

STUDIUL FACTORILOR DE INFLUENȚĂ ÎN TRANSPORTUL SPECIAL CA PARTE A LOGISTICII PROCESELOR DE PRODUCȚIE INDUSTRIALĂ PRIN APLICAȚII ALE SISTEMELOR

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la
Universitatea Politehnică Timișoara
în domeniul de doctorat Inginerie Industrială

autor ing. Tudor Eugen

conducător științific Prof.univ. emerit dr. ing. & ec. Dumitru Țucu
luna martie anul 2026

INTRODUCERE

Prezenta teză de doctorat urmărește îmbunătățirea nivelului de cunoaștere a proceselor funcționale ale transportului special (componenta rutieră), în cazul activității logistice, abordată ca o componentă a proceselor de producție industrială, astfel încât personalul implicat în dezvoltarea proiectelor și sistemelor de producție industrială să înțeleagă clar condițiile de proces specifice pentru activitățile de transport special rutier, în care este utilizată tehnologia modernă (prin integrarea de sisteme inteligente), să cunoască produsele secundare obținute și să aibă informații cu privire la costurile și efectele acestora asupra mediului ambiant.

Importanța și necesitatea temei alese

La nivelul Uniunii Europene (UE), acum mai mult ca oricând, transportul rutier (TR) se confruntă cu o concurență deosebită, de maximă exigență în toate aspectele sale, în contact permanent cu o serie de provocări ale momentului (exemplele reprezentative fiind date de efectele pandemiei COVID-19, războiul din Ucraina, situația geopolitică, în general, creșterea nejustificată a prețurilor la carburanți și costurile de întreținere, impactul tot mai accentuat asupra mediului etc.).

Acestea au determinat probleme în gestionarea ansamblului cheltuielilor de exploatare și menținere a unui management al calității conform cerințelor pieței, în condiții (restricții) de reducere a timpilor de așteptare, a deplasării inutile, concomitent cu eficientizarea interoperabilității a transportului rutier.

Uzual, domeniile de prioritate în cazul interoperabilității rutiere sunt:

- sprijin pentru deplasarea și informarea utilizatorilor;
- garantarea eficacității și echității reglementărilor privind circulația rutieră pentru toți utilizatorii, în contextul creșterii siguranței rutiere;
- creșterea volumului circulației interregionale și internaționale, care presupune soluții de aplicare a reglementărilor compatibile între frontiere și care trebuie să respecte toate măsurile lanțului de reglementări, inclusiv cele privind amenzi;
- aplicarea reglementărilor diferite între frontierele de stat, care generează:
 - ✓ reglementari juridice privind regulile de circulație și posibile infracțiuni;
 - ✓ definirea unei forme comune de schimb de date referitoare la infracțiune;
 - ✓ stabilirea unui acord de operare pentru aplicarea regulamentelor.
 - ✓ O atenție deosebită trebuie acordată faptului că resursele energetice convenționale sunt limitate, ceea ce presupune orientarea spre resurse energetice alternative, astfel încât dezvoltarea transportului rutier să corespundă legislației de mediu și să urmărească o direcție de dezvoltare durabilă.
 - ✓ În condițiile în care omenirea, pentru a se salva, ia toate măsurile în vederea asigurării unei dezvoltări durabile, implicit realizarea unui transport durabil, sistemele logistice trebuie să urmărească aceste deziderate.
 - ✓ Implementarea unei abordări ecologice pentru lanțul de aprovizionare reunește un set de practici durabile și eficiente, reunite sub denumirea de „logistică verde”.
 - ✓ Cu ajutorul managementului ecologic, logistica verde presupune o atenție deosebită, amănunțită a impactului asupra mediului.
 - ✓ Obiectivul acestei logistici verzi este de a determina mijloacele adecvate pentru economisirea resurselor și reducerea deșeurilor. Se propune astfel să se minimizeze amprenta de carbon a produselor și serviciilor, concomitent cu dorința de a crește eficiența și de a îmbunătăți condițiile de lucru pentru resursa umană.
 - ✓ Ca o observație esențială, în logistică, potențialul inteligenței artificiale a fost recunoscut de mult timp și există multe evoluții noi, interesante pe care companiile de transport ar trebui să le monitorizeze îndeaproape și să le folosească în beneficiul lor.
 - ✓ Un rol deosebit în acest sens îl are senzorul cu funcționare independentă 5G pentru locația caroseriei mobile (Telemetrie) sau automatizarea depozitelor cu vehicule ghidate automate (AGV).
 - ✓ Întreaga activitate în transporturi trebuie să aibă în vedere respectarea unor valori de transparență, onestitate și integritate.

- ✓ Aceste elemente ajută la identificarea sistemelor inteligente și a tehnologiei adecvate pentru implementare.
- ✓ O altă problemă actuală este legată de precizia sistemelor de localizare, folosite pentru optimizarea traseelor de deplasare cu utilizarea suportului satelitar [1]. Se impune și în acest caz o analiză statistică a preciziei de localizare în funcție de sistemele satelitare de monitorizare [2, 3, 4].
- ✓ Se propune un studiu al activităților de transport –componente ale logisticii proceselor de producție industriale - efectuat pentru diverse trasee și produse, transportate în condiții diferite de mediu, în care să se observe, pentru cele mai importante etape, influența principalilor factori asupra procesului.
- ✓ Pornind de la rezultatele experimentale, s-a propus un model original pentru estimarea consumului de carburant la diferite valori pentru temperatura de transport, condițiile de drum, trafic și viteza vântului.

Obiectivele cercetării

Obiectivul principal al prezentei teze de doctorat este:

OBP1 Îmbunătățirea activităților logistice ale proceselor de producție prin creșterea interoperabilității sistemelor de transport rutier în spațiul European prin soluții eficiente, care să implice posibilități multiple, în condiții de integrare a sistemelor inteligente în cadrul sistemului de transport rutier.

Pentru atingerea obiectivului principal, este necesară atingerea următoarelor obiective secundare, corespunzătoare activităților realizate în prezentul stadiu de cercetare:

- OBS1 - analiza critică a stadiului actual al modelelor privind integrarea sistemelor de transport rutier în activitățile logistice ale proceselor de producție industriale pornind de la definiția clasică, prin prisma condițiilor structurale de principiu;
- OBS2 - evaluarea nivelului și principalelor caracteristici ale componentelor fundamentale ale interoperabilității sistemului de transport rutier (STR), pe baza unui studiu bibliografic la zi, incluzând fluxul principalelor publicații științifice;
- OBS3 - evaluarea nivelului și principalelor caracteristici ale componentelor fundamentale ale sistemului de transport rutier integrat în activitatea logistică a proceselor de producție, pornind de la considerarea componentelor incluse la obiectivul anterior și completarea acestora cu altele, a căror implicare este determinantă pentru îndeplinirea funcțiilor esențiale ale interoperabilității STR;
- OBS4 - evaluarea nivelului și principalelor caracteristici ale componentelor fundamentale ale interoperabilității STR, considerând STR ca un sistem tehnologic industrial, bazat pe ipoteza abordării interoperabilității ca proces tehnologic industrial, încercându-se transpunerea unor metode specifice acestora;
- OBS5 - elaborarea unui model integrat pentru sistemul generalizat de transport rutier (SGTR), care respectă principiile generale ale construcției sistemice, identificând principalele variabile și relațiile dintre acestea, în varianta unui sistem cibernetic;
- OBS6 - identificarea principalelor soluții tehnice aplicabile pentru îmbunătățirea interoperabilității printr-o analiză a dinamicii multianuale, în vederea identificării soluțiilor optime de reducere a costurilor și consecințelor asupra altor factori (calitate, mediu, risc ocupațional, responsabilitate socială etc.), concomitent cu diminuarea resurselor consumate;
- OBS7 - ierarhizarea factorilor prin metode statistico-matematice și stabilirea unor relații funcționale cauză-efect pe baza prelucrării statistice a rezultatelor și analiza semnificației folosind ANOVA (cap. 2.1.3).

Structura tezei

Lucrarea este structurată pe 3 capitole.

În capitolul 1 se realizează o analiză a stadiului actual privind locul și rolul transportului special în logistica proceselor de producție și al modalităților pentru valorificarea și analiza completă a proceselor tehnologice din transporturile speciale integrate în logistica proceselor de producție.

Capitolul 2 reprezintă contribuțiile esențiale ale autorului datorate părții experimentale, prelucrării și interpretării rezultatelor, dar și o parte alocată unor concluzii parțiale.

În subcapitolul 2.1 a fost realizată analiza constructivă, funcțională și economică a influenței factorilor externi asupra caracteristicilor funcționale ale echipamentelor utilizate în transportul special și *modul în care aceștia acționează*, în cazul transportului la condiții date, de itinerarii concrete, reale, cu mijloace de transport specifice mărfurilor transportate [1].

În subcapitolul 2.1.2 au fost urmărite următoarele etape:

- Identificarea factorilor de influență și a caracteristicilor funcționale ale echipamentelor;
- Analiza caracteristicilor constructive și funcționale ale mijloacelor de transport din

parcul ADE.KÜHLTRANSPORTE folosite în experiment;

- Prezentarea condițiilor de manipulare a mărfurilor și a condițiilor de transport ;
- Corelarea factorilor de influență cu caracteristicile funcționale;
- Analiza factorilor care influențează echipamentele mijloacelor de transport special;
- Stabilirea itinerariilor obiectiv.

Obiectivul cercetării a avut în vedere analiza factorilor ce influențează echipamentele mijloacelor de transport special, urmărind variația lor în procesele de încărcare descărcare, respectiv în timpul deplasării pe mai multe itinerarii, conform celor prezentate în tabelul 2.1. și evidențiate în figurile 3.1 ÷ 3.50.

Pe baza rezultatelor obținute, în partea finală a capitolului 2 este realizată o analiză a rezultatelor prin metode statistice, urmărindu-se diferențele statistice semnificative în distribuția variabilă a datelor datorate condițiilor de trafic suplimentare, determinate de caracteristicile căii rutiere (drum național sau autostradă), diferențele de greutate a încărcăturii din remorcă, dar și cele legate de natura specifică a mărfii (de exemplu: tipul de ciocolată, natura și starea cărnii etc.).

Subcapitolul 2.1.3 Partea a treia a capitolului 2 este dedicată prelucrării statistice a rezultatelor experimentale și interpretării impactului acestora, iar partea a patra este dedicată unei sinteze a contribuțiilor teoretice, experimentale și a celor cu aplicabilitate industrială, deja folosite în cadrul ADE.KÜHLTRANSPORTE

Capitolul 3 este dedicat concluziilor generale și unei sinteze a contribuțiilor personale teoretice, experimentale și aplicative, inclusiv prezentarea unor perspective de cercetare și îmbunătățire a tehnologiilor de valorificare și perspectivelor deschise pentru viitoare proiecte de cercetare care pot completa problematica prezentei teze.

1 STADIUL ACTUAL AL INFORMAȚIILOR DIN LITERATURA DE SPECIALITATE PRIVIND LOCUL ȘI ROLUL TRANSPORTULUI SPECIAL ÎN LOGISTICA PROCESELOR DE PRODUCȚIE

Obiectivul acestui capitol îl reprezintă evaluarea generală a stadiului actual al proceselor tehnologice din transporturile speciale integrate în logistica proceselor de producție, demersul științific a fost structurat pe abordarea sistemului de transport special ca un subsistem logistic integrat în procesul de producție.

Structura sistemului de transport special, integrat în procesele logistice ale unui sistem de producție, este prezentată în figura 1.1.

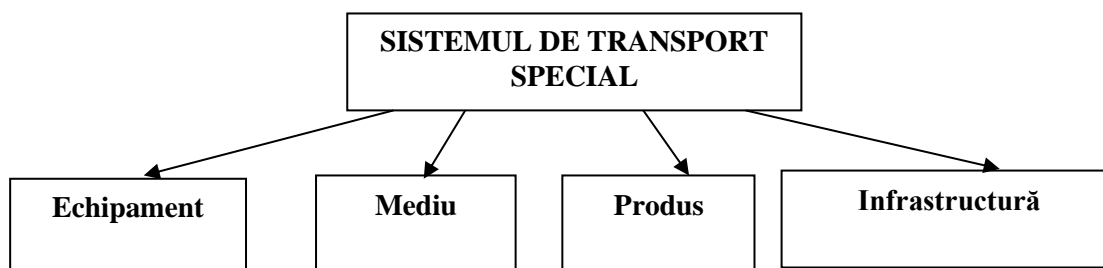


Fig. 1.1 Structura sistemului de transport special integrat

1.1 Analiza privind transportul special

Transportul special este la rândul său, considerat ca un proces tehnologic complex prin care se asigură deplasarea persoanelor sau a bunurilor de la locul de expediție la cel de destinație, cu ajutorul mijloacelor de transport specifice, dedicate, pe căile de deplasare corespunzătoare [5, 6, 7].

Pentru a-și îndeplini rolul, indiferent că se desfășoară într-un cadru public sau privat, în domeniul economico-social (integrat într-o afacere) sau personal, transportul special trebuie să cumuleze patru condiții esențiale, caracteristici fundamentale: să fie unde (principiul localizării), când (principiul temporalității) și cum (principiul funcționalității) este nevoie și să realizeze raportul optim calitate/cost (criteriul economicității).

Ca entități active esențiale, prestatorii serviciilor de transport special trebuie să asigure aceste servicii la nivelul solicitat de beneficiar din punct de vedere calitativ, cantitativ și al costurilor.

1.2 Analiza soluțiilor și impactului utilizării logisticii și dezvoltarea durabilă

În condițiile în care o parte însemnată din umanitate, consideră că pentru a se salva, trebuie să ia toate măsurile în vederea asigurării unei dezvoltări durabile, implicit realizarea unui transport

durabil, sistemele logistice trebuie să urmărească, direct sau implicit aceste deziderate [5, 6, 7].

Prin prisma gândirii pentru o logistică durabilă, numeroase opinii ale celor implicați se îndreaptă, în primul rând, spre tehnologia modernă a vehiculelor cu unități cu emisii zero sau cel puțin cu emisii reduse, ori spre reconversia transporturilor către căile ferate ecologice.

Practic, lumea logisticii și opțiunile în vederea implementării măsurilor pentru o logistică durabilă sunt complexe.

Implementarea unei abordări ecologice pentru lanțul de aprovizionare reunește un set de practici durabile și eficiente, reunite sub denumirea de logistică verde.

Cu ajutorul managementului ecologic, logistica verde presupune o atenție deosebită, amănunțită a impactului asupra mediului.

Obiectivul logisticii ecologice este de a determina mijloacele adecvate pentru economisirea resurselor și reducerea deșeurilor. Acesta își propune să minimizeze amprenta de carbon a produselor și serviciilor la care se adaugă și dorința de a crește eficiența și de a îmbunătăți condițiile de lucru pentru resursa umană.

Logistica a fost formulată pragmatic de Reinhard Juenemann în 1989 ca funcționând după șase reguli [11]:

- *cantitatea potrivită;*
 - *obiecte și obiective potrivite:*
 - ✓ transport;
 - ✓ persoane;
 - ✓ energie;
 - ✓ informații.
 - *locul potrivit în sistem pentru:*
 - ✓ sursa;
 - ✓ colectare;
 - ✓ evacuare.
 - *la momentul potrivit;*
 - *calitate potrivită;*
 - *costuri corecte și potrivite.*

Pentru fluidizarea logisticii trebuie avut în vedere o planificare în timp util a distribuției ținând cont de:

- interdicțiile generale de trafic;
- sărbătorile legale;
- timpii de conducere;
- spațiile de depozitare cu asigurarea controlului mărfii pe perioada depozitării;
- autorizații de circulație pentru transporturile speciale.

Pentru zonele din afara UE sunt necesare documente de însoțire vamale și autorizații de circulație internaționale.

2. CONTRIBUȚII ORIGINALE PRIVIND APLICAȚII ALE SISTEMELOR INTELIGENTE PENTRU OPTIMIZAREA TRANSPORTULUI SPECIAL ÎN LOGISTICA PROCESELOR DE PRODUCȚIE

2.1 ANALIZA INFLUENȚEI FACTORILOR EXTERNI ASUPRA CARACTERISTICILOR FUNCȚIONALE ALE ECHIPAMENTELOR UTILIZATE ÎN TRANSPORTUL

Obiectivele și obiectul cercetării, datorită particularităților transportului special, îndeosebi ale celui la temperatură controlată, o reprezintă *identificarea factorilor de influență externi asupra caracteristicilor funcționale ale echipamentelor utilizate în transportul special și modul în care aceștia acționează*, în cazul transportului la condiții date, de itinerarii concrete, reale, cu mijloace de transport specifice mărfurilor transportate [1].

2.1.1. Metodologia cercetării

Prezentul studiu al transportului mărfurilor la temperatură controlată presupune o serie de factori care influențează caracteristicile funcționale ale echipamentelor ansamblului mijlocului de transport, cap tractor – remorcă frigorifică.

Factorul determinant în alegerea mijlocului de transport îl reprezintă marfa, prin natura acesteia, cantitatea de transportat, modul de prezentare la transport și condițiile de temperatură impuse pe întregul lanț logistic.

Transportul mărfurilor la temperatură controlată presupune o serie de factori care influențează caracteristicile funcționale ale echipamentelor ansamblului mijlocului de transport, cap tractor – remorcă frigorifică.

Corelarea între factorii de influență și caracteristicile funcționale este prezentată în figura 2.2.

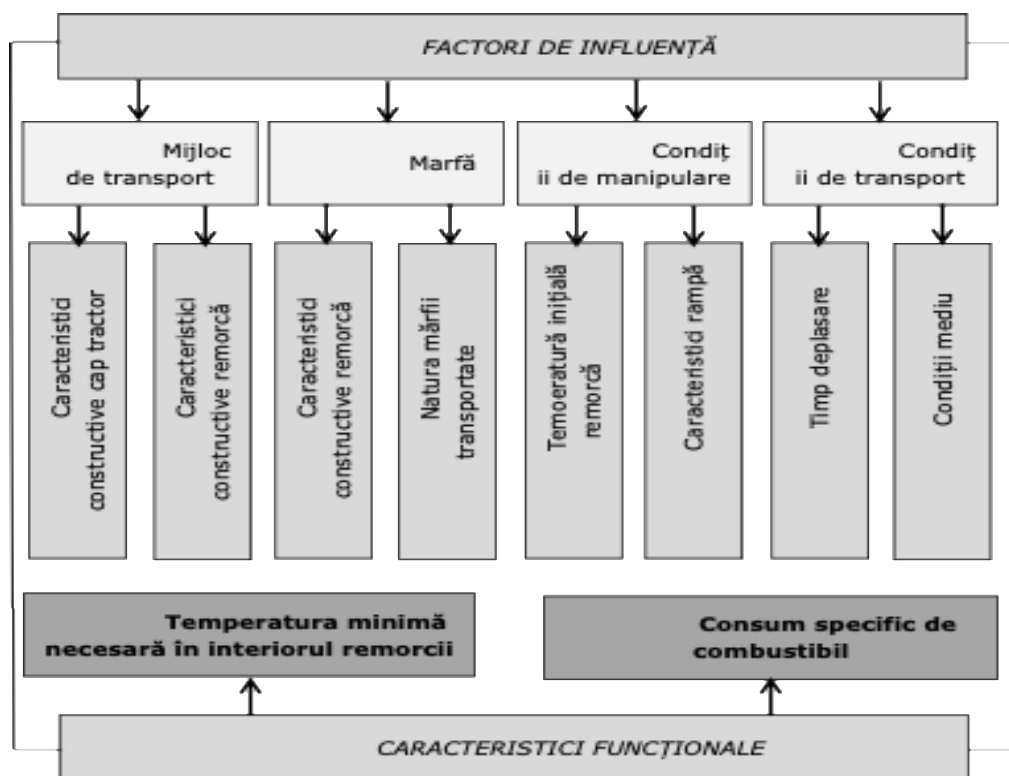


Fig.1.2. Corelare factori de influență – caracteristici funcționale echipamente

2.1.2 Analiza constructivă a mijloacelor de transport

Construcția și funcționarea remorcii de la Schmitz Cargobull se bazează pe conceptul modern Smart Trailer care reunește avantajele *sistemului telematic* cu echipările cu eficiență dovedită ale autovehiculului pentru a pune la dispoziție o soluție eficientă de transport.

Mărfurile a căror calitate și valabilitate se degradează dacă sunt transportate în condiții improprie de temperatură necesită una sau mai multe temperaturi controlate.

2.1.3 Condiții (restricții) de manipulare a mărfurilor

În procesul de transport al mărfurilor, în general, precum și în cazul transportului la temperatură controlată, grupele de operații care au fost urmărite în timpul transportului au fost (respectând recomandările din [60]):

- încărcarea;
- deplasarea de la locul de încărcare până la locul de descărcare; descărcarea.

Este astfel necesară găsirea soluțiilor tehnice și organizatorice capabile să reducă durata încărcărilor, descărcărilor sau transbordărilor și în acest fel să se ajungă la creșterea vitezei de transport (de circulație) a mărfurilor.

S-a considerat Timpul total al transportului, t_t (fig.2.9) este alcătuit din trei elemente distincte (rel. 2.1):

$$t_t = t_i + t_m + t_d \text{ [ore]} \quad (2.1)$$

și anume: t_i [ore] – durata încărcării; t_m [ore] – durata deplasării de la locul de încărcare până la cel de descărcare; t_d [ore] – durata descărcării.

Durata deplasării, conform relației 2.2 are două elemente: timpul de mers efectiv t_{m0} și timpul de staționare t_s pe parcurs, din diverse motive, putând avea valori foarte mari și datorându-se operațiilor tehnice care au loc pe distanța dintre stația de încărcare inițială și cea de descărcare finală, respectiv de numărul stațiilor intermediare.

$$t_m = t_{m0} + t_s \text{ [ore]} \quad (2.2)$$

Timpul de mers efectiv se determină cu relația 2.3 în care v_t reprezintă viteza de transport:

$$t_{m0} = l_m/v_t \quad (2.3)$$

2.1.4 Condiții de transport

S-a considerat că realizarea transportului rutier la temperatură controlată este influențată semnificativ de două categorii de factori:

- timpul de transport: timpul de manipulare; timpul de deplasare.
- condițiile de mediu:
 - ✓ localizarea geografică;
 - ✓ clima;
 - ✓ anotimpul;
 - ✓ condiții meteo;
 - ✓ starea drumului;
 - ✓ variația temperaturii pe durata deplasării.

2.1.5 Corelarea factorilor de influență cu caracteristicile funcționale

Transportul, deplasarea propriu-zisă, se realizează din nevoia de „a duce” obiectul de transport de la un punct de expediție (origine) la un punct de destinație (punct terminus).

În cazul când obiectul de transport îl reprezintă mărfuri a căror transport trebuie realizat la temperatură controlată, este necesar să se realizeze rețele de trafic optime:

- să asigure temperatura minim necesară în interiorul remorcii;
- să asigure realizarea unui consum specific de combustibil minim.

2.1.6 ANALIZA FACTORILOR CARE INFLUENȚEAZĂ ECHIPAMENTELE MIJLOACELOR DE TRANSPORT SPECIAL

2.1.6.1 Stabilirea itinerariilor obiectiv

Obiectivul cercetării a avut în vedere analiza factorilor ce influențează echipamentele mijloacelor de transport special, urmărind variația lor în procesele de încărcare descărcare, respectiv în timpul deplasării pe mai multe itinerarii, conform celor prezentate în tabelul 2.1. și evidențiate în figurile 3.1 ÷ 3.50, pentru exemplificare figura 2.10.

Tab.2.1 Itinerarii analizate

Nr. crt.	Definire itinerar	Figura
1	2	2
1	Ulmer Schokoladen GmbH & Co. KG - Knoop & Söhne GmbH & Co. KG	2.10
2	Ichenzell - Knetzgau	2.11
3	Hamburg - Bremen	2.12
4	Werne - Drolshagen	2.13
5	Wedermark - Seesen	2.14
6	Grunberg - Wiesbaden	2.15
7	Herrenberg - Karlsdorf-Neuthard	2.16
8	Borgholzhausen - Emstek	2.17
9	Frigo Coldstore Logistics, Hamburg - Anton-Tucher Strase, Bremen	2.18
10	Cloppenburg - Samern	2.19
11	Leherheide est, Bremerhaven - Emstek	2.20
12	Holdorf - Bradewede, Bielefeld	2.21
13	Badnneberg - Knullwald	2.22
14	Bettenhausen, Kassel - Fulda Fulda	2.23
15	Fulda - Gochsheim	2.24
16	Frigo Coldstore Logistics, Hamburg - Walsrode	2.25
17	Walsrode - Bockenem	2.26
18	Gottingen - Kirchheim	2.27
19	Roadhausen Riedner Wald West - Hardthausen am Kocher	2.28
20	Bramsche - Hamm	2.29
21	Hamm - Olpe	2.30

22	B277 Horborn – Morfelden-Walldorf	2.31
23	Hansestrase, Sittensen - Großenkreten	2.32
24	Wilhelmshaven – Friesenwerder, Bremen	2.33
25	Manhdorf, Bremen – Wilhermsburg, Hamburg	2.34
26	Bockel, Gyhum – Bakum	2.35
27	Grosenkneten – Ladbergen	2.36
28	Constituency of Munster – Ludenscheid	2.37
29	Ludenscheid – Aslar	2.38
30	Aslar – Darmstadt West, Darmstadt	2.39
31	Frigo Coldstore Logistics, Hamburg – Hemelingen, Bremen	2.40
32	Versmold – Hamburg	2.41
33	Warburd – Niederaula	2.42
34	Bamberg – Hipoltstein	2.43
35	Holtinghauser Ring 34 – Schiffdorferdamm	2.44
36	Bothfeld, Hanovra – Ostingersleben	2.45
37	Glindow – Schonhausen	2.46
38	Melle – E 37, 59387 Aschenberg	2.47
39	Ascheberg - Burscheid	2.48
40	Leverkusen – Mendig	2.49
41	Mendig – Riol	2.50
42	A8 – Stupferich, Karlsruhe	2.51
43	Mendig – Burscheid	2.52
44	Schwerte – Tecklenburger Land	2.53
45	Bremerhaven – Emstek	2.54
46	Grosenkneten – Nahne	2.55
47	Herne – Sassenberg	2.56
48	Borgholzhausen – Hamm	2.57
49	Im Grosen Klei – Meinenzhagen	2.58
50	Freudenberg – Ober-Morlen	2.59

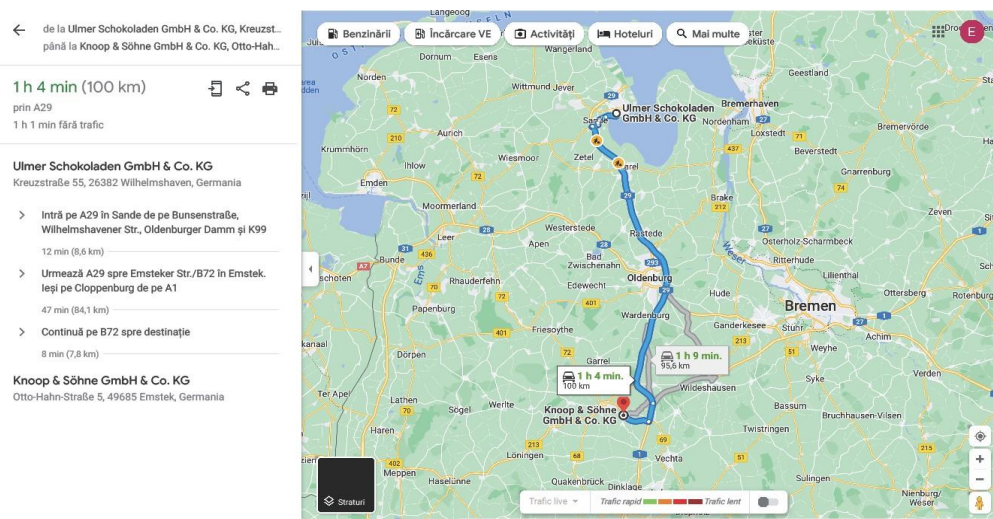


Fig. 2.10. Itinerar 1, Ulmer Schokoladen GmbH & Co. KG - Knoop & Söhne GmbH & Co. KG (prelucrare după Google Maps)

2.1.6.2 Rezultate experimentale obținute prin utilizarea sistemului telematic „trailerconnect”

În vederea monitorizării temperaturii ce trebuie asigurată pe durata transportului cu remorci la temperatură controlată, s-a utilizat sistemul telematic TRAILERCONNECT de la Schmitz Cargobull.

Unitatea de comandă TrailerConnect (fig.2.60) reprezintă piesa centrală a sistemului telematic. Cartela SIM, bine integrată, contribuie la evitarea întreruperilor și structura acoperită

oferă siguranță și protecție față de o eventuală manipulare.

Principalele caracteristici ale sistemului telematic sunt:

- funcționalitate maximă prin standardele din domeniul auto conform clasei de protecție IP69K;
- funcționare fără probleme între -40 °C și + 85 °C;
- structură robustă pentru o durată lungă de viață și utilizare în condiții extreme;
- diagnoză simplă și confortabilă printr-un software profesional pentru vizite cât mai scurte în centrele de service;
- sistem modular, scalabil: de la soluții de bază până la echiparea completă.



Fig.2.60. Unitatea de comandă TrailerConnect [61]



Fig.2.61. Elemente monitorizate la remorcă prin sistemul telematic [61]

2.1.7 Rezultate ale cercetării

2.1.7.1 Rezultate privind monitorizarea pe durata efectuării transportului

Itinerariile analizate reprezintă o multitudine de curenți de trafic, cu o singură origine și un singur punct terminus.

Pentru fiecare astfel de curent de trafic sistemul telematic înregistrează distanța parcursă și durata deplasării. Astfel în foto 1-2 se prezintă, respectiv, ca exemplu, rezultatele înregistrate în bordul capului tractor pentru itinerariile 1-2,

Prin intermediul unității de comandă a sistemului telematic TrailerConnect® din SmartTrailer sunt accesate simplu și fără fir funcții noi și actualizări. Toate autovehiculele SmartTrailer sunt astfel adaptate ultimelor inovații, fără a fi necesare vizite la centrele de service.

O remorcă utilizând sistemul telematic monitorizează parametri marcați în figura 2.61 și are următoarele componente:

- înregistratorul de temperatură:
 - unitatea de comandă a sistemului telematic și maxim șase senzori din spațiul de încărcare asigură înregistrarea în siguranță a temperaturii conform DIN EN 12830
- acumulatorul sistemului telematic:
 - ✓ acumulatorul sistemului telematic, cu funcție de încălzire pentru operațiunile de încărcare, asigură o perioadă de standby chiar și în stare decuplată.
- date de funcționare pentru unitatea frigorifică de transport:
 - ✓ unitatea frigorifică de transport conectată transmite date despre stare, funcționare și diagnoză.
- date de funcționare a EBS:

- ✓ sistemul conectat de frână transmite date despre stare, funcționare și diagnoză.
- senzor de mișcare:
 - ✓ un senzor de accelerare din unitatea de comandă a sistemului telematic stabilește timpii de staționare și de deplasare ai autovehiculului.
- WiFi:
 - ✓ un Modul WiFi integrat în unitatea de comandă permite afișarea mesajelor și manevrarea autovehiculului prin aplicația beSmart. Modulul WiFi integrat al semiremorcii asigură comunicarea dintre unitatea de comandă a sistemului telematic și telefonul mobil (fig.3.53) și urmărește:
- analiza temperaturii din spațiul de încărcare:
 - ✓ se accesează temperatura momentană pe telefonul mobil și se controlează imprimanta de temperatură direct de pe telefonul mobil.
- supravegherea și comanda unității frigorifice de transport:
 - ✓ se menține controlul asupra datelor de funcționare ale utilajului frigorific.
- verificarea uzurii plăcuței de frână:
 - ✓ se evită problemele tehnice și se planifică eficient vizitele la centrele de service;
 - ✓ aplicația beSmart afișează starea în care se află plăcuțele de frână.
- sarcina agregatului:
 - ✓ siguranță îmbunătățită pe carosabil și reducerea nivelului de uzură a semiremorcii.
- verificarea stării pneurilor:
 - ✓ se evită problemele tehnice ale anvelopelor și un nivel prea ridicat de uzură al acestora prin controlul permanent al presiunii din pneuri și a temperaturii acestora.
- sistem de închidere a ușii din spate:
 - ✓ se controlează ușor și confortabil sistemul de blocare al ușii printr-un cod PIN, accesând aplicația beSmart.



Foto1 Rezultate înregistrate la bordul cap tractor Itinerar 1 (Tour-kilometer=Distanța parcursă, Tourzeit=Durata deplasării, Durchschnittsgeschwindigkeit=Viteza medie, Kraftstoffverbrauch=Consum de combustibil)



Foto2 Rezultate înregistrate la bordul cap tractor Itinerar 2 (Tour-kilometer=Distanța parcursă, Tourzeit=Durata deplasării, Durchschnittsgeschwindigkeit=Viteza medie, Kraftstoffverbrauch=Consum de combustibil)

De asemenea, este controlată variația temperaturii în remorca frigorifică, astfel încât să se asigure temperatura minim necesară naturii mărfurilor transportate, pe toată durata deplasării, în această analiză pentru fiecare itinerar considerat.

Un exemplu în acest sens este înregistrarea realizată pentru itinerarul 11 (fig.2.63).

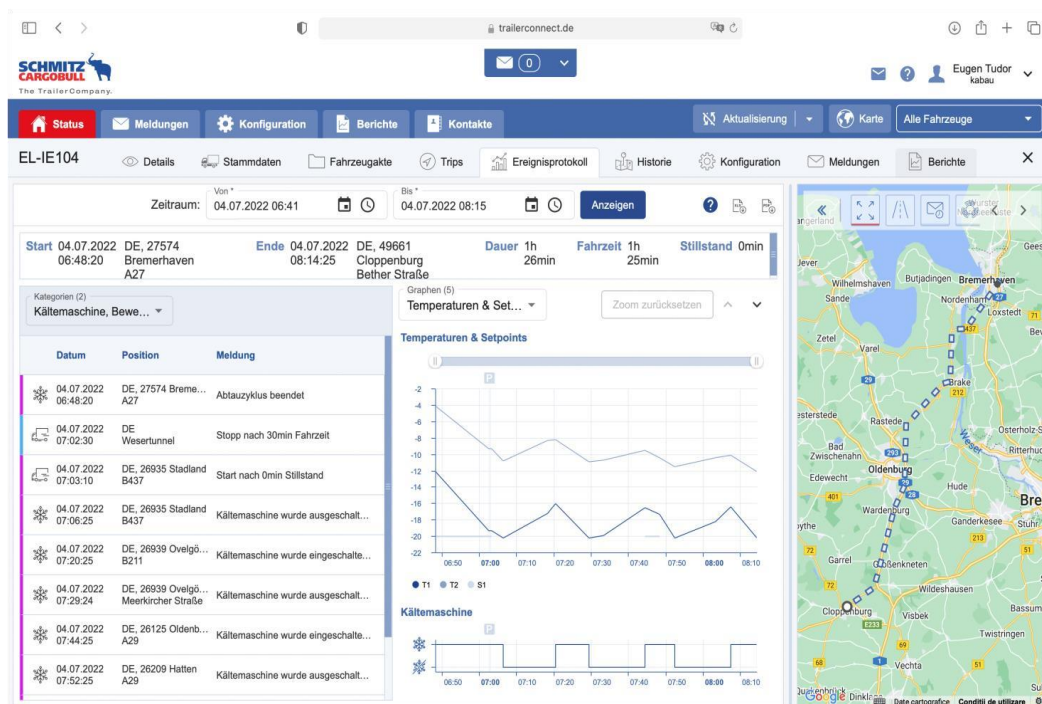


Fig.2.63. Variația temperaturii în remorcă la deplasarea pe itinerarul 11

De asemenea, pe durata deplasării a fost monitorizat și consumul de combustibil, unul din indicatorii de eficiență ai transportului.

2.1.7.2 Centralizarea rezultatelor experimentale

Temperatura necesară în interiorul remorcii este elementul fundamental ce trebuie asigurat în cazul transportului la temperatură controlată și depinde de o serie de factori, cei mai importanți fiind:

- starea tehnică a remorcii;
- natura mărfii;
- greutatea mărfii;
- temperatura mărfii la încărcare;
- temperatura mediului extern;
- condițiile de manipulare a mărfurilor la încărcare – descărcare;
- durata deplasării, iar ca factori perturbatori se consideră intemperiele ce pot apărea în perioada transportului:
- variații bruște de temperatură;
- furtună;
- vânt;
- ploaie,

precum și devieri neprevăzute de trafic care duc la mărirea duratei de deplasare.

Având în vedere că perioada cu diferențele cele mai mari de temperatură între interiorul remorcii și mediul ambiant o reprezintă lunile de vară, analiza a luat în considerare monitorizarea realizată în lunile iunie, iulie, august 2022.

Datele înregistrate sunt centralizate în tabelul 2.2. Din analiza datelor se constată următoarele:

- itinerariile analizate sunt eterogene;
- lungimea curentului de trafic pe care este făcută monitorizarea este de 100 km, indiferent de itinerariul analizat;
- indiferent de itinerariu, se manifestă o creștere a consumului de combustibil la greutăți mai mari ale mărfii transportate;
- greutatea mărfii influențează și consumul pentru asigurarea temperaturii în remorcă.

Pe lângă datele colectate și prezentate în tabelul 2.2, au mai fost colectate o serie de informații utile experimentului, care să poată completa analiza rezultatelor prin metode statistice, urmărindu-se diferențele statistice semnificative în distribuția variabilă a datelor datorate condițiilor de trafic suplimentare determinate de caracteristicile căii rutiere (drum național sau autostradă), diferențele de greutate a încărcăturii din remorcă, dar și cele legate de natura specifică a mărfii (de

exemplu: tipul de ciocolată, natura și starea cărnii etc.).

2.1.8. Analiza și interpretarea rezultatelor experimentale

2.1.8.1. Studiul influenței încărcăturii, vitezei medii de deplasare și temperaturii de transport asupra consumului de combustibil la transportul cărnii congelate

Data fiind importanța cu fațete multiple a consumului de carburant (economică, mediu, stabilitate strategică etc.), în interpretările și analizele următoare se va considera variabila consum de carburant ca fiind principalul parametru (variabilă) dependent, urmărindu-se influențele celorlalți factori asupra acestuia. Din aceste rațiuni, datele înregistrate pe întreg ansamblul experimentelor au fost restructurate pentru a se asigura, de fiecare dată, independența factorilor primari considerați, simultan cu excluderea, la maximum posibil a celorlalte influențe de la factorii primari care nu sunt studiați în cazul analizat, considerându-se neglijabilă influența altor factori de itinerariu (o singură stare a vremii, aceeași declivitate a drumului, același tip de trafic, curbe, etc.).

S-au considerat stabili următorii parametri independenți: condițiile de circulației au corespuns unui trafic ușor, fără blocaje și/sau aglomerări care puteau încetini, timpul a fost însorit, fără ploi, traseele nu au conținut declivități mai mari de 1%, iar produsul transportat a fost carne congelată la temperatura de transport de -20°C.

Analiza statistică s-a făcut cu ajutorul programului STATGRAPHICS Centurion, versiunea XVI, urmărindu-se prin regresie multiplă determinarea ecuației optime pentru dependența consumului de carburant de cei doi factori (variabile) independenți cu acțiune simultană, încărcătura, [t] și viteza medie de deplasare, Vm.

Valorile parametrilor statistici uzuali au fost:

R-pătrat = 84.3051 %

R- pătrat (ajustat d.f.) = 80.3814 %

Eroarea Standard a datelor estimate = 1.73201

Media erorii absolute = 1.2279

Durbin-Watson statistic = 2.3547 (P=0.7008)

Autocorelația reziduală = -0.263406

Rezultatele obținute arată că există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența bifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii și viteza medie de deplasare a capului tractor. Ecuația modelului este:

$$\text{Consum} = 27.56 + 0.790824 \cdot \text{încărcătura} - 0.150844 \cdot Vm \quad (2.4)$$

Deoarece P-value în analiza ANOVA este mai mic de 0.05, se poate afirma că există o relație între variabile semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95.0%.

Valoarea R-pătrat arată că modelul statistic determinat explică pentru 84.3051 % dintre variabile dependența prezentată anterior, dar valoarea statistică mai sigur de utilizat este R-pătrat corectat, 80.3814 %, care descrie mai sigur aria de cuprindere a modelului propus.

Eroarea standard a estimărilor arată o deviație standard a reziduurilor de 1.73201, valoare care poate fi utilizată pentru a construi limitele intervalului de predicție în cazul unor observații noi integrate modelului determinat.

Media erorilor absolute (MAE), valoare 1.2279, reprezintă media reziduurilor.

Deoarece valoarea testului Durbin-Watson este 2.3547, corespunzând unei valori P=0.7008, care este mai mare de 0,05, se poate afirma că nu există indicații privind existența unei autocorelații semnificative a reziduurilor pentru un nivel de încredere de 95%.

Pe de altă parte, modelul poate fi simplificat deoarece în cazul particular al vitezei medii P-value este de 0.0821, mai mare decât 0,05, ceea ce înseamnă că variabila nu este în relație semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95%. Cu alte cuvinte din modelul considerat se poate înlocui variabila viteza medie, Vm.

$$\text{Nivelul mediu pentru un singur punct de date} = 0.272727$$

Din analiza datelor prezentate, se poate concluziona că valoarea medie a punctelor de date are un nivel de 0.272727 și nu există puncte de date care să fie de trei ori mai mari decât această medie. Există însă două puncte de date care au valori mai mari decât valoarea uzuală DFITS.

Pe baza considerentelor anterioare în figura 2.64 se prezintă graficul valorilor precise pentru dependența Consum = f(încărcătura).

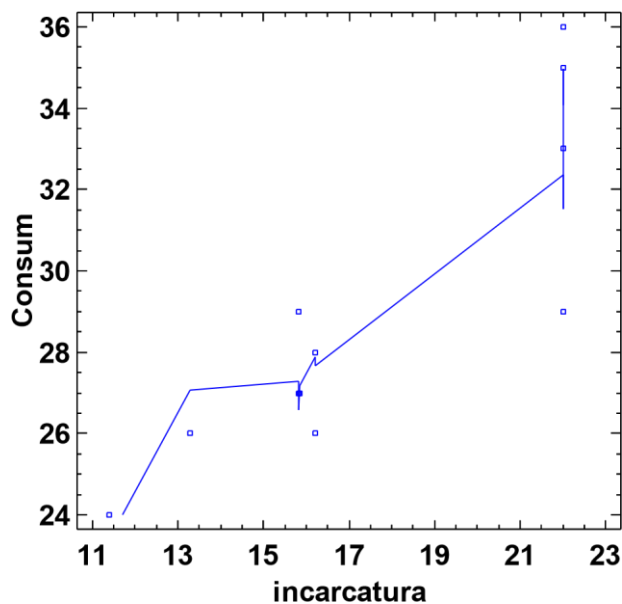


Fig. 2.64 Graficul valorilor prezise pentru dependența Consum =f(încărcătura)

2.1.8.2. Studiul influenței încărcăturii și vitezei medii asupra consumului de combustibil pentru transportul cărnii congelate

Rezultatele analizei statistice de până acum indică necesitatea realizării unei analize variaționale asupra celor trei serii de date (Consum, încărcătura și viteza medie, V_m)

Testul F are valoarea 435,21. Deoarece P-value este mai mică decât 0.05, se poate afirma că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor trei serii de variabile la un nivel de încredere de 95.0%.

Intervalele de diferență minimă semnificativă (LSD), sunt prezentate în tabelul mediilor cu 95% pe intervale LSD, în care sunt prezentate mediile, erorile standard și limitele valorilor determinate, pentru a determina care medii sunt diferite semnificativ de fiecare dintre celelalte, folosind testele de rang multiplu.

Această metodă, indică un risc de 5,0% ca fiecare pereche de medii să fie considerată semnificativ diferită atunci când diferența reală este egală cu 0.

Rezultatele analizei variaționale, face referire la testarea ipotezei de nul pentru care deviația standard este aceeași. Dacă P-value este mai mică de 0,05, există o diferență statistică semnificativă între cele două valori ale abaterilor standard pentru perechile de coloane analizate.

Testul Kruskal-Wallis, verifică ipoteza de nul pentru valorile medianei în cazul celor trei coloane de date (tabelul 2.16).

Deoarece P-Value = $6.34095E-7 < 0,05$, se poate afirma că există o diferență statistică între valorile medianelor celor trei coloane de date la un nivel de încredere de 95.0%.

În figura 2.65 este prezentat graficul Box- Whisker pentru analiza C, I, V_m , iar în figura 2.66 graficul pentru analiza medianelor cu limita de decizie 95% pentru cazul aceluiași model determinat.

În figura 2.67 este prezentat graficul medianelor cu 95% interval de încredere pentru modelul studiat (C, I, V_m), iar în figura 2.68 graficul Quantile Plot pentru cazul aceluiași model determinat.

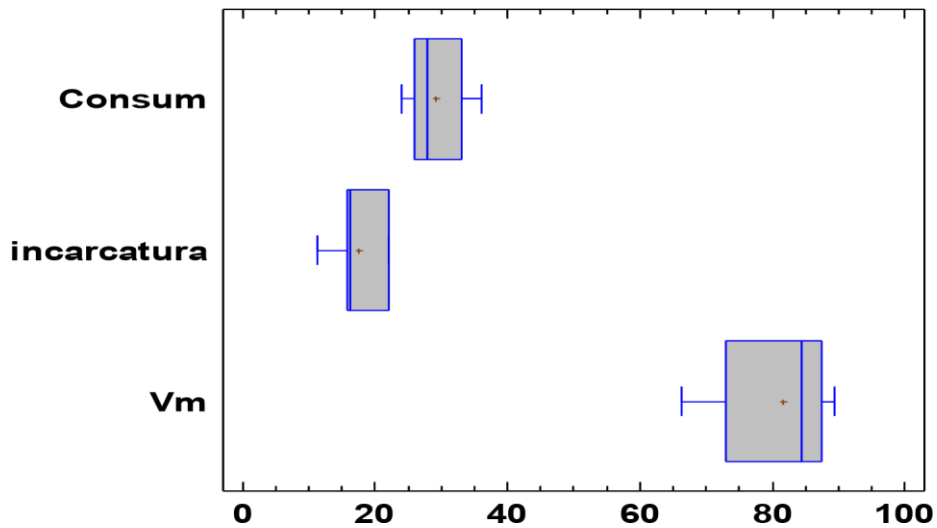


Fig. 2.65 Graficul Box- Whisker pentru analiza C, I, Vmresponse

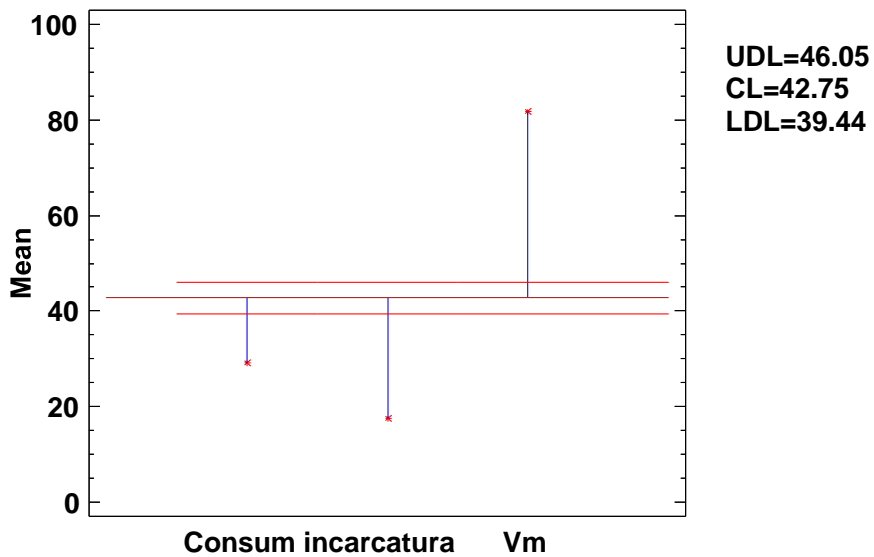


Fig. 2.66 Graficul pentru analiza medianelor cu limita de decizie 95% (C, I, Vm)

În figura 2.67 este prezentat graficul medianelor cu 95% interval de încredere pentru modelul studiat (C, I, Vm), iar în figura 2.68 graficul Quantile Plot pentru cazul aceluiași model determinat.

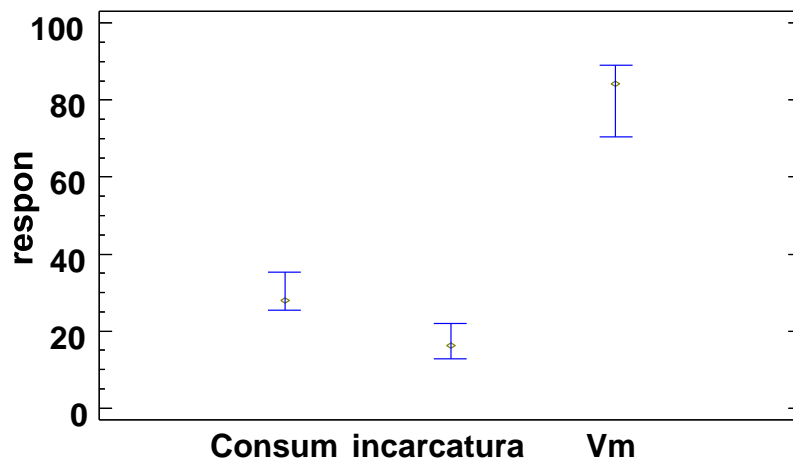


Fig. 2.67 Graficul medianelor cu 95% interval de încredere pentru modelul studiat

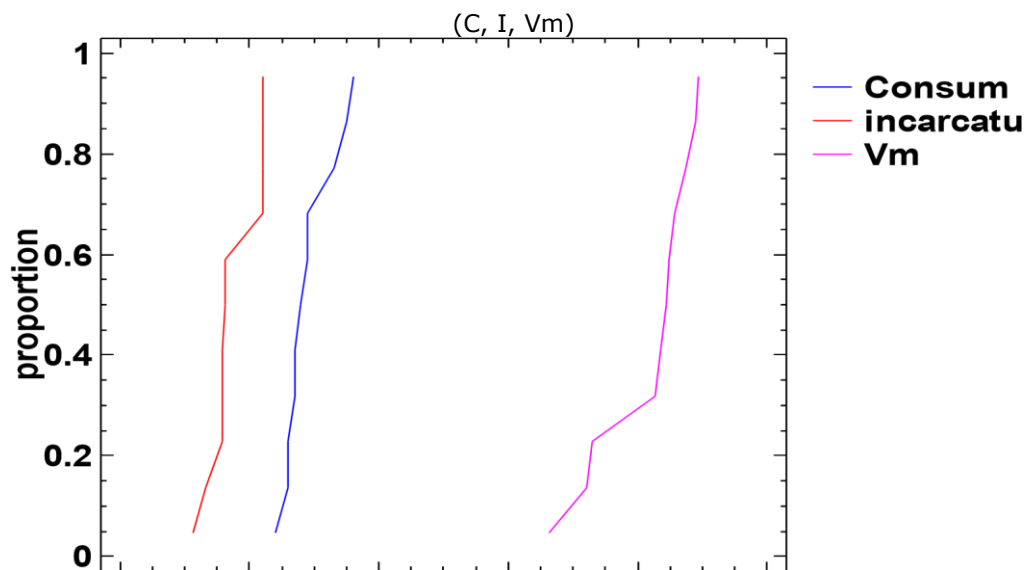


Fig. 2.68 Graficul Quantile Plot pentru modelul studiat (C, I, Vm)

Se poate concluziona că în cazul transportului de carne congelată la -20°C , pentru condiții de soare, fără declivități mari (sub 2 %), fără prezența semnificativă a vântului, în condiții de trafic relativ ușor, pentru nivelul de echipare a capului tractor cu sistemele inteligente prezentate anterior, modelul cel mai adecvat este cel prezentat de ecuația (2.4), adică există o variație liniară a consumului de combustibil în funcție de încărcătura semiremorcii, cu observația că între viteza medie de deplasare și valoarea încărcăturii semiremorcii a fost identificată o relație de dependență liniară semnificativă statistic. Acest caracter implicit al celor două variabile considerate inițial independente poate fi explicat prin existența unor algoritmi de optimizare pre-introduși în programarea sistemului de gestiune inteligentă a parametrilor funcționali ai grupului propulsor (capul tractor), dar și ai agregatului frigorific al semiremorcii.

2.1.8.3. Studiul influenței încărcăturii și vitezei medii de deplasare asupra consumului de combustibil la transportul ciocolatei

În partea a doua a acestei analize au fost selectate, în mod analog, datele pentru analiza influenței încărcăturii și vitezei medii de deplasare asupra consumului de combustibil, în cazul transportului de ciocolată.

S-au considerat stabili următorii parametri independenți: s-au asimilat uniform condițiile de circulație (trafic), fără blocaje și/sau aglomerări care puteau încetini, timpul a fost însoțit, traseele nu au conținut declivități mai mari de 1%, iar produsul transportat a fost ciocolată sau marzipan la temperatura de transport de 15°C .

Tabelul 2.17 Datele experimentale pentru analiza influenței încărcăturii și vitezei medii de deplasare asupra consumului de combustibil (ciocolată)

Itinerariul	Distanța, [km]	Consum, [l]	Încărcătura [t]	Vm, [km/h]	Bunuri	Temperatura (C)
IT_1	100	31.3	17.325	82.7	Ciocolata	15
IT_2	100	26.9	7.1	87.4	Ciocolata	15
IT_24	100	25	7.82	76.3	Ciocolata	15
IT_25	100	23	7.82	80.4	Ciocolata	15
IT_37	100	28	12.745	70.7	Marzipan	15

Analiza statistică s-a făcut cu ajutorul programului STATGRAPHICS Centurion, versiunea XVI, în aceleași ipoteze ca în cazul anterior, urmărindu-se prin regresie multiplă determinarea ecuației optime pentru dependența consumului de carburant de cei doi factori (variabile) independenți cu acțiune simultană, încărcătura, [t] și viteza medie de deplasare, Vm.

Rezultatele analizei variaționale pornind de la tabelul 2.17 asupra celor trei serii de date (Consum, încărcătura și viteza medie, Vm) sunt prezentate în continuare.

Analiza trebuie să fie de tip multi-variabilă pentru cele 5 linii de date ale celor trei coloane.

Tabelul 2.19 Rezultatele analizei ANOVA pentru ciocolată

Source	Suma pătratelor	Df	Media Pătratelor	Testul F	P-Value
Între grupuri	12983.6	2	6491.8	280.09	0.0000
Intragrup	278.128	12	23.1773		
Total (Corect.)	13261.7	14			

Testul F are valoarea 280.09. Deoarece P-value este mai mică decât 0.05, se poate afirma că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor trei serii de variabile la un nivel de încredere de 95.0%.

Intervalele de diferență minimă semnificativă (LSD), sunt prezentate în tabelul 2.20, în care sunt prezentate mediile, erorile standard și limitele valorilor determinate experimental.

De reținut că această metodă, și de această dată, indică un risc de 5,0% ca fiecare pereche de medii să fie considerată semnificativ diferită atunci când diferența reală este egală cu 0.

Rezultatele analizei variaționale, face referire la testarea ipotezei de nul pentru care deviația standard este aceeași pentru cele trei coloane. Deoarece P-value este mai mare de 0,05, nu există o diferență statistică semnificativă între cele două valori ale abaterilor standard pentru perechile de coloane analizate pentru un nivel de încredere de 95%.

Pentru a se verifica ipoteza de nul pentru valorile medianei în cazul celor trei coloane de date s-a efectuat Testul Kruskal-Wallis.

Și în acest caz, deoarece P-Value = 0.00190899 < 0,05, se poate afirma că există o diferență statistică între valorile medianelor celor trei coloane de date la un nivel de încredere de 95.0%.

Test statistic = 12.5224 P-Value = 0.00190899

Graficul Box- Whisker pentru analiza grupelor de date C, I, Vm pentru cazul transportului de ciocolată este prezentat în figura, iar în figura 2.69 graficul pentru analiza medianelor cu limita de decizie 95% pentru cazul aceluiași model determinat.

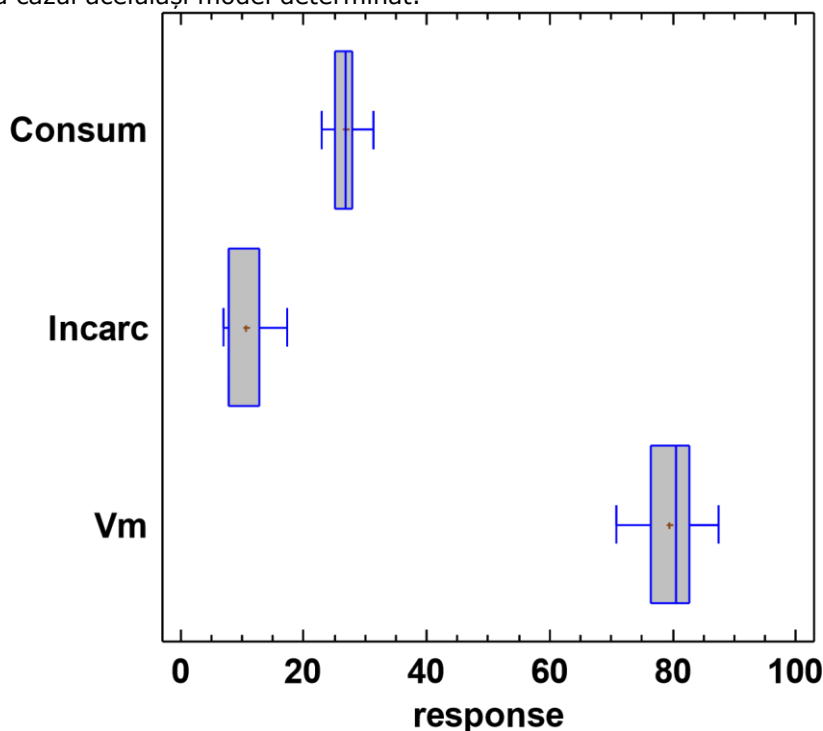


Fig. 2.69 Graficul Box- Whisker pentru analiza C, I, Vm, cazul transport ciocolată

Rezultatele de sinteză pentru analiza de regresie multiplă sunt prezentate în tabelul 2.25, iar cele privind analiza varianței în tabelul 2.26.

Tabelul 2.25 Rezultatele de sinteză pentru analiza de regresie multiplă (ciocolată)

Parametru	Estimat	Eroare Standard	T Statistic	P-Value
CONSTANT	10.597	12.8338	0.825712	0.4958
Incarcatura	0.647983	0.221231	2.92899	0.0995
Vm	0.11821	0.153539	0.769903	0.5219

Valorile parametrilor statistici uzuali au fost:

R-pătrat = 81.2393 %

R- pătrat (ajustat d.f.) = 62.4786 %

Eroarea Standard a datelor estimate = 1.92178

Media erorii absolute = 0.988339

Durbin-Watson statistic = 2.5452 (P=0.9207)

Autocorelația reziduală = -0.320374

Tabelul 2.26 Rezultatele de sinteză privind analiza varianței pentru ciocolată

Sursa	Suma pătratelor	Df	Media pătratelor	F-Ratio	P-Value
Model	31.9855	2	15.9928	4.33	0.1876
Rezidual	7.38646	2	3.69323		
Total (Corectat)	39.372	4			

Rezultatele obținute arată că există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența bifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii și viteza medie de deplasare a capului tractor a cărui ecuație este:

$$\text{Consum} = 10.597 + 0.647983 \cdot \text{Incarc} + 0.11821 \cdot \text{Vm} \quad (2.5)$$

Deoarece P-value in analiza ANOVA este mai mic de 0.05, se poate afirma că există o relație între variabile semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95.0%.

Valoarea R-pătrat arată că modelul statistic determinat explică pentru 81.2393 % dintre variabile dependența prezentată anterior, dar valoarea statistică mai sigur de utilizat este R-pătrat corectat, 62.4786 %, care descrie mai sigur aria de cuprindere a modelului propus.

Deviația standard a reziduurilor este de 1.92178, valoare care poate fi utilizată pentru a construi limitele intervalului de predicție în cazul unor observații noi integrate modelului determinat.

Media erorilor absolute (MAE), de valoare 1.2279, reprezintă media reziduurilor.

Deoarece valoarea testului Durbin-Watson este 2.5452, corespunzând unei valori P=0.9207, care este mai mare de 0,05, deci se poate afirma că nu există indicații privind existența unei autocorelații semnificative a reziduurilor pentru un nivel de încredere de 95%.

Pe de altă parte, modelul poate fi simplificat deoarece în cazul particular al vitezei medii P-value este de 0.5219, mult mai mare decât 0,05, ceea ce înseamnă că variabila nu este în relație semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95%. Rezultă că variabila poate fi exclusă din modelul considerat dat de ecuația (2.5) care poate fi o ecuație monovariabilă de tip $\text{Consum} = f(\text{încărcătură})$.

2.1.8.4. Studiul influenței încărcăturii asupra consumului de combustibil la transportul ciocolatei

Inițial s-a procedat la o analiză comparativă a modelelor alternative, rezultatele fiind prezentate în tabelul 2.27.

Din analiza comparativă a modelelor alternative, din rezultatele obținute rezultă că modelul cel mai potrivit este o ecuație de tipul:

$$Y = (a + b \cdot \text{sqrt}(X))^2 \quad (2.6)$$

Pentru un astfel de model valoarea R-pătrat (R-Squared), este cu 8.66341% mai mare decât modelul selectat în mod curent.

Pentru datele experimentale, modelul determinat a înregistrat următoarele valori ale parametrilor statistici:

Coeficientul de corelație = 0.850579

R-pătrat = 72.3484 %

R-pătrat (corectat pentru diferențele semnificative) = 63.1313 %

Eroarea standard pentru estimări = 0.183216

Media erorilor absolute = 0.105158

Durbin-Watson statistic = 1.67669 (P=0.3080)

Deoarece P-value este mai mare decât 0,05 se poate afirma că nu există o relație statistic semnificativă între consumul de combustibil și mărimea încărcării pentru un nivel minim de încredere de 95%.

Pe de altă parte, modelul acoperă în proporție de 72.3484% relația de dependență propusă prin ecuația (2.6) după o transformare prin logaritmare care să liniarizeze modelul.

Valoarea 0.850579 a coeficientului de corelație indică o relație puternică între variabile, iar valoarea erorii standard pentru estimări de 0.183216 poate constitui limita utilizată pentru construcția viitoarelor predicții.

Sinteza rezultatelor pentru regresie simplă în cazul modelului concret $C=f(I)$ indică un model monovariabilă, optim, având caracteristicile statistice prezentate în ecuația concretă de forma:

$$\text{Consum} = (3.90602 + 0.396372 * \text{sqrt}(\text{Incarc}))^2 \quad (2.7)$$

Pentru a detecta existența unor tendințe sistematice (de formă neliniară) pe care modelul nu le captează pe lângă variația întâmplătoare, verificându-se astfel dacă modelul statistic propus (relația (2.7)) se potrivește adecvat datelor sau trebuie căutat un model mai complicat, obținut prin separarea variațiilor inter-grup de cele intragroup, s-a procedat la analiza variațională (ANOVA) cu lipsă de potrivire.

Deoarece P-value=0.4481 este mai mare decât 0,05 modelul pare a fi adecvat pentru datele observate având un nivel de încredere de 95 %.

Graficul modelului rezultat din ecuația (2.7) este prezentat în figura 2.71, unde se pot observa și intervalele de variație pentru valorile variabilelor.

Plot of Fitted Model $\text{Consum} = (3.90602 + 0.396372 * \text{sqrt}(\text{Incarc}))^2$

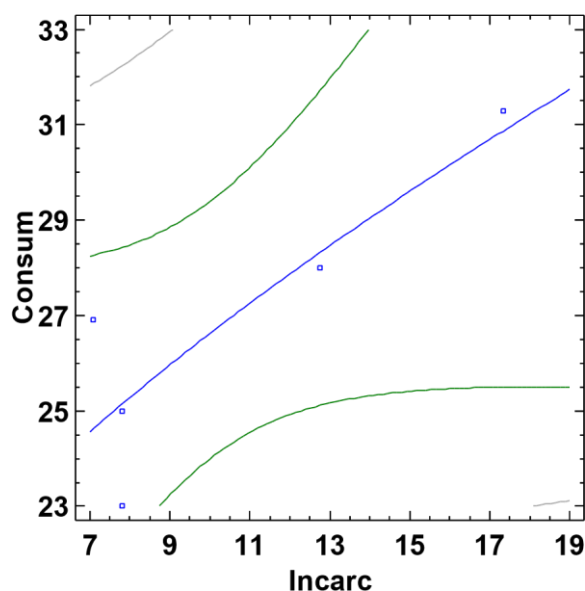


Fig. 2.71 Graficul modelului rezultat din ecuația $C=f(I)$ pentru ciocolată

Din analiza modelului rezultă că, în mod practic se poate asimila o relație de directă proporționalitate între încărcătură și consumul de combustibil, dar cu o ușoară tendință de aplatizare odată cu creșterea încărcăturii. Se poate trage de aici concluzia că este mai eficient să se facă transportul cu încărcături cât mai mari, dacă organizatoric și tehnic acest lucru este posibil.

Pe de altă parte, dacă s-ar analiza pe mai multe secțiuni consumul de combustibil, ar exista o parte necesară pentru deplasarea agregatului gol și una pentru transportul încărcăturii.

Modelul propus poate fi utilizat pentru estimarea consumului de combustibil în funcție de

încărcătură cu un nivel de încredere destul de ridicat (peste 95 %), pentru condiții normale de trafic.

2.1.8.5. Studiul influenței încărcăturii, vitezei medii de deplasare și temperaturii de transport asupra consumului de combustibil

Pentru a obține un model generalizat este necesară aprofundarea studiului prin considerarea simultană și a altor parametri care pot influența semnificativ statistic consumul de combustibil, pentru a se putea evalua influența acestora în condițiile practice de transport.

Condițiile practice de transport înseamnă și apariția unor factori suplimentari, previzibili sau nu, sistematici sau accidentali, cu semnificații și influențe diferite etc.

Din studiile bibliografice inițiale a rezultat că factorii de influență independenți, semnificativi pentru consumul de combustibil sunt greutatea încărcăturii echipamentului (încărcătura), C , viteza medie de deplasare, V_m și temperatura de transport, T .

Prin urmare, s-a procedat la analiza variațională (ANOVA) a rezultatelor globale pentru cele patru grupe de factori.

Rezultatele sumative ale analizei variaționale prin metoda comparației multiple a probelor (Multiple-Sample Comparison), pentru variabilele experimentale C , I , V_m , T , s ANOVA descompune varianta în două grupe: inter-grup și intragrup .

Testul F (F-ratio) are valoarea 687,941 și deoarece $P\text{-value}=0,000<0,05$ se poate afirma că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor patru grupe de variabile pentru un nivel de încredere de 95 %

Analiza semnificației acestei constatări rezultă din testul de ranguri multiple (Multiple Range Tests) prin metoda 95 % LSD.

De reținut că această metodă, și de această dată, comportă un risc de 5,0% ca fiecare pereche de medii să fie considerată semnificativ diferită atunci când diferența reală este egală cu 0 deplasare, V_m și temperatura de transport, T .

Prin urmare, s-a procedat la analiza variațională (ANOVA) a rezultatelor globale pentru cele patru grupe de factori.

Rezultatele sumative ale analizei variaționale prin metoda comparației multiple a probelor (Multiple-Sample Comparison), pentru variabilele experimentale C , I , V_m , T sunt prezentate , de ANOVA, descompunând varianta în două grupe: inter-grup și intragrup.

Testul F (F-ratio) are valoarea 687,941 și deoarece $P\text{-value}=0,000<0,05$ se poate afirma că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor patru grupe de variabile pentru un nivel de încredere de 95 %

Analiza semnificației acestei constatări rezultă din testul de ranguri multiple (Multiple Range Test) prin metoda 95 % LSD.

De reținut că această metodă, și de această dată, comportă un risc de 5,0% ca fiecare pereche de medii să fie considerată semnificativ diferită atunci când diferența reală este egală cu 0.

Deoarece $P\text{-value}$ este mai mică decât 0,05, există o diferență statistică semnificativă între valorile abaterilor standard pentru perechile de coloane analizate pentru un nivel de încredere de 95%. Aceasta încalcă una dintre ipotezele importante care stau la baza analizei variaționale și poate invalida majoritatea testelor statistice standard.

Pentru a se verifica ipoteza de nul pentru valorile medianei în cazul celor patru coloane de date s-a efectuat Testul Kruskal-Wallis.

Prelucrarea rangului în fiecare coloană s-a făcut după ordonarea datelor de la cea mai mică la cea mai mare.

Deoarece $P\text{-Value} < 0,05$, există o diferență statistică între valorile medianelor celor patru coloane de date la un nivel de încredere de 95.0%.

Determinarea medianelor semnificative s-a făcut din graficul Box-and-Whisker figura 2.72.

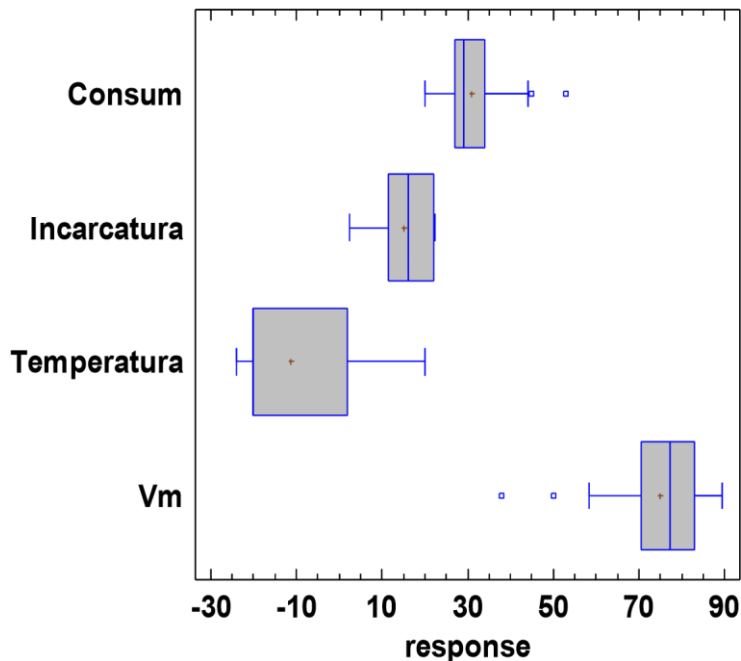


Fig. 2.72 Graficul Box-and-Whisker pentru variabilele C, I, Vm, T

Pentru a compara vizual distribuțiile de probabilitate ale celor patru grupe de valori corespondente variabilelor C, I, Vm și T, s-a procedat la trasarea graficului QQ (quantile plot) pentru cele patru variabile (figura 2.73).

Această reprezentare permite verificarea vizuală a distribuțiilor în raport cu distribuția normală, care trebuie să fie liniară.

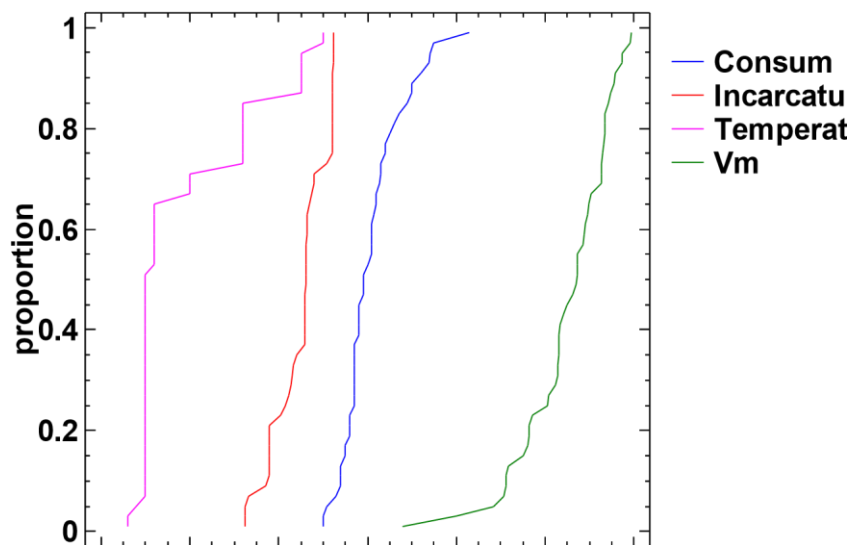


Fig. 2.73 Graficul Quantile pentru variabilele C, I, Vm, T

Pentru aflarea zonei normale de variație a grupelor de variabile s-a realizat graficul mediilor cu limita de decizie de 95%, demonstrând statistic justificarea interesului pentru modelul unei dependențe de tipul $C=f(\hat{I}, Vm, T)$.

Pentru astfel de studiu statistic s-a realizat o analiză regresională multiplă folosind programul STATGRAPHICS Centurion, versiunea XVI.

Rezultatele de sinteză pentru analiza de regresie și valorile parametrilor statistici uzuali au fost:

R-pătrat = 57.4654 %

R- pătrat (ajustat d.f.) = 54.6914 %

Eroarea Standard a datelor estimate = 4.6444

Media erorii absolute = 3.29427

Durbin-Watson statistic = 1.85291 (P=0.2400)

Autocorelația reziduală = 0.0734453

Rezultatele obținute arată că există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența trifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii, viteza medie de deplasare a capului tractor și temperatura menținută în incinta de transport.

Ecuția modelului este:

$$\text{Consum} = 37.5509 + 0.742089 * \text{Incarcatura} + 0.0377532 * \text{Temperat} - 0.233952 * \text{Vm} \quad (2.8)$$

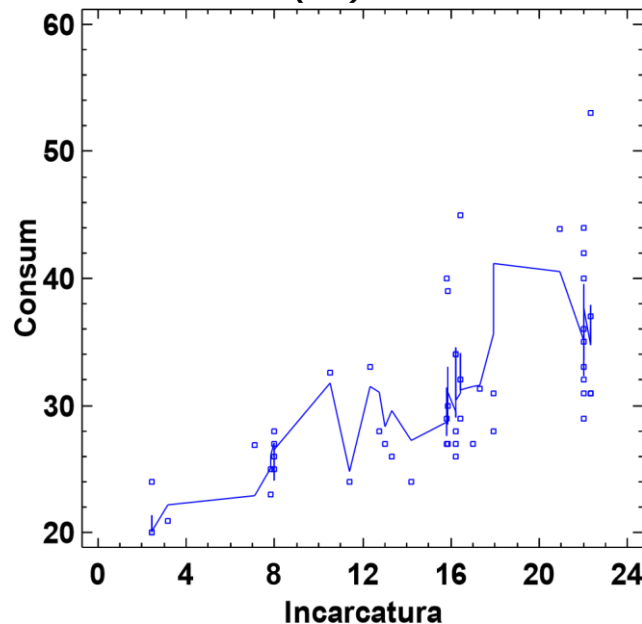


Fig. 2.78 Graficul valorilor previzionate pentru modelul simplificat $C=F(\hat{I})$

2.1.8.6. Determinarea funcției influenței încărcăturii asupra consumului de combustibil prin regresie polinomială

În continuare se prezintă rezultatele regresiei polinomiale pentru modelul simplificat $C=f(\hat{I})$, toate itinerariile.

S-a ales un model polinomial de gradul 5, pentru care s-au obținut rezultatele statistice generale.

Rezultatele obținute caracterizează adecvată modelului polinom de gradul 6 pentru descrierea funcțională a dependenței analizate.

Ecuția polinomială a modelului va fi:

$$\text{Consum} = 30.5295 - 7.56567 * \text{Incarcatura} + 2.00058 * \text{Incarcatura}^2 - 0.202492 * \text{Incarcatura}^3 + 0.00930104 * \text{Incarcatura}^4 - 0.000153735 * \text{Incarcatura}^5 \quad (2.9)$$

Deoarece P-value în analiza ANOVA este mai mic de 0.05, se poate afirma că există o relație de dependență funcțională între consum și încărcătură semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95.0%. Valoarea R-pătrat arată că modelul statistic determinat explică dependența prezentată anterior pentru 46.6694 % dintre variabile, dar valoarea statistică mai sigur de utilizat este R-pătrat corectat, 40.6091 %, care descrie mai sigur aria de cuprindere a modelului determinat statistic.

Deoarece valoarea testului Durbin-Watson este 2.147, corespunzând unei valori $P=0.5709$, care este mai mare de 0,05, se poate afirma că nu există indicații privind existența unei autocorelații semnificative a reziduurilor pentru un nivel de încredere de 95%.

Media erorilor absolute (MAE), valoare 3.78195, reprezintă media reziduurilor.

Pentru a determina cel mai adecvat grad al funcției polinomiale s-a recurs la analiza variațională a modelului căutat.

Deoarece P-value pentru cel mai mare ordin al polinomului este 0,626868, mai mare decât 0,05, termenul nu este semnificativ statistic pentru un nivel de încredere de minim 95 %.

Din analiza modelului rezultă că, în mod practic se poate asimila o relație de directă

proporționalitate între încărcătură și consumul de combustibil, dar cu o ușoară tendință de aplatizare odată cu creșterea încărcăturii.

Modelul sugerat prin analiza statistică a fost un polinom de gradul 1. În urma analizei statistice a rezultat modelul statistic:

$$\text{Consum} = 19.0912 + 0.777477 \cdot \text{Incarcatura} \quad (2.10)$$

Parametri statistici principali sunt:

Coeficientul de corelație = 0.674802

R-pătrat = 45.5357 %

R- pătrat (ajustat d.f.) = 44.401 %

Eroarea Standard a datelor estimate = 5.14485

Media erorii absolute = 3.88772

Durbin-Watson statistic = 2.2115 (P=0.7476)

Autocorrelația reziduală = - 0.108625

Parametrii statistici verifică toate condițiile anterioare, iar graficul modelului determinat este prezentat în figura 2.81.

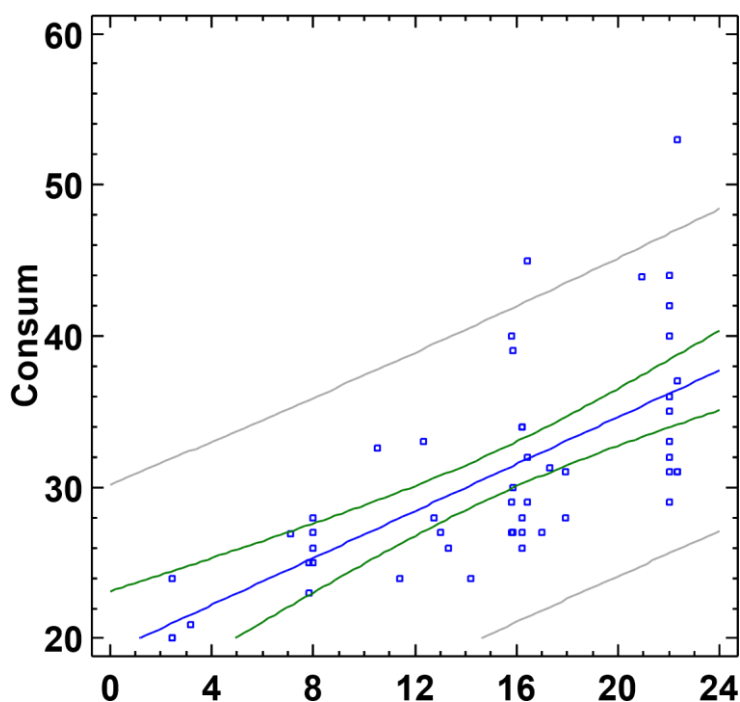


Fig. 2.81 Graficul modelul polinomial $C=f(\hat{I})$ de ordinul întâi rezultat

Așadar modelul simplificat tip polinom de ordinul 1, satisface cel mai bine condiția de reprezentare a dependenței $C=f(\hat{I})$, pentru 67,1 % din valorile experimentale. Interpretarea practică a modelelor polinomiale monovariabilă arată că influența celorlalți factori perturbatori (condiții meteo, temperatura de transport, pante/rampe în trasee și, uneori chiar blocaje rutiere), se atenuază odată cu creșterea încărcăturii, putându-se înregistra chiar diminuări ale consumului de carburant în cazul încărcăturilor de peste 20 t.

Această concluzie este valabilă doar în condițiile încadrării în limita greutateii maxime admise (total sau pe osie), caracteristică a echipamentului și a restricțiilor legale rutiere.

2.2 Sinteza contribuțiilor originale ale capitolului

Ca rezultate al activităților de cercetare desfășurate pe parcursul pregătirii doctorale (teoretică, experimentală și aplicativă), prin prezenta lucrare se aduce o serie substanțială de contribuții originale, toate având la bază o analiză documentară riguroasă, dar și o completare serioasă, rod al unei activități de modelare teoretică avansată, pornind de la cercetări experimentale care au folosit condițiile deosebite create de o bază materială proprie care a completat condițiile din

UPT, pe întreaga durată a cercetării doctorale.

Într-o sinteză, cele mai importante dintre contribuțiile personale se prezintă în continuare.

2.2.1 Contribuții teoretice

- 1) definirea obiectivului principal de cercetare și a obiectivelor secundare care derivă din acesta, pornindu-se de la prioritățile și provocările identificate prin studiile bibliografice, pe cale de consecință;
- 2) identificarea, provocărilor actuale din domeniul gestionării ansamblului cheltuielilor de exploatare și menținere a unui management performant în domeniul logisticii proceselor de producție care presupun integrarea unor sisteme de transport interoperabil;
- 3) valorificarea optimă a sistemelor de transport inteligente (ITS), prin aplicații integrate în logistica sistemelor de producție, în condiții de respectare a criteriilor economice și de mediu;
- 4) studiu documentar asupra stadiului actual al locul și rolul transportului special în logistica proceselor de producție, bazat pe documentarea din piața globală la zi, prin completare cu sintezele și lucrările științifice/studiile din fluxul informațional principal;
- 5) analiza critică a sistemului de transport special integrat în logistica sistemelor de producție, din punct de vedere tehnic (echipamente), organizatoric, funcțional, economic și ecologic, a principalelor tipuri de factori de influență a performanțelor sistemului de producție, dar și identificarea punctelor slabe și punctelor tari asociate;
- 6) elaborarea unei pachet original de condiții pentru optimizarea transportului la temperatură dirijată, pe baza studiului documentelor normative în vigoare, dar și după evaluarea și analiza unor exemple practice din activitatea proprie;
- 7) elaborarea, pe baza documentării din piață și din literatura științifică a unui sistem generalizat pentru transportul special, integrabil proceselor logistice din sisteme de producție corespondente;
- 8) elaborarea unei metode originale pentru determinarea corelației între consumul de combustibil și valoarea încărcăturii remorcii, în condiții de existență și a altor factori perturbatori legați de condițiile de transport special (cazul particular al transportului la temperatură dirijată);
- 9) identificarea pe baza analizei variaționale și a analizei regresionale a unor modele generalizate relevante, care să permită determinarea unor relații funcționale între consumul de combustibil, încărcătura, viteza de deplasare și temperatura de transport a mărfii, pentru diverse condiții de traseu: itinerar, pantă/rampă, condiții climatice, condiții de trafic;
- 10) crearea unui model matematic care să permită determinarea consumului de combustibil în funcție de valorile prestabilite ale variabilelor independente încărcătură, viteza medie pe interval și temperatura de transport în remorcă;
- 11) determinarea influenței factorilor de mediu asupra modelului propus prin verificarea semnificației statistice pentru 50 de itinerarii diferite, dar și pentru condiții simultane diferite;
- 12) elaborarea unui model de calcul destinat determinării unor soluții și factori care pot fi exploatați în condiții specifice pentru optimizarea consumului de combustibil;

2.2.2 Contribuții experimentale

Principalele contribuții experimentale cu impact semnificativ sunt:

- 1) determinarea ponderilor de influență a consumului de combustibil pentru factorii de mediu (soare, ploaie, vânt), condițiile de trafic și înclinarea drumului pentru 50 de itinerarii de transport special, care au fost studiate aprofundat;
- 2) elaborarea unei metodologii originale pentru utilizarea componentelor sistemului de transport inteligent din dotarea echipamentelor de transport special în vederea determinării și validării unor factori cu influență semnificativă asupra consumului de combustibil abordat ca factor economic dar și factor ecologic;
- 3) utilizarea componentelor sistemului de transport inteligent din dotarea echipamentelor de transport special la temperatură controlată, în vederea determinării și validării factorilor cu influență semnificativă asupra consumului de combustibil, pentru diferite trasee și condiții de trafic (itinerar și climă);

- 4) studiul influențelor încărcăturii, vitezei medii pe o porțiune de 100 Km și temperaturii de transport a mărfii asupra consumului de combustibil în cazul transportului special la temperatură controlată - global, pentru mai multe tipuri de marfă;
- 5) studiul influențelor încărcăturii, vitezei medii pe o porțiune de 100 Km și temperaturii de transport a mărfii asupra consumului de combustibil în cazul transportului special la temperatură controlată pentru situația specială a transportului cărnii congelate (-20°C) și ciocolatei (15°C);
- 6) verificarea prin metode statistico-matematice a soluțiilor de modele matematice propuse influențele încărcăturii (t), vitezei medii V_m (în km/h) pe o porțiune de 100 Km și temperaturii de transport a mărfii T ($^{\circ}\text{C}$), asupra consumului de combustibil C (l);
- 7) studiul comparativ prin metode statistice al modelelor propuse în vederea identificării soluțiilor semnificative statistic, dar și a identificării limitelor privind aplicare în practică a acestora;

2.2.3 Contribuții cu aplicabilitate industrial

Complexitatea cercetărilor experimentale, integrarea permanentă a acestora în mediul industrial concret, relația directă cu sistemele de producție a făcut ca o parte importantă a rezultatelor activității de cercetare teoretică și experimentală să poată fi transferată deja în aplicații practice concrete în cadrul unei firme specializată în transportul special la temperatură controlată. Sunt menționate în continuare câteva din aceste rezultate, după cum urmează:

- 1) realizarea unor soluții noi de modele matematice pentru previziunea influențelor încărcăturii (t), vitezei medii V_m (în km/h) pe o porțiune de 100 Km și temperaturii de transport a mărfii T ($^{\circ}\text{C}$), asupra consumului de combustibil C (l);
- 2) elaborarea unor modele proprii simplificate pentru previziunea influențelor încărcăturii (t), asupra consumului de combustibil C (l);
- 3) elaborarea unui pachet de concluzii originale, verificate statistic, care se pot constitui într-un ghid de bune practici pentru optimizarea activității în transportul special la temperatură controlată, utilizabile direct și imediat;
- 4) elaborarea unei metode originale expeditivă pentru stabilirea consumului de carburant în funcție de încărcătură cu o rezoluție acceptabilă (corelație peste 70%);
- 5) elaborarea unor metode originale pentru compararea și identificarea oportunităților de optimizare în transportul special la temperatură controlată.

3. CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE ALE CERCETĂRII

3.1 Concluzii

Prezenta cercetare are ca punct de pornire limitarea existentă pentru resursele energetice, necesitatea orientării spre resurse energetice alternative, astfel încât dezvoltarea transportului rutier să corespundă legislației de mediu și să urmărească o direcție de dezvoltare durabilă și creșterea accentuată a solicitărilor pentru transportul special, mai ales transportul în condiții de refrigerare sau congelare a produselor.

Teza de doctorat a urmărit îmbunătățirea nivelului de cunoaștere a proceselor funcționale ale transportului special (componenta rutieră), în cazul activității logistice, abordată ca o componentă a proceselor de producție industrială, astfel încât personalul implicat în dezvoltarea proiectelor și sistemelor de producție industrială să înțeleagă clar condițiile de proces specifice pentru activitățile de transport special rutier, în care este utilizată tehnologia modernă (prin integrarea de sisteme inteligente), să cunoască produsele secundare obținute și să aibă informații cu privire la costurile și efectele acestora asupra mediului ambiant.

Lucrarea a propus și efectuat un studiu al activităților de transport – componente ale logisticii proceselor de producție industriale - pentru diverse trasee și produse, transportate în condiții diferite de mediu, în care să se observe, pentru cele mai importante etape, influența principalilor factori asupra procesului.

În prima etapă s-a realizat o analiză a stadiului actual privind locul și rolul transportului special în logistica proceselor de producție și al modalităților pentru valorificarea și analizarea completă a proceselor tehnologice din transporturile speciale integrate în logistica proceselor de producție prin abordarea sistemului de transport special ca un subsistem, cu specific logistic, integrat în procesul de producție, valorificarea sistemului de transport integrat făcându-se prin diverse tehnologii (prezentare generalizată), după care se face o analiză critică personalizată a principalelor tehnologii și sisteme.

Etapa a doua a fost concentrată pe studiul influenței factorilor externi asupra caracteristicilor funcționale ale echipamentelor utilizate în transportul special, folosind resursele și baza materială a unui agent economic din Germania (ADE.KÜHLTRANSPORTE), apoi identificarea factorilor de influență și a caracteristicilor funcționale ale echipamentelor, prezentarea condițiilor de manipulare a mărfurilor și a condițiilor de transport, corelarea factorilor de influență cu caracteristicile funcționale, analiza factorilor care influențează echipamentele mijloacelor de transport special și stabilirea itinerariilor obiectiv pentru experimentele de analiză a factorilor ce influențează echipamentele mijloacelor de transport special, urmărind variația parametrilor în procesele de încărcare-descărcare, respectiv în timpul deplasării pe 50 de itinerarii.

În cea de-a treia etapă s-a realizat o analiză a rezultatelor prin metode statistice, urmărindu-se diferențele statistice semnificative în distribuția variabilă a datelor datorate condițiilor de trafic suplimentare, determinate de caracteristicile căii rutiere (drum național sau autostradă), diferențele de greutate a încărcăturii din remorcă, dar și cele legate de natura specifică a mărfii (de exemplu: tipul de ciocolată, natura și starea cărnii etc.).

În finalul acestei etape, rezultatele prelucrării statistice pentru datele experimentale obținute au fost interpretate prin evaluarea impactului acestora și a semnificației și utilității practice prin generalizarea rezultatelor obținute.

Cercetarea efectuată în prezenta teză, a presupus un consum consistent de resurse materiale și timp pentru realizarea experimentelor, interpretări și modelări statistico-matematice care permit formularea de numeroase concluzii desprinse din rezultatele obținute.

Se citează o parte dintre acestea:

- Prin analiza integrată a conceptelor de transport special și logistică, abordate ca elemente ale sistemului de producție integrat, au fost selectate funcțiile sistemului de transport special, procesele și factorii care influențează optimizarea sistemelor de producție;

- S-au analizat principalele tipuri de sisteme de transport special și elementele de logistică durabilă, astfel încât să se identifice criteriile inițiale de optimizare a acestora, dar și factorii de influență selectați pentru experimentele ulterioare, cu accent pe transportul la temperatură dirijată;

- S-a efectuat analiza constructivă individuală a echipamentelor de transport specifice transportului rutier la temperatură dirijată, a particularităților acestora și a elementelor critice din procesul de fabricație pentru a fi corelate informațiile cu echipamentul utilizat în procesul de cercetare;

- S-au analizat soluțiile pentru îmbunătățirea performanțelor de izolare termică a echipamentelor specifice, pentru compania Schmitz Cargobull în cazul panourilor izolatoare prin tehnologia proprie - FERROPLAST Tehnologia Thermo;

- S-au analizat soluțiile pentru creșterea interoperabilității, concluzionându-se asupra echipamentelor de remorcă, inclusiv în cazul rampelor abrupte și vehiculelor parcate aproape la bord, dar și asupra posibilității atașării remorcii frigorifice la vagoane feroviare și nave fluviale/maritime, datorită marginilor de fixare robuste și plăcuțelor din oțel inoxidabil rezistente la coroziune, care fac încărcatul pe trenuri sigur și unei apărători pliabilă care se ajustează la forma vagonului atunci când este încărcat în tren;

- Prin analiza constructivă, funcțională și economică a principalelor caracteristici ale sistemelor de transport, inclusiv a sistemului de informații al remorcii care poate ține constant sub observație presiunea din anvelope, asistentul pentru plăcuțe de frână și imobilizatorul etc. se asigură siguranța vehiculului, a condițiilor de transport și a mărfurilor;

- Din analiza structurală și funcțională a rețelelor de transport a rezultat rolul decisiv al infrastructurii, componentă esențială a sistemului de transport special integrat în logistica de proces, cu precădere al infrastructurii rutiere, evidențiindu-se rețeaua de transport care deservește ansamblul deplasărilor necesar a fi efectuate, în funcție de cererea existentă, indiferent de obiectul transportat, dar și beneficiile unui sistem inteligent de transport (în engleză ITS), o aplicație avansată care urmărește să ofere servicii diferitelor tipuri de transport și managementului traficului, deoarece cu cât complexitatea rețelelor rutiere este mai mare și traficul mai intens, cu atât sunt reclamate mai multe informații furnizate prin panouri de afișaj, prin panouri specifice și marcaje;

- O concluzie importantă legată de ITS este faptul că în costul implementării unui sistem de transport inteligent, distribuția și colectarea datelor sunt, de regulă, elementul de cost principal, prelucrarea efectuată a datelor fiind software pur și având un cost relativ mai mic decât hardware-ul specific;

- Concluzia finală a studiului documentar este că se justifică obiectivul principal al tezei: evaluarea influențelor factorilor externi asupra caracteristicilor echipamentelor pentru transportul refrigerat/congelat, în condiții de temperatură controlată pentru produse alimentare, care variază în funcție de diferite condiții;

- Având în vedere că perioada diferențele cele mai mari de temperatură între interiorul remorcii și mediul ambiant este în lunile de vară, analiza a luat în considerare monitorizarea pentru lunile iunie, iulie, august;

- În cercetarea actuală s-au urmărit diferențele statistice semnificative în distribuția variabilă a datelor datorate condițiilor de trafic suplimentare determinate de caracteristicile căii rutiere (drum național sau autostradă), diferențele de greutate a încărcăturii din remorcă, dar și cele legate de natura specifică a mărfii (de exemplu: tipul de ciocolată, natura și starea cărnii etc.);

- Rezultatele obținute au arătat că există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența bifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii și viteza medie de deplasare a capului tractor cu o rezoluție mai bună de 80.3814 %, model care poate fi simplificat, deoarece în cazul particular al vitezei medii P-value este de 0.0821, mai mare decât 0,05, ceea ce înseamnă că variabila nu este în relație semnificativă statistic pentru un nivel de încredere de 95%, altfel spus din modelul considerat se poate înlocui variabila viteza medie, V_m ;

- Rezultatele unei analize variaționale asupra celor trei serii de date (Consum, încărcătura și viteza medie, V_m) în cazul studiului influenței încărcăturii și vitezei medii asupra consumului de combustibil pentru transportul cărnii congelate se demonstrează că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor trei serii de variabile la un nivel de încredere de 95.0%, adică în cazul transportului de carne congelată la -200C, pentru condiții de soare, fără declivități mari (sub 2 %), fără prezența semnificativă a vântului, în condiții de trafic relativ ușor, pentru nivelul de echipare a capului tractor cu sistemele inteligente prezentate anterior, modelul cel mai adecvat este cel obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența bifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii și viteza medie de deplasare a capului tractor;

- În cazul studiului influenței încărcăturii și vitezei medii de deplasare asupra consumului de combustibil la transportul ciocolatei arată că există o diferență statistică semnificativă între mediile celor trei serii de variabile la un nivel de încredere de 95.0% și există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența bifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii și viteza medie de deplasare a capului tractor, relația fiind explicită pentru 81.2393 % dintre variabile;

- După studiul influenței încărcăturii, vitezei medii de deplasare și temperaturii de transport asupra consumului de combustibil s-a constatat că există un model obținut prin regresie liniară multiplă care poate descrie dependența trifactorială a consumului de combustibil de încărcătura remorcii, viteza medie de deplasare a capului tractor și temperatura menținută în incinta de transport pentru un nivel de încredere de 95.0%, valabil pentru 57.4654 % dintre variabile;

- În finalul cercetării experimentale s-a concluzionat că modelele și metoda propusă permit detectarea unor situații de excepție când pentru un itinerariu au existat factori perturbatori semnificativi, fiind necesară o examinare mai atentă a istoricului acestui experiment, iar existența unor porțiuni înclinate pe un traseu influențează semnificativ consumul de combustibil, dar, pentru prezentul experiment nu dispunem de date suficiente pentru a formula o concluzie relevantă statistic;

- În urma concluziilor și observațiilor finale s-a concluzionat și că este necesar un studiu detaliat asupra influenței gradului de aglomerare asupra consumului de combustibil, dar și că modelul simplificat de tip polinom de ordinul 1, satisface cel mai bine condiția de reprezentare a dependenței $C=f(I)$, pentru 67,1 % din valorile experimentale;

- Interpretarea practică a modelelor polinomiale monovariabile arată că influența celorlalți factori perturbatori (condiții meteo, temperatură de transport, pante/rampe în trasee și, uneori chiar blocaje rutiere), se atenuază odată cu creșterea încărcăturii, putându-se înregistra chiar diminuări ale consumului de carburant în cazul încărcăturilor de peste 20t.

Lucrarea generează o seamă de contribuții personale, teoretice și experimentale, cu valoare aplicativă, având la bază un studiu documentar, numeroase experimente dar și modelarea statistico-matematică susținută de programe dedicate.

3.2 Perspective ale cercetării

Urmare a prezentei cercetări, teoretice, experimentale și aplicative, ca urmare a experienței acumulate, au fost identificate următoarele direcții de studiu principale:

- extinderea cercetărilor experimentale printr-un studiu detaliat asupra influenței gradului de aglomerare din infrastructura rutieră asupra consumului de combustibil;
- realizarea unor analize statistico-matematice suplimentare printr-o analiză prin regresie de tip polinomial pentru modelul simplificat $C= f(I)$, deoarece simplificând în studiul statistic al dependenței multiple cu secțiunea $C= f(I)$ se poate obține graficul valorilor previzionate;

- corelarea performanțelor funcționale ale sistemelor de transport cu alte condiții speciale de pe traseu prin efectuarea unor experimente dedicate acestor condiții speciale (existența unor porțiuni înclinate pe un traseu, etc.);
- extinderea cercetărilor experimentale prin analiza influenței manierei de șofat, a condiții reale de factori psiho-sociali etc., pentru a crește siguranța, eficiența și controlul performanțelor pentru sistemul propus.
- dezvoltarea unui instrument digital pentru estimarea sau chiar predicția consumului de combustibil în diverse modele și condiții de deplasare (simulatoare de consum).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Tudor, E., Lontis, S. N., Tutunaru, E. N., Țucu, D., (2025). Evaluation of remote sensing technologies for measuring the accumulated precipitation, 50th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2025.
- [2] Neuner, J., (2000). Sisteme de poziționare Globală, Editura Matrix Rom, Bucuresti, ISBN 973-685-180-X.
- [3] Bota, C., Caruntu, B., Tucu, D., Lapadat, M., Pasca, M.S. (2020). A Least Squares Differential Quadrature Method for a Class of Nonlinear Partial Differential Equations of Fractional Order. In: Mathematics, 8(8). DOI10.3390/math8081336
- [4] Artés, F., LiDAR and Digital Imaging. Multi-Sensor Technology for a Streamlined Digital, Environment, Applanix Corporation
- [5] Raicu, Ș., Popa, M., Mocuța, G. E., Burciu, Ș. (2011). Logistica Transporturilor, Editura Academiei Oamenilor de Știință din România, București 2011, ISBN 978-606-8371-29-0
- [6] Bălan, C. (2017). *Logistica transporturilor și distribuției*. Editura Universitară, București.
- [7] Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2017). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. Kogan Page, London.
- [8] Vasiliu, C., Felea, M., Maruntelu, I., Gheorghe Caraiani, G. (2008). Logistica și distribuția marfurilor. ISBN: 978-606-505-148-5.
- [9] Vasile, D. & Georgescu, M. (2018). *Logistică și transporturi speciale*. Editura ASE, București.
- [10] Regulamentul (CE) nr. 852/2004 al Parlamentului European și al Consiliului privind igiena produselor alimentare.
- [11] Jünemann R. (1988). Logistische Systeme: Automation als Erfolgsfaktor. Verlag TÜV Rheinland, Köln 1988, ISBN 3-88585-548-8.
- [12] –Acord referitor la transportul rutier internațional al mărfurilor periculoase – ADR- Vol I., Vol II., 2023.
- [13] ***, [Regulamentul CLP](#) (Clasificare, Etichetare, Ambalare): Regulamentul (CE) nr. 1272/2008, accesat 10.09.2025
- [14] Maiorino, A., Petruzzello, F., Aprea, C. (2021). Refrigerated Transport: State of the Art, Technical Issues, Innovations and Challenges for Sustainability. *Energies*, 14, 7237. <https://doi.org/10.3390/en14217237>.
- [15] Mota-Babiloni, A., Barbosa, J.R., Makhnatch, P., Lozano, J.A. (2020). Assessment of the Utilization of Equivalent Warming Impact Metrics in Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pump Systems. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 129, 109929.
- [16] Fabris, F., Fabrizio, M., Marinetti, S., Rossetti, A., Minetto, S. (2024). Evaluation of the carbon footprint of HFC and natural refrigerant transport refrigeration units from a life-cycle perspective. *International Journal of Refrigeration*, 159, 17–27.
- [17] Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., Uysal, I. (2017). Time–Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 16, 647–667.
- [18] Selvnes, H., Allouche, Y., Manescu, R.I., Hafner, A. (2021). Review on Cold Thermal Energy Storage Applied to Refrigeration Systems Using Phase Change Materials. *Therm. Sci. Eng. Prog.*, 22, 100807.
- [19] Awad, M., Ndiaye, M., Osman, A. (2020). Vehicle Routing in Cold Food Supply Chain Logistics: A Literature Review. *Int. J. Logist. Manag.*, 32, 592–617.
- [20] Minetto, S., Fabris, F., Marinetti, S., Rossetti, A. (2023). Towards sustainability of road refrigerated transport in the food chain. 26th International Congress of Refrigeration, 21-25 August, Paris, France. <https://doi.org/10.18462/iir.icr.2023.1156>.
- [21] Dima D., Pamfilie R., Procopie R., 2001, Mărfurile alimentare în comerțul internațional. Editura Economică, București
- [22] Aberle, G. (2003) Freight Transport and Logistical Imperatives for the Modal Split. 50 Years of Transport Research: 50 Years of Transport Research Experience Gained and Major Challenges Ahead, 333-353
- [23] Mihăilescu, R. (2020). *Managementul lanțului frigorific în industria alimentară*. Editura Agroprint, Timișoara.

- [24] FAO & WHO – *Codex Alimentarius – Recommended International Code of Practice for the Transport and Storage of Food Products under Refrigeration*.
- [25] Dincer, I., & Kanoglu, M. (2020). *Refrigeration Systems and Applications*. Wiley.
- [26] Popescu, I. (2016). *Tehnologii moderne în transportul rutier de mărfuri perisabile*. Editura Universitară, București.
- [27] Vasile, V., & Voicu, M. C. (2018). *Impactul tehnologiilor de transport frigorific asupra lanțului logistic al produselor alimentare perisabile*. Revista Română de Transporturi și Logistică, 3(2), 15–24.
- [28] Sorescu, L. (2021). *Sisteme frigorifice în transportul auto*. Editura MatrixRom, București.
- [29] Arhivă personală realizată pe durata cercetării Tudor Eugen
- [30] ***. <https://frigobody.ro/furgon-izoterm/> accesat 19.08.2025
- [31] ***. [Refrigerated Trailer Rental | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [32] ***. [Refrigerated Trailer Rental | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [33] ***. [Refrigerated vehicles 820 kg | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [34] ***. [Refrigerated vehicles 7,100 kg | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [34] ***. [Refrigerated vehicles 780 kg | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [36] ***. [Petit Forestier présente un triporteur électrique](#) accesat 19.08.2025
- [37] ***. [Refrigerated vehicles 14,000 kg | Petit Forestier](#) accesat 19.08.2025
- [38] ***. [150 Schmitz Cargobull S KO COOL Executive - Schmitz Cargobull](#) accesat 19.08.2025
- [39] ***. [dsc_1801_production_sko-cool.jpg \(6048x4024\)](#) accesat 19.08.2025
- [40] ***. [production_scu_production-line .jpg \(4024x6048\)](#) accesat 19.08.2025
- [41] ***. [dsc_1727_production_side-wall.jpg \(6048x4024\)](#) accesat 19.08.2025
- [42] ***. [production_scu_production-line .jpg \(4024x6048\)](#) accesat 19.08.2025
- [43] ***. [Schmitz Cargobull – Refrigerated semitrailer – SKO 24/L-13.4 FP COOL V7 – LET WEB SMEs](#) accesat 19.08.2025
- [44] Broșură Semiremorcă Schmitz Cargobull SCU accesat 19.08.2025
- [45] ***. [SmartTrailer](#) accesat 19.08.2025
- [46] ***. [Refrigerated semi-trailers](#) accesat 19.08.2025
- [47] ***. [Hegemann transporte, UAB. Contacts, map. Rekvizitai.lt](#) accesat 19.08.2025
- [48] ***. Tratatul de la Maastricht, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:11992M/TXT&from=EN>, accesat 10.09.2025
- [49] Banciu, D., s.a. (2003). *Sisteme inteligente de transport*, Editura Tehnică, București
- [50] ***. Directiva 2010/40/UE, <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/40/oj>, accesat 10.09.2025
- [51] Merchant, D. K., Nemhauser, G. L., (1976). A model and an algorithm for the dynamic traffic assignment problem. In *Traffic Equilibrium Methods*; Springer: Berlin, Germany, 1976; pp. 265–273.
- [52] ***. <https://tirmagazin.ro/vehicule-comerciale/video-schmitz-cargobull-smart-trailer-days-eficienta-durabila-si-conexiuni-digitalizate> accesat 28.08.2025
- [53] ***. [S.KO COOL SMART EXECUTIVE PLUS](#) accesat 28.08.2025
- [54] Wu, L., Liu, S., Liu, D., Fang, Z., Xu, H. (2015) Modelling and forecasting CO2 emissions in the BRICS (Brazil, Russia, India, China, and South Africa) countries using a novel multi-variable grey model. *Energy*, 79, 489–95.
- [55] Karakurt, I., Aydin, G. (2023). Development of regression models to forecast the CO2 emissions from fossil fuels in the BRICS and MINT countries. *Energy*, 263. 125650. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125650>.
- [56] International Institute of Refrigeration (IIR). (2021). 7th inforamory note on refrigeration and food. The Carbon Footprint of the Cold Chain. <https://doi.org/10.18462/iir.INfood07.04.2021>.
- [57] Tucu, A., Purcarea, A.A., Crisan, G.C., Vasilica, A., Tucu, D. (2021). Quality evaluation of occupational health & safety (OHS) risk management systems from agriculture. In *Book Series: Actual Tasks on Agricultural Engineering-Zagreb*, vol.48, 527-534.
- [58] Tucu, D., Golimba, A.G., Mnerie, D. (2010). Grippers design integrated in handling systems destined to agriculture mechanization. *Actual Tasks on Agricultural Engineering-Zagreb* 38, 447-454.
- [59] International Institute of Refrigeration (IIR). (2021). 7th inforamory note on refrigeration and food. The Carbon Footprint of the Cold Chain. <https://doi.org/10.18462/iir.INfood07.04.2021>.
- [60] Tudor, E. (2018). Aspecte ale activității ADE.KUHLTRANSPORT, Lucrare de dizertație, Facultatea de Mecanică, UPTimișoara, 2018.
- [61] ***. [SmartTrailer](#) accesat 28.08.2025
- [62] ATP - Acord privind transporturile internaționale de produse perisabile și echipamentele speciale utilizate pentru aceste transporturi – actualizat (Geneva, 1970, cu amendamente ulterioare).
- [63] ISO 1496-2:2018 – *Container equipment – Reefer containers – Specification and testing*.

- [64] Ministerul Transporturilor din România – Ghid privind omologarea echipamentelor frigorifice pentru transport rutier.
- [65] European Commission – *Cold Chain Management in Food Logistics*, Raport tehnic, 2022.
- [66] Kuranovič, V., Ustinovichius, L., Nowak, M., Bazaras, D., Sokolovskij, E. (2025), Improving the Freight Transportation System in the Context of the Country's Economic Development – *Sustainability* Un articol nou care discută cum sistemul de transport de mărfuri poate fi îmbunătățit în contextul dezvoltării economice a unei țări. [MDPI](#)
- [67] Intermodal Transportation Challenges in Eastern Europe: Case Study of Romania, (2024) Studiu de caz important pentru România, care examinează provocările transportului intermodal, terminale, apă interioară etc. [Paradigm+1](#)
- [68] Cristea, A. (2016). *Transporturi rutiere. Teorie și practică*. Editura MatrixRom, București.
- [69] Hîncu, D. (2019). *Sisteme logistice integrate în transporturi*. Editura ASE, București.
- [70] McKinnon, A. C., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M. (2015). *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*. Kogan Page.
- [71] Stroe, A. (2015). *Instalații frigorifice și climatizare pentru transportul rutier de mărfuri*. Editura AGIR, București.
- [72] ASHRAE (2021). *ASHRAE Handbook – Refrigeration*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- [73] Arora, C. P. (2016). *Refrigeration and Air Conditioning*. Tata McGraw-Hill.
- [74] European Committee for Standardization (CEN). (2020). *EN 12830: Temperature recorders for transport, storage and distribution of temperature sensitive goods*.
- [75] Codul internațional pentru transportul alimentelor perisabile – FAO/WHO Codex Alimentarius.
- [76] ISO 22000:2018 – *Food Safety Management Systems – Requirements for any organization in the food chain*.
- [77] James, S. J., & James, C. (2014). *The food cold-chain and climate change*. Food Research International, 57, 91–98.
- [78] Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). *Reducing food losses by intelligent food logistics*. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 372(2017).
- [79] Zhang, Y., et al. (2020). *Optimization of refrigerated transport systems using IoT-based monitoring*. *International Journal of Refrigeration*, 118, 132–145.
- [80] Barlow, T.J., Latham, S., McCrae, I.S., and Boulter, P.G. (2009). A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicles emission. PPR354, (2009) TRL, Crowthorne UK
- [81] Barth, M., Feng, An., Younglove, T., Scora, G., Levine, C., Ross, M., and Wenzel, T. (2000) Development of a Comprehensive Modal Emissions Model. NCHRP Web-only document 122.
- [82] Brundell-Freij, K., Ericsson, E., (2005). Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns. Transportation Research Part D: Transport and Environment 10 (2005) 213–229.
- [83] Chamberlin, R., Swanson, B., Talbot, E., Dumont, J., Pesci, S, (2011). Analysis of MOVES and CMEM for evaluating the emissions impact of an intersection control change. In: 90th Transportation Research Board Annual Meeting, #11-0673 (2011), Washington, D.C.
- [84] Frey, H, C, N.M. Roupai and H. Zhai, (1987). Speed- and Facility-Specific Emission Estimates for On-Road Light-Duty Vehicles on the Basis of Real-World Speed Profiles. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1987, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2006, pp. 128–137
- [85] HCM, Highway Capacity Manual (2010) Transport Research Board Washington D.C.
- [86] Hirschmann, K., M. Fellendorf A, (2010). Toolbox to quantify emission reductions due to signal control. 89nd Annual Meeting TRB, (2010) Washington DC.
- [87] Jimenez-Palacios, J.L, (1999). Understanding and Quantifying Motor Vehicle Emissions with Vehicle Specific Power and TILDAS Remote Sensing, PhD Dissertation (1999) MIT
- [88] Joumard, R, Jost P., Hickman, J., Hassel, D, (1995). Hot passenger car emissions modelling as a function of instantaneous speed and acceleration. Science of The Total Environment, Volume 169, Issues 1–3, 8 July 1995, Pages 167-174
- [89] Li, J., Van Zuylen, H.J., Chen, Y., Viti, F., Wilmink, I, (2013). Calibration of a Microscopic Simulation Model for Emission Calculation, Transportation Research Part C, Vol.31, 2013, pp. 172–184
- [90] Li, J., H.J. van Zuylen, X, (2015). Xu Driver type categorization and Microscopic Simulation Model Calibration. Transportation Research Record:

Journal of the Transportation Research Board, No. 2491, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2015, pp. 53–60.

[91] Nam, E.K., Gierczak, C.A., Butler, J.W, (2003). A comparison of real-world and modeled emissions under conditions of variable driver aggressiveness.

82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, (2003) Washington, DC

[92] Robertson, D. I., (1969). TRANSYT, a traffic network study tool. Ministry of Transport, Crowthorne, U.K., 1969 RRL Report LR253.

[93] Scora, G., Barth, M, (2006). Comprehensive modal emissions model (CMEM) user's guide (version 3.01).

http://cmscert.engr.ucr.edu/cmeme/docs/CMEM_User_Guide_v3.01d.pdf

[94] Shabihkhani, R, and Gonzales, E.J, (2013). Analytical Model for Vehicle Emissions at a Signalized Intersection: Integrating Traffic and Microscopic Emissions Models, 92nd Annual Meeting TRB, 2013 Washington DC.

[95] Smit R, Smokers R and Schoen E, (2005). VERSIT+ LD: Development of a new emission factor model for passenger cars linking real-world emissions to driving cycle characteristics, Proceedings of the 14th Symposium Transport and Air Pollution, Vol. 1, 1-3 June 2005, Graz, Austria, ISBN 3, 902465 16 6, pp.177-186.

[96] Song, G., L. Yu, Z. Geng, (2015). Optimization of Wiedemann and Fritzsche car-following models for emission estimation. *Transportation Research Part D* 34 (2015) 318–329

[97] Traffic Management Bureau of the Ministry of Public Security. The total number of motor vehicles reached 233 million and the total number of licensed drivers reached 247 million. [<http://www.mps.gov.cn/n16/n1282/u3553/3413423.html>], accessed August 2013

[98] U.S. Environmental Protection Agency. User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2: Mobile Source Emission Factor Model. U.S. Environmental Protection Agency, Aug. 2003, pp. 9–22.

[99] Uhlik, K., *et al.*, (2012). Elaboration of a Program to Facilitate the Implementation of the directive 2009/33/ec

on the Promotion of Clean and Energy-Efficient Road Motor Vehicles, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 2, (2012), 3, pp. 170-177

[100] Medar, O.M., *et al.*, (2014). Assessing the Impact of Transport Policy Instruments on Road Haulage Energy Efficiency, *Thermal Science*, 18, (2014), 1, pp. 323-337

[101] Wang-Helmreich H., Lochner, S, (2012). The potential of natural gas as a bridging technology in low- emission road transportation in Germany, *Thermal Science*, 16, (2012), 3, pp. 729-746

[102] Alam, A., Hatzopoulou, M., (2014). Reducing transit bus emissions: Alternative fuels or traffic operations?, *Atmospheric Environment*, 89, (2014), pp. 129-139

[103] ***, Technical Assessment of Advanced Transit Bus Propulsion Systems for Dallas Area Rapid Transit, 2002, Battelle, Columbus OH, USA

[104] Chandler, K., Walkowicz, K.,(2006). King County Metro Transit Hybrid Articulated Buses: Final Evaluation Results, Technical Report NREL/TP-540-40585, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006

[105] De Almeida d'Agosto, M., Ribeiro, S.K., (2004). Performance evaluation of hybrid-drive buses and potential fuel savings in Brazilian urban transit, *Transportation*, 31, (2004), pp. 479-496.

[106] Barnitt, R., Chandler, K., (2006). New York City Transit (NYCT) Hybrid (125 Order) and CNG Transit Buses. Final Evaluation Results, Technical Report NREL/TP-540-40125, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006

[107] Chandler, K., *et al.*, (2006). Washington Metropolitan Area Transit Authority: Compressed Natural Gas Transit Bus Evaluation, Technical Report NREL/TP-540-37626, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006

[108] Pelkmans, L., *et al.*, (2001). Influence of vehicle test cycle characteristics on fuel consumption and emissions of city buses, SAE Technical Paper Series 2001-01-2002, Society of Automotive Engineers, Warrendale PA, USA, 2001

[109] Frey, H.C., *et al.*, (2007). Comparing real-world fuel consumption for diesel- and hydrogen-fueled transit buses and implication for emissions, *Transportation Research Part D*, 12, (2007), pp. 281-291

[110] Wang, A., *et al.*, (2011). On-road pollutant emission and fuel consumption characteristics of buses in Beijing, *Journal of Environmental Sciences*, 23, (2011) 3, pp. 419-426

[111] Zhang, S., *et al.*, (2014). Real-world fuel consumption and CO2 emissions of urban public buses in Beijing, *Applied Energy*, 113, (2014), pp. 1645-1655

[112] Ma, H., *et al.*, (2015). Effects of driving style on the fuel consumption of city buses under different road conditions and vehicle masses, *Transportation Research Part D*, 41, (2015), pp. 205-216

- [113] Stefanovi´c N., Miliji´c S., Hristi´c ND., (2020). System approach in process of planning and project documentation preparation for highway corridors as an instrument for establishing the Trans-European Transport Network. *Transp Res Procedia* 2020;45 (2019):491–8. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.043>.
- [114] Tudor, E., Lontis, S. N., Tutunaru, E. N., Țucu, D., (2025). Evaluation of remote sensing technologies for measuring the accumulated precipitation, 50th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2025.
- [115] Kazomir, E. C., Tudor, E., Tutunaru, E. N., Țucu, A., Țucu, D., (2025). A comparative analysis of domestic biomass combustion systems, 50th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2025.
- [116] Farzaneh, R., Johnson, J., Jaikumar, R., Ramani, T., Zietsman, J., (2020). Use of Vehicle Telematics Data to Characterize Drayage Heavy-Duty Truck Idling. *Transp Res Rec* 2020;2674(11):542–53. <https://doi.org/10.1177/0361198120945990>.
- [117] ***. Regulamentul (UE) nr. 1169/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 25 octombrie 2011 privind informarea consumatorilor cu privire la produsele alimentare, accesat 10.09.2025
- [103] ***, Technical Assessment of Advanced Transit Bus Propulsion Systems for Dallas Area Rapid Transit, 2002, Battelle, Columbus OH, USA
- [104] Chandler, K., Walkowicz, K.,(2006). King County Metro Transit Hybrid Articulated Buses: Final Evaluation Results, Technical Report NREL/TP-540-40585, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006
- [105] De Almeida d’Agosto, M., Ribeiro, S.K., (2004). Performance evaluation of hybrid-drive buses and potential fuel savings in Brazilian urban transit, *Transportation*, 31, (2004), pp. 479-496.
- [106] Barnitt, R., Chandler, K., (2006). New York City Transit (NYCT) Hybrid (125 Order) and CNG Transit Buses. Final Evaluation Results, Technical Report NREL/TP-540-40125, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006
- [107] Chandler, K., *et al.*, (2006). Washington Metropolitan Area Transit Authority: Compressed Natural Gas Transit Bus Evaluation, Technical Report NREL/TP-540-37626, National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA, 2006
- [108] Pelkmans, L., *et al.*, (2001). Influence of vehicle test cycle characteristics on fuel consumption and emissions of city buses, SAE Technical Paper Series 2001-01-2002, Society of Automotive Engineers, Warrendale PA, USA, 2001
- [109] Frey, H.C., *et al.*, (2007). Comparing real-world fuel consumption for diesel- and hydrogen-fueled transit buses and implication for emissions, *Transportation Research Part D*, 12, (2007), pp. 281-291
- [110] Wang, A., *et al.*, (2011). On-road pollutant emission and fuel consumption characteristics of buses in Beijing, *Journal of Environmental Sciences*, 23, (2011) 3, pp. 419-426
- [111] Zhang, S., *et al.*, (2014). Real-world fuel consumption and CO2 emissions of urban public buses in Beijing, *Applied Energy*, 113, (2014), pp. 1645-1655
- [112] Ma, H., *et al.*, (2015). Effects of driving style on the fuel consumption of city buses under different road conditions and vehicle masses, *Transportation Research Part D*, 41, (2015), pp. 205-216
- [113] Stefanovi´c N., Miliji´c S., Hristi´c ND., (2020). System approach in process of planning and project documentation preparation for highway corridors as an instrument for establishing the Trans-European Transport Network. *Transp Res Procedia* 2020;45 (2019):491–8. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.043>.
- [114] Tudor, E., Lontis, S. N., Tutunaru, E. N., Țucu, D., (2025). Evaluation of remote sensing technologies for measuring the accumulated precipitation, 50th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2025.
- [115] Kazomir, E. C., Tudor, E., Tutunaru, E. N., Țucu, A., Țucu, D., (2025). A comparative analysis of domestic biomass combustion systems, 50th Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2025.
- [116] Farzaneh, R., Johnson, J., Jaikumar, R., Ramani, T., Zietsman, J., (2020). Use of Vehicle Telematics Data to Characterize Drayage Heavy-Duty Truck Idling. *Transp Res Rec* 2020;2674(11):542–53. <https://doi.org/10.1177/0361198120945990>.
- [117] ***. Regulamentul (UE) nr. 1169/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 25 octombrie 2011 privind informarea consumatorilor cu privire la produsele alimentare, accesat 10.09.2025
- [118] ***. Regulamentul (CE) nr. 178/2002 al Parlamentului European și al Consiliului din 28 ianuarie 2002 de stabilire a principiilor și a cerințelor generale ale legislației alimentare, de instituire a Autorității Europene pentru Siguranța Alimentară și de stabilire a procedurilor în domeniul siguranței produselor alimentare; accesat 10.09.2025
- [119] ***. Regulamentul (CE) nr. 852/2004 al Parlamentului European și al Consiliului din 29 aprilie 2004 privind igiena produselor alimentare; accesat 10.09.2025

- [120] ***. Regulamentul (CE) nr. 1333/2008 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 decembrie 2008 privind aditivii alimentari (Text cu relevanță pentru SEE); accesat 10.08.2025
- [121] ***. Regulamentul (CE) nr. 178/2002 al Parlamentului European și al Consiliului din 28 ianuarie 2002 de stabilire a principiilor și a cerințelor generale ale legislației alimentare, de instituire a Autorității Europene pentru Siguranța Alimentară și de stabilire a procedurilor în domeniul siguranței produselor alimentare; accesat 10.08.2025
- [122] Merchant, D. K., Nemhauser, G. L., (1976). A model and an algorithm for the dynamic traffic assignment problem. In *Traffic Equilibrium Methods*; Springer: Berlin, Germany, 1976; pp. 265–273.
- [123] Yagil, D., (1998). Gender and age-related differences in attitudes toward traffic laws and traffic violations. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 1998, 1, 123–135. [[CrossRef](#)]
- [124] Panafieu, B., (1994). Les essais de recepteurs GPS; *L'onde Electrique*, ian.- febr. 1994, pp. 3-8 2.
- [125] ***. Recepteurs GPS; *Le Haut-Parleur*; aug. 1993; pp. 28-31.
- [126] Li, S.E., Peng, H., (2012). Strategies to minimize the fuel consumption of passenger cars during car-following scenarios. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng.* 2012, 226, 419–429. [[CrossRef](#)]
- [127] Haworth, N., Symmons, M., (2018). Driving To Reduce Fuel Consumption And Improve Road Safety. Monash University Accident Research Centre. Available online: <http://acrs.org.au/files/arsrpe/RS010036.pdf> (accessed on 3 March 2018).
- [128] Alam, M.S., McNabola, A., (2014). A critical review and assessment of Eco-Driving policy & technology: Benefits & limitations. *Transp. Policy* 2014, 35, 42–49.
- [129] Wills, A. R., Watson, B., Biggs, H. C., (2006). Comparing safety climate factors as predictors of work-related driving behavior. *J. Saf. Res.* 2006, 37, 375–383. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- [130] Carrese, S., Gemma, A., La Spada, S., (2013). Impacts of Driving Behaviours, Slope and Vehicle Load Factor on Bus Fuel Consumption and Emissions: A Real Case Study in the City of Rome. *Procedia-Soc. Behav. Sci.* 2013, 87, 211–221. [[CrossRef](#)]
- [131] Shafaghat, A., Keyvanfar, A., Manteghi, G., Lamit, H., (2016). Environmental-conscious factors affecting street microclimate and individuals' respiratory health in tropical coastal cities. *Sustain. Cities Soc.* 2016, 21, 35–50. [[CrossRef](#)]
- [132] Sun, L., Karwan, M. H., Kwon, C., (2016). Incorporating driver behaviors in network design problems: Challenges and opportunities. *Transp. Rev.* 2016, 36, 454–478. [[CrossRef](#)]
- [133] Wåhlberg, A. E., (2002). Fuel efficient driving training—state of the art and quantification of effects. *E141 Proceedings of Soric'02*.
- [134] Wåhlberg, A.E., (2007). Long-term effects of training in economical driving: fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback. *Int. J. Ind. Ergon.* 37 (4), 333–343.
- [135] Ang, B.W., (1991). Statistical evaluation of fuel consumption of buses with specific operational changes. *Energy* 16 (10), 1225–1230.
- [136] Ang, B.W., Deng, C. C., (1990). The effects of maintenance on the fuel efficiency of public buses. *Energy* 15 (12), 1099–1105.
- [137] Ang, B.W., Fwa, T.F., (1989). A study on the fuel-consumption characteristics of public buses. *Energy* 14 (12), 797–803.
- [138] Ang, B.W., Fwa, T.F., Poh, C.K., (1991). A statistical analysis of the fuel efficiencies of public buses. *Energy* 16 (5), 823–831.
- [139] Beusen, B., Broekx, S., Denys T., Beckx, C., Degraeuwe, B., Gijssbers, M., Scheepers, K., Govaerts, L., Torfs, R., Panis, L.I., (2009). Using on-board logging devices to study the longer-term impact of an eco-driving course. *Transport. Res. Part D: Transp. Environ.* 14 (7), 514–520.
- [140] Clark, N.N., Vora, K.A., Wang, L., Gautam, M., Scott Wayne, W., Thompson, G.J., (2010). Expressing cycles and their emissions on the basis of properties and results from other cycles. *Environ. Sci. Technol.* 44 (15), 5986–5992.