecare punct de pe harta de zgomot (pentru fiecare *celulă grid*) se scade valoarea inițială a nivelului de zgomot din valoarea actualizată a acestuia.

5. CONCLUZII, DESCHIDERI

5.1. CONCLUZII

Obiectivul principal al tezei era de a proba posibilitatea utilizării unui sistem de proiectare asistată de calculator (CAD) în studiul comportamentului autovehiculelor, folosind posibilitățile de programare incluse în acest sistem.

Unul din rezultatele tezei este programul de prelucrare a datelor înregistrate cu receptoare GPS (*diGPS*), scris în AutoLisp și care rulează în mediul de lucru al AutoCAD-ului. Cu ajutorul acestui program s-au determinat parametri cum sunt: coeficientul de rezistență la rulare și coeficientul de rezistență a aerului, accelerații, viteze. Prin urmare s-a demonstrat posibilitatea de a studia performanțele dinamice și comportamentul în trafic al autovehiculelor cu ajutorul programelor CAD, deci obiectivul principal al tezei a fost îndeplinit.

Pentru achiziția datelor, au fost testate patru tipuri de receptoare GPS, cu caracteristici și performanțe diferite. Unul din aceste receptoare (GPS 18x-5Hz) a fost utilizat la construcția unui sistem propriu de achiziție a datelor. Fiecare din aceste receptoare este potrivit pentru colectarea datelor de trafic sau în vederea determinării performanțelor dinamice ale autovehiculelor.

Holux M-241 înregistrează coordonatele traseului parcurs cu o rată de cel mult un punct la 5 secunde. Acest dispozitiv este potrivit pentru înregistrarea parcursurilor foarte lungi, pentru care se dorește determinarea unor parametri globali cum sunt lungimea traseului, timpul de parcurgere, viteza medie, accelerația medie, distribuții de viteze sau accelerații.

GPSmap 60CSx înregistrează puncte ale traseului parcurs cu o rată de 1Hz (un punct pe secundă) și este potrivit pentru înregistrarea datelor de trafic în mediu urban. Nu necesită instalare specială, este suficient să fie pornit și după identificarea sateliților începe automat înregistrarea (trebuie configurat în prealabil).

Vbox III este un aparat profesional care poate înregistra date de la senzorul GPS cu o rată de 100Hz. Este potrivit în special pentru teste de demarare și frânare, unde este utilă

înregistrarea multor informații în timp scurt. Poate lucra independent sau conectat la un calculator. Salvează datele într-un format propriu, pe un card de memorie CompactFlash.

GPS 18x-5Hz înregistrează cu o rată de 5 Hz (5 puncte pe secundă) și a fost conceput în primul rând pentru aplicații de ghidare a utilajelor în construcții sau agricultură. Nu are memorie internă și nu poate fi conectat direct la un mediu de stocare. Poate fi conectat la calculator prin interfața RS-232. Poate transfera datele prin interfața serială cu o rată de până la 38400 bps, prin protocolul NMEA sau protocol proprietar Garmin.

Folosind dispozitivul GPS 18x-5Hz ca senzor a fost construit un sistem propriu de achiziție a datelor (numit *DS-5*). Sistemul este compus din senzorul GPS, un calculator ultraportabil (Asus EEE sau tablet-PC Asus R2H), interfață de conectare RS232-USB, ca echipament hardware, și un program de achiziție a datelor. Programul este scris în limbajul Delphi și este compilat ca aplicație independentă (*stand-alone*).

O comparație cu ajutorul analizei multicriteriale avansate a arătat că sistemul DS-5, construit în două variante, reprezintă soluția cea mai convenabilă ca sistem de achiziție a datelor în vederea evaluării performanțelor dinamice ale autovehiculelor.

Volumul mare de date colectate aduc o nouă provocare, constând în soluția de gestionare a acestor date. Metoda propusă este integrarea sistemului de achiziție și prelucrare a datelor (GPS + CAD) într-o soluție PLM. Modul efectiv de transfer al datelor de pe sistemul client pe serverul de date constă în folosirea protocolului WebDAV.

În cadrul tezei sunt prezentate trei aplicații software diferite, realizate pe parcursul desfășurării activității de cercetare:

- programul de achiziție a datelor, parte componentă a sistemului *DS-5*, program scris în limbajul Delphi și care rulează independent de alte aplicații; acest program este optimizat să ruleze pe calculatoare cu display de dimensiuni relativ reduse și fără performanțe de viteză de calcul deosebite;
- programul de preluare și procesare a datelor GPS, scris în limbajul AutoLisp, care rulează în cadrul mediului AutoCAD; este compus din multe funcții pentru citirea datelor din înregistrările GPS, desenarea traseelor și asocierea de date suplimentare acestora, citirea datelor asociate traseului și desenarea diagramelor, procesarea diagramelor pentru obținerea altor tipuri de reprezentări;
- programul de transfer al fișierelor prin protocol WebDAV.

Pentru determinarea experimentală a performanțelor dinamice ale autovehiculelor s-au efectuat probe de demarare și frânare, probe de rulare liberă, deplasare în trafic urban și deplasare pe drumuri montane, cu viraje multiple.

Pentru prelucrarea datelor obținute în urma probelor de rulare liberă s-au folosit două modele de calcul diferite, recomandate în lucrările [100] și [126]. Rezultatele obținute pentru coeficientul de rezistență aerodinamică și coeficientul de rezistență la rulare sunt comparabile cu valorile teoretice date în literatura de specialitate.

Pe baza datelor înregistrate la probele de demarare și frânare s-au putut determina parametri ca timpul și spațiul de demarare, respectiv timpul și spațiul de frânare, precum și detalii legate de aceste procese. Rezultatele obținute corespund, de asemenea, valorilor obținute teoretic, prin calcul.

Pentru înregistrarea datelor în timpul probelor de rulare liberă, demarare și frânare, dispozitivele cele mai potrivite sunt Vbox și DS-5 (produs propriu). Avantajele principale ale utilizării acestor sisteme sunt acuratețea datelor obținute și ușurința de instalare a aparatelor.

Probele de deplasare pe drumuri cu viraje multiple, în regim extraurban, sunt utile pentru caracterizarea drumului respectiv și a stilului de conducere. Parametrii reprezentativi sunt accelerațiile tangențiale și centripete, dar și parametrii ce țin de construcția drumului, ca panta și raza de virare.

Probele de deplasare prin oraș dau informații utile pentru caracterizarea traficului – parametrii micro- și macroscopici ai traficului, mai exact viteza medie, accelerația, câmpul de

viteze. Pe baza datelor colectate prin deplasare prin oraș se pot defini și cicluri de deplasare specifice orașului respectiv.

O metodă eficientă de colectare a datelor în scopul determinării ciclurilor de deplasare constă în utilizarea receptoarelor GPS instalate pe vehicule martor. Înregistrările pot fi reprezentate grafic (viteză/timp) și apoi pot fi separate în „pulsuri de deplasare”, care stau la baza construirii graficului asociat unei deplasări reprezentative pentru orașul sau drumul respectiv.

Pentru orașul Brașov, în urma prelucrării statistice a datelor înregistrate timp de un an, pe trasee diferite, este propus un ciclu de deplasare de tip tranzitoriu, care păstrează forma reală a "pulsurilor de deplasare". Parametrii principali ai ciclului de deplasare de tip tranzitoriu, propus pentru Brașov, sunt:

- durata: 710 secunde
- lungimea: 4.87 km
- viteza medie: 24.7 km/h
- viteza maximă: 64 km/h.

S-a constatat că în ultimii doi ani a crescut fluiditatea traficului prin orașul Brașov, astfel că în comparație cu ciclul standard european UDC, în cazul ciclului brașovean se obține un nivel mediu estimat al emisiilor de hidrocarburi, exprimat în mg/s, mai mare, dar nivelul emisiilor de hidrocarburi exprimat în mg/km este mai mic. Această concluzie se referă la deplasarea unui vehicul singular.

Înregistrarea datelor în scopul determinării ciclurilor de deplasare în regim urban se face cel mai bine cu receptoare GPS de tip Garmin GPSmap 60CSx, sau alte modele cu performanțe similare (cu rata de înregistrare de 1 Hz), sau DS-5 cu rata de înregistrare redusă corespunzător.

O aplicație complexă a măsurătorilor de trafic urban este estimarea zgomotului cauzat de traficul rutier și realizarea hărților de zgomot. În această lucrare s-a urmărit, printre altele, demonstrarea utilității aplicațiilor CAD și a metodelor de colectare a datelor prezentate anterior la elaborarea hărților de zgomot generat de traficul rutier, aceasta fiind o soluție originală de rezolvare a unor probleme de actualitate.

Datele de intrare pentru programul de calcul al nivelului de zgomot se constituie în două categorii principale: harta de bază (surse de zgomot, obstacole) și caracteristicile surselor de zgomot (date de trafic). Colectarea datelor de trafic și pregătirea datelor de intrare pentru programul de calcul al nivelului de zgomot constituie etapa cea mai importantă în elaborarea hărții întrucât de calitatea datelor de intrare depinde corectitudinea rezultatelor obținute. Volumele de trafic influențează în mai mare măsură zgomotul emis, dar viteza de deplasare poate fi un parametru mai ușor de controlat. Cauza principală a zgomotului nu este atât valoarea vitezei, cât variațiile acesteia (acelerația).

O metodă eficientă pentru măsurarea vitezei este metoda vehiculului martor, la fel ca pentru probele de determinare a parametrilor traficului rutier. Concret, metoda propusă în această lucrare este parcurgerea traseului analizat cu un vehicul echipat receptor GPS capabil să înregistreze datele de poziție, viteză și timp, apoi post-procesarea datelor înregistrate cu ajutorul funcțiilor integrate în mediul CAD disponibil.

5.2. CONTRIBUȚII PROPRII

Contribuțiile proprii ale autorului pot fi sintetizate după cum urmează:

- Crearea unui program CAD pentru prelucrarea datelor GPS și analiza performanțelor dinamice și în trafic ale autovehiculelor. Programul este scris în limbajul AutoLisp și lucrează sub mediul AutoCAD.
- Identificarea unei soluții de gestionare a datelor de proiectare și a datelor colectate, în cadrul unui sistem CAD/PLM complex. A fost realizată o bibliotecă de funcții software pentru implementarea protocolului WebDAV, care permite transferul

fișierelor de date pe/de pe server și atașarea de proprietăți acestor fișiere. Pe baza proprietăților pot fi efectuate interogări, în scopul căutării în baza de date (de exemplu căutarea tuturor înregistrărilor de la probele de rulare liberă).

- Realizarea sistemului propriu de achiziție a datelor DS-5, bazat pe senzorul GPS 18x-5Hz. Sistemul a fost utilizat pentru colectarea celor mai multe date pentru estimarea performanțelor dinamice ale autovehiculelor, utilizate în cadrul acestei lucrări. Sistemul are două componente: hardware și software.
- În cadrul programului CAD de analiză a performanțelor dinamice a fost realizată o funcție pentru determinarea coeficientului de rezistență la rulare și a coeficientului de rezistență aerodinamică, pe baza graficului vitezei în funcție de timp trasat în urma probelor de rulare liberă. Cu ajutorul acestei funcții au fost determinați coeficienții C_x și f pentru unul din autovehiculele utilizate la colectarea datelor.
- În cadrul aceluiași program CAD sunt incluse funcții pentru determinarea parametrilor de trafic, micro- și macroscopici. Au fost determinați acești parametri pe baza datelor colectate în orașul Brașov.
- Propunerea unui ciclu de deplasare în regim urban pentru orașul Brașov. A fost determinat un ciclu de tip modal și un ciclu de tip tranzitoriu.
- Propunerea unei soluții pentru preprocesarea datelor de trafic în vederea realizării hărților de zgomot și postprocesarea rezultatelor calculului. Soluția are la bază programul CAD descris mai sus, cu extensii specifice modului de realizare a hărților de zgomot. Pregătirea datelor constă în înregistrarea vitezelor de deplasare în trafic pentru fiecare segment de drum din zona studiată, apoi încărcarea datelor în AutoCAD, calculul valorilor medii și asocierea acestora ca date suplimentare. Datele asociate tuturor segmentelor de drum sunt exportate în fișiere text ce pot fi apoi transferate în programul de calcul. Partea de postprocesare ajută la reprezentarea grafică a rezultatelor calculului (desenarea hărților de zgomot).

Metodele de colectare și analiză a datelor descrise în această lucrare au fost utilizate în proiecte de cercetare realizate de colectivul Catedrei de Autovehicule și Motoare din Universitatea Transilvania:

- Proiect CEEX X2C25/2006- SAIGHID, *Servicii avansate de ghidare și informare a călătorilor prin utilizarea hărților digitale*. A fost stabilit modul de lucru cu receptoarele GPS în vederea achiziției datelor dinamice.
- Proiect CEEX X2C28/2006 - ECOVEH – *Algoritmi avansați de control în timp real pentru optimizarea autovehiculelor hibride*. S-au făcut teste cu ajutorul sistemului de achiziție DS-5.
- Proiect CEEX X2C34/2006 - MOB-URBIS - *Managementul creșterii mobilității urbane și modalități de implementare a soluțiilor durabile, menit să satisfacă cerințele sociale și economice de perspectivă, în traficul rutier*. S-au efectuat înregistrări ale deplasărilor în mediu urban cu ajutorul dispozitivelor GPS.
- Proiect 339/2008 - *Harta strategică de zgomot a municipiului Târgu-Mureș*. Au fost utilizate sistemele de achiziție a datelor prin GPS și programul *diGPS*, pentru măsurarea vitezei de deplasare pe segmente de drum. Viteza a fost comparată în anumite puncte din oraș cu înregistrările efectuate cu Sistemul DataCollect SDR (de tip radar). Prelucrările datelor de intrare și respectiv a rezultatelor date de programul de cartare a zgomotului (LimA) s-au realizat prin metoda descrisă în subcap. 4.7.
- Proiect 25254/2009 - *Studiu de trafic în municipiul Călărași*. Au fost utilizate sistemele de achiziție prin GPS pentru măsurarea vitezelor de deplasare în trafic. În apropierea intersecțiilor studiate, valorile au fost corelate cu cele măsurate cu

sistemele DataCollect SDR. Parametrii micro- și macroscopici de trafic pentru municipiul Călărași au fost determinați cu ajutorul aplicației *diGPS*. Sistemele bazate pe GPS au fost utilizate inclusiv pentru evaluarea transportului în comun.

Se poate menționa că exemplele prezentate în această lucrare nu sunt preluate din proiectele de cercetare menționate mai sus. Toate măsurătorile în trafic și probele dinamice utilizate în această lucrare au fost realizate în scopul elaborării tezei sau a unor lucrări științifice publicate în perioada elaborării tezei.

5.3. DESCHIDERI

Metodele de colectare a datelor de trafic propuse în această lucrare pot fi utilizate în continuare pentru elaborarea studiilor de trafic sau a hărților de zgomot.

Metodele utilizate pentru achiziția și prelucrarea datelor în vederea estimării performanțelor dinamice ale autovehiculelor pot fi utilizate și pentru alte proiecte similare, deoarece metodele au fost validate prin această lucrare.

De asemenea, sistemul propriu (*DS-5*) de achiziție a datelor GPS poate fi utilizat în continuare în cadrul altor proiecte de cercetare, dar și în aplicații didactice de laborator.

Prin înregistrarea simultană a vitezei și accelerației cu ajutorul unui receptor GPS și a consumului de combustibil prin interfața OBD-II se poate încerca determinarea unui model de estimare a consumului instantaneu de combustibil în funcție de viteză și accelerație, similar modelului utilizat în subcapitolul 4.6.2 (utilizabil pentru estimarea emisiei de hidrocarburi). Fiind utilizate două surse de date diferite, sincronizarea înregistrărilor trebuie făcută în funcție de timp.

Soluția de gestiune a fișierelor de date propusă în această lucrare poate fi extinsă prin scrierea de aplicații interne în sistemele CAD cele mai utilizate. Astfel, se va permite atașarea de proprietăți (*metadata*) și salvarea modelelor sau desenelor CAD direct pe serverul WebDAV folosit ca server de date. Biblioteca de funcții C++ este aceeași, urmând să fie scrise doar aplicațiile specifice fiecărui sistem CAD.

Programul CAD de prelucrare a datelor (*diGPS*) a fost dezvoltat cu scopul de a fi utilizat în activitatea de cercetare și nu dispune deocamdată de o interfață prietenoasă cu casete de dialog, nici de un manual de utilizare. Realizarea unei interfețe care să ușureze utilizarea programului și, de asemenea, elaborarea unui manual de utilizare, ar putea facilita utilizarea programului în alte proiecte, de către diferiți cercetători.

Folosind metodologia prezentată în această lucrare se pot elabora cicluri de deplasare specifice diferitelor orașe sau un ciclu urban și, respectiv, un ciclu extraurban, specifice României. O utilitate a acestor cicluri poate fi estimarea emisiilor și a consumului probabil de combustibil în diferite zone.

O soluție ce urmează să fie verificată este transformarea diagramei viteză/timp ce reprezintă ciclul de deplasare într-o diagramă viteză/spațiu și aplicarea acesteia pentru atribuirea vitezelor medii ale fluxului rutier pe segmente de stradă, în funcție de lungimea acestora. Această metodă s-ar putea dovedi utilă la pregătirea datelor de trafic în vederea elaborării hărților de zgomot, deoarece colectarea și prelucrarea datelor pentru elaborarea unui ciclu de deplasare în regim urban necesită mai puțin efort decât colectarea și prelucrarea datelor dedicate hărților de zgomot.

BIBLIOGRAFIE

1. Ahn,Kyounggho Rakha, Hesham Trani,Antonio Van Aerde,Michel *Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions Based on Instantaneous Speed and Acceleration Levels*. <http://cedb.asce.org>.
2. Andre,Michel *Real-world driving cycles for measuring cars pollutant emissions – Part A: The ARTEMIS European driving cycles*. INRETS, 2004.
3. Andreescu,C. ș.a., *Informatic System of Traffic Monitoring*. “Intelligent Transportation Systems ITS-Romania-2009” International Conference, Bucuresti. ISBN 978-606-501-026-0.
4. Andreescu,C. ș.a. *Road Traffic Event Detection Using an Informatic System*. “Intelligent Transportation Systems ITS-Romania-2009” International Conference, Bucuresti. ISBN 978-606-501-026-0.
5. Antonya,Csaba *Simularea grafică a sistemelor de corpuri*. Editura Universității Transilvania, 2004.
6. Aronsson,F.M.Karin *Speed characteristics of urban streets based on driver behaviour studies and simulation*. Doctoral Thesis in Infrastructure, Royal Institute of Technology Stockholm, 2006.
7. Baican,R. Enache,V. *Automobilul modern*. Editura Universității Transilvania din Brașov, 2008.
8. Bobancu,Șerban *Creativitate și Inventică - Curs pentru Școala Doctorală*. Universitatea Transilvania, 2005.
9. Bobescu,Gh. Cofaru,C. Chiru,A. Radu,Gh.-Al. Ene, V. Guber,I. Scalnai,V. *Motoare pentru automobile si tractoare. Vol. I: Teorie si caracteristici*. Editura Tehnică Chișinău, 1996
10. Brundell-Freij,Karin Ericsson,Eva *Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns*. ScienceDirect, Elsevier, 2005.
11. Bsharah,Rick *Automotive Industry Action Group Efforts To Enable PLM*. Best Practices Symposium, Novi Expo Center, June 2006.
12. Câmpian,Ovidiu Ciolan,Gh. *Dinamica autovehiculelor*. Editura Universității Transilvania, Brașov 2001.
13. Câmpian,Vasile Vulpe,V. Ciolan,Gh. Enache,V. Preda,I. Câmpian,O. *Automobile*. Univ. Transilvania Brașov, 1989.
14. Chiru,Anghel Covaciu,Dinu Florea,Daniela Timar,Janos Vlase,Sorin *Noise Mapping for Urban Road Traffic and Its Effect on the Local Community*. COMEC2009 International Conference, Brașov, 2009.
15. Ciobotaru,Ticușor Vinturiș,Valentin *Using GPS for mobility parameters assessment*. ESFA 2009 International Conference, București, 2009.
16. Ciolan,Gh. Preda,I. Pereș,Gh. *Cuții de viteze pentru automobile*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1998.
17. Ciolan,Gh. Preda,I. *Dinamica autovehiculelor – Partea I (pe CD)*. Univ. „Transilvania” din Brașov, 2008.
18. Ciolan,Gh. Preda I. Baciuc,A. *Aspecte ale modelării mișcării transversale a automobilului*. În: Materialele Conferinței Internaționale “Sisteme de Transport și Logistică”, p.61-68, Ed. Evrica, Chișinău, 2005.
19. Clenci,Adrian Vieru,Ionel Tabacu,Ștefan *Modelarea parametrică a sistemelor mecanice utilizând aplicația ProENGINEER*. Ed. Univ. Pitești, 2007.
20. Cofaru,Corneliu Timar,Janos Florea,Daniela Covaciu,Dinu *Study Regarding the Simulation and Optimisation of Urban Traffic Noise in Tg-Mureș City*. CHER-2009 Sozopol, Bulgaria, 2009.
21. Covaciu,Dinu *XData în AutoCAD*. PC-Report, decembrie 1995.
22. Covaciu,Dinu Dima,Dragoș *Manual de utilizare AutoLisp*. Universitatea Transilvania Brașov, 1996.
23. Covaciu,Dinu Brădău,Horia Preda,Ion *CAD-WEBDAV Adaptor: Premise for a Light PLM Solution*. CONAT2004 International Congress, Brașov, 2004.
24. Covaciu,Dinu Dima,Dragoș *Automation Tool for Reading the Structure of a CatProduct*. MVT2006 International Conference, Timișoara, 2006.
25. Covaciu,Dinu Florea,Daniela Preda,Ion Timar,Janos *Using GPS Devices For Collecting Traffic Data-SMAT2008 International Conference*, Craiova, 2008.
26. Covaciu,Dinu Florea,Daniela Timar,Janos *Harta de zgomot a municipiului Tg. Mureș*. Seminar Taiex RTP-32784, Tîrgu-Mureș, 3-5 Mai 2009.

27. Covaciu,Dinu Florea,Daniela Preda,Ion Timar,Janos Ciolan,Gh. *Analiza vitezei de deplasare a autovehiculelor în perspectiva realizării hărților de zgomot pentru aglomerări urbane (Analysis of vehicles travel speed in the completion of noise maps for urban areas)*. “Intelligent Transportation Systems ITS-Romania-2009” International Conference, Bucuresti. ISBN 978-606-501-026-0.
28. Covaciu,Dinu Preda,Ion Florea,Daniela Câmpian,Vasile *Development of a Driving Cycle for Brasov City*. ICOME2010 International Conference, Craiova, 2010.
29. Covaciu,Dinu Cofaru,Corneliu Florea,Daniela Timar,Janos *Aspects Regarding the Road Traffic Noise and Its Effect on the Population*. 3rd WSEAS Conference on Urban Planning and Transportation UPT 2010, Corfu, Grecia, 2010.
30. Dana,Peter H. *Global Positioning System Overview*. The Geographer’s Craft Project, University of Colorado, rev. 2000, <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/>.
31. Darabont,Alexandru. Iorga,Ionel. Ciodaru,Michaela *Măsurarea zgomotului și vibrațiilor în tehnică*. Editura Tehnică, București, 1983.
32. DePriest,Dale *A GPS User Manual*. <http://www.gpsinformation.org>.
33. Druten,Roell M. van *Transmission design of the Zero Inertia Powertrain*. University Press, Eindhoven, 2001, ISBN 90-386-2603-7.
34. Dunlavy,M.R. *Building better applications – A theory of efficient software development*. Van Nostrand Reinhold, 1994.
35. El-Rabbany,Ahmed *Introduction to GPS: the Global Positioning System*. Artech House Inc., 2002, ISBN 1-58053-183-0.
36. Enache,Valeriu *Echipament electric și electronic pentru autovehicule*. Editura Universității Transilvania din Brașov, 2002
37. Filip,Nicolae *Zgomotul la autovehicule. Măsurarea și reducerea zgomotului la evacuarea gazelor pentru motoarele cu ardere internă. Fiabilitatea funcțională*. Editura Todesco, Cluj-Napoca, 2000.
38. Filip,Nicolae *Ingineria Traficului Rutier*. Editura Mediamira, 2010.
39. Florea,Daniela *Managementul traficului rutier. Ediția a II-a*, Editura Universității “Transilvania” din Brașov, 2000, ISBN 973 –9474-55-1.
40. Florea,Daniela Cofaru,Corneliu Covaciu,Dinu Timar,Janos *Data Acquisition Methods for Estimate the Noise Generated by the Road Traffic*. 3rd WSEAS Conference on Urban Planning and Transportation UPT 2010, Corfu, Grecia, 2010.
41. Frățilă,Gheorghe *Calculul și construcția automobilelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
42. Frențiu,M. Pârv,B. *Elaborarea programelor - Metode și tehnici moderne*. Editura Promedia, 1994.
43. Gaceu,Liviu *Inginerie asistată de calculator*. Ed. Infomarket, 2006.
44. Gillespie,Thomas-D. *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. SAE International, 1992.
45. Giumale,C. ș.a. *LISP*. Editura Tehnică, București, 1987.
46. Giumale,C. Negreanu,L. Călinoiu,S. *Proiectarea și analiza algoritmilor. Algoritmi de sortare*. Editura ALL, București, 1996.
47. Haan,Peter de Keller,Mario *Real-world driving cycles for emission measurements: ARTEMIS and Swiss driving cycles, final report*. Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape (SAEFL), 2001.
48. Hobbs,F.D. *Traffic Planning & Engineering – Second Edition*. Pergamon Press, 1979.
49. Ispas N., Ciolan Gh., Preda I. *Analize de trafic rutier și planificarea facilităților urbane*. “Intelligent Transportation Systems ITS-Romania-2009” International Conference, Bucuresti.
50. Ionescu,T.C. Zsako,I. *Structuri arborescente cu aplicațiile lor*. Editura Tehnică, București, 1990.
51. Ivașcu,Aurică *Cercetări teoretice și experimentale privind calibrarea autoturismelor din producția indigenă pentru încadrarea în normele europene de poluare*. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov, 2001.
52. Lee,Kunwoo *Principles of CAD/CAM/CAE Systems*. Addison-Wesley, 1998.
53. Liaw,Bor Yann *Fuzzy Logic Based Driving Pattern Recognition for Driving Cycle Analysis*. Journal of Asian Electric Vehicles, Vol.2, No.1, June 2004.
54. Lihtețchi,Ioan *Studii și cercetări privind reprezentarea și vizualizarea curbelor și suprafețelor utilizate în proiectare*. Teză de doctorat , Universitatea Transilvania din Brașov, 2002.
55. Livinț,Gheorghe Gaiginschi,Radu Horga,Vasile Drosescu,Radu Chiriac,Gabriel Albu,Mihai Rățoi,Marcel Damian,Ion Petrescu,Marian *Vehicule electrice hibride*. Ed. Venus Iasi, 2006.
56. Mateescu,Viorel Popa,Laurențiu *Performanțele automobilelor*. Editura Printech, București, 2000.

57. Meyers, Scott *STL – Biblioteca programatorului*. Editura Teora, București, 2002.
58. Mihon, Liviu Tokar, Adriana Rațiu, Sorin Brebu, Lucian *The Modeling Of A Motor Vehicle Behaviour Using Specialized Software*. CONAT 2010 International Congress, Brașov, 2010.
59. Mihu, Cercez *Sisteme de ecuații liniare și forme pătrate*. Editura Tehnică, București, 1985.
60. Miller, Shannon Youngberg, Brett Millie, Alex Schweizer, Patrick Gerdes, Christian *Calculating Longitudinal Wheel Slip and Tire Parameters Using GPS Velocity*. Proceedings of the American Control Conference Arlington, June 25-27, 2001.
61. Mitscke, M. *Dynamik der Kraftfahrzeuge*. Band A: Antrieb und Bremsung, Springer Verlag, New York, 1982.
62. Mitscke, M. *Dynamik der Kraftfahrzeuge*. Band C: Fahrverhalten, Springer Verlag, New York, 1990.
63. Mocian, I. *Proiectare tehnologică asistată de calculator în construcția de mașini*. Editura Universității „Petru Maior”, Târgu Mureș, 1999.
64. Montazeri-Gh, M. Naghizadeh. M *Development of Car Drive Cycle for Simulation of Emissions and Fuel Economy*. 15th European Simulation Symposium and Exhibition, ESS 2003 - Simulation in Industry, Delft 2003.
65. Mulligan, Ann-Marie Nicholson, Alan *Uncertainty in Traffic Flow Estimation Using the Moving-Observer Method*. NZ Institution of Professional Engineers Transportation Group Technical Conference (New Zealand), 2002.
66. Munteanu, Gh. Constantin *Cartografie matematică*. Editura Matrix Rom, București 2003.
67. Murray, R.B. *C++ Strategies and Tactics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1993.
68. Neagoie, Dumitru *Contribuții teoretice și experimentale la studiul stabilității și maniabilității autoturismelor de fabricație românească în vederea îmbunătățirii acestora*. Teză de doctorat. Universitatea Transilvania din Brașov, 2000.
69. Neagu, Elena *Cercetarea posibilităților de creștere a fluxului rutier prin analiza sistemului om-autovehicul-drum*. Teză de doctorat. Univ. Transilvania din Brașov, 2003.
70. Negruș, E. Soare, I. Tănase, F. Bejan, N. *Încercarea automobilelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
71. Niemeier, Debbie A. *Data Collection for Driving Cycle Development: Evaluation of Data Collection Protocols (part of the CAMP Initiative)*. Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, 1999.
72. Oliver, Ian *Programming Classics – Implementing the world’s best algorithms*. Prentice Hall, 1993.
73. Oneyama, Hiroyuki Oguchi, Takashi Kuwahara, Masao *Estimation model of vehicle emission considering variation on running speed*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation studies, Vol. 4. No. 5, 2001.
74. Oțăt Victor, ș., a *Dinamica autovehiculelor*. Editura Universitaria, Craiova, 2005.
75. Pacejka, Hans-B. *Tyre and Vehicle Dynamics*. SAE International, 2005.
76. Pereș, Gh. ș.a. *Teoria traficului rutier și siguranța circulației*. Universitatea Transilvania Brașov, 1982.
77. Phillips, L.A. *XML*. Editura Teora (Que), 2001.
78. Popa, Ionatan Florea, Daniela Covaciu, Dinu Timar, Janos *Data production for estimation of the average speed of traffic flows*. COMEC2009 Conference, Brașov, 2009.
79. Popp, Karl Schiehlen, Werner *Ground Vehicle Dynamics*. Springer, 2010.
80. Preda, Ion *Dinamica autovehiculelor. Notițe de curs*. <http://auto.unitbv.ro/moodle>.
81. Preda, Ion Untaru. M. Peres, Gh. Ciolan, Gh. *Algorithm for computing space in free running*. Magazine of the Romanian Automotive Engineers, RIA no.2/1990, p.11-13.
82. Preda, Ion *Aplicații inginerești ale calculatoarelor*. Universitatea Transilvania Brașov, 1995.
83. Preda, Ion *Inginerie asistată pentru autovehicule*. Universitatea Transilvania Brașov, 1998.
84. Preda, Ion Covaciu, Dinu Ciolan, Gheorghe Dima, Dragoș *Vehicle Dynamic Behaviour Analysis Based on GPS Data*. SMAT2008 Intl. Conference, Craiova, 2008.
85. Preda, Ion Covaciu, Dinu Florea, Daniela Ciolan, Gheorghe *Study of In-Traffic Vehicle Behaviour, Based on GPS and Radar Devices*. ESFA2009 Conference, București, 2009.
86. Preda, Ion Covaciu, Dinu Ciolan, Gheorghe *Vehicle Dynamics Study Based on GPS Devices*. NavMarEdu 2009 Conference, Constanța, 2009.

87. Preda, Ion Ciolan, Gheorghe Covaciu, Dinu *Sisteme realizate cu dispozitive GPS folosite pentru studiul comportamentului dinamic al autovehiculelor (Systems Based on GPS Devices Used for Vehicles Dynamic-Behaviour Study)*. "Intelligent Transportation Systems ITS-Romania-2009" International Conference, Bucuresti. ISBN 978-606-501-026-0.
88. Qureshi, Khurshid A. *Ford Motor Company - Knowledge Driven Automation - Common API - A New Automation Architecture*. <http://newsletter.plmworld.org/archive/Vol4No1>.
89. Racelogic *VBOX Tools Software Manual*. Ver. 1.4, <http://www.racelogic.co.uk>.
90. Radu, Gh-Alexandru Abăitancei, Horia Hârceagă, Marius Dan, Romeo-Stefan Radu, Sebastian. *Analiza în mediu virtual a procesului de admisie în motorul cu ardere internă*. Ed. Universitatii Transilvania din Brasov, 2004.
91. Rajamani, Rajesh *Vehicle Dynamics and Control*. Springer Science & Business, New York, 2006.
92. Rill, Georg *Vehicle Dynamics - Lecture Notes*. University of Applied Sciences, Regensburg, 2007.
93. Rumsiski, L.Z. *Prelucrarea matematică a datelor experimentale. Îndrumar*. Editura Tehnică, București, 1974.
94. Saaksvuori, Antti Immonen, Anselmi *Product Lifecycle Management*. 3rd Edition, Springer-Verlag, Berlin 2008.
95. Schifter, I. Diaz, L. Rodriguez, L. Lopez-Salinas, E. *A Driving Cycle for Vehicle Emissions Estimation in the Metropolitan Area of Mexico City*. Environmental Technology, vol.26, no.2, Taylor and Francis Ltd., 2005.
96. Seitz, N. ș.a. *Echipament electric și electronic pentru autovehicule*. Universitatea din Brașov, 1987.
97. Șerban, Florin *Studiul circuitelor de reglare ale autovehiculelor în vederea îmbunătățirii economicității și dinamicității*. Teză de doctorat. Univ. Transilvania din Brașov, 1999
98. Tabacu, Ion ș.a. *Dinamica autovehiculelor. Îndrumar de proiectare*. Institutul de Învățământ superior Pitești, 1990.
99. Tabacu, Ion *Transmisii mecanice pentru autoturisme*. Editura Tehnică, București, 1999.
100. Takagi, Hitoshi (Nissan) *Real-Life Coefficient of Drag – A Simple Extraction Method*. Auto Technology 4/2005.
101. Talabă, Doru *Bazele CAD. Proiectare asistată de calculator*. Editura Universității Transilvania Brașov, 2000.
102. Taylor, George Brunson, Chris Li, Jing Olden, Andrew Steup, Dorte Winter, Marilyn *GPS accuracy estimation using map matching techniques: Applied to vehicle positioning and odometer calibration*. Elsevier – ScienceDirect, 2005, www.sciencedirect.com.
103. Temur, Roberto *Medii avansate de proiectare. Sistemul Pro/Engineer*. Ed. Univ. Transilvania, 2001.
104. Timar, Janos *Studii și cercetări privind optimizarea fluxurilor rutiere urbane*. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov, 2010.
105. Tiron, M. *Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici pătrate*. Editura Tehnică, București, 1972.
106. Tzirakis, E. Pitsas, K. Zannikos, F. Stournas, S. *Vehicle Emissions and Driving Cycles: Comparison of the Athens Driving Cycle (ADC) with ECE-15 and European Driving Cycle (EDC)*. The 9th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes Island, Greece 2005.
107. Untaru, M. Câmpian, V. Ionescu, E. Pereș, Gh. Ciolan, Gh. Todor, I. Filip, N. Câmpian, O. *Dinamica autovehiculelor*. Universitatea Transilvania Brașov, 1988.
108. Untaru, M. Poțincu, Gh. Stoicescu, A. Pereș, Gh. Tabacu, I. *Dinamica autovehiculelor pe roți*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
109. Untaru, M. Câmpian, V. Seitz, N. Pereș, Gh. Vulpe, V. Ciolan, Gh. Enache, V. Todor, I. Filip, N. Câmpian, O. *Construcția și calculul autovehiculelor*. Universitatea Transilvania Brașov, 1989.
110. Văiteanu, D. Darabont, Al.Ioan Iana, M. Adrian Munteanu, M. Costescu, M. *Circulația și poluarea sonoră a mediului urban*. Editura Tehnică, București, 1983.
111. Vieru, Ionel Popa, Dinel Popa, Claudia *Elemente de bază ale proiectării asistate de calculator*. Editura Universității din Pitești, 2005.
112. Wang, Haikun Fu, Lixin Zhou, Yu Li, He *Modelling of the fuel consumption for passenger cars regarding driving characteristics*. ScienceDirect, Elsevier, 2008.
113. White, Robert Korst, Helmut *The Determination of Vehicle Drag Contributions from Coast Down Tests*. SAE-720099, 1972.
114. Whitehead, James Wiggins, Meredith *WEBDAV: IETF Standard for Collaborative Authoring on the Web*. IEEE Internet Computing, <http://computer.org/internet/> September - October 1998.

115. Whitehead, James *DeltaV: Adding Versioning to the Web*. <http://www.webdav.org/deltav/WWW10/deltav-intro.htm>, 2001.
116. Xu, Guochang *GPS – Theory, Algorithms and Applications*. Springer Verlag Berlin, 2003.
117. *** CEE X2C25/2006 Proiect - Saighid, Advanced Services for drivers and travellers' information and guiding, using digital maps.
118. *** CEE X2C28/2006 Proiect - Ecoveh – Algoritmi avansați de control în timp real pentru optimizarea autovehiculelor hibride (Advanced real-time control algorithms for hybrid vehicles optimisation).
119. *** CEE X2C34/2006 Proiect - MOB-URBIS - Managementul creșterii mobilității urbane și modalități de implementare a soluțiilor durabile, menit să satisfacă cerințele sociale și economice de perspectivă, în traficul rutier.
120. *** Garmin International *Garmin Device Interface SDK*. <http://www.garmin.com>.
121. *** Garmin International *Garmin Device Interface Specification*. <http://www.garmin.com>.
122. *** Garmin International *Garmin Proprietary NMEA 0183 Sentence Technical Spec. 2006*.
123. *** Garmin International, *GPS 18x Technical Specifications, Revision B*, January 2008.
124. *** Garmin International *GPSmap 60CSx with sensors and maps, owner's manual*. August 2007.
125. *** ADAC/FIA Foundation – *EcoTest Testing and Assessment Protocol*, Release 2.0.
126. *** Bosch – *Automotive Hand Book*, Ed.4, 1996.
127. *** *Truck Ability Prediction Procedure*, SAE J 688, 1963.
128. *** *Tutorial on GPS Receiver Testing*, <http://www.ni.com/automatedtest/gps.htm>.
129. *** *Holux Wireless GPS Logger M-241 User's Manual*, Holux Technology Inc., 2009; <http://www.holux.com>.
130. *** *Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération*. Mettre en oeuvre la directive 2002/49/CE, CERTU 9, rue Juliette Récamier 69456 Lyon – France, Reference 58, ISSN: 1263-3313, <http://www.certu.fr>.
131. *** *Ghid privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților de zgomot*. OM 1830/2007.
132. *** Directive 2002/49/ec of the European parliament and of the council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
133. *** Directiva 93/116/CE a Comisiei din 17 decembrie 1993, de adaptare la progresul tehnic a Directivei 80/1268/CEE a Consiliului privind consumul de carburant al autovehiculelor.
134. *** STAS 10144/5-89, Calculul capacității de circulație a străzilor.
135. *** NISE2 – Contract 2 - *Drive Cycle and Short Test Development, Final Report*. Department of the Environment and Heritage, Orbital Australia Pty Ltd., 2005.
136. *** *Highway Capacity Manual 2000*, ISBN 0-309-06681-6, Transportation Research Board, 2000, National academies of Sciences.
137. *** *Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva, Global Road Safety Partnership, 2008.
138. *** *Emission Test Cycles*, <http://www.dieselnets.com/standards/cycles>.
139. *** CADAZZ - *CAD software history*, <http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm>.
140. *** National Marine Electronics Associations, web site: <http://www.nmea.org/>.
141. *** Agenția Spațială Europeană – web site, <http://www.esa.int/>
142. *** Agenția Spațială Rusă – pagina de referință GLONASS, <http://www.glonass-ianc.rsa.ru>.
143. *** *Global Positioning Systems Wing (GPSW) System Engineering and Integration, Interface Specification IS-GPS-800*. Science Application International Corporation, California, 2008, <http://www.losangeles.af.mil/shared/media/document/AFD-081021-034.pdf>.
144. *** *SASIG (Strategic Automotive product data Standards Industry Group)*, asociație internațională de standardizare - web site, <http://www.sasig.com>.
145. *** IETF, *RFC2518: HTTP Extensions for Distributed Authoring and Versioning – WEBDAV*, <http://www.webdav.org>, Februarie 1999.
146. *** Web site ELM Electronics: www.elmelectronics.com.
147. *** Web site PLM World: <http://www.plmworld.org>.
148. *** Web site Autodesk: <http://www.autodesk.com>.

REZUMAT

Procesul de proiectare este parte a ciclului de viață al unui produs, ceea ce se reflectă în integrarea sistemului CAD într-o soluție PLM. Studiul performanțelor autovehiculelor implică achiziția de date în timpul deplasării acestora, iar o metodă modernă constă în utilizarea dispozitivelor GPS. Prin urmare, pentru studiul performanțelor dinamice și al comportamentului în trafic ale autovehiculelor, au fost identificate soluții care implică achiziția de date cu ajutorul dispozitivelor GPS și prelucrarea acestora într-un sistem integrat CAD/PLM. Acestea sunt:

- un sistem propriu de achiziție a datelor prin GPS, compus din echipamentul fizic și program;
- o aplicație CAD pentru prelucrarea datelor GPS, cu ajutorul căreia se realizează preluarea și prelucrarea grafică a datelor;
- o soluție de integrare a rezultatelor într-un sistem CAD/PLM, constând într-o bibliotecă de funcții C++ originală, realizată pe baza unei biblioteci de funcții C existente, și un program client pentru transferul fișierelor;
- aplicații pentru estimarea performanțelor dinamice ale autovehiculelor, utilizând aparatura și metodele prezentate: teste de rulare liberă, teste de demarare și frânare;
- aplicații de analiză a vitezelor de deplasare în trafic urban, cu ajutorul aparaturii GPS și a aplicației CAD;
- o propunere de ciclu de deplasare în regim urban pentru orașul Brașov;
- o metodă, inclusiv funcții software CAD, pentru studiul influenței vitezei de deplasare a autovehiculelor asupra zgomotului generat de traficul rutier.

ABSTRACT

The design process is part of a product lifecycle, and this is reflected by integration of the CAD system in a PLM solution. The analysis of vehicle behaviour involves dynamic data acquisition, and a modern method consists in using GPS devices. Consequently, for the study of dynamic and in-traffic behaviour of automotive vehicles, were identified solutions that involve data acquisition using GPS devices and processing of these data in an integrated CAD/PLM system. These solutions are:

- an original data acquisition system based on GPS, having two main parts: hardware and software;
- a CAD application for GPS data processing, used to import and process data using graphics;
- a solution for integration of the results in a CAD/PLM system, consisting in an original C++ wrapper realised over an existing C library, and a client program for file transfer;
- applications for vehicle's dynamic behaviour estimation, using the presented devices and methods: coast-down tests, acceleration and braking tests;
- applications for analysis of vehicle's speed in urban traffic, using GPS devices and CAD software;
- an urban driving cycle proposed for Brasov city;
- a method, including a CAD software library, to analyse the influence of the vehicle's speed on the road traffic noise.

CURRICULUM VITAE

Date personale

Nume	COVACIU
Prenume	Dinu
Data nașterii	23 ianuarie 1966
Locul nașterii	Baia Mare
Starea civilă	Căsătorit
Naționalitatea	Română
E-mail	dinu.covaciu@unitbv.ro



Studii

1980 -1984	Liceul “Gh. Șincai”, Baia Mare
1985 -1990	Institutul Politehnic București, Facultatea de Electronică și Telecomunicații

Specializări

1995	Cursuri de modelare 3D în Pro/Engineer (INAR S.A. Brașov) Modelare avansată a suprafețelor în Euclid (Matra Datavision – Paris)
2002 - 2004	Administrare rețea (Cisco Networking Academy – CCNA 1-3), Universitatea Transilvania din Brașov
2005	Curs postuniversitar “ <i>Interactive Methods for Teaching-Learning-Evaluation Process</i> ” - Universitatea Transilvania din Brașov

Activitate profesională

1990 – 1996	INAR S.A. Brașov, inginer proiectant, cercetător științific
1996 – 2002	BRAFLEX S.R.L. Brașov, inginer proiectant
2002 - prezent	Universitatea Transilvania din Brașov, inginer de sistem activitate didactică: - laborator de Proiectare Asistată de Calculator - curs și lab. de Programarea Calculatoarelor

Activitate științifică

Articole publicate	35 articole la conferințe internaționale (din care 4 la conferințe ISI)
Volume publicate	Manual de utilizare AutoLisp (în colaborare, la Universitatea Transilvania, 1996)
Contracte de cercetare	7

CURRICULUM VITAE

Personal Data

Last Name **COVACIU**
First Name **Dinu**
Date of Birth 23 ianuarie 1966
Place of Birth Baia Mare
Marital Status Married
Nationality Romanian
E-mail dinu.covaciu@unitbv.ro



Education

1980 -1984 High School “Gh. Șincai”, Baia Mare
1985 -1990 Politechnical Institute of Bucharest, Faculty of Electronics and Telecommunication

Post-graduate Courses

1995 3D modeling in Pro/Engineer (INAR S.A. Brașov)
Advanced Surfaces Modeling in Euclid 3 (Matra Datavision – Paris)
2002 - 2004 Network Administration (Cisco Networking Academy – CCNA 1-3),
Transilvania University of Brașov
2005 “Interactive Methods for Teaching-Learning-Evaluation Process” -
Transilvania University of Brașov

Professional Activity

1990 – 1996 INAR S.A. Brașov, design engineer, research engineer
1996 – 2002 BRAFLEX S.R.L. Brașov, design engineer
2002 - present Transilvania University of Brașov, system engineer
teaching activity: - labs: CAD for Automotive Engineering
- course & labs: Computer Programming

Scientific Activity

Papers 35 papers (4 published in ISI conferences proceedings)
Books AutoLisp User’s Manual (published in collaboration, at Transilvania University, 1996)
Grants 7