Marius DEAC Teodora DEAC

TRANSPORT MULTIMODAL

Teorie și aplicații

U.T.PRESS
Cluj-Napoca, 2026
ISBN 978-606-737-830-6

Marius DEAC **Teodora DEAC**

TRANSPORT MULTIMODAL

Teorie și aplicații

U.T.PRESS
Cluj - Napoca, 2026
ISBN 978-606-737-830-6

Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
http://biblioteca.utcluj.ro/editura

Recenzia:

Conf.dr.ing. Marius Ghereș
Șf.lucr.dr.ec. Ioana Sechel

Pregătire format electronic on-line: Gabriela Groza

Copyright © 2026 Editura UTPRESS
Reproducerea integrală sau parţială a textului sau ilustraţiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-830-6

Cuprins:

Capitolul 1. Analiza condițiilor de transport a mărfurilor în Transportul Multimodal. 6

Introducere 6

1.1.Considerații teoretice 6

1.2. Analiza principalelor caracteristici ale mărfurilor 10

1.3. Studiu de caz privind analiza condițiilor de transport / proprietăților fizice-chimice ale mărfurilor generale / perisabile 19

1.3. Aplicație propusă 23

Bibliografie 23

Capitolul 2. Analiza contractelor de transport și a documentelor de însoțire a mărfurilor în Transportul Multimodal 25

Introducere 25

2.1.Considerații teoretice privind contractele de transport 26

2.2. Analiza documentelor de însoțire a mărfurilor specifice fiecărui mod de transport implicat în sistemul multimodal 36

2.3. Aplicații propuse 43

Bibliografie 44

Capitolul 3. Metode de ambalare a mărfurilor în Transportul Multimodal (ambalare primară și secundară) 45

Introducere 45

3.1 Considerații teoretice 46

3.1.1 Ambalarea primară 46

3.1.2 Ambalarea secundară 58

3.2 Studiu de caz privind ambalarea primară și secundară a mărfurilor 65

3.3. Aplicație propusă 72

Bibliografie 72

Capitolul 4. Metode de ambalare a mărfurilor în Transportul Multimodal (ambalarea terțiară) 75

Introducere 75

4.1 Considerații teoretice..... 76

4.2 Studiu de caz privind ambalarea terțiară a mărfurilor în sistemul de transport multimodal..... 86

4.3. Aplicație propusă 92

Bibliografie 93

Capitolul 5. Determinarea rutelor în transportul multimodal (rutarea) 94

Introducere 94

5.1 Considerații teoretice..... 94

5.2. Studiu de caz privind determinarea rutelor de transport 99

5.3. Aplicație propusă 103

Bibliografie 104

Capitolul 6. Analiza și determinarea costurilor aferente transportului multimodal al mărfurilor 105

Introducere 105

6.1. Considerații teoretice 105

Structura costurilor în transportul multimodal 106

Calculul costului total al transportului de mărfuri în sistem multimodal..... 107

Costuri logistice suplimentare în transportul multimodal de mărfuri..... 110

6.2.Studiu de caz privind determinarea costului unui transport în sistem multimodal..... 113

6.3.Aplicație propusă 118

Bibliografie 118

Capitolul 7. Metode de optimizare a transportului în sistem multimodal 120
Introducere 120
7.1. Considerații teoretice 120
7.2. Studiu de caz privind optimizarea unui transport de mărfuri perisabile în sistem multimodal 127
7.3.Aplicație propusă 137
Bibliografie 137
Anexe 139
Anexa 1. Model orientativ de Contract de transport unimodal (rutier) 140
Anexa 2. Model orientativ de Contract de transport multimodal 144
Anexa 3. Model orientativ CMR 149
Anexa 4. Modele orientative transport feroviar 150
Anexa 5. Modele orientative Bill of Landing 150
Anexa 6. Factura 153
Anexa 7. Aviz 154

Capitolul 1. Analiza condițiilor de transport a mărfurilor în Transportul Multimodal.

Introducere

În capitolul 1, se prezintă, considerațiile teoretice, principalele condiții de transport a mărfurilor în sistem multimodal, principalii factori de influență asupra modului de organizare a transportului, precum și principalele proprietăți fizice-chimice ale mărfurilor, cu influență directă asupra alegerii logisticii necesare transportului de mărfuri în sistem multimodal.

Capitolul se structurează pe trei secțiuni principale 1.1. Considerații teoretice; 1.2. Studiu de caz privind analiza condițiilor de transport / proprietăților fizice-chimice ale mărfurilor generale / perisabile; 1.3. Aplicație propusă și Bibliografie.

În secțiunea 1.1. Considerații teoretice sunt prezentate noțiunile fundamentale necesare organizării transportului de mărfuri în sistem multimodal, principalele condiții de transport în concordanță cu modurile de transport (rutier, feroviar, naval, aerian) utilizate, factori de influență asupra modului de organizare a transportului și se definesc / analizează principalele proprietăți fizice – chimice ale mărfurilor cu influență directă asupra logisticii transportului.

În secțiunea 1.2. se realizează un studiu de caz în care se prezintă un model de analiză a condițiilor de transport a mărfurilor perisabile, a factorilor de influență / proprietăților fizice – chimice a acestora în sistem de transport multimodal.

În secțiunea 1.3. sunt prevăzute o serie de întrebări / aplicații destinate studenților pentru aprofundarea noțiunilor teoretice precum și o aplicație propusă spre rezolvare.

1.1.Considerații teoretice

Transportul multimodal este o metodă de livrare care combină două sau mai multe moduri diferite de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian) sub un singur contract, pentru a optimiza costurile, timpul și eficiența livrării.

Transportul multimodal oferă o soluție eficientă și sustenabilă pentru deplasarea mărfurilor, dar necesită o infrastructură integrată și condiții logistice bine coordonate.

Principalele caracteristici ale transportului multimodal sunt:

- ✓ ***Realizarea transportului sub un contract unic de transport****, denumit contract de transport multimodal*: expeditorul mărfurilor sau beneficiarul transportului încheie un singur contract cu operatorul de transport multimodal, care se ocupă cu organizarea transportului subcontractând atât serviciile specifice activităților logistice cât și cele de transport utilizând diferite mijloace de transport și de transbordare a mărfurilor de pe un mod de transport pe altul.
- ✓ ***Integrarea mai multor moduri de transport***: în transportul multimodal de mărfuri se combină diferite rute rutiere, feroviare, maritime și aeriene pentru a se obține un transport eficient, ținând cont de minim două variabile de decizie – durata transportului și costul acestuia.
- ✓ ***Flexibilitate și adaptabilitate***: traseul se personalizează în funcție de tipul mărfii, destinație și durata transportului, impusă de caracteristicile mărfurilor.
- ✓ ***Posibilitatea obținerii reducerii timpilor de livrare și a costurilor***: transporturile multimodale se realizează utilizându-se ambalarea terțiară – unități de încărcare de tipul containerelor, cutiilor mobile care oferă o durată redusă a procesului de transbordare de pe un mod de transport pe altul, precum și costuri reduse datorită manipulării întregii încărcături.
- ✓ ***Impact ecologic redus***: se utilizează optim infrastructura prin alegerea mijloacelor de transport mai puțin poluante.
- ✓ ***Utilizarea tehnologiilor moderne de monitorizare a încărcăturii***, pe toată durata transportului, permit urmărirea în timp real a acesteia, ceea ce implică o ***siguranță ridicată*** pe durata transportului.

Condițiile de transport în sistemul multimodal sunt stabilite din etapa de organizare a transportului. Acestea se determină în funcție de:

- ✓ tipul mărfii care este dat de caracteristicile / proprietățile acesteia;

- ✓ rutele de transport / modurile de transport utilizate;
- ✓ infrastructura necesară, disponibilă;
- ✓ reglementările internaționale.

Astfel, principalele condiții de transport a mărfurilor în sistem multimodal sunt:

- ✓ ***Încheierea unui contract unic de transport multimodal:***
  - se încheie între expeditor și operatorul de transport multimodal (MTO);
  - acoperă toate etapele transportului, indiferent de mijloacele de transport utilizate, transbordarea mărfurilor de pe un mijloc de transport pe altul (în hub-uri de transbordare), realizarea documentelor de însoțire a mărfurilor, specifice fiecărui mijloc de transport implicat în lanțul de transport multimodal.
- ✓ ***Corelarea caracteristicilor / proprietăților acestora cu modul de ambalare respectiv condițiile specifice de transport necesare:***
  - ambalarea mărfurilor trebuie să fie compatibilă cu toate mijlocele de transport implicate în lanțul de transport multimodal;
  - caracteristicile / proprietățile mărfurilor trebuie să fie corelate cu condițiile de transport (temperatură, umiditate, etc.) și durata transportului. De ex: mărfurile perisabile necesită o anumită temperatură și umiditate pe durata transportului și timpi de livrare reduși, comparativ cu mărfurile generale care nu necesită condiții speciale la transport și nu se impune o anumită durată a transportului, pentru a se evita deteriorarea mărfurilor.
- ✓ ***Infrastructura necesară și terminalele multimodale:***
  - condițiile de transport depind de existența unor terminale (hub-uri) de transfer eficiente, care să dețină infrastructura necesară transferului mărfurilor de pe un mod de transport pe altul.
- ✓ ***Reglementări și standarde internaționale:***
  - se aplică convenții precum Convenția ONU privind transportul multimodal, regulamentele ADR (pentru transportul rutier de mărfuri periculoase), RID (feroviar), IMDG (maritim);

- operatorul multimodal trebuie să respecte toate reglementările aplicabile fiecărui segment de transport.

✓ ***Responsabilitatea și asigurarea mărfurilor pe durata transportului:***

- operatorul multimodal este responsabil pentru marfă pe tot parcursul transportului;
- asigurările acoperă riscurile specifice fiecărui mod de transport.

✓ ***Timpul de livrare și costurile:***

- se stabilesc în funcție de distanță, modul de transport, condițiile de trafic și manipulare;
- reducerea costurilor și a duratei de livrare, se poate realiza prin utilizarea a diferite metode de optimizare a transportului, luând în considerare cele două variabile de decizie ***costul și durata***, gradul de importanță al acestora fiind determinat de către proprietățile mărfurilor.

✓ ***Documentele de transport***

- se utilizează un document unic de transport multimodal (Multimodal Transport Document – MTD) care include detalii despre expeditor, destinatar, marfă, traseu, condiții de livrare și responsabilități. La acesta se adaugă și alte documente specifice atât tipului de marfă (certificate de conformitate, aviz sanitar, declarație de origine, etc.) cât și diferitelor moduri de transport, în concordanță cu cerințele legislative a țărilor de tranzit.

Condițiile de transport se determină prin:

✓ ***Analiza lanțului logistic:*** tipul mărfii, punctele de plecare și destinație, infrastructura disponibilă;

✓ ***Prin negociere între expeditor și operatorul multimodal;***

✓ ***În concordanță cu reglementările internaționale și naționale*** aplicabile fiecărui mod de transport.

În capitolul curent, se vor analiza principalele caracteristici ale mărfurilor, care determină condițiile de transport a mărfurilor în sistem multimodal.

1.2. Analiza principalelor caracteristici ale mărfurilor

Pentru a determina condițiile de transport în sistemul multimodal, este esențial să se analizeze caracteristicile fizice, chimice, logistice și comerciale ale mărfurilor. Acestea influențează alegerea modurilor de transport, ambalarea, manipularea și reglementările aplicabile.

Principalele caracteristici ale mărfurilor, cu efect direct asupra determinării condițiilor de transport, se pot grupa în:

- ✓ ***Caracteristici fizice:***
  - dimensiuni și masă: mărfurile voluminoase sau cu masă mare, pot necesita echipamente speciale (ex. containere open-top, platforme joase).
  - formă și densitate: mărfurile cu forme neregulate sau densitate scăzută pot afecta modul de stivuire și utilizarea eficientă a spațiului.
  - fragilitate: necesită protecție suplimentară și manipulare atentă, influențând alegerea modului de transport (ex. evitarea transportului feroviar pentru obiecte fragile).
  - perisabilitate: în cazul transportului de mărfuri perisabile (alimente, flori, medicamente) se impune o durată redusă a transportului și condiții controlate de temperatură, umiditate și ventilație (ex. containere frigorifice).
- ✓ ***Caracteristici de securitate și reglementare:***
  - periculozitate: mărfurile periculoase (chimicale, explozivi) necesită respectarea reglementărilor internaționale (ADR, IMDG, IATA) și echipamente speciale de transport și manipulare.
  - valoare: mărfurile de mare valoare pot necesita transport securizat, monitorizare GPS și asigurări suplimentare.
  - sensibilitate la factorii de mediu: unele mărfuri sunt afectate de umiditate, vibrații sau variații de temperatură, influențând alegerea containerelor și a traseelor de transport.

- ✓ ***Caracteristici logistice și comerciale:***
  - ambalare și unități de încărcare: ambalarea standardizată (ex. containere ISO, paleți) facilitează transferul între modurile de transport implicate în sistemul de transport multimodal.
  - cantitate și frecvență: volume mari sau transporturi frecvente pot justifica utilizarea transportului feroviar sau maritim.
  - destinația și originea mărfurilor: distanța, accesibilitatea și infrastructura locală influențează alegerea modurilor de transport (ex. rutier pentru zone izolate, feroviar pentru coridoare logistice).
- ✓ ***Compatibilitate cu infrastructura multimodală:***
  - necesitatea transbordării: mărfurile care pot fi ușor transferate, între modurile de transport, (ex. containere) sunt mai potrivite pentru transport în sistem multimodal.
  - disponibilitatea terminalelor multimodale: accesul la terminale echipate pentru tipul de marfă transportat este esențial.

În acest context, în procesul de proiectare a lanțului de transport, în etapa de analiză a mărfurilor în vederea determinării condițiilor de transport, a modurilor de ambalare, a mijloacelor de transport, precum și determinării rutelor, în sistem de transport multimodal se vor analiza următoarele:

- numele și descrierea mărfurilor transportate,
- durata de stocare,
- moduri de ambalare,
- masa,
- volumul,
- coeficient de stivuire,
- cerințe impuse pe durata depozitării și transportului,
- cerințe impuse securizării mărfii pe durata transportului
- temperatura,
- umiditatea,

- ventilația,
- activitatea biotică.

Numele și descrierea mărfurilor transportate: cunoașterea numelui mărfurilor în transportul multimodal este esențială pentru asigurarea unui flux logistic eficient, sigur și conform cu reglementările internaționale. Având în vedere că o caracteristică a transportului multimodal este tranzitarea mai multor țări, numele produsului este necesar a fi cunoscut în mai multe limbi străine, de circulație internațională.

Numele și descrierea mărfurilor transportate au un rol important pentru:

- *identificarea corectă și trasabilitate*: numele mărfii permite urmărirea și gestionarea ei pe tot parcursul lanțului de transport, iar descrierea detaliată ajută la evitarea confuziilor între mărfuri similare sau ambalaje identice;
- *respectarea reglementărilor internaționale:* mărfurile periculoase, sensibile sau reglementate (ex. substanțe chimice, produse farmaceutice) trebuie declarate corect conform normelor ADR, IMDG, IATA etc. O descriere incompletă poate duce la amenzi, blocaje vamale sau refuzul transportului;
- *alegerea modurilor și echipamentelor de transport*: descrierea mărfii influențează alegerea containerului, vehiculului, rutei și condițiilor de manipulare. De ex: mărfurile fragile necesită ambalare specială și transport rutier cu suspensii, în timp ce mărfurile refrigerate necesită containere frigorifice și o durată de transport redusă;
- *determinarea documentelor de însoțire a transportului pe durata acestuia și a asigurărilor necesare*. De ex: numele și descrierea mărfii sunt necesare pentru completarea facturii comerciale, a certificatului de origine, a polițelor de asigurare, a declarației vamale, etc. O descriere precisă permite evaluarea riscurilor și stabilirea valorii de asigurare;
- *realizarea unei manipulări și transbordări eficiente* a mărfurilor, de pe un mod de transport pe altul: în transportul multimodal, mărfurile sunt transferate între moduri de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian). În acest context o descriere clară permite planificarea corectă a transbordării, evitând deteriorări sau întârzieri.

De asemenea este necesară cunoașterea codului de identificare a mărfurilor în ***EU Combined Nomenclature (CN) [5] și Harmonized System (HS) [6]*** care sunt sisteme internaționale de clasificare a mărfurilor utilizate pentru vamă, statistici comerciale și aplicarea taxelor. CN este versiunea extinsă a HS, adaptată pentru nevoile Uniunii Europene.

În ***HS*** fiecare produs este identificat printr-un cod numeric de 6 cifre, care este uniform, în toate cele peste 200 de țări membre, fiind utilizat pentru: realizarea declarațiilor vamale, negocieri comerciale internaționale sau statistici globale de comerț.

Combined Nomenclature (***CN***) reprezintă extinderea sistemului HS în cadrul Uniunii Europene. Codul include primele 6 cifre din HS, plus 2 cifre suplimentare utilizate pentru clasificări specifice UE – în total are 8 cifre. Este utilizat pentru: calcularea taxelor vamale în UE, statistici comerciale intra și extra comunitare, aplicarea politicilor comerciale și tarifare ale UE.

Durata de stocare a mărfurilor reprezintă intervalul de timp în care o marfă poate fi păstrată în condiții optime, fără a-și pierde calitățile fizice, chimice sau comerciale. Este un parametru esențial în planificarea și execuția transportului multimodal. În funcție de acest parametru se realizează:

- planificarea traseului și a timpilor de tranzit: dacă durata de stocare este limitată, trebuie ales un traseu rapid și eficient, evitând întârzierile în terminale sau transbordări;
- determinarea condițiilor speciale de păstrare: de exemplu - mărfurile perisabile (alimente, medicamente, flori) necesită temperatură controlată și timpi scurți de tranzit, iar depășirea duratei de stocare poate duce la **alterarea produsului**, pierderi financiare și riscuri pentru consumatori;
- alegerea ambalajului și echipamentelor: ambalajul are rol de protecție a mărfii pe toată durata stocării și transportului, iar în unele cazuri mărfurile necesită containere frigorifice, izolate sau ventilate, în funcție de durata de stocare și sensibilitate.
- respectarea reglementărilor și documentației: pentru mărfurile cu durată de stocare limitată, este necesară o documentație clară privind data de expirare, lotul și condițiile

de păstrare, altfel autoritățile vamale sau sanitare pot refuza intrarea mărfurilor expirate sau neconforme.

- determinarea costurilor logistice și a riscurilor: stocarea prelungită în terminale sau depozite poate genera costuri suplimentare, iar o durată de stocare scurtă reduce necesitatea utilizării unor moduri de transport rapid, care poate fi mai costisitor (ex. transport aerian în loc de maritim).

Masa și volumul: sunt două caracteristici fizice fundamentale care influențează direct organizarea și eficiența transportului multimodal. *Masa mărfurilor* se exprimă de regulă în kilograme (kg) sau tone (t), și include masa netă (doar marfa) și masa brută (marfa + ambalaj). *Volumul mărfurilor* reprezintă spațiul ocupat de marfă, exprimat în metri cubi (m^3), fiind esențial pentru determinarea capacității de încărcare. În cazul mărfurilor cu volum mare și masa redusă (ex. vată, pufuleți, polistiren, etc), se utilizează greutatea volumetrică care este un concept folosit mai ales în serviciile de curierat, cargo aerian și transport rutier internațional – pentru a calcula costul unui colet în funcție de spațiul ocupat (greutatea volumetrică = volum / factor de conversie).

Cele două caracteristici sunt importante pentru:

- alegerea mijloacelor de transport: mărfurile cu masă mare pot necesita transport feroviar sau maritim, care suportă sarcini mari, în timp ce mărfurile voluminoase, dar ușoare (ex. vată, ambalaje goale) pot ocupa mult spațiu, necesitând containere speciale.
- optimizarea spațiului de încărcare: cunoașterea volumului permite maximizarea utilizării containerelor și reducerea costurilor, evitându-se de asemenea și supraîncărcarea sau spațiile neutilizate.
- calculul tarifelor de transport: se bazează pe masa reală sau masa volumetrică (masa echivalentă calculată din volum).
- respectarea limitelor legale: fiecare mod de transport are limite de greutate și volum admise, depășirea acestora poate duce la **penalizări, refuzul transportului sau riscuri de siguranță.**

- determinarea condițiilor de manipulare și transbordare: masa influențează tipul de echipamente necesare (ex. stivuitoare, macarale), în timp ce volumul afectează modul de stivuire și manipulare în terminale multimodale.

Coeficientul de stivuire: cunoscut și ca factor de stivuire este un indicator esențial în logistica și transportul multimodal. El exprimă volumul ocupat de o tonă de marfă, exprimându-se în metri cubi pe tonă (m^3/tonă). Reprezintă ***raportul dintre volumul și masa unei mărfuri*** și este utilizat pentru a determina cât spațiu ocupă o marfă în mijlocul de transport, în funcție de masa sa.

În organizarea transportului multimodal este utilizat pentru:

- alegerea mijlocului de transport: mărfurile cu coeficient de stivuire mare (voluminoase, dar ușoare) pot umple rapid spațiul fără a atinge limita de greutate (ex: vată, ambalaje goale, cereale), în timp ce mărfurile cu valoarea coeficientului de stivuire redusă (dense și grele) pot atinge limita de greutate înainte de a umple spațiul (ex: minereuri, metale, ciment).
- optimizarea încărcării în containere: permite planificarea eficientă a spațiului în containere, vagoane, camioane sau avioane pentru evitarea transportului ineficient (spațiu neutilizat sau suprasarcină).
- calculul costurilor de transport: pentru unele moduri de transport, cum ar fi transportul aerian sau maritim, tarifele se bazează pe greutate volumetrică, nu doar pe masa reală, astfel coeficientul de stivuire ajută la determinarea costului corect și la alegerea celei mai avantajoase opțiuni.
- Manipulare și transbordare: mărfurile cu coeficient de stivuire mare de cele mai multe ori necesita echipamente speciale pentru manipulare, astfel în terminalele multimodale, coeficientul de stivuire influențează modul de stivuire și de transfer între mijloacele de transport.

Temperatura: în transportul multimodal reprezintă nivelul termic controlat sau ambiental în care trebuie păstrate mărfurile pe parcursul întregului lanț de transport, indiferent de modul de transport utilizat (rutier, feroviar, maritim, aerian) sau modul de depozitare. Este un factor critic pentru păstrarea calității, siguranței și conformității produselor.

Pe durata transportului sau depozitării, valoarea temperaturii mediului ambiental poate fi controlată, prin: utilizarea ambalajelor terțiare, cu sursă de frig sau cald (containere refrigerate, frigorifice, etc.) sau fără control activ, dar cu protecție pasivă (ex. utilizarea containerelor izoterme).

În organizarea transportului multimodal a mărfurilor, cunoașterea valorii temperaturii este necesară pentru:

- păstrarea calității mărfurilor sensibile: de ex. produsele perisabile (alimente, medicamente, flori) necesită temperaturi constante pentru a nu se degrada, variațiile de temperatură putând duce la alterarea, contaminarea sau pierderea valorii comerciale.
- alegerea echipamentelor și containerelor: mărfurile care necesită temperatură controlată impun utilizarea de containere frigorifice, izoterme sau sisteme de monitorizare termică, care să fie compatibile cu toate modurile de transport implicate.
- respectarea reglementărilor internaționale: produsele farmaceutice, biologice sau alimentare sunt reglementate de norme stricte (ex. GDP, HACCP) care se reflectă în documentele de transport ce includ intervalul de temperatură admis și modul de menținere a acestuia.
- transbordare și manipulare: în terminalele multimodale, păstrarea temperaturii este esențială în timpul transferului între diferitele moduri de transport. Astfel, este necesar să se utilizeze zone climatizate sau ambalaje termoizolante pentru a preveni șocurile termice.
- costuri și riscuri: transportul cu temperatură controlată este mai costisitor, dar se impune pentru anumite mărfuri, nerespectarea temperaturii putând duce la pierderi financiare, litigii sau refuzul recepției de către destinatar.

***Umiditatea**:* în transportul multimodal se referă la nivelul de vapori de apă din aerul înconjurător sau din spațiul de depozitare și transport al mărfurilor. Este un factor esențial care poate influența calitatea, siguranța și integritatea produselor pe parcursul lanțului logistic. Se exprimă ca **umiditate relativă (%)**, adică proporția de vapori de apă din aer comparativ cu cantitatea maximă posibilă la o anumită temperatură.

Umiditatea relativă poate fi:

1. **Scăzută** (uscată) – sub 40%
2. **Ridicată** (umedă) – peste 60%
3. **Controlată** – menținută artificial în limite optime

În organizarea transportului multimodal cunoașterea valorii umidității recomandate este necesară pentru v*entilație*, care în acest context se referă la controlul circulației aerului în spațiile de transport pentru a menține calitatea mărfurilor. Este esențială pentru prevenirea deteriorării, acumulării de umiditate și apariției mucegaiului sau gazelor nocive. Așadar, ventilația este procesul de asigurare a unui flux de aer proaspăt în containere, vagoane, camioane sau alte mijloace de transport utilizate în lanțul multimodal. Ea poate fi:

- naturală realizată prin orificii sau grile de aerisire;
- mecanică realizată prin intermediul ventilatoarelor sau sistemelor de climatizare montate în unitățile de încărcătură (containere ventilate, cutii mobile, etc.).

Este aplicată în special în transportul mărfurilor care necesită condiții speciale de transport, cum ar fi: produse alimentare, cereale, produse chimice sau farmaceutice, textile sau hârtie, etc.

Ventilația este importantă pentru menținerea integrității mărfurilor pe parcursul transportului, indiferent de modul de transport utilizat, pentru:

- prevenirea condensului: condensul poate duce la corodarea ambalajelor, apariția mucegaiurilor sau alterarea produselor.
- controlul temperaturii și umidității: ajută la menținerea unui mediu stabil, mai ales în containere închise sau în tranzit pe distanțe lungi.
- reducerea acumulării de gaze: unele mărfuri (ex. lemn, fructe) pot emite gaze care trebuie evacuate pentru a preveni riscuri de inflamabilitate sau toxicități.
- conformitate cu reglementările internaționale: transportul internațional impune standarde privind ventilația pentru anumite categorii de mărfuri (ex. ADR, ATP).

Activitatea biotică: se referă la procesele biologice generate de organisme vii (bacterii, ciuperci, insecte etc.) care pot afecta mărfurile în timpul transportului. În transportul multimodal, este importantă deoarece influențează conservarea, siguranța și conformitatea sanitară a produselor.

Activitatea biotică reprezintă interacțiunea și acțiunea organismelor vii asupra mediului sau asupra altor organisme. În contextul transportului multimodal de mărfuri, aceasta include:

- dezvoltarea microorganismelor (mucegaiuri, bacterii, drojdii)
- infestarea cu insecte sau rozătoare
- fermentația naturală a produselor organice
- respirația vegetală (ex. fructe care consumă oxigen și elimină CO_2)

Deoarece transportul multimodal implică tranzitul mărfurilor prin diferite medii (rutier, feroviar, naval, aerian), fiecare cu propriile condiții de temperatură, umiditate și ventilație, activitatea biotică devine un factor important pentru:

- conservarea mărfurilor perisabile: produsele precum fructe, legume, carne, lactate sau flori care sunt sensibile la proliferarea microbiană, iar lipsa controlului biotic duce la alterare, pierderi economice și riscuri sanitare.
- controlul umidității și ventilației: activitatea biologică generează vapori de apă și gaze (CO_2, etilenă), care pot accelera degradarea, astfel este necesar a fi utilizate containere ventilate, sisteme de climatizare și monitorizare ambientală.
- conformitate cu reglementările sanitare: normele internaționale precum ATP, ADR, sau Codul sanitar veterinar impun limite privind contaminarea biologică, astfel în transportul internațional se cer certificări fitosanitare și tratamente preventive (fumigare, refrigerare, etc.).
- siguranța personalului și a mediului: unele procese biotice pot genera gaze toxice sau riscuri de explozie (ex. fermentație anaerobă), astfel se impun proceduri de manipulare, echipamente de protecție și instruire specifică.

În acest caz pentru o logistică eficientă și conformă, în planul de transport se includ:

- măsuri de control biotic (temperatură, ventilație, tratamente);
- utilizarea ambalajelor speciale (anti microbiene, absorbante de etilenă)

- monitorizarea condițiilor ambientale cu senzori de temperatură și umiditate;
- proceduri de igienizare și inspecție sanitară la fiecare schimb al modului de transport.

1.3. Studiu de caz privind analiza condițiilor de transport / proprietăților fizice-chimice ale mărfurilor generale / perisabile

Aplicație: să se analizeze din punct de vedere a factorilor de influență asupra condițiilor de transport și a principalelor caracteristici / proprietăți, un transport de portocale realizat în sistem de transport multimodal.

***Rezolvare*:** pentru realizarea aplicației se va utiliza bibliografia recomandată. Toate datele se vor trece într-o fișă tehnică detaliată, de forma celei prezentate în continuare (Tabelul 1.1):

Tabelul 1.1.

Fișă tehnică detaliată – Transport multimodal de portocale (Citrus sinensis)

1. Informații generale	
Denumire comercială	germană - orangen, apfelsinen engleză - oranges franceză – oranges spaniolă – naranjas
Cod CN/HS [5], [6]	0805 10 ff.
Origine	Se va trece țara de origine a mărfurilor.
Destinație	Se va trece țara de destinație a mărfurilor.
2. Caracteristici biologice și fizice	
Operații de pregătire a mărfurilor în vederea TM	Această pregătire are loc în centrele de ambalare, unde se aplică următoarele etape:

<table>
<tr><td></td><td>Coacerea post-recoltare a fructelor verzi sau cu colorit necorespunzător, pentru obținerea unei culori de coajă comercializabile, în camere de maturare.

Îndepărtarea impurităților, a mucegaiului negru, a reziduurilor de pulverizare și a insectelor, prin spălare.

Aplicarea unui strat de ceară și tratarea cu conservanți, urmată de marcarea corespunzătoare.

Sortarea fructelor după dimensiune (calibrare), culoare și alte caracteristici externe.

Numărarea, cântărirea și ambalarea, cu marcarea fiecărui colet cu detalii privind numărul de fructe, clasa de calitate, soiul și originea.

Depozitarea până la expediere în camere frigorifice.</td></tr>
<tr><td>Durata de stocare</td><td>Durata maximă de stocare și transport depinde de temperatură și valoarea umidității relative [7], [2], [1]:

<table>
<tr><th>Temperatura [ºC]</th><th>Umiditatea relativă [%]</th><th>Durata maximă de stocare [zile]</th></tr>
<tr><td>6 - 10</td><td>85 - 90</td><td>112</td></tr>
<tr><td>3</td><td>85 - 90</td><td>56 - 70</td></tr>
<tr><td>7</td><td>85 - 90</td><td>28 - 56</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Coeficient de stivuire</td><td>Cutii de carton ondulat: 2.00 m^3/t [7], [3]

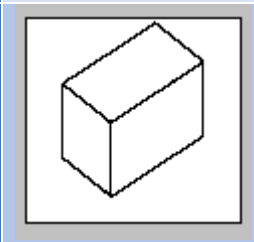
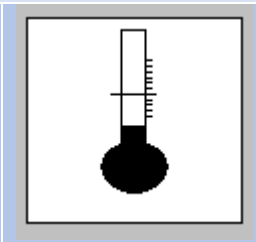
Lădițe: 2.37 – 2.51 m^3/t [7] , [4]

Cutii de carton: 1.67 – 1.81 m^3/t [7] , [4]

Cutii standardizate și lăzi 2.55 – 2.83 m^3/t [7]

Cutii de carton pe palet: 2.50 m^3/t [7], [1]</td></tr>
</table>

Densitate aparentă	0.55–0.65 t/m³
Activitate biotică	Ordin II – portocalele continuă respirația după recoltare [7]
Procese biologice	Procese biologice: eliminare de CO_2, vapori de apă, etilenă și căldură [7]
Sensibilitate	La presiune și lovituri: risc de leziuni și alterare La temperaturi scăzute (<4 °C): risc de deteriorare prin frig La mirosuri: absorb mirosuri străine (ex. carne, brânzeturi)
Condiții de transport recomandate	Temperatura recomandată: 5 – 10 °C. Valoarea temperaturii poate varia funcție de categoria în care se încadrează produsul [7], [2]. Umiditatea relativă: 85 – 90% [7], [2] Conținut de apă: aprox. 86% [7], [3] Ventilație: 40 – 60 circulații/oră [7] Atmosferă modificată: 10% O_2 / 5% CO_2 (opțional)
Prerăcire	Obligatorie înainte de încărcare
Monitorizare	Temperatură pulpă; Umiditate; Gaze (CO_2, etilenă)
Evacuare gaze	Necesară pentru a preveni fermentația anaerobă
Ambalare și manipulare	
Moduri de ambalare recomandate	Ambalare primară: - cutii din carton ondulat cu perforații pentru ventilație - lăzi din lemn cu distanțiere pentru circulația aerului - saci de plasă pentru loturi mici Ambalare secundară: europalet de tip ladă pentru transport în vrac.

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">Ambalare terțiară: container frigorific cu atmosferă controlată și ventilație</td></tr>
<tr><td>Etichetare [7]</td><td> 
Mărfuri generale</td><td> 
Temperatură controlată</td></tr>
<tr><td>Manipulare</td><td colspan="2">Pe durata manipulării trebuie să se țină de cont de simbolurile: mărfuri fragile.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Moduri de transport recomandate</td><td>Mod de transport</td><td>Condiții specifice</td></tr>
<tr><td>Rutier</td><td>Camion frigorific, ventilație activă, monitorizare continuă</td></tr>
<tr><td>Feroviar</td><td>Vagon izoterm sau refrigerat, cu aerisire laterală</td></tr>
<tr><td>Naval</td><td>Container refrigerat (reefer), atmosferă controlată, pre-răcire obligatorie</td></tr>
<tr><td>Aerian</td><td>Compartiment climatizat, cu control de temperatură și umiditate</td></tr>
<tr><td colspan="3">Riscuri posibile și măsuri de prevenție [7]</td></tr>
<tr><td>Mucegaiuri</td><td colspan="2">Penicillium digitatum (verde)

Penicillium italicum (albastru): se determină prin inspecție vizuală, se îndepărtează prin tratamente antifungice și igienizarea ambalajelor</td></tr>
</table>

Condens	Apare la diferențe mari de temperatură; Pentru îndepărtare se realizează ventilație corectă și descărcarea mărfurilor
Documentație și conformitate specifice	- Certificat fitosanitar - Fișă de siguranță a mărfii - Declarație vamală CN/HS - Raport de monitorizare temperatură / umiditate - Aviz de pre-răcire și inspecție sanitară

1.4. Aplicație propusă

Să se analizeze, în vederea organizării transportului în sistem multimodal, mărfurile X (categoria / denumirea mărfii va fi indicată individual). Pentru rezolvarea cerinței se va completa Fișa tehnică detaliată, prezentată în studiul de caz realizat (subcapitolul 1.2).

Întrebări de autoevaluare:

1. Precizați trei caracteristici ale transportului de mărfuri în sistem multimodal.
2. Care sunt principalele grupe de caracteristici ale mărfurilor, necesar a fi analizate în vederea organizării unui transport în sistem multimodal?
3. Indicați pe scurt de ce este important să cunoaștem denumirea mărfurilor în mai multe limbi de circulație internațională în contextul transportului în sistem multimodal.
4. Ce este temperatura controlată în contextul transportului de mărfuri în sistem multimodal?
5. Care sunt principalele condiții de transport impuse în cazul mărfurilor perisabile?

Bibliografie

[1] Alders, A.W.C.: Reefer Transport & Technology, Rotterdam Marine Chartering Agents B.V. Krimpen a/d Yssel, 1995

[2] Daßler, E. – Heitmann, G.: Obst und Gemüse – Eine Warenkunde, 4. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1991

[3] Scharnow, R.: Codiertes Handbuch der Güter des Seetransports, VE Kombinat Seeverkehr und Hafenwirtschaft – Deutfracht/Seereederei – Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde/Wustrow, Rostock 1986, Bd. 1: Stückgut A-K, Bd. 2: Stückgut L-Z, Bd. 3: Spezialgut

[4] Thomas, R.E.: Thomas´ Stowage – The Properties and Stowage of Cargoes, Brown, Son & Ferguson Ltd., 3. Auflage, Glasgow 1996.

[5] European Commission, European Customs Portal, Combined Nomenclature, Harmonized System (HS) Code, https://www.tariffnumber.com/info/combined-nomenclature

[6] European Commission, The Combined Nomenclature (CN), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202501926%20

[7] German Insurance Association,Transport Information Service (TIS), https://www.tis-gdv.de

Capitolul 2. Analiza contractelor de transport și a documentelor de însoțire a mărfurilor în Transportul Multimodal

Introducere

În capitolul 2 se prezintă considerații teoretice privind contractele de transport și documentele de însoțire a mărfurilor pe durata transportului în sistem multimodal, etapele care trebuie urmate pentru încheierea contractelor de transport, precum și principalele documente de însoțire a mărfurilor pe durata transportului, în concordanță cu specificul mărfurilor / modurilor de transport.

Capitolul se structurează pe 3 secțiuni principale: 2.1 Considerații teoretice privind contractele de transport, în general și transport multimodal în special; 2.2 Analiza documentelor de însoțire a mărfurilor specifice fiecărui mod de transport implicat în sistemul multimodal; 2.3. Aplicații propuse și Bibliografie.

În secțiunea 2.1. Considerații teoretice, se realizează o prezentare schematică a tipurilor de contracte utilizate în transporturi și a documentelor de însoțire a mărfurilor divizate pe moduri de transport.

În secțiunea 2.2 se va realiza o analiză a modului de completare a contractelor de transport și a principalelor documentelor de însoțire a mărfurilor pe durata transportului, în funcție de modul de transport implicat, într-un studiu de caz;

În secțiunea 2.3. Aplicații propuse, se propun o serie de documente de transport care pot fi completate în scopul obținerii abilităților necesare și o serie de întrebări de control pentru autoevaluare.

2.1.Considerații teoretice privind contractele de transport

Contractele de transport sunt acorduri juridice prin care o parte (transportatorul) se obligă să transporte bunuri sau persoane dintr-un loc în altul, în schimbul unui preț stabilit și în condiții de transport stabilite de comun acord între părțile implicate (expeditorul, transportatorul sau operatorul de transport multimodal – MTO), în concordanță cu specificul mărfurilor sau standard în concordanță cu Regulile Internaționale INCOTERMS. Structura, conținutul, forma contractelor de transport sunt reglementate în Codul Civil Român, prin articolele 1955–2008 [6].

În funcție de mijloacele de transport implicate, contractele de transport pot fi: contracte de transport în sistem unimodal sau multimodal.

Contractul de transport în sistem unimodal.

Contractul de transport unimodal se referă la deplasarea mărfurilor utilizând un singur mod de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian sau prin conducte), chiar dacă pot exista mai mulți transportatori succesivi pe același mod de transport. Așadar, transportul unimodal presupune utilizarea unui singur mod de transport (ex. rutier, feroviar, aerian sau maritim) pe întregul traseu (Anexa 1).

Principalele elemente ale unui contract de transport în sistem unimodal sunt:

- ✓ ***Părțile contractante*** fiecare dintre părțile implicate se identifică prin denumire, CUI, sediu social, reprezentant legal sau în cazul în care sunt fără personalitate juridică (persoane fizice) identificarea se va realiza prin nume, prenume, CNP, adresă:
    - Expeditorul (sau încărcătorul): solicită transportul și predă marfa.
    - Transportatorul (sau cărăușul): execută transportul cu mijloace proprii sau închiriate.
    - Destinatarul: primește marfa la destinație.
- ✓ ***Obiectul contractului***: este reprezentat de transportul mărfurilor de la un loc de preluare (denumit origine) la un loc de livrare (denumit destinație), utilizând un singur mod de transport - rutier / feroviar / maritim / aerian. Se trece descrierea mărfurilor (tip, cantitate, ambalaj) precum și adresa exactă a locului de încărcare respectiv descărcare.

- ✓ ***Durata și termenele***: acestea trebuie respectate deoarece în cazul în care sunt depășite, se impun penalități.
    - Data încărcării: se trece data (opțional și ora);
    - Data estimată a livrării: se trece data (opțional și ora);
    - Termen de grație: număr zile/ore.
- ✓ ***Prețul și condițiile de plată***:
    - Tariful convenit: sumă;
    - Modalitate de plată: transfer bancar, termen de plată;
    - Penalități pentru întârziere: procent/zi.
- ✓ ***Obligațiile părților:***
    - Transportatorul trebuie:
        - să asigure mijlocul de transport conform cerințelor mărfii;
        - să respecte traseul și termenele;
        - să informeze expeditorul în caz de incidente.
    - Expeditorul trebuie:
        - să furnizeze documentele de transport și avizele necesare;
        - să asigure încărcarea conform normelor specifice impuse prin contract în corelație cu tipul mărfurilor și modul de ambalare a acestora.
- ✓ Răspunderea contractuală:
    - Transportatorul răspunde pentru pierderea, avarierea sau întârzierea mărfii conform Codului Civil și legislației specifice.
    - Limitele de răspundere se stabilesc în conformitate cu Regulile INCOTERMS și sunt trecute în scrisoarea de trăsură.
    - Transportatorul își asumă responsabilitatea pentru marfă doar pe parcursul operațiunii sale specifice. Dacă sunt mai mulți transportatori succesivi pe aceeași rută unimodală, fiecare răspunde pentru segmentul său.

- ✓ Forța majoră:
    - Definirea și condițiile de invocare;
    - Obligația de notificare.
- ✓ Litigii și jurisdicție: litigiile se soluționează pe cale amiabilă, iar în caz contrar, de instanțele competente.
- ✓ Dispoziții finale:
    - Contractul intră în vigoare la data semnării;
    - Poate fi modificat prin act adițional.

Contractul de transport în sistem multimodal

- ✓ ***Părțile contractante:*** fiecare dintre părțile implicate se identifică prin, denumire, CUI, sediu, reprezentant legal.
    - Operator de transport multimodal (OTM): este o **entitate** care încheie contractul de transport, constituindu-se ca parte principală a contractului, asumându-și **întreaga responsabilitate** pentru executarea contractului, chiar dacă subcontractează segmentele către transportatori specializați.
    - Expeditorul (sau încărcătorul): solicită transportul și predă marfa.
    - Destinatarul: primește marfa la destinație.
- ✓ ***Obiectul contractului:*** transportul mărfurilor de la un loc de preluare la un loc de livrare, folosind o combinație de ***cel puțin*** două moduri de transport diferite. Deoarece transportul mărfurilor în sistem multimodal se caracterizează prin distanțe lungi, de cele mai multe ori varianta optimă de transport se realizează prin combinarea a trei moduri de transport:
    - Rutier;
    - Feroviar;
    - Maritim/Aerian.
- ✓ ***Prețul și condițiile de plată:*** în contractul de transport se trece tariful total de transport. În cazul în care, prin acordul părților sau la cererea expresă a uneia, opțional, tariful poate fi detaliat pe segmente de transport. De asemenea se indică și modalitățile de realizare a plății, termenele și eventuale penalități în caz de întârziere.

- ✓ ***Obligațiile OTM***:
    - Coordonarea activităților pe întreaga durată a transportului / pe toate segmente de transport;
    - Informează expeditorul privind statusul mărfii;
    - Asigură trasabilitatea și securitatea mărfurilor.
- ✓ ***Obligațiile expeditorului:***
    - Pregătirea mărfii pentru transport multimodal;
    - Furnizarea documentației complete;
    - Respectarea reglementărilor vamale și de ambalare.
- ✓ ***Răspunderea:*** OTM-ul își asumă responsabilitatea centralizată pentru întregul transport, de la preluare la livrare, indiferent de locul unde s-a produs o eventuală pierdere sau avarie. Limitele de răspundere, se stabilesc în concordanță cu reglementările internaționale stipulate prin Convenția UNCTAD/ICC [2] sau cu legislația specifică, aplicabilă la nivel național și internațional.
- ✓ ***Forța majoră și litigii:*** clauzele sunt similare cu cele din contractul unimodal, dar în caz de apariție a unor neînțelegeri, rezolvarea acestora intră în jurisdicția curții de arbitraj internațional sau instanțelor locale, după caz.
- ✓ ***Dispoziții finale***: data intrării contractului în vigoare, modificări, anexele parte integrantă.

O analiză comparativă a contractelor de transport mărfuri în sistem unimodal și multimodal este evidențiată în tabelul 2.1.

Contractul unimodal este transparent din punct de vedere legal (se știe exact ce convenție se aplică), dar este complex din punct de vedere logistic și al riscului.

Contractul multimodal este simplu din punct de vedere logistic și al litigiilor (o singură persoană / entitate de contact / răspundere), dar complex din punct de vedere al regimului de răspundere, deoarece sistemul "Network Liability" poate necesita totuși probe pentru a determina care convenție unimodală (cu limitele sale de despăgubire) se aplică, în final.

Tabelul 2.1.

Analiza comparativă a contratelor de transport mărfuri în sistem unimodal și multimodal

Caracteristică	Contract de transport în sistem unimodal	Contract de transport în sistem multimodal
Mod de transport	Un singur mod de transport (ex: doar rutier).	Cel puțin două moduri de transport diferite (ex: rutier + maritim).
Structura Contractuală	Multiplă (câte un contract pentru fiecare segment / transportator implicat, în cazul în care pe ruta de transport sunt implicați mai mulți transportatori).	Unică (un singur contract acoperă toată ruta, indiferent de modurile de transport folosite).
Negocierea Contractului	Expeditorul negociază separat cu fiecare transportator (sau transportatori diferiți pentru fiecare segment).	O singură negociere contractuală cu OTM-ul pentru întregul serviciu.
Documente de Transport	Multiple (un document specific pentru fiecare mod de transport / transportator).	Unic (ex: Conosamentul de Transport Multimodal - FBL).
Coordonare logistică	Directă, simplă	Complexă, necesită integrare între modurile de transport.
Managementul riscului / Asumarea Responsabilității	Riscul de transbordare (transferul responsabilității) este asumat de **expeditor**.	Riscul de transbordare este asumat de **OTM**. Centralizată (OTM-ul răspunde pentru întreaga

Caracteristică	Contract de transport în sistem unimodal	Contract de transport în sistem multimodal
	Fragmentată (fiecare transportator răspunde doar pentru segmentul său).	călătorie, din ușă în ușă – door to door).
Flexibilitatea	Mai redusă în alegerea rutei optime, deoarece se limitează la un singur mod de transport respectiv un singur tip de cale de rulare.	**Mai mare**, permițând optimizarea costurilor și timpului prin combinarea avantajelor fiecărui mod de transport.
Costul transportului	Costul total este suma costurilor pe fiecare segment de transport (costul transbordării este adesea ascuns).	OTM oferă un tarif unic (all-inclusive) pentru întreaga rută.
Costuri Administrative	Mai mari (datorită documentației și coordonării multiple).	Mai mici (datorită documentului unic, de însoțire a mărfurilor pe toată durata transportului).
Reglementare	Cod Civil, Convenția CMR etc.	Convenția UNCTAD / ICC, reglementări internaționale

Regulile INCOTERMS [5]

Regulile Incoterms (International Commercial Terms) sunt un set de 11 termeni standardizați, publicați de Camera Internațională de Comerț (ICC), care stabilesc clar responsabilitățile vânzătorului și cumpărătorului în cadrul unui contract internațional de vânzare de mărfuri. Ele

definesc cine plătește transportul, cine suportă riscurile și cine se ocupă de formalitățile vamale [5].

Regulile Incoterms au un rol esențial în comerțul mondial, oferind un cadru standardizat pentru a evita neînțelegerile și litigiile, stabilind cine este responsabil pentru:

- ✓ ***Costuri:*** stabilește cine plătește pentru transport, încărcare, descărcare, formalități vamale, taxe și asigurare.
- ✓ ***Risc:*** stabilește momentul și locația exactă în care / unde riscul de pierdere sau deteriorare a mărfii se transferă de la vânzător la cumpărător (acest lucru se numește "livrare" conform Incoterms).
- ✓ ***Livrare***: stabilește momentul și locația în care vânzătorul își îndeplinește obligația de a livra bunurile (locul de livrare nu este neapărat același cu locul de destinație finală).
- ✓ ***Formalități***: stabilește cine este responsabil pentru formalitățile vamale de export și import.

Regulile se prezintă ca acronime din trei litere, urmate întotdeauna de un nume de locație specificată (exemplu: FOB Portul Constanța Incoterms 2020).

Acestea se actualizează periodic, cea mai recentă ediție, Incoterms 2020, cuprinde 11 termeni, împărțiți în două categorii principale, în funcție de modul de transport. În practică, este esențial ca în contractul de vânzare să se specifice clar acronimul Incoterms, locația exactă și ediția (ex: DAP Adresa Depozitului din Cluj-Napoca, Incoterms 2020). Aceste reguli pot fi utilizate indiferent dacă transportul se face pe uscat, pe calea ferată, aerian, pe mare sau printr-o combinație a acestora (multimodal). O sinteză a Regulilor INCOTERMS 2020 este prezentată în Tabelul 2.2 [6] și Figura 2.1.

Tabelul 2.2

Sinteza Regulilor INCOTERMS 2020

Acronim	Nume complet (engleză)	Semnificație	Transferul riscului și obligația vânzătorului
Reguli pentru orice mod sau moduri de transport (7 termeni)			
EXW	Ex Works	Franco Fabrică / Locul convenit	**Minim de obligații** pentru vânzător: pune marfa la dispoziția cumpărătorului la sediul său (fabrică, depozit); cumpărătorul suportă toate costurile și riscurile, inclusiv încărcarea și formalitățile de export.
FCA	Free Carrier	Franco Cărăuș / Locul convenit	Vânzătorul livrează marfa (vămuită pentru export) cărăușului numit de cumpărător, la locul convenit. Riscul se transferă la punctul de transfer.
CPT	Carriage Paid To	Transport plătit până la ... / Locul de destinație convenit între părți	Vânzătorul plătește transportul până la destinația indicată, dar riscul se transferă cumpărătorului în momentul în care marfa este predată primului cărăuș.
CIP	Carriage and Insurance Paid To	Transport și asigurare plătite până la... / Locul de destinație convenit	Similar cu CPT, dar vânzătorul are și obligația de a încheia o asigurare (cu acoperire extinsă) în beneficiul cumpărătorului. Riscul se transferă la predarea către primul cărăuș.

Acronim	Nume complet (engleză)	Semnificație	Transferul riscului și obligația vânzătorului
DAP	Delivered at Place	Livrat la loc... / Locul de destinație convenit	Vânzătorul suportă toate costurile și riscurile necesare aducerii mărfii la locul de destinație convenit, pregătită pentru descărcare. Formalitățile de import și taxele aferente cad în sarcina cumpărătorului.
DPU	Delivered at Place Unloaded	Livrat la loc .... descărcat / Locul de destinație convenit	Similar cu DAP, dar vânzătorul este responsabil și de descărcarea mărfii la locul de destinație convenit.
DDP	Delivered Duty Paid	Livrat cu taxe plătite / Locul de destinație convenit	Maximul de obligații pentru vânzător. Acesta suportă toate costurile și riscurile, inclusiv formalitățile de import și plata tuturor taxelor și vămuirii mărfurilor, în țara de destinație.
Reguli aplicabile doar pentru transportul maritim și pe căi navigabile interioare (4 termeni) - aceste reguli se folosesc strict când livrarea se face prin transport naval și necesită acces la port			
FAS	Free Alongside Ship	Franco alături de navă / Portul de încărcare convenit	Vânzătorul livrează marfa așezând-o **alături** de navă, la chei sau pe șlepuri. Riscul se transferă în acel moment, iar cumpărătorul se ocupă de încărcare.
FOB	Free On Board	Franco la bordul navei / Portul de încărcare convenit	Vânzătorul livrează marfa la bordul navei (încărcată). Riscul se transferă de la vânzător la cumpărător în momentul

Acronim	Nume complet (engleză)	Semnificație	Transferul riscului și obligația vânzătorului
			în care marfa este **la bordul navei** în portul de încărcare.
CFR	Cost and Freight	Cost și navlu / portul de destinație convenit	Vânzătorul plătește costurile și navlul (transportul) necesar aducerii mărfii la portul de destinație, dar **riscul** se transferă cumpărătorului când marfa este **la bordul navei** în portul de încărcare (similar cu FOB pentru riscuri).
CIF	Cost, Insurance and Freight	Cost, asigurare și navlu / Portul de destinație convenit	Similar cu CFR, dar vânzătorul are și obligația de a încheia o **asigurare** (cu acoperire minimă, clauza C) în beneficiul cumpărătorului. Riscul se transferă când marfa este **la bordul navei** în portul de încărcare.

Incoterms® 2020 Rules Responsibility Quick Reference Guide

IncoDocs

	Freight Collect Terms				Freight Prepaid Terms						
Groups	Any Mode or Modes of Transport		Sea and Inland Waterway Transport				Any Mode or Modes of Transport				
Incoterm	EXW	FCA	FAS	FOB	CFR	CIF	CPT	CIP	DAP	DPU	DDP
	Ex Works (Place)	Free Carrier (Place)	Free Alongside Ship (Port)	Free On Board (Port)	Cost and Freight (Port)	Cost Insurance & Freight (Port)	Carriage Paid To (Place)	Carriage & Insurance Paid to (Place)	Delivered at Place (Place)	Delivered at Place Unloaded (Place)	Delivered Duty Paid (Place)
Transfer of Risk	At Buyer's Disposal	On Buyer's Transport	Alongside Ship	On Board Vessel	On Board Vessel	On Board Vessel	At Carrier	At Carrier	At Named Place	At Named Place Unloaded	At Named Place
Obligations & Charges:											
Export Packaging	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Loading Charges	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Delivery to Port/Place	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Export Duty, Taxes & Customs Clearance	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Origin Terminal Charges	Buyer	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Loading on Carriage	Buyer	Buyer	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Carriage Charges	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Insurance	Negotiable	Negotiable	Negotiable	Negotiable	Negotiable	*Seller	Negotiable	**Seller	Negotiable	Negotiable	Negotiable
Destination Terminal Charges	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Seller	Seller	Seller	Seller	Seller
Delivery to Destination	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Seller	Seller	Seller
Unloading at Destination	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Seller	Seller
Import Duty, Taxes & Customs Clearance	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Buyer	Seller

Figura 2.1. Sinteza Regulilor INCOTERMS 2020 (preluare după [1])

2.2. Analiza documentelor de însoțire a mărfurilor specifice fiecărui mod de transport implicat în sistemul multimodal

Documentele de transport / de însoțire a mărfurilor în sistem unimodal / multimodal

Documentele de însoțire a mărfurilor variază în funcție de modul de transport utilizat (rutier, feroviar, maritim, aerian) și de tipul de contract (unimodal sau multimodal). Ele atestă legalitatea, trasabilitatea și conformitatea operațiunii de transport. Așadar, detalierea documentelor de însoțire a mărfurilor este esențială, deoarece acestea nu sunt doar simple înscrisuri, ci îndeplinesc trei funcții juridice și comerciale fundamentale.

Atât în sistem de transport unimodal cât și multimodal sunt necesare următoarele documente:

- ✓ **Dovada contractului de transport** și a primirii mărfii de către cărăuș.
- ✓ **Titlul de proprietate** (în cazul conosamentelor negociabile).
- ✓ **Documentul de decontare** (pentru plata transportului și, uneori, a mărfii).

- ✓ **Documentele de bază pentru formalitățile vamale și control**.

Documentele de transport / de însoțire a mărfurilor în sistem unimodal

În transportul unimodal, documentul principal este cel care atestă contractul și primirea mărfii, este reglementat de convenția internațională, specifică fiecărui mod de transport.

Transport rutier:

Scrisoarea de Trăsură CMR (Convention relative au contrat de transport international de Marchandises par Route) - Anexă este document contractual între expeditor și transportator, reglementat de Convenția CMR.

Principalele caracteristici ale CMR:

- ✓ Este documentul de bază, obligatoriu pentru transportul rutier internațional între țările semnatare ale Convenției CMR.
- ✓ *Funcție*: reprezintă dovada contractului de transport.
- ✓ *Conținut Esențial*: numele și adresa expeditorului, a destinatarului, a transportatorului, locul și data primirii mărfii, locul prevăzut pentru livrare, descrierea uzuală a mărfii, numărul coletelor, greutatea brută și instrucțiunile privind formalitățile vamale.
- ✓ *Observație*: CMR-ul nu este un titlu de proprietate negociabil, adică nu permite vânzarea mărfurilor pe durata transportului, prin transferul CMR-ului. Mărfurilor pot fi livrate doar destinatarului înscris în contractul de transport.

Aviz de însoțire a mărfii (Anexă): este emis de expeditor, însoțește marfa și conține detalii despre produs, cantitate, destinație.

Factura comercială (Anexă): justifică valoarea mărfii și tranzacția economică.

Documente vehicul: talon, ITP, RCA, licență ARR, tahograf.

Documente conducător auto: permis, atestat CPI/CPC, ADR (pentru mărfuri periculoase), formular A1 (UE).

Transport feroviar:

Scrisoarea de Trăsură CIM (Convention Internationale concernant le transport des Marchandises par chemin de fer) sau foaie de parcurs feroviară - Anexă: document de transport emis de operatorul feroviar.

Principalele caracteristici ale CMR:

- ✓ Este documentul de bază conform Convenției COTIF (pentru transportul internațional) [7], [4].
- ✓ *Funcție*: reprezintă dovada contractului de transport.
- ✓ *Observație*: nu este un titlu de proprietate negociabil având același statut juridic și comercial cu CMR-ul.

Documente vamale: dacă transportul este internațional.

Certificat de încărcare: care confirmă preluarea mărfii în vagon.

Transport maritim:

Conosamentul (Bill of Lading - B/L): este cel mai complex document unimodal, fiind esențial în comerțul internațional, având funcție atât de document de transport cât și de titlu de proprietate asupra mărfurilor.

Principalele caracteristici ale Bill of Landing:

- ✓ *Funcție*: constituie dovada primirii mărfii de către transportator și dovada contractului de transport maritim.
- ✓ *Observație*: este document negociabil permițând vânzarea mărfii în timpul transportului, prin transferul (girarea) conosamentului. Mărfurile pot fi livrate doar celui care prezintă conosamentul original.

Sea Waybill (Scrisoare de Transport Maritim): este utilizat tot mai des având funcții similare cu un AWB sau CMR.

- ✓ *Observație*: se constituie ca dovadă a contractului, dar nu este titlu de proprietate negociabil. Mărfurile pot fi eliberate destinatarului numit, fără a prezenta un document original, simplificând procedurile.

Transport aerian:

Foaia de Expediție Aeriană (Air Waybill - AWB): reprezintă scrisoarea de trăsură aeriană. Emisă de compania aeriană fiind documentul de bază în transportul aerian, reglementat de Convențiile de la Varșovia / Montreal [3].

Principalele caracteristici ale AWB:

- ✓ *Principalele funcții* ale AWB-ului: este dovada contractului de transport aerian, dovada primirii mărfii de către cărăuș și factură doar pentru transport.
- ✓ *Observație*: AWB-ul nu este un titlu de proprietate negociabil. Marfa este livrată destinatarului numit în document. Există și alte versiuni - Master AWB (MAWB) și House AWB (HAWB) care sunt utilizate de expeditorii de mărfuri (freight forwarders).

Factura comercială: este utilizată în special pentru valoarea mărfurilor.

Packing list: listă cu conținutul coletelor.

Certificat de origine și documente vamale: pentru control și taxare.

Documente Comerciale și Vamale Comune (obligatorii în orice sistem de transport unimodal / multimodal):

Principalele documente comerciale și vamale obligatorii în orice sistem de transport mărfuri sunt prezentate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3.

Documente Comerciale și Vamale Comune, de însoțire a mărfurilor (obligatorii în orice sistem de transport)

Denumire document	Funcția principală
Factura Comercială (Commercial Invoice)	Dovedește tranzacția de vânzare, valoarea mărfii, element esențial pentru plata taxelor vamale și a TVA-ului.
Lista de Ambalare (Packing List)	Detaliază conținutul fiecărui colet, cutii, container (descriere, greutate netă / brută, dimensiuni). Esențială pentru controlul vamal și manipulare.
Certificat de Origine	Atestă țara de proveniență a mărfurilor fiind necesar pentru aplicarea tarifelor vamale preferențiale.
Documente Vamale de Tranzit (T1 / T2)	Documente utilizate pentru mișcarea mărfurilor nevămuite (T1 - mărfuri non-UE; T2 - mărfuri UE) între două puncte din UE, tranzitând țări terțe sau între puncte vamale.
Documente Speciale (ADR, Fitosanitare, Cerificat sanitar-veterinar, etc.)	Certificate obligatorii pentru mărfurile periculoase (ADR), animale vii, produse vegetale (Certificat Fitosanitar) sau perisabile.

Documentele de transport / de însoțire a mărfurilor în sistem multimodal

În transportul multimodal, elementul definitoriu este documentul unic, denumit ***Conosament de Transport Multimodal FIATA (Negotiable FIATA Multimodal Transport Bill of Lading - FBL)***, substituind scrisorile de trăsură (CMR, CIM, Bill of landing, AWB) pentru întreaga rută. Acesta, se emite de Operatorul de Transport Multimodal (OTM).

Conosamentul de Transport Multimodal FIATA (Negotiable FIATA Multimodal Transport Bill of Lading - FBL): reprezintă documentul contractual care acoperă întregul traseu, indiferent de modurile de transport implicate.

Principalele caracteristici ale FBL sunt:

- ✓ *Se emite* de Operatorul de Transport Multimodal (OTM), membru al asociațiilor naționale FIATA.
- ✓ *Este documentul unic* care acoperă întregul transport, de la preluare la livrare, indiferent de modurile de transport utilizate.
- ✓ Ca *natură juridică* este titlu de proprietate negociabil, similar conosamentului maritim (B/L).
- ✓ *Observație*: prin emiterea FBL, ***OTM își asumă răspunderea*** pentru întreaga rută de transport, indiferent de modul de transport utilizat, trebuind să subcontracteze fiecare serviciu implicat în lanțul de transport în sistem multimodal (asigurarea mărfurilor, servicii de transport cu diferite moduri de transport, rutarea mărfurilor, calculul costurilor, vămuirea mărfurilor, transbordarea mărfurilor de pe un mod de transport pe altul, etc.)

Scrisoarea de Transport Multimodal FIATA (Non-negotiable FIATA Multimodal Transport Waybill - FWB): se utilizează ca versiune ne-negociabilă a documentului, atunci când marfa nu trebuie vândută în tranzit. Livrarea se face destinatarului numit.

Aviz de însoțire a mărfii: se emite de expeditor și însoțește marfa pe toate segmentele transportului.

Factura comercială: care justifică tranzacția economică.

Packing list: detaliază conținutul coletelor.

Documentele vamale: declarații vamale, coduri tarifare, certificate de origine.

Certificatul de conformitate / fitosanitar / sanitar-veterinar: dacă este cazul.

*Observații***:**

- ✓ Documentele trebuie să fie valabile pe toate segmentele de transport.
- ✓ O parte din documente pot fi digitale (e-CMR, e-AWB).

- ✓ În cazul regimului ADR, se adaugă fișe de securitate, instrucțiuni scrise, etichete de pericol.
- ✓ Pentru fiecare expediție, este esențial să se verifice: concordanța între documentele comerciale și cele de transport, validitatea licențelor și autorizațiilor și respectarea regimului vamal și fiscal (ex. înregistrarea în sistemul RO e-Transport în România).

Documente Secundare (Interne OTM)

Deși, la transportul mărfurilor în sistem de transport multimodal, expeditorul primește doar documentul unic (FBL/FWB), OTM-ul utilizează intern documente specifice pentru a gestiona subcontractarea fiecărui segment de transport.

Principalele documente interne OTM utilizate în practică sunt:

House Bill of Lading (HBL) / House Air Waybill (HAWB): care reprezintă documente emise de expeditorul de mărfuri (OTM) către clientul său. FBL-ul este, în esență, un tip de House Bill.

Master Bill of Lading (MBL) / Master Air Waybill (MAWB): care reprezintă documente emise de transportatorii efectivi (armator, companie aeriană) către OTM. Acestea nu ajung, de regulă, la expeditorul final, rămânând în posesia OTM.

În concluzie principalele documente de transport în sistem unimodal și multimodal sunt (tabelul 2.4):

Tabelul 2.4

Principalele documente de transport în sistem unimodal și multimodal

Sistem de transport	Documentul de însoțire care atestă contractul de transport	Responsabilitate
Unimodal Rutier	Scrisoare de Trăsură **CMR**	Transportatorul rutier (Cărăușul)
Unimodal Feroviar	Scrisoare de Trăsură **CIM**	Transportatorul feroviar
Unimodal Maritim	Conosament / Bill of Landing (**B/L**)	Armatorul / Cărăușul maritim
Unimodal Aerian	Scrisoare de Trăsură **AWB**	Transportatorul aerian

Sistem de transport	Documentul de însoțire care atestă contractul de transport	Responsabilitate
Multimodal	Conosament Multimodal FIATA (**FBL**)	Operatorul de Transport Multimodal (OTM)

2.3. Aplicații propuse

Aplicația 1 să se completeze, contractul de transport unimodal / multimodal din anexă, pentru transportul de mărfuri analizat în capitolul 1. Se va lucra în grupe de câte doi studenți din care unul va fi expeditorul mărfurilor, iar celălalt transportatorul sau OTM – ul, realizându-se și o negociere a: condițiilor de transport funcție de categoria de mărfuri de transportat, în sistem unimodal și sistem multimodal, indicându-se și codul regulii INCOTERS utilizată; a costului transportului și a penalităților, în caz de întârziere și a duratei acestuia.

Aplicația 2 să se completeze principalele documente de însoțire a mărfurilor pe durata transportului (în sistem unimodal și multimodal – Factură fiscală, Aviz de însoțire a mărfurilor, CMR, CIM, FBL, AWB, FWB, List of Package) din Anexă, individual, pentru mărfurile indicate în capitolul 1.

Întrebări de control:

1.Care este principala diferență între un contract de transport unimodal și unul în sistem multimodal?

2. Care sunt principalele documente de însoțire a mărfurilor în sistem de transport rutier?

3. Care sunt principalele documente de însoțire a mărfurilor în sistem de transport feroviar?

4. Care sunt principalele documente de însoțire a mărfurilor în sistem de transport multimodal?

5. Ce sunt regulile INCOTERMS și la ce sunt utilizate?

Bibliografie

[1] Thompson, B., Incoterms Guide 2025, https://incodocs.com/blog/incoterms-2020-explained-the-complete-guide/

[2] ECE Trade Division, ICC Rules on Multimodal Transport Documents, Geneva, (1992), https://unctad.org/system/files/official-document/tradewp4inf.117_corr.1_en.pdf

[3] European Union - Comunitatea Europeană a Convenției de la Montreal, Convenția de la Montreal privind răspunderea operatorilor de transport aerian, (2018), https://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/summary/montreal-convention-on-air-carrier-liability.html#:~:text=Conven%C8%9Bia%20de%20la%20Montreal%20privind%20r%C4%83spunderea%20operatorilor,%C3%AEn%20numele%20Comunit%C4%83%C8%9Bii%20Europene%20(%C3%AEn%20prezent%20UE).

[4] Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail (OTIF), https://otif.org/en/?page_id=53

[5] International Chamber of Commerce, Incoterms 2020, (2020), https://iccwbo.org/business-solutions/incoterms-rules/incoterms-2020/

[6] Parlamentul României, Codul Civil Român, Monitorul Oficial al României, nr.505, (2011), https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/237956

[7] ***, The Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF) applies in Europe, The Maghreb and the Middle East, https://www.cit-rail.org/en/rail-transport-law/cotif/

Capitolul 3. Metode de ambalare a mărfurilor în Transportul Multimodal (ambalare primară și secundară)

Introducere

În acest capitol, se prezintă, considerațiile teoretice, principalele metode de ambalare a mărfurilor în vederea transportului în sistem multimodal, principalele ambalaje standardizate utilizate la ambalarea primară și secundară a mărfurilor, precum și condițiile de manipulare și transport ale acestora, corelate cu categoria mărfurilor prezentate la transport.

Capitolul este structurat pe trei secțiuni principale: 3.1. Considerații teoretice; 3.2. Studiu de caz privind ambalarea primară și secundară a mărfurilor; 3.3. Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat și Bibliografie.

În Secțiunea 3.1. Considerații generale, sunt prezentate principalele noțiuni referitoare la modurile de ambalare primară și secundară a mărfurilor, în corelație cu ambalajele standardizate utilizate în practică și în funcție de proprietățile / caracteristicile mărfurilor, care determină condițiile de transport (analizate detaliat în studiul de caz prezentat în Capitolul 1).

În secțiunea 3.2 Studiu de caz privind ambalarea primară și secundară a mărfurilor în sistemul de transport multimodal, se realizează un studiu de caz privind ambalarea primară și secundară a mărfurilor a căror proprietăți și caracteristici au fost analizate în Capitolul 1 - punându-se accent pe corelarea ambalajelor standardizate, utilizate în practică, cu cerințele de transport impuse mărfurilor. De asemenea se vor analiza și principalele scheme de așezare a cutiilor / lădițelor pe europaleți, în scopul determinării numărului de paleți necesari pentru transport, cu influență directă asupra calculului numărului de ambalaje secundare și terțiare necesare transportului.

În secțiunea 3.3 Aplicație propusă sunt prevăzute o serie de întrebări și aplicații destinate studenților pentru aprofundarea noțiunilor teoretice precum și o aplicație practică propusă.

3.1 Considerații teoretice

3.1.1 Ambalarea primară

În contextul transportului multimodal, care implică utilizarea succesivă a mai multor moduri de transport ambalarea primară are un rol important, în protejarea produsului de factori fizici, chimici și mecanici. Acest proces reprezintă primul strat de protecție aplicat direct produsului, esențial pentru siguranța și integritatea acestuia în lanțul logistic multimodal.

Ambalajul primar este cel care vine în contact direct cu produsul (ex: cutie de lapte, borcanul de sticlă, etc.), având ca rol principal protejarea mărfii, în mod individual, împotriva contaminării, deteriorării acestuia (nu doar pe durata transportului ci și pe durata depozitării sau expunerii acesteia la raft), și nu în ultimul rând împotriva pierderii calității. De asemenea, ambalajele primare pot avea un rol important și în promovarea produsului (marketing).

Astfel, în lanțurile de transport multimodal, ambalajul primar al mărfurilor trebuie să fie compatibil cu cerințele de manipulare, consolidare și reglementare specifice fiecărui mod de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian). În acest context principalele funcții pe care trebuie să le îndeplinească ambalajul primar al mărfurilor sunt sintetizate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1.

Funcțiile ambalajului primar în contextul sistemului de transport multimodal

Funcție	Descriere
Protecție fizică	Previne deteriorarea produsului în timpul manipulării și transportului.
Protecție chimică	Izolează produsul de aer, umiditate, lumină, contaminanți.
Conservare	Menține caracteristicile produsului (gust, miros, compoziție).

Funcție	Descriere
Funcționalitate	Permite dozarea, deschiderea, închiderea, utilizarea repetată.
Informare și trasabilitate	Include etichete, coduri, simboluri de reciclare, avertismente legale.
Estetică și marketing	Contribuie la atractivitatea vizuală și recunoașterea brandului.

Clasificarea ambalajelor primare este stabilită prin norme europene armonizate (SR EN 13427–13431 [20], [21]) transpuse legislativ prin legislația privind ambalajele și deșeurile de ambalaje (Directiva 94/62/CE [7] și Legea nr. 249/2015 [8], [6]). Conform standardelor europene armonizate adoptate în România, ambalajele primare se clasifică după:

- ✓ Materialul de fabricație (SR EN 13428 [11]):
  - Ambalaje din hârtie/carton
  - Ambalaje din sticlă
  - Ambalaje din metal
  - Ambalaje din materiale plastice
  - Ambalaje din lemn sau textile
  - Ambalaje din materiale compozite
- ✓ Funcția și tipul ambalajului (SR EN 13427 [20]):
  - Ambalaj primar (contact direct cu produsul)
  - Ambalaj secundar (grupare)
  - Ambalaj terțiar (transport)
- ✓ Reutilizarea ambalajului (SR EN 13429 [12]):
  - Ambalaje reutilizabile (ex. flacoane returnabile)
  - Ambalaje nereutilizabile
- ✓ Reciclabilitatea materialului (SR EN 13430 [13]):
  - Ambalaje valorificabile prin reciclare materială

- Ambalaje cu potențial de reciclare energetică sau biologică

✓ Valorificarea prin alte metode (SR EN 13431 [21]):

- Ambalaje valorificabile prin incinerare cu recuperare de energie
- Ambalaje compostabile sau biodegradabile

Alegerea ambalajelor primare se bazează pe criterii tehnice, funcționale, economice și de conformitate legală, adaptate tipului de produs și regimului de transport. În contextul logisticii multimodale, ambalajul primar trebuie să asigure protecție, compatibilitate și trasabilitate pe tot parcursul lanțului de aprovizionare.

Etapele și criteriile de alegere a ambalajului primar:

1. Identificarea caracteristicilor produsului
    a. Stare fizică: solid, lichid, pulverulent, pastă
    b. Sensibilitate: la lumină, umiditate, temperatură, oxigen
    c. Durabilitate: perisabil, fragil, toxic, inflamabil
    d. Dimensiuni și masă: influențează forma și materialul ambalajului
2. Analiza cerințelor de transport multimodal
    a. Compatibilitate cu modurile de ambalare secundară și terțiară: ambalajul primar trebuie să se integreze eficient în cutii, paleți, containere
    b. Rezistență la manipulări multiple: vibrații, șocuri, compresie
    c. Etanșeitate și protecție chimică: în special pentru transport maritim și aerian
    d. Masă optimizată: pentru reducerea costurilor de transport
3. Conformitatea cu legislația în vigoare:
    a. Norme de ambalare: ADR (rutier), IATA DGR (aerian), IMDG (maritim)
    b. Etichetare obligatorie: simboluri de reciclare, avertismente, coduri de trasabilitate
    c. Materiale aprobate: conform SR EN 13427–13431 și Legea nr. 249/2015
4. Optimizarea economică și ecologică:
    a. Cost total: material, producție, transport, reciclare
    b. Impact asupra mediului: preferință pentru materiale reciclabile sau compostabile
    c. Durabilitate vs. cost: echilibru între protecție și eficiență

Etichetarea și simbolizarea ambalajelor primare în contextul transportului în sistem multimodal:

Simbolizarea și etichetarea ambalajului primar sunt esențiale pentru identificarea, manipularea corectă, conformitatea legală și comunicarea informațiilor către utilizatori și operatori logistici. Ele trebuie să fie vizibile, durabile și adaptate cerințelor fiecărui mod de transport, conform reglementărilor precum ADR, IATA DGR, IMDG și ISO 780.

Eticheta aplicată pe ambalajul primar trebuie să conțină informații relevante pentru toți cei implicați în lanțul logistic. Astfel, informațiile obligatorii se referă la:

- ✓ Identificarea produsului: denumire, descriere, cod produs
- ✓ Trasabilitate: lot, serie, dată fabricație/expirare
- ✓ Instrucțiuni de manipulare: „A se păstra la temperatură controlată”, „Fragil”
- ✓ Simboluri de reciclare: conform codurilor ISO și UE
- ✓ Marcaje de conformitate: CE, UN (pentru produse periculoase)
- ✓ Coduri de bare/QR: pentru scanare automată în terminale multimodale

De asemenea, eticheta trebuie să fie rezistentă la umiditate, abraziune și variații de temperatură, mai ales în transportul maritim și aerian.

Simbolizarea ambalajului primar în vederea transportului: simbolurile sunt pictograme standardizate care facilitează manipularea corectă și identificarea riscurilor. În transportul multimodal, ele trebuie să fie:

- ✓ Universale (ISO 780:2015 [17], GHS/CLP [3])
- ✓ Durabile (imprimate sau gravate)
- ✓ Plasate vizibil pe ambalajul primar

Cele mai utilizate simboluri în ambalarea primară sunt sintetizate în tabelul 3.2. [18].

Tabelul 3.2.

Simbolurile cel mai frecvent utilizate în ambalarea primară a mărfurilor în vederea transportului în sistem multimodal

Simbol	Semnificație
Fragil	Mărfuri care necesită manipulare cu atenție sporită
Inflamabil	Mărfuri cu risc de aprindere care trebuie transportate în concordanță cu reglementările ADR [2] / IATA [4] / IMDG – regim special [5]
Pericol biologic	Mărfuri cu regim special, care prezintă pericol biologic în caz de accidente. De exemplu: produse farmaceutice sau medicale.
Temperatură controlată	În general se aplică mărfurilor perisabile care necesită transport frigorific
Cod reciclare	Indică tipul materialului și gradul de reciclabilitate al mărfurilor și ambalajului
CE	Conformitate cu reglementările europene
UN	Ambalaj certificat pentru produse periculoase. Pentru produse periculoase, simbolurile trebuie să fie conforme cu cerințele de marcare UN, inclusiv codul ambalajului și testele de performanță.

Suplimentar etichetele conțin și elemente de codare și trasabilitate cum ar fi:

- ✓ Coduri de bare (EAN - European Article Number, GS1) – pentru scanare automată în depozite și terminale
- ✓ Cod QR – acces rapid la fișe de siguranță, certificate, traseu logistic
- ✓ Număr lot/serie – pentru controlul calității și retrageri rapide

Codarea trebuie să fie lizibilă și compatibilă cu sistemele de scanare utilizate în transportul intermodal.

Ambalajele primare utilizate pentru transportul mărfurilor în sistem multimodal trebuie să îndeplinească 4 cerințe specifice:

- ✓ Să fie etichetate conform regimului aferent celui mai restrictiv mod de transport (de ex. transportul aerian - reglementările IATA);
- ✓ Să fie simbolizate universal pentru a putea fi recunoscute repede în terminale inter / multimodale;
- ✓ Etichetele să fie compatibile cu sisteme de scanare automată: coduri de bare sau coduri QR;
- ✓ Să fie durabile: să reziste la factori externi de tipul umiditate, temperatură, abraziune, etc.

Cele mai utilizate ambalaje primare în transportul multimodal sunt: sacii, borcanele, cutiile, pungile și recipientele rigide, datorită versatilității, rezistenței și compatibilității lor cu ambalajele secundare și terțiare. Acestea sunt alese în funcție de tipul produsului, cerințele de protecție și regimul de transport. În tabelul 3.3 sunt sintetizate cele mai utilizate ambalaje primare în sistemul de transport multimodal.

Tabelul 3.3.

Ambalaje primare frecvent utilizate în transportul multimodal [1]

Tip ambalaj primar	Materiale comune	Produse tipice ambalate	Avantaje logistice multimodale	Limitări / Observații
Sticle de plastic	PET, HDPE	Lichide (băuturi, detergenți, farmaceutice)	Ușoare, rezistente, etanșe, compatibile cu paleți și cutii	Sensibile la temperaturi extreme
Borcane	Sticlă	Produse alimentare, cosmetice	Barieră chimică excelentă, reciclabilă	Fragile, necesită ambalaj secundar protector
Cutii / butoaie metalice	Aluminiu, oțel	Lichide transportate în vrac, uleiuri, vopsele, substanțe periculoase	Durabile, stivuibile, certificate UN pentru ADR / IMDG / IATA	Grele, costuri mai mari de transport
Pungi flexibile	Folii laminate, plastic	Alimente, pulberi, textile	Ușoare, economice, adaptabile la volum	Necesită ambalaj secundar rigid
Ambalaje tip blister	PVC, PET + folie aluminiu	Medicamente, electronice mici	Protecție individuală, trasabilitate,	Nu sunt stivuibile fără suport suplimentar

Tip ambalaj primar	Materiale comune	Produse tipice ambalate	Avantaje logistice multimodale	Limitări / Observații
			vizibilitate produs	
Recipiente rigide din plastic	HDPE, PP, PC	Produse chimice, lichide industriale	Rezistență mecanică și chimică, reutilizabile, certificabile UN	Necesită etichetare clară și testare de conformitate

Cutiile / lădițele de carton sunt utilizate ca ambalaj primar în transportul multimodal, dar numai în anumite condiții și pentru anumite tipuri de produse. Alegerea lor trebuie să țină cont de rezistența materialului, protecția oferită produsului și compatibilitatea cu ambalajele secundare, respectiv terțiare. Sunt utilizate în următoarele cazuri:

- ✓ Produse solide, neperisabile: textile, accesorii, piese tehnice, articole de papetărie;
- ✓ Produse ambalate individual în folie sau blister: cutia devine ambalaj primar de prezentare;
- ✓ Produse ușoare și compacte: care nu necesită protecție chimică sau etanșeitate.

Cutiile / lădițele de carton trebuie să îndeplinească următoarele cerințe minimale:

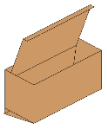
- ✓ Cartonul trebuie să fie rigid, laminat sau tratat pentru rezistență la umiditate și compresie;
- ✓ Ambalajul trebuie să fie testat pentru stivuire și vibrații (ex. testul BCT – Box Compression Test);
- ✓ Etichetarea trebuie să fie clară, durabilă și conformă cu reglementările utilizate în sistemul de transport multimodal.

Cele mai utilizate tipuri de cutii / lădițe de carton sunt prezentate în figura 3.1. [9].

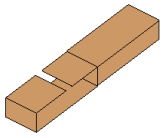
Cutii pliabile cu clapete superioare și inferioare - clapetele exterioare de sus și de jos se întâlnesc, însă cele interioare nu.

Cutii pliabile cu clapete superioare și inferioare: atât clapetele exterioare, cât și cele interioare de sus și de jos se întâlnesc.

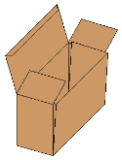
Cutie pliabilă cu clapete inferioare și închidere superioară prin limbă de inserție: partea superioară este prevăzută cu o limbă de închidere



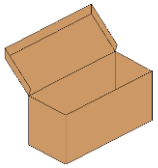
Cutii tip „pull-through”: în această configurație, partea superioară, inferioară și cele două pereți laterale sunt formate dintr-o singură bucată.



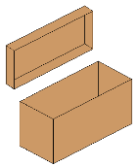
Cutii tip „tube and slide”.



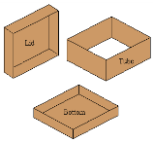
Cutii cu capac articulat și închidere prin limbă de inserție



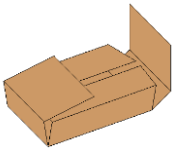
Cutii cu capac articulat și suprapunere superioară



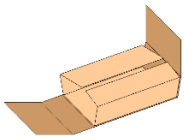
Cutii telescopice



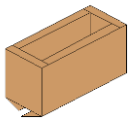
Cutii cu capac dublu



Cutii pliabile, dintr-o singură bucată



Cutii pliante multicomponente



Cutii din carton cu partea superioară deschisă

Figura 3.1. Cele mai utilizate, tipuri de cutii, ca ambalaje primare în sistemul de transport multimodal [9]

Cutiile de carton utilizate în transportul multimodal sunt standardizate pentru a fi compatibile cu ambalarea secundară, respectiv operația de stivuire a acestora pe paleți. Astfel, principalele dimensiuni standardizate ale cutiilor de carton sunt stabilite în funcție de aplicații logistice, compatibilitate cu paleți și protecția produselor. Dimensiunile sunt exprimate în format L × l × h (lungime × lățime × înălțime), măsurate din interior, conform standardelor internaționale (ex. FEFCO, ISO). O sinteză a acestora este prezentată în tabelul 3.4.

Tabelul 3.4

Sinteza principalelor dimensiuni standardizate ale cutiilor de carton utilizate ca ambalaj primar în sistemul de transport multimodal [23], [24]

Dimensiune (mm)	Tip cutie / cod FEFCO*	Domeniu de utilizare principal
305 × 229 × 152	RSC (Regular Slotted Container)	Ambalaj universal pentru e-commerce, retail. Ușor de manipulat, ideal pentru produse mici și medii
400 × 300 × 200	FEFCO 0201	Produse alimentare, cosmetice, articole casnice. Dimensiune versatilă, compatibilă cu Euro paleți.
600 × 400 × 300	FEFCO 0201 / 0203	Transport industrial, componente auto, echipamente. Carton ondulat dublu recomandat pentru greutăți medii
800 × 600 × 400	FEFCO 0201 / 0200	Export, ambalare pe Euro paleți, logistică multimodală. Optimizată pentru Euro paleți și containere ISO
1200 × 800 × 600	FEFCO 0201 / 0204	Ambalaj de paletizare, transport multimodal. Necesită carton triplu strat pentru rezistență maximă.

Dimensiune (mm)	Tip cutie / cod FEFCO*	Domeniu de utilizare principal
150 × 150 × 150	FEFCO 0427 (auto-lock)	Produse mici, bijuterii, electronice de consum. Închidere automată, ideală pentru ambalare rapidă
250 × 250 × 250	FEFCO 0215 / 0210	Produse farmaceutice, cosmetice, ambalaje cadou. Aspect elegant, potrivit pentru prezentare și protecție

*Codificare FEFCO: standard internațional pentru designul ambalajelor din carton [23], [24].

În transportul multimodal al fructelor se utilizează cutii de carton telescopice prevăzute cu fante de ventilare, poziționate pe partea laterală a acestora. De asemenea mai sunt utilizate cutii de carton ranforsat, cu auto formare, standardizate, pentru a fi compatibile cu cerințele operației de ambalare secundară respectiv paletizarea. În tabelul 3.5 sunt prezentate principalele dimensiuni standardizate și domeniile de utilizare a lăzilor din carton utilizate la transportul fructelor, ca ambalaj primar, în sistemul de transport multimodal.

Tabelul 3.5

Principalele dimensiuni standardizate a lăzilor din carton utilizate, la transportul fructelor, în sistem de transport multimodal [23], [24]

Dimensiune (mm)	Tip lădiță	Imagine	Domeniu de utilizare	Cerințe de conformitate	Standard aplicabil
335 × 170 × 100	cu autoformare		Fructe (cireșe, căpșuni, etc.)	Reciclabil, ventilare	FEFCO 0427, ISO 3394, FSC Mix

Dimensiune (mm)	Tip lădiță	Imagine	Domeniu de utilizare	Cerințe de conformitate	Standard aplicabil
380 × 250 × 80	cu autoformare		Fructe de pădure (zmeură, afine, etc)	Ambalaj de raft, imprimabil, reciclabil	FEFCO 0426, ISO 780, FSC Recycled
370 × 275 × 170	cu autoformare		Fructe de dimensiuni medii (mere)	Rezistență mecanică, stivuire	FEFCO 0200, ISO 2234, FSC Mix
480 × 310 × 155	cu autoformare		Fructe de sezon, mixuri	Protecție la transport, reciclabil	FEFCO 0201, ISO 3676, FSC 100%
558 × 385 × 134	Standard export		Export, logistică multimodală	Compatibil paleți Euro, CO5, ventilare, reciclabil	FEFCO 0200, ISO 3676, ISO 780, FSC Mix

Calculul ambalajelor primare

Calculul numărului de ambalaje primare (cutii, flacone, saci, lădițe, etc.) se realizează funcție de:

- ✓ Cantitatea totală (*M*): masă, volum sau numărul total de unități de produs de ambalat;
- ✓ Capacitatea ambalajului (*C*): cantitatea maximă admisă într-un singur ambalaj;

Astfel:

$$N_L = \frac{M}{C}$$

unde: N_L este numărul total de ambalaje primare necesare; M - cantitatea totală [kg], [m^3], [nr.]; C - capacitatea ambalajului [kg], [m^3], [nr.].

Observații:

- ✓ În cazul în care rezultatul calculului nu este număr întreg se aplică rotunjirea în sus (pentru a acoperi întreaga cantitate), iar dacă produsul este indivizibil (de ex. piese), se utilizează rotunjirea naturală.
- ✓ În cazul în care la umplere sau manipulare se constată pierderi, se aplică un *coeficient de pierdere (α)*. Astfel:

$$N_L = \frac{M(1+\alpha)}{C}$$

unde: *α* este coeficientul de pierdere.

- ✓ În cazul ambalării primare utilizând lădițe, la calculul numărului de lădițe necesar se utilizează și parametrul *densitate în vrac a mărfii* (bulk density) – ρ [kg/m^3] care reprezintă masa unui produs raportată la volumul ocupat, inclusiv spațiile dintre particule. Astfel, formula de calcul a numărului de ambalaje primare utilizând densitatea în vrac este:

$$N_L = \frac{M}{C_D}$$

unde: C_D este capacitatea ambalajului funcție de volumul intern al acestuia (V_L) și densitatea în vrac *(ρ)*

$$C_D = V_L \cdot \rho$$

$$N_L = \frac{M}{V_L . \rho}$$

unde: N_L este numărul total de ambalaje primare necesare; M – masa totală a mărfii [kg]; V_L – volumul intern al ambalajului [m^3]; ρ - densitatea în vrac a mărfii (bulk density) [kg/m3].

3.1.2 Ambalarea secundară

Ambalarea secundară reprezintă o componentă esențială în lanțul logistic multimodal, având rolul de a grupa, proteja și facilita manipularea mărfurilor ambalate primar. Spre deosebire de

ambalajul primar, care este în contact direct cu produsul, ambalajul secundar este destinat consolidării unităților de produs pentru transport, depozitare și distribuție.

Astfel, ambalarea secundară utilizează ambalajul care grupează mai multe unități ambalate primar, fără contact direct cu produsul. În transportul multimodal, aceasta îndeplinește următoarele funcții principale (tabelul 3.6).

Tabelul 3.6

Funcțiile ambalării secundare a mărfurilor în transportul multimodal

Funcție	Descriere
Consolidare	Gruparea unităților ambalate primar în unități logistice compatibile cu paleți și containere
Protecție	Prevenirea deteriorării datorată șocurilor mecanice, umidității, contaminării și variațiilor de temperatură
Manipulare eficientă	Facilitarea încărcării, descărcării și transferului între moduri de transport
Etichetare și trasabilitate	Aplicarea codurilor de bare, RFID, simboluri de manipulare conform ISO 780
Prezentare comercială	Ambalaje pregătite pentru raft (SRP – Shelf Ready Packaging) în retail

În operația de ambalare secundară, în lanțul de transport multimodal, sunt utilizate două tipuri de ambalaje: cutiile de carton de dimensiuni mari și paleții. Ambele tipuri de ambalaje au dimensiuni standardizate astfel încât sa fie compatibile cu ambalarea terțiară.

Conform standardelor în vigoare principalele dimensiuni ale ***cutiilor*** utilizate sunt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7

Dimensiuni standardizate și compatibilitatea cu cerințele ambalării terțiare ale cutiilor

Dimensiune (mm)	Tip ambalaj	Standard FEFCO	Compatibilitate paleți
400 × 300 × 200	Cutie RSC	FEFCO 0201	Euro 1200×800
600 × 400 × 300	Cutie cu capac	FEFCO 0203	ISO 1200×1000
800 × 600 × 400	Cutie închisă	FEFCO 0200	Euro

Standarde aplicabile:

- ✓ FEFCO Code – designul ambalajelor din carton ondulat [24]
- ✓ ISO 3394 – dimensiuni modulare [16]
- ✓ ISO 780 – simboluri de manipulare [18]
- ✓ ISO 2234 – testare la stivuire [15]
- ✓ FSC / ISO 14001 – sustenabilitate [14]

Paleții sunt platforme rigide utilizate pentru stivuirea, manipularea și transportul unităților de ambalaj. În ambalarea secundară, paleții:

- ✓ Consolidează mai multe ambalaje într-o unitate de încărcare (unit load)
- ✓ Facilitează manipularea mecanizată (stivuitoare, transpalete)
- ✓ Optimizează spațiul în containere, camioane, vagoane și avioane
- ✓ Reduc riscul de deteriorare prin stabilitate și protecție la bază

Principalele dimensiuni standardizate ale paleților, utilizați în transportul multimodal și compatibilitatea acestora cu ambalajele secundare sunt prezentate în tabelul 3.8 și tabelul 3.9:

Tabelul 3.8

Principalele dimensiuni standardizate ale paleților utilizați în sistemul de transport multimodal

Tip palet	Dimensiuni (mm)	Standard	Utilizare principală
Euro Palet (EUR 1)	800x1200	EN 13698-1 / UIC 435-2	Transport european, compatibil cu majoritatea ambalajelor secundare
Palet ISO	1000 × 1200	ISO 6780	Transport internațional, containere maritime
Half Pallet	600 × 800	EN 13698-6	Retail, livrări mici, rafturi
Quarter Pallet	400 × 600	DIN 15146	Prezentare în magazine
Palet standard american	1016 × 1219	ANSI MH1	Logistică în America de Nord

Stivuirea cutiilor pe paleți trebuie realizată astfel încât straturile să fie complete, pentru a se evita răsturnarea acestora și pentru a se putea încărca paletul cu un număr optim de cutii. Astfel se utilizează o serie de scheme de așezare. O selecție a schemelor de așezare a cutiilor pe paleți este prezentată în tabelul 3.10.

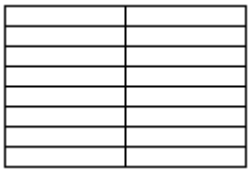
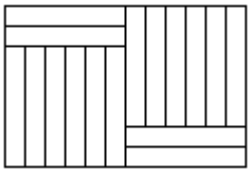
Tabelul 3.9.

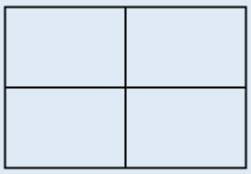
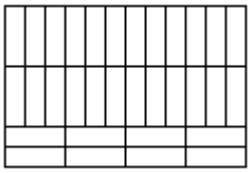
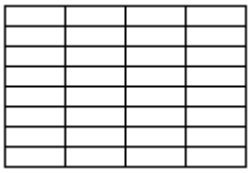
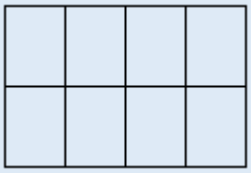
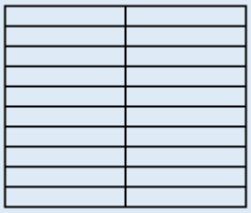
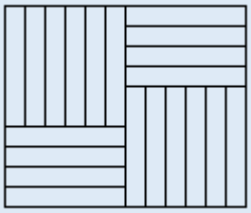
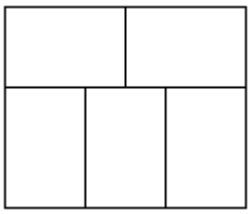
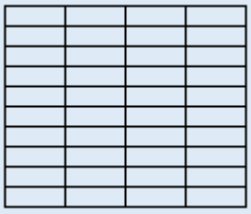
Compatibilitatea cutiilor standardizate cu paleții standardizați

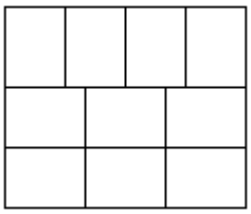
Dimensiune cutie ambalaj primar [mm]	Dimensiune paleți: 800mm x 1200 mm			
	600 x 100	600 x 133	600 x 200	600 x 400
	300 x 100	300 x 133	300 x 200	300 x 400
	200 x 100	200 x 133	200 x 200	200 x 400
	150 x 100	150 x 133	150 x 200	150 x 400
	120 x 100	120 x 133	120 x 200	120 x 400
	Dimensiune paleți: 1000mm x 1200 mm			
	600 x 100	600 x 133	600 x 200	600 x 400
	300 x 100	300 x 133	300 x 200	300 x 400
	200 x 100	200 x 133	200 x 200	200 x 400
	150 x 100	150 x 133	150 x 200	150 x 400
	120 x 100	120 x 133	120 x 200	120 x 400

Tabelul 3.10

Sinteză a schemelor de așezare a cutiilor standardizate pe paleți [10]

Dimensiuni cutie [mm]	Numărul de cutii pe strat	Schemă de așezare principală	Schemă de așezare alternativă
Europalet: 800mm x 1200mm			
600 x 100	16		

Dimensiuni cutie [mm]	Numărul de cutii pe strat	Schemă de așezare principală	Schemă de așezare alternativă
600 x 400	4		
300 x 100	32		
300 x 400	8		
Europalet: 1000mm x 1200mm			
600 x 100	20		
600 x 400	5		
300 x 100	40		

Dimensiuni cutie [mm]	Numărul de cutii pe strat	Schemă de așezare principală	Schemă de așezare alternativă
300 x 400	10		

Pentru a determina numărul de cutii care pot fi încărcate pe un palet standardizat, se aplică o metodă simplă de calcul geometric și logistic, ținând cont de dimensiunile ambalajului secundar, ale paletului și de cerințele de stivuire. Pentru calculul numărului de cutii care pot fi încărcate pe un palet sunt necesare următoarele date:

- ✓ Dimensiunile paletului (lungime x lățime);
- ✓ Dimensiunile cutiei (lungime x lățime x înălțime);
- ✓ Înălțime maximă admisă a paletului încărcat (ex. 1000 mm, 1200 mm);
- ✓ Greutate maximă admisă (ex. 1000 kg pentru palet Euro).

Utilizând datele de mai sus se pot determina numărul maxim de cutii *(N_T)* care pot fi așezate pe un palet astfel:

- ✓ Pas 1: determinarea numărului de cutii pe un strat pe lungime (N_L), pe lățime (N_l) și pe strat (N_S)

$$N_L = \frac{L_P}{L_C}$$

unde: N_L este numărul maxim de cutii per strat per lungime; L_p – lungimea paletului [mm]; L_C – lungimea cutiei [mm].

$$N_l = \frac{l_P}{l_C}$$

unde: N_l este numărul maxim de cutii per strat per lățime; l_p – lățimea paletului [mm]; l_C – lățimea cutiei [mm].

$$N_s = N_L \times N_l$$

unde: N_s este numărul total de cutii per strat.

- ✓ Pas 2: determinarea numărului maxim de straturi n_s pe palet

$$n_s = \frac{h_p}{h_c}$$

unde: n_s este numărul total de straturi; h_p – înălțimea maximă a paletului [mm]; h_c – înălțimea maximă a cutiei [mm]

- ✓ Pas 3: determinarea numărului total de cutii (N_p) pe palet

$$N_p = N_s \times n_s$$

unde: N_p este numărul total de cutii pe palet.

- ✓ Pas 4: ajustarea numărului de straturi / cutii funcție de următorii factori de ajustare
  - Masa totală: nu trebuie să depășească masa maximă admisă per palet;
  - Tipul de stivuire: simplă sau intercalată, pentru a fi realizată stabilitatea paletului;
  - Asigurarea spațiului liber: necesar pentru ventilare (ex. în cazul mărfurilor perisabile cum ar fi fructele);
  - Gradul de deformare a ambalajelor: în cazul utilizării ambalajelor cu grad ridicat de deformare este necesar a fi utilizate capace sau separatoare.

3.2 Studiu de caz privind ambalarea primară și secundară a mărfurilor

Aplicație: să se determine tipul și numărul de ambalaje primare și secundare necesar, pentru transportul multimodal a unei cantități de 1000 kg de portocale.

Pasul 1. Analiza proprietăților / cerințelor impuse la transport al portocalelor. Acestea au fost prezentate în capitolul 1.

Pasul 2. Determinarea tipului de ambalaj primar.

Având în vedere faptul că portocalele sunt mărfuri perisabile, care pe durata transportului au nevoie de condiții speciale se va alege ca ambalaj primar lădițe cu dimensiuni standardizate pentru a se asigura și compatibilitatea cu dimensiunile ambalajului secundar Euro Paleți.

Astfel, utilizarea lădițelor de tip CO5 (480 x 310 x 155 mm) (figura 3.2) se justifică prin:

- ✓ Funcționalitate și protecție:
  - Lădițele ventilate permit circulația aerului, prevenind acumularea de umiditate și mucegai
  - Protejează portocalele împotriva presiunii și deformării în timpul manipulării
- ✓ Compatibilitate multimodală:
  - Dimensiunile lădițelor CO5 (480 × 310 × 155 mm) sunt modulare, compatibile cu paleți Euro și containere maritime
  - Permit stivuirea stabilă și eficientă în toate modurile de transport (rutier, feroviar, maritim)
- ✓ Igienă și trasabilitate:
  - Lădițele pot fi etichetate respectând cerințele ISO 22000
  - Permit aplicarea codurilor de bare, RFID și simboluri de manipulare conform ISO 780
- ✓ Sustenabilitate:
  - Sunt realizate din carton ondulat CO5, reciclabil și certificat FSC
  - Pot fi compactate după utilizare

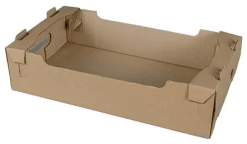


Figura 3.2. Lădiță de carton tip CO5 (480 x 310 x 155 mm) [18]

Pasul 3. Etichetarea și simbolizarea mărfurilor.

Pentru transportul multimodal al portocalelor ambalate în lădițe, etichetarea și simbolizarea corectă sunt esențiale pentru: trasabilitate, manipulare în siguranță, asigurarea conformității cu

standardele internaționale (ISO, Codex, GS1), protejarea produsului pe toate modurile de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian).

Pentru transportul de portocale în sistem multimodal principalele informații obligatorii, care trebuie să fie trecute pe *etichetă* sunt prezentate în tabelul 3.11.

Tabelul 3.11

Principalele informații pe care trebuie să le conțină eticheta lădiței în cazul transportului multimodal de portocale

Categorie	Exemplu	Observații
Denumirea produsului	„Portocale”	Denumire comercială sau denumire științifică (Citrus sinensis)
Greutate netă	„12.5 kg”	Greutatea netă a conținutului
Țara de origine	„Origine: Spania”	Obligatorie pentru produse proaspete / perisabile
Data ambalării / recoltării	„Ambalat la: 05.11.2025”	Pentru trasabilitate și prospețime
Cod lot / trasabilitate	„Lot: ORT-1125-SP”	Cod unic pentru identificare rapidă
Operator economic	„SC .... SRL, RO....”	Denumire, adresă, cod fiscal
Cod de bare (GS1-128)	(cod 128 cu GTIN + lot + greutate)	Pentru scanare automată în logistică

Principalele simboluri internaționale de manipulare conform ISO 780 [25], necesare pe eticheta de transport a portocalelor în sistem multimodal sunt sintetizate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12

Principalele simboluri internaționale de manipulare pe care trebuie să le conțină eticheta lădiței în cazul transportului multimodal de portocale, conform ISO 780 [17]

Simbol	Semnificație	Aplicabilitate
(This way up)	A se transporta în poziție verticală	Pentru lădițe stivuibile
(Keep dry)	Necesită protecție împotriva umezelii	Obligatoriu pentru fructe
(Temperature limits)	Interval termic impus	Ex: „+4°C…+8°C” pentru lanț frigorific - potocale
(Recycle	Ambalaj reciclabil	Lădițe de carton ondulat

Observație: Eticheta poate fi aplicată pe una dintre laturile mari ale lădiței, lizibilă de la 1 m distanță, conform ISO 780 și GS1.

Pasul 4. Determinarea numărului de lădițe necesare.

Principalele elemente necesarului calculului sunt sintetizate în tabelul 3.13.

Tabelul 3.13

Principalele elemente de calcul: lădiță standardizată, conform FEFCO, tip CO5 mare

Tip lădiță	Dimensiuni (mm)	Volum intern V_L (m^3)	Densitate în vrac portocale, ρ (kg/m^3)	Capacitate estimată
CO5 mare	480 × 310 × 155	0.023	550	12.5 kg/lădiță

Calculul capacității estimate C_D [kg/lădiță]:

$$C_D = V_L \cdot \rho$$

$$C_D = 0.023\ m^3 \cdot 550\ kg/m^3$$

$$C_D = 12.5\ kg$$

Calculul numărului total de lădițe N_L necesar transportului multimodal a 1000 kg de portocale:

$$N_L = \frac{M}{V_L . \rho}$$

$$N_L = \frac{M}{C_D}$$

unde: N_L este numărul total de ambalaje primare necesare; M – masa totală a mărfii [kg]; V_L – volumul intern al ambalajului [m^3]; ρ - densitatea în vrac a mărfii (bulk density) [kg/m3]; C_D – capacitatea estimată a lădiței [kg].

$$N_L = \frac{1000}{12.5}$$

N_L = 80 lădițe

Așadar: pentru transportul a 1000 kg de portocale în lădițe de carton ondulat standardizate de tip CO5 (480×310×155 mm, 12.5 kg) va fi necesar un număr de 80 lădițe.

Pasul 4. Determinarea numărului de ambalaje secundare – paleți

Lădițele vor fi grupate pe paleți standardizați - Europaleți (1200 x 800 mm). Astfel, ambalajul secundar utilizat va fi unitatea de paletizare.

- ✓ Determinarea numărului de lădițe pe lungimea paletului:

Lungime palet L_p = 1200 mm

Lungime lădiță L_l = 480 mm

Număr de lădițe pe lungime: 1200 : 480 = 2.5 lădițe

Pentru asigurarea stabilității mărfurilor se va alege limita inferioară de cutii. Astfel pe lungimea paletului se vor așeza 2 cutii.

- ✓ Determinarea numărului de lădițe pe lățimea paletului:

Lățime palet l_p = 800 mm

Lungime lădiță l_l = 310 mm

Număr de lădițe pe lățime: 800 : 310 = 2.5 lădițe

Pentru asigurarea stabilității mărfurilor se va alege limita inferioară de cutii. Astfel pe lățimea paletului se vor așeza 2 cutii.

- ✓ Determinarea numărului total de lădițe pe strat $N_{p,s}$:

$$N_{p,s} = 2 \times 2$$

$N_{p,s}$Ș = 4 lădițe pe strat

- ✓ Determinarea numărului total de straturi pe palet:

Înălțime lădiță H_L = 155 mm

Înălțimea maximă a paletului, aleasă H_p = 1200 mm

Numărul de straturi N_p:

$$N_p = 1200:155$$

N_p = 7 straturi

Numărul maxim de lădițe așezate per palet $N_{L,p}$:

$$N_L = 4 \times 7$$

$N_{L,p}$ =28 lădițe / palet

Schema de așezare a lădițelor pe Euro Palet este reprezentată în figura 3.3.

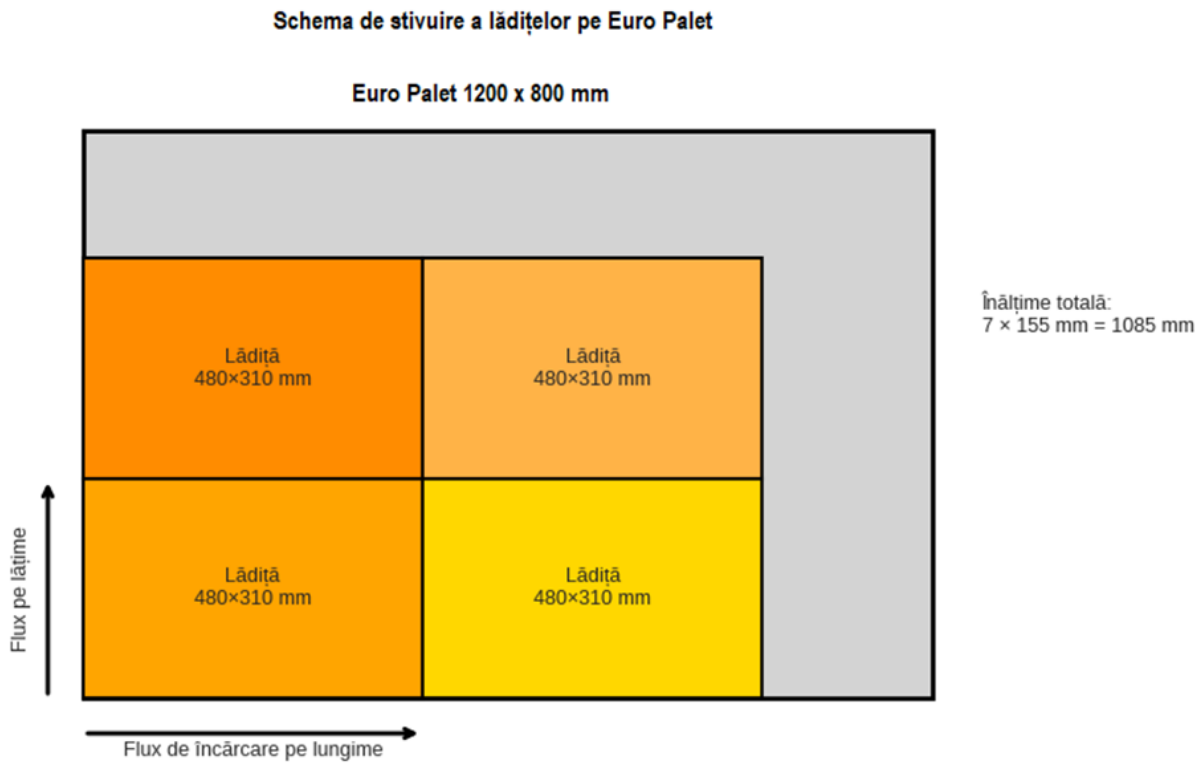


Figura 3.3. Schema de așezare a lădițelor pe palet.

Numărul de paleți necesar N_P :

$$N_P = N_L : N_{L,p}$$

$$N_P = 80 : 28$$

N_P = 2.85 paleți

N_P = 3 paleți

Astfel: pentru transportul multimodal a 1000 kg de portocale este nevoie de 80 lădițe standardizate (CO5: 480×310×155 mm) și 3 Euro Paleți (1200 x 800 mm).

3.3. Aplicație propusă

Să se determine, în vederea organizării transportului în sistem multimodal, categoria și numărul ambalajelor primare / secundare pentru cantitatea Y din mărfurile X (categoria / denumirea mărfii va fi indicată individual). Pentru rezolvarea cerinței se va completa realiza calculul detaliat și schema de așezare a ambalajelor primare pe paleți.

Întrebări de control:

1. Care sunt principalele categorii de ambalaje primare utilizate în transportul multimodal.
2. Precizați trei caracteristici ale ambalajelor primare utilizate la transportul fructelor perisabile.
3. Care sunt parametrii caracteristici ambalajelor primare, cu influență asupra corelării ambalajelor primare cu cele secundare?
4. Ce este ambalarea secundară?
5. Care sunt principalele caracteristici ale ambalajelor secundare?
6. Ce elemente dimensionale ale ambalajelor secundare trebuie să cunoaștem pentru a determina schemele de așezare a mărfurilor ambalate primar pe paleți?

Bibliografie

[1] Rodrigue, J.-P., The Geography of Transport Systems SIXTH EDITION, New York: Routledge, (2024), DOI: 10.4324/9781003343196, https://transportgeography.org/contents/chapter7/logistics-freight-distribution/types-packaging/

[2] Comisia Economică a Națiunilor Unite pentru Europa, Comitetul pentru Transporturi Interioare, Acord referitor la transportul rutier internațional al mărfurilor periculoase, Națiunile Unite, Vol.1, (2021), https://www.arr.ro/files/transport/transport%20marfa/ADR2021/ADR%202021%20-%20vol%20I.pdf

[3] European Commission, Classification and labelling (CLP/GHS), https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/chemicals/classification-and-labelling-clpghs_en

[4] International Air Transport Association (IATA), Dangerous Goods Regulations (DGR), https://www.iata.org/en/publications/dgr/

[5] International Maritime Organization (IMO), The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code, https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/dangerousgoods-default.aspx

[6] Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, Ordinul 647/2016 privind aprobarea listei cuprinzând standardele române care adoptă standarde europene armonizate prevăzute la art. 6 alin. (1) lit. a) din Legea nr. 249/2015, https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/178234

[7] Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene, Directiva Directiva 94/62/CE privind ambalajele și deșeurile din ambalaje, https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1994/62/oj/ron

[8] Parlamentul României, Legea nr. 249/2015 privind modalitatea de gestionare a ambalajelor şi a deşeurilor de ambalaje, MO nr.809, (2015), https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/172506#id_artA30

[9] Transport Information Service, Designs, styles and delivery forms of cartons made from cardboard, millboard or corrugated board, https://www.tis-gdv.de/tis_e/verpack/papier/bauarten/bauarten-htm/

[10] Transport Information Service, Modularization of package sizes, https://www.tis-gdv.de/tis_e/verpack/normung/normung.htm/

[11] CEN EN 13428:2004 Packaging - Requirements specific to manufacturing and composition - Prevention by source reduction, https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen

[12] CEN EN 13429:2004 Packaging – Reuse, https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/58b7e5ed-2290-468e-aafd-5b717bbfa4ef/en-13429-2004?srsltid=AfmBOoplCTpALEAAKxNy_1fpi0wetKJqvbXaeCFMEyqCBcevtdZAa53N

[13] CEN EN 13430:2004 Packaging - Requirements for packaging recoverable by material recycling, https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/4f92e1b9-0e0c-4b85-987d-045c83ccd6ce/en-13430-2004?srsltid=AfmBOorEONI7l3iRDms70YQ3lSV-kWETmbHQbj8__SBcZZ8lBYMH4po9

[14] ISO 14001:2015, Environmental management systems — Requirements with guidance for use, Edition 3, (2015), https://www.iso.org/standard/60857.html

[15] ISO 2234:2000, Packaging — Complete, filled transport packages and unit loads — Stacking tests using a static load, Edition 3, (2000), https://www.iso.org/standard/32410.html

[16] ISO 3394:2012, Packaging — Complete, filled transport packages and unit loads — Dimensions of rigid rectangular packages, Edition 3, (2012), https://www.iso.org/standard/50990.html

[17] ISO 780:2015 Packaging — Distribution packaging — Graphical symbols for handling and storage of packages, Edition 5, (2015), https://www.iso.org/standard/59933.html

[18] ISO 780:2015 Packaging — Distribution packaging — Graphical symbols for handling and storage of packages, https://www.iso.org/standard/59933.html

[19] SO 780:1997, Packaging — Pictorial marking for handling of goods, Fourth edition, https://cdn.standards.iteh.ai/samples/20323/4d661306b20b40b69003ce325eca0f29/ISO-780-1997.pdf

[20] SR EN 13427:2005 Ambalaje. Cerinţe referitoare la utilizarea standardelor în domeniul ambalajelor şi deşeurilor de ambalaje, https://magazin.asro.ro/ro/standard/108578

[21] SR EN ISO 13431:2004 Geotextile și produse înrudite cu geotextilele. Determinarea comportării la fluajul la tracţiune şi ruperea prin fluajul la tracțiune, https://magazin.asro.ro/ro/standard/89754

[22] SR EN ISO 780:2016, Ambalaje. Ambalaje de distribuţie. Simboluri grafice pentru manipularea şi depozitarea ambalajelor, https://magazin.asro.ro/ro/standard/243895

[23] https://easypackmaker.com/chooser/final?templateIndex=fefco_0201

[24] https://www.fefco.org/

[25] https://www.fefco.org/technical-information/fefco-code

Capitolul 4. Metode de ambalare a mărfurilor în Transportul Multimodal (ambalarea terțiară)

Introducere

În acest capitol, se prezintă, considerațiile teoretice privind principalele metode de ambalare terțiară a mărfurilor în sistemul de transport multimodal, principalele containere / cutii mobile standardizate utilizate la ambalarea terțiară a mărfurilor, precum și condițiile de manipulare și transport ale acestora, corelate cu categoria mărfurilor prezentate la transport și modul de transport, în sistem multimodal.

Capitolul este structurat pe trei secțiuni principale: 4.1. Considerații teoretice; 4.2. Studiu de caz privind ambalarea terțiară a mărfurilor, în sistemul de transport multimodal – metode de ambalare; 4.3. Aplicații / Cerințe de rezolvat și bibliografie.

În Secțiunea 4.1. Considerații generale, sunt prezentate principalele noțiuni referitoare la modurile de ambalare terțiară a mărfurilor, în corelație cu ambalajele standardizate utilizate în practică și funcție de proprietățile / caracteristicile mărfurilor care determină condițiile de transport (analizate detaliat în Capitolul 1), cu detaliere pe containerizare și caracteristicile containerelor funcție de modul de transport implicat și cerințele de manipulare impuse.

În secțiunea 4.2 Studiu de caz privind ambalarea terțiară a mărfurilor în sistemul de transport multimodal, se realizează un studiu de caz privind ambalarea terțiară a mărfurilor a căror proprietăți / caracteristici au fost analizate în capitolul 1 și 3 - punându-se accent pe corelarea ambalajelor standardizate, utilizate în practică, cu cerințele de transport impuse mărfurilor . De asemenea se vor analiza și principalele scheme de așezare a euro paleților în containere, în vederea determinării numărului de containere necesare pentru transport, cu influență directă asupra determinării ambalajelor terțiare necesare transportului în sistem multimodal.

În secțiunea 4.3 Aplicații / Cerințe de rezolvat sunt prevăzute o serie de întrebări / aplicații destinate studenților pentru aprofundarea noțiunilor teoretice / realizarea aplicației de laborator.

4.1 Considerații teoretice

La ambalarea terțiară, utilizată în lanțurile de transport multimodal, cele mai utilizate ambalaje sunt containerele, deoarece acestea pot oferi protecție pe durata transportului. Containerele sunt standardizate și oferă eficiență operațională.

Ambalarea terțiară are ca scop gruparea și protejarea unităților de marfă pentru manipulare, stocare și transport. În contextul transportului multimodal (feroviar, rutier, maritim, aerian), containerele sunt esențiale pentru:

- ✓ Standardizare: dimensiuni și forme conforme ISO (ex. 20 ft, 40 ft), facilitând transferul între modurile de transport.
- ✓ Protecție fizică și climatică: asigură integritatea mărfurilor la șocuri mecanice, umiditate, variații de temperatură.
- ✓ Manipulare eficientă: permit încărcarea / descărcarea rapidă cu echipamente specializate.
- ✓ Trasabilitate și siguranță: sigilarea și identificarea unică a containerelor contribuie la securitatea lanțului logistic, oferind identificare unică și compatibilitate cu sisteme digitale (IoT, RFID).
- ✓ Reducerea costurilor și timpilor de tranzit prin manipulare mecanizată și transfer rapid.

Containerele utilizate în transportul multimodal se clasifică după două criterii principale: modul de transport utilizat și caracteristicile mărfurilor care trebuie transportate.

Containerele se clasifică ***în funcție de modul de transport*** – rutier, maritim, aerian și feroviar – în raport cu cerințele tehnice, reglementările internaționale și tipul de infrastructură. Fiecare categorie are standarde specifice de dimensiune, structură și compatibilitate.

În transportul **multimodal**, containerele sunt concepute pentru a fi compatibile cu mai multe moduri de transport (feroviar, rutier, maritim, aerian) fără a fi nevoie de manipularea mărfii în timpul transferului. O detaliere a containerelor utilizate, divizate pe moduri de transport este prezentată în continuare.

Transportul rutier utilizează, în special, containere compatibile cu remorci și semiremorci:

- ✓ Containere ISO standard (20 ft, 40 ft): folosite în transport intermodal, ușor de transferat între camioane și trenuri.
- ✓ Containere swap-body (caroserii demontabile): frecvente în Europa, cu dimensiuni adaptate la rețeaua rutieră (ex. 7.45 m, 7.82 m), fără colțuri de prindere ISO, dar cu picioare retractabile.
- ✓ Containere ADR: pentru mărfuri periculoase, conforme cu reglementările Acordului European privind Transportul Rutier al Mărfurilor Periculoase.

Transportul maritim utilizează, în special:

- ✓ Containere standard ISO (20 ft, 40 ft, 45 ft): cele mai utilizate, pentru mărfuri generale.
- ✓ Containere frigorifice (Reefer): se utilizează, în special, pentru produse perisabile.
- ✓ Containere cisternă: utilizate pentru mărfuri în stare lichidă sau gaze.
- ✓ Containere open-top și flat rack: utilizate în cazul transporturilor supradimensionate (agabaritice)

În transportul feroviar sunt utilizate următoarele tipuri de containere:

- ✓ Containere standard ISO (20 ft, 40 ft, 45 ft) identice cu cele utilizate în transportul maritim, care sunt transportate pe vagoane platformă sau vagoane specializate pentru containere;
- ✓ Containere cisternă: se utilizează la transportul carburanților;
- ✓ Containere frigorifice;
- ✓ Containere ventilate;
- ✓ Containere speciale pentru materialele granulare sau pulberi.

În *transportul aerian* sunt utilizate containere standardizate conform IATA:

- ✓ Containere ULD (Unit Load Device): sunt proiectate special pentru a fi transportate în cala aeronavelor, fiind mai ușoare și adaptate la forma fuselajului;
- ✓ În cazul transportului multimodal, mărfurile pot fi transferate din containere ISO în ULD, dar există și soluții integrate pentru lanțuri logistice rapide.

Tabelul 4.1

Analiza comparativă a principalelor tipuri de containere, divizate pe moduri de transport implicate în transportul multimodal

Mod de transport	Tipuri de containere utilizate	Avantaje principale
Maritim	Containere standard ISO (20 ft, 40 ft, 45 ft) Containere frigorifice (Reefer) Cisterna Containere cu acoperiș detașabil (Open-top) Containere cu acoperiș și pereți laterali detașabili sau pliabili - platformă (Flat rack)	Capacitate mare Cost redus pe distanțe lungi Standardizare globală, Versatilitate ridicată
Feroviar	ISO standard (20 ft, 40 ft) Containere frigorifice (Reefer) Cisterna Containere cu acoperiș detașabil (Open-top) Containere cu acoperiș și pereți laterali detașabili sau pliabili - platformă (Flat rack)	Transport voluminos și greu Cost redus pe distanțe lungi Compatibilitate cu maritim și rutier
Rutier	ISO standard (20 ft, 40 ft) Swap bodies (caroserii demontabile) Containere frigorifice (Reefer)	Flexibilitate în livrare door-to-door Rapiditate pe distanțe scurte Adaptabilitate la infrastructură

Mod de transport	Tipuri de containere utilizate	Avantaje principale
Aerien	ULD (Unit Load Device) Containere speciale ușoare	Timp de livrare foarte scurt Ideal pentru mărfuri sensibile la timp Siguranță ridicată

Alegerea containerelor, ca ambalaj terțiar, în sistemul de transport multimodal se realizează astfel încât să existe o corelare cu: proprietățile fizico-chimice a mărfurilor și implicit a condițiilor de transport impuse, cu cerințele de siguranță și reglementările internaționale. De asemenea, în sistemul de transport multimodal, containerele trebuie să fie compatibile cu echipamentele de manipulare din terminalele de transport (porturi, terminale feroviare și rutiere). O sinteză a tipurilor de containere utilizate în transportul multimodal, în funcție de proprietățile fizico-chimice ale mărfurilor este prezentată în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2.

Clasificarea containerelor multimodale funcție de proprietățile fizico-chimice ale mărfurilor

Tip container	Mărfuri transportate	Caracteristici principale
Standard (Dry Van) sau containere de uz general	Produse uscate, ambalate, neperisabile	Sunt containere închise, cu închidere etanșă, protecție la intemperii.
Izoterme	Produse sensibile la variații de temperatură. În principal produse perisabile, pentru care se impune o valoare a temperaturii pe durata transportului.	Pereți izolați termic, fără unitate activă de răcire.

Tip container	Mărfuri transportate	Caracteristici principale
Frigorific (Reefer)	Produse perisabile (alimente, farmaceutice).	Cu control activ al temperaturii, au unitate de refrigerare integrată.
Ventilat	Cereale, cafea, cacao, semințe, produse sensibile la umiditate.	Orificii de ventilație naturală, previn condensul.
Cisternă (Tank)	Lichide, gaze, substanțe chimice	Rezervor din oțel inoxidabil, supape de siguranță, respectă condițiile ADR / IMO
Platformă (Flat Rack)	Utilaje, vehicule, echipamente voluminoase	Cu acoperiș și pereți laterali detașabili sau pliabili, sau fără pereți laterali, încărcare facilă cu macaraua
Containere cu acoperiș detașabil (Open-top)	Mărfuri în vrac, voluminoase	Acoperiș deschis, prelată detașabilă, încărcare verticală
Pentru mărfuri periculoase (IMO / ADR)	Substanțe inflamabile, toxice, radioactive	Etichetare specială, conformitate cu codurile IMDG, ADR, RID

Observații:

- ✓ Selectarea containerului trebuie să țină cont de:
  - Starea fizică și chimică a mărfii;
  - Cerințele de temperatură, ventilație sau protecție;
  - Reglementările internaționale (ADR, IMDG, RID, CSC).
- ✓ Etichetarea corectă este esențială pentru containerele cu mărfuri periculoase.

- ✓ Containerele speciale (cisternă, frigorific, open-top) necesită echipamente dedicate pentru manipulare și verificări suplimentare de conformitate.

La așezarea paleților în container trebuie să se țină seama de o serie de constrângeri care sunt determinate de necesitatea asigurării încărcăturii pe durata transportului. Acestea se referă la: stabilitate, siguranță structurală, protecția mărfurilor și conformitatea cu reglementările modale.

Astfel principalele categorii de constrângeri se referă la: așezarea pe podea și spațiile goale dintre paleți, paleți și pereții laterali, paleți și tavan.

Principalele constrângeri privind încărcarea podelei containerului se referă la:

- ✓ Rezistența structurală a podelei:
  - Podeaua containerelor (de obicei din lemn de esență tare sau compozit) are o capacitate portantă limitată, exprimată în kg/m²;
  - Zonele de margine și centrul podelei pot avea rezistențe diferite, iar suprasarcina punctuală (ex. roți de transpalet) poate duce la deformări sau fisuri.
- ✓ Distribuția greutății
  - Încărcarea trebuie să fie uniform distribuită, nu concentrată într-o singură zonă;
  - Greutatea totală admisă (ex. 27,600 kg pentru un container de 40’ HC) include și greutatea podelei, structurii și a containerului gol.
- ✓ Spații de toleranță
  - Se lasă spații libere între paleți și pereți pentru: manipulare cu echipamente, dilatare termică, fixare cu chingi sau saci gonflabili;
  - Aceste spații reduc gradul de acoperire al podelei.
- ✓ Reglementări de siguranță
  - Codul CTU (Cargo Transport Units) și normele ISO impun limite de încărcare pe axă și pe suprafață;
  - În transportul rutier, feroviar sau maritim, se aplică norme specifice de fixare și distribuție care pot limita utilizarea completă a podelei.
- ✓ Tipul de marfă și paleți

- Paleții standard (EUR-1, CHEP) nu se potrivesc perfect în container, lăsând zone neutilizate;
- Marfa fragilă, instabilă sau nestivuibilă impune configurații de protecție, nu de maximizare a spațiului.

Podeaua containerului nu se încarcă 100% nici ca suprafață, nici ca greutate, din motive de:

- siguranță structurală;
- distribuție optimă;
- reglementări internaționale;
- caracteristici ale paleților și mărfii.

Principalele recomandări privind spațiile libere între paleți și între paleți și elementele structurale ale containerului sunt:

- ✓ **Spații laterale** (față de pereții containerului) - se recomandă **5 – 15 cm** între paleți și pereții laterali pentru: toleranțe de manipulare, vibrații și dilatare termică, fixarea cu saci gonflabili sau distanțiere [1], [2];
- ✓ **Spațiu frontal și posterior** – se lasă **10 – 20 cm** între paleți și ușile containerului pentru acces la sistemele de fixare și prevenirea presiunii directe asupra ușilor în caz de deplasare [8];
- ✓ **Spațiu vertical** (deasupra paleților) - se recomandă **minim 5 cm** între partea superioară a paleților și plafonul containerului, pentru: toleranță la vibrații, evitarea contactului cu plafonul în cazul stivuirii [8];
- ✓ **Spații între paleți** - dacă paleții nu sunt stivuibili sau marfa este fragilă, se lasă **5 – 10 cm** între unități pentru: inserarea de materiale de blocare, protecție la frecare și deformare [5];
- ✓ Utilizarea spațiilor libere - spațiile libere pot fi umplute cu: saci gonflabili (dunnage bags), panouri de fixare, colțare și distanțiere, folie stretch sau shrink.

Observații:

- ✓ În transportul maritim, Codul CTU [8] impune reguli stricte privind spațiile de fixare și distribuția greutății.

- ✓ În transportul rutier, reglementările ADR [1] pot impune fixare suplimentară pentru mărfuri periculoase.

Calculul necesarului de container

După alegerea tipului de container, în concordanță cu proprietățile fizico-chimice ale mărfurilor de transportat și a cerințelor impuse transportului de reglementările internaționale în vigoare, se determină numărul total de containere necesar transportului.

Datele de intrare necesare pentru realizarea calculului numărului total de containere este sintetizat în tabelul 4.3

Tabelul 4.3.

Date de intrare

Parametru	Simbol	Unitate de măsură în S.I.	Observații
Număr total de paleți	*N*	bucăți	Se va trece și tipul paletului: stivuibil sau nestivuibil
Dimensiunile paletului (*L x l x h*)	*L, l, h*	m	Ex: 1.2 x 0.8 x 1.5
Masa medie per palet	*G*	kg	
Tip container			Ex: 40' HC
Volum intern container	V_c	m^3	
Masă maximă container	G_c	kg	

Parametru	Simbol	Unitate de măsură în S.I.	Observații
Spații libere recomandate	S_l, S_f, S_v	cm	lateral, frontal, vertical
Tip de fixare utilizat			Ex. chingi sau saci gonflabili

Pasul 1. Ajustarea volumului util al containerului, se realizează pentru a lua în considerare spațiile libere necesare. Astfel volumul intern disponibil (V_{cu}) [m^3] se determină cu relația:

$$V_{cu} = V_c - V_{pierderi}$$

unde: $V_{pierderi}$ – suma volumului spațiilor libere datorate constrângerilor impuse, [m^3]. $V_{pierderi}$ poate fi estimat la 5 – 10% din volumul containerului V_c, în funcție de tipul mărfii și de metodele de fixare a acesteia, sau se poate determina cu relația:

$$V_{pierderi} = V_c \cdot R$$

unde: R este coeficient de reducere a spațiului (spații libere + fixare). Valoarea coeficientului R diferă funcție de tipul fixării:

- ✓ Fixare standard: 5 – 10 %
- ✓ Fixare complexă (saci, panouri, colțare): 10 – 15 %.

Pasul 2. Calculul volumului total al paleților:

$$V_t = N \cdot L \cdot l \cdot h\ ,$$

unde: V_t – volumul total al paleților [m^3]; N - numărul total de paleți; L – lungimea paleților [m]; l – lățimea paleților [m]; h – înălțimea totală a paleților (include și înălțimea paletului fără mărfuri – 10 cm), [m].

Pasul 3. Calculul masei totale:

$$G_t = N \cdot G$$

unde: G_t este masa totală a paleților [kg]; N – numărul total de paleți; G – masa unui palet [kg]

Pasul 4. Calculul numărului total de containere necesar: se poate face funcție de volum sau masă:

- ✓ În funcție de volum:

$$C_v = \frac{V_t}{V_{cu}}$$

unde: C_v – numărul total de containere necesar, calculat în funcție de volum; V_t – volumul total al paleților [m^3]; V_{cu} – volumul intern total disponibil [m^3].

- ✓ În funcție de masă:

$$C_g = \frac{G_t}{G_c}$$

unde: C_g – numărul maxim de containere necesar calculat în funcție de masă [kg]; G_c - masa maximă a containerului [kg]; G_t este masa totală a paleților [kg].

- ✓ Numărul total de containere va fi:

$$C = \max(C_v, C_g)$$

unde: C este numărul total de containere necesar; C_v – numărul total de containere necesar calculat în funcție de volum; Cg – numărul maxim de containere necesar calculat în funcție de masă [kg].

4.2 Studiu de caz privind ambalarea terțiară a mărfurilor în sistemul de transport multimodal

Să se determine numărul total de containere necesar pentru transportul multimodal a 100 de europaleți încărcați cu portocale, ambalate secundar în lădițe standardizate, cu masa de 25kg fiecare.

Rezolvare:

În concordanță cu proprietățile fizico-chimice, cerințele impuse pentru transportul portocalelor sunt diferite, ceea ce implică posibilitatea utilizării de containere de transport din categorii diferite. Astfel, în continuare se vor analiza două variante de transport:

Varianta 1 (V1):

- ✓ portocalele sunt **ambalate și transportate pe distanțe scurte**, în regim **național sau regional**, cu timp de tranzit redus (1–2 zile).
- ✓ se transportă în sezon rece, iar temperatura ambientală este în intervalul optim de păstrare.
- ✓ marfa este destinată procesării industriale imediat după livrare (ex. sucuri, conserve), iar integritatea vizuală nu este critică.

Varianta 2 (*V2*):

- ✓ Portocalele sunt transportate în stare proaspătă (neprocesate) și trebuie păstrate la temperaturi controlate (de obicei între +4°C și +8°C).
- ✓ Transportul este maritim sau multimodal pe durată lungă (mai mult de 3–5 zile), unde fluctuațiile de temperatură pot afecta calitatea.
- ✓ Se dorește menținerea lanțului frigorific pentru produse perisabile, conform normelor HACCP sau ISO 22000.
- ✓ Marfa este destinată pieței de retail sau export alimentar, unde trasabilitatea și păstrarea calității sunt obligatorii.

Principalele diferențe dintre cele două containere (în varianta V1 și varianta V2) sunt sintetizate în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4

Principalele diferențe între caracteristicile containerelor standard (dry) – V1 și containerelor frigorifice (refeer) – V2

Caracteristică	Container standard (dry) 40’ HC	Container frigorific (reefer) 40’ HC
Volum intern	Aprox. 76,4 m^3	Aprox. 67–69 m^3 (din cauza unității de răcire)
Masa proprie (tara)	Aprox. 3.700 kg	Aprox. 4.600–4.800 kg
Masă brută admisă	Aprox. 30.480 kg	Aprox. 34.000 kg (dar net utilă doar aprox. 29.000 kg)
Ventilație și flux de aer	Nu	Da – necesită spații libere verticale și laterale
Spații libere obligatorii	Recomandate	Obligatorii pentru circulația aerului

Calculul numărului de paleți este similar, doar că în cazul V2 – utilizarea containerelor frigorifice (refeer) se impune un calcul de ajustare a volumului / masei utile, datorate necesității utilizării de spații libere pentru a permite circulația aerului, în interiorul containerului pe durata transportului.

VARIANTA V1:

Datele de intrare necesare calculului sunt sintetizate în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5

Datele de intrare necesare pentru calculul numărului total de paleți

Parametru	Simbol	Unitate de măsură în S.I.	Valoare	Observații
Număr total de paleți	N	bucăți	100	Palet nestivuibil
Dimensiuni lădiță:	L_l, l_l, h_l	m	0,4 × 0,3 × 0,25	
Masă brută lădiță	M_l	kg	25	Include ambalajul
Dimensiunile paletului (*L x l x h*)	L, l, h	mm	1200 × 800 × 1500	Euro palet
Masa medie per palet	G	kg	1000	Valoare recomandată
Tip container	Container standard (dry) - 40’ High Cube;			
Dimensiuni interne	L_c, l_c, h_c	m	12,03 × 2,35 × 2,69	
Volum intern container	V_c	m^3	76,4	
Masă maximă admisă, container	G_c	kg	27600	
Spații libere recomandate (lateral / frontal sau posterior, vertical)	S_l, S_f, S_v	mm	50, 100, 50	lateral, frontal, vertical
Tip de fixare utilizat	Saci gonflabili și colțare rezultând o pierdere estimată de volum: 15%			

Pasul 1. Determinarea numărului de lădițe: se vor utiliza relațiile de calcul prezentate în capitolul 3.

- ✓ Pe un strat:

$$N_{l,strat} = \frac{L}{L_l} \cdot \frac{l}{l_l}$$

$$N_{l,strat} = \frac{1,2}{0,4} \cdot \frac{0,8}{0,3} = 3 \cdot 2 = 6\ lădițe\ pe\ strat$$

- ✓ Determinarea numărului de straturi pe palet:

$$N_{straturi} = \frac{h}{h_l}$$

$$N_{straturi} = \frac{1,5}{0,25} = 6\ straturi$$

- ✓ Determinarea numărului total de lădițe pe palet:

$$N_{l\ palet} = N_{l,strat} \cdot N_{straturi}$$

$$N_{l\ palet} = 6 \cdot 6$$

$$N_{l\ palet} = 36\ lădițe$$

Schema de așezare a lădițelor pe palet este prezentată în figura 4.1.

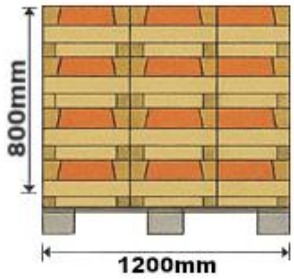


Figura 4.1. Schema de așezare a lădițelor pe palet

Pasul 2. Determinarea volumului și masei totale necesare:

- ✓ Determinarea volumului total ocupat de paleți:

$$V_t = N \cdot L_p \cdot l_p \cdot h_p$$

$$V_t = 100 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}5$$

$$V_t = 144\ [m^3]$$

- ✓ Determinarea masei totale a paleților*:*

$$G_t = N \cdot G$$

$$G_t = 100 \cdot 1000$$

$$G_t = 100000\ [kg]$$

Pasul 3. Determinarea ajustărilor impuse de utilizarea spațiilor libere pentru ventilare și fixare:

- ✓ Spații libere: lateral – 5 cm; frontal / posterior – 10 cm; vertical – 5 cm.
- ✓ Tip fixare: saci gonflabili și colțare, rezultând o pierdere estimată de volum de 15%.

Astfel, volumul util al containerului este:

$$V_{cu} = V_c \cdot \left(1 - procent_{pierderi}\right)$$

$$V_{cu} = 76{,}4 \cdot (1 - 0.15)$$

$$V_{cu} = 64{,}9\ [m^3]$$

Pasul 4. Determinarea numărului total de containere în V1:

- ✓ În funcție de volum:

$$C_v = \frac{V_t}{V_{cu}}$$

$$C_v = \frac{144}{64{,}9}$$

$$C_v = 2{,}21\ containere$$

Observație: Dacă valoarea obținută la calculul numărului de containere nu este număr întreg, aceasta se rotunjește la valoarea întreagă superioară. Rezultă:

$$C_v = 3\ containere$$

- ✓ În funcție de masa:

$$C_g = \frac{G_t}{G_c}$$

$$C_g = \frac{100000}{27600}$$

$$C_g = \frac{G_t}{G_c}$$

$$C_g = 3{,}62\ containere$$

$$C_g = 4\ containere$$

- ✓ Numărul total de containere:

$$C = \max(C_v, C_g) = 4\ containere$$

VARIANTA V2:

În cazul în care este necesară utilizarea unui container frigorific (refeer), diferențele de calcul se referă doar la ajustarea volumului util respectiv a masei utile, în concordanță cu caracteristicile containerului frigorific (refeer) prezentate în tabelul 4.4. Astfel:

- ✓ Volumul util, se reduce la 67m^3
- ✓ Volumul necesar pentru spații libere și fixare:

$$V_{cu} = 67 \cdot (1 - 0{,}15)$$

$$V_{cu} = 56{,}95\ m^3$$

- ✓ Numărul total al containerelor în funcție de volum:

$$C_v = \frac{144}{56{,}95}$$

$$C_v = 2{,}53\ containere$$

$$C_v = 3\ containere$$

- ✓ Masa maximă admisă rămâne 34000 kg, dar masa proprie a containerului este mai mare (datorită unității frigorifice). Astfel masa utilă a containerului devine:

$$G_{cu} = 34000 - 4800$$

$$G_{cu} = 29200\ kg$$

- ✓ Numărul total al containerelor în funcție de masă:

$$C_g = \frac{100000}{29200}$$

$$C_g = 3{,}42\ containere$$

$$C_g = 4\ containere$$

- ✓ Numărul total de containere frigorifice (refeer):

$$C = \max(C_v, C_g)$$

$$C = \max(3{,}4)$$

$$C = 4\ \text{containere}$$

4.3. Aplicație propusă

Să se determine, în vederea organizării transportului în sistem multimodal, categoria și numărul ambalajelor terțiare necesar a fi utilizate pentru transportul cantității Y din mărfurile X (categoria / denumirea mărfii va fi indicată individual). Pentru rezolvarea cerinței se va realiza calculul detaliat și schema de așezare a ambalajelor secundare (paleți) în containere.

Întrebări de control:

1. Ce este ambalarea terțiară?
2. Care sunt principalele categorii de ambalaje terțiare utilizate în transportul multimodal.
3. Precizați trei caracteristici ale ambalajelor terțiare utilizate la transportul fructelor perisabile.
4. Care sunt principalele diferențe între containerele de uz general și containerele frigorifice (refeer)?
5. Ce elemente dimensionale ale ambalajelor terțiare trebuie să cunoaștem pentru a determina schemele de așezare a mărfurilor în container?
6. Care sunt principalele spații libere care se impun a fi lăsate în container ? Argumentați.

Bibliografie

[1] Comisia Economică pentru Europa a Organizației Națiunilor Unite, Acordul european referitor la transportul rutier internațional al mărfurilor periculoase ADR,, Voll. I, II, Geneva, (2025), https://www.arr.ro/files/transport/transport%20marfa/ADR2023/ADR%202023%20-%20vol%20I.pdf

[2] Deberry, B., How to Load a Container: Ideal Practices for Maximum Space & Safety, disponibil la: https://ramechanic.com/how-to-load-a-container-ideal-practices-for-maximum-space-safety/

[3] International Union of Railways, UIC 435-2, Exchangeability of EUR pallets. Norme privind paleții standardizați EUR-1.

[4] ISO 668:2020, Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings. International Organization for Standardization.

[5] KCH Transportation, How to Utilize Space Efficiently in LTL Freight Shipping, (2024), disponibil la: https://kchtrans.com/how-to-utilize-space-efficiently-in-ltl-freight-shipping/

[6] Mechanic, R.A., How to load a container: Ideal practices for maximum space & safety. Disponibil la: https://ramechanic.com

[7] TEPS, Best Practices for Loading and Stacking Cargo to Maximise Container Space, disponibil la: https://www.tepsgb.com/news/best-practices-for-loading-and-stacking-cargo-to-maximise-container-space/

[8] The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), IMO/ILO/UNECE Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units, (CTU Code), Geneva, (2014), https://unece.org/DAM/trans/doc/2014/wp24/CTU_Code_January_2014.pdf

Capitolul 5. Determinarea rutelor în transportul multimodal (rutarea)

Introducere

În capitolul 5, se prezintă, considerațiile teoretice, principalele metode de determinare a rutelor de transport în sistemul de transport multimodal, principalele constrângeri impuse, precum și modul de alegere a terminalelor multimodale în care se realizează transferul mărfurilor de pe un mijloc de transport pe altul.

Capitolul este structurat pe trei secțiuni principale: 5.1. Considerații teoretice; 5.2. Studiu de caz privind determinarea rutelor de transport, în sistemul de transport multimodal; 5.3. Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat și Bibliografie.

În Secțiunea 5.1. Considerații generale, sunt prezentate principalele noțiuni referitoare la determinarea rutelor de transport în corelare cu: cerințele impuse duratei transportului (în concordanță cu proprietățile fizico-chimice ale mărfurilor), costul optim, infrastructura necesară manipulării mărfurilor la transbordarea de pe un mod de transport pe altul, etc.

În secțiunea 5.2 Studiu de caz privind determinarea rutelor de transport în sistem multimodal între origine și destinație, se va prezenta modul de determinare a rutei de transport utilizând platforme online (burse de transport) care oferă servicii de rutare.

În secțiunea 5.3 Aplicație propusă sunt prevăzute o serie de întrebări / aplicații având rolul de aprofundare a noțiunilor teoretice și o aplicație practică propusă.

5.1 Considerații teoretice

Determinarea rutelor nu este doar o problemă tehnică, ci și una economică și ecologică, influențând costurile totale, timpii de livrare și amprenta de carbon.

Importanța acestei teme derivă din faptul că transportul multimodal permite reducerea costurilor prin combinarea avantajelor fiecărui mod de transport: flexibilitatea rutierului, capacitatea feroviarului, eficiența maritimului și rapiditatea aerianului. Totodată, integrarea

acestor moduri presupune o planificare riguroasă, bazată pe algoritmi și modele matematice complexe.

Determinarea rutelor (routing) în transportul multimodal reprezintă o problemă complexă de optimizare în domeniul logisticii și al cercetării operaționale. Aceasta implică selectarea unei secvențe optime de moduri de transport (rutier, feroviar, maritim, aerian) și a nodurilor de transfer (terminale, porturi, hub-uri) pentru a deplasa mărfurile de la origine la destinație. Obiectivul principal este, de regulă, optimizarea multi-criterială, având în vedere obiective adesea conflictuale.

În acest context, la determinarea rutelor de transport, transportul multimodal este modelat în general ca o super-rețea spațio-temporală (time-spatial super-network) [1], care include:

- ✓ ***Noduri:*** reprezintă locații geografice (orașe, terminale de transport origine sau destinație) sau noduri de transfer (unde se schimbă modul de transport – terminale multimodale). În unele modele avansate, un nod geografic poate fi reprezentat prin multiple sub-noduri care caracterizează diferite moduri de transport disponibile în acea locație și facilitează reprezentarea informațiilor de transfer.
- ✓ ***Arce:*** reprezintă segmente de transport (tronsoane) sau operațiuni de transfer (transbordare) între noduri. Fiecare arc este asociat cu un mod de transport specific (ex. șină de cale ferată, drum, rută maritimă).
- ✓ ***Restricții Temporale***: modelele pot include ferestre de timp (time windows) (ex. ore de plecare/sosire, intervale de timp soft / hard la nodurile intermediare) și incertitudinea timpului de transport/transfer (modelată adesea prin distribuții probabilistice, precum distribuția normală sau cea cu asimetrie pozitivă).

Factori de influență asupra determinării rutelor de transport în lanțul de transport multimodal

Determinarea rutelor de transport este influențată de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sunt:

- ✓ Caracteristicile modurilor de transport: capacitate, cost, timp de tranzit. De exemplu, transportul maritim este ieftin, dar lent, în timp ce cel aerian este rapid, dar costisitor.

- ✓ Constrângeri operaționale: ferestre de timp, disponibilitatea infrastructurii, restricții legale.
- ✓ Aspecte economice și ecologice: cost total, amprenta de carbon, obiective de sustenabilitate.
- ✓ Riscuri și incertitudini: condiții meteorologice, congestii, întârzieri, riscuri geopolitice.

Aceste variabile trebuie integrate într-un model matematic care să permită luarea deciziilor optime în condiții dinamice, devenind astfel o problemă de optimizare de tip multi-obiectiv (multi-objective optimization).

În concordanță cu factorii de influență prezentați anterior, ***principalele funcții obiectiv*** [2] cel mai des utilizate în optimizarea rutelor de transport în sistem multimodal sunt:

- ✓ ***Minimizarea Costului Total (minC)***: include costurile de transport pe fiecare segment, costurile de transfer de pe un mod de transport pe altul (transbordare), costurile de depozitare pentru sosirea timpurie și costurile de penalizare pentru sosirea târzie (în cazul constrângerilor de fereastră de timp).
- ✓ ***Minimizarea Timpului Total de Tranzit (minT)***: suma timpilor de transport și a timpilor de transfer. Timpii de transport sunt adesea tratați ca variabile incerte (stochastice), fiind modelați prin distribuții probabilistice (ex. normală, uniformă).
- ✓ ***Minimizarea Emisiilor de Carbon (minE):*** o cerință crescândă în contextul logistic al durabilității. Emisiile sunt convertite uneori în costuri pentru a fi integrate în funcția de cost total.
- ✓ ***Maximizarea Satisfacției Clientului*** **(*maxS*)**: adesea legată invers proporțional de cost și timp.
- ✓ ***Minimizarea Riscului (minR):*** evaluarea riscurilor asociate rutei, precum riscul de deteriorare a mărfii sau riscul operațional.

Astfel, se poate spune că proiectarea rutelor în transportul multimodal implică o analiză complexă a cererii, infrastructurii, reglementărilor și tehnologiilor digitale. Este un proces strategic care optimizează costurile, timpii și sustenabilitatea.

Etapele proiectării unei rute de transport în sistem multimodal.

Pentru determinarea / proiectarea rutelor de transport în sistem multimodal se parcurg mai multe etape, detaliate în continuare.

Etapa 1. Analiza cererii de transport, a proprietăților fizico-chimice ale mărfurilor și a condițiilor impuse transportului.

- ✓ Identificarea punctelor de origine și destinație
- ✓ Analiza caracteristicilor mărfii: volum, greutate, sensibilitate, impunerea de condiții speciale la transport (ex. temperatură controlată)
- ✓ Frecvența și regularitatea transportului

Etapa 2. Stabilirea obiectivelor logistice / a funcțiilor obiectiv.

- ✓ Prioritizarea criteriilor: cost, timp, fiabilitate, sustenabilitate
- ✓ Alegerea între livrare just-in-time, livrare economică sau livrare ecologică

Etapa 3. Selectarea modurilor de transport, în concordanță cu caracteristicile mărfurilor, a cerințelor impuse și a funcțiilor obiectiv.

- ✓ **Rutier**: flexibil, ideal pentru distanțe scurte și livrare finală
- ✓ **Feroviar**: este eficient pentru volume mari și distanțe medii-lungi
- ✓ **Maritim**: este economic pentru transport internațional de mare capacitate
- ✓ **Aerian**: rapid, dar costisitor, pentru mărfuri urgente sau cu valoare mare

Etapa 4. Identificarea nodurilor și terminalelor intermodale de tranzit

- ✓ Porturi maritime și fluviale, terminale feroviare, centre logistice
- ✓ Evaluarea capacității, echipamentelor și timpilor de transbordare

Etapa 5. Modelarea rutei multimodale

- ✓ Combinarea secvențelor de transport într-un lanț coerent
- ✓ Utilizarea de software GIS și TMS pentru simulare și vizualizare
- ✓ Optimizarea traseului în funcție de cost, timp și emisii

Etapa 6. Evaluarea costurilor și a timpilor de tranzit

- ✓ Calcularea costurilor directe (tarife, taxe) și indirecte (asigurări, manipulare)
- ✓ Estimarea timpilor de tranzit și a timpilor de staționare în noduri

Etapa 7. Verificarea conformității și a reglementărilor

- ✓ Reguli vamale, restricții de transport, documentație specifică
- ✓ Cerințe sectoriale (ex. ADR, ATP, ISO 22000, GDP)

Etapa 8. Simularea și validarea traseului

- ✓ Testarea mai multor scenarii (ex. rută economică vs. rută rapidă)
- ✓ Analiza riscurilor (întârzieri, blocaje, sezonalitate)

Etapa 9. Implementarea și monitorizarea traseului

- ✓ Emiterea documentelor de transport multimodal (FIATA, CMR, CIM, B/L)
- ✓ Monitorizarea în timp real prin platforme digitale (track & trace)

Etapa 10. Revizuirea și optimizarea continuă

- ✓ Colectarea feedbackului operațional
- ✓ Ajustarea traseelor în funcție de performanță și schimbări externe

În practică, determinarea rutelor se realizează utilizând software specializat (Transportation Management Systems - TMS) și platforme digitale care integrează date în timp real, permițând ajustarea rutelor în funcție de condițiile curente. Exemple: SAP TM, Oracle Transportation Management, aplicații bazate pe AI pentru predicții de trafic și optimizare dinamică.

În tabelul 5.1 sunt prezentate câteva platforme digitale utilizate în proiectarea rutelor de transport în sistem multimodal.

Tabelul 5.1

Platforme digitale utilizate în proiectarea rutelor de transport

Tip platformă	Exemple	Funcționalități
TMS (Transport Management System)	Transporeon, SAP TM, Oracle TMS	Planificare, rutare, alocare transportatori, urmărire
GIS și hărți digitale	ArcGIS, QGIS, Google Maps API	Vizualizare rețele, analiză spațială, simulare trasee
Platforme de rutare și optimizare	PTV Route Optimizer, Sygic, HERE	Calcul rute, estimare timp, optimizare costuri
Platforme intermodale	Sea Rates, Rail Cargo Planner, DB Intermodal, iCargo	Planificare rute combinate, rezervare sloturi, integrare moduri
Sisteme de urmărire și ETA	FourKites, Project44, Shippeo	Monitorizare în timp real, estimare sosire, alerte

După ce rutele de transport sunt stabilite, se determină valorile parametrilor de optimizare (cost, durata transportului, emisii, etc.), urmată de aplicarea unei metode de optimizare în vederea determinării rutei optime. Aceste aspecte vor fi tratate în capitolele următoare.

5.2. Studiu de caz privind determinarea rutelor de transport

Pentru exemplificarea aplicării metodei de determinare a rutelor de transport în cazul unui transport de portocale în sistem multimodal, țara de origine – Brazilia, țara de destinație – România, în studiul de caz se va utiliza platforma online CargoRouter [4]. Această platformă oferă o serie de rute alternative, moduri de transport implicate, în funcție de opțiunile selectate: țara de origine a transportului / originea transportului, țara de destinație / locul de destinație. De asemenea oferă posibilitatea ordonării rutelor alternative funcție de patru criterii principale: ruta

ce-a mai scurtă, cel mai mic cost total, cel mai scurt timp de tranzit, cea mai redusă cantitate de emisii (fig.5.1).

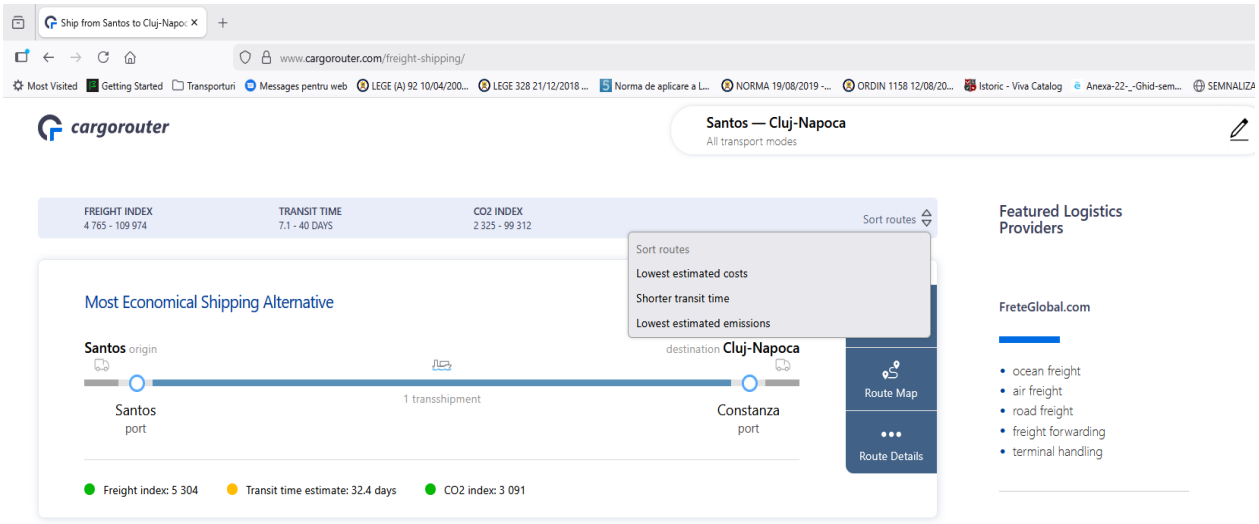


Figura 5.1. Criterii de ordonare a rutelor alternative în platforma online Cargorouter

Pentru determinarea rutelor alternative / modurilor de transport în cazul studiului de caz propus, s-a alea țara de origine a transportului Brazilia / localitatea Santos, respectiv țara de destinație România / localitatea Cluj-Napoca. După selectarea originii respectiv destinației, având în vedere că mărfurile transportate sunt perisabile - portocale) a fost ales ca și criteriu principal de ordonare a rutelor – cel mai scurt timp de transport, apoi costul minim.

S-au obținut următoarele rute alternative / moduri de transport:

Varianta 1. Ruta cu cel mai scurt timp de transport, Santos – aeroportul Viracopos – Aeroportul Henri Coandă Cluj-Napoca – Cluj-Napoca, având următoarele caracteristici: durata transportului 7,1 zile, cu 2 moduri de transport (rutier și aerian), un index a transportului de109974, și un index de CO_2 de aproximativ 99312 (Figura 5.2).

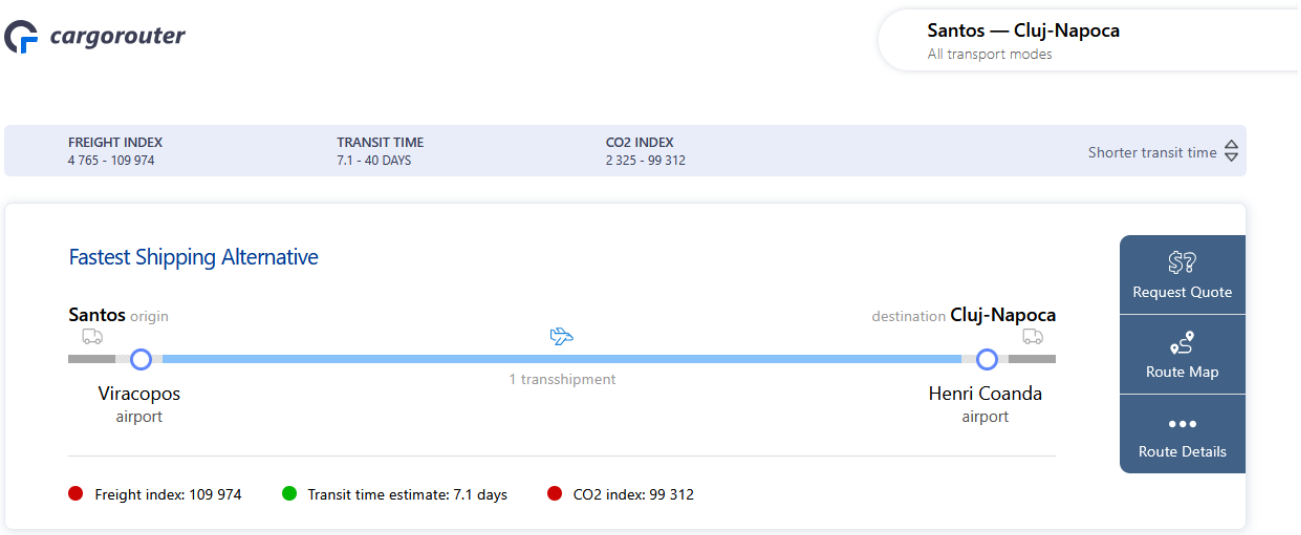


Figura 5.2. Varianta cea mai rapidă oferită de platforma online Cargorouter

Varianta 2. Ruta cu durata redusă a transportului și cost mai mic decât al variantei 1: Santos – portul Santos – Portul Algecira – Puerto Bahia (terminal feroviar) – Arad (terminal feroviar) – Cluj-Napoca. Caracteristici: durata transportului 30,65 zile; trei moduri de transport (rutier, maritim, feroviar), un index a transportului de 6055, și un index de CO_2 de aproximativ 2325 (Figura 5.3.).

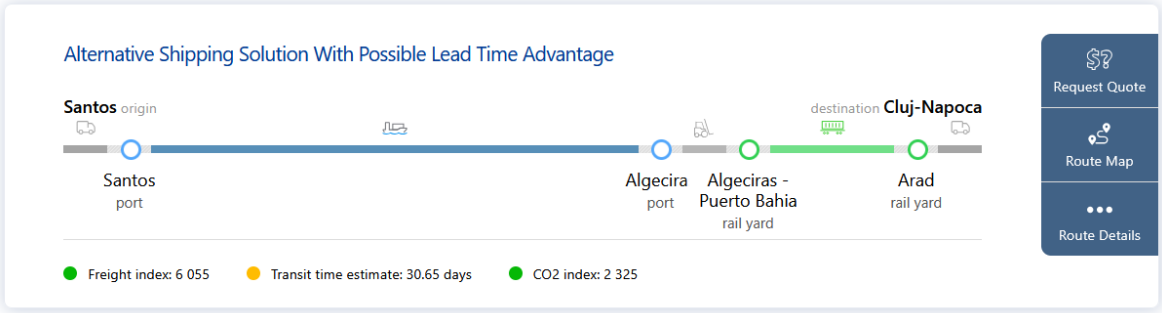


Figura 5.3. Varianta cu durata redusă a transportului și cost mai mic decât al variantei 1 oferită de platforma online Cargorouter

Varianta 3. Ruta cu cost redus, durată redusă a transportului, Santos – portul Santos – portul Constanța – Cluj -Napoca. Caracteristici: durata transportului 32,4 zile; două moduri de transport

(rutier, maritim, feroviar), un index a transportului 5304, și un index de CO_2 de aproximativ 3091 (Figura 5.4.).

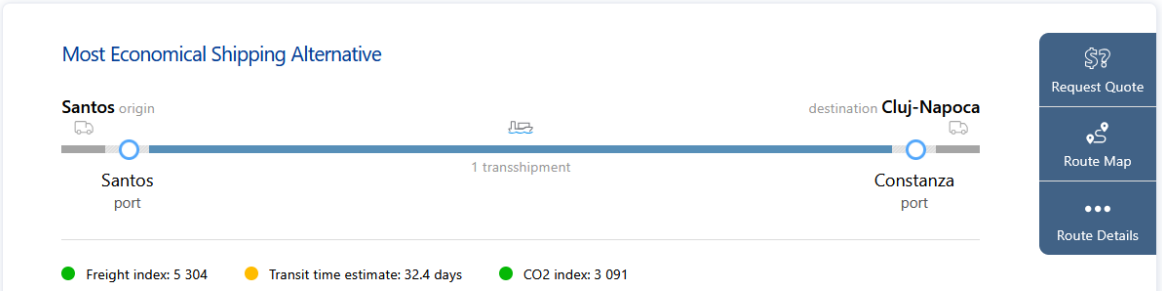


Figura 5.4. Ruta cu cost redus, durată redusă a transportului oferită de platforma online Cargorouter

Varianta 4. Ruta cu valori medii, din punct de vedere a tuturor criteriilor selectate, Santos – Portul Santos – Portul Constanța – terminal multimodal București (mod feroviar) – terminal feroviar Arad – Cluj-Napoca. Caracteristici: durata transportului 38,5 zile; trei moduri de transport (rutier, maritim, feroviar), un index a transportului de 6703, și un index de CO_2 de aproximativ 3018.

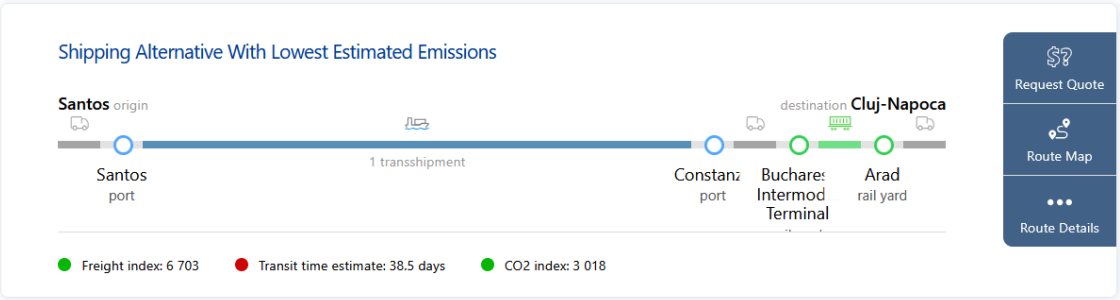


Figura 5.5. Ruta cu valori medii, din punct de vedere a tuturor criteriilor oferită de platforma online Cargorouter

Varianta 5. Ruta cu costul cel mai redus, Santos – Portul Santos – Portul Varna – Cluj-Napoca. Caracteristici: durata transportului de 40 zile; două moduri de transport (rutier, maritim), un index a transportului 4765, și un index de CO_2 de aproximativ 3145.

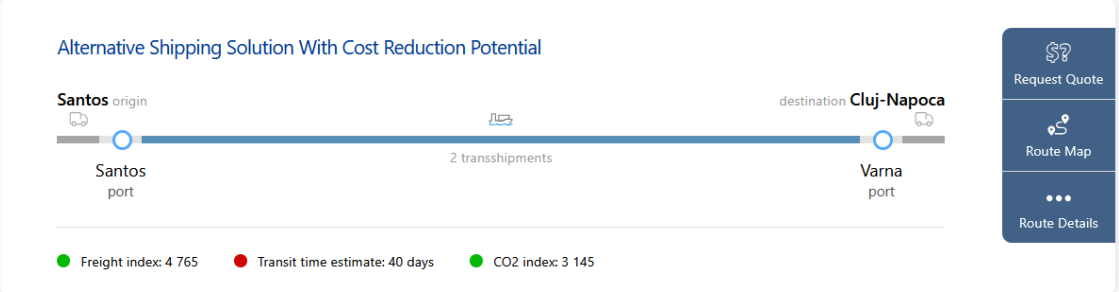


Figura 5.6. Ruta cu costul cel mai redus oferită de platforma online Cargorouter

Analizând caracteristicile varintelor de rute alternative, în cazul transportului de portocale, având în vedere parametrii de decizie (durata transportului și cost) se observă că 2 variante de rute sunt viabile: varianta 2 și respectiv varianta 3.

Pentru alegerea variantei optime dintre cele 2 rute alternative viabile se vor aplica metoda AHP (capitolul 7).

5.3. Aplicație propusă

Să se determine, în vederea organizării transportului în sistem multimodal, utilizând platforme și hărți digitale, 3 variante de rute de transport pentru marfa X, cantitatea Y, din locul de origine .... la locul de destinație.

Întrebări de control:

1. Ce este rutarea?
2. Care sunt principalii factori care influențează determinarea rutelor de transport în sistem multimodal?
3. Precizați care sunt principalele funcții obiectiv în cazul aplicării unei metode de optimizare a rutelor de transport în sistem multimodal.
4. Care sunt principalele etape care se parcurg la determinarea rutelor de transport?

5. Precizați care sunt principalele tipuri de platforme utilizate în practică pentru determinarea și simularea rutelor de transport a mărfurilor, în sistem multimodal.

Bibliografie

[1] Zhaohui et al. (2017). Multimodal transport routing problem considering transshipment and accessibility: The case of the “One Belt One Road” initiative. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 33(3), 133-140.

[2] Wang et al. (2023). Optimum Route and Transport Mode Selection of Multimodal Transport with Time Window under Uncertain Conditions. Mathematics, 11(14), 3244.

[3] https://www.google.com/maps

[4] https://www.searates.com/

Capitolul 6. Analiza și determinarea costurilor aferente transportului multimodal al mărfurilor

Introducere

În capitolul curent, se prezintă, considerațiile teoretice referitoare la structura costurilor în lanțul de transport multimodal, metoda de determinare a acestora, precum și un exemplu rezolvat sub forma unui studiu de caz.

Capitolul este structurat pe trei secțiuni principale: 6.1. Considerații teoretice; 6.2. Studiu de caz privind determinarea costului unui transport în sistem multimodal; 6.3. Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat și Bibliografie.

În Secțiunea 6.1. Considerații generale, sunt prezentate principalele noțiuni referitoare la determinarea costului total al transportului de mărfuri în sistem multimodal și structura acestora în funcție de fiecare mod de transport (rutier, feroviar, maritim sau aerian).

În secțiunea 6.2 Studiu de caz privind determinarea costului unui transport de mărfuri în sistem multimodal, se prezintă modul de determinare a costului total și a costurilor logistice suplimentare.

În secțiunea 6.3 Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat sunt prevăzute o serie de întrebări / aplicații destinate studenților pentru aprofundarea noțiunilor teoretice / realizarea aplicației propuse.

6.1. Considerații teoretice

Calculul costurilor aferente transportului mărfurilor în sistem multimodal, este esențial pentru optimizarea lanțului de transport, evaluarea eficienței economice și luarea deciziilor strategice în logistică [5].

Structura costurilor în transportul multimodal

Costurile aferente transportului mărfurilor în sistem multimodal pot fi clasificate în patru categorii principale:

- ✓ *Costuri directe*, sunt cele mai vizibile și cuantificabile, asociate direct cu deplasarea mărfurilor pe fiecare mod de transport, reprezentând baza calculului și putând varia în funcție de distanță, tipul de mărfuri și infrastructură:
    - Rutier: cost/km (combustibil, taxe de drum, salarii șoferi, amortizare vehicul);
    - Feroviar: tarife pe vagon/container, costuri de manevră, rezervare sloturi;
    - Maritim: navlu, taxe portuare (THC), ajustări combustibil (BAF), ajustări valutare (CAF);
    - Aerian: tarif/kg, taxe de manipulare (handling), suprataxe pentru urgență sau volum.
- ✓ *Costuri de transbordare*, apar la schimbarea modului de transport și includ operațiuni de manipulare și depozitare temporară. În lanțurile de transport multimodal, cu complexitate ridicată pot ajunge la 20–30% din costul total:
    - Manipulare: încărcare/descărcare containere, repoziționare, sortare;
    - Depozitare temporară: costuri pentru staționarea mărfii în terminale;
    - Echipamente: utilizarea macaralelor, stivuitoarelor cu braț telescopic pentru containere, stivuitoare;
    - Creșterea duratei transportului: întârzieri generate de congestie sau lipsa sloturilor.
- ✓ *Costuri administrative si vamale*, sunt asociate cu documentația, reglementările și formalitățile de trecere a frontierelor. Sunt de importante pentru respectarea legislației și evitarea penalităților:
    - Documente de transport: CMR (rutier), CIM (feroviar), B/L (maritim), AWB (aerian);
    - Taxe vamale și accize: în funcție de tipul de marfă și țara de destinație;
    - Servicii de brokeraj vamal: verificare documente, declarații, consultanță;

- Costuri de conformitate: certificări (ADR, ATP, GDP), etichetare, marcaje.

✓ *Costuri indirecte*, nu sunt legate direct de deplasarea fizică, dar influențează eficiența și rentabilitatea. Deși sunt mai puțin vizibile, pot reprezenta 10–15% din costul total:

- Planificare și coordonare: personal, timp, software TMS;
- IT și comunicații: platforme digitale, monitorizare track & trace;
- Asigurări generale: polițe all-risk, responsabilitate operator;
- Costuri de oportunitate: capital imobilizat, pierderi din întârzieri;
- Amortizare infrastructură: echipamente proprii, centre logistice.

În tabelul 6.1. se prezintă o sinteză a principalelor categorii de costuri asociate transportului de mărfuri în sistem multimodal, indicându-se și o estimare a ponderii lor în costul total al transportului.

Tabelul 6.1.

Structura costurilor asociate transportului de mărfuri în sistem multimodal

Categoria	Exemple	Pondere în costul total
Directe	Navlu, tarif rutier, feroviar, aerian	50–60%
De transbordare	Manipulare, depozitare, echipamente	20–30%
Administrative	Documente, taxe vamale, brokeraj	10–15%
Indirecte	Planificare, IT, asigurări, oportunitate	10–15%

Calculul costului total al transportului de mărfuri în sistem multimodal

În concordanță cu structura costurilor, prezentată anterior, relația de determinare a costului total a unui transport de mărfuri în sistem multimodal, este dată de relația:

$$C_{total} = \sum_{i=1}^{n} (C_{mod_i} + C_{transbordare_i} + C_{asigurare_i} + C_{documente_i}) + C_{indirecte}$$

unde: C_{total} este costul total al transportului în sistem multimodal; C_{mod_i} – costul asociat transportului cu modul de transport i; *i* – indică modul de transport (*i*=1...4, *i* =1 – transport rutier; *i* =2 transport feroviar, *i* =3 transport maritim; *i* =4 – transport aerian); $C_{transbordare_i}$- costul asociat manipulării și transbordării pe modul de transport *i*; $C_{asigurare_i}$- costul asigurării mărfurilor aferent transportului pe segmentul i; $C_{documente_i}$- costul asociat realizării / obținerii documentelor pentru modul de transport i (include și costuri administrative și vamale); $C_{indirecte}$ – costuri indirecte (costuri generale - planificare, IT, personal, amortizare).

Calculul costurilor aferente fiecărui mod de transport este prezentat în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2

Costurile asociate transportului de mărfuri – divizat pe moduri de transport

Mod de transport	Relație matematică	Parametrii
Rutier, *i* =1 [6]	$C_{rutier} = (C_{km} + C_{sofer} + C_{taxe} + C_{cb}) \cdot D \cdot N$	C_{rutier}- costul transportului rutier; C_{km} - cost pe kilometru (amortizare, mentenanță, anvelope, etc.) C_{sofer}- costul asociat conducătorului auto (include și diurna) C_{taxe}- taxele de drum, taxe de autostradă, licențe de transport, etc. C_{cb}- costul combustibilului

Mod de transport	Relație matematică	Parametrii
		D - distanța parcursă [km] N – numărul de containere
Feroviar, *i* =2 [9]	$C_{feroviar} = (T_{vagon} + C_{manevră} + C_{slot}) \cdot N$	$C_{feroviar}$- costul total al transportului feroviar T_{vagon}- tarif pe vagon sau container $C_{manevră}$- costuri de manevră în terminalele feroviare C_{slot}- costul de rezervare a slotului în terminalul intermodal N – numărul de containere
Maritim, *i* =3 [7]	$C_{maritim} = (T_{navlu} + THC + BAF + CAF) \cdot N$	$C_{maritim}$- costul total al transportului maritim T_{navlu}- tarif de bază (freight rate) THC – costul cu manipularea în terminal (Terminal Handling Charge) BAF – costuri de depozitare în terminal (Bunker Adjustemnt Factor)

Mod de transport	Relație matematică	Parametrii
		CAF – Factorul de ajustare a cursului valutar (Currency Adjustment Factor) N – numărul de containere
Aerian, *i* =4 [10]	$C_{aerian} = T_{kg} \cdot Q + C_{manipulare} + C_{urgență}$	C_{aerian}- costul total al transportului aerian T_{kg}-tarif per kilogram Q- cantitate totală $C_{manipulare}$- costuri de manipulare $C_{urgență}$- costuri de urgență N – numărul de containere

Costuri logistice suplimentare în transportul multimodal de mărfuri

Pe lângă costurile de transport propriu-zis, proiectarea și evaluarea unui transport multimodal trebuie să includă și costurile logistice asociate ambalării, manipulării și asigurării mărfurilor. Acestea influențează direct:

- ✓ siguranța și integritatea bunurilor
- ✓ conformitatea cu reglementările sectoriale (ex. ADR, ATP, GDP)
- ✓ eficiența operațională în terminale și noduri intermodale.

Principalele categorii de costuri suplimentare sunt:

- ✓ costurile cu ambalarea
- ✓ costurile cu manipularea
- ✓ costurile cu asigurarea mărfurilor

Costurile cu ambalarea:

Ambalarea este esențială pentru protecția mărfurilor în timpul manipulării și transportului. Principalele costuri cu ambalarea sunt:

- ***Costuri materiale***: cutii, paleți, folii, containere, ambalaje speciale (ex. izoterme, antistatice)
- ***Costuri de manoperă***: ambalare manuală sau automatizată
- ***Costuri de conformitate***: etichetare, marcaje, documente (ex. coduri ONU, simboluri de manipulare)

Astfel, costul asociat operației de ambalare se determină cu relația:

$$\mathrm{C_{ambalare}} = (\mathrm{C_{materiale}} + \mathrm{C_{conformitate}} + \mathrm{C_{manoperă}}) \cdot \mathrm{N_p}$$

sau

$$\mathrm{C_{ambalare}} = (\mathrm{C_{palet}} + \mathrm{C_{manoperă}}) \cdot \mathrm{N_p}$$

unde: $C_{ambalare}$ este costul total asociat operației de ambalare a mărfurilor în vederea transportului; $C_{materiale}$- costul asociat ambalajelor utilizate; $C_{manoperă}$- costul cu manopera; $C_{conformitate}$- costul cu asigurarea conformității; $\mathrm{C_{palet}}$ – cost per palet, include costul materialelor si costul de conformitate; N_p – numărul total de paleți.

Observație: Ambalarea influențează și costurile de transport prin volumul și greutatea adăugate (dimensional weight).

Exemple: europaleți (aprox. 10–15 €/buc), cutii carton triplu strat (aprox. 2–5 €/buc), ambalaje izoterme (aprox. 20–50 €/unitate).

Costurile cu manipularea:

Manipularea are loc în fiecare punct de transbordare. Principalele costuri cu manipularea sunt:

- ***Încărcare / descărcare***: manuală sau mecanizată (stivuitoare, macarale)
- ***Repoziționare și sortare***: în terminale intermodale
- ***Depozitare temporară***: în zone tampon sau depozite de tranzit

Astfel, costul asociat operației de manipulare a mărfurilor, se determină cu relația:

$$C_{manipulare} = \sum_{j=1}^{m} \left(C_{echipamente_j} + C_{personal_j} + C_{depozitare_j} \right)$$

unde: $C_{manipulare}$- costul total asociat operațiilor de manipulare a mărfurilor; $C_{echipamente_j}$- costul cu echipamentele de manipulare; $C_{personal_j}$- costul de personal; $C_{depozitare_j}$- costurile de depozitare.

În cazul în care depozitarea se realizează separat costul asociat operațiilor de manipulare se poate determina și cu relația:

$$C_{manipulare} = N_{op} \cdot C_{op}$$

$$N_{op} = N_t \cdot N_{unități\ de\ încărcătură}$$

unde: N_{op}este numărul de operații de manipulare realizate; C_{op}- costul mediu pe operație de manipulare; N_t – numărul de terminale; $N_{unități\ de\ încărcătură}$- numărul de unități de încărcătură (containere, cutii mobile, etc.)

Observație: Manipularea ineficientă poate genera costuri ascunse prin întârzieri, deteriorări sau penalizări contractuale.

Exemple: manipulare container (aprox. 50–100 €/unitate), depozitare 24h (aprox.5–15 €/palet/zi).

Costul asociat depozitării intermediare a mărfurilor pe durata transportului ($C_{depozitare_j}$) depinde de numărul de zile de depozitare și de tariful mediu zilnic de depozitare, astfel se poate determina cu relația:

$$C_{depozitare} = N_{unități\ de\ încărcătură} \cdot Z_D \cdot T_{zi}$$

unde: $C_{depozitare}$- costurile de depozitare; $N_{unități\ de\ încărcătură}$- numărul de unități de încărcătură (containere, cutii mobile, etc.); Z_D- numărul zilelor de depozitare intermediară pe durata transportului; T_{zi}- tarif mediu de depozitare per zi.

Costurile cu asigurarea mărfurilor:

Asigurarea acoperă riscurile de pierdere, furt, deteriorare sau întârziere. Principalele costuri asociate cu asigurarea mărfurilor sunt:

- ***Asigurare CMR*** (pentru rutier)
- ***Asigurare cargo all-risk*** (pentru multimodal)
- ***Asigurare specifică sectorială*** (ex. produse farmaceutice, bunuri perisabile)

Astfel, costul asociat asigurării mărfurilor se determină cu relația:

$$C_{asigurare} = \alpha \cdot V_{marfă}$$

unde: $C_{asigurare}$- costul total asociat cu asigurarea mărfurilor pe durata transportului; α- rata de asigurare (0,1% - 0,5% din valoarea mărfurilor, în funcție de risc și ruta de transport); $V_{marfă}$- Valoarea mărfurilor transportate.

Observație: Asigurarea este adesea cerință contractuală în lanțuri logistice reglementate (GDP, ISO 28000).

Exemple: pentru o marfă cu valoarea de 100.000 €, asigurarea poate varia între 100–500 €

6.2.Studiu de caz privind determinarea costului unui transport în sistem multimodal

Pentru evidențierea aplicării metodei de determinare a costului total asociat unui transport se consideră transportul a 100 tone de portocale, pe ruta Brazilia – România (port Santos – Cluj-Napoca).

Date de intrare și ipoteze de lucru:

- Cantitate: 100.000 kg (100 tone)
- Unități de expediere: 4 × containere reefer 40 ft (aprox. 20 t/container)
- Rută: Santos (BR) → Constanța (RO) → Curtici (RO) → Cluj-Napoca (RO)
- Moduri de transport: maritim + feroviar + rutier

Parametrii de cost:

- Maritim (per container): navlu + THC + BAF + CAF = 2.200 €
- Feroviar (per container): taxa per vagon + slot tren + manevră = 650 €
- Rutier (Curtici → Cluj): D = 400 km; C_{km}=1,2 €/km; consum mediu / camion = 30 l/100 km; preț mediu motorina = 1,45 € /l = 0,435 €/km; viteză medie inclusiv opriri = 60 km/h; durată cursă – 6,7 h conducere + 1 h operațiuni = aporx.7,7 h; cost conducător auto = 0,275 €/km; taxe drum/vignetă: 0,100 €/km; amortizare vehicul: 0,150 €/km; Mentenanță + anvelope: 0,120 €/km; Asigurări (RCA/Casco/cargo): 0,060 €/km; Administrative (TMS, coordonare): 0,060 €/km.
- Manipulare terminal: 60 €/operațiune
- Depozitare: 25 €/container/zi, Z = 2 zile (Constanța)
- Ambalare: 125 paleți × 10 €/palet + 250 € manoperă
- Asigurare cargo: α = 0,003 (0,3% din valoarea mărfii), ($V_{marfă}$ = 150.000 €)
- Documente: CMR + CIM + B/L + brokeraj = 250 €
- Indirecte: planificare, IT, suport: 500 €

✓ Calculul costului total al transportului maritim:

$$C_{maritim} = (T_{navlu} + THC + BAF + CAF) \cdot N$$

$$C_{maritim} = 2200 \cdot 4$$

$$C_{maritim} = 8800 \text{ €}$$

unde: $C_{maritim}$- costul total al transportului maritim; T_{navlu}- tarif de bază (freight rate); THC – costul cu manipularea în terminal (Terminal Handling Charge); BAF – costuri de depozitare în terminal (Bunker Adjustemnt Factor); CAF – Currency Adjustment Factor; N – numărul de containere.

✓ Calculul costului total transportului feroviar:

$$C_{feroviar} = (T_{vagon} + C_{manevră} + C_{slot}) \cdot N$$

$$C_{feroviar} = 650 \cdot 4$$

$$C_{feroviar} = 2600 \text{ €}$$

unde: $C_{feroviar}$- costul total al transportului feroviar; T_{vagon}- tarif pe vagon sau container; $C_{manevră}$- costuri de manevră în terminalele feroviare; C_{slot}- costul de rezervare a slot-ului în terminalul intermodal; N – numărul de containere / vagoane.

✓ Calculul transportului rutier:

$$C_{rutier} = (C_{km} + C_{sofer} + C_{taxe} + C_{cb}) \cdot D \cdot N$$

unde: C_{rutier}- costul transportului rutier; C_{km} - cost pe kilometru (amortizare, mentenanță, anvelope, administrative – TMS, coordonare, telefonie, etc.); D - distanța parcursă [km]; N – numărul de containere

C_{sofer}- costul asociat conducătorului auto (include și diurna); C_{taxe}- taxele de drum, taxe de autostradă, licențe de transport, etc.; C_{cb}- costul combustibilului.

Detalierea calculului per camion, per 1 km este prezentată în continuare:

- Costul per km al combustibilului C_{cb}:

$$C_{cb} = \frac{(consum\ per\ 100\ km\ \cdot preț\ mediu)}{100}$$

$$C_{cb} = \frac{(30\ \cdot 1.45)}{100}$$

$$C_{cb} = 0{,}435\,\frac{€}{\text{km}}$$

- Costul cu conducătorul auto C_{sofer} per 1 km: se va considera costul orar total (salariu + contribuții + diurnă medie) = 18 €/h, durata cursei 7,7h (400 km cu viteza medie de 60 km/h)

$$C_{\frac{sofer}{cursă}} = costul\ orar\ \cdot durata\ transportului$$

$$C_{\frac{sofer}{cursă}} = 18\ \cdot 7{,}7$$

$$C_{\frac{sofer}{cursă}} = 138{,}6\ € = 139\ €$$

$$C_{\frac{sofer}{km}} = \frac{139}{400} = 0{,}3475\,\frac{€}{\text{km}}$$

- Costul aferent taxelor de drum / vignetă / licențe de transport etc C_{taxe}: pentru România – vigneta + taxa de drum pentru vehicule grele – 0,10 $\frac{€}{\text{km}}$
- Amortizare vehicul, se consideră:
    - Cost camion + semiremorcă – 120000 €;
    - Durata de amortizare – 8 ani
    - Kilometraj anual: 120000 km

$$Amorizare_{\frac{an}{km}} = \frac{120000}{8 \cdot 120000}$$

$$Amorizare_{\frac{an}{km}} = 0{,}125 \frac{€}{\text{km}}$$

- Cost mentenanță și anvelope: se consideră costul mentenanței și anvelopelor – 0,12 $\frac{€}{\text{km}}$
- Costul aferent asigurărilor (RCA/Casco/cargo): se consideră cost anual cumulat per km - 0,06 $\frac{€}{\text{km}}$
- Costuri administrative (TMS, coordonare, telefonie, etc): se consideră cost anual cumulat – 0,06 $\frac{€}{\text{km}}$

Sinteza costurilor aferente transportului rutier este prezentată în tabelul 6.3

Tabelul 6.3

Sinteza costurilor aferente transportului rutier

Cost	Valoare ($€/\text{km}$)	Observații
Costul cu combustibilul	0,435	
Cost conducător auto	0,3475	calculat per cursă / 400km
Taxe	0,1	
Amortizare	0,125	
Cost mentenanță și anvelope	0,12	

Cost	Valoare (€/km)	Observații
Costul aferent asigurărilor (RCA/Casco/cargo):	0,06	
Costuri administrative (TMS, coordonare, telefonie,etc)	0,06	
Cost total transport rutier / 400 km/ 4 containere = (0,435 + 0,3475 + 0,1 + 0,125 + 0,12 +0,06 +0,06) ·400·4 **Cost total transport rutier / 400 km/ 4 containere = 1900** €		

✓ Calculul costurilor logistice suplimentare:

- Costul cu ambalarea $C_{ambalare}$:

$$\mathrm{C_{ambalare}} = (\mathrm{C_{palet}} + \mathrm{C_{manoperă}}) \cdot N_p$$

$$\mathrm{C_{ambalare}} = (10 + 2) \cdot 125$$

$$\mathrm{C_{ambalare}} = 1500\ €$$

- Costurile cu manipularea unităților de încărcătură (containere) în terminalele intermodale/ multimodale (în cazul considerat: Santos, Constanța, Curtici), $C_{manipulare}$:

$$N_{op} = N_t \cdot N_{unități\ de\ încărcătură}$$

$$N_{op} = 3 \cdot 4$$

$$N_{op} = 12 \text{ operații de manipulare}$$

$$C_{manipulare} = N_{op} \cdot C_{op}$$

$$C_{manipulare} = 12 \cdot 60$$

$$C_{manipulare} = 720\ €$$

- Costul asociat depozitării intermediare a mărfurilor pe durata transportului ($C_{depozitare}$):

$$C_{depozitare} = N_{unități\ de\ încărcătură} \cdot Z_D \cdot T_{zi}$$

$$C_{depozitare} = 4 \cdot 2 \cdot 25$$

$$C_{depozitare} = 200 \text{ €}$$

S-a considerat durata depozitării Z_D= 2 zile, iar tariful zilnic de depozitare T_{zi}=25 € /zi.

- Costul asociat asigurării mărfurilor ($C_{asigurare}$):

$$C_{asigurare} = \alpha \cdot V_{marfă}$$

$$C_{asigurare} = 0{,}003 \cdot 150.000$$

$$C_{asigurare} = 450 \text{ €}$$

S-a considerat α=0.003, iar valoarea la care a fost asigurată marfa $V_{marfă} = 150.000$ €.

6.3.Aplicație propusă

Să se determine costul total al transportului și costurile logistice suplimentare, pentru aplicația propus a fi dezvoltată în capitolele anterioare.

Întrebări de control:

1. Care sunt principalele costuri asociate operației de transport multimodal. Detaliați pe moduri de transport.
2. Care sunt principalele costuri logistice asociate unui transport multimodal containerizat.
3. Care este costul cu ponderea cea mai mare în calcul costului unui transport multimodal.
4. Realizați o analiză comparativă a costurilor pe moduri de transport.
5. Care este principalul factor de influență asupra costului asigurării?

Bibliografie

[1] Bowersox, D.J., Closs, D.J. and Cooper, M.B. *Supply Chain Logistics Management*. 4th edn. New York: McG, (2013).

[2] European Commission Freight Transport Logistics Action Plan. Brussels: Directorate-General for Mobility and Transport.Graw-Hill.raw-Hill, (2020).

[3] FIATA, Multimodal Transport Operator Model Rules. Zurich: International Federation of Freight Forwarders Associations, (2019).

[4] Lambert, D.M., Stock, J.R. and Ellram, L.M. Fundamentals of Logistics Management. Boston: Irwin/Mc, (1998).

[5] Notteboom, T. and Rodrigue, J.P., 'The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution', GeoJournal, 74(1), pp. 7–22, (2009).

[6] Rushton, A., Croucher, P. and Baker, P., The Handbook of Logistics and Distribution Management. 5th edn. London: Kogan Page, (2017).

[7] Stopford, M., Maritime Economics. 3rd edn. London: Routledge, (2009).

[8] UNCTAD, Review of Maritime Transport. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, (2022).

[9] Woodburn, A., Intermodal rail freight in Britain: a market and regulatory review', Transport Reviews, 32(2), pp. 145–169, (2012).

[10] Zhang, A. and Zhang, Y., Issues on liberalization of air cargo services in international aviation', Journal of Air Transport Management, 8(5), pp. 275–287, (2002).

Capitolul 7. Metode de optimizare a transportului în sistem multimodal

Introducere

În capitolul curent, se prezintă, considerațiile teoretice referitoare optimizarea transporturilor în sistem multimodal, prezentându-se principalele metode de optimizare din literatura de specialitate. Este prezentată detaliat Metoda AHP, metodologia de aplicare a acestuia, precum și un studiu de caz pentru exemplificarea aplicării metodei.

Capitolul este structurat pe trei secțiuni principale: 7.1. Considerații teoretice; 7.2. Studiu de caz privind optimizarea unui transport de mărfuri perisabile în sistem multimodal utilizând metoda AHP; 7.3. Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat și Bibliografie.

În Secțiunea 7.1. Considerații teoretice, sunt prezentate noțiuni referitoare la principalele metode de optimizare a transporturilor de mărfuri în sistem multimodal, din literatura de specialitate, cu detalierea metodei AHP.

În secțiunea 7.2 Studiu de caz privind optimizarea unui transport de mărfuri perisabile în sistem multimodal, se prezintă modul de aplicare a metodei AHP pentru optimizarea unui transport de mărfuri perisabile (portocale).

În secțiunea 7.3 Aplicație propusă / Cerințe de rezolvat sunt prevăzute o serie de întrebări / aplicații destinate studenților pentru aprofundarea noțiunilor teoretice / rezolvarea aplicației propuse.

7.1. Considerații teoretice

În contextul globalizării și al presiunilor privind sustenabilitatea, optimizarea devine esențială pentru reducerea costurilor, a timpilor de livrare și a emisiilor de CO_2. [7], [2], [3].

În vederea optimizării transporturilor multimodale se pot fi utiliza o serie de metode, care au ca obiectiv:

- ✓ Optimizarea rutelor multimodale aplicând:
    - Algoritmi multi-obiectiv: se utilizează metode precum Q-learning sau algoritmi genetici pentru a rezolva probleme complexe cu multiple noduri și constrângeri de timp. [7]
    - Modelarea containerizării: optimizarea utilizării containerelor reduce costurile și crește eficiența logistică. [2]
- ✓ Optimizarea costurilor și emisiilor aplicând:
    - Modele economico-ecologice: se urmărește minimizarea simultană a costurilor operaționale și a impactului asupra mediului. [7], [3]
    - Strategii de rutare verde: alegerea traseelor și modurilor de transport cu amprentă redusă de carbon.
- ✓ Optimizarea prin integrarea tehnologiilor digitale aplicând:
    - Sisteme de suport decizional: platforme digitale care integrează date în timp real pentru alegerea modului optim de transport.
    - Simulări și analize predictive: utilizarea inteligenței artificiale pentru anticiparea blocajelor și ajustarea rutelor.
- ✓ Optimizarea operațională prin:
    - Sincronizarea orarelor: coordonarea între moduri de transport pentru reducerea timpilor de așteptare.
    - Managementul terminalelor multimodale: optimizarea fluxurilor de încărcare/descărcare pentru reducerea timpilor de manipulare.

Astfel, optimizarea transportului multimodal de mărfuri presupune o abordare integrată, care combină modele matematice, algoritmi inteligenți și strategii sustenabile. Bibliografia internațională evidențiază faptul că optimizarea transporturilor în sistem multimodal depinde în principal de:

- ✓ utilizarea tehnologiilor digitale,
- ✓ integrarea obiectivelor economice și ecologice,
- ✓ coordonarea eficientă între modurile de transport.

Așadar, transportul multimodal devine un pilon central al logisticii moderne, capabil să răspundă cerințelor de eficiență și sustenabilitate.

Dintre metodele de optimizare a transportului multimodal, în practică se aplică, în cele mai multe cazuri, metodele multicriteriale de optimizare a rutelor de transport, în vederea obținerii unui flux logistic eficient.

Astfel, optimizarea rutelor nu se reduce doar la minimizarea costurilor sau a timpului, ci implică o abordare multicriterială, care să ia în considerare simultan factori economici, tehnici, ecologici și sociali.

Problema decizională multicriterială (MCDM – Multi-Criteria Decision Making): se referă la alegerea unei alternative optime dintr-un set de opțiuni, evaluată pe baza mai multor criterii. Aplicând acest concept la optimizarea rutelor de transport în sistem multimodal, se poate spune că principalele caracteristici ale MCDM sunt:

- ✓ existența unor criterii conflictuale (ex. cost vs. timp vs. emisii);
- ✓ necesitatea ponderării criteriilor în funcție de prioritățile părților implicate (destinatar, expeditor, MTO);
- ✓ utilizarea metodelor matematice și algoritmice pentru agregarea preferințelor.

Principalele metode multicriteriale utilizate în optimizarea rutelor în transportul multimodal de mărfuri sunt:

- ✓ Metoda AHP (Analytic Hierarchy Process):
    - permite structurarea problemei pe niveluri (obiectiv – criterii – alternative);
    - se bazează pe comparații perechi și pe calculul unor ponderi.
- ✓ Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution):
    - selectează ruta cea mai apropiată de soluția ideală și cea mai îndepărtată de soluția negativă;
    - se aplicabilă în evaluarea simultană a costurilor, timpilor și emisiilor.
- ✓ Metoda ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality):

- utilizează relații de dominanță și concordanță pentru a elimina alternativele mai puțin favorabile;
- este utilizată pentru probleme complexe cu multe criterii.

✓ Metoda VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje):

- se concentrează pe identificarea unei soluții de compromis între criterii conflictuale;
- este relevantă pentru situațiile în care nu există o alternativă perfectă.

O sinteză a principalelor metode de optimizare a transporturilor multimodale este prezentată în tabelul 7.1.:

Tabelul 7.1.

Sinteza principalelor metode de optimizare a transporturilor multimodale

Metoda	Principiu de aplicare	Avantaje	Limite
AHP (Analytic Hierarchy Process) [9]	Structurarea problemei pe niveluri și comparații perechi între criterii și alternative	Ușor de aplicat. Permite integrarea preferințelor decidenților	Subiectivitate ridicată în evaluări. Sensibilă la inconsistențe în comparații
TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) [4], [1]	Alegerea alternativei cea mai apropiată de soluția ideală și cea mai îndepărtată de cea negativă	Simplu și eficient. Se poate aplica ușor pentru probleme cu criterii conflictuale	Necesită normalizarea datelor. Rezultatele depind de definirea soluției ideale.
ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) [8]	Compararea alternativelor prin relații de	Potrivit pentru probleme complexe. Permite eliminarea alternativelor slabe	Complexitate ridicată. Necesită multe calcule și analiza multor parametrii.

Metoda	Principiu de aplicare	Avantaje	Limite
	concordanță și dominanță		
VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) [6]	Identificarea unei soluții de compromis între criterii conflictuale	Se utilizează pentru situații fără alternativă perfectă. Oferă soluții de compromis.	Rezultatele depind de ponderile atribuite criteriilor.
PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) [5]	Clasificarea alternativelor pe baza funcțiilor de preferință	Flexibil și adaptabil. Permite analiza sensibilității.	Alegerea funcțiilor obiectiv poate fi dificilă. Necesită expertiză avansată.

În practică principalele criterii uzuale, în optimizarea rutelor multimodale sunt:

- ✓ Economice: costul total al transportului, costul manipulării în terminale.
- ✓ Tehnice: fiabilitatea rutelor, capacitatea infrastructurii, etc.
- ✓ Ecologice: emisiile de CO_2, consumul de carburant (consum energetic);
- ✓ Sociale: siguranța rutelor, impactul asupra comunităților.

În acest context, în vederea exemplificării optimizării rutelor de transport mărfuri în sistem multimodal se va aplica Metoda Analytic Hierarchy Process (AHP).

Metoda Analytic Hierarchy Process (AHP), dezvoltată de Saaty (2008) [9], este una dintre cele mai utilizate tehnici multicriteriale pentru luarea deciziilor complexe. Ea presupune structurarea problemei în ierarhii (obiectiv–criterii–alternative), realizarea de comparații perechi și calculul ponderilor prin metoda valorii proprii. Avantajul major constă în posibilitatea de a integra

judecăți subiective ale experților și de a verifica consistența acestora prin indicele de consistență (CI) și raportul de consistență (CR).

În literatura de specialitate, AHP este frecvent aplicată în transport și logistică, pentru evaluarea rutelor multimodale (Macharis et al., 2004) [5], deoarece permite integrarea simultană a criteriilor economice, ecologice și operaționale.

Astfel, metoda Analytic Hierarchy Process (AHP) structurează decizia pe niveluri (scop–criterii–subcriterii–alternative) și derivă ponderi prin comparații perechi, folosind o scală fundamentală (1–9). Aceasta, permite integrarea judecăților experților și verificarea coerenței, fiind potrivită pentru probleme cu criterii conflictuale (cost–timp–emisii–fiabilitate).

Etapele principale de aplicare a metodei AHP sunt [4]:

Pasul 1 - Definirea ierarhiei decizionale: obiectiv → criterii → alternative.

Pasul 2 - Analiza comparativă a perechilor de variabile (ponderea criteriilor – matrice de comparații perechi): se face prin determinarea matricei asociată criteriilor definite și a perechilor de criterii, între alternative (utilizând scala Saaty 1-9) [9].

Pasul 3 - Calculul vectorilor de prioritățI: prin normalizare și medie pe linii sau prin metoda valorii proprii.

Pasul 4 - Verificarea consistenței (CI, CR): prin determinarea unui indice de consistență (CI) și a unui raport de consistență (CR).

Pasul 5 - Agregarea scorurilor: ponderi criterii $\times$ scoruri alternative $\rightarrow$ clasament final.

Pasul 1 - Definirea ierarhiei decizionale:

Definirea obiectivului studiului: determinarea rutei optime pentru un transport de mărfuri în sistem multimodal.

Definirea criteriilor de departajare a variantelor de rute posibile. În cazul transportului de mărfuri în sistem multimodal principalele criterii de analiză sunt:

- ✓ Costul total al transportului, C1 [EUR/tonă]: cheltuieli door-to-door (maritim + terminale + terestru), relevante dar negociabile pentru diferite categorii de mărfuri. Ex: marfă perisabilă;
- ✓ Durata transportului sau timpul total de tranzit, C2 [zile]: durata operațională totală și variabilitatea ei; criteriu critic pentru mărfuri perisabile;
- ✓ Emisiile GHG, C3 [kg CO_2e/tonă]: impactul climatic per tonă pe rută multimodală; important, dar secundar când calitatea produsului riscă degradarea;
- ✓ Fiabilitate operațională, C3 [scor 1–9]: stabilitatea orarelor, riscul de congestie, predictibilitatea manipulării în terminale și pe legăturile terestre.

Determinarea rutelor de transport: se determină mai multe rute de transport, cu diferite combinații de moduri de transport și corelate cu categoria de mărfuri transportate și originea respectiv destinația transportului.

Pasul 2 - Analiza comparativă a perechilor de variabile (determinarea ponderii criteriilor – matrice de comparații perechi):

În funcție de categoria de mărfuri transportate, unul sau altul dintre criterii va avea o importanță mai mare sau mai mică. În această etapă, luând în considerare caracteristicile mărfurilor (studiate în capitolul 1), precum și cerințele impuse de beneficiarul transportului, prin contractul de transport încheiat (capitolul 2), se va determina importanța fiecărui criteriu de analiză determinat, atribuindu-se o pondere în importanța totală (considerată 100%) care să cuantifice importanța criteriului.

De exemplu: pentru mărfurile perisabile cel mai important criteriu este durata transportului C2, în timp ce pentru un transport de mărfuri neperisabile durata transportului, C2, va avea pondere mai mică, în timp de costul (C1) devine prioritar.

Pasul 3 - Calculul vectorilor de priorități: se face prin normalizare și prin calculul mediei pe linii sau prin metoda valorii proprii.

Pasul 4 - Verificarea consistenței (CI, CR): prin determinarea unui indice de consistență (CI) și a unui raport de consistență (CR).

Pasul 5 - Agregarea scorurilor: ponderi criterii × scoruri alternative → clasament final.

Pentru înțelegerea și aprofundarea metodei de analiză, în continuare se va exemplifica utilizarea metodei AHP în alegerea variantei optime de transport, în cadrul unui studiu de caz.

7.2. Studiu de caz privind optimizarea unui transport de mărfuri perisabile în sistem multimodal

Se consideră cazul unui transport de portocale, în sistem multimodal, pe ruta Santos – Brazilia, având caracteristicile determinate în capitolele anterioare. Obiectivul studiului fiind optimizarea transportului, prin aplicarea metodei AHP.

Rezolvare

Pasul 1 - Definirea ierarhiei decizionale:

- ✓ ***Obiectiv:*** Alegerea rutei multimodale optime pentru transportul de portocale Santos (BR) → Cluj-Napoca (RO).
- ✓ ***Criterii:***
  - ***C1 – Cost total (EUR/tonă)***
  - ***C2 – Durata transportului (Timp de tranzit) (zile)***
  - ***C3 – Emisii GHG (kg CO_2e/tonă)***
  - ***C4 – Fiabilitate operațională (scor 1–9)***
- ✓ ***Alternative:*** s-au determinat trei rute posibile
  - ***A1: Santos → Hamburg (maritim, container) → Cluj (feroviar)***
  - ***A2: Santos → Constanța (maritim) → Cluj (rutier)***
  - ***A3: Santos → Valencia (maritim) → Cluj (rutier)***

Pasul 2 - Analiza comparativă a perechilor de variabile (ponderea criteriilor – matrice de comparații perechi):

Ipoteza de lucru: având în vedere caracteristicile portocalelor (analiza în capitolul 1), faptul că acestea sunt mărfuri perisabile se consideră că durata transportului și fiabilitatea acestuia sunt

critice adică au importanța cea mai mare; costul are o importanță medie iar emisiile sunt de importanță secundară. Astfel:

- ✓ ***Timpul de tranzit (C2)*** a primit cea mai mare pondere (53%), deoarece pentru produse perisabile durata transportului este critică pentru menținerea calității acesteia (Hwang & Yoon, 1981) [7].
- ✓ ***Fiabilitatea operațională (C4)*** a fost considerată pe locul 2 ca importanță (22%), reflectând riscul de congestie portuară și incertitudinea rutieră/feroviară. Studiile lui Roy (1991) [9] privind metodele ELECTRE arată că fiabilitatea este un criteriu decisiv în problemele logistice complexe.
- ✓ ***Costul total (C1)*** a fost plasat pe locul trei (19%), întrucât, deși important, pentru marfa perisabilă costul este adesea sacrificat în favoarea timpului și siguranței (Behzadian et al., 2012) [8].
- ✓ ***Emisiile GHG (C3)*** au primit o pondere mai redusă (6%), deoarece în practică, pentru transporturile alimentare urgente, criteriul ecologic este secundar față de timp și fiabilitate, deși literatura recentă (Opricovic & Tzeng, 2004) [10] recomandă integrarea lui în evaluările multicriteriale.

Matricea de comparații perechi pentru criteriile considerate, realizată utilizând scala Saaty (1-9) [6] este prezentată în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Matricea de comparații perechi pentru criterii (scala Saaty 1-9)

	Cost (C1)	Timp (C2)	Emisii (C3)	Fiabilitate (C4)
C1	1	1/3	3	1/3
C2	3	1	5	3
C3	1/3	1/5	1	1/3
C4	3	1/3	3	1

Observație: Valorile >1 indică faptul că criteriul de pe rândul respectiv (criteriul de pe axa verticală) este mai important decât cel de pe coloană, iar valorile <1 indică contrariul.

Analiza fiecărei comparații de perechi de criterii:

- ✓ **C1 vs C2: 1/3 (Timpul > Costul):** Pentru portocale, menținerea prospețimii prevalează costului; întârzierile cresc riscul de pierdere de calitate.
- ✓ **C1 vs C3: 3 (Costul > Emisiile)**: În decizia operațională pentru transportul urgent de mărfuri alimentare, costul are impact direct. Astfel, componenta ecologică rămâne importantă, dar mai puțin decisivă în fața constrângerii de cost și de timp.
- ✓ **C1 vs C4: 1/3 (Fiabilitatea > Costul)**: O rută fiabilă reduce riscul de întârzieri neplanificate, ceea ce este critic pentru lanțul rece; se acceptă costuri mai mari pentru predictibilitatea sporită a variantei de transport multimodal.
- ✓ **C2 vs C3: 5 (Timpul >> Emisiile)**: Durata transportului afectează direct integritatea produsului; reducerea emisiilor nu poate compensa degradarea mărfii.
- ✓ **C2 vs C4: 3 (Timpul > Fiabilitatea)**: Chiar și cu fiabilitate ridicată, o rută lentă nu satisface cerințele mărfii perisabile; viteza rămâne determinantă.
- ✓ **C3 vs C4: 1/3 (Fiabilitatea > Emisiile)**: În logistica transporturilor perisabile, continuitatea și lipsa întreruperilor sunt mai importante decât diferențe moderate de emisii.

Pasul 3.1. Calculul sumei valorilor pe coloane

- S1 = 1 + 3 + 1/3 + 3 = 7,333
- S2 = 1/3 + 1 + 1/5 + 1/3 = 1,866
- S3 = 3 + 5 + 1 + 3 = 12
- S4 = 1/3 + 3 + 1/3 + 1 = 4,666

Pasul 3.2 – Calculul matricii normalizate: utilizând formula:

$$\text{valoare normalizată} = \frac{a_{i,j}}{\sum a_{i,j}}$$

rezultând următoarea matrice:

Tabelul 7.3

Matricea normalizată pentru perechile de criterii

	Cost (C1)	Timp (C2)	Emisii (C3)	Fiabilitate (C4)
C1	0,136	0,178	0,250	0,071
C2	0,409	0,535	0,417	0,643
C3	0,045	0,107	0,083	0,071
C4	0,409	0,178	0,250	0,214

Pasul 3.3 - Calculul vectorilor de priorități: vectorul de priorități se determină ca medie pe fiecare linie în matricea valorilor normalizate, rezultând următorul vector de priorități:

- ✓ **Cost (C1)**: $w_{C1} = 0{,}159$
- ✓ **Timp – durata transportului (C2)**: $w_{C2} = 0{,}501$
- ✓ **Emisii GHC (C3)**: $w_{C3} = 0{,}077$
- ✓ **Fiabilitate (C4)**: $w_{C4} = 0{,}263$

Pasul 4.1 Determinarea vectorului de consistență se realizează înmulțind valorile de pe linii din matricea normalizată cu valoarea corespunzătoare din vectorul de priorități și împărțind valoarea rezultată la valoarea corespunzătoare criteriului din vectorul de priorități.

- ✓ **Cost (C1)**: $\lambda_{C1} = \frac{1*0{,}159+0{,}33*0{,}501+3*0{,}077+0{,}33*0{,}263}{0.159} = 4{,}049$
- ✓ **Timp – durata transportului (C2)**: $\lambda_{C2} = \frac{3*0{,}159+1*0{,}501+5*0{,}077+3*0{,}263}{0{,}501} = 4{,}293$
- ✓ **Emisii GHC (C3)**: $\lambda_{C3} = \frac{0{,}33*0{,}159+0{,}20*0{,}501+1*0{,}077+0{,}33*0{,}263}{0{,}077} = 4{,}135$
- ✓ **Fiabilitate (C4)**: $\lambda_{C4} = \frac{3*0{,}159+0{,}33*0{,}501+3*0{,}077+1*0{,}263}{0{,}263} = 4{,}326$

Pasul 4.2 Verificarea consistenței (CI) pentru matricea criteriilor: prin determinarea unui indice de consistență (CI).

***Date necesare*:**

- Dimensiune matrice: n=4
- Valoare medie estimată a vectorului de consistență: $\lambda_{mediu} = 4{,}201$

Calculul Indicelui de consistență (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{mediu} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{4{,}201 - 4}{4 - 1}$$

$$CI = 0{,}067$$

unde: CI – este indicele de consistență; n – dimensiunea matricii; λ_{mediu} – valoarea medie estimată a vectorului de consistență.

Pasul 4.3 Determinarea indicelui aleator (RI, n=4): se alege din Tabelul 7.4 în funcție de numărul de criterii care au fost luate în considerare.

Tabelul 7.4

Valoarea RI în funcție de numărul de criterii considerate

Număr criterii	3	4	5	6	7	8	9
RI	0,52	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46

În cazul considerat, pentru 4 criterii, valoarea lui RI este:

$$RI = 0{,}90$$

Pasul 4.4 Determinarea raportului de constistență (CR): se determină ca raport între CI și RI

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

În cazul considerat

$$CR = \frac{0{,}067}{0{,}90} = 0{,}074$$

$CR = 0{,}074 < 0{,}10$ ceea ce validează ipotezele de lucru

Matricele de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate

Criteriul Cost (C1):

Ipoteză: A2 are costul cel mai mic, A3 mediu, A1 cel mai mare. Astfel, rezultă matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate, luând în considerare criteriul cost (C1) (Tabelul 7.5):

Tabelul 7.5

Matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul cost (C1)

	A1	A2	A3
A1	1	1/5	1/3
A2	5	1	3
A3	3	1/3	1

Justificare:

- A2 este mai ieftină datorită distanței mai scurte și rutierului regional.
- A3 are cost mediu (rutier mai lung).
- A1 implică costuri mai mari (port Hamburg + feroviar trans-european).

Tabelul 7.6

Matricea normalizată de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul cost (C1)

	A1	A2	A3	Media
A1	0,11	0,13	0,08	0,11
A2	0,56	0,65	0,69	0,63
A3	0,33	0,22	0,23	0,26

Criteriul Timp (C2):

Ipoteză: A3 este cea mai rapidă, A2 medie, A1 cea mai lentă. Astfel, rezultă matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate, luând în considerare criteriul timp (C2) (Tabelul 7.7):

Tabelul 7.7

Matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul timp (C2)

	A1	A2	A3
A1	1	1/3	1/5
A2	3	1	1/3
A3	5	3	1

Justificare:

- A3 are timpi mai scurți (ruta maritimă spre Valencia + rutier rapid spre România).
- A2 are timpi medii (Constanța–Cluj rutier - 2 zile).
- A1 este cea mai lentă (Hamburg–Cluj feroviar - 5–6 zile).

Tabelul 7.8

Matricea normalizată de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul timp (C2)

	A1	A2	A3	Media
A1	0,11	0,08	0,13	0,11
A2	0,33	0,23	0,22	0,26
A3	0,56	0,69	0,65	0,63

Criteriul Emisii GHG (C3):

Ipoteză: A1 are cele mai puține emisii (feroviar), A2 medii, A3 cele mai mari (rutier lung) (Tabelul 7.9):

Tabelul 7.9

Matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul emisii GHG (C3)

	A1	A2	A3
A1	1	3	5
A2	1/3	1	3
A3	1/5	1/3	1

Justificare:

- A1: feroviarul are intensitate scăzută de emisii per tonă/km.
- A2: rutier regional, emisii moderate.
- A3: rutier lung, emisii ridicate.

Tabelul 7.10

Matricea normalizată de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul emisii GHG (C3)

	A1	A2	A3	Media
A1	0,65	0,69	0,56	0,63
A2	0,22	0,23	0,33	0,26
A3	0,13	0,08	0,11	0,11

Criteriul Fiabilitate (C4):

Ipoteză: A2 este cea mai fiabilă (Constanța–Cluj rutier stabil), A1 bună dar dependentă de feroviar european, A3 mai variabilă, (Tabelul 7.11):

Tabelul 7.11

Matricea de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul Fiabilitate (C4)

	A1	A2	A3
A1	1	1/3	3
A2	3	1	5
A3	1/3	1/5	1

Justificare:

- A2: rutier regional, predictibil, fără congestii majore.
- A1: feroviarul european este fiabil, dar depinde de congestia portului Hamburg.
- A3: rutier lung, cu variabilitate mai mare.

Tabelul 7.12

Matricea normalizată de comparații perechi pentru alternativele de rute considerate – Criteriul Fiabilitate (C4)

	A1	A2	A3	Media
A1	0,23	0,22	0,33	0,26
A2	0,69	0,65	0,56	0,63
A3	0,08	0,13	0,11	0,11

Pasul 4 - Verificarea consistenței (CI, CR): se realizează prin procedura aplicată la matricea perechilor de criterii rezultând:

- Criteriul Cost (C1): A2 (0,63), A3 (0,26), A1 (0,11)
- Criteriul Timp (C2): A3 (0,63), A2 (0,26), A1 (0,11)
- Criteriul Emisii GHG (C3): A1 (0,63), A2 (0,26), A3 (0,11)
- Criteriul Fiabilitate (C4): A2 (0,63), A1 (0,26), A3 (0,11)

Pasul 5 - Agregarea scorurilor: se realiză cu formula, ponderi criterii × scoruri alternative → clasament final. Sinteza aplicării metodei AHP este prezentată în Tabelul 7.13.

Tabelul 7.13

Sinteza aplicării metodei AHP (agregarea scorurilor)

Criteriu /ponderi	A1	A2	A3
Cost (0.159)	0,11 × 0,159 = 0,016	0,63 × 0,159 = 0,100	0,26 × 0,159 = 0,041
Timp (0.501)	0,11 × 0,501 = 0,053	0,26 × 0,501 = 0,130	0,63 × 0,501 = 0,317
Emisii (0.077)	0,63 × 0,077 = 0,048	0,26 × 0,077 = 0,020	0,11 × 0,077 = 0,008
Fiabilitate (0.263)	0,26 × 0,263 = 0,068	0,63 × 0,263 = 0,166	0,11 × 0,263 = 0,027
Scor final	**0,187 ≈ 0,18**	**0,417 ≈ 0,42**	**0,397 ≈ 0,40**

Interpretarea rezultatelor:

- ✓ Ruta optimă: A2 (Santos → Constanța → Cluj, rutier) – scor total ≈ 0,42. Echilibrată, cu costuri reduse și fiabilitate ridicată.
- ✓ Alternativă competitivă: A3 (Santos → Valencia → Cluj, rutier) – scor ≈ 0,40. Avantajată de timp scurt, dar mai puțin fiabilă.
- ✓ Ruta mai slabă: A1 (Santos → Hamburg → Cluj, feroviar) – scor ≈ 0,18. Deși are emisii reduse, timpul lung și costul ridicat o dezavantajează.

Trebuie menționat și faptul că diferența redusă între A2 și A3 arată că ponderile criteriilor influențează decisiv rezultatul. Dacă importanța timpului ar crește mai mult, A3 ar putea deveni ruta optimă. Dacă accentul ar fi pus pe emisii, A1 ar urca în clasament.

7.3.Aplicație propusă

Să se determine varianta optimă de transport, din punct de vedere a rutei, pentru aplicația propusă a fi dezvoltată în capitolele anterioare.

Întrebări de control:

1. Care sunt principalele metode de optimizare a rutelor de transport în sistem multimodal.
2. Ce este metoda AHP și la ce se utilizează?
3. Care sunt principalele criterii, considerate prioritare în aplicarea metodei AHP la un transport în sistem multimodal.
4. Cum se realizează agregarea scorurilor la aplicarea metodei de analiză AHP.
5. Cum se interpretează rezultatul obținut în urma aplicării metodei AHP? Exemplificați.

Bibliografie

[1] Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. Expert Systems with Applications, 39(17), 13051–13069.

[2] Chen, D., Zhang, Y., Gao, L., Thompson, R. G. (2019). Optimizing Multimodal Transportation Routes Considering Container Use. Sustainability, 11(19), 5320.

[3] Derpich, I. et al. (2024). Pursuing Optimization Using Multimodal Transportation System. ResearchGate.

[4] Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer.

[5] Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K., Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. European Journal of Operational Research, 153(2), 307–317.

[6] Opricovic, S., Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: VIKOR. International Journal of Information Technology & Decision Making, 5(5), 1–10.

[7] Rejeb, L., Chaabani, A., Safi, H., Ben Said, L. (2023). Multimodal Freight Transport Optimization Based on Economic and Ecological Constraint. Springer.

[8] Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. Theory and Decision, 31(1), 49–73.

[9] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83–98.

[10] Zhang, T., Cheng, J., Zou, Y. (2024). Multimodal transportation routing optimization based on multi-objective Q-learning under time uncertainty. Complex & Intelligent Systems, 10, 3133–3152.

Anexe

Anexa 1. Model orientativ de Contract de transport unimodal (rutier)

CONTRACT DE TRANSPORT
Nr. _____ din _____

Cap. I PARTILE CONTRACTANTE

SC_____SRL/SA, cu sediul social in_____, str._____, nr._____, bl. _____, ap.____, sector_____, jud. _____, telefon _____, Fax _____, inregistrata la Registrul Comertului sub nr. _____, avand CUI_____, cod IBAN nr_____ deschis la Banca _____, reprezentata legal prin _____, in calitate de_____, denumita in cele ce urmeaza, **PRESTATOR**

si

SC_____SRL/SA, cu sediul social in_____, str._____, nr._____, bl. _____, ap.____, sector_____, jud. _____, telefon _____, Fax _____, inregistrata la Registrul Comertului sub nr. _____, avand CUI_____, cod IBAN nr_____ deschis la Banca _____, reprezentata legal prin _____, in calitate de_____, denumita in cele ce urmeaza,

BENEFICIAR

au convenit incheierea prezentului contract de transport, in urmatoarele conditii:

Cap. II OBIECTUL CONTRACTULUI

Art. 1. Obiectul contractului il constituie prestarea de servicii de transport marfa, de catre PRESTATOR pentru BENEFICIAR, in conditiile mentionate in prezentul contract.

Cap. III DURATA CONTRACTULUI

Art. 2. Prezentul contract se incheie pe o perioada de _____ luni si intra in vigoare la data semnarii acestuia de catre ambele parti. El poate fi prelungit de comun acord printr-un act aditional la contract semnat de ambele parti.

Cap. IV OBLIGATIILE PRESTATORULUI

Art. 3. Prestatorul se obliga:

a) sa asigure mijlocul de transport adecvat, a carui capacitate este suficienta si in stare corespunzatoare, la data si ora fixata, conform comenzilor ferme ale Beneficiarului si in conditiile stabilite de comun acord . Daca autovehiculul nu corespunde cerintelor expeditorului, prezentand

defectiuni tehnice, nu este propriu naturii marfii sau nu are dotarile necesare acesta este în drept sa ceara înlocuirea cu un altul corespunzator.

b) sa ia in primire marfa;

c) sa intocmeasca dupa primirea marfii, documentele de transport.

d) Prestatorul are obligatia sa verifice exactitatea documentelor puse la dispozitie de catre expeditor precum si integritatea lor. Nu va pleca de la locul incarcarii fara toate documentele ce trebuie sa insoteasca transportul in vederea vamuirii marfii fara probleme.

e) Sa supravegheze incarcarea si descarcarea mijlocului de transport atat la locul de incarcare al beneficiarului cat si la locul de descarcare. Drepturile si obligatiile prestatorului in privinta incarcarii si descarcarii marfurilor sunt conforme cu reglementarile acordului CMR, ale acordului TIR precum si cu celelalte reglementari ale legislatiei de transport internationale si nationale.

f) Prestatorul se obliga sa indeplineasca oricand conditiile legale internationale (CMR, TIR, AETR, ADR, etc) pentru executarea comenzilor primite de la Beneficiar. Totodata, prestatorul se obliga sa procure toate permisele si autorizatiile necesare pentru transport, corespunzator legislatiei nationale si a celei internationale a statelor pe teritoriul carora se efectueaza transporturile.

g) Sa suporte contravaloarea eventualelor lipsuri sau pierderi înregistrate, produse din culpa sa.

Cap.V OBLIGATIILE BENEFICIARULUI

Art. 4. Beneficiarul se obliga:

a) Sa indrume si sa furnizeze toate informatiile necesare pentru efectuarea transporturilor in timp si pe ruta stabilita;

b) Sa incredinteze prestatorului toate documentele necesare pentru transportul de marfuri;

c) Sa confirme in documentele de transport efectuarea transportului, receptionarea si integritatea marfurilor sau orice alta observatie privind starea acestora;

d) Beneficiarul va asigura efectuarea platii formalitatilor vamale atat la export cat si la import;

e) Sa incarce si sa descarce marfa in si din mijloacele de transport;

f) Sa plateasca contravaloarea serviciilor de transport efectuate in baza prezentului contract;

g) Sa plateasca taxa de stationare pentru depasirea timpului de stationare acordat.

Cap.VI PRETUL TRANSPORTULUI

Art. 5. Pretul pe cursa se va negocia inainte de executarea fiecarui transport in functie de distanta parcursa si de cantitatea incarcata si va fi mentionat in scrisoarea de transport.

Pentru depasirea timpului de stationare acordat se va percepe o taxa de stationare de _____ euro/zi.

Cap.VII MODALITATEA SI TERMENUL DE PLATA

Art. 6. Plata de catre Beneficiar se va face in termen de _____ zile de la data primirii de la Prestator a facturilor insotite de CMR-ul confirmat fara rezerve.

Art. 7. In cazul in care beneficiarul nu respecta termenul de plata, va suporta penalitati de 0,1% pe fiecare zi de intarziere calculate la suma datorata.

Cap. VIII RASPUNDEREA CONTRACTUALA

Art. 8. Raspunderea beneficiarului în contractul de transport

a) Beneficiarul va raspunde pentru plata la termen a contravaloarei transportului, orice intarziere ducând la plata de penalitati.

b) Raspunderea beneficiarului mai poate interveni si in caz de deteriorare a autovehiculului cu ocazia încarcarii sau pentru ambalarea necorespunzatoare si nefixarea marfii, cât si pentru exactitatea mentiunilor din scrisoarea de transport.

c) Beneficiarul isi asuma responsabilitatea pentru orice consecinte nefavorabile rezultate ca urmare a unor date incorecte sau incomplete privind comanda de transport cat si documentele insotitoare ale marfii.

Art. 9. Raspunderea prestatorului

a) In cazul avarierii marfii in timpul transportului si din culpa prestatorului, despagubirea la care va fi obligat consta in suma corespunzatoare deprecierii marfii, fara alte daune.

b) Daca marfa a ajuns la destinatie cu deprecieri calitative, datorita depasirii termenului de executare a transportului, carausul va fi obligat la plata despagubirilor corespunzatoare. Carausul va fi exonerat de raspundere daca va putea dovedi ca pierderea sau avaria marfurilor au fost cauzate din motive de forta majora, lipsa sau defectuozitatea ambalajului, natura marfii, incarcarea-descarcarea defectuoasa executate de expeditor (destinatar), faptul insotitorului marfii etc.

Art. 10. Exonerarea de raspundere

Partile sunt exonerate de raspundere pentru cazurile de forta majora, dovedite cu acte legale. Prin forta majora se întelege: fenomene naturale care împiedica derularea în conditii de siguranta a

transportului; reglementari ale autoritatilor locale de tranzit; actiuni militare; diversiuni, asediu; actiuni organizate ale muncitorilor si functionarilor.

Cap.VIII. LITIGII

Art. 11. Neintelegere dintre partile contractante in legatura cu clauzele si executarea prezentul contract se vor solutiona pe cale amiabila, daca acest lucru nu este posibil va fi sesizata instanta judecatoreasca competenta.

Cap.IX NOTIFICARILE INTRE PARTI

Art. 12. Partile contractante convin ca orice notificare adresata de una dintre acestea celeilalte este valabil indeplinita daca va fi transmisa la sediul mentionat in prezentul contract.

Art. 13. In cazul in care notificarea se face pe cale postala, ea va fi transmisa, prin scrisoare recomandata, cu confirmare de primire si se considera primita la destinatar la data mentionata pe confirmare de catre oficiul postal primitor.

Art. 14. Daca notificarea se trimite prin fax ea se considera primita in prima zi lucratoare dupa cea in care a fost expediata.

Art. 15. Notificarile verbale nu se iau in considerare de nici una dintre parti, daca nu sunt confirmate, prin intermediul uneia dintre modalitatile prevazute la punctele precedente.

Cap.X CLAUZE FINALE

Art. 16 Orice modificare sau completare a prezentului contract se va face in baza unui act aditional care va exprima acordul expres al ambelor parti.

Art. 17. Rezilierea prezentului contract se va putea produce cu acordul scris al ambelor parti sau în mod unilateral, în caz de neplata în termenul prevazut sau prin vointa exprimata in scris de una din parti cu minim 30 de zile inainte de termenul de expirare al contractului, dar nu inainte de achitarea la zi a tuturor obligatiilor rezultate din executarea serviciilor de transport.

Prezentul contract de transport s-a incheiat in 2 (doua) exemplare originale, cate unul pentru fiecare parte contractanta.

Data: _____

PRESTATOR **BENEFICIAR**

Anexa 2. Model orientativ de Contract de transport multimodal

Contract de Transport Multimodal

Nr. _____ din _____

Cap. I PARTILE CONTRACTANTE

SC_____SRL/SA, cu sediul social în_____, str._____, nr._____, bl. _____, ap.____, sector_____, jud. _____, telefon _____, Fax _____, înregistrată la Registrul Comerțului sub nr. _____, având CUI_____, cod IBAN nr_____ deschis la Banca _____, reprezentată legal prin _____, în calitate de_____, denumită în cele ce urmează,

EXPEDITOR

SC_____SRL/SA, cu sediul social în_____, str._____, nr._____, bl. _____, ap.____, sector_____, jud. _____, telefon _____, Fax _____, înregistrată la Registrul Comertului sub nr. _____, având CUI_____, cod IBAN nr_____ deschis la Banca _____, reprezentată legal prin _____, în calitate de_____, denumită în cele ce urmează,

OPERATOR DE TRANSPORT MULTIMODAL (OTM)

și

SC_____SRL/SA, cu sediul social în_____, str._____, nr._____, bl. _____, ap.____, sector_____, jud. _____, telefon _____, Fax _____, înregistrată la Registrul Comerțului sub nr. _____, având CUI_____, cod IBAN nr_____ deschis la Banca _____, reprezentată legal prin _____, în calitate de_____, denumită în cele ce urmează,

BENEFICIAR

au convenit încheierea prezentului contract de transport, în următoarele condiții:

Cap. II OBIECTUL CONTRACTULUI

Art. 1. Obiectul contractului îl constituie prestarea de servicii de transport marfă, în sistem multimodal al mărfurilor descrise în documentele de însoțire a mărfurilor - Anexa 1 (tip, cantitate,

ambalaj) expediate de către EXPEDITOR, de la locul de încărcare _____ până la locul de livrare _____, utilizând succesiv modurile de transport: rutier → feroviar → maritim → aerian., de către OPERATORUL DE TRANSPORT MULTIMODAL (OTM) pentru BENEFICIAR, în condițiile menționate în prezentul contract. Contractul multimodal este însoțit de Documentul unic de transport multimodal (FIATA FBL), iar pentru fiecare segment, se vor emite documente specifice (CMR, Bill of Lading, AWB).

Cap. III DURATA CONTRACTULUI

Art. 2. Prezentul contract se încheie pe o perioada de _____ luni si intra in vigoare la data semnă acestuia de către ambele parți. El poate fi prelungit de comun acord printr-un act adițional la contra semnat de toate părțile.

Cap. IV OBLIGATIILE PRESTATORULUI (OTM)

Art. 3. Prestatorul se obligă:

a. Să întocmească după primirea mărfii, documentele de transport.
b. Are obligația sa verifice exactitatea documentelor puse la dispoziție de către expeditor precum si integritatea lor.
c. Prestatorul se obliga sa îndeplinească oricând condițiile legale internaționale (CMR, TIR, AETR, ADR, etc) pentru executarea comenzilor primite de la Beneficiar. Totodată, prestatorul se obliga sa procure toate permisele si autorizațiile necesare pentru transport, corespunzător legislației naționale si a celei internaționale a statelor pe teritoriul cărora se efectuează transporturile.
d. Să coordoneze toate segmentele de transport.
e. Să asigure integritatea mărfurilor
f. Sa asigure mijlocul de transport adecvat fiecărui segment, a cărui capacitate este suficienta si in stare corespunzătoare, la data si ora fixata, conform comenzilor ferme ale Beneficiarului si in condițiile stabilite de comun acord . Daca autovehiculul nu corespunde cerințelor expeditorului, prezentând defecțiuni tehnice, nu este propriu naturii mărfii sau nu are dotările necesare acesta este în drept sa ceara înlocuirea cu un altul corespunzător.

Cap.V OBLIGATIILE BENEFICIARULUI

Art. 4. Beneficiarul se obliga:

g. Sa îndrume si sa furnizeze toate informațiile necesare pentru efectuarea transporturilor in timp si pe ruta stabilita;
h. Sa încredințeze prestatorului toate documentele necesare pentru transportul de mărfuri;
i. Sa confirme in documentele de transport efectuarea transportului, recepționarea si integritatea mărfurilor sau orice alta observație privind starea acestora;
j. Beneficiarul va asigura efectuarea plații formalităților vamale atât la export cat si la import;
k. Sa încarce si sa descarce marfa in si din mijloacele de transport;
l. Sa plătească contravaloarea serviciilor de transport efectuate in baza prezentului contract;
m. Sa plătească taxa de staționare pentru depășirea timpului de staționare acordat.

Cap.VI PRETUL TRANSPORTULUI

Art. 5. Prețul pe cursa se va negocia înainte de executarea fiecărui transport in funcție de distanta parcursa si de cantitatea încărcata si va fi menționat in scrisoarea de transport.

Pentru depășirea timpului de staționare acordat se va percepe o taxa de staționare de _____ euro/zi.

Cap.VII MODALITATEA SI TERMENUL DE PLATA

Art. 6. Plata de către Beneficiar se va face in termen de _____ zile de la data primirii de la Prestator a facturilor însoțite de CMR-ul confirmat fără rezerve.

Art. 7. In cazul in care beneficiarul nu respecta termenul de plata, va suporta penalități de 0,1% pe fiecare zi de întârziere calculate la suma datorata.

Cap. VIII RASPUNDEREA CONTRACTUALA

Art. 8. Răspunderea beneficiarului în contractul de transport

a) Beneficiarul va răspunde pentru plata la termen a contravalorii transportului, orice întârziere ducând la plata de penalități.

b) Răspunderea beneficiarului mai poate interveni si in caz de deteriorare a autovehiculului cu ocazia încarcarii sau pentru ambalarea necorespunzatoare si nefixarea marfii, cât si pentru exactitatea mentiunilor din scrisoarea de transport.

c) Beneficiarul isi asuma responsabilitatea pentru orice consecinte nefavorabile rezultate ca urmare a unor date incorecte sau incomplete privind comanda de transport cat si documentele insotitoare ale marfii.

Art. 9. Raspunderea prestatorului (OTM)

a) Transportatorul multimodal răspunde pentru pierderi, avarii sau întârzieri pe întreg parcursul transportului.

b) Limitele de răspundere se consideră conform convențiilor internaționale (CMR, Hamburg, Montreal).

Art. 10. Exonerarea de raspundere
Partile sunt exonerate de raspundere pentru cazurile de forta majora, dovedite cu acte legale. Prin forta majora se întelege: fenomene naturale care împiedica derularea în conditii de siguranta a transportului; reglementari ale autoritatilor locale de tranzit; actiuni militare; diversiuni, asediu; actiuni organizate ale muncitorilor si functionarilor.

Cap.VIII. LITIGII

Art. 11. Neintelegere dintre partile contractante in legatura cu clauzele si executarea prezentul contract se vor solutiona pe cale amiabila, daca acest lucru nu este posibil va fi sesizata instanta judecatoreasca competenta.

Cap.IX NOTIFICARILE INTRE PARTI

Art. 12. Partile contractante convin ca orice notificare adresata de una dintre acestea celeilalte este valabil indeplinita daca va fi transmisa la sediul mentionat in prezentul contract.

Art. 13. In cazul in care notificarea se face pe cale postala, ea va fi transmisa, prin scrisoare recomandata, cu confirmare de primire si se considera primita la destinatar la data mentionata pe confirmare de catre oficiul postal primitor.

Art. 14. Daca notificarea se trimite prin fax ea se considera primita in prima zi lucratoare dupa cea in care a fost expediata.

Art. 15. Notificarile verbale nu se iau in considerare de nici una dintre parti, daca nu sunt confirmate, prin intermediul uneia dintre modalitatile prevazute la punctele precedente.

Cap.X CLAUZE FINALE

Art. 16 Orice modificare sau completare a prezentului contract se va face in baza unui act aditional care va exprima acordul expres al ambelor parti.

Art. 17. Rezilierea prezentului contract se va putea produce cu acordul scris al ambelor parti sau în mod unilateral, în caz de neplata în termenul prevazut sau prin vointa exprimata in scris de una din parti cu minim 30 de zile inainte de termenul de expirare al contractului, dar nu inainte de achitarea la zi a tuturor obligatiilor rezultate din executarea serviciilor de transport.

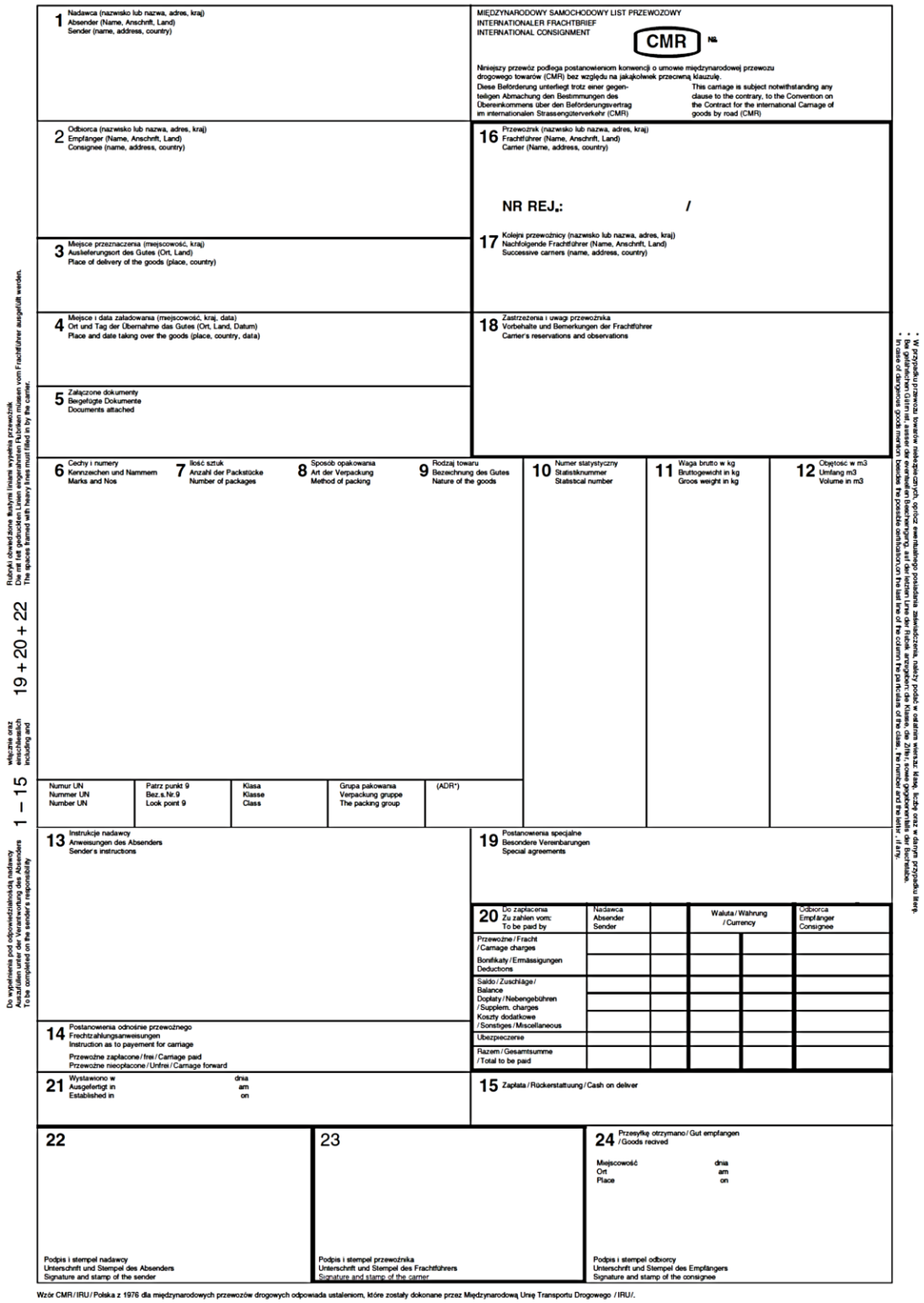
Prezentul contract de transport s-a incheiat in 3 (doua) exemplare originale, cate unul pentru fiecare parte contractanta.

Data: _____

PRESTATOR (OTM) **BENEFICIAR**

EXPEDITOR

Anexa 3. Model CMR



1 Nadawca (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Absender (Name, Anschrift, Land)
Sender (name, address, country)

MIĘDZYNARODOWY SAMOCHODOWY LIST PRZEWOZOWY
INTERNATIONALER FRACHTBRIEF
INTERNATIONAL CONSIGNMENT
CMR
Nr.

Niniejszy przewóz podlega postanowieniom konwencji o umowie międzynarodowej przewozu drogowego towarów (CMR) bez względu na jakąkolwiek przeczącą klauzulę.
Diese Beförderung unterliegt trotz einer gegenteiligen Abmachung den Bestimmungen des Übereinkommens über den Beförderungsvertrag im internationalen Strassengüterverkehr (CMR)
This carriage is subject notwithstanding any clause to the contrary, to the Convention on the Contract for the international Carriage of goods by road (CMR)

2 Odbiorca (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Empfänger (Name, Anschrift, Land)
Consignee (name, address, country)

16 Przewoźnik (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Frachtführer (Name, Anschrift, Land)
Carrier (Name, address, country)

NR REJ.: /

3 Miejsce przeznaczenia (miejscowość, kraj)
Auslieferungsort des Gutes (Ort, Land)
Place of delivery of the goods (place, country)

17 Kolejni przewoźnicy (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Nachfolgende Frachtführer (Name, Anschrift, Land)
Successive carriers (name, address, country)

4 Miejsce i data załadowania (miejscowość, kraj, data)
Ort und Tag der Übernahme das Gutes (Ort, Land, Datum)
Place and date taking over the goods (place, country, data)

18 Zastrzeżenia i uwagi przewoźnika
Vorbehalte und Bemerkungen der Frachtführer
Carrier's reservations and observations

5 Załączone dokumenty
Beigefügte Dokumente
Documents attached

Rubryki obwiedzione tłustymi liniami wypełnia przewoźnik.
Die mit fett gedruckten Linien eingefassten Feldern müssen vom Frachtführer ausgefüllt werden.
The spaces framed with heavy lines must filled in by the carrier.

1 – 15 włącznie oraz einschliesslich including and 19 + 20 + 22

6 Cechy i numery Kennzeichen und Nummern Marks and Nos	7 Ilość sztuk Anzahl der Packstücke Number of packages	8 Sposób opakowania Art der Verpackung Method of packing	9 Rodzaj towaru Bezeichnung des Gutes Nature of the goods	10 Numer statystyczny Statistiknummer Statistcal number	11 Waga brutto w kg Bruttogewicht in kg Gross weight in kg	12 Objętość w m3 Umfang m3 Volume in m3

Numur UN Nummer UN Number UN	Patrz punkt 9 Bez.s.Nr.9 Look point 9	Klasa Klasse Class	Grupa pakowania Verpackung gruppe The packing group	(ADR*)

* W przypadku przewozu towarów niebezpiecznych należy podać w ostatniej wierszu tej kolumny liczbę porządkową, klasę, kodową oraz literę przypisaną danej pozycji.
* Bei gefährlichen Gütern ist in der letzten Linie der Rubrik anzugeben: die Klasse, die Ziffer, welche der Nummer des Gefahrgutverzeichnis entspricht, und der Buchstabe.
* In case of dangerous goods mention besides the possible gemhalcom the last line of the column the particulars of the class, the number and the letter of the list.

Do wypełnienia pod odpowiedzialnością nadawcy
Auszufüllen unter der Verantwortung des Absenders
To be completed on the sender's responsibility

13 Instrukcje nadawcy
Anweisungen des Absenders
Sender's instructions

19 Postanowienia specjalne
Besondere Vereinbarungen
Special agreements

20 Do zapłacenia Zu zahlen vom: To be paid by	Nadawca Absender Sender		Waluta / Währung / Currency		Odbiorca Empfänger Consignee
Przewozne / Fracht / Carriage charges					
Bonifikaty / Ermässigungen Deductions					
Saldo / Zuschläge / Balance					
Dopłaty / Nebengebühren / Supplem. charges					
Koszty dodatkowe / Sonstiges / Miscellaneous					
Ubezpieczenie					
Razem / Gesamtsumme / Total to be paid					

14 Postanowienia odnośnie przewozného
Frechtzahlungsanweisungen
Instruction as to payement for carriage
Przewozne zapłacone / free / Carriage paid
Przewozne nieopłacone / Unfree / Carriage forward

21 Wystawiono w
Ausgefertigt in
Established in
dnia
am
on

15 Zapłata / Rückerstattuung / Cash on deliver

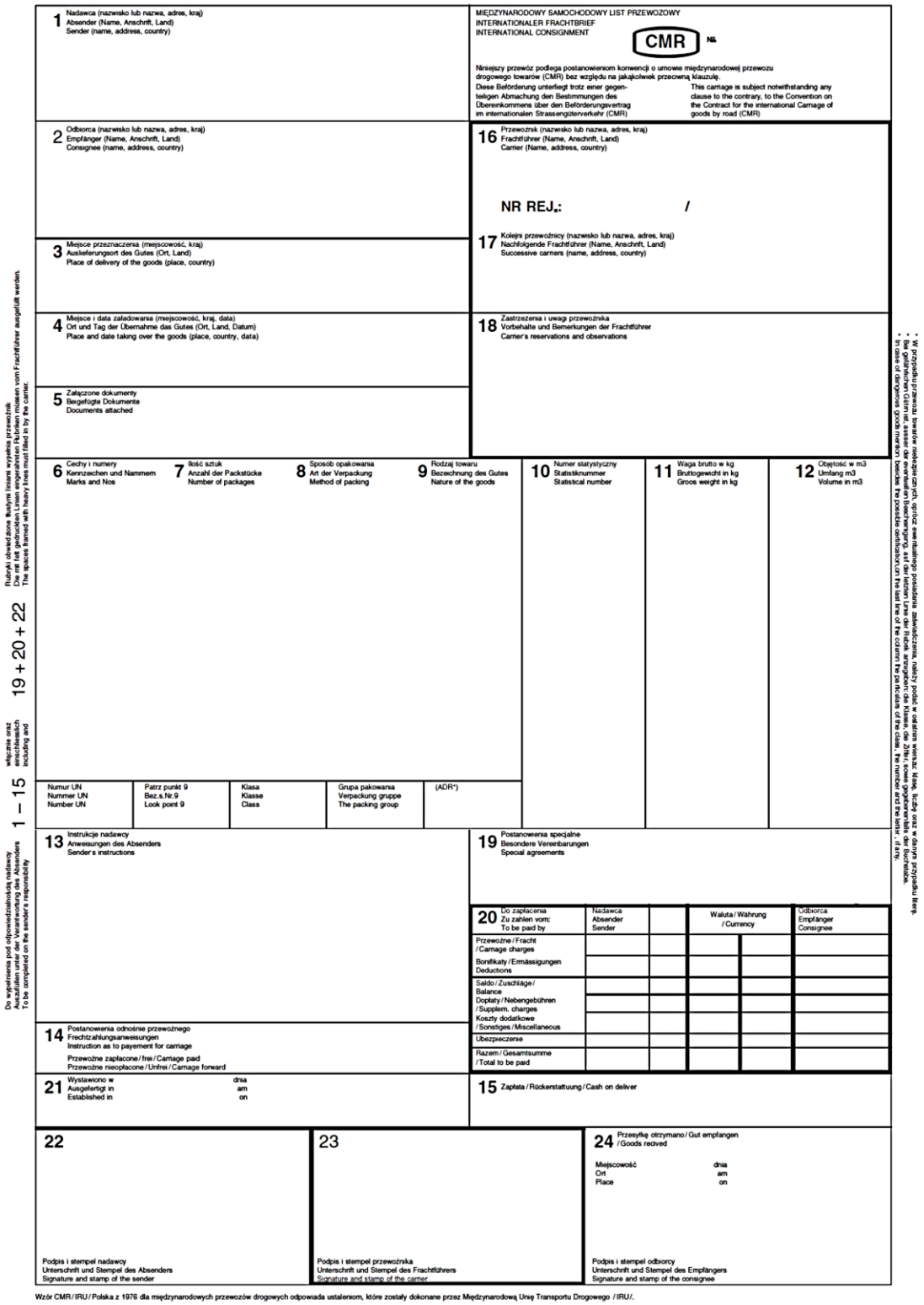
22
Podpis i stempel nadawcy
Unterschrift und Stempel des Absenders
Signature and stamp of the sender

23
Podpis i stempel przewoźnika
Unterschrift und Stempel des Frachtführers
Signature and stamp of the carrier

24 Przesyłkę otrzymano / Gut empfangen
/ Goods recived
Miejscowość
Ort
Place
dnia
am
on
Podpis i stempel odbiorcy
Unterschrift und Stempel des Empfängers
Signature and stamp of the consignee

Wzór CMR / IRU / Polska z 1976 dla międzynarodowych przewozów drogowych odpowiada ustaleniom, które zostały dokonane przez Międzynarodową Unię Transportu Drogowego / IRU /.

Anexa 4. Model CIM



1 Nadawca (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Absender (Name, Anschrift, Land)
Sender (name, address, country)

MIĘDZYNARODOWY SAMOCHODOWY LIST PRZEWOZOWY
INTERNATIONALER FRACHTBRIEF
INTERNATIONAL CONSIGNMENT
CMR

Niniejszy przewóz podlega postanowieniom konwencji o umowie międzynarodowej przewozu drogowego towarów (CMR) bez względu na jakąkolwiek przeciwną klauzulę.
Diese Beförderung unterliegt trotz einer gegenteiligen Abmachung den Bestimmungen des Übereinkommens über den Beförderungsvertrag im internationalen Strassengüterverkehr (CMR)
This carriage is subject notwithstanding any clause to the contrary, to the Convention on the Contract for the international Carriage of goods by road (CMR)

2 Odbiorca (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Empfänger (Name, Anschrift, Land)
Consignee (name, address, country)

16 Przewoźnik (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Frachtführer (Name, Anschrift, Land)
Carrier (Name, address, country)

NR REJ.: /

3 Miejsce przeznaczenia (miejscowość, kraj)
Auslieferungsort des Gutes (Ort, Land)
Place of delivery of the goods (place, country)

17 Kolejni przewoźnicy (nazwisko lub nazwa, adres, kraj)
Nachfolgende Frachtführer (Name, Anschrift, Land)
Successive carriers (name, address, country)

4 Miejsce i data załadowania (miejscowość, kraj, data)
Ort und Tag der Übernahme das Gutes (Ort, Land, Datum)
Place and date taking over the goods (place, country, data)

18 Zastrzeżenia i uwagi przewoźnika
Vorbehalte und Bemerkungen der Frachtführer
Carrier's reservations and observations

5 Załączone dokumenty
Begefügte Dokumente
Documents attached

Rubryki obwiedzione tłustymi liniami wypełnia przewoźnik
Die mit fett gedruckten Linien eingefassten Rubriken müssen vom Frachtführer ausgefüllt werden.
The spaces framed with heavy lines must filled in by the carrier.

19 + 20 + 22 – wpisane oraz ewentualnie dołączone dokumenty
including and

1 – 15

Do wypełnienia pod odpowiedzialnością nadawcy
Auszufüllen unter der Verantwortung des Absenders
To be completed on the sender's responsibility

6 Cechy i numery Kennzeichen und Nummern Marks and Nos	7 Ilość sztuk Anzahl der Packstücke Number of packages	8 Sposób opakowania Art der Verpackung Method of packing	9 Rodzaj towaru Bezeichnung des Gutes Nature of the goods	10 Numer statystyczny Statistiknummer Statistical number	11 Waga brutto w kg Bruttogewicht in kg Gross weight in kg	12 Objętość w m3 Umfang m3 Volume in m3

Numur UN Nummer UN Number UN	Patrz punkt 9 Bez.s.Nr.9 Look point 9	Klasa Klasse Class	Grupa pakowania Verpackung gruppe The packing group	(ADR*)

13 Instrukcje nadawcy
Anweisungen des Absenders
Sender's instructions

19 Postanowienia specjalne
Besondere Vereinbarungen
Special agreements

20 Do zapłacenia Zu zahlen vom: To be paid by	Nadawca Absender Sender		Waluta / Währung / Currency		Odbiorca Empfänger Consignee
Przewozne / Fracht / Carriage charges					
Bonifikaty / Ermässigungen Deductions					
Saldo / Zuschläge / Balance					
Dopłaty / Nebengebühren / Supplem. charges					
Koszty dodatkowe / Sonstiges / Miscellaneous					
Ubezpieczenie					
Razem / Gesamtsumme / Total to be paid					

14 Postanowienia odnośnie przewoźnego
Frechtzahlungsanweisungen
Instruction as to payement for carriage
Przewozne zapłacone / free / Carriage paid
Przewozne nieopłacone / Unfrei / Carriage forward

21 Wystawiono w dnia
Ausgefertigt in am
Established in on

15 Zapłata / Rückerstattuung / Cash on deliver

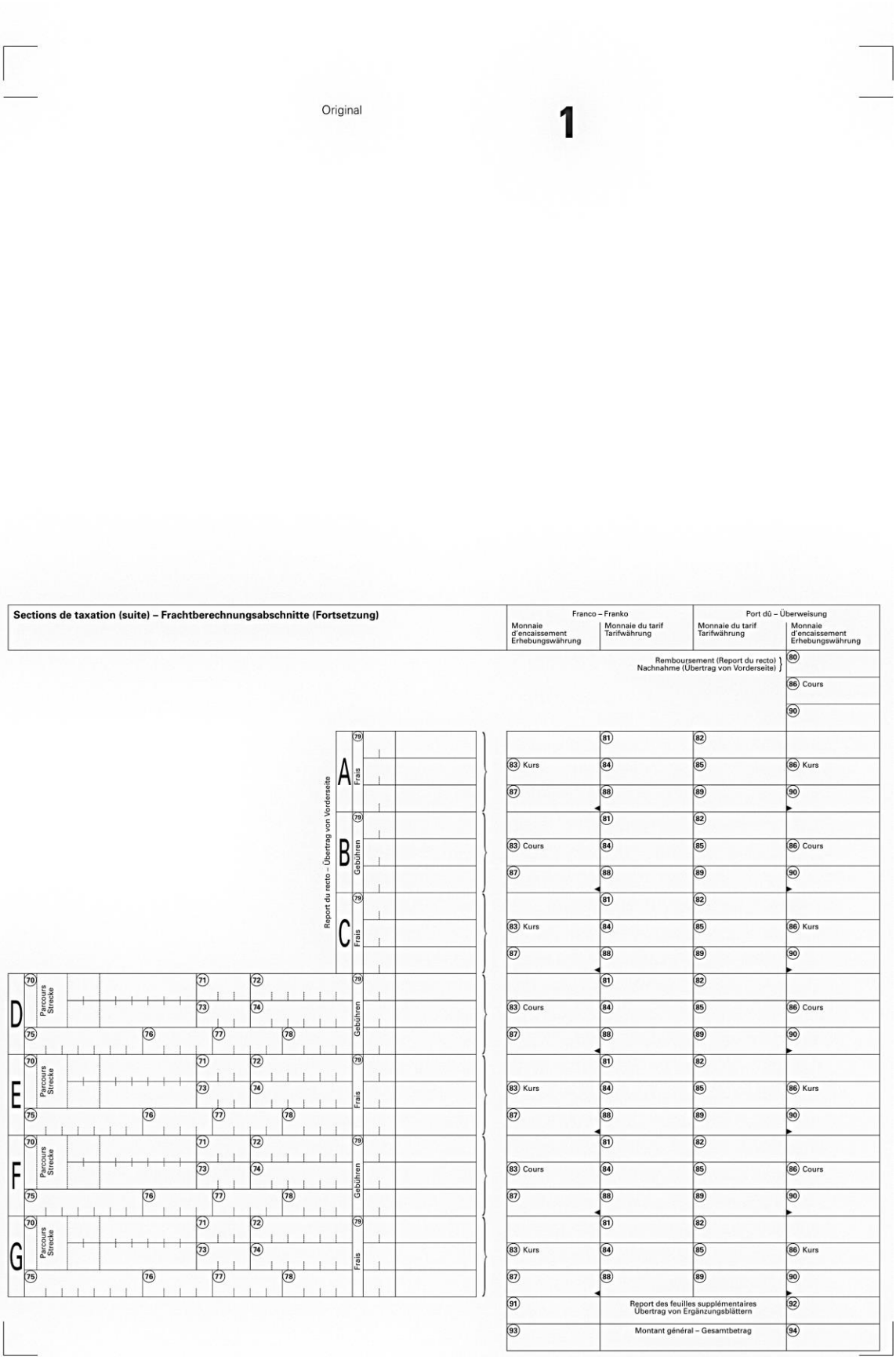
22
Podpis i stempel nadawcy
Unterschrift und Stempel des Absenders
Signature and stamp of the sender

23
Podpis i stempel przewoźnika
Unterschrift und Stempel des Frachtführers
Signature and stamp of the carrier

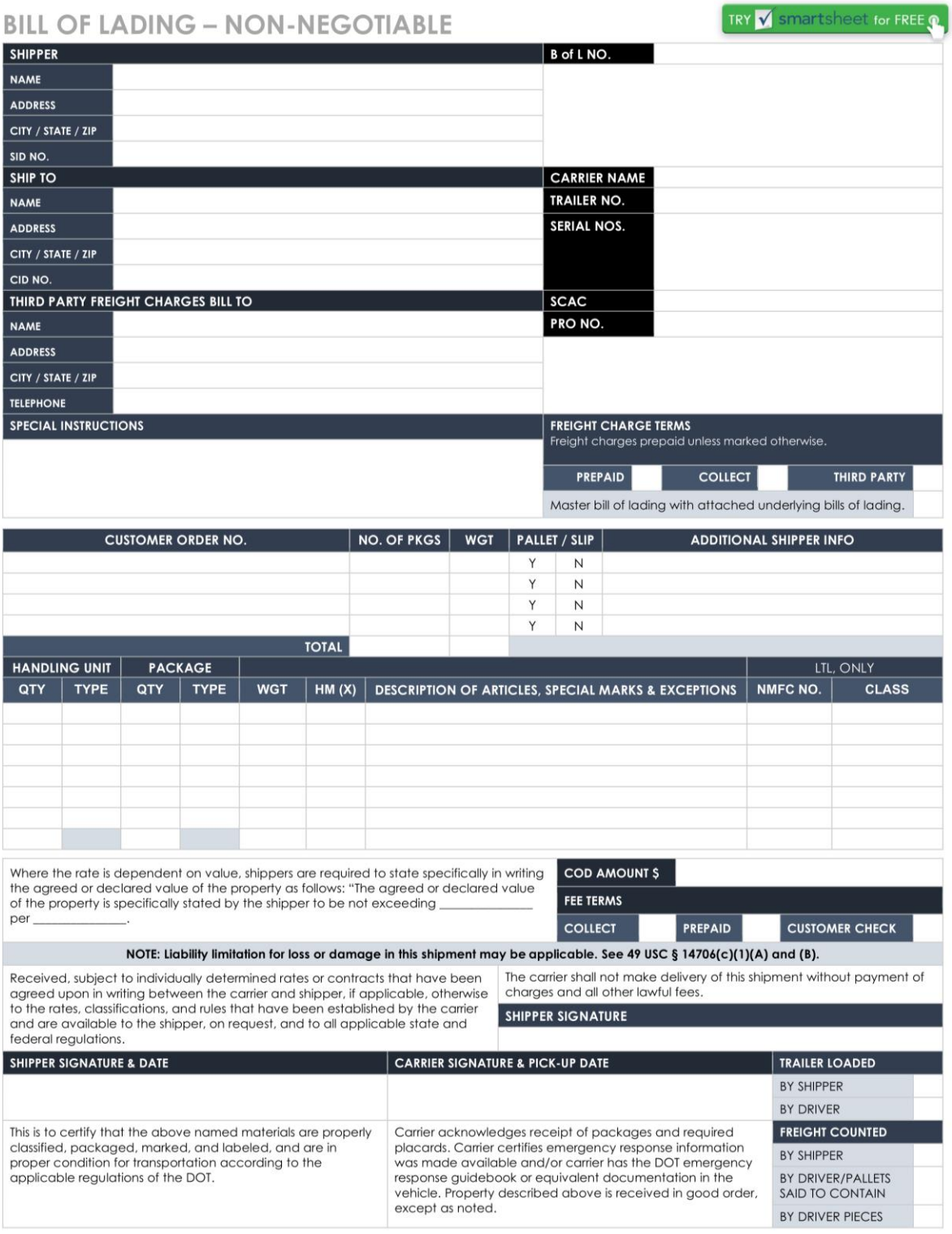
24 Przesyłkę otrzymano / Gut empfangen
/ Goods recived
Miejscowość dnia
Ort am
Place on
Podpis i stempel odbiorcy
Unterschrift und Stempel des Empfängers
Signature and stamp of the consignee

* W przypadku przewozu towarów niebezpiecznych, szczególne postanowienia załączone, należy podać w ostatnim wierszu, kolumny, której dotyczą te dane przepisy.
* Bei gefährlichen Gütern ist, sofern die erforderlichen Eintragungen auf der letzten Linie der Rubrik vorgenommen, die Klasse, die Ziffer, sowie gegebenenfalls der Buchstabe.
* In case of dangerous goods mention besides the possible certification on the last line of the column the particulars of the class, the number and the letter , if any.

Wzór CMR / IRU / Polska z 1976 dla międzynarodowych przewozów drogowych odpowiada ustaleniom, które zostały dokonane przez Międzynarodową Unię Transportu Drogowego / IRU /.


Original
1
Sections de taxation (suite) – Frachtberechnungsabschnitte (Fortsetzung)
Franco – Franko
Port dû – Überweisung
Monnaie d'encaissement Erhebungswährung
Monnaie du tarif Tarifwährung
Monnaie du tarif Tarifwährung
Monnaie d'encaissement Erhebungswährung
Remboursement (Report du recto)
Nachnahme (Übertrag von Vorderseite)
Report du recto – Übertrag von Vorderseite
A Frais
B Gebühren
C Frais
D Parcours Strecke Gebühren
E Parcours Strecke Frais
F Parcours Strecke Gebühren
G Parcours Strecke Frais
Cours
Kurs
Report des feuilles supplémentaires
Übertrag von Ergänzungsblättern
Montant général – Gesamtbetrag

Anexa 5. Model Bill of Landing



BILL OF LADING – NON-NEGOTIABLE

TRY ✓ smartsheet for FREE

SHIPPER		B of L NO.	
NAME			
ADDRESS			
CITY / STATE / ZIP			
SID NO.			
SHIP TO		**CARRIER NAME**	
NAME		TRAILER NO.	
ADDRESS		SERIAL NOS.	
CITY / STATE / ZIP			
CID NO.			
THIRD PARTY FREIGHT CHARGES BILL TO		SCAC	
NAME		PRO NO.	
ADDRESS			
CITY / STATE / ZIP			
TELEPHONE			

SPECIAL INSTRUCTIONS	FREIGHT CHARGE TERMS Freight charges prepaid unless marked otherwise.
	PREPAID ☐ COLLECT ☐ THIRD PARTY ☐
	Master bill of lading with attached underlying bills of lading. ☐

CUSTOMER ORDER NO.	NO. OF PKGS	WGT	PALLET / SLIP		ADDITIONAL SHIPPER INFO
			Y	N	
			Y	N	
			Y	N	
			Y	N	
TOTAL					

HANDLING UNIT		PACKAGE					LTL, ONLY	
QTY	TYPE	QTY	TYPE	WGT	HM (X)	DESCRIPTION OF ARTICLES, SPECIAL MARKS & EXCEPTIONS	NMFC NO.	CLASS

Where the rate is dependent on value, shippers are required to state specifically in writing the agreed or declared value of the property as follows: "The agreed or declared value of the property is specifically stated by the shipper to be not exceeding _____ per _____.	COD AMOUNT $
	FEE TERMS
	COLLECT ☐ PREPAID ☐ CUSTOMER CHECK ☐

NOTE: Liability limitation for loss or damage in this shipment may be applicable. See 49 USC § 14706(c)(1)(A) and (B).

Received, subject to individually determined rates or contracts that have been agreed upon in writing between the carrier and shipper, if applicable, otherwise to the rates, classifications, and rules that have been established by the carrier and are available to the shipper, on request, and to all applicable state and federal regulations.	The carrier shall not make delivery of this shipment without payment of charges and all other lawful fees. **SHIPPER SIGNATURE**

SHIPPER SIGNATURE & DATE	CARRIER SIGNATURE & PICK-UP DATE	TRAILER LOADED
		BY SHIPPER ☐
		BY DRIVER ☐
This is to certify that the above named materials are properly classified, packaged, marked, and labeled, and are in proper condition for transportation according to the applicable regulations of the DOT.	Carrier acknowledges receipt of packages and required placards. Carrier certifies emergency response information was made available and/or carrier has the DOT emergency response guidebook or equivalent documentation in the vehicle. Property described above is received in good order, except as noted.	**FREIGHT COUNTED**
		BY SHIPPER ☐
		BY DRIVER/PALLETS SAID TO CONTAIN ☐
		BY DRIVER PIECES ☐

(Sursa: https://www.smartsheet.com/bill-of-lading-templates)

Anexa 6. Factura

Furnizor: .....
.....
Nr.ord.reg.com./an.....
C.I.F. .....
Sediul: .....
Județul: .....
Cod IBAN: .....
Banca: .....
Capital social:.....

Seria
Nr. .....

FACTURĂ

Nr. facturii .....
Data (ziua, luna, anul) .....
Nr. aviz însoțire a mărfii .....
(dacă este cazul)

Cumpărător: .....
(denumire, formă juridică) .....
Nr.ord.reg.com./an.....
C.I.F. .....
Sediul: .....
(localitatea, str., nr.)
Județul: .....
Cod IBAN: .....
Banca: .....
Capital social:.....

Nr. crt.	Denumirea produselor sau a serviciilor	U.M.	Cantitatea	Prețul unitar -lei-	Valoarea -lei-
0	1	2	3	4	5 (3x4)
Semnătura și ștampila furnizorului	Date privind expediția Numele delegatului..... B.I./C.I. seria ..... nr..... eliberat(ă)..... Mijlocul de transport nr. ..... Expedierea s-a efectuat în prezența noastră la data de .....ora..... Semnăturile			Total din care: accize	
				Semnătura de primire	

Anexa 7. Aviz de însoțire a mărfii

Furnizor: .....
(denumirea, forma juridică).
.....
Nr.Ord.Reg.Com./an:.....
A.F./C.U.I.: .....
Sediul:.....
(localitatea, str., nr.)
.....
Județul: .....
Cod IBAN:.....
Banca: .....

SERIA nr.

AVIZ DE ÎNSOȚIRE A MĂRFII

Nr. .....
Data (ziua, luna, anul).....

Cumpărător:.....
(denumirea, forma juridică).
.....
Nr.Ord.Reg.Com./an:.....
A.F./C.U.I.: .....
Sediul:.....
(localitatea, str., nr.)
.....
Județul: .....
Cod IBAN:.....
Banca: .....

Nr. crt.	SPECIFICAȚIA (produse, ambalaje, etc)	U.M.	Cantitatea livrată	Prețul unitar (fără T.V.A.) -lei-	Valoarea -lei-
0	1	2	3	4	5
Semnătura și ștampila furnizorului	Date privind expediția: Numele delegatului:..... B.I./C.I. seria.....nr. .....eliberat(ă)..... Mijlocul de transport .....nr..... Expedierea s-a facut în prezența noastră la data de .....ora..... Semnăturile.....			Total:	
				Semnătura de primire	

Tel/Fax: 0232 276 154; e-mail: office@paneurope.ro

Tipărit la PAN EUROPE MBS Iaşi