

**CONSIDERAȚII PRIVIND
COLABORAREA
VERIGILOR LANȚULUI LOGISTIC.
CAZUL PROIECTELOR
DIN RESURSE DE ENERGII
REGENERABILE, ÎN REGIM
IZOLAT**

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE ȘI MANAGEMENT
de către

Andra Elena Badea
Licențiată în Științe ale Comunicării

Conducător științific: Prof.univ.dr.ing. Gabriela Proștean
Referenți științifici: Prof.univ.dr.ec.ing. Laura Bacali
Prof.univ.dr.ing. Claudiu Vasile Kifor
Prof.univ.dr.ec.ing. Marian Mocan

Ziua susținerii tezei: 29.06.2017

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|---|--|
| 1. Automatică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 2. Chimie | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 3. Energetică | 12. Ingineria sistemelor |
| 4. Ingineria Chimică | 13. Inginerie energetică |
| 5. Inginerie Civilă | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 6. Inginerie Electrică | 15. Ingineria materialelor |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 16. Inginerie și Management |
| 8. Inginerie Industrială | 17. Arhitectură |
| 9. Inginerie Mecanică | 18. Inginerie civilă și instalații |

Universitatea Politehnica din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2017

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Prezenta lucrare științifică a fost concepută de-a lungul activității mele de cercetare, în cadrul Departamentului de Management al Universității Politehnica Timișoara.

Cercetarea teoretică asupra relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic și studiul de caz experimental în domeniul proiectelor din resurse de energii regenerabile (RES) au condus la conceperea acestei teze de doctorat.

Scopul cercetării s-a fundamentat pe găsirea unor soluții viabile, bazate pe algoritmi și reguli de funcționare, care să rezolve limitările de colaborare între verigile lanțului logistic, în cadrul unui proiect RES, în regim izolat.

Modele de colaborare studiate prezintă strategii dinamice, capabile să livreze performanță, însă în urma analizei critice realizate au fost subliniate anumite limitări, care nu oferă o rezolvare fiabilă la toate problemele de colaborare între actorii din lanțul logistic. Identificarea limitărilor a confirmat necesitatea adoptării colaborării între verigi, prin care să se obțină un nivel ridicat de motivare și încredere în partajarea informațiilor importante. În urma analizei critice realizate s-a configurat modelul cadru de colaborare, prin întrepătrunderea unei metode decizionale cu o metodă de dimensionare.

Validarea modelului de colaborare oferă un plan colaborativ între verigile lanțului, prin care s-a asigurat un rulaj sincronizat al materiilor prime, pentru satisfacerea cererilor clienților și în situații izolate de colaborare.

Timișoara, 2017

Andra Elena Badea (căsăt. Diaconescu)

Doresc pe această cale să îmi exprim recunoștința, pentru profesionalismul de înaltă ținută academică a conducătorului de doctorat, Prof.univ.dr.ing. Gabriela Proștean, căreia îi aduc sincere mulțumiri, pentru îndrumarea și sprijinul acordat în toată perioada de pregătire și cercetare științifică.

De asemenea, aduc mulțumiri Departamentului de Relații Internaționale, Prof.univ.dr.ec.ing. Marian Mocan, Decan al Facultății de Management în Producție și Transporturi, Prof.univ.dr.ing. Florin Breabăn, pentru oportunitatea de a-mi oferi stagiul de cercetare prin programul Erasmus la cel mai înalt nivel academic și Prof. Gilles Goncalves de la Universitatea d'Artois, care a contribuit la rafinarea direcției de cercetare, respectiv colaborarea între verigile lanțului logistic.

Mulțumesc membrilor comisiei de îndrumare Conf.dr.ec.ing. Matei Tămășilă, Conf.dr.ing. George Belgiu, S.I.dr.ing. Ilie Tăucean și S.I.dr.ing. Cristian Vașar, pentru sfaturile și recomandările utile în urma cererilor de recenzie.

Doresc să mulțumesc familiei mele, pentru sprijinul necondiționat acordat, care în momentele dificile mi-au oferit toată încrederea, că voi finaliza cu succes această cercetare.

Badea, Andra-Elena

Considerații privind colaborarea verigilor lanțului logistic. Cazul proiectelor din resurse de energii regenerabile, în regim izolat

Teze de doctorat ale UPT, Seria 16, Nr. 28, Editura Politehnica, 2017, 214 pagini, 57 figuri, 156 tabele.

ISSN: 2343-7928

ISSN-L: 2343-7929

ISBN: 978-606-35-0149-4

Cuvinte cheie: colaborare între verigi, modele de colaborare, formalism de colaborare, energii regenerabile, materiale compozite.

Rezumat,

Colaborarea între verigile lanțului logistic bazată pe algoritmi și reguli de funcționare rezolvă blocajele provocate de noile tehnologii în proiectele din resurse de energii regenerabile (RES).

Studiul elaborat în cadrul acestei teze a scos în evidență conceperea, adaptarea și integrarea unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic, în cadrul unui proiect RES, cu condiții meteorologice dificile. Identificarea "driverului" de încredere și a "driverului" de cunoaștere și inserarea lor printr-o metodă decizională și o metodă de dimensionare au condus la conceptualizarea modelului cadru al formalismului de colaborare ("CV^{AHP-DBR}") adaptat proiectului RES, în regim izolat. Aplicarea formalismului de colaborare a identificat decizia tehnică optimă și a echilibrat fluxul logistic prin dimensionarea unui stoc de siguranță între două verigi, pentru definitivarea proiectului RES. Modelul "CV^{AHP-DBR}" a depistat varianta tehnologică de material compozit, indicată regimului izolat astfel încât aprovizionarea cu materialele speciale să nu sufere întreruperi, indiferent de natura comenzilor, care pot fi izolate.

CUPRINS

CUPRINS	5
Notații, abrevieri, acronime	8
Lista de figuri	9
Lista de tabele	11
1. INTRODUCERE.....	17
1.1 Actualitatea alegerii temei de cercetare	17
1.2 Scopul cercetării științifice.....	21
1.3 Structura demersului de cercetare științifică.....	21
2. ASPECTE CONCEPTUALE ÎN MANAGEMENTUL LANȚULUI LOGISTIC.....	25
2.1 Evoluția istorică a logisticii. Concepte și definiții.....	25
2.2 Abordarea managerială a logisticii	28
2.2.1 Logistica integrată	28
2.2.2 Logistica independentă	28
2.2.3 Logistica cooperantă	29
2.3 Dezvoltarea teoretică a lanțului logistic (supply chain).....	29
2.4 Evoluția managementului lanțului logistic	34
2.5 Aspecte conceptuale de colaborare între verigile lanțului logistic.....	36
2.5.1 Coordonarea între verigile lanțului logistic.....	37
2.5.2 Cooperarea între verigile lanțului logistic	37
2.5.3 Colaborarea între verigile lanțului logistic.....	37
2.6 Definiția și tipurile colaborării între verigile lanțului logistic	39
2.6.1 Colaborarea verticală	40
2.6.2 Colaborarea orizontală	41
2.7 Colaborarea - competență necesară între verigile lanțului logistic	42
2.7.1 Competențe Individuale.....	43
2.7.2 Competențe Organizaționale	43
2.7.3 Competențe Interorganizaționale.....	44
2.8 Aspecte de risc, care constrâng procesul de colaborare între verigile lanțului logistic.....	45
2.9 Delimitarea cercetării	47
2.10 Concluzii	47
3. MODELE DE COLABORARE ÎNTRE VERIGILE LANȚULUI LOGISTIC	49
3.1 Considerații generale asupra alternativelor de colaborare între verigile lanțului logistic.....	49
3.2 Constrângerile relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic	51
3.3 Direcții de consolidare a relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic.....	51
3.3.1 Factori de încredere	52
3.3.2 Factori de cunoaștere	54

3.3.3 Facilitatori relaționali.....	55
3.4 Modele de colaborare reprezentative între verigile lanțului logistic	56
3.4.1 Modelul I - Modelul general al unei alianțe [Popa, 2009].....	56
3.4.1.1 Limitările Modelului I	60
3.4.2 Modelul II - Modelul sistemului de performanță colaborativ [Simatupang, 2004].....	60
3.4.2.1 Limitările Modelului II	63
3.4.3 Modelul III - Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative [Bititci și Mokadem, 2010]	63
3.4.3.1 Limitările Modelului III.....	65
3.5 Analiza critică asupra celor trei modele de colaborare.....	65
3.5.1 Conceperea unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic.....	66
3.6 Concluzii.....	69
4. CONCEPEREA MODELULUI DECIZIONAL ȘI DE DIMENSIONARE "CV ^{AHP-DBR} " PENTRU COLABORAREA ÎNTR-UN LANȚ LOGISTIC.....	72
4.1 Modelul cadru "Trust but Verify Stock for Risk" (TVSR- Încredere prin Verificarea Stocului pentru Risc), pentru colaborarea verigilor lanțului logistic....	72
4.2 Elaborarea formalismului decizional în modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic.....	74
4.2.1 Metoda decizională multicriterială Analytic Hierarchy Process (AHP)	75
4.2.2 Pașii metodei decizionale AHP	77
4.2.3 Aplicarea formalismului decizional prin algoritmul AHP	84
4.3 Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic.....	85
4.3.1 Filozofia TOC prin DBR și TP	87
4.3.2 Aplicarea formalismului de dimensionare prin filozofia Drum-Buffer-Rope (DBR).....	92
4.3.3 Teoria Constrângerilor- Procesele de Gândire	98
4.3.3.1 Eliminarea constrângerilor prin TOCTP, în proiecte RES.....	98
4.3.3.2 Stagiul 1: Ce trebuie să se schimbe?	101
4.3.3.3 Stagiul 2: Care este rezultatul după schimbare?	102
4.3.3.4 Stagiul 3: Cum se produce schimbarea?	104
4.4 Concluzii.....	107
5. VALIDAREA MODELULUI "CV ^{AHP-DBR} " PENTRU COLABORAREA VERIGILOR LANȚULUI LOGISTIC ÎN PROIECTE DE TIP RES	109
5.1 Considerații generale asupra proiectelor de tip RES , în regim izolat, pentru care se validează modelul "CV ^{AHP-DBR} "	109
5.2 Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional	111
5.2.1 Aplicarea algoritmului AHP, pentru un proiect RES, în regim izolat	122
5.3 Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " pe direcția "driverului" de cunoaștere bazat pe formalismul de dimensionare	147

5.3.1 Dimensionarea stocului intermediar	150
5.4 Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " în cadrul companiei Montana M.G., Secția- Producția de Piese din Materiale Compozite (MCarbonParts).	152
5.5 Concluzii.....	168
6. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE DEZVOLTARE	170
6.1 Concluzii.....	170
6.2 Contribuții personale ale autorului	172
6.3 Direcții de dezvoltare viitoare.....	174
Anexe.....	175
A. LISTĂ DE LUCRĂRI PUBLICATE ÎN DOMENIUL TEZEI DE DOCTORAT	175
B. Validarea metodei AHP - Pasul 5 pentru proiectul RES, în regim izolat (Calcularea prioritizării relative a alternativei pentru fiecare subcriteriu)	178
7. BIBLIOGRAFIE	204

Notății, abrevieri, acronime

Notății, abrevieri, acronime	Explicație	Limba
EU	Uniunea Europeană	EN
SC	Supply Chain	EN
SCM	Supply Chain Management	EN
SCRM	Supply Chain Risk Management	EN
AHP	Analytic Hierarchy Process	EN
DBR	Drum-Buffer-Rope	EN
Buffer	Stoc de siguranță	EN
Tb	Targetul stocului de siguranță	EN
Sb	Starea stocului de siguranță	EN
CLRL	Cadrul larg de rezolvare a limitărilor	RO
TOCTP	Theory of Constraints Thinking Process	EN
CV ^{AHP-DBR}	Colaborare între Verigi prin AHP și DBR	RO
TVSR	Trust but Verify Stock for Risk	EN
RES	Resurse de energii regenerabile	RO
CVC	Capacitatea verigii constrânse	RO
Drive	Conțin anumite comenzi speciale, care pot fi realizate de oameni, cunoștințe și condiții, care inițiază și sprijină activitățile necesare proiectate.	EN

Lista de figuri

Fig. 1. 1 Evoluția articolelor științifice publicate [178].....	18
Fig. 2. 1 Evoluția logisticii ca disciplină de management [Russell, 2007].....	26
Fig. 2. 2 Reprezentarea la nivel operațional a unui sistem logistic adaptat după [Stock și Lambert, 1987]	27
Fig. 2. 3 Sistemul logistic adaptat după [Christopher,1998].....	27
Fig. 2. 4 Reprezentarea lanțului logistic adaptat după [Mentzer, et al., 2001] [Christopher, 1998]	30
Fig. 2. 5 Managementul lanțului logistic adaptat după [Mentzer, et al., 2001].....	33
Fig. 2. 6 Tipuri de colaborare adaptate după [Barratt, 2004]	40
Fig. 2. 7 Colaborarea verticală [Renko, 2011].....	41
Fig. 2. 8 Colaborarea orizontală [Deshumkh, 2010].....	41
Fig. 3. 1 Modelul general al unei alianțe adaptat după [Popa, 2009].....	59
Fig. 3. 2 Dezvoltarea colaborării în lanțul logistic adaptat după [Simatupang, 2004]	61
Fig. 3. 3 Sistemul de performanță colaborativ adaptat după [Simatupang, 2004]..	63
Fig. 3. 4 Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative adaptat după [Bititci și Mokadem, 2010]	64
Fig. 3. 5 Cadru larg de rezolvare a limitărilor adaptat după [Popa, 2009], [Simatupang, 2004], [Bititci și Mokadem, 2010].....	68
Fig. 3. 6 Conceperea cadrului original al formalismului de colaborare.....	69
Fig. 4. 1 Principiul "Trust but Verify Stock for Risk" (TVSR).....	73
Fig. 4. 2 Modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic	74
Fig. 4. 3 Formalismul decizional	75
Fig. 4. 4 Reprezentarea grafică a modelului AHP adaptat după [Saaty, 1986]	78
Fig. 4. 5 Matricea de comparație [Saaty, 1986]	80
Fig. 4. 6 Factori de risc între verigile lanțului logistic în proiecte RES	85
Fig. 4. 7 Formalismul decizional și de dimensionare și eliminare a constrângerilor	86
Fig. 4. 8 Ordinea cronologică în dezvoltarea TOC adaptat după [Watson et al., 2007]	87
Fig. 4. 9 Dimensionarea "bufferelor" pe culori.....	93
Fig. 4. 10 Adaptarea formulelor Tb și Sb	94
Fig. 4. 11 Dimensionarea "bufferelor" pentru DR și R.....	97
Fig. 4. 12 Corelarea echipelor în proiectul RES.....	99
Fig. 4. 13 Modelul conceptual pentru colaborarea echipelor proiectului RES	100
Fig. 4. 14 Norul conflictului principal adaptat după [Goldratt, 1990]	102
Fig. 4. 15 Arborele realității viitoare adaptat după [Goldratt, 1990].....	103
Fig. 4. 16 Arborele premiselor adaptat după [Goldratt, 1990].....	105
Fig. 4. 17 Arborele de tranziție pentru IO2 [Goldratt, 1990]	106
Fig. 5. 1 Validarea modelului "C ^V AHP-DBR" pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional.....	111
Fig. 5. 2 Arborele decizional AHP pentru asamblarea paletelor	116
Fig. 5. 3 Avantajele și dezavantajele fibrei de sticlă, fibrei de carbon și fibrei de aramidă.....	118
Fig. 5. 4 Fibra de sticlă (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts).....	119
Fig. 5. 5 Fibra de carbon (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts)	119

Fig. 5. 6 Fibra de aramidă- Kevlar (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts).....	120
Fig. 5. 7 Prezentarea subcriteriilor pentru un proiect RES, în regim izolat.....	123
Fig. 5. 8 Matricea inițială a criteriilor	130
Fig. 5. 9 Matricea subcriteriilor pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"	133
Fig. 5. 10 Matricea subcriteriilor pentru "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"	135
Fig. 5. 11 Matricea subcriteriilor pentru "Clasificarea paletelor eolienei"	136
Fig. 5. 12 Matricea subcriteriilor pentru "Gradul de accesibilitate a locației"	137
Fig. 5. 13 Matricea subcriteriilor pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"	139
Fig. 5. 14 Matricea subcriteriilor pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"	140
Fig. 5. 15 Rezultatele finale ale alternativelor în alegerea paletelor în regim izolat.....	147
Fig. 5. 16 Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " pe direcția "driverului" de cunoaștere bazat pe formalismul de dimensionare.....	148
Fig. 5. 17 Blocajele lanțului logistic în proiecte RES [adaptat după 184].....	149
Fig. 5. 18 Dimensionare materii prime	151
Fig. 5. 19 Modelul decizional și de dimensionare "CV ^{AHP-DBR} "	152
Fig. 5. 20 Piese din materiale compozite	153
Fig. 5. 21 Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} "	154
Fig. 5. 22 Combinația optimă Kevlar-Carbon	156
Fig. 5. 23 Analiza combinațiilor de materiale	156
Fig. 5. 24 Lista furnizorilor cu care colaborează MCarbonParts	157
Fig. 5. 25 Fluctuația comenzilor pentru Clienți curenți.....	158

Lista de tabele

Tabel 1.1: Centralizare articole științifice publicate - colaborarea între verigile lanțului logistic [178]	19
Tabel 1.2: Centralizare articole științifice publicate - colaborarea între verigile lanțului logistic în domeniul proiectelor de energii regenerabile [179]	20
Tabel 2. 1: Definiții ale lanțului logistic.....	30
Tabel 2. 2: Definiții ale managementului lanțului logistic.....	33
Tabel 2. 3: Evoluția managementului lanțului logistic	35
Tabel 2. 4: Aspecte conceptuale de colaborare [Charvet, 2008]	36
Tabel 2. 5: Fazele colaborării [Popa, 2009]	38
Tabel 2. 6: Categoriile de risc [Chopra și Sodhi, 2004].....	45
Tabel 3. 1: Alternative, care susțin colaborarea între verigile lanțului logistic [Popa, 2011], [Levi și Caudill, 2007], [Mauborgne și Kim 2005].....	50
Tabel 3. 2: Identificarea atributelor de colaborare.....	55
Tabel 3. 3: Prezentarea modelului general al unei alianțe pe verticală și orizontală [Popa, 2009]	57
Tabel 3. 4: Prezentarea avantajelor modelelor de colaborare.....	65
Tabel 3. 5: Limitările modelelor	67
Tabel 4. 1: Elementele importante utilizate în procesele de analiză cu atribute multiple [Saaty, 1986] [Vargas, 2010].....	76
Tabel 4. 2: Scala relativă de importanță Saaty [Saaty, 1980, 1994].....	79
Tabel 4. 3: Construirea matricei $DM_{(Q)}$	81
Tabel 4. 4: Normalizarea matricilor	81
Tabel 4. 5: Ierarhizarea criteriilor decizionale	82
Tabel 4. 6: Alegerea alternativei cu punctaj maxim	84
Tabel 4. 7: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P1 din M1	89
Tabel 4. 8: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P2 din M1	89
Tabel 4. 9: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P1 din M2	90
Tabel 4. 10: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P2 din M2	90
Tabel 4. 11: Rupturi de stoc ale P1 din DR	91
Tabel 4. 12: Rupturi de stoc ale P2 din DR	91
Tabel 4. 13: Frecvența mare a comenzilor pentru P1	91
Tabel 4. 14: Dimensionarea "bufferelor" prin DBR.....	96
Tabel 4. 15: Specificații tehnice pentru turbine de vânt	107
Tabel 5. 1: Ponderi numerice scalare pentru "Matricea inițială a criteriilor".....	127
Tabel 5. 2: Matricea brută pentru "Matricea inițială a criteriilor"	128
Tabel 5. 3: Matricea normalizată pentru "Matricea inițială a criteriilor"	129
Tabel 5. 4: Calcularea vectorului de prioritate pentru criteriile din "Matricea inițială a criteriilor"	130
Tabel 5. 5: Matricea brută pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"	131
Tabel 5. 6: Matricea normalizată pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"	132
Tabel 5. 7: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate".....	132
Tabel 5. 8: Matricea brută pentru "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"	133
Tabel 5. 9: Matricea normalizată pentru "Restricțiile generate de colaborarea verigilor lanțului logistic".....	134

Tabel 5. 10: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"	134
Tabel 5. 11: Matricea brută pentru "Clasificarea paletelor eolienei"	135
Tabel 5. 12: Matricea normalizată pentru "Clasificarea paletelor eolienei"	135
Tabel 5. 13: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Clasificarea paletelor eolienei"	136
Tabel 5. 14: Matricea brută pentru "Gradul de accesibilitate a locației"	136
Tabel 5. 15: Matricea normalizată pentru "Gradul de accesibilitate a locației"	137
Tabel 5. 16: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Gradul de accesibilitate a locației"	137
Tabel 5. 17: Matricea brută pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"	138
Tabel 5. 18: Matricea normalizată pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"	138
Tabel 5. 19: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Factori importanți în alegerea paletelor"	138
Tabel 5. 20: Matricea brută pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"	139
Tabel 5. 21: Matricea normalizată pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"	140
Tabel 5. 22: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"	140
Tabel 5. 23: Prioritizarea relativă a subcriteriilor	141
Tabel 5. 24: Prioritizarea globală a subcriteriilor	142
Tabel 5. 25: Decizia finală pentru paletele din fibră de sticlă	144
Tabel 5. 26: Decizia finală pentru paletele din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	145
Tabel 5. 27: Decizia finală pentru paletele din fibră de carbon și fibră de sticlă ..	146
Tabel 5. 28: Dimensionarea stocului fibră de carbon și fibră de sticlă	151
Tabel 5. 29: Alegerea combinației optime de material compozit	155
Tabel 5. 30: Kituri și elemente din materiale compozite comandate de Clienți curenți	159
Tabel 5. 31: Comanda pentru fibră de sticlă de la Contrás pentru Clienți curenți .	160
Tabel 5. 32: Comanda pentru fibră de carbon de la Rompolimer Composites pentru Clienți curenți	160
Tabel 5. 33: Comanda pentru fibră de sticlă de la Rompolimer Composites pentru Clienți curenți	160
Tabel 5. 34: Comanda pentru fibră de carbon de la BestTools pentru Clienți curenți	161
Tabel 5. 35: Comanda pentru fibră de sticlă de la BestTools pentru Clienți curenți	161
Tabel 5. 36: Comanda pentru kevlar de la BestTools pentru Clienți curenți	161
Tabel 5. 37: Dimensionarea stocului de siguranță pentru furnizorul Contrás pentru Clienți curenți	163
Tabel 5. 38: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul Rompolimer Composites pentru Clienți curenți	163
Tabel 5. 39: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul BestTools pentru Clienți curenți	163
Tabel 5. 40: Comanda pentru fibră de sticlă de la Contrás pentru Clienți izolați ..	164
Tabel 5. 41: Comanda pentru fibră de carbon de la Rompolimer Composites pentru Clienți izolați	164

Tabel 5. 42: Comanda pentru fibră de sticlă de la Rompolimer Composites pentru Clienți izolați	165
Tabel 5. 43: Comanda pentru fibră de carbon de la BestTools pentru Clienți izolați	165
Tabel 5. 44: Comanda pentru fibră de sticlă de la BestTools pentru Clienți izolați	166
Tabel 5. 45: Comanda pentru kevlar de la BestTools pentru Clienți izolați	166
Tabel 5. 46: Dimensionarea stocului de siguranță pentru furnizorul Contrás pentru Clienți izolați	167
Tabel 5. 47: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul Rompolimer Composites pentru Clienți izolați	167
Tabel 5. 48: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul BestTools pentru Clienți izolați	167
Tabel 6. 1: Contribuții teoretice	172
Tabel 6. 2: Contribuții teoretice cu aplicabilitate în practică	173
Anexa B. Validarea metodei AHP - Pasul 5 pentru proiectul RES, în regim izolat (Calcularea prioritizării relative a alternativei pentru fiecare subcriteriu)	178
Tabel B 1: Matricea brută pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative	178
Tabel B 2: Matricea normalizată pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative.....	178
Tabel B 3: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative	178
Tabel B 4: Matricea brută pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative	179
Tabel B 5: Matricea normalizată pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative	179
Tabel B 6: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative	179
Tabel B 7: Matricea brută pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative	180
Tabel B 8: Matricea normalizată pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative.....	180
Tabel B 9: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative	180
Tabel B 10: Matricea brută pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative	181
Tabel B 11: Matricea normalizată pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative.....	181
Tabel B 12: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative	181
Tabel B 13: Matricea brută pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative	182
Tabel B 14: Matricea normalizată pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative.....	182
Tabel B 15: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative	182
Tabel B 16: Matricea brută pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative	183

14 Lista de tabele

Tabel B 17: Matricea normalizată pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative	183
Tabel B 18: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative.....	183
Tabel B 19: Matricea brută pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative	184
Tabel B 20: Matricea normalizată pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative	184
Tabel B 21: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative.....	184
Tabel B 22: Matricea brută pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative ...	185
Tabel B 23: Matricea normalizată pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative	185
Tabel B 24: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative.....	185
Tabel B 25: Matricea brută pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative	186
Tabel B 26: Matricea normalizată pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative.....	186
Tabel B 27: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative.....	186
Tabel B 28: Matricea brută pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative	187
Tabel B 29: Matricea normalizată pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative.....	187
Tabel B 30: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative	187
Tabel B 31: Matricea brută pentru "Reciclare" pe lângă alternative.....	188
Tabel B 32: Matricea normalizată pentru "Reciclare" pe lângă alternative.....	188
Tabel B 33: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Reciclare" pe lângă alternative	188
Tabel B 34: Matricea brută pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative	189
Tabel B 35: Matricea normalizată pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative.....	189
Tabel B 36: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative	189
Tabel B 37: Matricea brută pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative.....	190
Tabel B 38: Matricea normalizată pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative	190
Tabel B 39: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative	190
Tabel B 40: Matricea brută pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative	191
Tabel B 41: Matricea normalizată pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative	191
Tabel B 42: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative	191
Tabel B 43: Matricea brută pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative	192
Tabel B 44: Matricea normalizată pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative ..	192
Tabel B 45: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative	192

Tabel B 46: Matricea brută pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative	193
Tabel B 47: Matricea normalizată pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative	193
Tabel B 48: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative	193
Tabel B 49: Matricea brută pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative	194
Tabel B 50: Matricea normalizată pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative	194
Tabel B 51: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative	194
Tabel B 52: Matricea brută pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative.....	195
Tabel B 53: Matricea normalizată pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative.....	195
Tabel B 54: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative	195
Tabel B 55: Matricea brută pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative.....	196
Tabel B 56: Matricea normalizată pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative....	196
Tabel B 57: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative	196
Tabel B 58: Matricea brută pentru "Factori economici" pe lângă alternative.....	197
Tabel B 59: Matricea normalizată pentru "Factori economici" pe lângă alternative	197
Tabel B 60: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori economici" pe lângă alternative	197
Tabel B 61: Matricea brută pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative	198
Tabel B 62: Matricea normalizată pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative	198
Tabel B 63: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative	198
Tabel B 64: Matricea brută pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative.....	199
Tabel B 65: Matricea normalizată pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative	199
Tabel B 66: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative	199
Tabel B 67: Matricea brută pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative	200
Tabel B 68: Matricea normalizată pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative.....	200
Tabel B 69: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative	200
Tabel B 70: Matricea brută pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative .	201
Tabel B 71: Matricea normalizată pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative	201
Tabel B 72: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative.....	201
Tabel B 73: Matricea brută pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative.	202
Tabel B 74: Matricea normalizată pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative	202
Tabel B 75: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative.....	202

16 Lista de tabele

Tabel B 76: Matricea brută pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative	203
Tabel B 77: Matricea normalizată pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative	203
Tabel B 78: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative.....	203

1. INTRODUCERE

1.1 Actualitatea alegerii temei de cercetare

Transformarea produsă de ciclurile de viață tot mai scurte ale produselor a condus la crearea canalelor de distribuție tot mai complexe. Mai concret, evoluția fără precedent a noilor tehnologii și viteza uluitoare a diversificării variantelor produselor oferă consumatorilor un număr mult mai vast de posibilități de alegere, provocând reorientarea clienților fideli, în orice moment. Clienții au cerințe tot mai variate și mai pretențioase, motiv pentru care comenzile primite devin mult mai complexe și diversificate. În această situație, verigile de legătură din orice lanț logistic și din orice domeniu de activitate, se confruntă cu situații tot mai complexe în lanțul de aprovizionare. Actorii din lanțul logistic sunt puși în fața unor provocări fără precedent, pentru a gestiona o complexitate mult mai mare de comenzi, care sunt necesare să fie disponibile indiferent de clientul cu care colaborează. [189; 190] Fiecare verigă își optimizează investițiile în scopul maximizării profitului, fiind provocată spre decizii de mare precizie, respectiv spre dimensionări tot mai detaliate ale stocurilor deținute.

În acest context, construirea unui spațiu colaborativ în lanțul logistic necesită adoptarea unor reguli și metode, pentru rezolvarea desincronizărilor, respectiv fluctuațiilor, provocate de constrângerile tehnologiilor de ultimă generație. O exprimare clară a acestor provocări apar în special în proiectele de implementare din resurse de energii regenerabile (RES). Pornind de la acest deziderat, verigile lanțului logistic sunt forțate la decizii mult mai concrete, respectiv la dimensionări foarte detaliate ale stocurilor, pentru a face față oricăror tipuri de comenzi.

Identificarea unor metode decizionale și a unor tehnici de management, în stabilirea acordurilor de colaborare între verigile lanțului logistic oferă soluții fiabile în cazul lanțului de aprovizionare cu diferite materiale speciale, pentru proiectele din resurse de energii regenerabile. Evoluția noilor tehnologii în producerea pieselor speciale, pentru proiectele RES oferă avantaje majore.

Adaptarea la toate procesele evolutive și schimbările la nivel european cât și presiunea angajamentelor impuse prin **Protocolul de la Kyoto**, pentru reducerea emisiilor globale de gaze cu efect de seră, au contribuit la utilizarea „energiei verzi” la scară largă, implicit la dezvoltarea proiectelor RES. [ANRE, 2011]

Utilizarea resurselor din energii regenerabile reprezintă unul din subiectele importante de pe agenda Uniunii Europene (EU). România, prin statutul de membru UE, a adoptat toate deciziile UE, stabilind propria strategie, pentru o dezvoltare durabilă a sectorului energetic, prin folosirea unui echilibru energetic mixt. România, prin Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE), a transpus în legislația proprie directivele UE, privind utilizarea energiilor regenerabile. [ANRE, 2011] Astfel, *în conformitate cu Strategia Europeană 20/20, prin Directiva 2009/28 / CE, s-a stabilit că România trebuie să crească cantitatea de resurse regenerabile în mixul energetic de la 17,8% la sfârșitul anului 2005, la 24% până în 2020.* [Directiva 2009/28 / CE]. Strategia 20/20 vizează identificarea și exploatarea fiecărei zone din România, care are un potențial considerabil de resurse

regenerabile. România are un relief geografic extrem de diversificat, astfel pentru realizarea obiectivului strategiei 20/20 sunt indicate regiunile izolate geografic, care oferă prin puterea/viteza vântului un potențial regenerabil potrivit în implementarea proiectelor, pentru energia eoliană. Aceste zone geografice oferă oportunități economice dar în anumite cazuri datorită reliefului stâncos sunt întâmpinate obstacole în implementarea proiectelor. [Proștean, et al., 2015]

Dezvoltarea proiectelor RES în regim izolat necesită o colaborare pe termen lung între verigile lanțului logistic, bazată pe cele mai bune metode și tehnici, în care găsirea materiilor prime de calitate, presupun îndeplinirea anumitor cerințe tehnice, impuse de condițiile meteorologice ale regimului izolat. Mai exact, apariția tehnologiilor de ultimă generație ale materialelor compozite au favorizat utilizarea echipamentelor de dimensiuni tot mai mari și performante, în domeniul RES. Dezvoltarea acestui segment complex au forțat verigile lanțului logistic să colaboreze, pentru asigurarea materialelor speciale necesare proceselor tehnologice, în fabricarea componentelor din industria eoliană. [184] Întrucât, atenția cercetătorilor din România spre energia eoliană este puternic facilitată, deoarece un astfel de sistem este nepoluant, desăvârșirea proiectelor eoliene sunt încă limitate datorită constrângerilor tehnologice, eficienței economice, a restricțiilor de mediu și a celor meteorologice. [Comănescu, 2008] [Zamfir, 2011]

În cadrul acestei cercetări, tratarea acestui domeniu complex a necesitat o analiză amănunțită asupra blocajelor verigilor, care îngreunează implementarea proiectelor RES, cât și identificarea soluțiilor ideale pentru o colaborare eficientă și eficientă în astfel de proiecte.

Expansivitatea tehnologiilor de ultimă generație, dezvoltarea economică, exigențele pieței actuale și modificările bruște în preferințele clienților sunt doar câteva caracteristici întâlnite în gestionarea alianțelor strategice, între verigile lanțului logistic. Toate aceste caracteristici au contribuit la dezvoltarea spațiului colaborativ, pentru rezolvarea desincronizărilor frecvente provocate între verigile lanțului logistic.

La nivel global, desincronizarea verigilor lanțului logistic au reprezentat "semnalul de alarmă", care a surescitat interesul mediului academic științific, în investigarea relațiilor de colaborare, pentru rezolvarea fluctuațiilor între verigi și mai apoi, implemetarea cu succes în mediul business, respectiv în proiecte din resurse regenerabile de energie. Conform Figurii 1.1 se remarcă o evoluție surprinzătoare, între anii 2010-2016, privind interesul cercetătorilor, pentru colaborarea între verigile lanțului logistic în domeniul proiectelor de energii regenerabile. Direcția ascendentă de cercetare indică potențialul scontat, pe care acest domeniu îl oferă în viitorul apropiat. (Fig. 1.1)[178]

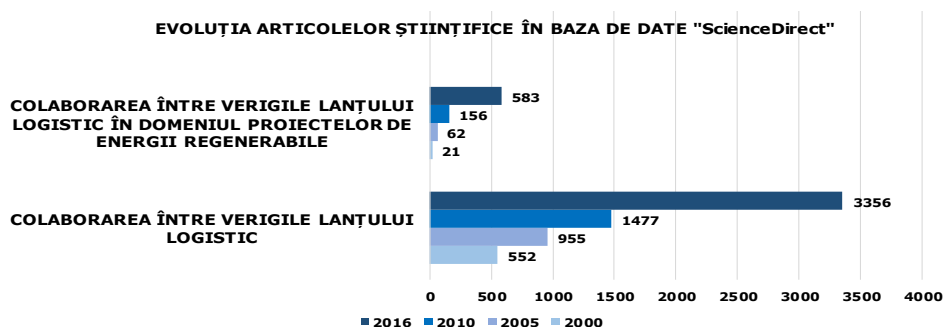


Fig. 1. 1 Evoluția articolelor științifice publicate [178]

Pe de o parte, în mediul academic cercetările realizate în colaborarea lanțului logistic, potrivit bazei de date ScienceDirect, pentru grupul de cuvinte „*collaboration in supply chain*”, în anul 2000 au fost publicate în jurnale științifice importante un număr de 552 de articole, ajungându-se în anul 2016 la un număr de 3.356 de articole. (Tabel 1.1) [178]

Tabel 1.1: Centralizare articole științifice publicate - colaborarea între verigile lanțului logistic [178]

COLABORAREA ÎNTRE VERIGILE LANȚULUI LOGISTIC			
ANUL PUBLICĂRII	TITLUL PUBLICAȚIILOR	CUVINTE CHEIE	TOTALUL ARTICOLELOR PUBLICATE ÎNTRE 1998-2016 ȘI EXTINDERE ÎN 2017
2017 (362) 2016 (3,356) 2015 (2,933) 2014 (2,493) 2013 (2,167) 2012 (2,043) 2011 (1,614) 2010 (1,477) 2009 (1,347) 2008 (1,283) 2007 (1,233) 2006 (1,162) 2005 (955) 2004 (871) 2003 (801) 2002 (746) 2001 (595) 2000 (552) 1999 (477) 1998 (435)	Nuclear Instruments and Methods in Physics Rese... (885) Journal of Cleaner Production (788) International Journal of Production Economics (725) Industrial Marketing Management (480) Technological Forecasting and Social Change (306) Research Policy (273) Procedia - Social and Behavioral Sciences (271) Energy Policy (267) Computers in Industry (264) IFAC Proceedings Volumes (263) European Journal of Operational Research (260) Renewable and Sustainable Energy Reviews (249) Journal of Operations Management (237) Procedia CIRP (233) Expert Systems with Applications (223) Technovation (212) Decision Support Systems (210) Journal of Purchasing and Supply Management (185) World Development (178) Long Range Planning (174)	supply chain (1,502) food (846) patient (826) unite state (756) firm (718) energy (672) china (616) europe (611) supply (575) supplier (562) cell (548) product (523) organization (519) system (507) company (495) business (486) dna (437) technology (395) environmental (384) health (383)	Journal (27,310) Book (6,563) Reference Work (601)

Pe de altă parte, în mediul business sisteme precum ERP (Enterprise Resource Planning), SAP Ariba (Systems Applications and Products) au integrat programe, care favorizează colaborarea între verigile lanțului logistic, pentru piața digitală economică. [191] Un studiu recent realizat de Dittmann J. Paul (Executive Director Global Supply Chain Institute), de la Universitatea din Tennessee, Knoxville, în colaborare cu DiCentral prezintă cele mai bune practici, privind colaborarea între verigile lanțului logistic și valoarea comercială demonstrabilă asociată cu servicii gestionate de o integrare business-to-business. [Dittmann, 2016]

În schimb, domeniul complex al relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic în proiecte RES, atât în mediul academic cât și în mediul business, necesită o atenție deosebită. În mediul academic, cercetările realizate în colaborarea verigilor lanțului logistic în domeniul proiectelor de energii regenerabile, potrivit bazei de date ScienceDirect, pentru grupul de cuvinte "*supply chain collaboration in renewable energy projects*", în anul 2000 au fost publicate în jurnale științifice importante un număr de 21 de articole, ajungându-se în anul 2016 la un număr de 583 de articole. (Tabel 1.2)[179]

Tabel 1.2: Centralizare articole științifice publicate - colaborarea între verigile lanțului logistic în domeniul proiectelor de energii regenerabile [179]

COLABORAREA ÎNTRE VERIGILE LANȚULUI LOGISTIC ÎN DOMENIUL PROIECTELOR DE ENERGII REGENERABILE			
ANUL PUBLICĂRII	TITLUL PUBLICAȚIILOR	CUVINTE CHEIE	TOTALUL ARTICOLELOR PUBLICATE ÎNTRE 1998-2016 ȘI EXTINDERE ÎN 2017
2017 (94)	Journal of Cleaner Production (340)	energy (461)	Journal (2,768) Book (594) Reference Work (76)
2016 (583)	Renewable and Sustainable Energy Reviews (249)	china (148)	
2015 (504)	Energy Policy (214)	renewable energy (143)	
2014 (371)	Technological Forecasting and Social Change (82)	environmental (141)	
2013 (326)	Biomass and Bioenergy (64)	europe (132)	
2012 (302)	Applied Energy (54)	supply chain (124)	
2011 (190)	Fuel and Energy Abstracts (51)	unite state (118)	
2010 (156)	Energy (50)	fuel (87)	
2009 (96)	International Journal of Hydrogen Energy (48)	fuel cell (77)	
2008 (98)	Energy Procedia (47)	hydrogen (75)	
2007 (79)	Renewable Energy (36)	technology (70)	
2006 (57)	Renewable Energy Focus (35)	india (69)	
2005 (62)	International Journal of Production Economics (30)	solar (69)	
2004 (40)	Energy Research & Social Science (28)	biomass (66)	
2003 (33)	Ecological Economics (27)	climate change (66)	
2002 (31)	Energy for Sustainable Development (27)	co2 emission (63)	
2001 (24)	Procedia CIRP (27)	green (62)	
2000 (21)	Land Use Policy (25)	life cycle (61)	
1999 (17)	Reference Module in Earth Systems and Environme... (25)	ghg emission (58)	
1998 (20)	Resources, Conservation and Recycling (24)	process (57)	

În mediul business, evoluția tehnologiilor de ultimă generație ale materialelor compozite cu proprietăți speciale, pentru realizarea componentelor de mare tonaj necesită căutarea cu rigurozitate a furnizorilor, care să facă față exigențelor impuse de specificațiile tehnice ale unui proiect RES. [REN21, 2016] Aplicarea diferitelor strategii de management și metode de analiză au permis un control mai bun, dar au contribuit și la extinderea spațiului colaborativ, prin furnizori, manufacturieri, șefi de depozite, centre de distribuție și clienți. Extinderea spațiului colaborativ au impulsionat verigile lanțului logistic să dezvolte relații de colaborare, pentru gestionarea fluctuațiilor produse între acestea, respectiv echilibrarea fluxului logistic al materiilor prime cu proprietăți speciale, pentru realizarea componentelor în domeniul energiei regenerabile.

Furnizorii sunt supuși la activități complexe în scopul asigurării materialelor speciale, pentru producerea componentelor RES. Ei trebuie să asigure necesarul de materii prime de calitate și trebuie să facă față unor situații decizionale dificile, pentru respectarea angajamentelor tehnice în realizarea pieselor specifice fiecărui tip de proiect RES în parte. [183]

1.2 Scopul cercetării științifice

Apariția blocajelor de colaborare produse de desincronizările fluxului logistic cu materii prime precum și utilizarea tot mai multor materii prime cu proprietăți speciale, necesare tehnologiilor de ultimă generație în domeniul RES au determinat tema actuală de cercetare.

Cercetarea are drept **scop identificarea soluțiilor viabile pentru problemele de colaborare influențate de apariția noilor tehnologii.**

Problema stringentă de actualitate în domeniul RES, dezbătută în mediile de interes implică apariția și utilizarea tot mai multor materii prime cu proprietăți speciale, necesare tehnologiilor de ultimă generație, în producerea componentelor speciale din industria eoliană. Desincronizările frecvente produse în fluxul logistic cu materii prime au generat blocaje de colaborare, care au întârziat activitățile de implementare ale proiectelor RES, în special cele în condiții meteorologice dificile.

Potrivit acestor considerente, obiectivul general al cercetării se constituie prin identificarea unor formalisme integrate într-un model cadru de colaborare, care să asigure sincronizarea fluxului logistic cu materiale speciale în condiții izolate de colaborare, pentru proiecte de tip RES.

Pentru îndeplinirea obiectivului general al acestei cercetări au fost stabilite următoarele obiective specifice:

- Identificarea conceptelor logistice, care contribuie la dezvoltarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic.
- Identificarea unui formalism inovativ de colaborare între verigile lanțului logistic prin realizarea unei analize critice asupra modelelor de colaborare reprezentative.
- Conceperea unui model cadru de colaborare, care să integreze formalisme decizionale și de dimensionare.
- Validarea modelului conceput, în proiecte de tip RES.

1.3 Structura demersului de cercetare științifică

În prezenta teză de doctorat, obiectivele specifice stabilite au condus la configurarea cercetării într-un număr de 6 capitole. Astfel, fiecare obiectiv specific a fost atins prin intermediul unui capitol dedicat, care se finalizează cu concluzii intermediare și cu contribuțiile originale ale autorului.

Structura tezei de doctorat este prezentată în continuare:

Capitolul 1 prezintă actualitatea temei tezei de doctorat, justificând scopul cercetării, respectiv obiectivele care trebuie îndeplinite pentru atingerea acestuia. Primul capitol prezintă structura tezei de doctorat, prin care se evidențiază evoluția cercetării.

Capitolul 2 evoluează în două etape. În prima etapă sunt evidențiate particularitățile managementului lanțului logistic, prin care se demonstrează importanța relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic. De asemenea, sunt reliefate aspectele conceptuale ale logisticii cooperante, prin dezvoltarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic și sunt structurate formele de colaborare între verigile lanțului logistic, indicând competențele necesare între verigile lanțului logistic. Relațiile de colaborare între verigile lanțului logistic facilitează tranzacționarea informațiilor importante de-a lungul lanțului, astfel încât să se asigure sincronizarea verigilor în gestionarea aprovizionării. O gestionare bună se

realizează, prin randamentul dat de fiecare verigă în planificarea activităților logistice. Datorită complexității relațiilor între verigile din lanțul logistic, respectiv colaborări între furnizori principali, furnizori intermediari, furnizori terți de servicii și clienți sunt necesare integrarea competențelor, pentru înțelegerea și rezolvarea situațiilor conflictuale dintre acestea. Schimbările de natură socială, economică și culturală necesită dezvoltarea și implementarea unor formalisme atât pentru gestionarea fluctuațiilor cât și pentru eliminarea aspectelor de risc, care constrâng procesul de colaborare între actorii lanțului logistic. Mai mult, cunoștințele, aptitudinile și abilitățile verigilor, încrederea, angajamentul și schimbul de informații stau la baza dezvoltării unor acorduri de colaborare. Acordurile de colaborare facilitează o cooperare de lungă durată, în care verigile partajează informații de valoare, cu scopul de a evita întreruperi în fluxurile logistice.

Etapa a doua a capitolului prezintă delimitarea cercetării. Particularitățile relaționării verigilor lanțului logistic, descrise mai sus, mai concret complexitatea tot mai mare, respectiv, nevoia de colaborare formală se regăsesc în blocajele, exprimate în cadrul proiectelor din resurse de energii regenerabile (RES), în regim izolat. Constrângerile tehnologiilor de ultimă generație, specifice proiectelor RES, sunt tot mai prezente, astfel încât verigile lanțului trebuie să găsească formalisme, prin care să dezvolte relații de colaborare pe termen lung cu furnizorii specializați.

Capitolul 3 urmărește atingerea obiectivului specific, de identificare a unui formalism inovativ de colaborare între verigile lanțului logistic, atins prin modele de colaborare reprezentative din lanțul logistic și realizarea unei analize critice asupra modelelor de colaborare identificate.

Modelele de colaborare au favorizat inițierea și dezvoltarea alianțelor strategice, pentru rezolvarea blocajelor dintre verigi în lanțul logistic, consolidând parteneriatele în lanțul de aprovizionare. Utilizarea unor modele de colaborare conferă încredere partenerilor să partajeze informații de valoare și să contribuie la schimbul de cunoștințe în spațiul colaborativ.

În cadrul tezei au fost studiate trei modele de colaborare reprezentative din lanțul logistic, respectiv: Modelul general al unei alianțe [Popa, 2009], Modelul sistemului de performanță colaborativ [Simatupang, 2004] și Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative. [Bititci și Mokadem, 2010] Modelele de colaborare identificate prezintă strategii dinamice, capabile să livreze performanță, însă în urma analizei critice realizate au fost subliniate anumite limitări, care nu oferă soluții la toate problemele de colaborare între actorii din lanțul logistic. Analiza critică asupra celor trei modele de colaborare reprezentative a generat realizarea unui cadru larg de rezolvare a limitărilor. În cadrul larg de rezolvare a limitărilor (CLRL) au fost prezentate atributele de colaborare, au fost clasificate "driverile" de cunoaștere și "driverile" de încredere. De asemenea, după identificarea limitărilor se confirmă necesitatea adoptării colaborării între verigi, prin care să se obțină un nivel ridicat de motivare și încredere în partajarea informațiilor importante.

CLRL a reprezentat o tranziție către conceperea cadrului original al formalismului de colaborare între verigile lanțului logistic, denumit Colaborare între Verigi (CV^{AHP-DBR}) prin Analytic Hierarchy Process (Procesul Ierarhiei Analitice -AHP) și Drum-Buffer-Rope (Tambur-Tampon-Funie -DBR). Formalismul de colaborare "CV^{AHP-DBR}" îmbină o metodă decizională de analiză cu o metodă de dimensionare, fiind adaptabil pentru un proiect RES, cu condiții meteorologice extreme și forme de relief dificile.

În **capitolul 4** se realizează **adaptarea concretă** a formalismului de colaborare între verigile lanțului logistic, conceput în capitolul 3, care integrează un

algoritm decizional și o filozofie de dimensionare a stocurilor în cadrul unui **proiect RES, în regim izolat**.

Prin formalismul de colaborare "CV^{AHP-DBR}" configurat au fost evaluate alternativele tehnologice ale unui proiect RES în regim izolat, în care au fost plasate stocuri de siguranță pentru două materiale speciale. Mai concret, "CV^{AHP-DBR}" acoperă două direcții esențiale în echilibrarea colaborării verigilor prin "driverul" de încredere și prin "driverul" de cunoaștere. Primul "driver" este concretizat prin Analytic Hierarchy Process (Procesul Ierarhiei Analitice -AHP), iar cel de-al doilea "driver" este conceput prin metoda Theory of Constraints (Teoria Constrângerilor-TOC) prin Drum-Buffer-Rope (Tambur-Tampon-Funie -DBR) și "Thinking Process" (Procesele de Gândire -TP). Prin metoda AHP au fost luate în calcul criteriile tehnice importante, pentru a se putea pondera cât mai bine alternativele unui domeniu tehnic de înaltă tehnologie. Prin metoda DBR s-au dimensionat stocuri de siguranță, astfel încât fluxul de aprovizionare să nu sufere întreruperi. Prin metoda TOCTP s-au identificat eficient blocajele de colaborare și s-au oferit soluții bune prin intermediul diagramelor de comunicare. În cadrul capitolului s-a adaptat modelul "CV^{AHP-DBR}", pentru un proiect RES în regim izolat, cu propunere de validare pentru finalizarea actualei teze de doctorat, urmând ca în propunerea cercetărilor viitoare să se valideze și partea modelului bazată pe filozofia TOCTP.

Capitolul 5 constă în validarea modelului „CV^{AHP-DBR}”, prin întrepătrunderea formalismului decizional cu cel de dimensionare, prin care se asigură colaborarea verigilor lanțului logistic, în cadrul unui proiect RES, în regim izolat. Capitolul prezintă un scenariu real pentru un proiect experimental, pentru asamblarea paletelor unei turbine eoliene într-o locație izolată (deal cu drum dificil de acces, satul Seușa, județul Alba-Iulia), cu condiții meteorologice dificile. Acest lucru a necesitat o acordare multidisciplinară a echipelor de specialiști, pentru proiectarea unui model structural de palete, care să corespundă cu puterea turbinei eoliene - mai mică de 1MW. Pentru proiectarea modelului structural de palete au fost identificate mai multe tehnologii de ultimă generație, respectiv materiale compozite cu proprietăți tehnice diferite.

Complexitatea implementării proiectelor în energia eoliană presupune armonizarea echipelor de cercetare, dezvoltare și implementare, cât și găsirea alianțelor de colaborare, între verigile lanțului logistic, pentru procurarea materiilor prime de calitate. În acest cadru au fost luate în considerare măsurătorile specifice ale vântului, pentru amplasarea paletelor în regiunea izolată. Ținându-se cont și de caracteristicile obținute în urma măsurătorilor, echipele de specialitate au furnizat informații despre criteriile tehnice ale materialului compozit optim din structura paletei eoliene, care să corespundă cu caracteristicile zonale. Aceste criterii au fost integrate în arborele decizional al metodei AHP. În acest context, pe direcția "driverului" de încredere, prin metoda AHP a fost identificată varianta tehnologică ideală, care să corespundă cu caracteristicile tehnice specifice proiectului RES de tip izolat. În urma formalismului decizional aplicat prin metoda AHP și obținerea variantei tehnologice compusă din două materiale speciale a fost necesar găsirea unei soluții, prin care aprovizionarea acestora să fie realizată, pentru satisfacerea tuturor comenzilor primite. Soluționarea acestui aspect a fost realizată prin metoda DBR, prin care au fost dimensionate stocuri de materiale compozite, care să asigure un flux sincronizat pentru satisfacerea clienților curenți astfel încât, să nu se producă variații ale fluxului logistic în momentul unei noi comenzi ocazionale primite.

În cadrul capitolului, a urmat validarea modelului "CV^{AHP-DBR}", pentru MCarbonParts- divizia specializată în proiectarea și execuția pieselor din materiale

compozite. Modelul "CV^{AHP-DBR}" a soluționat alegerea combinației tehnice optime de material compozit în realizarea unei piese adaptate regimului izolat și a dimensionat stocurile de siguranță pentru materiile prime folosite de MCarbonParts, asigurând un flux continuu de materiale compozite, pentru comenzile curente indiferent de variația comenzilor izolate primite.

Capitolul 6 prezintă concluziile și contribuțiile personale. Sunt, de asemenea, oferite direcții viitoare de cercetare, utilizând modelul de colaborare propus în această teză.

2. ASPECTE CONCEPTUALE ÎN MANAGEMENTUL LANȚULUI LOGISTIC

Obiectivul principal al capitolului este cel al cercetării stadiului actual în domeniul managementului lanțului logistic, asupra aspectelor conceptuale, pe baza studiului bibliografic, prin care se demonstrează, importanța relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic. Acest obiectiv este concretizat în două etape: prima etapă, reliefează aspectele conceptuale ale logisticii cooperante, prin dezvoltarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic, iar a doua etapă structurează formele de colaborare între verigile lanțului logistic și indică competențele necesare între verigile lanțului logistic.

Obiectivul secundar al capitolului este cel al delimitării cercetării, privind colaborarea între verigile lanțului logistic într-un proiect RES, de tip izolat.

2.1 Evoluția istorică a logisticii. Concepte și definiții

Avântul cercetărilor realizate la începutul secolului XX, îl promovează pe unul dintre părinții fondatori, Ludwig von Bertalanffy, care pune bazele unei științe noi numite *sistemologie*, mai exact *Teoria Sistemelor*, prin care sunt prezentate și deslășite procese, cu grade de complexitate diferite.

Această teorie prezintă un cadru larg de aplicabilitate interdisciplinar, având *sistemul* ca punct de pornire. [Mocan, 1999] Considerându-se piatra de temelie fiind tot un sistem, încă de la începutul istoriei omenirii până la construirea societății moderne, logistica a fost întrebuintată la scară largă în tranzacționarea bunurilor și serviciilor, a oferit suport logistic sistemelor de armament din timpul războaielor mondiale, urmând apoi apariția activităților logistice în practicile de afaceri din sectorul privat. Deși activitățile logistice au fost atribuite perioadelor de război, *termenul de logistică* pare să fi primit prima sa definiție oficială în 1905. [Baker, 1905] În perioada de după cel de-al doilea război mondial s-a realizat un transfer de cunoaștere dinspre specialiștii în logistica militară spre activitățile civile industriale, punând bazele logisticii industriale. Pe măsura evoluției piețelor și a sistemelor industriale, conceptul de logistică a dobândit și el modificări. [Mocuța, 2009]

Noțiunea termenului de logistică a primit numeroase definiții din partea grupurilor de specialiști în domeniu și din partea unor prestigioase instituții naționale și internaționale. Printre acestea se regăsesc definițiile date de:

- Christopher (1993), definește logistica „*procesul de gestionare într-o viziune strategică a operațiilor de achiziție, mișcare și depozitare a materialelor, semifabricatelor și produselor finite, plecând de la furnizori, traversând întreprinderea și canalele sale de distribuție, având ca obiectiv maximizarea profitului și rezolvarea promptă a comenzilor clienților*”. [Christopher, 1993]
- În Dicționarul explicativ al Limbii Române-D.E.X. [Dex, 1998], logistica este definită:

1) „*ansamblu operațiilor pentru deplasarea, organizarea, aprovizionarea, prin care se realizează funcționarea unei armate*”.

2) „ diferite metode și mijloace privind organizarea, pentru funcționarea unui serviciu sau a unei întreprinderi.”

- În cadrul Asociației Franceze pentru Logistică- A.S.L.O.G. conceptul de logistică este prezentat astfel:
Logistica se bazează pe îndeplinirea unor activități, prin care se realizează disponibilitatea unor servicii sau produse de calitate la costuri rentabile, în situațiile în care există o solicitare crescută în piață. Logistica se referă la acele tranzacții, prin care se realizează mutarea produselor în diferite locații sau depozite, respectiv gestiunea stocurilor. De asemenea, cuprinde aprovizionarea, pregătirea, aranjarea și găsirea unor rute de transport pentru livrarea produselor. [Vasiliu et al., 2008]
- Consiliul Profesiștilor în Supply Chain Management [CSCMP, 2010] definește logistica ca "parte a procesului lanțului logistic care intenționează, implementează și controlează eficient, eficace înainte și înapoi fluxul și depozitarea mărfurilor, serviciilor, precum și informații legate de punctul de origine și punctul de consum, în scopul îndeplinirii cerințelor clienților”.

Logistica ca disciplină de management s-a ramificat mai târziu în sectorul comercial. [Russell, 2007] (Fig. 2.1)

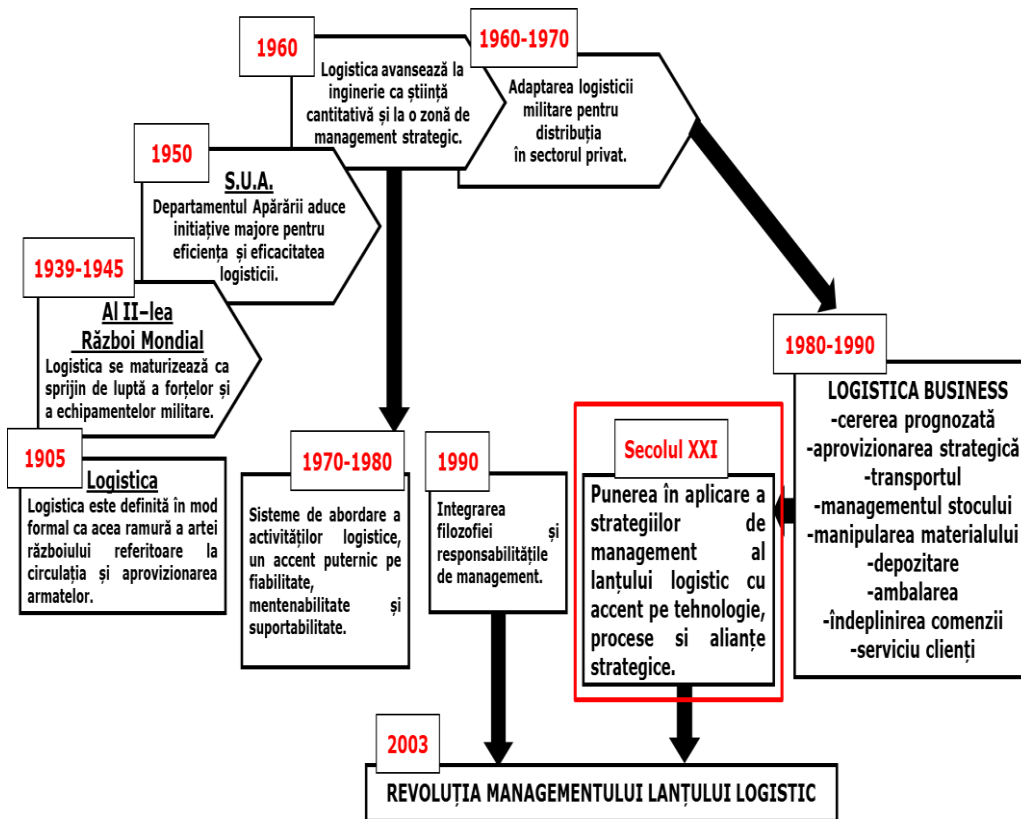


Fig. 2. 1 Evoluția logisticii ca disciplină de management [Russell, 2007]

Caracteristicile oferite de activitățile logistice în mediul de afaceri din zilele noastre prezintă multiple schimbări asupra modurilor de interacțiune între actorii lanțurilor logistice. Prin urmare, astăzi, asistăm la transformarea logisticii de la un sistem operațional, la un sistem tactic și chiar strategic. Într-o organizație, la nivel operațional un sistem logistic (reprezentat printr-o serie de informații-intrări, convertite în bunuri dorite-ieșiri) funcționează eficient și eficient atunci când informațiile primite creează acțiuni, care au ca finalitate livrarea produselor sau serviciilor către consumator la momentul și timpul potrivit, în condiții sigure. (Fig. 2.2) [Stock și Lambert, 1987]

În opinia lui Sârbu, (2014) <<un sistem logistic reprezintă un sistem organic adaptiv sub influența factorilor endogeni și exogeni, adaptându-se atât la evoluția macrosistemelor din care fac parte, cât și la cerințele generale de dinamică susținută a resurselor încorporate în lanțul logistic>>. [Sârbu, 2014]

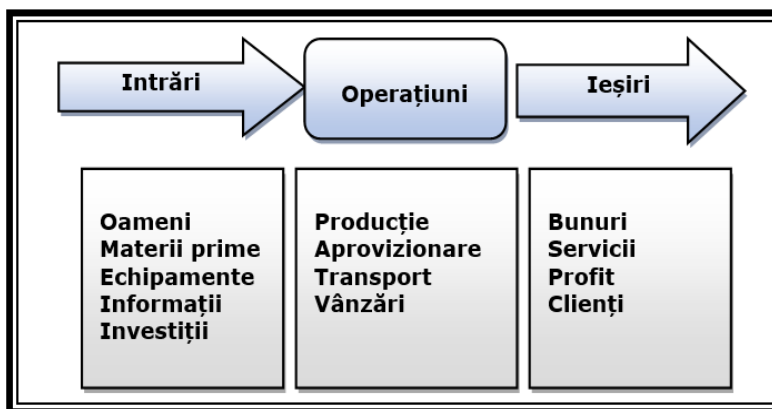


Fig. 2. 2 Reprezentarea la nivel operațional a unui sistem logistic adaptat după [Stock și Lambert, 1987]

Un sistem logistic este eficient în cazul în care sistemul utilizează resursele optim, se adaptează la cerințele clientului, astfel încât, fiecare componentă a acestuia este în armonie, în urma activării sale, pentru satisfacerea clientului. (Fig. 2.3) [Christopher, 1998]

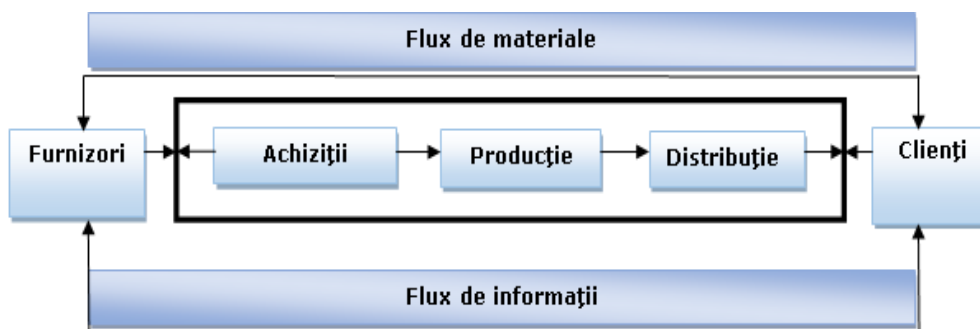


Fig. 2. 3 Sistemul logistic adaptat după [Christopher,1998]

Dacă clientul primește produsul potrivit, la locul și momentul potrivit, în condiții bune, pentru costul estimat, se transmite lanțului de comandă o reacție pozitivă sub forma unui feed-back. Aceste reacții, adunate sub forma unui cumul de informații au putut fi înregistrate cu timpul, ca tehnici de calcul avansate, realizându-se conectarea cu diferite instrumente inteligente, prin urmare s-a constatat necesitatea de a integra logistica cu aparatele inteligente. Stock și Lambert (1987) argumentează faptul că aparatele inteligente au devenit instrumente importante, care au capacitatea de a integra activități logistice prin îmbunătățirea eficienței și productivității lanțurilor logistice. [Stock și Lambert, 1987] Astfel în 1986, logistica a devenit o activitate importantă, pentru firmele de strategie [Bartels, 1976], încât practicienii acestui domeniu complex au constatat fluctuațiile pe care aceasta le înregistra atunci când interacționa cu mediul extern. [McGinnis, 1992]

De-a lungul anilor '90 noțiunea conceptului de logistică strategică a exprimat utilitatea competenței logistice și a alianțelor logistice, pentru obținerea unui avantaj competitiv. [Bălan, 2006] Logistica joacă un rol strategic, pentru organizațiile, care se străduiesc să țină pasul cu schimbările de pe piață, integrarea lanțului logistic cât și schimbările tehnologice. Astfel iau naștere sistemele complexe informatice de tipul ERP, care organizează procesele și activitățile de afaceri, punând la dispoziție informații rapide, concrete și concise. De asemenea, sistemele ERP furnizează informații complexe în timp real indiferent de fluctuațiile lanțului sau plasarea unei verigi în lanțul logistic. De-a lungul timpului, utilizarea frecventă a acestor sisteme inteligente au prezentat anumite inadvertențe între verigile lanțului logistic.

2.2 Abordarea managerială a logisticii

2.2.1 Logistica integrată

Logistica integrată se bazează pe analiza costului total asupra activităților logistice desfășurate, ținând seama de cerințele consumatorului. [Ilieș, 2006] Un sistem logistic integrat se referă la mutarea diferitelor obiecte între verigile din lanțul logistic. Verigile au obligația să determine transferul obiectelor necesare în locația indicată, respectând cantitățile cerute. Conceptul de logistică integrată a condus la dezvoltarea modelelor matematice, pentru determinarea cantităților optime de produs, ținând seama de constrângerile date de locul de producție și de centrele de stocare / distribuție. [Mocuța, 2009]

Logistica integrată are drept scop reducerea dimensiunii stocurilor, optimizarea fluxului de bunuri și servicii, reducerea proceselor ale fiecărei verigi cu rolul de a crește performanța lanțului logistic. [Burda, 2011]

2.2.2 Logistica independentă

În această perioadă se remarcă două orientări:

- *orientarea spre produs-* înaintea anilor 1950 organizațiile se orientau spre creșterea continuă a producției, principala problemă fiind puterea de cumpărare a consumatorilor pentru cât mai multe produse;
- *orientarea spre proces-* începând cu anii 1970, apare situația de saturație a pieței, când cererea ajunge să fie egalată sau chiar depășită de stocurile de

produse, supraproducția fiind o amenințare în economia oricărei organizații. [Sârbu, 2014]

2.2.3 Logistica cooperantă

Dezvoltarea logisticii cooperante începe în anii 1990, având continuitate și în zilele noastre. În cadrul acestei perioade se distinge capacitatea producției de a asigura o ofertă largă de produse, care depășește cu mult cererea. Această perioadă se remarcă prin concurența și competiția dintre producători, apar schimbări bruște în comportamentul clienților provocând fluctuații ale cererii. [Mocuța, 2009] Importanța acordată logisticii cooperante a pornit de la necesitatea construirii unor alianțe strategice între membrii lanțului logistic. Mai exact, s-a dorit o cooperare strânsă, care să asigure un schimb rapid de informații și timpi reduși de livrare între membrii lanțului logistic. În timp, activitățile logistice locale au devenit tot mai complexe, astfel încât verigile din lanț s-au extins, prin diferite alianțe strategice la nivel global.

2.3 Dezvoltarea teoretică a lanțului logistic (supply chain)

Odată cu trecerea timpului cercetările vaste asupra domeniului logisticii au avut o contribuție importantă în mediul de afaceri. Mai exact, ciclurile de viață tot mai scurte ale produselor, evoluția tehnologiilor au forțat organizațiile să reacționeze în timp real la cerințele pieței globale. [Proștean, et al., (a) 2014] În acest fel, s-a extins logistica în exteriorul organizației, făcându-și apariția termenul de lanț logistic (supply chain). Dintr-un punct de vedere practic, conceptul "supply chain" (SC) reprezintă un sistem prin intermediul căruia organizațiile industriale transmit produsele și serviciile lor către clienții finali. [Popa, 2009] Conceptul SC a apărut dintr-o serie de schimbări, inclusiv datorită creșterii costurilor de producție, scăderea resurselor de bază din producție, scurtarea ciclurilor de viață ale produsului, precum și globalizarea economiilor de piață [Beamon, 1998].

"Supply chain" fiind utilizat la scară largă în mediul academic, această cercetare adoptă definiția lanțului logistic de la Consiliul Profesioniștilor în Supply Chain Management (Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP) [CSCMP, 2010], care se bazează pe lucrările lui Mentzer și colaboratorii (2001) și este descrisă după cum urmează [Mentzer, 2001]:

"Supply chain: 1) lanțul logistic pornește de la materiile prime neprelucrate și se termină cu clientul final, folosind produsele finite, cu scopul de a lega multe companii împreună; 2) nodurile informaționale în procesul logistic se întind de la achiziționarea de materii prime până la livrarea produselor finite către utilizatorul final; 3) toți vânzătorii, furnizorii de servicii și clienții sunt conectați în lanțul logistic." (Fig. 2.4)

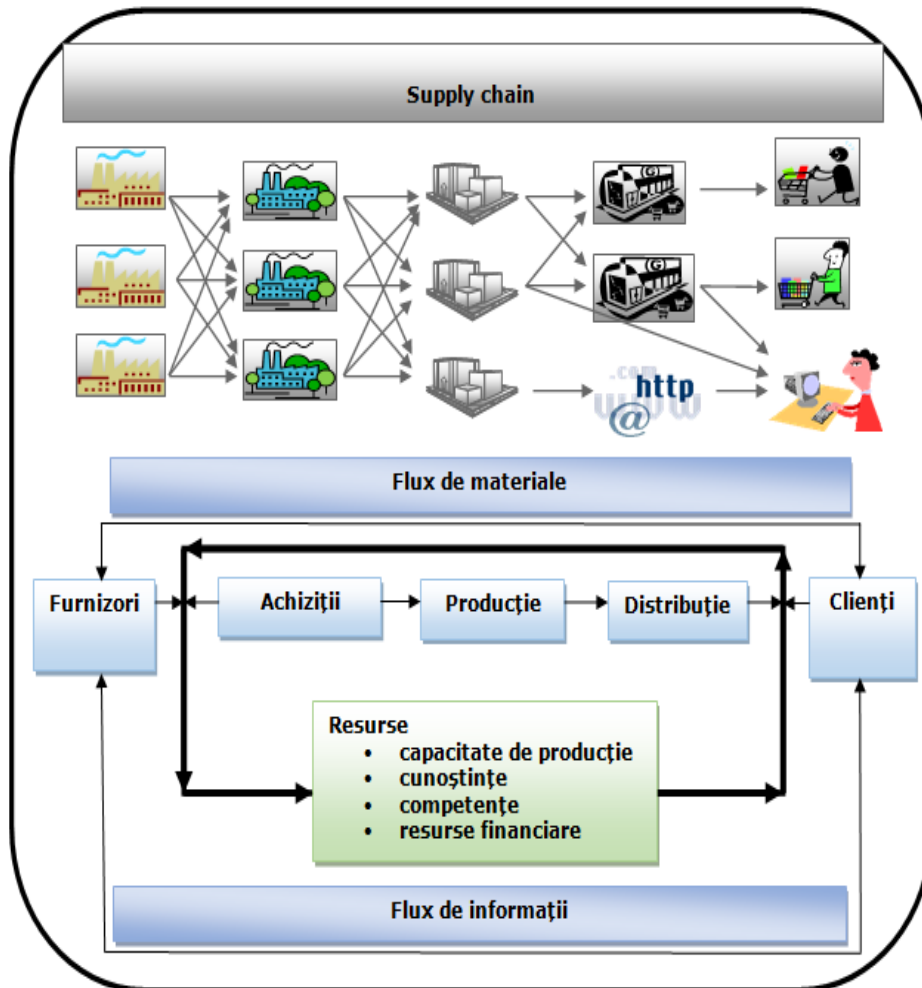


Fig. 2. 4 Reprezentarea lanțului logistic adaptat după [Mentzer, et al., 2001] [Christopher, 1998]

În urma unui amplu studiu bibliografic, în cadrul acestei cercetări sunt identificate o serie de definiții ale lanțului logistic, care au primit diferite interpretări din partea cercetătorilor de-a lungul anilor. Acestea sunt prezentate în Tabelul 2.1, după cum urmează:

Tabel 2. 1: Definiții ale lanțului logistic

Sursa	Definiții ale lanțului logistic
1. Christopher (2011)	Rețeaua de organizații conectate interdependente, care lucrează împreună, pentru controlarea, gestionarea și îmbunătățirea fluxului de materiale și informații de la furnizori la utilizatorii finali.

2. Ellram, et al., (2004)	Lanțul logistic reprezintă managementul de informații, produse, procese și resurse de la primul furnizor până la clientul final.
3. Bask și Juga (2001)	SC constă în legarea verticală a unor organizații, pornind de la materiile prime până la utilizatorul final.
4. Mabert și Venkataraman (1998)	Rețeaua de facilități și activități, care îndeplinesc funcțiile de dezvoltare a produsului, achiziționarea materialelor de la furnizori, mutarea materialelor între facilități, fabricarea de produse și distribuirea de produse finite către clienți.
5. Alber și Walker (1998)	Rețeaua globală utilizată, pentru a furniza materii prime, produse și servicii către consumatorii finali prin fluxuri de informații, distribuție fizică și bani.
6. Lee și Ng (1997), (a)	O rețea de entități, care pornește cu furnizorul furnizorului și se termină cu personalizarea clientului, producția și livrarea de bunuri și servicii.
7. Kopczak (1997)	Setul de entități, respectiv furnizori, furnizorii de servicii logistice, producători, distribuitori și reselleri, prin care sunt mutate materialele, produsele și fluxul de informații.
8. Harland (1996)	Lanțul logistic ar putea fi clasificat în patru părți: (1) se concentrează pe fluxul intern de materiale și informații specifice ale unei organizații; (2) o rețea de firme, care interacționează, pentru a oferi un produs sau serviciu unui client final; (3) lanțul logistic, care cuprinde inclusiv furnizorii furnizorului și clienții clientului; (4) rețeaua de organizații interdependente conectate, care lucrează împreună, pentru controlarea, gestionarea și îmbunătățirea fluxului de materiale și informații de la furnizori la consumatori finali.
9. Lee și Billington (1992)	Rețele de site-uri de producție și de distribuție, care achiziționează materii prime, transformându-le în produse intermediare și finite, precum și distribuirea produselor finite către clienți.
10. Towill, et al., (1992)	Un sistem ale cărui componente includ furnizorii de materiale, servicii de distribuție și clienți, toate legate între ele prin fluxul înainte de materiale și fluxul înapoi de informații.
11. Stevens (1989)	O serie de activități coordonate și conectate, care se ocupă cu planificarea, coordonarea și controlul materialelor, pieselor și produselor finite de la furnizori la clienți.

Conform definițiilor prezentate în Tabelul 2.1 lanțul logistic reprezintă un proces integrat, în care un număr diferit de entități de afaceri (furnizori, producători, distribuitori și retaileri), depun efortul de a lucra împreună, pentru dobândirea materiilor prime, transformarea materiilor prime în produse specifice și livrarea produselor către retaileri, fiind achiziționate de consumatori. În cadrul acestui proces integrat informațiile transmise de-a lungul lanțului logistic reprezintă o resursă importantă, care impulsionează organizațiile să gândească rețele complexe de aprovizionare.

De-a lungul ultimei decade practicienii acestui domeniu au manifestat un interes crescut, în utilizarea metodelor și tehnicilor, pentru prevenirea blocajelor între verigile din lanțul logistic. În acest cadru, managementul lanțului logistic

(Supply Chain Management-SCM) a apărut ca o necesitate în integrarea proceselor logistice, pentru controlarea fluctuațiilor provocate de verigile lanțului. Originea SCM pare un mister, comparativ cu logistica, care are o lungă istorie în afaceri. În literatura de specialitate, părerile sunt împărțite. A existat o încercare din partea cercetătorilor de a distinge SCM de logistică, în timp ce unii autori au susținut similitudinea celor două concepte [Ballou, 2007]. În opinia lui Cooper et al., (1997) SCM nu reprezintă doar un alt nume dat logisticii. SCM conține elemente, care nu sunt incluse în mod obișnuit într-o definiție a logisticii, cum sunt integrarea și coordonarea planificării sistemelor informatice și activitățile de control. [Cooper, et al., 1997]

Conceptul SCM a primit mai multe interpretări din partea cercetătorilor și anume: [Cooper, et al., 1997] [Mentzer, et al., 2001]

- a fost definit din punct de vedere operațional, ca fiind un flux de materiale și produse,
- a fost prezentat ca fiind o filozofie de management,
- a fost considerat un proces de management.

Simultan, ciclul continuu *practice-research-practice* asupra domeniului SCM a condus la dezvoltarea unor noi concepte și la implementarea de noi practici, care să gestioneze blocajele din lanțul logistic, prin apariția relațiilor de colaborare și formarea alianțelor strategice.

SCM (planificare, producție, distribuție de vânzări) integrează procesele logice și practicile manageriale [Lambert, et al., 1998], implică coordonarea strategică a funcțiilor de afaceri tradiționale cât și tacticile acestor funcții cu scopul de a îmbunătăți performanța unei organizații pe termen lung. (Fig. 2.5) [Mentzer, et al., 2001] În esență, managementul lanțului logistic integrează aprovizionarea și gestionarea cererii în cadrul organizației și între organizații [CSCMP, 2010].

În acest caz, definirea conceptului SCM cuprinde planificarea și gestionarea tuturor activităților implicate în aprovizionare și achiziții. De asemenea, în definirea conceptului SCM sunt incluse coordonarea și colaborarea cu verigile din lanțul logistic, respectiv furnizori principali, furnizori intermediari, furnizori terți de servicii, și clienți.

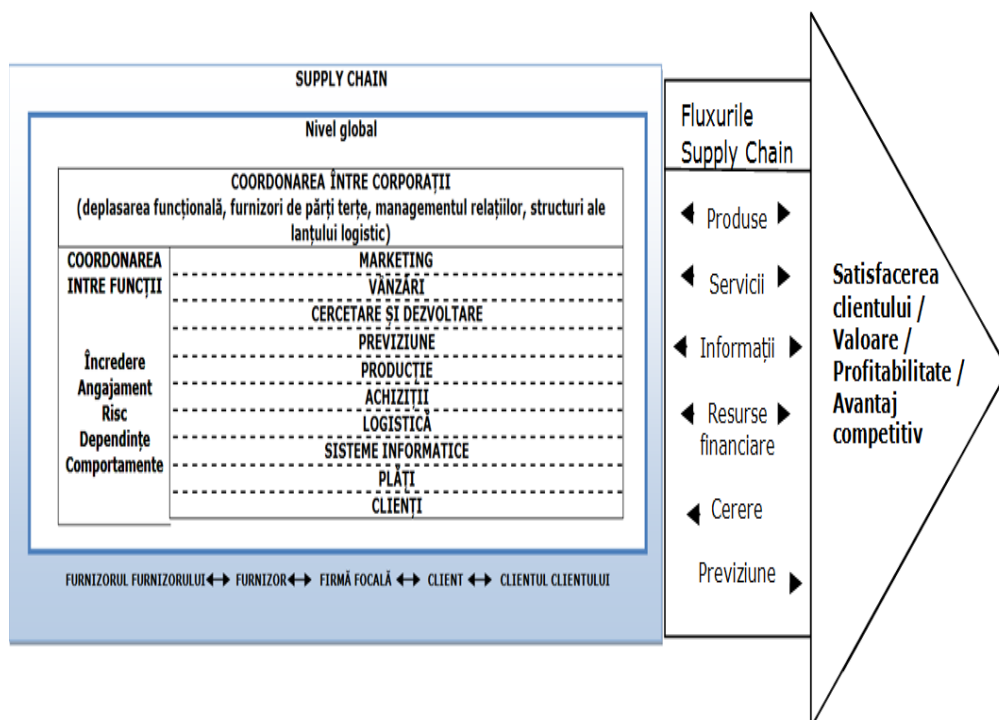


Fig. 2. 5 Managementul lanțului logistic adaptat după [Mentzer, et al., 2001]

În Tabelul 2.2 sunt prezentate o serie de definiții, care au primit diferite interpretări în mediul academic odată cu evoluția proceselor logistice și a practicilor manageriale.

Tabel 2. 2: Definiții ale managementului lanțului logistic

Sursa	Definiții ale managementului lanțului logistic
1. Christopher (2011)	Managementul relațiilor cu furnizorii și clienții, în amonte și aval, cu scopul de a oferi plus valoare clientului la un cost cât mai redus.
2. Monczka (2009)	SCM oferă orientare în lanțul logistic și implică o gestionare proactivă cu două sensuri de mișcare pentru coordonarea bunurilor, serviciilor și informațiilor.
3. Jespersen și Skjøtt-Larsen (2005)	Gestionarea relațiilor și proceselor de afaceri integrate în lanțul de aprovizionare, care produc servicii, produse și informații și adaugă valoare pentru clientul final.
4. van der Vorst și Beulens (2002)	SCM presupune planificarea integrată, coordonarea și controlul tuturor proceselor de afaceri și activități din lanțul de aprovizionare, oferind valoare superioară consumatorilor la costuri minime, prin care sunt îndeplinite și cerințele altor părți interesate.
5. Simchi-Levi, et al., (2000)	SCM implică un set de abordări, care integrează eficient furnizorii, producătorii, depozitele, și magazinele, astfel încât marfa este produsă și distribuită în cantitățile

	potrivite, la locurile potrivite, la momentul potrivit, minimizând costurile la nivel de sistem cu scopul de a satisface cerințele serviciilor.
6. Ballou, et al., (2000)	SCM implică toate activitățile legate de transmiterea fluxului de bunuri și servicii, inclusiv fluxuri de informații, pentru utilizatorii finali.
7. Lambert, et al., (1998)	SCM presupune integrarea proceselor cheie de afaceri ale utilizatorului final prin intermediul furnizorilor, care oferă produse, servicii și informații, care adaugă valoare pentru clienți și alte părți interesate.
8. Christopher (1998)	Managementul relațiilor în amonte și în aval cu furnizorii și clienții, prin care se oferă o valoare superioară clientului la costuri mai mici, privind lanțul logistic ca un întreg.
9. Van Hoek (1998)	SCM este caracterizat prin controlul rețelei și integrarea proceselor din interfețe funcționale, geografice, și organizaționale.
10. Tan, et al., (1998)	SCM cuprinde gestionarea / furnizarea materiilor prime de bază pentru produsul final (și posibilă reciclare și reutilizare). SCM se concentrează pe modul în care firmele folosesc procesele furnizorilor lor, tehnologia și capacitatea de a spori avantajul competitiv. Este o filosofie de management, care extinde activitățile tradiționale intra-organizaționale aducând partenerii comerciali împreună cu același obiectiv de optimizare și eficiență.
11. Berry, et al., (1994)	Managementul lanțului logistic are drept scop consolidarea încrederii, schimbul de informații cu privire la nevoile pieței, dezvoltarea de noi produse și reducerea bazei de furnizori la un anumit OEM (Original Equipment Manufacturer), astfel încât să elibereze resurse de management, pentru dezvoltarea relațiilor pe termen lung.
12. Londe și Masters (1994)	SCM se referă la strategia de aplicare a managementului logisticii integrate, implicând toate elementele unui lanț de aprovizionare.

2.4 Evoluția managementului lanțului logistic

Datorită caracteristicilor oferite în Tabelul 2.1 și Tabelul 2.2, s-a realizat o distincție terminologică între logistica clasică și SCM (Tabel 2.3). Prin prezentarea particularităților celor două concepte se remarcă evoluția conceptului SCM, care oferă avantaje pentru dezvoltarea relațiilor de afaceri. SCM presupune coordonarea și gestionarea activităților, în care sunt identificate aspecte cheie, pentru dezvoltarea relațiilor de colaborare în obținerea avantajului competitiv. SCM, fiind un concept modern, complexitatea proceselor logistice atrag totodată factori predictibili la risc.

Tabel 2. 3: Evoluția managementului lanțului logistic

PARTICULARITĂȚI	Logistica	Managementul lanțului logistic
Sens	Procesul de integrare, privind mișcarea mărfurilor și întreținerea bunurilor în interiorul și în afara organizației.	Coordonarea, colaborarea și gestionarea activităților lanțului de aprovizionare.
Strategia	Se realizează un plan de acțiune predeterminat.	Se realizează un plan de acțiune adaptabil.
Punct de pornire	Sunt determinate cerințele.	Se realizează modelarea proceselor de afaceri.
Obiectiv	Sunt realizate activități, pentru satisfacția clientului.	Sunt realizate activități, pentru obținerea avantajului competitiv.
Evoluție	Conceptul de logistică a fost dezvoltat mai devreme.	Managementul lanțului logistic este un concept modern.
Câte organizații sunt implicate?	Este implicată o singură organizație.	Sunt implicate mai multe organizații.
Selectarea partenerilor	Se pune accent pe competiție.	Se pune accent pe propunere și negociere.
Relații	Oferă avantaje oportuniste.	Oferă rezultate satisfăcătoare reciproce.
Durata relațiilor	Sunt realizate contacte pe termen scurt.	Sunt realizate contacte pe termen lung.
Risc	Riscurile au un grad scăzut.	Riscurile au un grad crescut.

SCM nu reprezintă doar o practică de management. În momentul actual reprezintă o revoluție majoră, care deja furnizează vizibilitate crescută, oferă reduceri de costuri, precum și noi niveluri de matrici de performanță, pentru îndeplinirea cerințelor clientului [Russell, 2007]. Avantajele oferite de SCM au contribuit la construirea unor rețele logistice complexe, prin implicarea mai multor organizații în coordonarea activităților logistice. În acest cadru, pornind de la avantajele oferite de SCM a fost înregistrată o îmbunătățire a fluctuațiilor lanțului logistic datorită activităților de colaborare între verigi.

În literatura de specialitate colaborarea verigilor în lanțul logistic este încă un subiect în plină dezbateră, a cărui practică nu este foarte bine definită, anumiți practicieni, considerând că acest concept este ambiguu și incert [Gunasekaran și Ngai, 2012]. Anumite studii realizate, pentru examinarea efectelor colaborării în lanțul de logistic au demonstrat rezultate inconsistente. [Ha, et al., 2011].

În consecință, potrivit discuțiilor prezentate se dorește ca această cercetare, prin studiul amplu teoretic să evidențieze sistematic avantajele relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic, în cadrul unui caz particular.

2.5 Aspecte conceptuale de colaborare între verigile lanțului logistic

Potrivit lui Simatupang (2004) există o nepotrivire de termeni în definirea noțiunii de *colaborare*, între mediul academic și practicienii acestui domeniu. Acest lucru este evidențiat printr-o serie de sinonime, care definesc colaborarea un parteneriat, o alianță, o cooperare, relații între întreprinderi sau întreprindere extinsă. [Simatupang, 2004] Astfel Simatupang și Sridharan (2002) definesc "*colaborarea procesul prin care două sau mai multe companii independente lucrează împreună, pentru a planifica și executa cu succes funcționarea lanțului logistic*".

În opinia lui Charvet (2008) cele mai multe definiții date conceptului de colaborare, găsite în literatura de specialitate arată o suprapunere considerabilă la nivel conceptual. Astfel colaborarea (1) are loc între societăți independente, (2) impune firmelor să lucreze împreună pe anumite activități și sarcini și (3) are rolul de a crește valoarea totală, pentru ambele părți implicate (Tabel 2.4).

Tabel 2. 4: Aspecte conceptuale de colaborare [Charvet, 2008]

Nivel conceptual	Definiții în literatura de specialitate	Sursa
Cooperare	Acțiuni similare sau complementare, coordonate pentru a obține rezultate mutuale.	Anderson și Narus (1990)
Colaborare	O relație strânsă, în care organizațiile sunt interdependente funcțional și unde există rezultate reciproc avantajoase pentru toți participanții.	Jap (2001)
	Acțiuni colective prin care se creează un avantaj competitiv prin schimbul de informații, luarea deciziilor în comun și partajarea beneficiilor.	Simatupang și Sridharan (2002)
Integrare	Integrarea externă reprezintă un vehicul, pentru comunicarea, învățarea, transferul și aplicarea cunoștințelor obținute prin acțiuni de integrare interne, pentru beneficiul comun.	Das, Narasimhan și Talluri (2006)
	Dezvoltarea activităților operaționale comune cu clienții și / sau furnizori.	Frohlich și Westbrook (2001)
Acțiuni comune	Integrarea activităților într-un mod cooperativ sau coordonat, prin relații mai strânse, în care furnizorul devine implicat în activități, care în mod tradițional sunt considerate responsabilitatea cumpărătorului.	Heide și John (1990)

Astfel, în prezenta cercetare, în continuare sunt evidențiate particularitățile diferite între conceptele de coordonare, cooperare și colaborare între verigile lanțului logistic. Prin această clasificare sunt identificate trei moduri prin care se realizează o alianță strategică. Conceptele de coordonare și cooperare fac referire la acțiunile, care trebuie să fie conectate prin elemente de legătură, în timp ce colaborarea are nevoie de un punct de plecare mai conștient. Este nevoie de o problemă complexă, care trebuie rezolvată deoarece colaborarea presupune dorința de a schimba în comun acțiunile, pentru un beneficiu realizabil.

2.5.1 Coordonarea între verigile lanțului logistic

De-a lungul lanțului logistic companiile, care funcționează în același mediu și sunt legate prin activități comune pot controla și executa planuri, pentru rezolvarea blocajelor produse în lanțul logistic. Mai exact, verigile lanțului au nevoie să își sincronizeze cursul lor de acțiuni, pentru evitarea interacțiunilor, în care pot apărea conflicte. În această situație sincronizarea acțiunilor între verigile din lanțul logistic poartă denumirea de *coordonare*. Cu alte cuvinte, coordonarea în lanțul logistic (Supply Chain Coordination) are loc între două sau mai multe entități și reprezintă un cadru strategic la problemele, care apar din dependențele inter-organizaționale ale lanțului logistic [Mentzer, 2000]. În prezent, rețelele de firme din SC sunt mai puternic legate datorită tehnologiei informației, prin care sunt implementate sisteme de informare. [Muckstadt, et al., 2001] Coordonarea se realizează prin mai multe mecanisme, cum ar fi: Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment- CPFR (Planificarea colaborativă, Previziune și Reaprovizionare) și Vendor Managed Inventories-VMI (Gestionarea stocurilor furnizorului) [Arabe, 2003].

2.5.2 Cooperarea între verigile lanțului logistic

Noile mijloace de comunicare, cât și sistemele inteligente permit o cooperare profitabilă între două entități organizaționale. În consecință, companiile își schimbă fundamental modul în care dezvoltă afaceri, dacă în trecut acțiunile întreprinse erau independente și individuale, astăzi ajung să depășească frontierele prin acțiuni colective și strategii de cooperare. Cooperarea în SC (Supply Chain Cooperation) permite o mai bună exploatare a resurselor sistemului și oferă posibilitatea de a obține un beneficiu, privind reducerea costului total sau creșterea economiilor.

Cooperarea în SC se referă la situațiile în care mai mulți participanți lucrează împreună, pentru a atinge obiectivele comune. Cooperarea a fost definită ca efortul comun spre realizarea unui obiect sau obiectiv comun [Stern, 1971]. Potrivit autorilor Stern și Reve (1980), cooperarea reprezintă o activitate în care potențialii colaboratori oferă mijloace, prin care un obiectiv divizibil sau un obiect dorit de către părți poate fi obținut și partajat.

În viziunea lui Popa (2009) tipologia cooperării este de trei feluri:

- cooperarea de adaptare*, care vizează gestiunea și schimbarea activităților;
- cooperarea funcțională*, care raționalizează gestiunea fluctuațiilor;
- cooperarea de coordonare*, care armonizează gestiunea portofoliului de activități și vizează rentabilizarea organizației.

Conceptualizarea cooperării se referă la acele firme în strânsă relație, care au acțiuni comune, pentru a realiza un set comun de obiective, care aduc beneficii reciproce. [Mentzer, 2000]

2.5.3 Colaborarea între verigile lanțului logistic

Colaborarea între verigilor lanțului logistic s-a dovedit dificilă de implementat [Sabath și Fontanella, 2002], ca urmare a unui număr de elemente necesare, care trebuie îndeplinite, cum sunt [Barratt, 2004]:

- ❖ Încrederea -definită ca fiind dorința de a te baza pe un partener.
- ❖ Reciprocitate -se reflectă prin beneficii reciproce și împărțirea riscurilor în rândul membrilor din lanțul logistic.

- ❖ Schimbul de informații - bazat pe transparența și calitatea fluxurilor de informații între cumpărători și furnizori, cu o supra-dependență de tehnologie.
- ❖ Comunicare și înțelegere - importanța comunicării, care contribuie la un schimb mai rapid de informații între parteneri.
- ❖ Deschiderea și onestitate –rezultă un nivel ridicat de încredere, respect și angajament.

În viziunea lui Popa (2009) colaborarea se compune din trei faze [Popa, 2009] (Tabel 2.5):

Tabel 2. 5: Fazele colaborării [Popa, 2009]

Faza 1	Faza 2	Faza 3
<i>Difuzarea relațiilor tranzacționale</i>	<i>Relații-parteneriate colaborative</i>	<i>Colaborarea transformățională versus alte modele de afaceri</i>
Această fază se focalizează pe obținerea eficienței costurilor, prin contracte pe termen scurt, denumite acorduri tranzacționale.	Această fază este caracterizată prin coexistența relațiilor tranzacționale și colaborative, care se focalizează pe îmbunătățirea productivității și utilizarea capacităților extinse în cunoaștere, active și resurse.	Aceste relații colaborative transformăționale se bazează pe experiența și modele de afaceri consacrate de relațiile strategice cu furnizorii și clienții.

Colaborarea în lanțul logistic (Supply Chain Collaboration) aduce un avantaj competitiv, prin reducerea costurilor și îmbunătățirea nivelului de servicii. Fawcett, et al., (2012) definesc colaborarea între verigile lanțului o capacitate vital dinamică, capabilă să livreze performanță diferențială. Colaborarea se axează pe relația dintre toții membrii lanțului logistic, necesită disponibilitatea de informații integrate și un nivel ridicat de motivație și încredere. [Renko, 2011] [Kaveh și Samani, 2009].

Colaborarea se realizează atunci când două sau mai multe organizații, care au același domeniu de activitate sunt concurente sau cooperează, pentru a face schimb de resurse sau informații esențiale. [Lambert, et al., 1996] Norrman și Jansson (2004) consideră colaborarea o resursă activă, care folosită în mod colectiv oferă un avantaj competitiv, pentru gestionarea resurselor, satisfacția clienților sau în timp minimizarea situațiilor de risc. [Norrman și Jansson, 2004]. Procesul de colaborare trebuie să stabilească o conexiune puternică între parteneri, prin schimbul de informații, resurse și alocarea rolurilor specifice, pentru gestionarea riscurilor comune [Giannakis și Louis, 2011]. Relațiile de colaborare trebuie să se dezvolte pe termen lung, prin loialitate și angajament [Briscoe, et al., 2001].

Astfel colaborarea între verigile lanțului logistic este definită, ca fiind cooperarea de lungă durată, caracterizată prin încredere, în care verigile din lanțul logistic împart informații de valoare, cu scopul de a evita întreruperi în fluxurile logistice.

2.6 Definirea și tipurile colaborării între verigile lanțului logistic

De la începutul anilor 1990 s-a produs o creștere a interesului specialiștilor, pentru înțelegerea managementului lanțului logistic și aplicarea diferitelor metodologiilor, pentru integrarea partenerilor comerciali. În opinia lui Anthony (2000) o colaborare între verigile lanțului logistic are loc atunci când *"două sau mai multe societăți au responsabilitatea de a împărtăși o planificare comună" prin „măsurarea performanței și execuția informațiilor"*. Bowersox, et al., (2000) sugerează că esența colaborării constă în *"împărtășirea informațiilor, dezvoltarea în comun a planurilor strategice, și sincronizarea operațiunilor"*. Într-un studiu realizat de Mentzer, et al., (2001) participanții au descris colaborarea ca fiind activitatea de a lucra împreună, pentru partajarea pe termen lung a unei relații cu un angajament puternic din partea ambilor parteneri. Un parteneriat este o relație de afaceri adaptată, bazată pe încredere reciprocă, sinceritate, riscuri și recompense comune [Cao și Qingyu, 2013].

Majoritatea cercetărilor realizate în domeniul managementului lanțului logistic s-au concentrat pe colaborarea verticală, respectiv gestionarea înainte și înapoi a fluxurilor de mărfuri și informații de la furnizorii principali la clienții finali. Soosay, et al., (2006) prevede a treia formă de colaborare și anume colaborarea laterală, în cazul în care se combină beneficiile și capacitățile de partajare atât pentru integrarea pe verticală cât și pentru cea pe orizontală. Charvet (2008) a identificat în literatura de specialitate o serie de provocări și obstacole referitoare la colaborare. Printre acestea sunt enumerate câteva dintre ele:

- diferite terminologii folosite cu referire la concepte similare (de ex cooperare, colaborare, integrare, acțiuni comune).
- nu exista consistență în definirea și conceptualizarea termenilor; în multe cazuri, sunt folosiți alternativ sau sunt folosiți ambiguu.
- studiile empirice au operaționalizat colaborare în mai multe forme diferite.

Diferite forme de colaborare se pot distinge, în funcție de părțile implicate.

Barrat (2004) face distincția între colaborarea internă, externă, verticală, și orizontală. Colaborare internă are loc între departamentele sau funcțiile unei singure firme, în timp ce colaborarea externă are loc în afara granițelor firmei, pe firme independente. Colaborare verticală se referă la colaborarea externă cu clienții sau furnizorii, în timp ce colaborarea orizontală are loc cu alte companii, cum sunt partenerii de cercetare și dezvoltare, concurenții sau organizații non-profit (Fig. 2.6). Colaborarea în lanțul logistic poate lua mai multe forme în diverse situații, de exemplu, un contact mai bun în rezolvarea disputelor contractuale, schimb amplu de informații, flexibilitate și adaptare la proceduri specifice de operare.

Ca urmare a discuțiilor prezentate mai sus, colaborarea între verigile lanțului logistic țintește un obiectiv comun, acela fiind identificarea unui formalism de colaborare, prin care să se garanteze o planificare colaborativă pentru îmbunătățirea serviciilor între verigile lanțului logistic.

Acest obiectiv trebuie îndeplinit pe termen lung, în armonie și încredere, pentru a crea o valoare mai mare în lanțul de aprovizionare.

Colaborarea între verigile lanțului logistic permite o sincronizare mai bună între activitățile de aprovizionare, față de activitățile logistice realizate în mod individual.

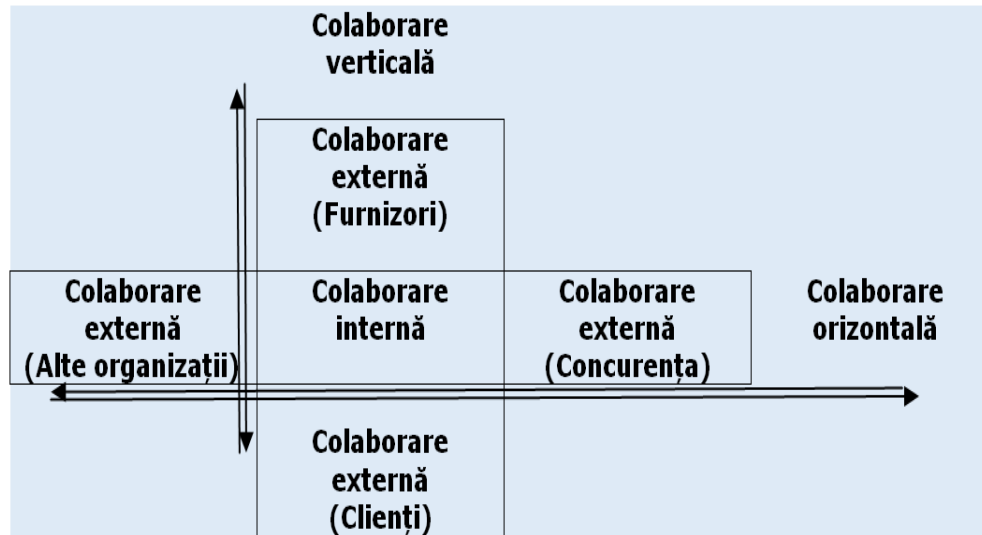


Fig. 2. 6 Tipuri de colaborare adaptate după [Barratt, 2004]

2.6.1 Colaborarea verticală

Colaborarea pe verticală este descrisă ca fiind relația dintre cumpărător și furnizor. Acest lucru se întâmplă atunci când două sau mai multe entități organizaționale formate din producătorul, distribuitorul, transportatorul și retailerul împărtășesc responsabilitățile, resursele și informațiile de performanță, pentru satisfacerea clienților finali similari. [Renko, 2011] Acest concept este utilizat pentru dezvoltarea relațiilor pe termen lung, prin loialitate și angajament. Fluxul de informații și tehnologia aplicată în cazul relațiilor verticale reprezintă factori esențiali, pentru eficiența lanțului logistic în ansamblu.

Premisele, pentru o colaborare de succes pe verticală are în vedere următoarele aspecte:

- **Condițiile financiare** - termeni comerciali referitori la reducerea costurilor și a rentabilității în comun,
- **Caracteristicile relației dintre verigi** - relațiile personale, încredere reciprocă, interdependență și angajament,
- **Compatibilitatea unor strategii de dezvoltare în comun** - obiective și strategii,
- **Negocieri eficiente** - timpul de negociere și participarea activă în timpul negocierilor,
- **Calitatea managementului** - managerii trebuie să aibă faptele și cifrele relevante actualizate și să fie conștienți de modul în care evoluează compania lor.

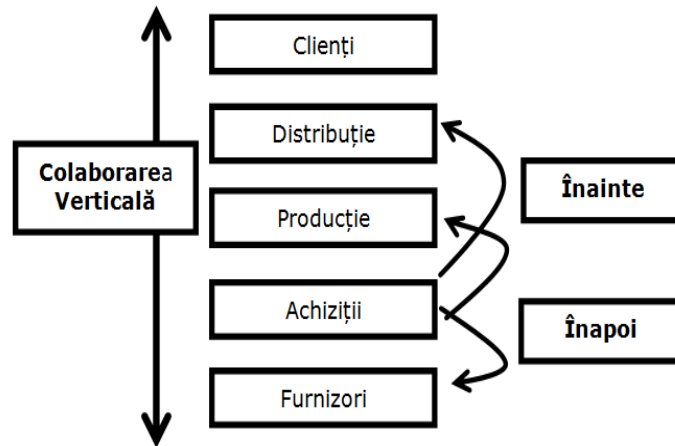


Fig. 2. 7 Colaborarea verticală [Renko, 2011]

2.6.2 Colaborarea orizontală

Integrarea pe orizontală reprezintă una dintre strategiile de colaborare ale lanțului logistic, care se aplică atunci când două sau mai multe organizații, care nu împărtășesc același domeniu de activitate sau sunt concurente cooperează, pentru a partaja informații sau resurse [Deshumkh, 2010]. (Fig. 2.8)

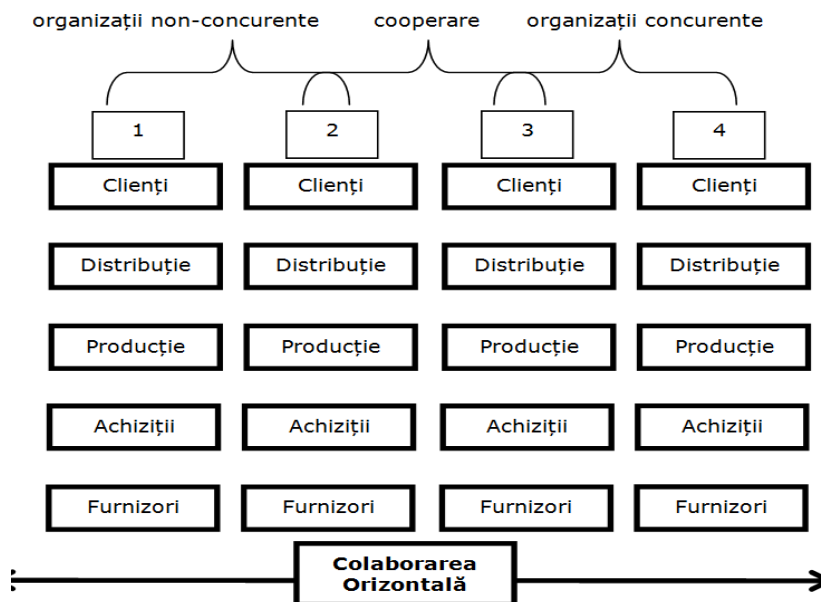


Fig. 2. 8 Colaborarea orizontală [Deshumkh, 2010]

Colaborarea orizontală reprezintă relația dintre concurenți și alți actori ai lanțului logistic. Colaborarea orizontală necesită o cooperare între organizații non-concurente (sau chiar concurente), companii care nu s-ar angaja altfel în afaceri, de exemplu, doi producători împărtășesc un spațiu de depozitare, care să le permită livrări comune, pentru comercianții cu amănuntul.

În esență, indiferent de modul în care studiem colaborarea între verigile lanțului logistic, pe axa verticală sau orizontală, nu este niciodată ușor de prezis evoluția sa, nici contextul în care acest domeniu se schimbă și se dezvoltă.

Schimbările tehnologice și economice, care afectează relațiile de colaborare între verigi impun dezvoltarea și implementarea unor formalisme de colaborare atât pentru gestionarea fluctuațiilor între verigi în procurarea unor materii prime speciale cât și pentru eliminarea constrângerilor de colaborare în alegerea deciziilor ideale, care să ofere o performanță optimă între verigi pe o perioadă lungă de timp.

2.7 Colaborarea - competență necesară între verigile lanțului logistic

Cerințele actuale ale mediului tehnologic și economic impun o schimbare în practica de afaceri între partenerii comerciali. Mai mult, schimbările organizaționale, expunerea slăbiciunilor verigilor lanțului logistic, cât și introducerea alianțelor strategice în rețeaua logistică sunt doar câteva aspecte, care au condus la apariția unor modele de colaborare reciproc-avantajoase. [Badea, et al., (b), 2014]

Într-un cadru organizațional dinamic, menținerea și extinderea relațiilor de colaborare între verigile lanțului necesită folosirea unor modele de colaborare de succes, pentru a impulsiona verigile să dezvolte relații de lungă durată, bazate pe încredere și schimb de cunoștințe.

Menținerea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic se poate realiza prin metode decizionale și forme de gestiune diferite în cadrul unui lanț logistic. Extinderea acestor relații de colaborare depind în mare parte de politicile de management specifice companiei, abilitățile de negociere și de cultura corporatistă. [Anderson, et.al., 2000] [Krathwohl, et al., 1973].

Integrarea modelelor de colaborare în politicile de management oferă vizibilitate în partajarea informațiilor, sincronizarea factorilor de decizie, schimbul de resurse și aptitudini și gestionarea cunoștințelor între verigile lanțului logistic. Forța motrice din spatele unei bune colaborări se reflectă prin capacitatea verigilor de a gestiona în mod eficient cunoștințele. Noile metode de colaborare se axează pe tehnici și metode divergente de gândire prin care cunoștințele și competențele se dobândesc, precum și modul în care se dezvoltă resursele de învățare între verigile lanțului logistic [Sirkema, 2001] [Huțanu, et al., 2013]

Noțiunea de *competență* ca și concept s-a extins în diverse domenii de activitate, care țin de latura resurselor umane. Competențele nu sunt doar determinate de caracteristicile individuale ci sunt caracterizate de cererile locului de muncă și de mediul organizațional. [Bloom, 1956] [Gotsch, et al., 2012]. În plus, o competență poate fi verificată în mod constant de indicatori indirecti, cum sunt comportamentele unui individ, precum și prin performanțele individului cu privire la sarcinile, care fac obiectul evaluării. [Teece, et al., 1997] [Krishnapriya și Rupashree, 2014] Deși, competențele au fost studiate la nivel individual, de echipă

și nivel organizațional, există o lipsă de studii empirice în domeniul managementului lanțului logistic. Teece, Pisano și Shuen (1997) descriu competențele ca fiind bunuri intangibile, care nu pot fi achiziționate de pe piață, astfel încât acestea trebuie să fie dezvoltate în interiorul organizației. De exemplu, competențe, precum consolidarea încrederii, crearea interdependențelor și echilibrarea puterii adesea facilitează integrarea și cooperarea verigilor în cadrul lanțului logistic.

2.7.1 Competențe Individuale

Multidisciplinaritatea managementului lanțului logistic forțează managerii nu numai să dețină doar abilități și cunoștințe, pentru gestionarea serviciilor logistice. De asemenea, ei au rolul să dezvolte relații profitabile, pe termen lung, care să corespundă cu obiectivul organizațional.

Rahman și Yang (2009) au realizat un studiu prin care au identificat aptitudinile în rândul profesioniștilor în SC din China. Analiza a arătat că gestionarea stocurilor, conștientizarea lanțului logistic, costul lanțului logistic, relațiile cu clienții, activitățile multidisciplinare sunt considerate primele cinci competențe, pentru o funcționarea eficace și eficientă în lanțul logistic.

Gammelgaard și Larson (2001) au postulat un model din trei factori, privind domeniile de calificare în SCM la nivel executiv, care vizează managerii de logistică: competențe de bază interpersonale / manageriale, abilități cantitative / tehnologice, și abilități de bază în SCM. Concluzia a fost că managerii din SC trebuie să aibe abilități orientate spre client și să gândească noi perspective, pentru dezvoltarea afacerii la nivel global.

Thai, Cahoon și Tran (2011) au studiat abilitățile și cunoștințele profesioniștilor în SC din Australia. Studiul a raportat cinci abilități importante percepute de către respondenți acestea fiind integritatea personală, gestionarea relațiilor cu clienții, capacitatea de rezolvare a problemelor, controlul costurilor și capacitatea de a planifica acțiuni. Aptitudini, precum cunoștințele de specialitate software, management strategic, managementul riscului, schimbările climatice și durabilitatea ecologică a sistemelor logistice sunt încă în plină dezvoltare.

Pe baza studiilor comparative similare, Heyns și Luke (2012) au analizat o listă de 38 de abilități importante cerute în logistică și de managerii SC. În studiul lor au grupat în continuare aceste 38 abilități în 6 categorii diferite, și anume: 1) management general, 2) competențe comportamentale / interpersonale, 3) conștientizarea logistică, 4) logistică analitică, 5) tehnologia informației logistice și 6) conștientizarea problemelor de mediu.

2.7.2 Competențe Organizaționale

Competențele la nivel organizațional intensifică avantajul competitiv și contribuie substanțial la adăugarea de plus-valoare clientului, implicit și a produsului finit. Competențele la acest nivel sunt colectarea de cunoștințe, aptitudini, abilități care, de fapt, simbolizează punctele forte ale organizației. [Badea, et al., (c) 2014]

Învățarea colectivă se regăsește în competențele de bază într-o organizație și presupune coordonarea diverselor abilități de producție și integrarea mai multor fluxuri de tehnologii. Competențele de bază reprezintă, de asemenea, normele organizațiilor, care leagă indivizii în colective. Competențele organizaționale sunt definite ca un amalgam de abilități, informații, măsuri de performanță

corespunzătoare și cultura corporatistă, necesare companiei pentru realizarea misiunii sale.

2.7.3 Competențe Interorganizaționale

În opinia lui Sanséau (2012) competențele interorganizaționale se referă la capacitatea organizației de a identifica, de a capta, de a utiliza și de a optimiza resursele în mediul său, care să sprijine relațiile cu alți parteneri, valorificând simultan resursele și procesele.

Barnes și Liao (2012) enumeră șase constructe, care stau la baza competențelor interorganizaționale, anume : 1) orientarea relației pe termen lung, 2) schimbul de informații, 3) conștientizarea colaborării, 4) congruența obiectivelor, 5) alinierea stimulentei și 6) sincronizarea deciziilor.

În cadrul unui lanț logistic complex fiecare verigă cultivă norme relaționale, care promovează colaborarea, pentru câștiguri reciproce. În multe relații de colaborare interorganizaționale între verigile lanțului logistic, există o balanță sensibilă între concurență și colaborare, oportunitate și încredere.

Colaborarea între verigile lanțului logistic trebuie să împuternicească managerii SC să dețină competențe, mai exact să partajeze informații, să dezvolte relații de lungă durată, să coopereze și să-și folosească abilitățile de comunicare cu furnizorii și clienții interni / externi. Pe plan intern, ei trebuie să înțeleagă, să colaboreze și să rezolve diferențele de afaceri în propria lor organizație [McCarter și Northcraft, 2007; Chonticha, 2011]. O colaborare între parteneri este folosită pentru partajarea obiectivelor comune și oferirea informațiilor precise, care să rezolve întreruperile în fluxul logistic. În acest caz, relațiile de colaborare trebuie să se bazeze pe încredere, angajament și orizonturi de timp pe termen lung. [Ntayi și Eyaa, 2010]. Aspectele relaționale, precum alinierea obiectivelor, încredere reciprocă și dorința de a împărtăși recompense sunt doar unele dintre seturile de factori critici, care guvernează relațiile dintre parteneri. [Cao, et al., 2010; Derrouiche, et al., 2008]

Complexitatea activităților de colaborare între verigile lanțului logistic implică o analiză asupra modului în care sunt abordate diferite probleme, cum sunt comunicate și gestionate informațiile, cum se administrează planul managerial, cum este îmbunătățită practica pentru activitățile viitoare, modul în care sunt coordonate sarcini și se mențin relații bune.

Alinierea competențelor verigilor lanțului logistic în relațiile de colaborare interne și externe dezvoltă o resursă strategică valoroasă într-un cadru organizațional complex.

În consecință, colaborarea între verigile lanțului logistic reprezintă una dintre soluțiile cheie, care permit companiilor să aibă o reacție mai bună la valoarea de inovare, să se implice în mod activ în inițiative de integrare și menținere a fluxului optim de bunuri și servicii de la furnizor la client.

Mai mult, cunoștințele, aptitudinile și abilitățile verigilor, încrederea, angajamentul și schimbul de informații între verigile din lanțul logistic stau la baza dezvoltării unor acorduri de colaborare, bazate pe reguli decizionale și algoritmi de dimensionare.

2.8 Aspecte de risc, care constrâng procesul de colaborare între verigile lanțului logistic

Interconectivitatea dintre tehnologia informației, procesele logistice și alianțele de colaborare între verigile lanțului logistic au favorizat apariția managementului riscului în lanțul logistic (Supply Chain Risk Management-SCRM). [Simatupang și Sridharan, 2002]

Pe larg literatura de specialitate definește managementul riscului în lanțul logistic ca *un proces structurat și sinergetic, care caută să optimizeze totalitatea strategiilor, proceselor, resurselor umane și tehnologiilor* [Rajabinasr, et al., 2013].

Creșterea interesului pentru adoptarea managementul riscului în lanțul logistic s-a datorat factorilor care au condus la destabilizarea lanțului logistic, respectiv: (Tabel 2.6) [Chopra și Sodhi, 2004]

- (1) dezastre naturale, terorism, război,
- (2) întârzieri și inflexibilitatea sursei de aprovizionare,
- (3) cedarea infrastructurii sistemelor de informații,
- (4) previziuni incorecte și efectul de bici,
- (5) proprietate intelectuală,
- (6) achiziții publice și riscul cursului valutar,
- (7) creanțe și numărul de clienți,
- (8) costurilor de inventar, cererea și incertitudinea aprovizionării
- (9) costul de capacitate.

Tabel 2. 6: Categoriile de risc [Chopra și Sodhi, 2004]

Categoriile de risc	Driveri de risc
❖ Perturbări	Dezastre naturale Conflicte în muncă Falimentul furnizorului Război Atacuri teroriste Dependența față de un singur furnizor
❖ Întârzieri	Inflexibilitatea sursei de aprovizionare Calitatea proastă sau randamentul slab al sursei de aprovizionare Manipularea excesivă datorată trecerii frontierei sau schimbări în modurile de transport
❖ Sisteme	Cedarea infrastructurii sistemelor de informații Integrarea sistemelor Sisteme extinse de rețele Comerțul electronic
❖ Previziuni	Previziuni incorecte datorate termenelor lungi de livrare, produse sezoniere, varietatea produsului, ciclul de viață scurt al produsului Efectul de bici Distorsiunea informațiilor ca urmare a stimulentele de promovare a vânzărilor Lipsa de vizibilitate a lanțului de aprovizionare Exagerarea cererii atunci când există deficit de

	produse
❖ Capital intelectual	Integrarea verticală a lanțului logistic Externalizarea serviciilor la nivel global
❖ Achiziții publice	Cursul valutar Materii prime procurate de la o singură sursă Utilizarea capacității la nivel sectorial Contracte pe termen lung versus contracte pe termen scurt
❖ Creanțe	Numărul clienților Puterea de cumpărare a clienților
❖ Bunuri în stoc	Rata deprecierii produsului Costul de inventariere Valoarea produsului Incertitudinea în cerere și ofertă
❖ Capacitatea de stocare	Costul de capacitate Flexibilitatea

Astfel, factorii de risc între verigile lanțului logistic sunt inerenti și se referă atât la provocările privind calitatea și siguranța serviciilor cât și la golurile de aprovizionare, probleme juridice, dezastre naturale sau terorism.

Având o arie largă de acoperire, riscurile care îngreunează colaborarea între verigile lanțului logistic sunt exemplificate în următoarele acțiuni:

- ❖ Întârzieri de tranzit neașteptate.
- ❖ Amenzi și expedieri excesive întârziate.
- ❖ Schimbări în comenzile clienților .
- ❖ Probleme cu furnizorii.
- ❖ Furtul din depozite.
- ❖ Defecțiunile producției.
- ❖ Imprevizibilitatea dezastrelor naturale.
- ❖ Riscuri identificate în calitatea produselor.
- ❖ Aplicarea regulilor, legilor și reglementărilor dintr-o anumită țară.
- ❖ Modificări în economie, salarii, prețuri și fluctuațiile cursului valutar.
- ❖ Pierderea de proprietate intelectuală a firmelor.

Aspectele de risc, care constrâng procesul de colaborare între verigile lanțului logistic trebuie plasate, în perspectivă, în scenarii complexe, în care să se analizeze efectele negative provocate. [Dittmann, 2014] [Sutton, et al., 2008] Utilizarea metodelor și tehnicilor în gestionarea riscului au demonstrat că factorii de risc consolidează relațiile de colaborare între verigile lanțului logistic. [Tang, 2006] Mai exact, la nivel organizațional, inițiativa managerilor pentru gestionarea situațiilor de risc oferă posibilitatea verigilor să colaboreze, pentru a reacționa rapid la schimbările bruște produse de-a lungul lanțului logistic.

Într-o rețea complexă de aprovizionare gestionarea riscurilor între verigile lanțului logistic prin metode de analiză decizionale și programe de management declanșează soluții viabile în procurarea materiilor prime de calitate cât și gestionarea stocurilor de aprovizionare.

2.9 Delimitarea cercetării

Particularitățile multidisciplinare ale managementului lanțului logistic oferă avantaje multiple, pentru realizarea unui studiu complex, însă prezenta teză de doctorat vizează doar *colaborarea între verigile lanțului logistic în cadrul unui proiect din resurse de energii regenerabile, în regim izolat.*

Problema stringentă de actualitate în domeniul RES, dezbătută în mediile de interes implică apariția și utilizarea tot mai multor materii prime cu proprietăți speciale, necesare tehnologiilor de ultimă generație, în producerea componentelor speciale din industria eoliană. Dimensiunile paletelor de vânt sunt tot mai mari și au specificații tehnice precise, adaptate fiecărei regiuni în parte. Furnizorii trebuie să conștientizeze implicațiile unui proiect RES, în care standardele de calitate sunt riguroase și procesul de re tehnologizare pentru fiecare paletă este costisitor.

Procesul de manufacturare a paletelor de vânt variază de la un proiect RES, la altul iar acest lucru implică un flux continuu de materiale speciale. În unele cazuri sunt prezente anumite desincronizări între faza de aprovizionare și faza de producție. Acest lucru se datorează numărului limitat al furnizorilor de materiale speciale, care provoacă diferite blocaje de colaborare cu industria producătoare de palete de vânt. Aceste blocaje de colaborare sunt influențate și de:

- fluctuația prețurilor materialelor speciale,
- limitarea furnizorilor în accesarea noilor tehnologii,
- furnizorii nu dețin stoc suficient pentru satisfacerea comenzilor,
- furnizorii nu oferă certificate de calitate,
- lipsa competențelor în gestionarea situațiilor de blocaj,
- nu sunt respectate termenele de livrare între cele două părți.

Astfel de probleme de colaborare între verigile lanțului logistic sunt exprimate în mod acut în proiecte de tip RES, în regim izolat.

Cererea proiectelor RES, este tot mai mare, încât verigile lanțului trebuie să găsească formalisme, prin care să dezvolte relații de colaborare pe termen lung cu furnizorii specializați. Acest lucru se explică prin faptul că fiecare proiect RES rezultă a avea o **soluție tehnică unică**, ceea ce implică comenzi izolate și în mod continuu diversificate din punct de vedere tehnic.

În această situație, această cercetare se delimitează, prin conceperea unui formalism de colaborare între verigi, pentru deplasarea materiilor prime de calitate și alegerea variantelor tehnologice adaptabile, într-un caz particular de implementare a unui proiect RES, în regim izolat.

2.10 Concluzii

În cadrul acestui capitol sunt ilustrate atât definițiile reprezentative ale conceptelor logistice prezentate cât și beneficiile oferite de evoluția conceptelor logistice, prin integrarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic.

Formele și tipurile de colaborare între verigile lanțului logistic, identificate prin studiul bibliografic amănunțit, contribuie la dezvoltarea unor parteneriate profitabile, dar acestea necesită o analiză mult mai profundă în identificarea unui formalism de colaborare, care să rezolve desincronizările între verigile lanțului logistic. Aceste desincronizări de-a lungul lanțului logistic se referă la schimbările

bruște în comenzile clienților, care provoacă dimensiuni mai mari sau mai mici asupra stocurilor de materii prime, măbind la un moment dat costurile de inventar. Într-o rețea complexă de aprovizionare sunt necesare găsirea unor soluții decizionale viabile în gestionarea stocurilor de aprovizionare, astfel încât să se creeze un flux continuu de materii prime pentru onorarea comenzilor clienților.

În acest sens, prin metode și tehnici diferite, verigile lanțului logistic sunt impulsionate să caute conexiuni logistice similare, pentru dezvoltarea afacerii și obținerea de profit. Conexiunile logistice între verigile lanțului logistic la un moment dat prezintă anumite divergențe și nepotriviri. Amplificarea inadvertențelor în lanțul logistic atrag atenția managerilor să dezvolte relații de colaborare între verigile lanțului logistic, prin care să controleze blocajele produse între acestea.

Ca urmare a acestei concluzii s-a configurat obiectivul principal al cercetării, prin care se poate realiza colaborarea între verigile lanțului logistic, respectiv *identificarea unui formalism de colaborare, prin care să se garanteze o planificarea colaborativă între verigile lanțului logistic.*

Un formalism de colaborare între verigile lanțului logistic poate oferi multiple avantaje, acestea fiind transferate la fiecare nivel organizațional, indiferent de tipurile de colaborare efectuate în rețeaua logistică. Însă, abordarea oricărui tip de colaborare necesită deținerea unor competențe, pentru înțelegerea tuturor responsabilităților, atribuite fiecărei verigi în parte și în special în urma unui formalismului de colaborare adoptat. Identificarea competențelor între verigile din lanțul logistic permit companiilor să aibă o reacție mai bună la valoarea de inovare, să se implice în mod activ în inițiative de integrare și de îmbunătățire a relațiilor de colaborare, pentru performanța lanțului logistic. Crearea unui spațiu colaborativ între verigile lanțului logistic, prin acorduri de colaborare oferă o sincronizare mai bună între verigile lanțului, pentru asigurarea materiilor prime în fabricarea unor componente speciale în industria eoliană.

Concluziile enunțate mai sus coroborate cu delimitarea cercetării semnaleză necesitatea identificării unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic, ca fiind imperios necesar, pentru dezvoltarea relațiilor de colaborare pe termen lung cu furnizorii specializați în deplasarea materiilor prime speciale, pentru cazurile particulare de implementare a proiectelor RES, în regim izolat.

Contribuțiile personale ale autorului sunt:

- Realizarea studiului bibilografic și selectarea celor mai reprezentative enunțuri și definiții, pentru conceptul de logistică, lanț logistic și managementul lanțului logistic.
- Selectarea și evidențierea conceptelor de coordonare, cooperare și colaborare între verigilor lanțului logistic.
- Realizarea studiului bibilografic reprezentativ pentru conceptele de colaborare pe verticală și orizontală în lanțul logistic.
- Selectarea sintezelor studiilor de caz reprezentative în care sunt analizate competențele individuale, organizaționale și interorganizaționale necesare verigilor lanțului logistic.
- Argumentarea nevoii identificării unui formalism de colaborare, prin care să se garanteze o planificarea colaborativă între verigile lanțului logistic.

3. MODELE DE COLABORARE ÎNTRE VERIGILE LANȚULUI LOGISTIC

Obiectivul general al capitolului constă în identificarea unui formalism inovativ de colaborare între verigile lanțului logistic, atins prin parcurgerea a trei etape intermediare.

Prima etapă identifică modele reprezentative de parteneriate între verigile lanțului logistic, care acoperă o paletă largă a abordărilor de colaborare.

A doua etapă realizează analiza critică asupra modelelor de colaborare identificate.

Cea de-a treia etapă configurează un cadru formal de depășire a limitărilor identificate, în urma analizei critice realizate.

3.1 Considerații generale asupra alternativelor de colaborare între verigile lanțului logistic

Apariția și integrarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic au o istorie recentă, însă elementele, care au condus la realizarea acestora au la bază termeni precum: [Ogrinja, 2013]

- ❖ LEAN (o abordare, care susține conceptul de îmbunătățire continuă și caută în mod sistematic schimbări mici în procese, cu scopul de a îmbunătăți eficiența și calitatea serviciilor verigilor lanțului logistic) [185]
- ❖ AGILE (reprezintă un grup de metode, care dezvoltă programe de software în care cerințele și soluțiile se realizează prin colaborarea între echipe) [186]
- ❖ Collaborative relationship (acorduri și acțiuni realizate cu consimțământul organizațiilor, care pot partaja resurse, pentru un obiectiv comun) [187]
- ❖ Extended Enterprise (conceptul, prin care o organizație nu funcționează în mod izolat, deoarece succesul său depinde de o rețea de relații partenere). [188]
- ❖ Partnership Model (Modelul Parteneriatului) [Lambert, et al., 1996]

Holweg et al. (2005) în lucrarea <<Supply Chain Collaboration:: Making Sense of the Strategy Continuum>> argumentează faptul că apariția și aplicarea conceptelor Efficient Consumer Response (ECR), Vendor Managed Inventory (VMI) și Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) au reprezentat strategii importante, care au contribuit la dezvoltarea relațiilor de colaborare între partenerii din lanțul de aprovizionare.

Inițiatorii primului model de colaborare în lanțul logistic, respectiv **Modelul Parteneriatului** concretizat de Lambert, Emmelhainz și Gardner (1996) prezintă trei etape, care contribuie la un parteneriat de succes în lanțul logistic, respectiv:

1) "driveri" (se referă la identificarea motivelor pentru care două organizații au un interes comun în clădirea unei relații de colaborare)

Modelul separă "driverii" în patru categorii:

1. active / eficientizarea costurilor,
2. îmbunătățirea serviciilor pentru clienți,
3. avantajul de marketing,

4. stabilitatea profitului și creșterea economică.

Cele patru "drivere" clasifică obiectivele managerilor, pentru dezvoltarea relațiilor de colaborare.

2) facilitatori (se referă la factorii corporativi de sprijin, care încurajează parteneriatele)

Mediul celor două organizații implicate în implementarea parteneriatului determină care vor fi resursele manageriale implicate. Facilitatorii reprezintă aspectele interne ale celor două organizații, care vor ajuta sau vor împiedica activitățile de parteneriat.

3) componente de management (sunt reprezentate de activitățile și operațiunile utilizate, pentru construirea și susținerea parteneriatului)

Componentele de management din cele trei etape se află sub controlul direct al managerilor implicați în parteneriat.

Apariția acestor concepte complexe au permis ca verigile din lanțul logistic să fie văzute ca o extensie a firmei locale, în care procesul de luare a deciziilor să fie luat de comun acord iar timpul de răspuns la schimbările pieței să fie scurt. Aceste concepte au contribuit la dezvoltarea alternativelor, care susțin colaborarea între verigile lanțului logistic, pentru identificarea avantajului competitiv. (Tabel 3.1)

Tabel 3 1: Alternative, care susțin colaborarea între verigile lanțului logistic [Popa, 2011], [Levi și Caudill, 2007], [Mauborgne și Kim 2005]

ALTERNATIVE CARE SUSȚIN COLABORAREA ÎNTRE VERIGILE LANȚULUI LOGISTIC					
	Distribuirea informațiilor comune	Decizia de sincronizare	Coordonarea deciziilor în comun	Partajarea resurselor și schimbul de competențe	Crearea cunoștințelor comune
DEFINIRE	Informațiile transmise între verigi trebuie să fie transparente.	Verigile lanțului logistic sunt capabile să orchestreze decizii critice la nivel de planificare și execuție, pentru optimizarea lanțului.	Se stabilesc proceduri și reguli, pentru coordonarea activităților de planificare și operare.	Se referă la procesul de investiții active reciproce între partenerii din lanțul logistic.	Reprezintă un determinant important de performanță și competitivitate.
	Necesitatea dispunerii informațiilor în ambele fluxuri înainte și înapoi, care să ofere o vizibilitate adecvată în ambele funcții: interne și de organizare.	Sincronizarea informațiilor, rezolvarea diferențelor și a conflictelor, stabilirea de proceduri și reguli, care să conducă la îndeplinirea obiectivului general.	Verigile din SC au drepturi diferite de decizie și expertiză despre planificarea operațiunilor.	Abilitatea verigilor din lanțul logistic, pentru partajarea cunoștințelor tehnologice, financiare și de formare.	Reprezintă o măsură de performanță durabilă în inovație, producție și de satisfacție a clienților.
REZULTATE:					
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Îmbunătățirea comunicării și schimbului de informații, ✓ Eliminarea activităților care pierd timp sau nu adaugă valoare, ✓ Operațiuni echilibrate și stocuri mai mici, ✓ Previzuni exacte și o bună planificare, ✓ Îmbunătățirea fluxului de materiale, ✓ Servicii mai bune clienților, cu timpi reduși de așteptare ✓ Livrarea produselor la timp 					

Utilizarea alternativelor, care susțin colaborarea între verigile lanțului logistic permit obținerea unor rezultate profitabile între verigile din lanțul logistic dar necesită introducerea unor reguli de management și metode de decizie, pentru crearea unui beneficiu comun, bazat pe încredere și schimb de cunoștințe.

3.2 Constrângerile relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic

Concurența acerbă în piețele globale de astăzi, introducerea de produse cu cicluri de viață mai scurte și așteptările sporite din partea clienților au împins organizațiile să-și concentreze atenția asupra fluctuațiilor verigilor lanțului logistic, stabilind diferite acorduri de colaborare, pentru gestionarea stocurilor de siguranță la fiecare verigă a lanțului în parte. [Proștean și Badea, 2014]

Prin acordurile de colaborare realizate au fost controlate probleme, care au condus la destabilizarea fluxului logistic, respectiv sume mari de capital stocate timp îndelungat, rapiditatea schimbărilor survenite în cererea de consum, prea multe transporturi încrucișate și previziuni incorecte ale cererii de consum [Cox et al., 1998].

Colaborarea între verigile lanțului logistic este condiționată de existența constrângerilor, prin delegarea prea multor sarcini unei singure verigi din lanțul logistic. Astfel, constrângerile, care limitează punerea în aplicare a relațiilor de colaborare sunt factori, care limitează vizibilitatea unei verigi în cadrul lanțului logistic, anume: [Barratt și Oliveira, 2001] [Mentzer et al., 2000] [Cooke, 2003] [Melnyk, et al., 2010]

1. reprovizionarea inefficientă ca răspuns la fluctuațiile cererii;
2. lipsa încrederii între partenerii comerciali;
3. dificultatea de a prognoza și gestiona aprovizionarea și consumul;
4. evenimentele nu sunt planificate în comun;
5. lipsa unui sistem integrat de suport decizional;
6. managementul schimbării în curs;
7. practicile de contabilitate convenționale;
8. procesul anual de negociere;
9. comunicarea inadecvată între partenerii comerciali.

Efectele produse de aceste constrângeri au forțat organizațiile să formeze acorduri de colaborare cu furnizorii, clienții, și chiar cu concurenții. [Stank et al., 2001]

Considerându-se o rezolvare la constrângerile descrise mai sus, acordurile de colaborare bazate pe reguli algoritmice și metode decizionale între verigile lanțului logistic pot oferi beneficii, pentru fiecare verigă în parte.

3.3 Direcții de consolidare a relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic

Rezolvarea constrângerilor și echilibrarea fluxului de operațiuni între verigile lanțului logistic se bazează în mare parte pe găsirea unor formalisme și reguli de funcționare. Utilizarea unor formalisme de colaborare conferă încredere partenerilor să partajeze informații de valoare și să contribuie la schimbul de cunoștințe în spațiul colaborativ. Cu precădere **cunoașterea și încrederea** între partenerii din lanțul logistic reprezintă două constructe importante, prin care cooperarea și concurența pot coexista. [Jao-Hong Cheng, et al., 2008]. Jao-Hong Cheng și colaboratorii (2008) în lucrarea <<*Trust and knowledge sharing in green supply chains*>> au realizat un studiu, prin care au testat datele colectate de la 288 de firme importante de producție în Taiwan, prin care au constatat că **încrederea reprezintă pivotul factorilor, care influențează schimbul de cunoștințe la nivel interorganizațional**. Cu cât un factor contribuie la încredere în mod pozitiv

(cum sunt participarea și comunicarea) sau negativ (comportamentul oportunist), cu atât mai mult factorul contribuie la schimbul de cunoștințe. Factorii, care nu au o influență semnificativă asupra încrederii (cum sunt valorile comune și capacitatea de învățare) nu au nici o influență asupra schimbului de cunoștințe. Rezultatul studiului indică faptul că verigile lanțului logistic trebuie să consolideze comportamentele lor de colaborare și activități prin relații bazate pe încredere, prin schimbul de cunoștințe, care să conducă la avantajul competitiv.

Cao și Zhang, (2013) în lucrarea <<*Supply Chain Collaboration: Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*>> descriu **încrederea bazată pe raționament (TBR)** ca fiind asumarea unui comportament credibil, de fair-play, responsabil și altruist în loc de trădare, de auto-interes, și oportunism. Încrederea, în primul rând, stabilește reguli de colaborare și cooperare decât politici și conflicte, prin urmare colaborarea între verigile lanțului logistic se bazează mai mult pe încredere și echitate decât pe capacitățile de monitorizare și control. [Cao și Zhang, 2013] O altă motivație descrisă, care explică importanța colaborării între verigile lanțului logistic, se referă la organizațiile, care stabilesc acorduri de colaborare doar pentru a exploata oportunitățile în crearea de cunoștințe și învățare organizațională. Prin crearea de cunoștințe și învățarea organizațională, organizațiile își consolidează pozițiile competitive. Colaborarea între verigile lanțului logistic oferă o platformă ideală pentru învățare și facilitează crearea de **cunoștințe active**. Transferul de cunoștințe prin învățare se împarte în două direcții: explorare și exploatare. Exploatarea se referă la îmbunătățirea capacităților existente, în timp ce explorarea presupune descoperirea unor noi oportunități (de exemplu, pentru a îmbunătăți capacitatea de absorbție, calitatea angajaților, cunoștințele de bază, cultura organizațională).[Cao și Zhang, 2013]

Consolidarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic prin încredere și cunoaștere pot influența semnificativ acordurile de colaborare și pot contribui la stabilirea unui formalism în care sunt sporite beneficiile cooperării.

În acest sens, în cadrul cercetării au fost identificați și descriși factori de încredere, factori de cunoaștere și facilitatori relaționali, care au contribuit la identificarea unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic.

3.3.1 Factori de încredere

Încrederea și respectul reciproc garantează o partajare eficientă a beneficiilor și a riscurilor, pentru toate verigile angrenate în lanțul logistic. Moody (1993) definește încrederea ca fiind cel mai rapid mijloc, care duce la realizarea unei colaborări. Încrederea reprezintă decizia de a te baza pe un partener cu speranța că el va acționa în conformitate cu un acord comun [Currall și Inkpen, 2002]. La orice nivel de încredere, un anumit grad de risc relațional este prezent. Firmele acceptă niveluri ridicate de risc, pentru a avea acces la beneficiile sociale și economice.

➤ **Distribuirea de informații**

Schimbul de informații trebuie să fie transparent între verigile din lanțul logistic. Prin urmare, încrederea și cooperarea devin ingredientele critice într-un parteneriat din lanțul logistic. Verigile trebuie să împărtășească informațiile în ambele fluxuri înainte și înapoi, prin care să ofere o vizibilitate adecvată în ambele funcții interne și de organizare. Considerată un obstacol în crearea parteneriatelor de lungă durată confidențialitatea este, probabil, una dintre cele mai importante angajamente, pe care partenerii din lanțul logistic o încălcă. [Simatupang și Sridharan, 2002].

➤ **Coordonarea deciziilor comune**

Deciziile comune în cadrul lanțului logistic se referă la următoarele acțiuni: combinarea de informații și planuri, rezolvarea diferențelor și conflictelor, stabilirea de proceduri și reguli. O problemă în procesul de decizie poate apărea atunci când informațiile sunt dispersate sau nu există o structură autoritară clară [Cao și Zhang, 2013]. Simatupang și Sridharan (2002) presupun că sincronizarea unei decizii între verigile lanțului logistic reprezintă un proces prin care partenerii coordonează activitățile de planificare și de operare, pentru a optimiza beneficiile dorite. Coordonarea deciziilor se referă la exercitarea în comun a regulilor pentru soluționarea conflictelor.

➤ **Împărțirea riscului / răsplata**

Partenerii lanțului logistic, care absorb mai multe situații de risc în acordul lor cu producătorii se așteaptă, în general, să obțină venituri mai mari, pentru a compensa costurile de risc. Un lanț logistic funcționează optim în cazul în care stimulentele companiilor sale sunt aliniate și distribuite echitabil în întreaga rețea logistică. [Norrman și Jansson, 2004; Lambert et al., 1996]

➤ **Partajarea resurselor**

Partajarea resurselor între verigile lanțului logistic includ resursele fizice, informaționale, cunoașterea explicită și tacită. Transferul de cunoaștere și competențele tehnologice limitează posibilitatea de a atinge un nivel ridicat de integrare în lanțul logistic. În acest sens, nivelul de încredere stabilit prin colaborare contribuie la partajarea resurselor între verigile din lanțul logistic.

➤ **Flexibilitate de adapare**

Potrivit lui Handfield și Bechtel, (2002) managerii sunt cei, care trebuie să analizeze comportamentele verigilor din lanțul logistic, pentru a crea noi tehnici de relaționare în cadrul lanțului logistic. Fiecare organizație posedă o viziune diferită, o misiune diferită și un scop diferit. Cultura corporatistă și tacticile de negociere reprezintă alte aspecte importante de care managerii trebuie să țină cont atunci când se pun bazele unei noi colaborări între verigile lanțului logistic.

➤ **Respectarea angajamentelor față de consumator**

Respectarea angajamentelor partenerilor față de produsele distribuite către consumatori determină ca fluxul logistic să fie unul normal fără noduri. În acest caz încrederea joacă un rol important în relațiile dintre aceștia deoarece trebuie respectate angajamentele, privind calitatea serviciilor oferite și termenele de livrare [Simatupang și Sridharan, 2002].

➤ **Angajamentul partenerilor**

Angajamentul și rolul verigilor lanțului logistic constă în minimizarea costurilor de operare și obținerea beneficiilor. [Hill și Omar, 2006]. Cercetările sugerează că specificitatea parametrilor de risc pot juca un rol important în cultivarea încrederii între parteneri și a relațiilor interorganizaționale. Rolul încrederii între partenerii lanțului logistic necesită în mod inevitabil un sentiment de loialitate reciprocă [Ring și Van de Ven, 1994].

Factorii de încredere identificați diminuează influența incertitudinii comportamentale asupra relației, care urmează să fie stabilită între partenerii din lanțul logistic. Nivelul de încredere stabilit între verigile din lanț se reflectă prin felul cum sunt împărtășite informațiile și felul cum sunt stabilite procedurile și regulile, care absorb mai multe situații de risc între verigile lanțului logistic. Factorii de încredere contribuie la luarea deciziilor optime și oferă posibilitatea verigilor să obțină un nivel ridicat de integrare în lanțul logistic.

3.3.2 Factori de cunoaștere

O mare parte din dezbaterile prezentate în literatura de specialitate se învârt în jurul naturii cunoașterii și a modului în care aceasta acționează în cadrul organizațiilor. Importanța dată cunoașterii în rândul organizațiilor se datorează faptului că aceasta asigură și realizează o bună funcționare a fluxului de cunoștințe [Feng, et al., 2011]. Nevoia continuă, pentru crearea unui flux de cunoștințe de valoare permit verigilor din lanțul logistic să fie angajate în procese interconectate, să dispună de informații importante, să proceseze aceste informații pentru crearea noilor cunoștințe. [Malhotra et al., 2005].

➤ **Formalizare**

Formalizarea în lanțul logistic se referă la gradul în care rețeaua lanțului logistic este controlată de reguli explicite, proceduri și norme, care prevăd drepturile și obligațiile organizațiilor individuale, cu care se stabilesc acorduri de colaborare [Choi și Hong, 2002]. Dimensiunea de formalizare a lanțului logistic poate fi măsurată prin existența unor acorduri între verigile lanțului, monitorizarea rapoartelor de performanță sau prin analiza gradului de standardizare a proceselor de luare a deciziilor pe baza sistemelor de proceduri formalizate [Walsh și Dewar, 1987]

➤ **Echilibrarea autorității**

Autoritatea echilibrată din lanțul logistic reprezintă abilitatea unei entități de a influența comportamentul verigilor, astfel încât acestea să acționeze în mod spontan [Derrouiche et al., 2008]. Repartizarea disproporționată a puterii între verigi creează blocaje în activitățile lanțului logistic [McDonald, 1999] și dezvoltă comportamente oportuniste. [Tüten și Urban 2001]

➤ **Planificare partajată**

O parte din partenerii lanțului logistic încearcă să obțină un avantaj competitiv prin integrarea furnizorilor mai bine în procesele cheie din lanțul logistic. Acest lucru necesită o cooperare strategică și operațională, care implică de multe ori un anumit grad de planificare colaborativă. Rezultatele prezentate de Petersen et al., (2005) arată că o planificare eficientă între parteneri depinde de nivelul de încredere și calitatea informațiilor comune transmise între aceștia.

➤ **Crearea cunoștințelor comune**

Coordonarea colectivă a cunoștințelor oferă soluții pentru rezolvarea problemelor între parteneri. [Sawhney și Prandelli, 2000]. Capacitatea de a crea cunoștințe comune între partenerii din lanțul logistic implică un dialog intens, discuții despre date, cât și alegerea colectivă a informațiilor de valoare [Senge, 1990].

➤ **Comunicare colaborativă**

Comunicarea reprezintă elementul de bază, pentru desfășurarea eficientă și eficace a activităților de producție și aprovizionare între verigile lanțului logistic. Construirea unei rețele logistice prin comunicare colaborativă, impulsionează verigile din lanțul logistic să împărtășească și să discute planuri, pentru obținerea beneficiului comun.

Factorii de cunoaștere identifică reguli și norme, care contribuie la găsirea unor formalisme de colaborare între verigile lanțului logistic. Schimbul optim de cunoștințe influențează comportamentul de colaborare al verigilor din lanțul logistic astfel încât acestea, pentru obținerea unui flux sincronizat partajează informații la momentul potrivit în procesele cheie din lanțul logistic.

3.3.3 Facilitatori relaționali

Bejarano (2013) a identificat în studiul său un set relevant de factori relaționali, cu ajutorul cărora caracterizează funcționarea unei colaborări între verigile lanțului logistic. Fiecare criteriu relațional are un impact semnificativ dacă în procesul de colaborare sunt implicate mai multe verigi în lanțul logistic.

Potrivit lui Metzger et al., (2000) dezvoltarea și menținerea unei relații de colaborare necesită timp și efort, dar există anumite elemente, care pot facilita această sarcină. Aceste elemente se împart în trei grupe principale: oameni, organizație, și tehnologie. În concepția lui Metzger et al.,(a) (2000) principalii facilitatori menționați sunt:

- ❖ **Încrederea** – o relație de încredere trebuie să fie evidentă la toate niveluri funcționale;
- ❖ **Longevitatea relației** - ajută la construirea încrederii între organizații;
- ❖ **Deschiderea** - schimbul de informații în mod deschis (factor-cheie de colaborare);
- ❖ **Leadership** - pentru realizarea colaborării, fiecare organizație trebuie să dețină un proiect de succes;
- ❖ **Tehnologia** - esențială pentru colaborare;
- ❖ **Partajarea beneficiilor** - într-o relație, partenerii trebuie să împărtășească atât, pierderea cât și câștigul.

Facilitatorii relaționali între verigile din lanțul logistic mențin relațiile de colaborare între verigile din lanț, contribuie la partajarea informațiilor optime între verigile din lanț și stabilesc gradul de implicare al verigilor în parteneriat. Facilitatorii relaționali contribuie la dezvoltarea relațiilor de colaborare pe termen lung.

Studiul bibliografic realizat pentru factorii de încredere, factorii de cunoaștere și facilitatorii relaționali a condus la identificarea **atributelor de colaborare**, prin care se dezvoltă relațiile de colaborare între verigile lanțului logistic (Tabel 3.2).

Tabel 3 2: Identificarea atributelor de colaborare

Factori de colaborare	Atribute care dezvoltă relațiile de colaborare în lanțul logistic			
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Compatibilitatea culturilor ❖ Grad de simetrie ❖ Încredere 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cooperare în condiții de risc ❖ Planificare partajată ❖ Tehnologia de actualitate 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reducerea timpilor ❖ Reducerea costurilor ❖ Partajarea situațiilor de risc 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Compatibilitate corporativă ❖ Angajament reciproc
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Performanță ❖ Profit ❖ Servicii bune ❖ Costuri reduse ❖ Avantaj competitiv 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reducerea incertitudinii ❖ Resurse-cheie ❖ Performanță 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Livrarea la timp ❖ Creșterea serviciilor ❖ Performanță 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reducerea costurilor ❖ Livrarea la timp ❖ Eficiență ❖ Responsabilitate față de mediu ❖ Inovare 	

Atributele de colaborare evidențiază aspecte, care țin de natură interorganizațională și intraorganizațională. Se distinge faptul că există aspecte,

care sunt legate de începerea și dezvoltarea unei relații de colaborare între verigile lanțului logistic și aspecte, care au legătură cu menținerea în timp a unei relații de colaborare între verigile lanțului logistic.

Totalitatea atributelor de colaborare care dezvoltă și consolidează relațiile între verigile lanțului logistic acționează ca factori de colaborare, pentru realizarea unui formalism între verigile lanțului logistic.

Atributele de colaborare, care dezvoltă și consolidează relațiile între verigile lanțului au condus la identificarea celor mai reprezentative modele de colaborare din lanțul logistic. Astfel au fost identificate trei modele de colaborare reprezentative, pentru gestionarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic, respectiv:

- Modelul general al unei alianțe [Popa, 2009]
- Modelul sistemului de performanță colaborativ [Simatupang, 2004]
- Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative [Bititci și Mokadem, 2010]

3.4 Modele de colaborare reprezentative între verigile lanțului logistic

Complexitatea tendințelor actuale, care influențează comportamentele clienților favorizează utilizarea diferitelor instrumente, pentru promovarea colaborării între verigile lanțului logistic, oferind deja beneficii în reducerea costurilor de inventar, împărțirea riscurilor și sincronizarea fluxului logistic. În studiul *Next-Generation Collaboration: The New Frontier for Shopper Value and Industry Growth*, realizat de firma de consultanță Accenture s-a dezvoltat un model care ilustrează trei domenii de actualitate, care oferă o colaborare profitabilă în lanțul logistic, respectiv planificarea strategică a afacerii, capacitățile comune ale partenerilor și platformele informaționale în care producătorii și comercianții cu amănuntul trebuie să lucreze împreună, pentru a supraviețui în mediul de afaceri actual. [189] De asemenea, în lucrarea *Digital collaboration between retailers and manufacturers: Resolving the collaboration conundrum*, realizat de Accenture Analytics comercianții și producătorii își manifestă interesul de colaborare, pentru a deveni mai "customercentric" (centrare pe client) prin diferite canale digitale. Partajarea transparentă a informațiilor corecte și folosirea platformelor digitale oferă soluții "win-win" verigilor în lanțul de aprovizionare. Intensificarea acestei abordări îmbunătățește performanța vânzărilor. [190]

3.4.1 Modelul I - Modelul general al unei alianțe [Popa, 2009]

Complexitatea acțiunilor între partenerii lanțului logistic sunt coordonate prin alianțe [Monczka et al., 1998] [Spekman, et al., 1998]. Termenul "alianță" este frecvent folosit, pentru a da formă comportamentelor de cooperare într-un context interorganizațional. Lambe și Spekman (1997) definesc o alianță, o relație de colaborare între firme, pentru atingerea unui obiectiv comun, pe care fiecare firmă nu l-a putut realiza cu ușurință singură.

În mod similar, Zeng și Chen (2003) definesc o alianță pe termen lung, acel acord de colaborare, în care participanții își exprimă dorința, în mod explicit, să lucreze împreună, pentru mai multe șanse de reușită. Gulati (1995) sugerează că alianțele cuprind o varietate de acorduri, prin care două sau mai multe firme sunt de acord să-și folosească resursele lor, pentru a urmări oportunitățile specifice ale pieței. Organizațiile, care au stabilit alianțe strategice și sunt asociate în administrarea unui proiect trebuie să aibe obiective comune, să-și coordoneze competențele și resursele necesare, pentru obținerea unui avantaj competitiv.

Popa (2009) prezintă în lucrarea sa <<Supply chain management in consumer goods industry and retail>> teoriile de învățare interorganizaționale, prin care se specifică faptul că alianțele strategice reprezintă puncte de legătură prin intermediul cărora cunoștințele și abilitățile sunt transferate. Strategiile de învățare se caracterizează prin:

- Colaborarea**- organizații puternic receptive și puternic transparente;
- Competiția**- organizații puternic receptive și netransparente;
- Compromisul**-organizații cu un grad moderat de receptivitate și transparentă;
- Acomodarea**- organizații nereceptive și puternic transparente;
- Evitarea**-organizații nereceptive și netransparente. [Popa, 2009]

Astfel, se poate argumenta faptul că apariția alianțelor strategice între partenerii din lanțul logistic, care au obiective comune reprezintă o opțiune strategică, pentru dezvoltarea afacerilor de succes.

Modelul general al unei alianțe în viziunea lui Popa (2009) presupune trei etape, anume inițierea, implementarea și menținerea, iar înțelegerea modelului se realizează pe două axe: verticală și orizontală. (Tabel 3.3) [Popa, 2009] (Fig. 3.1)

Tabel 3 3: Prezentarea modelului general al unei alianțe pe verticală și orizontală [Popa, 2009]

MODELUL GENERAL AL UNEI ALIANȚE	
Citirea pe verticală	Citirea pe orizontală
Componentă strategică -Se referă la așteptările și evaluările strategice, privind eficacitatea alianței.	Conceptualizarea alianței -Sunt prezentate beneficiile colaborării ca alternativă la relațiile de adversitate tradiționale.
Componentă procesuală -Stabilește stadiile dezvoltării alianței.	Stabilirea alianței -Decizia de formare a unei alianțe, prin considerente strategice și operaționale.
Componentă operațională -Standarde operaționale, criterii de căutare și selecție, pentru administrarea unei alianțe.	Confirmarea alianței -Selectarea și confirmarea partenerului. -Se stabilesc în comun obiective strategice și operaționale.
	Implementarea/continuitatea alianței -Prezentarea feedback-ului și evaluarea performanței.

➤ **Inițierea unei alianțe**

Inițierea unei alianțe este realizată de compania-cumpărător sau client. În cadrul acestei prime etape sunt prezentate costurile implicate cât și beneficiile strategice și operaționale, pentru fiecare partener. Un aport important, pentru realizarea unei alianțe reprezintă investiția în resursa umană, care asigură plus-valoare adăugată

firmelor implicate. De asemenea, este apreciată capacitatea internă a partenerilor, privind practicile operaționale, cultura și filozofia.

➤ **Implementarea unei alianțe**

Implementarea unei alianțe se realizează prin selectarea atentă a partenerului, care are o viziune strategică comună și oferă beneficii pe termen lung. Se inspectează compatibilitatea culturală și filozofia aplicată cât și stadiul competențelor realizate. Se ține cont de nivelul de cooperare al partenerului din punct de vedere strategic și operațional. Implementarea unei alianțe necesită încă de la început dezvoltarea încrederii din partea partenerului, pentru partajarea informațiilor.

➤ **Menținerea unei alianțe pe termen lung** trebuie să țină cont de următoarele aspecte:

- să se realizeze evaluarea obiectivelor strategice și operaționale comune
- să se consemneze indicatorii de performanță duali
- să se interpreteze feedback formal /neformal
- să contribuie la dezvoltarea relațiilor personale

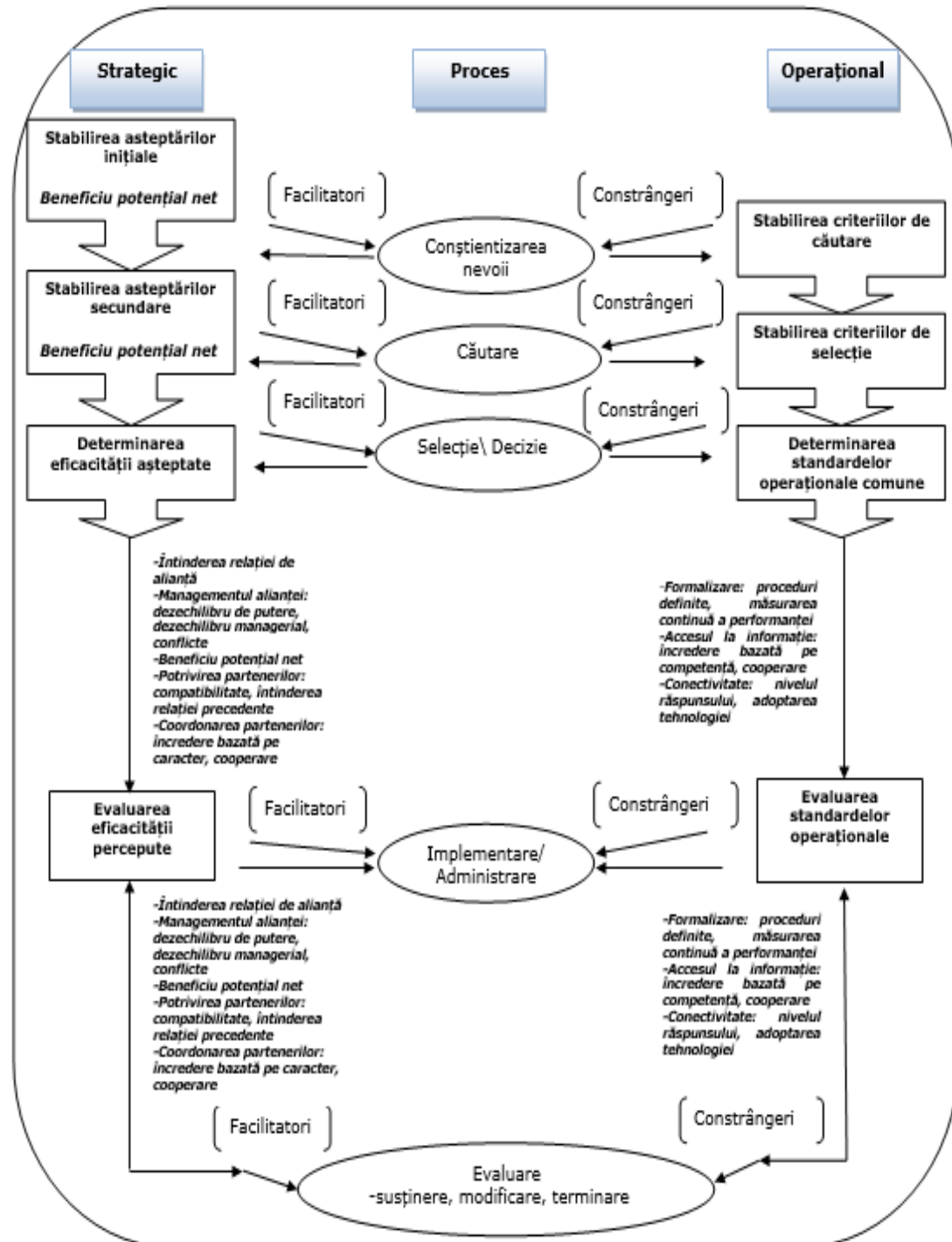


Fig. 3. 1 Modelul general al unei alianțe adaptat după [Popa, 2009]

3.4.1.1 Limitările Modelului I

Facilitatorii nu se bazează pe niciun formalism decizional, pentru optimizarea deciziei de colaborare. Nu există un formalism de dimensionare în indicatorul de formalizare, pentru măsurarea performanței. Criteriile de căutare și selecție nu prezintă un formalism, care să elimine constrângerile și să întărească încrederea între parteneri.

3.4.2 Modelul II - Modelul sistemului de performanță colaborativ [Simatupang, 2004]

Evoluția proceselor logistice și a practicilor manageriale au influențat organizațiile să inițieze și să dezvolte arii de cooperare, pentru crearea unui beneficiu mutual. Capitalizarea economiilor, personalizarea produselor, serviciilor și dezvoltarea problemelor logistice implică un mediu competitiv, care forțează companiile să dezvolte soluții win-win, care creează valoare, pentru clientul final. Acest proces prin care se dezvoltă soluții win-win poartă denumirea de *inițiativa de expansiune radială (pie expansion initiative)*. [Jap(a,b), 2001] Această inițiativă se referă la procesul colaborării, pentru crearea unui beneficiu mutual între participanți și permite membrilor din lanțul logistic să dezvolte avantaje strategice și o performanță financiară mai bună. (Fig. 3.2)

Potrivit câtorva studii prezentate în lucrările lui Simatupang (2004), colaborarea între verigile lanțului logistic reprezintă o alternativă profitabilă:

- ❖ Primul sondaj realizat de către Institutul Supply Chain Management (ISM) și centrul de cercetare Forrester cu privire la afacerile de tip e-business relevă faptul că mai mult de jumătate (52%) din companiile, care au răspuns la studiu au raportat favorabilă colaborarea cu furnizorii on-line. În acest caz, colaborarea a avut efect asupra reducerii costurilor de tranzacție, eliminarea erorilor din timpul procesării comenzilor și reducerea timpului de comandă.
- ❖ Al doilea studiu prezentat de centrul de cercetare Accenture a chestionat 150 de seniori executivi, din 1000 de companii din diferite industrii. Un procent de 54% din respondenți au specificat faptul că dezvoltarea colaborării, pentru cererea și planificarea aprovizionării cu furnizorii și clienții lor a reprezentat o caracteristică importantă datorită informațiilor de valoare partajate. Totodată partajarea informațiilor a îmbunătățit vizibilitatea operațiunilor, a redus costurile și a perfecționat eficiența lanțului logistic.
- ❖ Al treilea studiu realizat de Gemini Ernst & Young și Industry Week pe 2000 de producători americani întărește convingerea, prin care beneficiul informațiilor partajate prin colaborare oferă livrarea la timp a produselor, reduce costul de inventar și oferă o calitate îmbunătățită a produsului.

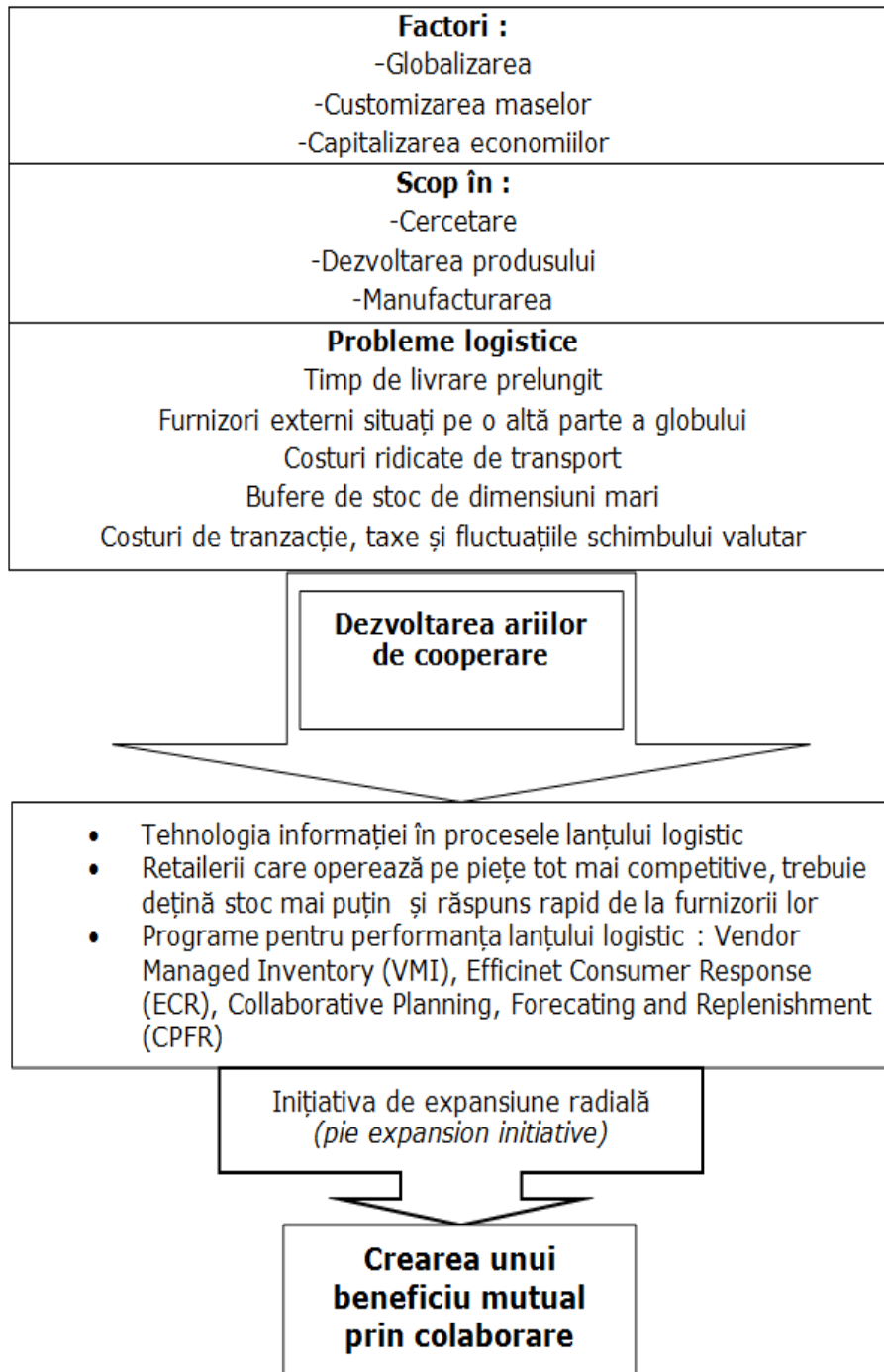


Fig. 3. 2 Dezvoltarea colaborării în lanțul logistic adaptat după [Simatupang, 2004]

Conform studiilor prezentate colaborarea reprezintă o variabilă strategică importantă, pentru performanța lanțului logistic, care oferă vizibilitate în timp real verigilor lanțului logistic. Verigile lanțului logistic trebuie să fie orientate să gândească în comun, pentru o colaborare reciproc-avantajoasă.

Modelul de colaborare dezvoltat de Simatupang (2004) este realizat din perspectivă interorganizațională și presupune cinci elemente de colaborare: 1) sistemul de performanță colaborativ, 2) partajarea informațiilor, 3) sincronizarea deciziilor, 4) alinierea obiectivelor, 5) integrarea proceselor supply chain. Aceste elemente contribuie la realizarea unei colaborări eficiente, care să îmbunătățească performanța la nivelul lanțului logistic (Fig. 3.3).

Modelul sistemului de performanță colaborativ reprezintă procesul de concepere și implementare a măsurătorilor de performanță, care ghidează verigile lanțului logistic spre îmbunătățirea performanței. [Simatupang, 2004] Mai exact, acest model încurajează membrii lanțului să dezvolte acțiuni specifice de colaborare prin care măsurile de performanță asociate cu partajarea informațiilor, sincronizarea deciziilor, alinierea obiectivelor și integrarea proceselor supply chain conduc la definirea obiectivelor mutuale. Aceste măsurători de performanță sunt stabilite la toate nivelurile manageriale.

Simatupang (2004) prezintă modelul sistemului de performanță colaborativ pe trei niveluri, anume:

- factorii declanșatori de evenimente;
- dezvoltarea unor inițiative în comun;
- procesul în care se compară așteptările și rezultatele.

Primul nivel este reprezentat de factorii declanșatori de evenimente (termenii de predare, statusul inventarului, condițiile cererii) detectarea (identificarea unor posibile dificultăți, care împiedică execuția lanțului logistic), diagnosticul (evoluția celor mai cunoscute cauze, pentru gâtuirea lanțului logistic) și acțiuni corective (redresarea procesului către un nivel satisfăcător). În acest nivel *măsurătorile de performanță* sunt: mișcarea stocurilor, comenzile executate la timp și timp optim de livrare.

Al doilea nivel se referă la dezvoltarea unor inițiative în comun, pentru realizarea unei îmbunătățiri continue. Aceste sunt: identificarea unor targeturi de îmbunătățire, formularea unor planuri de îmbunătățire, analiza și efectuarea unor opțiuni apropiate, pentru îmbunătățire. *Măsurătorile de performanță* sunt reprezentate de previziune, flexibilitate, reacție și ciclul numerar-în-numerar.

Al treilea nivel presupune procesul în care se compară așteptările și rezultatele actuale ale colaborării. *Măsurătorile de performanță* sunt reprezentate de creștere, vânzări, profit și rotația stocurilor.

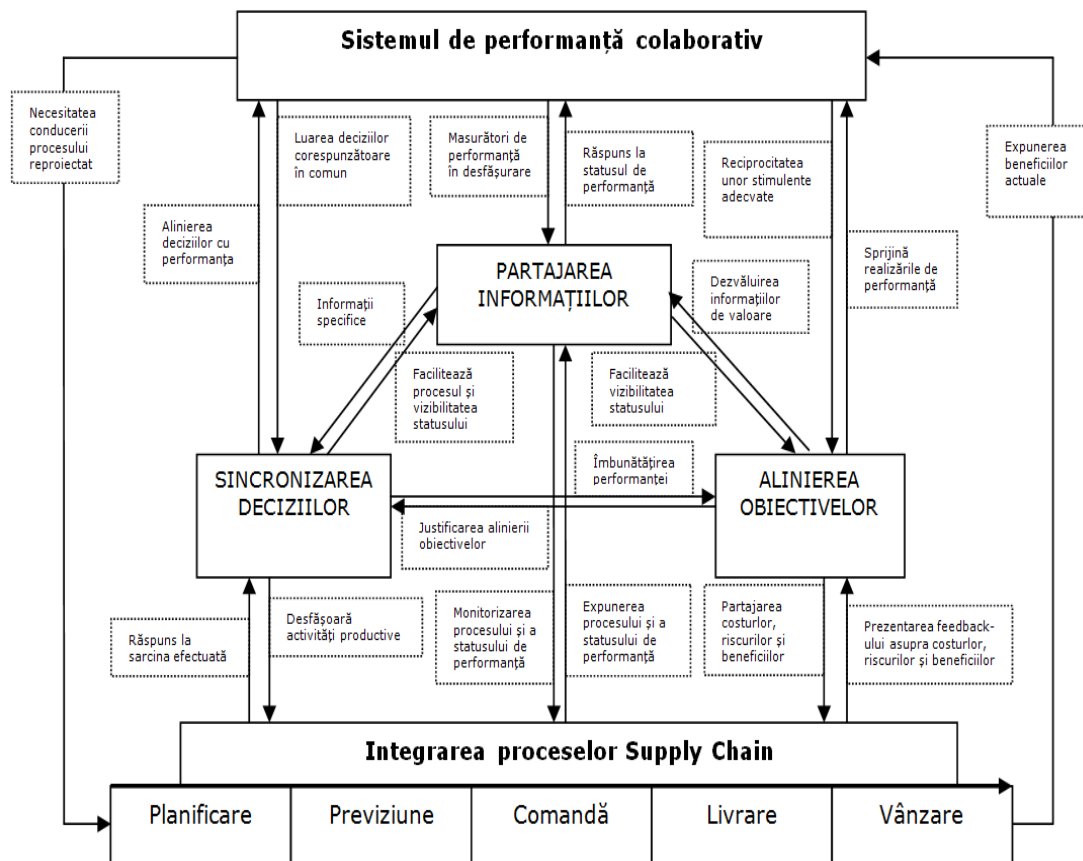


Fig. 3. 3 Sistemul de performanță colaborativ adaptat după [Simatupang, 2004]

3.4.2.1 Limitările Modelului II

Măsurătorile de performanță nu se bazează pe un formalism decizional, care să arate importanța numerică, pentru fiecare indicator în parte. Vizibilitatea statusului nu se ghidează după un algoritm de dimensionare, care să fie sincronizat cu obiectivele lanțului. Integrarea proceselor supply chain nu se bazează pe un formalism cauză-efect prin care să se compare așteptările și rezultatele colaborării.

3.4.3 Modelul III - Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative [Bititci și Mokadem, 2010]

Studiul realizat de Bititci și Mokadem (2010) identifică factorii, care afectează formarea relației de colaborare între verigi și factorii, care determină gradul de interacțiune al verigilor în asocierile de colaborare. Studiul elaborat de cei

doi autori se bazează pe două constructe diferite: potențialul colaborativ și intensitatea colaborativă. [Bititci și Mokadem, 2010] (Fig. 3.4).

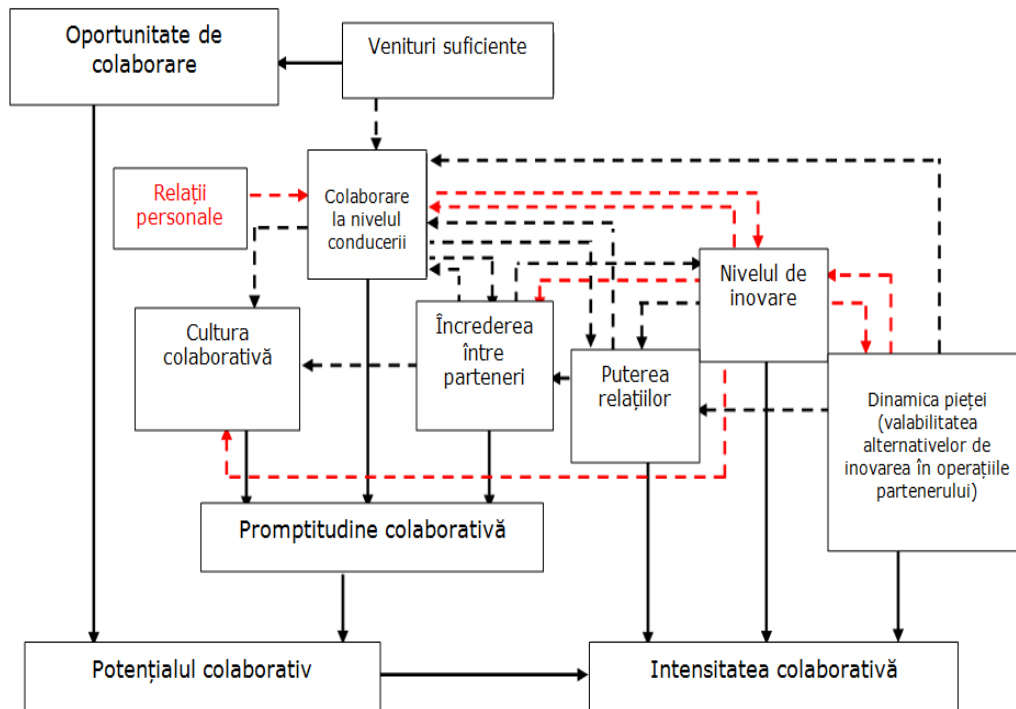


Fig. 3. 4 Modelul potențialului colaborativ și a intensității colaborative adaptat după [Bititci și Mokadem, 2010]

- **Potențialul colaborativ:** reprezintă o combinație dintre oportunitatea de colaborare, (ce beneficii vor obține verigile lanțului logistic prin colaborare) și disponibilitatea de colaborare, (pregătirea, pentru a exploata această oportunitate).

Potențialul colaborativ oferă un cadru larg, care include aspecte strategice, operaționale, culturale și contractuale. Potențialul colaborativ este, teoretic, un construct valid, care evidențiază importanța eventualelor venituri, colaborarea la nivelul conducerii, încrederea și cultura colaborativă. Încrederea se referă la măsura în care verigile din lanțul logistic se percep ca fiind credibile și binevoitoare.

Bititci și Mokadem (2010) argumentează faptul că dezvoltarea de parteneriate pe termen lung între verigi necesită abilitatea și dorința ambelor părți de a opera într-o atmosferă de încredere.

- **Intensitatea colaborativă:** este reprezentată prin profunzimea și gradul de interacțiune în asocierile de colaborare.

Intensitatea colaborativă reflectă gradul de interacțiune în relațiile de colaborare între verigi. Asocierile colaborative țin cont de diferențele de putere, inovația, dinamica pieței. Acestea corelate cu factorii de potențialitate colaborativă contribuie și determină semnificativ intensitatea relațiilor.

3.4.3.1 Limitările Modelului III

Factorii potențiali colaborativi nu includ un formalism decizional, care să stabilească prin pondere numerică nivelul de încredere în condiții de risc. Măsurarea gradului de încredere între partenerii din lanțul logistic nu se bazează pe un formalism de dimensionare. Nu există o formalizare prin care constângerile contractuale între parteneri să permită colaborarea cu alte entități.

3.5 Analiza critică asupra celor trei modele de colaborare

Elementele principale întâlnite în cele trei modele reprezentative, care susțin colaborarea între verigile lanțului logistic asigură o listă exhaustivă a avantajelor realizabile între verigile lanțului logistic. Avantajele comune prezente în cele trei modele reprezentative se referă la crearea unui beneficiu mutual prin transfer de cunoaștere și stabilirea unui nivel ridicat de încredere, care să asigure performanța în lanțul logistic. (Tabel 3.4)

Tabel 3 4: Prezentarea avantajelor modelelor de colaborare

	Modelul I [Popa, 2009]	Modelul II [Simatupang, 2004]	Modelul III [Bititci și Mokadem, 2010]
AVANTAJE	Alianțele strategice au rolul de a crea un avantaj competitiv pentru performanța lanțului logistic.	Colaborarea reprezintă o variabilă strategică importantă pentru performanța lanțului logistic.	Dezvoltarea de parteneriate pe termen lung necesită abilitatea și dorința ambelor părți de a opera într-o atmosferă de încredere.
	Sunt prezentate beneficiile colaborării ca alternativă la relațiile de adversitate tradiționale.	Elementele de performanță precum partajarea informațiilor, sincronizarea deciziilor, alinierea obiectivelor și integrarea proceselor lanțului logistic conduc la definirea obiectivelor mutuale.	Evidențiază importanța eventualelor venituri, colaborarea la nivelul conducerii, încrederea și cultura colaborativă.
	Procesul de formare al alianțelor de colaborare în lanțul logistic identifică aspecte strategice și operaționale.	Prezintă măsurători de performanță , care sunt stabilite la toate nivelurile manageriale.	Conferă un grad ridicat de încredere între partenerii din SC, pentru obținerea unui avantaj comun.
	Eficientizarea alianțelor colaborative în lanțul logistic se realizează prin evaluări strategice periodice.	Oferă optimizarea procesului de colaborare prin mișcarea stocurilor, comenzi executate la timp și timp optim de livrare.	Evaluează intensitatea relațiilor de colaborare și pune accent pe relațiile personale, care se stabilesc între parteneri.
	Stabilește stadiile de dezvoltare colaborativă în lanțul logistic , oferă criterii de căutare și selecție , pentru găsirea parteneriatelor în lanțul logistic.	Dezvoltă arii de cooperare, pentru crearea unui beneficiu mutual.	Oferă aspecte strategice, operaționale, culturale și contractuale, care îmbunătățesc nivelul de inovare al organizației.

După prezentarea avantajelor celor trei modele de colaborare reprezentative se poate argumenta faptul că **încrederea**, prin care se stabilește un grad de predictibilitate și fiabilitate comportamentală, asigură acumularea **cunoștințelor** între verigile lanțului.

În viziunea autorului, necesitatea adoptării unui nivel ridicat de **încredere** în spațiul colaborativ garantează sincronizarea deciziilor importante pentru îndeplinirea obiectivului comun, stabilit între verigile din lanțul logistic. Schimbul de **cunoștințe** consolidează încrederea dintre parteneri și urmărește să rezolve, prin norme și reguli desincronizările din lanțul logistic.

În concluzie, **încrederea sprijină transferul de cunoaștere prin stabilirea unei rutine de partajare a know-how-ul între verigile implicate, la toate nivelurile organizaționale și este indispensabilă în comportamente, care tind să fie volitive.**

3.5.1 Conceperea unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic

În cercetările realizate de autor [Badea, et al., 2015] referitoare la colaborarea între verigile din lanțul logistic au fost identificate blocaje de colaborare diferite, privind interacțiunea verigilor, pentru aprovizionarea unor materii prime speciale. Acestea, la un moment dat au arătat dificultăți de comunicare în partajarea cunoștințelor, pentru luarea unor decizii tehnice importante.

Investigarea acestor blocaje de colaborare a făcut posibilă identificarea celor mai reprezentative modele de colaborare, care propun necesitatea adoptării încrederii și a schimbului de cunoștințe între verigile lanțului logistic.

Modelele de colaborare selectate au fost analizate și supuse unei analize critice, din care au rezultat mai multe limitări.

Schema limitărilor celor trei modele s-a realizat pe trei niveluri diferite. La fiecare nivel s-a identificat câte un formalism, care încearcă să rezolve blocajele între verigile lanțului logistic, astfel:

- la primul nivel sunt identificate limitări, pentru optimizarea deciziei de colaborare, măsurătorile de performanță și încrederea în condiții de risc, care solicită o analiză multicriterială, impunându-se un **FORMALISM DECIZIONAL- Nivel 1**
- la al doilea nivel sunt precizate limitări, pentru măsurarea performanței, vizibilitatea statusului și gradul de încredere, astfel încât se propune un **FORMALISM DE DIMENSIONARE- Nivel 2**
- al treilea nivel necesită un **FORMALISM DE COMUNICARE, CARE SĂ ELIMINE CONSTRÂNGERILE ȘI SĂ ÎNTĂREASCĂ ÎNCREDEREA- Nivel 3.**

Totodată analiza critică asupra celor trei modele de colaborare scoate în evidență necesitatea unui model de calcul prin care să se demonstreze cum schimbul de cunoștințe și gradul de încredere consolidează relațiile de colaborare între verigile lanțului logistic. (Tabel 3.5)

În concluzie, din analiza critică asupra modelelor de colaborare se subliniază necesitatea **adoptării unui formalism de colaborare între verigile lanțului logistic.**

Tabel 3 5: Limitările modelelor

	Modelul I [Popa, 2009]	Modelul II [Simatupang, 2004]	Modelul III [Bititci & Mokadem, 2010]
PARTICULARITĂȚI	Oferă avantaje strategice și operaționale pentru dezvoltarea afacerilor de succes.	Identifică măsurători de performanță pentru stabilirea obiectivelor comune între partenerii lanțului logistic.	Prezintă factorii care contribuie la disponibilitatea potențialului colaborativ, profunzimea și gradul de interacțiune în asocierile de colaborare.
AVANTAJE	La nivel strategic sunt prezentați factorii care contribuie la procesul dezvoltării unei alianțe de colaborare în lanțul logistic. Sunt determinate standarde operaționale comune prin prezentarea unui indicator de formalizare. Stabilește etapele de dezvoltare ale unei alianțe de colaborare și oferă criterii de căutare și selecție prin facilitatori și constrângeri. Facilitatorii nu se bazează pe niciun formalism decizional pentru optimizarea deciziei de colaborare.	Elementele de performanță precum partajarea informațiilor, sincronizarea deciziilor, alinierea obiectivelor conduc la definirea obiectivelor mutuale. Sunt stabiliți și identificați indicatori de performanță care conduc la sincronizarea deciziilor între partenerii lanțului logistic. Prezintă măsurători de performanță la toate nivelurile manageriale.	Evidențiază importanța evenimentelor venitori, colaborarea la nivelul conducerii, încrederea și cultura colaborativă. Dorința și abilitatea ambelor părți de a coopera într-o atmosferă de încredere.
AHP		Măsurătorile de performanță nu se bazează pe un formalism decizional care să arate importanța numerică pentru fiecare indicator în parte.	Factorii potențiali colaborativi nu includ un formalism decizional care să stabilească prin pondere numerică nivelul de încredere în condiții de risc.
DBR	Nu există un formalism de dimensionare în indicatorul de formalizare pentru măsurarea performanței.	Vizibilitatea statusului nu se ghidează după un algoritm de dimensionare care să fie sincronizat cu obiectivele lanțului.	Măsurarea gradului de încredere între partenerii din lanțul logistic nu se bazează pe un formalism de dimensionare.
TOC-TP	Criteriile de căutare și selecție ale unei colaborări nu prezintă un formalism de comunicare, care să elimine constrângerile și să întărească încrederea între parteneri.	Integrarea proceselor supply chain nu se bazează pe un formalism cauză-efect prin care să se compare așteptările și rezultatele colaborării.	Nu există o formalizare prin care constăngerile contractuale între parteneri să permită colaborarea cu alte entități.

Analiza critică asupra celor trei modele de colaborare **Modelul I [Popa, 2009]**, **Modelul II [Simatupang, 2004]** respectiv, **Modelul III [Bititci și Mokadem, 2010]** a condus la conceperea unui cadru larg de rezolvare a limitărilor (CLRL) de încredere și cunoaștere între verigi. (Fig. 3.5) Pentru conceperea acestui cadru au fost preluate avantajele de colaborare schematizate în Tabelul 3.4 și atributele de colaborare, care dezvoltă relațiile de colaborare între verigile lanțului din Tabelul 3.2.

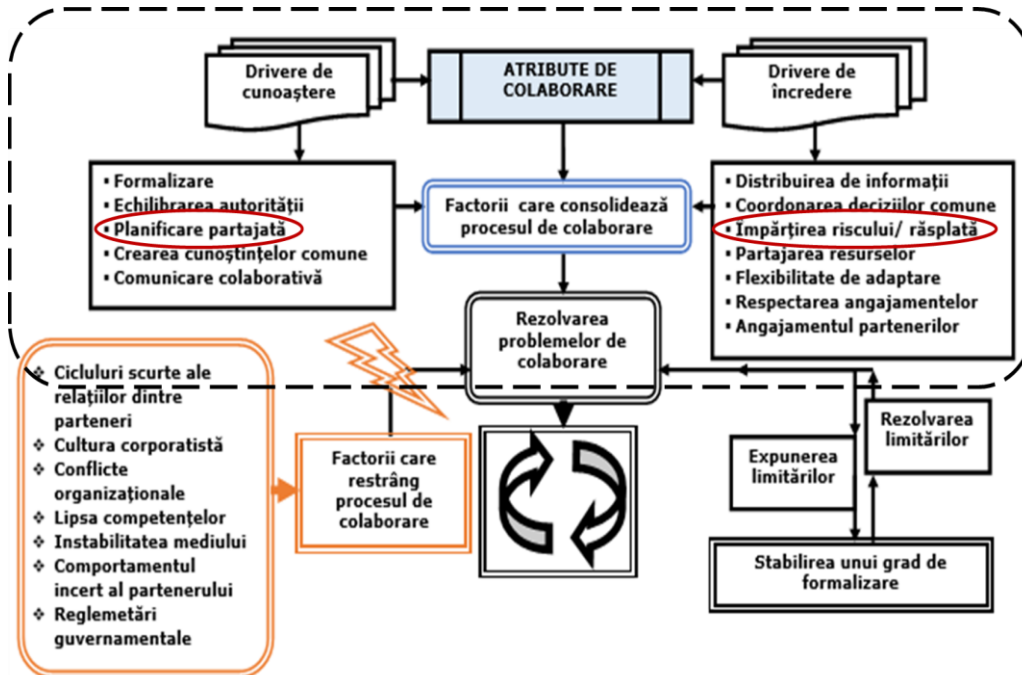


Fig. 3. 5 Cadru larg de rezolvare a limitărilor adaptat după [Popa, 2009], [Simatupang, 2004], [Bititci și Mokadem, 2010]

Factorii de colaborare clasificați în două "drive-uri", respectiv "drive-uri" de încredere și "drive-uri" de cunoaștere prezintă caracteristici importante, care conduc la realizarea unui acord de colaborare între verigile din lanțul logistic. Prin "drive-urile" exemplificate se fac referiri la oameni, cunoștințe și condiții (forțele pieței) care inițiază și sprijină activități, pentru începerea unui acord de colaborare între verigile din lanțul logistic. [182]

Mai exact, conceptualizarea CLRL evidențiază atributele de colaborare din "drive-urile" de încredere și "drive-urile" de cunoaștere și contribuie la realizarea unui formalism de colaborare. Schema CLRL reprezintă o tranziție către conceperea cadrului original al formalismului de colaborare între verigile lanțului logistic, denumit Colaborare între Verigi (CV^{AHP-DBR}) prin Analytic Hierarchy Process (Procesul Ierarhiei Analitice -AHP), Drum-Buffer-Rope (Tambur-Tampon-Funie -DBR) și Thinking Process (Procesele de Gândire -TP), care îmbină o metodă decizională de analiză cu o metodă de dimensionare. (Fig.3.6)

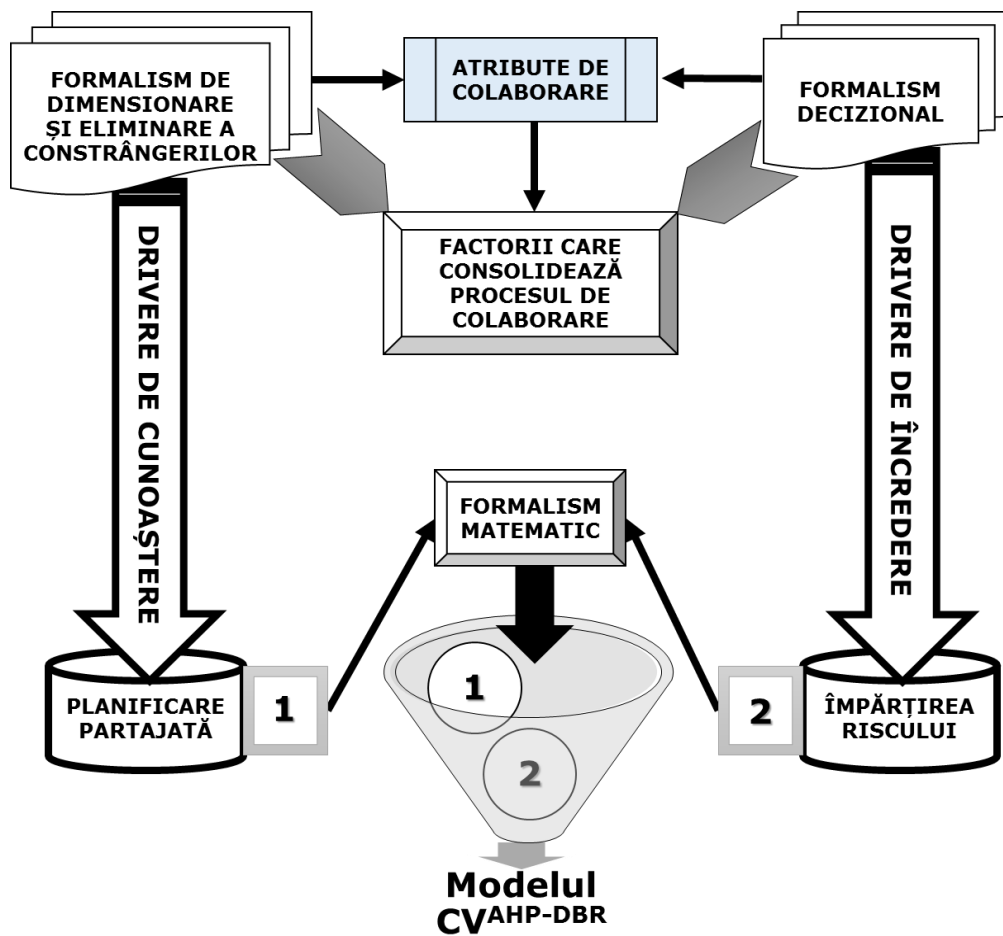


Fig. 3. 6 Conceperea cadrului original al formalismului de colaborare

3.6 Concluzii

Dezvoltarea conceptelor care susțin colaborarea între verigile din lanțul logistic necesită introducerea unor reguli de management și metode decizionale, pentru armonizarea verigilor în păstrarea avantajului competitiv și atingerea obiectivului comun. Atingerea obiectivului comun între verigile din lanțul logistic se realizează prin adoptarea unui nivel ridicat de încredere și prin partajarea cunoștințelor între verigi, care să permită vizibilitatea nivelului de inventar, în cadrul lanțului logistic.

Formarea acordurilor de colaborare între verigile lanțului de aprovizionare implică un proces decizional și necesită utilizarea unor norme și reguli de formalizare.

Consolidarea relațiilor de colaborare între verigile lanțului logistic prin **încredere** și **cunoaștere** pot influența semnificativ acordurile de colaborare și pot contribui la stabilirea unui formalism în care sunt sporite beneficiile cooperării.

Prin factorii de încredere se diminuează influența incertitudinii comportamentale asupra relației care urmează să fie stabilită între partenerii din lanțul logistic. Factorii de încredere contribuie la luarea deciziilor optime și oferă posibilitatea verigilor să obțină un nivel ridicat de integrare în lanțul logistic.

Prin factorii de cunoaștere se identifică reguli și norme care contribuie la găsirea unor formalisme de colaborare între verigile lanțului logistic. Schimbul de cunoștințe influențează comportamentul de colaborare al verigilor din lanțul logistic astfel încât acestea, pentru obținerea unui flux sincronizat trebuie să partajeze informații la momentul potrivit în procesele cheie din lanțul logistic.

Un acord de colaborare bazat pe încredere sprijină transferul de cunoaștere prin stabilirea unei rutine de partajare a know-how-ului între verigile implicate, la toate nivelurile organizaționale și este indispensabilă în comportamente, care tind să fie volitive.

În cadrul capitolului, prin analiza celor trei modele de colaborare reprezentative sunt identificate caracteristicile importante, privind etapele de dezvoltare ale unei alianțe, implementare măsurătorilor de performanță și gradul de interacțiune al verigilor în asocierile de colaborare.

Conform **Modelului I**, indicatorul de formalizare conține proceduri definite pentru măsurarea performanței iar criteriile de căutare și selecție prezintă constrângeri de implementare. În Modelul I nu se face referire la o modalitate de calcul pentru determinarea indicatorilor de performanță duali, care să mențină alianța de colaborare pe termen lung.

Față de Modelul I, **Modelul II** adaugă valoare prin identificarea măsurătorilor de performanță, care facilitează procesul de colaborare și oferă vizibilitatea statusului între verigile din lanț. De asemenea, spre deosebire de Modelul I, în Modelul II măsurătorile de performanță ghidează verigile spre profitabilitatea lanțului logistic. Deși oferă mai multe avantaje pentru realizarea unui parteneriat în lanțul logistic decât Modelul I, în cadrul Modelului II nu se face referire la o modalitate de calcul pentru vizibilitatea nivelului de inventar.

În **Modelul III** se face referire la interacțiunile relațiilor verigilor, pentru menținerea unui parteneriat de lungă durată în lanțul logistic. Față de Modelul I și Modelul II, în cadrul Modelului III accentul este pus pe profunzimea și gradul de interacțiune în asocierile de colaborare și care vor fi beneficiile obținute în urma colaborării realizate de verigile lanțului logistic. În Modelul III nu este pus în discuție un sistem de calcul, prin care să se pondereze rezultatele colaborării.

Deși modelele de colaborare identificate oferă particularități importante în configurarea unui parteneriat profitabil, se remarcă lipsa unei modalități de formalizare algoritmică. Astfel, prin analiza critică realizată asupra modelelor de colaborare au reieșit limitări, care au condus la necesitatea introducerii unor formalisme decizionale și algoritmi de dimensionare, care să stabilească acorduri eficiente de colaborare între verigile lanțului logistic, în cazul unui proiect de instalare a unei turbine eoliene, în condiții meteorologice dificile.

Introducerea unui formalism de colaborare între două verigi din lanțul logistic, axat pe "drivere" de încredere și "drivere" de cunoaștere poate contribui la stabilirea unei relații de încredere pe termen lung în aprovizionarea cu materiale speciale și facilitează crearea de cunoștințe active, prin luarea deciziilor optime în alegerea soluțiilor tehnice potrivite. "Driverile" de încredere și "driverile" de cunoaștere reprezintă două constructe importante, care facilitează partajarea

informațiilor de valoare și contribuie la schimbul de cunoștințe în realizarea beneficiului comun, prin care se pot consolida relațiile de colaborare între verigile lanțului logistic, în cadrul unui proiect RES, în regim izolat.

În urma analizei critice realizate asupra celor trei modele de colaborare reprezentative s-a conceput formalismul de colaborare între verigile lanțului logistic, denumit Colaborare între Verigi (CV^{AHP-DBR}) prin Analytic Hierarchy Process (Procesul Ierarhiei Analitice -AHP), Drum-Buffer-Rope (Tambur-Tampon-Funie -DBR) și Thinking Process (Procesele de Gândire -TP) , care cuprinde atât "driverul" de încredere- *împărțirea riscului*, cât și "driverul" de cunoaștere-*planificare partajată*.

Contribuțiile personale ale autorului sunt:

- Analiza critică realizată asupra celor trei modele de colaborare reprezentative în lanțul logistic, din care a rezultat necesitatea configurării unui **formalism de colaborare între verigile din lanțul logistic**.
- Identificarea factorilor de colaborare, care consolidează procesul de colaborare între verigile lanțului logistic, respectiv factori de încredere, factori de cunoaștere și facilitatori relaționali.
- Identificarea limitărilor Modelului I, care au condus la necesitatea configurării formalismului decizional.
- Identificarea limitărilor Modelului II, care au condus la necesitatea configurării formalismului de dimensionare .
- Identificarea limitărilor Modelului III, care au condus la necesitatea configurării formalismului de comunicare, care să elimine constrângerile și să întărească încrederea.
- Integrarea "driverelor" de încredere și a "driverelor" de cunoaștere în **cadru larg de rezolvare al limitărilor**.
- **Configurarea formalismului original de colaborare "CV^{AHP-DBR}"** , care îmbină o metodă decizională de analiză cu o metodă de dimensionare.

4. CONCEPEREA MODELULUI DECIZIONAL ȘI DE DIMENSIONARE "CV^{AHP-DBR}" PENTRU COLABORAREA ÎNTR-UN LANȚ LOGISTIC

Obiectivul capitolului este cel al conceperii și elaborării unui nou formalism de colaborare între verigile lanțului logistic. Astfel, conceperea și elaborarea unui nou formalism se realizează prin 3 direcții. Prima direcție constă în conceptualizarea modelului cadru "TVSR". A doua direcție concretizează "driverul" de încredere, prin metoda AHP, iar a treia direcție configurează "driverul" de cunoaștere, prin metoda DBR și TOCTP.

4.1 Modelul cadru "Trust but Verify Stock for Risk" (TVSR- Încredere prin Verificarea Stocului pentru Risc), pentru colaborarea verigilor lanțului logistic

În prezenta teză de doctorat s-a realizat delimitarea cercetării, care vizează colaborarea verigilor într-un proiect RES, în regim izolat, adaptat la noile tehnologii.

În cercetările efectuate s-a constatat diversitatea noilor tehnologii în colaborarea verigilor, la nivelul componentelor, care asigură producerea energiei regenerabile. Diversitatea tehnologiilor apărute a impus realizarea unui model de decizie, pentru cea mai potrivită tehnologie, adaptată fiecărui tip de proiect RES. Problema stringentă provocată de noile tehnologii, în domeniul RES implică utilizarea unor materii prime speciale, însă furnizorii acestora sunt **restrictivi (foarte limitați)**. Astfel, această disfuncționalitate în colaborarea verigilor lanțului logistic este identificată în cadrul proiectelor RES de tip izolat.

În domeniul eolian, acest aspect a fost generat de apariția centralelor eoliene de dimensiuni tot mai mari, dotate cu generatoare de mare putere. Coroborat cu cele prezentate mai sus, se poate exemplifica, prin modelul cadru un caz particular de colaborare între verigi, pentru procurarea componentelor necesare în implementarea unui proiect din resurse regenerabile în regim izolat.

Faza conceptuală, pentru realizarea modelului cadru, se bazează în primul pas pe sinteza "driverelor" de încredere (vezi §3.3.1) și pe cea a "driverelor" de cunoaștere (vezi §3.3.2). În al doilea pas se realizează schematizarea și îmbinarea celor două "drivere" de colaborare pentru a conduce la conceperea unui formalism, prin care să se realizeze colaborarea între verigi, pentru un caz particular. Astfel, realizarea modelului „CV^{AHP-DBR}” se compune din formalismul decizional împreună cu formalismul de dimensionare și eliminare a constrângerilor.

Formalismul decizional are ca fundament metodologia multicriterială de analiză, pentru luare deciziilor **Analytic Hierarchy Process** (Procesul Ierarhiei Analitice -AHP). Prin metoda Procesul Ierarhiei Analitice (AHP) sunt evaluate criteriile și alternativele unui proiect RES.

Formalismul de dimensionare și eliminare a constrângerilor are la bază metodologia **Theory of Constraints** (Teoria Constrângerilor- **TOC**) prin **Drum-Buffer-Rope** (Tambur-Tampon-Funie -**DBR**) și "**Thinking Process**" (Procesele de Gândire -TP) [Goldratt și Cox, 1984]. Crearea acestui formalism, prin Teoria Constrângerilor (TOC) indică mecanismul, prin care se înlătură constrângerile de orice tip ale sistemului și prezintă modalitatea, prin care se poate stabili o politică și o performanță de colaborare. Pornind de la TOC se utilizează programarea DBR, care prin formalismul de dimensionare rezolvă fluctuațiile comenzilor pentru materiile prime și asigură o ritmicitate a procesului de achiziție. **Întrebuințarea acestui tip de dimensionare se impune datorită furnizorilor restrictivi (foarte limitați) în proiecte RES de tip izolat și respectiv, a comenzilor izolate, care apar datorită inițierii aritmice verigilor lanțului logistic.**

Pornind de la lucrarea lui Massie (2013), *Trust but Verify: Reagan, Russia and Me*, Ronald Reagan în perioada 1984-1987, a abordat proverbul rus "Trust but verify", astfel încât această expresie a devenit semnătura definitorie a lui Reagan în relațiile de colaborare cu Uniunea Sovietică.

În delimitarea cercetării actuale se poate obține un impact puternic prin adoptarea și adaptarea acestui imbold. În consecință modelul propus „**CV^{AHP}-DBR**” se bazează pe principiul "**Trust but Verify Stock for Risk**" (**TVSR**) și are la bază patru elemente importante și anume (Fig.4.1):

1. **Trust** – Să ai **Încredere**
2. **Verify** – dar **Verifică**
3. **Stock** – **Stocul**
4. **For Risk** - pentru partajarea **Riscului dintre două verigi, la un moment dat.**

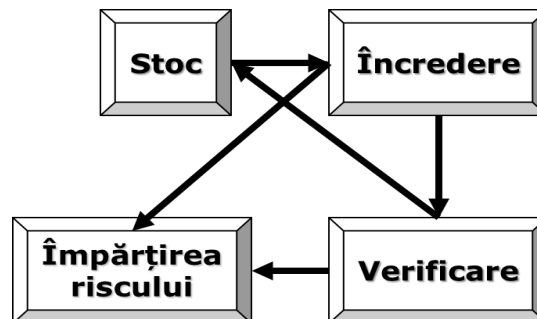


Fig. 4. 1 Principiul "Trust but Verify Stock for Risk" (TVSR)

Începerea unei relații de colaborare în rețeaua logistică cu toată încrederea (Trust) reprezintă fundamentul indispensabil, pentru realizarea acestui principiu. Prima regulă, care pune bazele acestei colaborări este dată de *regula contractuală*, în care sunt prezentați termenii contractuali. Următorul pas presupune realizarea unui angajament moral al partenerilor, pentru schimbul de date, punând la dispoziție orice tranzație în orice moment și în timp real. Schimbul de date în timp real asigură performanța într-o perioadă de timp scurtă. A doua regulă (Verify) se realizează prin metode algoritmice decizionale și de dimensionare. De asemenea, sunt analizate comportamentele relaționale și competențele individuale, intra-organizaționale și inter-organizaționale. A treia regulă (Stock) presupune transparența, vizibilitatea și controlul stocului. A patra regulă (Risk) este

reprezentată prin recunoașterea și proiecția în partajarea factorilor de risc, certificarea activităților compromise și asigurarea garanțiilor prin planuri de evaluare. (Fig.4.2)

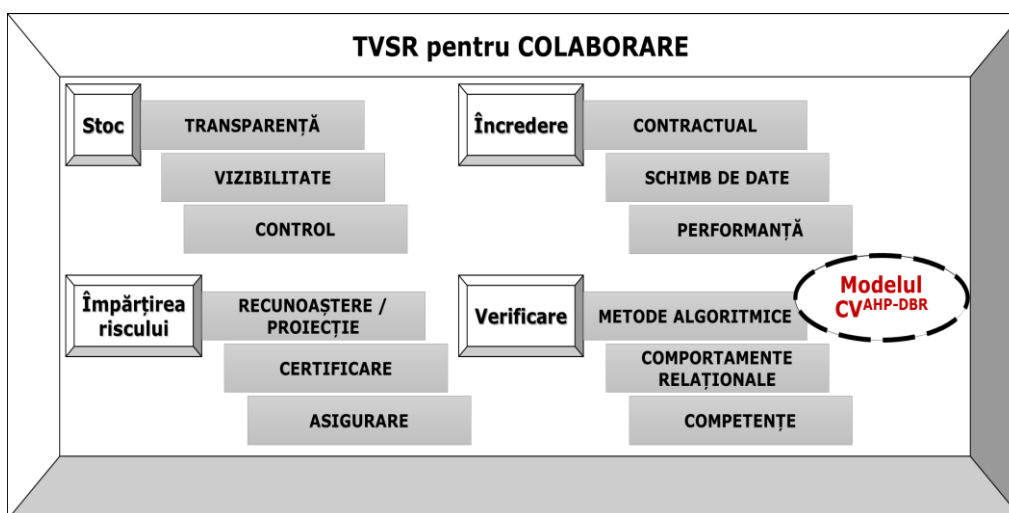


Fig. 4. 2 Modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic

4.2 Elaborarea formalismului decizional în modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic

În contextul tehnologic de astăzi, luarea deciziilor, pentru implementarea proiectelor din surse regenerabile de energie reprezintă o provocare atât, pentru echipele de specialiști în cercetarea, dezvoltarea și implementarea proiectelor, cât și pentru alegerea furnizorilor-parteneri, care să facă față cerințelor tehnice stricte impuse de documentația proiectului.

Creșterea rapidă a cererii la nivel mondial, în ultimii ani, pentru producția componentelor de mari dimensiuni și mare tonaj, au condus la apariția multor provocări de colaborare între verigile lanțului, în luarea deciziilor. Astfel, luarea deciziilor, pentru găsirea furnizorilor specifici proiectului RES, în regim izolat a necesitat listarea unor criterii tehnice stricte, care să corespundă cu specificațiile proiectului.

Mai exact, în proiectul RES, au fost identificate, prin decizie multicriterială criterii, întâlnite în producerea echipamentelor speciale, care să respecte cu strictețe parametrii tehnici unici ai proiectului, în regim izolat. Anumite componente cheie în finalizarea proiectului au fost luate în considerare, cum sunt tehnologia specială, echipe speciale, care dețin cunoștințe multidisciplinare din această industrie, alegerea locului potrivit în care vor fi amplasate componentele de mare tonaj.

Adoptarea unui formalism decizional, în conceperea modelului cadru, identifică criteriile importante adaptate unui proiect RES, în regim izolat. (Fig. 4.3)

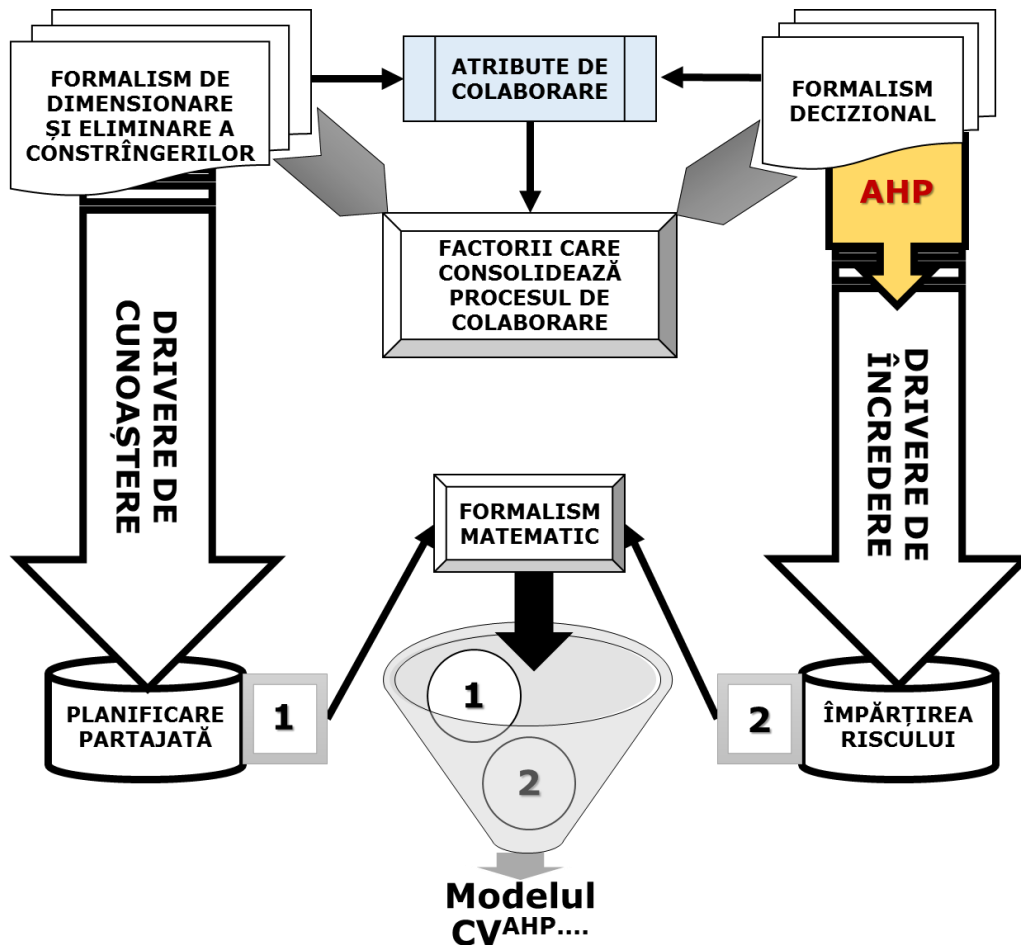


Fig. 4. 3 Formalismul decizional

4.2.1 Metoda decizională multicriterială Analytic Hierarchy Process (AHP)

Metodele multicriteriale de analiză provin din ramura clasei generale de modele "Operations Research", prin care se abordează probleme complexe, care conțin incertitudini ridicate, obiective conflictuale, forme diferite de date și interese multiple. [Wang, et al., 2010] Această clasă majoră de metode se împarte în: **metode de luare a deciziilor cu obiective multiple și metode de luare a deciziilor cu atribute multiple**. Aceste metodologii împărtășesc caracteristicile comune ale conflictelor între criterii, unități incomensurabile și dificultăți în proiectarea / selectarea alternativelor. Metodele multicriteriale de analiză se preocupă de identificarea și alegerea alternativelor, pentru găsirea celor mai bune soluții, luând în considerare așteptările factorilor de decizie. Punctul dificil în utilizarea acestor metode reprezintă multiplicitatea criteriilor stabilite, pentru judecarea alternativelor.

Principala distincție între cele două grupe de metode se bazează pe numărul de alternative în curs de evaluare. **Metodele cu atribute multiple** sunt concepute pentru selectarea alternativelor discrete, în timp ce **metodele cu obiective multiple** sunt mai adecvate, pentru a face față problemelor de planificare multi-obiective, atunci când un număr teoretic infinit de alternative continue sunt definite printr-un set de constrângeri asupra unui vector variabil de decizie [San Cristóbal, 2012]

Metodele cu atribute multiple presupun o clasificare a alternativelor unei probleme, care pornesc de la un ansamblu de criterii, pentru care se stabilesc ponderi numerice ce trebuie evaluate. Importanța acordată acestor metode constă în puterea de judecată a decidentului, care indică criteriile și sub-criteriile. De asemenea, se estimează și se evaluează contribuția fiecărei alternative la realizarea scopului decizional. (Tabel 4.1)

Tabel 4. 1: Elementele importante utilizate în procesele de analiză cu atribute multiple [Saaty, 1986] [Vargas, 2010]

Utilizarea alternativelor	Folosirea criteriilor	Normalizarea matricei de performanță	Punctajele și ponderile	Matricea de performanță	Matricea decizională
Exprimă opțiunile, prin care obiectivele unei probleme sunt realizate.	Exprimă modalitățile în funcție de care sunt evaluate și comparate alternativele.	Reprezintă valorile criteriilor exprimate prin diferite unități de măsură, care sunt transformate într-o scală comună.	Se acordă în funcție de o anumită scală și se stabilesc în diverse etape ale prelucrării matricei de performanță. Ponderile sunt măsuri cantitative asociate criteriilor, care stabilesc importanța acestora. Ponderile sunt date subiectiv de către decident sau se apelează la diferite programe speciale de analiză.	Se realizează printr-un desen grafic în care alternativele sunt plasate pe fiecare rând și criteriile decizionale sunt prezentate pe fiecare coloană.	Prezentarea grafică a matricei decizionale descrie consecințele sau performanțele alternativelor, referitoare la satisfacerea criteriilor decizionale.

Studiul realizat asupra metodelor decizionale a fost inițiat prin aplicarea **metodei Electre**, în cadrul primei lucrări științifice, susținută de autor într-o conferință internațională importantă, indexată ISI Thomson. Metoda Electre a fost elaborată și dezvoltată de o echipă condusă de **Bernard Roy** și se bazează pe conceptul de surclasare, prin care sunt eliminate alternativele, care se află într-o relație de dominanță. [Roy, 1968] Metoda Electre este întrebuintată atunci când este posibilă ierarhizarea unor criterii de analiză, în funcție de care trebuie analizate alternativele și variantele. [Badea, 2013]

Sintetizarea metodei Electre este următoarea:

1. Primul pas al metodei începe prin alegerea variantei optime, care surclasează celelalte variante;
2. Sunt calculate utilitățile, pentru fiecare criteriu de optimizare a deciziei;
3. Se atribuie coeficienții de importanță;
4. Se calculează coeficienți de concordanță și discordanță;
5. Se alege varianta optimă cu ajutorul matricei de surclasare, fiind anticipată de alte două tipuri de matrici: matricea de concordanță / discordanță și matricea diferențelor.

Metoda Electre face parte din **metodele cu atribute multiple**. Dezavantajul oferit de metoda Electre este faptul că această metodă limitează analiza unei probleme complexe pe niveluri ierarhice, astfel încât studiul de cercetare s-a extins asupra metodei **Analytic Hierarchy Process (AHP)**, care facilitează prin diferite instrumente de calcul formalizate, analiza unor probleme complexe, care implică mai multe criterii.

Spre deosebire de metoda Electre, metoda decizională AHP consideră că toate elementele analizate sunt prezentate în diferite categorii ierarhice (scop, criterii și alternative), care au ca rădăcină scopul general. Scopul general se descompune succesiv în niveluri (criterii, subcriterii și alternative). În cadrul metodei AHP comparațiile între criterii și alternative se realizează prin construirea matricilor de comparație, contribuind la formarea matricii performanțelor. Avantajul metodei decizionale AHP reprezintă modalitatea de calcul pentru stabilirea ponderilor și performanțelor alternativelor. Fundamentul care stă la baza metodei decizionale AHP constă într-un set de axiome, care delimitează cu atenție scopul central al unei probleme de actualitate. [Saaty, 1980] Metoda AHP se bazează pe o structură matematică bine definită în care obiectivul final al problemei este analizat ca număr de elemente decizionale. [Triantaphyllou și Mann, 1995]

4.2.2 Pașii metodei decizionale AHP

Analytic Hierarchy Process (AHP) a fost dezvoltat în anii 1980 de către Thomas L. Saaty și reprezintă un instrument de ierarhizare a alternativelor unei probleme. Metodă decizională AHP oferă un cadru, pentru rezolvarea diferitelor tipuri de probleme prin decizie multicriterială, care segmentează o problemă în subprobleme mai simple, pe care le ierarhizează și le analizează independent. [Bhushan și Rai, 2004] Metoda decizională AHP se bazează pe raționamente logice, sintetizează opiniile exprimate, stabilește structurile prioritare și analizează situațiile conflictuale. [Saaty, 1990] [Schoenherr, et al., 2008] Importanța metodei AHP se remarcă atunci când aspectele incerte ale unei probleme trebuie să fie evaluate. Prin metoda AHP, se realizează o conexiune interactivă, în care sunt comunicate analistului opțiunile și opiniile factorilor de decizie, iar rezultatele sunt dezbătute sau doar discutate. [Saaty 1991,a,b].

Aplicarea metodei AHP împarte o problemă complexă, care necesită rezolvare în componente sau niveluri, mai exact în criterii și alternative, astfel încât să fie ușor analizate și comparate în mod independent. Problema de decizie (scopul) se află în nivelul superior al ierarhiei, în timp ce criteriile sunt în nivelul intermediar. Alternativele sunt la cel mai scăzut nivel al ierarhiei. La fiecare nivel al ierarhiei, componentele sunt comparate în raport cu celelalte cu ajutorul unui sistem de comparare cuplată sau pe perechi. (Fig.4.4)

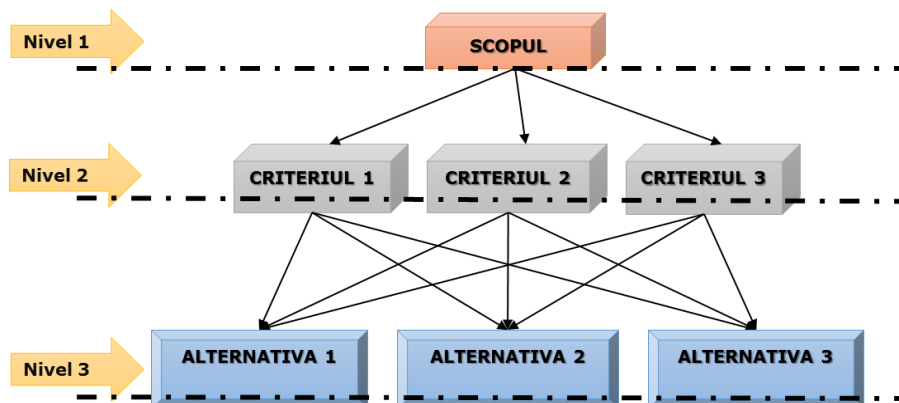


Fig. 4. 4 Reprezentarea grafică a modelului AHP adaptat după [Saaty, 1986]

Vargas (2010) structurează metoda AHP astfel: [Vargas, 2010]

- oferă o structură eficientă în procesul de luare a deciziilor;
- prezintă o serie de elemente detaliate, identificate de cel care ia decizia;
- sunt stabilite fundamentele cuantificabile ale elementelor;
- oferă mijloace de calcul pentru clasarea criteriilor și dobândirea indicilor de performanță pentru alternativele identificate;
- ajută factorii de decizie să mențină modele de gândire prin derivarea ponderii relative a fiecărei componente;
- se atribuie o valoare numerică pentru fiecare alternativă a problemei;
- se determină alternativa optimă.

AHP folosește o scală fundamentală de numere absolute, prin care sunt comparate criteriile și alternativele în raport cu un criteriu. Scala relativă a importanței elaborată de Saaty (1980) reprezintă o scală, care surprinde preferințele individuale în atribute cantitative și calitative. [Saaty, 1980, 1986, 1994,a,b]. Scala relativă a importanței Saaty are la bază anumite elemente psihologice, fiind realizată pentru a reda optim prioritățile comparațiilor dintre două elemente. Scala lui Saaty (1980) convertește preferințele individuale în ponderi proporționale scalare, care la rândul lor sunt îmbinate, obținând o valoare cumulativă liniară, pentru fiecare alternativă. Rezultanta poate fi folosită pentru a compara și ierarhiza alternativele, prin urmare, asistă factorul de decizie în alegerea variantei optime. (Tabel 4.2) Capacitatea de transformare a datelor empirice în modele matematice este principala contribuție distinctivă a tehnicii AHP în contrast cu alte tehnici de comparare.

Tabel 4. 2: Scala relativă de importanță Saaty [Saaty, 1980, 1994]

Scala relativă de importanță Saaty, pentru compararea criteriilor, subcriteriilor și alternativelor	Pondere numerică scalară	Reciprocitatea	Scala relativă de importanță Saaty, pentru compararea criteriilor, subcriteriilor și alternativelor
Importanța extrem de mare	9	1/9 (0,11)	Importanța extrem de mică
Importanță între foarte mare și extrem de mare	8	1/8 (0,125)	Importanță între foarte mică și extrem de mică
Importanță foarte mare	7	1/7 (0,143)	Importanță foarte mică
Importanță între mult mai mare și foarte mare	6	1/6 (0,166)	Importanță între mult mai mică și foarte mică
Importanță semnificativă	5	1/5 (0,2)	Importanță nesemnificativă
Importanță între moderat mai mare și mult mai mare	4	1/4 (0,25)	Importanță între moderat mai mică și mult mai mică
Importanță moderat mai mare	3	1/3 (0,33)	Importanță moderat mai mică
Importanță între egal și moderat mai mare	2	1/2 (0,5)	Importanță între egal și moderat mai mică
Importanță egală	1	1	Importanță egală

În Tabelul 4. 2 sunt exprimate 9 evaluări, care oferă grade de judecată, pentru stabilirea importanței variantelor decizionale. Evaluările secundare 2, 4, 6 și 8 completează cele cinci evaluări principale, respectiv 1, 3, 5, 7, 9. Metoda AHP oferă avantaje notabile, într-o proporție mult mai mare în diferite domenii de interes, deși a fost blamată de anumiți autori, privind asocierile dintre caracterizările verbale și scala relativă de importanță:

- Compararea criteriilor sau alternativelor este percepută de anumiți utilizatori simplă și accesibilă.
- Această metodă oferă rezultate notabile când sunt folosite criteriile calitative.
- Sunt oferite soluții pentru gestionarea dezacordurilor dintre factorii de decizie. [Vargas, 2010]

Algoritmului AHP presupune o eșalonare în 6 pași, după cum urmează:

1. Alcătuirea schemei ierarhice a problemei care trebuie analizată; (Fig. 4.4.)

În această fază este prezentat scopul fundamental al problemei, care trebuie analizat. Sunt identificate criteriile de decizie și după caz, separarea acestora în subcriterii. În funcție de preferințele analistului sunt prezentate și clasate alternativele de decizie.

2. Stabilirea ponderilor relative prin scala Saaty și argumentarea valorilor date pentru compararea acestora;

Ponderile relative sunt stabilite pe baza unei scale numerice de la 1 la 9 după care, prin evaluarea subiectivă a decidentului sunt făcute comparații pe perechi. Prin comparații se obțin gradele de importanță ale unui criteriu față de celălalt. (Tabel 4.2) AHP presupune alcătuirea unor matrici, care compară criteriile între ele. Realizarea acestui demers constă în ierarhizarea sau ponderarea fiecărui criteriu prin

care se descrie importanța contribuției fiecărui criteriu la scopul de ansamblu propus. În cazul în care criteriile sunt eșalonate în subcriterii, se realizează comparațiile pe perechi, fiind reluate pentru fiecare dintre nivelurile acestei ierarhii. Prin compararea realizată pe perechi pentru n criterii ($S_1 \dots S_n$) este indicată valoarea numerică pentru fiecare criteriu, care contribuie la scopul general, astfel încât prin construirea unei matrici, denumită $n(s)$ este arătat locul dominant al unui criteriu prezentat în rubrica din stânga față de fiecare dintre criteriile din rândul de sus. (Fig. 4.5)

$$S \equiv \begin{array}{c|ccc} & S_1 & \dots & S_n \\ \hline S_1 & S_1/S_1 & \dots & S_1/S_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_n & S_n/S_1 & \dots & S_n/S_n \end{array}$$

Fig. 4. 5 Matricea de comparație [Saaty, 1986]

Fiecare înregistrare din **matricea S** se realizează prin selectarea ponderilor din scală relativă a importanței Saaty, acestea fiind destinate fiecărui criteriu. În interiorul matricii S, fiecare consemnare realizată este afirmativă. Componentele poziționate în diagonală (S_{ij}) au o importanță egală cu 1. Această situație se exemplifică astfel: dacă S_1 este apreciat pe o scală de 7 la S_2 , atunci S_2 este apreciat pe o scală de 1/7 la S_1 , atunci proprietatea reciprocă $S_{ji} = 1/ S_{ij}$ este satisfăcătoare, astfel încât sunt necesare evaluări numai pentru componentele care sunt poziționate deasupra diagonalei. [Saaty, 1986]

3. Alternativele decizionale sunt comparate două câte două, ținând cont de fiecare criteriu decizional, care sunt ierarhizate, după caz, în raport cu fiecare subcriteriu;

Compararea alternativelor se realizează prin stabilirea ponderilor pe baza unei scale numerice pornind cu valoarea 1, până la valoarea 9. Prin evaluarea subiectivă a decidentului sunt făcute comparații pe perechi. (Tabel 4.2.) În această etapă se alcătuiesc matrici de comparare în care sunt ierarhizate alternativele, ținând cont de fiecare criteriu stabilit.

Matricile de comparare $\{DM_{(Q)}, 1 \leq q \leq v\}$ se realizează astfel:

-două câte două alternative (Al) din mulțimea $\{Al_{(1)}, Al_{(2)}, Al_{(3)}, \dots, Al_{(w)}\}$ sunt alăturate, fiecare în funcție de fiecare criteriu (Cd) din mulțimea criteriilor de decizie $\{Cd_{(1)}, Cd_{(2)}, \dots, Cd_{(v)}\}$.

În continuare, acest pas al treilea presupune parcurgerea a 2 etape:

Etapa (3a) presupune configurarea matricilor brute $DM_{(Q)}$, astfel pentru fiecare criteriu decizional $Cd_{(Q)}(1 \leq q \leq v)$ se construiește o matrice **S**, $DM_{(Q)} = \{r_{ij}^{(Q)}, 1 \leq i \leq w, 1 \leq j \leq w\}$. Elementele componente r_{ij} ale matricii $DM_{(Q)}$, se reprezintă printr-un număr care compară alternativa decizională Al_i cu alternativa decizională Al_j pentru îndeplinirea criteriului decizional $Cd_{(Q)}(1 \leq q \leq v)$.

Astfel, sunt notabile următoarele observații (Tabel 4.3):

Tabel 4. 3: Construirea matricei $DM_{(Q)}$

Se disting următoarele relații:		Proprietățile matricei $DM_{(Q)}$
$r_{ij}^{(Q)} > 1$	-în cazul în care alternativa Al_i este superioară decât alternativa Al_j , conform criteriului decizional $Cd_{(Q)}$	$r_{ij}^{(Q)} = 1 / r_{ji}^{(Q)}$ $r_{ii}^{(Q)} = 1$ $1 \leq i \leq w, 1 \leq j \leq w$ <i>Construirea matricei $DM_{(Q)}$ se poate realiza doar din elementele nivelului său superior: $\{r_{ij}^{(Q)}, 1 \leq i \leq w, i < j \leq w\}$ sau inferior: $\{r_{ij}^{(Q)}, j < i \leq w, 1 \leq j \leq w\}$</i>
$r_{ij}^{(Q)} < 1$	- în cazul în care alternativa Al_i este inferioară decât alternativa Al_j , conform criteriului decizional $Cd_{(Q)}$	
$r_{ij}^{(Q)} = 1$	-alternativele Al_i și Al_j îndeplinesc în mod egal criteriul decizional $Cd_{(Q)}$	

Etapa (3b) presupune normalizarea matricilor, mai exact se realizează normalizarea matricei brute, prin observațiile următoare : (Tabel 4.4)

Tabel 4. 4: Normalizarea matricilor

-se realizează calcularea sumelor pe coloane $S_j^{(Q)}$, $1 \leq j \leq w$ care sunt notate pe un rând suplimentar	Realizarea Matricei brute $DM_{(Q)}$				
	Alternativa	Al(1)	Al(2)	.....	Al(w)
	Al(1)	$r_{11}^{(Q)}$	$r_{12}^{(Q)}$	.....	$r_{1w}^{(Q)}$
	Al(2)	$r_{21}^{(Q)}$	$r_{22}^{(Q)}$	.....	$r_{2w}^{(Q)}$

	Al(w)	$r_{w1}^{(Q)}$	$r_{w2}^{(Q)}$	.....	$r_{ww}^{(Q)}$
	SUMA PE COLOANE	$S_1^{(Q)} = \sum_{i=1}^w r_{i1}^{(Q)}$	$S_2^{(Q)} = \sum_{i=1}^w r_{i2}^{(Q)}$	.....	$S_w^{(Q)} = \sum_{i=1}^w r_{iw}^{(Q)}$
-se realizează diviziunea fiecărui element $r_{ij}^{(Q)}$, $1 \leq i, j \leq w$ în funcție de suma obținută pe fiecare coloană $S_j^{(Q)}$	Realizarea Matricei normalizate $DM_{(Q)}$				
	Alternativa	Al(1)	Al(2)	.....	Al(w)
	Al(1)	$r_{11}^{(Q)} / S_1^{(Q)}$	$r_{12}^{(Q)} / S_2^{(Q)}$	.....	$r_{1w}^{(Q)} / S_w^{(Q)}$
	Al(2)	$r_{21}^{(Q)} / S_1^{(Q)}$	$r_{22}^{(Q)} / S_2^{(Q)}$	.....	$r_{2w}^{(Q)} / S_w^{(Q)}$

	Al(w)	$r_{w1}^{(Q)} / S_1^{(Q)}$	$r_{w2}^{(Q)} / S_2^{(Q)}$	.....	$r_{ww}^{(Q)} / S_w^{(Q)}$
	SUMA PE COLOANE	1	1	.....	1

-este prezentată modalitatea de calcul pentru obținerea performanțelor (consecințelor), respectiv însumarea elementelor de pe fiecare rând, care sunt notate pe o coloană adițională	Realizarea Matricei normalizate $DM(Q)$ împreună cu coloana consecințelor					
	Alternativa	Al(1)	Al(2)	.....	Al(w)	Media consecințelor
	Al(1)	$r_{11}(Q) / S_1(Q)$	$r_{12}(Q) / S_2(Q)$	.....	$r_{1w}(Q) / S_w(Q)$	$Pg_1^{(Q)} = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^W \frac{r_{1j}^{(Q)}}{S_j^{(Q)}}$
	Al(2)	$r_{21}(Q) / S_1(Q)$	$r_{22}(Q) / S_2(Q)$	.....	$r_{2w}(Q) / S_w(Q)$	$Pg_2^{(Q)} = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^W \frac{r_{2j}^{(Q)}}{S_j^{(Q)}}$

	Al(w)	$r_{w1}(Q) / S_1(Q)$	$r_{w2}(Q) / S_2(Q)$	.....	$r_{ww}(Q) / S_w(Q)$	$Pg_w^{(Q)} = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^W \frac{r_{wj}^{(Q)}}{S_j^{(Q)}}$
	SUMA PE COLOANE	1	1	.....	1	1

4. Se realizează compararea perechilor de criterii decizionale (criterii și subcriterii) și se obține o prioritarizare globală a acestora.

În această etapă, metoda de calcul algoritmică pentru ierarhizarea criteriilor decizionale este asemănătoare pasului 3.

Sunt ierarhizate criteriile decizionale, care au rolul să prezinte informații importante asupra contribuției acestora la scopul decizional. Matricea de comparare $DM_{(Cd)}$, se reprezintă prin numărul de criterii decizionale și elementele sale $r_{ij}^{(Cd)}$. $DM_{(Cd)}$ compară importanța criteriului Cd_i cu cea a criteriului Cd_j ($1 \leq i, j \leq v$). Numerele se obțin prin **scala relativă de importanță Saaty** (Saaty, 1980, 1994) (Tabel 4.2), în acest caz comparațiile se realizează dacă este îndeplinită contribuția alternativei Cd_i în raport cu contribuția alternativei Cd_j . (Tabel 4.5):

Tabel 4. 5: Ierarhizarea criteriilor decizionale

- se realizează calcularea sumelor coloane pe	Realizarea Matricei brute $DM_{(Cd)}$				
	CRITERIUL DECIZIONAL	Cd(1)	Cd(2)	.....	Cd(v)
	Cd(1)	$r_{11}^{(Cd)}$	$r_{12}^{(Cd)}$	.....	$r_{1v}^{(Cd)}$
	Cd(2)	$r_{21}^{(Cd)}$	$r_{22}^{(Cd)}$	.....	$r_{2v}^{(Cd)}$

	Cd(w)	$r_{v1}^{(Cd)}$	$r_{v2}^{(Cd)}$	.....	$r_{vv}^{(Cd)}$
	SUMA PE COLOANE	$S_1^{(Cd)} = \sum_{i=1}^v r_{i1}^{(Cd)}$	$S_2^{(Cd)} = \sum_{i=1}^v r_{i2}^{(Cd)}$	.....	$S_v^{(Cd)} = \sum_{i=1}^v r_{iv}^{(Cd)}$

-se realizează diviziunea fiecărui element la suma de pe coloană	Realizarea Matricei normalizate $DM_{(Cd)}$					
	CRITERIUL DECIZIONAL	Cd(1)	Cd(2)	.....	Cd(v)
	Cd(1)	$r_{11}(Cd) / S_1(Cd)$	$r_{12}(Cd) / S_2(Cd)$	.....	$r_{1v}(Cd) / S_v(Cd)$
	Cd(2)	$r_{21}(Cd) / S_1(Cd)$	$r_{22}(Cd) / S_2(Cd)$	.....	$r_{2v}(Cd) / S_v(Cd)$
	
	Cd(v)	$r_{v1}(Cd) / S_1(C)$	$r_{v2}(Cd) / S_2(Cd)$	.....	$r_{vv}(Cd) / S_v(Cd)$
SUMA PE COLOANE	1	1	.....	1	
-este prezentată modalitatea de calcul pentru obținerea performanțelor (consecințelor)	Realizarea Matricei normalizate $DM_{(Cd)}$ împreună cu coloana consecințelor					
	CRITERIUL DECIZIONAL	Cd(1)	Cd(2)	Cd(v)	Media consecințelor
	Cd(1)	$r_{11}(Cd) / S_1(Cd)$	$r_{12}(Cd) / S_2(Cd)$	$r_{1v}(Cd) / S_v(Cd)$	$Pg_1^{(Cd)} = \frac{1}{v} \sum_{j=1}^v \frac{r_{1j}^{(Cd)}}{S_j^{(Cd)}}$
	Cd(2)	$r_{21}(Cd) / S_1(Cd)$	$r_{22}(Cd) / S_2(Cd)$	$r_{2v}(Cd) / S_v(Cd)$	$Pg_2^{(Cd)} = \frac{1}{v} \sum_{j=1}^v \frac{r_{2j}^{(Cd)}}{S_j^{(Cd)}}$

	Cd(v)	$r_{v1}(Cd) / S_1(C)$	$r_{v2}(Cd) / S_2(Cd)$	$r_{vv}(Cd) / S_v(Cd)$	$Pg_v^{(Cd)} = \frac{1}{v} \sum_{j=1}^v \frac{r_{vj}^{(Cd)}}{S_j^{(Cd)}}$
SUMA PE COLOANE	1	1	.....	1	1

5. Realizarea matricii performanțelor și calcularea punctajelor pentru alternative, în funcție de toate criteriile decizionale, utilizând ierarhizarea variantelor obținută la pasul 3 cât și ierarhizarea criteriilor de la pasul 4.

Stabilirea punctajului total de prioritate al fiecărei alternative se calculează ca sumă a elementelor dintre ponderea relativă pentru un anumit criteriu și ponderea relativă a unei alternative în raport cu acel criteriu. În cadrul acestei etape sunt combinate răspunsurile etapelor precedente, care oferă o ierarhizare generală pentru fiecare alternativă decizională Al_i ($1 \leq i \leq w$) în raport cu toate criteriile de decizie Cd_j ($1 \leq j \leq v$). Prezentarea rezultatelor obținute sunt indicate în matricea performanțelor D_p , respectiv coloanele pentru criteriile decizionale și rândurile pentru variantele de decizie: $D_p = \{r_{ij}, 1 \leq i \leq w, 1 \leq j \leq v\}$. Particularitatea dată de r_{ij} , mai exact intersecția variantei de decizie Al_i ($1 \leq i \leq w$) cu coloana criteriului decizional Cd_j ($1 \leq j \leq v$) demonstrează performanța realizată de varianta decizională Al_i în raport cu criteriul de decizie Cd_j , introdusă în rândul i și coloana de consecințe a matricii de comparare $DM_{(Q)}$ (ierarhizarea alternativelor decizionale în raport cu criteriul decizional Cd_j , elaborată în cadrul pasului 3). Matricea D_p presupune un rând adițional, care conține ponderile factorilor de decizie, respectiv coloana ponderilor matricii $DM_{(Cd)}$ realizată în pasul 4. Mai exact, această coloană cuprinde valorile finale ale alternativelor.

6. Decizia finală se obține prin alegerea alternativei cu punctaj maxim. (Tabel 4.6)

Tabel 4. 6: Alegerea alternativei cu punctaj maxim

-În coloana punctajului general este prezentată ierarhizarea alternativelor decizionale	Realizarea Matricei performanțelor Dp					
	PONDERI CRITERII	CRITERII DE DECIZIE				$\sum_{i=1}^v pg_i^{(Cd)} = 1$
		Pg1(Cd)	Pg2(Cd)	Pgv(Cd)	
	ALTERNATIVE DECIZIONALE	Cd(1)	Cd(2)	Cd(v)	PUNTAJ GENERAL
	AI(1)	Pg1(1)	Pg1(2)	Pg1(v)	$S_1 = \sum_{i=1}^v pg_i^{(Cd)} pg_{1,i}^{(1)}$
	AI(2)	Pg2(1)	Pg2(2)	Pg2(v)	$S_2 = \sum_{i=1}^v pg_i^{(Cd)} pg_{2,i}^{(2)}$

AI(w)	Pgw(1)	Pgw(2)	Pgw(v)	$S_w = \sum_{i=1}^v pg_i^{(Cd)} pg_{w,i}^{(w)}$	

Caracteristica esențială a metodei AHP este reprezentată de puterea de judecată a decidentului pentru stabilirea criteriilor. Metoda AHP structurează și îmbină aprecieri distincte, de care trebuie să se țină cont, în momentul procesului decizional. Fiecare apreciere obținută condiționează în mare măsură decizia finală.

4.2.3 Aplicarea formalismului decizional prin algoritmul AHP

Algoritmul AHP a fost utilizat în cercetările realizate de Badea, et al. (a), (2014) expuse în lucrarea <<Assessing risk factors in collaborative supply chain with the analytic hierarchy process (AHP)>> și Proștean, et al. (d), (2014) expuse în lucrarea <<Risk variables in wind power supply chain>>, iar rezultatele au fost diseminate în cadrul celei de-a XII-a Conferință Internațională Symposium in Management (SIM), organizată în Timișoara, România. În cadrul cercetărilor realizate au fost investigate anumite situații speciale în colaborarea verigilor lanțului, respectiv modalitățile în care anumite blocaje ale verigilor în procurarea materialelor speciale, contribuie la apariția factorilor de risc. Astfel, au fost analizate variabilele de risc între diferite verigi ale lanțului logistic și problemele întâmpinate în proiectele de energie eoliană prin procedura de achiziție publică. Un caz special, privind procedura de achiziție publică presupune ca selecția furnizorilor să fie transparentă, echitabilă și să ofere șanse egale tuturor furnizorilor potențiali, dar, în același timp, trebuie să se asigure că sunt proiectate și respectate cu mare precizie specificațiile tehnice ale echipamentelor.

Luând în considerare acest caz special, prin discuții structurate au fost identificați factori de risc, pentru **producătorii de echipamente speciale, producătorii de componente cheie, și serviciile furnizorilor. (Fig. 4.6)**

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"85

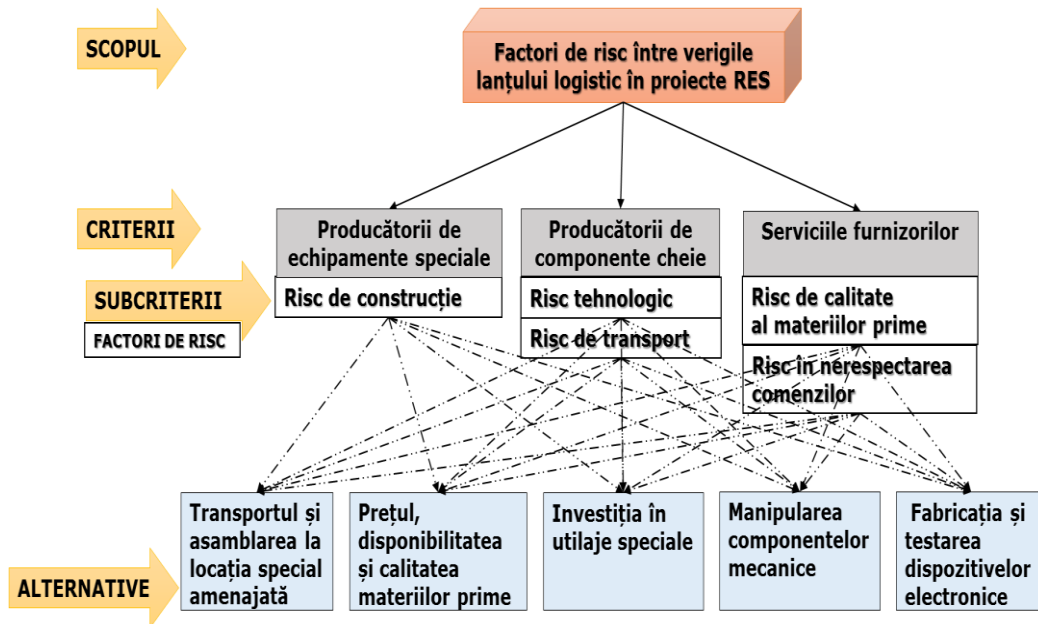


Fig. 4. 6 Factori de risc între verigile lanțului logistic în proiecte RES

Gestionarea riscurilor în proiecte RES sunt complicate datorită faptului că acestea în unele situații sunt interconectate. În acest sens, capacitatea furnizorilor de a realiza componente speciale cu maximă precizie din materiale compozite de ultimă generație, implică foarte multe riscuri. De asemenea, riscul de transport are o pondere ridicată datorită provocărilor impuse de gabaritul mare al echipamentelor, neadaptate, pentru toate condițiile de drum.

4.3 Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în modelul cadru "TVSR", pentru colaborarea verigilor lanțului logistic

Cercetarea a pornit de la efectele negative provocate de fluctuațiile lanțului logistic, care îngreunează stabilirea unei colaborări profitabile între verigile lanțului. Astfel, s-a realizat un studiu teoretic și aplicativ cu privire la acțiunile desincronizate ale verigilor, care la nivelul stocurilor creează întreruperi în fluxul logistic. Conceperea modelului cadru original s-a realizat prin exemplificarea sincronizării fluxurilor, între verigile logistice, utilizând metodologia TOC prin strategia DBR, care presupune programarea și gestionarea operațiunilor atunci când există o constrângere internă a resurselor între verigi. Soluția oferită prin filozofia TOC-DBR se concentrează pe reducerea timpului de reaprovizionare, disponibilitatea spațiului de stocare și producerea comenzilor cât și pe exemplificarea fenomenului de **dimensionare intermediară, pe trei niveluri**, pe diferite verigi ale lanțului logistic, atunci când apar variații în comanda clientului [Goldratt 1992; Cox et al., 1998].

În continuare se tratează aplicarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor, prin care sunt identificate desincronizări și propuse stocuri dimensionate în comenzile de materii prime, prin care să se asigure ritmicitatea fluxului logistic între verigi. Mai exact, pornind de la factorii care consolidează procesul de colaborare, prin "driverul" de cunoaștere- **Planificare partajată** se propune un model pentru stabilirea acordului de colaborare, pentru gestionarea stocurilor intermediare între două verigi. (Fig.4.7) Trebuie menționat faptul că parteneriatele, care se stabilesc între verigi trebuie să fie individualizate. În acest sens, între fiecare două verigi se stabilesc acorduri personalizate. Fiecare verigă beneficiază de o creștere uniformă a comenzilor dacă subordonează deciziile sale unui astfel de formalism.

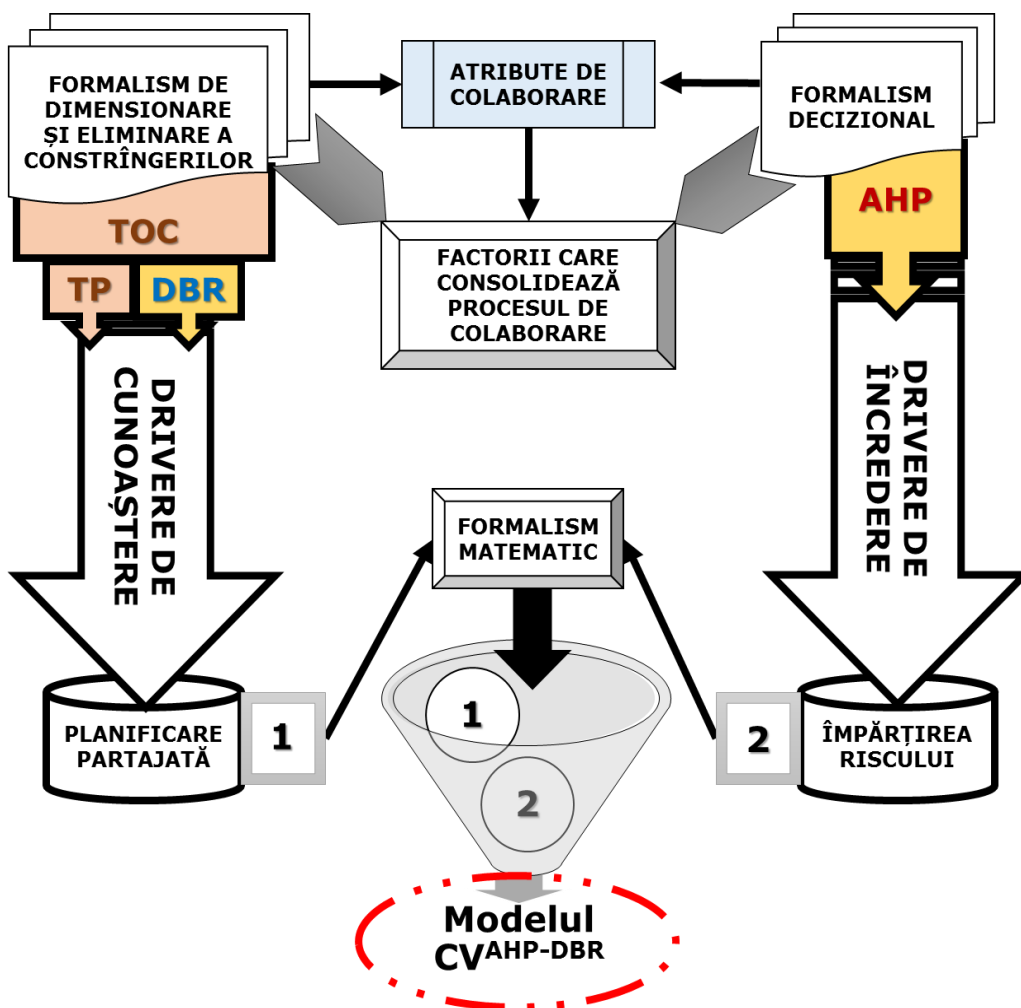


Fig. 4. 7 Formalismul decizional și de dimensionare și eliminare a constrângerilor

4.3.1 Filozofia TOC prin DBR și TP

O metodă eficientă, pentru înlăturarea constrângerilor de orice tip, în cadrul unui proces de colaborare între verigi, se bazează pe metodologia **TOC**. TOC reprezintă o filosofie de management propusă de E. Goldratt (1990), care a avut ca scop inițierea și implementarea unor îmbunătățiri în sistemul de producție, prin concentrarea pe o constrângere, care frânează un sistem de producție în atingerea unui nivel mai ridicat de performanță. [Goldratt, 1990, 1994, 1997] [Simatupang, et al., 2004].

Concepută în anul **1984**, TOC a început cu optimizarea sistemelor de producție [Goldratt și Cox, 1984]. TOC a evoluat de la un program de planificare la o suită de instrumente de management integrate, care cuprind trei domenii interdependente: logistica / producție, măsurarea performanței și rezolvarea problemelor prin instrumente de gândire. [Spencer și Cox, 1995] (Fig. 4.8)

Inițial soluțiile oferite de filozofia TOC au încercat să rezolve problemele de bază în sisteme de producție, folosind metode cum ar fi programarea DBR, măsurarea performanței concentrate pe o constrângere, și managementul "bufferului" [Goldratt și Cox, 1992]. Evoluția continuă a acestei metode s-a extins și asupra managementul nivelului de inventar, **prin aplicarea metodei DBR**. Paradigma TOC-DBR afirmă, în esență, că fiecare organizație, la un moment dat, se confruntă cu cel puțin o constrângere. [Goldratt, et al., 2000].

Goldratt și Cox (1992) definesc o constrângere orice element sau factor care limitează sistemul să producă tot ceea ce a fost conceput să îndeplinească (de exemplu, atingerea obiectivului său).

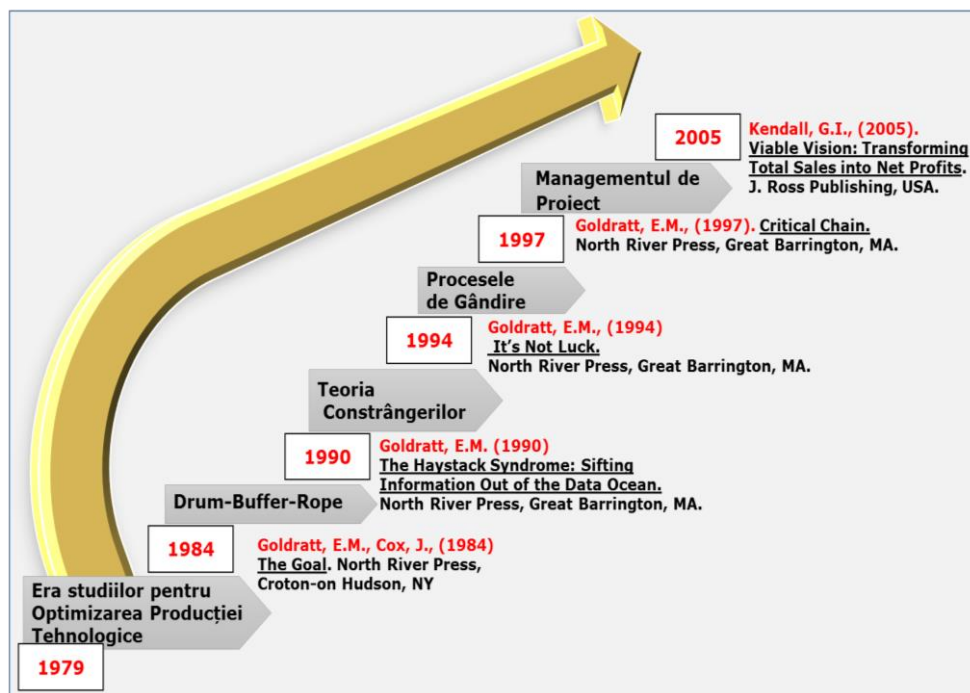


Fig. 4. 8 Ordinea cronologică în dezvoltarea TOC adaptat după [Watson et al., 2007]

TOC prin DBR utilizează un proces de focalizare pentru a identifica constrângerea din sistem, restructurând restul organizației în jurul ei. Constrângerile pot fi **interne sau externe** sistemului. Există **o constrângere internă** atunci când piața cere mai mult de la sistem decât poate livra și **o constrângere externă** atunci când sistemul poate produce mai mult decât piața va suporta. Atât constrângerile interne cât și constrângerile externe îngreunează colaborarea între verigi, provocând fluctuații ale comenzilor pentru materiile prime. Mai exact, lipsa unei colaborări între verigi se reflectă în situația descrisă mai jos:

- ❖ *Timpul îndelungat acordat pentru înregistrarea comenzilor și transmiterea lor compartimentului de producție îngreunează deplasarea produsului brut între verigile lanțului, producând la un anumit moment o aritmicitate în fluxul logistic. Această aritmicitate se reface doar dacă fluxul de informații actualizate din compartimentul de producție acordă timpul necesar sistemului să înregistreze datele, astfel încât corelate, se trimit informații care să pornească eliberarea materiilor prime în producție la momentul finalizării unei comenzi.*

Simatupang (2004) exemplifică prin studiu bibliografic aplicabilitatea strategiei TOC, dovedind interesul acordat cercetării acestui domeniu, prin publicarea unui număr considerabil de articole științifice și cărți. Rahman (1998) analizează abordarea TOC în firmele de fabricație. Siha (1999), aplică TOC pentru abordarea problemelor în diferite tipuri de servicii în cadrul organizațiilor. Klein și Debruine (1995) și Dettmer (1998) au folosit procesele de gândire TOC pentru a identifica problemele de bază în domeniul politicilor publice. Womack și Flowers (1999) a aplicat abordarea TOC în sistemul de sănătate pentru a-i îmbunătăți performanța. [Simatupang, 2004]

În cadrul acestei cercetări, principiile metodologiei TOC-DBR balansează fluxul logistic și oferă soluții notabile, pentru planificarea unor stocuri intermediare. Implicațiile teoriei TOC-DBR creează un flux eficient de operațiuni.

Tehnicile tradiționale de comandă au scos în evidență faptul că menținerea nivelurilor tradiționale *Minime/ Maxime* ale centrelor de distribuție, din cadrul unui flux logistic, produc o aprovizionare cu efect noduros asupra întregului lanț logistic, respectiv întârzieri. Toate aceste întârzieri produc o schimbare bulversantă în partea superioară –amonte- (aproape de producție) a lanțului logistic, în timp ce în partea de aval a lanțului logistic (aproape de consumator) se observă o schimbare majoră. Rezultatul acestor întârzieri au efect asupra unității de stocare, căreia i se imprimă, variația dintre **„stoc insuficient”** - **„stoc în exces”**. Fiecare verigă experimentează perioade de stoc în exces, urmate de perioade de epuizare a stocurilor. Una din cauzele, care produc astfel de reacții este cunoscut sub denumirea de **efectul de bici** (Bullwhip Effect) care este exprimat tot mai des în evoluția lanțului logistic. [Lee, et al., 1997(b)]

Pentru a exemplifica problemele cauzate de efectul de bici sau de alte constrângeri, s-au luat în considerare două categorii de produse (**Produsul P1 și P2**) și două companii (**Magazin 1 și Magazin 2**), pentru care s-a stabilit ca timpul de livrare al comenzii să fie o săptămână. Pentru fiecare produs din cele două categorii au fost stabilite unități de stoc minime și maxime și s-a prognozat consumul săptămânal diferit pentru fiecare produs în cadrul fiecărui magazin (**Tabel 4.7-Tabel 4.10**). Conform Tabel 4.7 se comandă pentru categoria **Produsul 1(P1) din Magazin 1(M1)** în săptămâna 0 și se verifică inventarul, care este de 40 de bucăți, plasându-se o comandă de 80 de bucăți și știind că rata consumului săptămânal este de 10 unități. Cifra 80 este astfel calculată, prin însumarea cu inventarul previzionat din săptămâna 1 să ajungă la nivelul maxim de 110. În săptămâna 7

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"89

inventarul este de 50 de unități, fiind mai mare decât unitatea de referință minimă de 30 de bucăți, plasându-se o comandă de 70 de bucăți. În săptămâna 8 inventarul a devenit 40, fiind egală cu unitatea de referință. În consecință, în săptămâna 8 se primește o nouă comandă de 70 de bucăți, cifră obținută prin însumarea cantității comandate în săptămâna 0.

Tabel 4. 7: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P1 din M1

Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru Produsul 1 din Magazin 1												
Min	30	Max	110									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Inventar	40	30	100	90	80	70	60	50	40	100	90	
Primirea comenzii		80	0	0	0	0	0	0	70	0	0	
Lansarea comenzii	80	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	

În Tabel 4.8 comanda pentru categoria **Produsul 2(P2) din Magazin 1** se face în prima săptămână. În acest caz în săptămâna 0 se verifică inventarul care este de 150 de bucăți și reprezintă jumătate din nivelul maxim al unității de stocare (Max. 300). În săptămâna 1 se lansează comanda de 150 de bucăți, deoarece, conform previziunii consumului săptămânal de 20 de bucăți, inventarul în săptămâna 2 va rămâne 110 bucăți, cu 10 unități sub minima unității de stocare, astfel în săptămâna 2 se primește comanda de 150. În săptămâna 9 inventarul ajunge la 120 de bucăți egală cu unitatea de referință minimă, astfel încât se lansează o nouă comandă de 150 de bucăți.

Tabel 4. 8: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P2 din M1

Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru Produsul 2 din Magazin 1												
Min	120	Max	300									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Inventar	150	130	110	240	220	200	180	160	140	120	100	
Primirea comenzii		0	150	0	0	0	0	0	0	0	150	
Lansarea comenzii	0	150	0	0	0	0	0	0	0	150	0	

Conform Tabel 4.9 comanda pentru categoria **Produsul 1 din Magazin 2 (M2)** în săptămâna 0 se verifică inventarul, care este de 30 de bucăți, plasându-se o comandă de 85 de bucăți. În acest caz rata consumului săptămânal oscilează. Cifra 85 este astfel calculată prin însumarea cu inventarul previzionat din săptămâna 1 să ajungă la nivelul maxim de 100. În săptămâna 5 inventarul este de 42 fiind mai mare decât unitatea de referință minimă de 20 de bucăți, plasându-se o comandă de 80. În săptămâna 6 inventarul a devenit 108, fiind mai mare cu 8 unități față de unitatea de referință maximă de 100 de unități. În consecință în

săptămâna 7,8,9 nu se mai primește nici o comandă, așteptând ca stocul să se consume, astfel încât să nu atingă nivelul minim de unități. În săptămâna 10 inventarul este de 50 de bucăți.

Tabel 4. 9: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P1 din M2

Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru Produsul 1 din Magazin 2												
Min	20	Max	100									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		15	14	15	14	15	14	15	14	15	14	
Inventar	30	15	86	71	57	42	28	93	79	64	50	
Primirea comenzii		85	0	0	0	0	80	0	0	0	0	
Lansarea comenzii	85	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	

În Tabel 4.10 comanda pentru categoria **Produsul 2 din Magazin 2** în săptămâna 0 se verifică inventarul, care este de 20 de bucăți, fiind jumătate din unitatea de referință minimă de 10 unități, plasându-se o comandă de 30 de bucăți în săptămâna 1. În acest caz rata consumului săptămânal este de 4 unități. În săptămâna 2 inventarul este de 42, fiind mai mic decât unitatea de referință maximă de 45 de bucăți. În consecință în săptămâna 3,4,5,6,7,8,9 nu se mai primește nici o comandă astfel încât, în săptămâna 10 inventarul a ajuns la 10 bucăți, reprezentând unitatea minimă de referință.

Tabel 4. 10: Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru P2 din M2

Faze de timp pentru plasarea comenzii pentru Produsul 2 din Magazin 2												
Min	10	Max	45									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Inventar	20	16	12	38	34	30	26	22	18	14	10	
Primirea comenzii		0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lansarea comenzii	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Potrivit celor două Tabel 4.11 și Tabel 4.12 se poate observa că frecvența comenzilor este neuniformă, provocând întreruperi la nivelul stocurilor (Tabel 4.11 în săptămâna 7 și Tabel 4.12 în săptămâna 8), care se propagă mai departe în lanțul logistic. Analizând fiecare verigă din lanț la un moment dat, conform calculelor (Tabel 4.7- Tabel 4.10) se observă că ori se deține prea mult stoc, ori nu există stoc suficient, pentru a satisface consumul dorit. Depozitele centrale (DC) plasează cererile de producție depozitului regional (DR) acestea fiind mult mai mari decât cererea efectivă astfel încât fiecare verigă din lanțul logistic are la un moment dat „**stoc insuficient**” sau „**stoc în exces**”. Acest lucru este cauzat de caracterul de

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"91

serie al comenzilor comunicate între verigile din lanț, făcând stocul să se deplaseze prin lanțul logistic în noduri.

Tabel 4. 11: Rupturi de stoc ale P1 din DR

Produsul 1 din Depozitul regional												
Min	150	Max	400									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal	155	0	0	100	100	80	100	70	100	100	0	
Inventar	250	95	400	300	200	120	20	-50	150	50	50	
Primirea comenzii		305	0	0	0	0	0	300	0	0	300	
Lansarea comenzii	305	0	0	0	0	0	300	0	0	300	0	

Tabel 4. 12: Rupturi de stoc ale P2 din DR

Produsul 2 din Depozitul regional												
Min	20	Max	400									
Timp de livrare : 1 săptămână												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		180	100	50	50	100	150	150	100	100	100	
Inventar	400	220	120	70	20	320	170	20	-80	220	120	
Primirea comenzii		0	0	0	400	0	0	0	0	400	0	
Lansarea comenzii	0	0	0	400	0	0	0		400	0	0	

Aceste comenzi sunt dimensionate cu o valoare medie, care țin cont de consumul mediu și frecvența stabilită pentru plasarea comenzii. În acest fel nu se mai așteaptă atingerea nivelului minim, neputându-se asigura întotdeauna acoperirea stocului necesar în timp util. În acest sens, o frecvență mai mare a comenzilor evită rupturile de stoc, așa cum au apărut în Tabel 4.11 în săptămâna 7 și Tabel 4.12 în săptămâna 8 (Tabel 4.13).

Tabel 4. 13: Frecvența mare a comenzilor pentru P1

Produsul 1												
Timp de livrare : săptămânal												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consum săptămânal		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Inventar	30	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	
Primirea comenzii		0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	
Lansarea comenzii	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	

O soluție pentru a obține o frecvență uniformă a comenzilor reprezintă folosirea unor rezerve de stoc intermediare la fiecare verigă din lanț. În acest mod fiecare verigă își va putea gestiona individual stocul intermediar, plasând comenzile către centrele de distribuție la momentul potrivit.

O completare la soluția propusă face referire la faptul că verigile din lanțul logistic trebuie să se axeze mai mult să dezvolte pe termen lung cooperări durabile între activitățile de aprovizionare pentru stocurile intermediare din lanț. O cooperare eficientă între verigi permite o gestionare echilibrată a comenzilor către consumator. Pentru a echilibra ritmicitatea comenzilor în continuare se aplică **filozofia TOC-DBR** care presupune dimensionarea unor stocuri intermediare la fiecare verigă încât acest stoc intermediar să nu fie nici un excedent de stoc însă nici un stoc insuficient. Stocurilor intermediare dimensionate sunt utilizate pentru producerea unui ritm constant al comenzilor la fiecare verigă.

4.3.2 Aplicarea formalismului de dimensionare prin filozofia Drum-Buffer-Rope (DBR)

Metoda TOC prin DBR nivelează livrarea comenzilor în lanțul logistic prin intermediul unor stocuri de siguranță, care sunt plasate și dimensionate, astfel încât să protejeze ritmul fiecărei verigi individuale. Scopul utilizării soluției DBR pentru dimensionarea stocului intermediar are rolul de a proteja verigile împotriva variațiilor comenzilor survenite în interiorul lanțului, cu condiția de a păstra același ritm la fiecare verigă din lanțul logistic.

Dimensionarea *stocurilor de siguranță ("Buffer")* prin filozofia DBR evită întreruperea din fluxul logistic, așa cum a apărut în Tabel 4.11 și Tabel 4.12 Acest lucru se realizează conform următorilor pași:

- ❖ ***Se identifică ritmul fiecărei verigi (D-"Drum"), în studiul acestei lucrări se consideră comanda medie / veriga lanțului logistic.***
- ❖ ***Se dimensionează un stoc intermediar (B-"Buffer") în fața fiecărei verigi a lanțului logistic, care să creeze protecție verigii, indiferent de variația din comanda, care poate să apară.***
- ❖ ***Dimensionarea "bufferului" se realizează pe trei niveluri (verde, galben și roșu) (Fig. 4.9) astfel încât decizia de plasare a comenzii de reumplere a "bufferului" să fie următoarea :***

-cât timp ritmul de consum păstrează buferul pe **culoarea verde** nu se creează altă comandă

-în momentul în care "bufferul" ajunge la **culoarea galbenă** se creează comanda și se validează (se trimite), astfel încât, corelând ritmul ("Drum") de consum al verigii cu timpul de livrare (DLT), "bufferul" să fie reprovizionat în perioada în care el se află la nivelul **culorii roșii**. Aceasta este etapa în care se trage sfoara supapei de reprovizionare, așa numitul mecanism de sfoară ("Rope"). "**Drum**" determină ritmul de consum al comenzilor din "**Buffer**". "**Rope**" este mecanismul de reprovizionare al "bufferului" într-un ritm determinat de ritmul de consum al verigii corelat cu timpul de livrare.

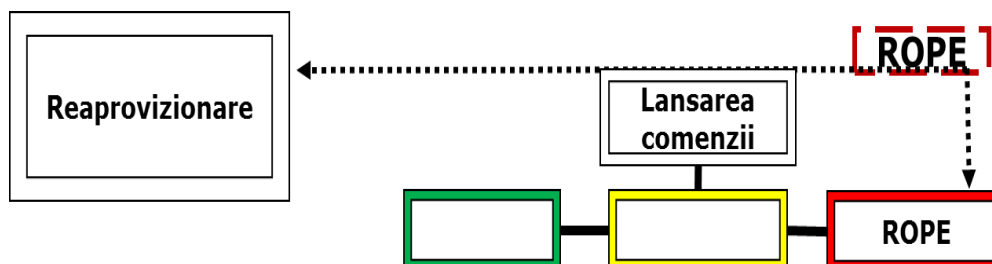


Fig. 4. 9 Dimensionarea "bufferelor" pe culori

Conform calculelor prezentate mai sus se observă că variații foarte mici ale comenzilor plasate la punctul de vânzare de către consumator generează variații semnificative în nodurile de aprovizionare, acestea aflându-se în anumite săptămâni în situații de incapacitate pentru a onora toate comenzile cu promptitudine. Astfel folosirea metodei DBR permite ca cea mai mare parte a stocurilor din lanțul logistic să fie dimensionate în stocuri de siguranță, în fața fiecărei verigi din lanț, pentru a crește disponibilitatea comenzilor la punctele de vânzare.

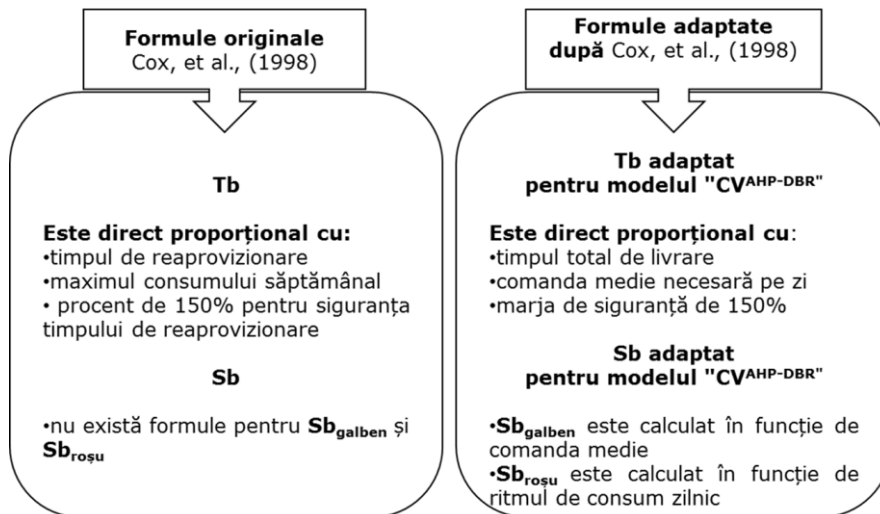
Dimensionarea stocurilor de siguranță este strâns corelată de variațiile identificate din dreptul fiecărei verigi în parte, astfel încât să se evite plasarea comenzii doar în momentul atingerii nivelului minim al stocului intermediar. Metoda DBR evită această perturbație prin intermediul reglajului creat de ritmul fiecărei verigi (D-"Drum"), respectiv algoritmul de dimensionare a celor trei niveluri de decizie (B-"Buffer", R-"Rope"), pentru fiecare "buffer" în parte. Stocurile sunt "trase" de la depozitul producției conform reglajului prezentat mai sus, pentru a reface stocurile verigilor din lanț și nu mai sunt împinse pentru a reface o cerere prognozată. Acest lucru garantează că cel mai mic stoc posibil în lanțul logistic oferă maximizarea disponibilității consumului final. Dimensionarea "bufferelor" este împărțită în trei zone: culoarea verde, culoarea galbenă și culoarea roșie. Nivelurile împărțite în culori, pentru dimensionarea "bufferelor" au ca rezultat frecvența de plasare a comenzii de reumplere a "bufferului" dimensionat prin ritmul fiecărei verigi ("Drum") (Fig.4.8). Astfel decizia de reumplere a "bufferului" din dreptul fiecărei verigi din lanț este luată în funcție de reglajul creat de ritmul fiecărei verigi.

Pentru exemplificarea acestui fapt se propune un model de calcul, privind dimensionarea "bufferului", bazat pe filozofia DBR [Goldratt, 1992] și Cox, et al., (1998) prin adaptarea formulelor "**Targetul**" stocului de siguranță (**Tb**) și **Starea stocului de siguranță (Sb)**.

După Cox, et al., (1998), pentru calcularea maximului **Tb** sunt indicate 2 săptămâni pentru timpul de reaprovizionare (RLT) înmulțit cu maximul consumului săptămânal (CS) și procent de 150% pentru probabilitatea timpului de reaprovizionare (NTR). (Fig. 4.10)

$$\text{maximul } \mathbf{Tb} = 2 \text{ săptămâni RLT} \times \text{maximul CS} \times 150\% \text{ NTR} \quad (1)$$

În studiul de față, adaptarea **formulei Tb** s-a realizat în funcție de timpul de livrare al materialelor, comanda medie necesară pe zi și marja de siguranță. Marja de siguranță de 150% se poate ajusta în funcție de probabilitatea timpului de livrare. (Fig. 4.10)

Fig. 4. 10 Adaptarea formulelor Tb și Sb (vezi §3.5.1 pentru "CV^{AHP-DBR}")

1. Nivelul "bufferului", denumit "**Targetul** stocului de siguranță (**Tb**)" este calculat conform formulei (1)

$$Tb = DLT \times \frac{MC}{U_{DLT}} \times SP \quad (2)$$

Unde:

DLT ("delivery lead time") este timpul de livrare total

raportul $\frac{MC}{U_{DLT}}$ reprezintă **comanda medie necesară pe zi, unde**

MC reprezintă comanda medie (ex. 30 buc. pentru o săptămână)

U_{DLT} reprezintă unitatea de timp luată în calcul (7 zile)

SP este marja de siguranță

În calcularea **Tb**, comanda medie necesară pe zi se calculează prin raportul dintre comanda medie pe unitatea de timp luată în calcul. În cazul cercetării de față unitatea de timp este ziua. În acest fel se asigură disponibilitatea materialelor, pe parcursul perioadei de timp cât durează un proces de reaprovizionare.

Dimensionarea **Tb** prin comanda medie necesară pe zi contribuie la evitarea costului suplimentar de inventar.

Pentru exemplul dat, în continuare se calculează "**Targetul** stocului de siguranță Retailerului (**Tb_R**), "**Targetul** stocului de siguranță Depozitului regional (**Tb_{DR}**), "**Targetul** stocului de siguranță Depozitului central (**Tb_{DC}**), avem:

$$Tb_R = 1 \text{ săptămână} \times \frac{30}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 45$$

$$Tb_{DR} = 1 \text{ săptămână} \times \frac{100}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 150$$

$$T_{bdc} = 1 \text{ săptămână} \frac{200}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 300$$

Cox, et al., (1998) presupune că semnalul dat de **Sb** este utilizat pentru a vedea dacă este necesară expedierea unei comenzi în lanțul logistic.

În acest caz nu sunt fixate procente pentru cele trei regiuni ale "bufferului", de multe ori "bufferul" este împărțit în trei zone egale.

- "statusul bufferului" în care este atribuită culoarea verde pentru o comandă de lucru este cuprinsă între 67 și 100%.

- "statusul bufferului" în care este atribuită culoarea galbenă pentru o comandă de lucru este cuprinsă între 33 și 67%.

- "statusul bufferului" în care este atribuită culoarea roșie pentru o comandă de lucru este cuprinsă între 0 și 33%.

$$Sb (\%) = (\text{timp disponibil}) / (\text{timp de producție standard}) \times 100\%$$

*În studiul de față **Sb_{galben}** este calculat în funcție de comanda medie și **Sb_{roșu}** este calculat în funcție de ritmul de consum zilnic. În acest sens sunt cunoscute datele exacte, respectiv, când este timpul optim pentru comandarea materiei prime de la prima verigă a lanțului logistic.*

*Calcularea **Sb_{galben}** și **Sb_{roșu}** prin comanda medie, respectiv ritmul de consum zilnic oferă disponibilitatea materialului în lanțul logistic, în orice moment.*

2. **Starea stocului de siguranță (Sb)** se referă la nivelul stocului din "buffer" la un moment dat. **Starea stocului de siguranță pentru culoarea verde (Sb_{verde})** presupune că nu este creată altă comandă decât în momentul când este atinsă **starea stocului de siguranță pentru culoarea galbenă (Sb_{galben})** (formula 2), care va declanșa generarea comenzii, respectiv **starea stocului de siguranță pentru culoarea roșie (Sb_{roșu})**, care va genera tragerea „Rope”, în alte cuvinte, intrarea noului stoc în "buffer" (formula 4) **Starea stocului de siguranță pentru culoarea roșie (Sb_{roșu})** este calculată în funcție de comanda medie zilnică conform formulei 3. (Tabel 4.14)

$$\text{Procent } x \text{ Sb}_{galben} = \frac{MC}{Tb} \times 100 \quad (3)$$

Sb_{galben} reprezintă nivelul procentual din "bufferul" total la care se consideră că trebuie generată comanda, care are timp să fie procesată (incluzând recepția materialelor) până la atingerea nivelului roșu.

Sb_{galben} reprezintă raportul dintre comanda medie și nivelul total al "bufferului" înmulțit cu 100.

$$MC_{zilnică} = \frac{MC}{7} \quad (4)$$

MC_{zilnică} reprezintă raportul dintre comanda medie împărțită la numărul de zile dintr-o săptămână.

$$\text{Procent} \times \text{Sbroșu} = \frac{\text{MC}_{\text{zilnică}}}{\text{Tb}} \times 100$$

(5)

Unde:

MC_{zilnică} reprezintă comanda medie zilnică

Sb_{roșu} reprezintă nivelul procentual din "bufferul" total la care se consideră că trebuie făcută recepția comenzii.

Sb_{roșu} reprezintă raportul dintre comanda medie zilnică și nivelul total al bufferului înmulțit cu 100.

Prin monitorizarea Tb pentru stocurile de siguranță și pentru colorile abordate se dimensionează nivelurile stocurilor intermediare pentru a menține o ritmicitate a comenzilor la fiecare verigă din lanț. Acest mecanism de dimensionare oferit prin utilizarea formulelor adaptate poate fi întrebuințat în orice moment cu orice verigă de colaborare.

Tabel 4. 14: Dimensionarea "bufferelor" prin DBR

Distribuția	MC	DLT	SP	Tb	Sbgalben	Drum	Sbroșu
Depozitul Central	200	1 săptămână	150%	300	66,66%	28,57/zi	9,52%
Depozitul Regional	100	1 săptămână	150%	150	66,66%	14,28/zi	9,52%
Retailer	30	1 săptămână	150%	45	66,66%	4,28/zi	9,33%

În acest caz **formalismul de dimensionare** dintre DR-R cu un target de 45 de comenzi și cu o rata a comenzilor minime de 30, ținând cont că reprovizionarea "bufferului" durează o săptămână, indică faptul că în momentul când nivelul galben al "bufferului" atinge 66,66% se va genera eliberarea comenzii, iar în momentul când nivelul roșu al "bufferului" atinge 9,33% se va trage sfoara supapei de reprovizionare (Rope) și se recepționează în "buffer" materialele din comandă, atingându-se din nou Tb, respectiv culoarea verde. (Fig. 4.11).

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"97

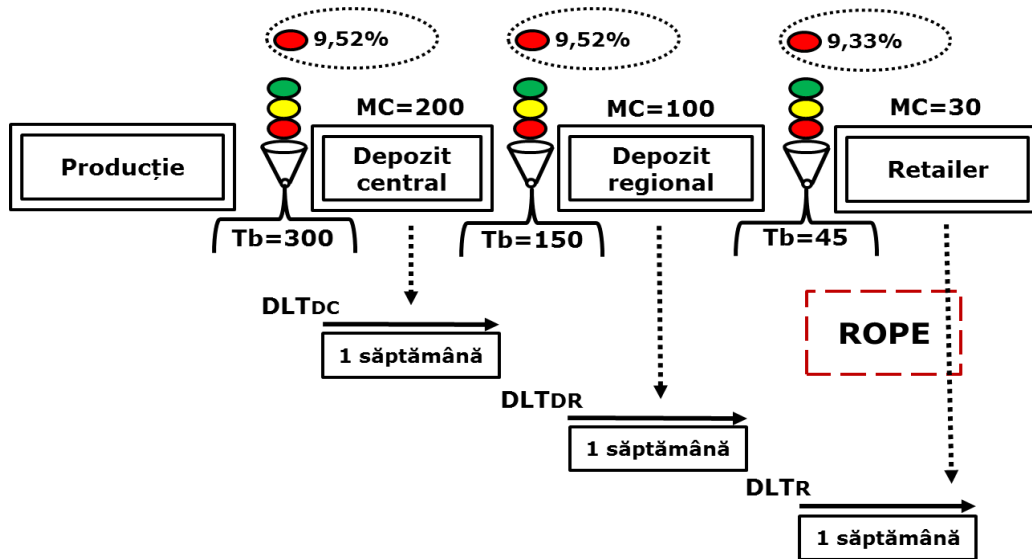


Fig. 4. 11 Dimensionarea "bufferelor" pentru DR și R

Astfel, prin intermediul acestei metode se identifică ritmul fiecărei verigi (D-"Drum"), se dimensionează un stoc de siguranță (B-"Buffer") în fața fiecărei verigi a lanțului logistic, care să creeze protecție verigii, indiferent de variația cantității din comanda, care poate să apară. Corelând ritmul de consum al verigii cu timpul de livrare (DLT), "bufferul" trebuie să fie reprovizionat în perioada în care el se află la nivelul culorii roșii. Aceasta este etapa în care se trage sfoara supapei de reprovizionare, prin mecanismul de sfoară (R-"Rope").

Managementul dinamic al "bufferelor" identifică când dimensionarea "bufferului" este prea mare, respectiv, când este prea mică. În cazul în care dimensiunea este prea mare, "bufferul" se află prea mult timp în zona verde. Notificarea acestui lucru sugerează că rata comenzilor a scăzut, și dimensiunea inițială a "bufferului" a fost prea mare. Pentru a avea "bufferul" real trebuie ajustată dimensiunea "bufferului" verde, mai concret se diminuează T_b -ul prin descreșterea SP (vezi formula 2). În cazul în care "bufferul" a fost declarat prea mult timp în zona roșie, înseamnă că există un excedent de comenzi, și că dimensiunea inițială a "bufferului" a devenit prea mică. [Proștean și Badea, (b) 2014]

Utilizarea metodei DBR presupune că reprovizionarea se realizează în momente diferite, specificate prin culorile și dimensiunile aferente, pe baza filozofiei DBR, pentru a fluidiza comenzile, care să se potrivească la dinamica consumului.

4.3.3 Teoria Constrângerilor- Procesele de Gândire

Folosirea metodelor creative în proiecte RES exemplifică situații de blocaj în gestionarea anumitor fluxuri de materii prime între verigile lanțului logistic. Pentru a sublinia eficiența în obținerea rapidă și punerea în aplicare a soluțiilor potrivite de-a lungul ciclului de viață al proiectelor RES, sunt ilustrate etapele din Teoria Constrângerilor Procesului de Gândire (TOCTP).

În continuarea studiului, sunt evidențiate etapele de integrare TOCTP, pentru un caz particular de colaborare între echipele de specialiști, în cadrul unui proiect RES, în regim izolat. Metoda TOCTP, dezvoltată de E.M. Goldratt, prezintă diagrame logice, prin care sunt identificate soluții fezabile. [Goldratt și Cox, 1984]. TOCTP oferă un set de instrumente, care ghidează utilizatorul să găsească răspunsuri la întrebările de bază, prin care schimbarea se produce și anume:

- 1. Ce trebuie să se schimbe?**
- 2. Care este rezultatul după schimbare?**
- 3. Cum se produce schimbarea?**

TOCTP definește contextul în conformitate cu obiectivele generice, care vor fi procesate prin răspunsurile date la cele trei întrebări. În acest context, metoda presupune dezvoltarea arborilor "Evaporating cloud" (Norul conflictului principal-EC), "The Current Reality Tree"(Arborele realității actuale-CRT), "Future Reality Tree" (Arborele realității viitoare-FRT), "The Prerequisite Tree"(Arborele premiselor-PRT) și "The Transition Tree"(Arborele Tranziției-TT). Prin utilizarea metodei TOCTP și a arborilor logici se subliniază eficacitatea în obținerea soluțiilor potrivite, pentru îmbunătățirea continuă a procesului de colaborare între echipele de specialiști.

4.3.3.1 Eliminarea constrângerilor prin TOCTP, în proiecte RES

O abordare adecvată, pentru punerea în aplicare a proiectelor de energie eoliană, prin utilizarea noilor tehnologii poate duce la un proces complex bazat pe cele mai bune tehnici, pentru un proiect RES, în regim izolat. Metoda TOCTP oferă o perspectivă diferită, prin construirea unei strategii, pentru o mare varietate de probleme întâmpinate de echipele de cercetare multidisciplinare. Dezvoltarea proiectelor de energie regenerabilă necesită cunoștințe complexe și multă experiență în mai multe domenii: componente mecanice(MSWT), mașini electrice(EM), electronica de putere (PE), strategii de control automate (ACS) și de management (PM). (Fig.4.12).

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"99

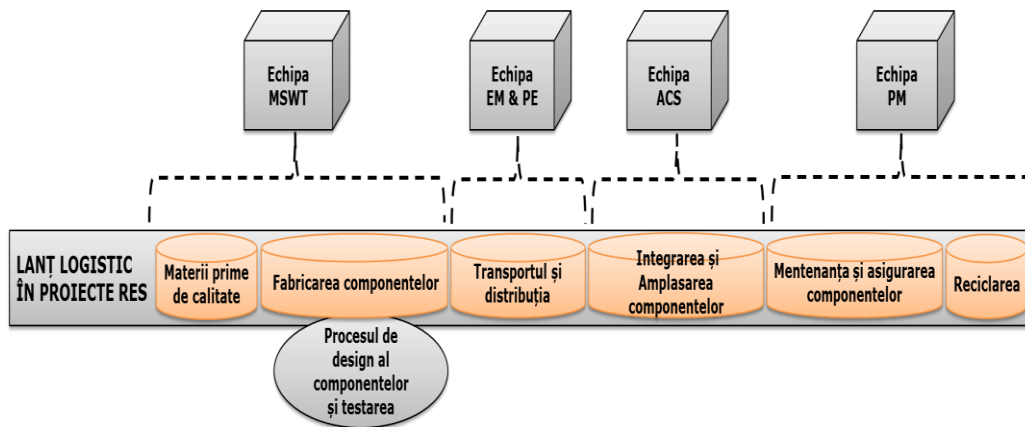


Fig. 4. 12 Corelarea echipelor în proiectul RES

Punerea în aplicare a proiectelor de energie regenerabilă trebuie să facă față complexității de proiectare multidisciplinare. Ciclurile de viață ale proiectelor de acest tip includ o complexitate mare, implică un nivel ridicat de competențe speciale ale echipelor de proiect, care trebuie să posede o experiență corespunzătoare, pentru înțelegerea fiecărei activități, din cadrul proiectului. Activitățile de implementare ale proiectului RES au fost foarte complexe și a implicat o colaborare strânsă, între toate echipele specializate. Comunicarea a fost făcută între echipa tehnică și echipa de management, în vederea stabilirii programului de activități, fluxul de numerar (fonduri alocate), și elaborarea unor proceduri specifice, pentru achizițiile publice. Comunicarea între părțile, care au realizat proiectul s-a realizat la mai multe niveluri:

- Comunicarea între cele 4 colective de cercetare/dezvoltare.
- Comunicarea cu finanțatorii.
- Comunicarea cu autoritățile locale (în vederea obținerii de avize și autorizații).
- Comunicarea cu furnizorii (unii fiind din Timișoara, dar alții fiind din alte localități ale țării: Cluj, București, Alba-Iulia).

Proiectul a avut un caracter inovativ, iar elementele realizate au necesitat capacitățile speciale, de înaltă specializare, din partea furnizorilor. Acest aspect a limitat numărul potențialilor furnizori, făcând dificilă găsirea acestora.

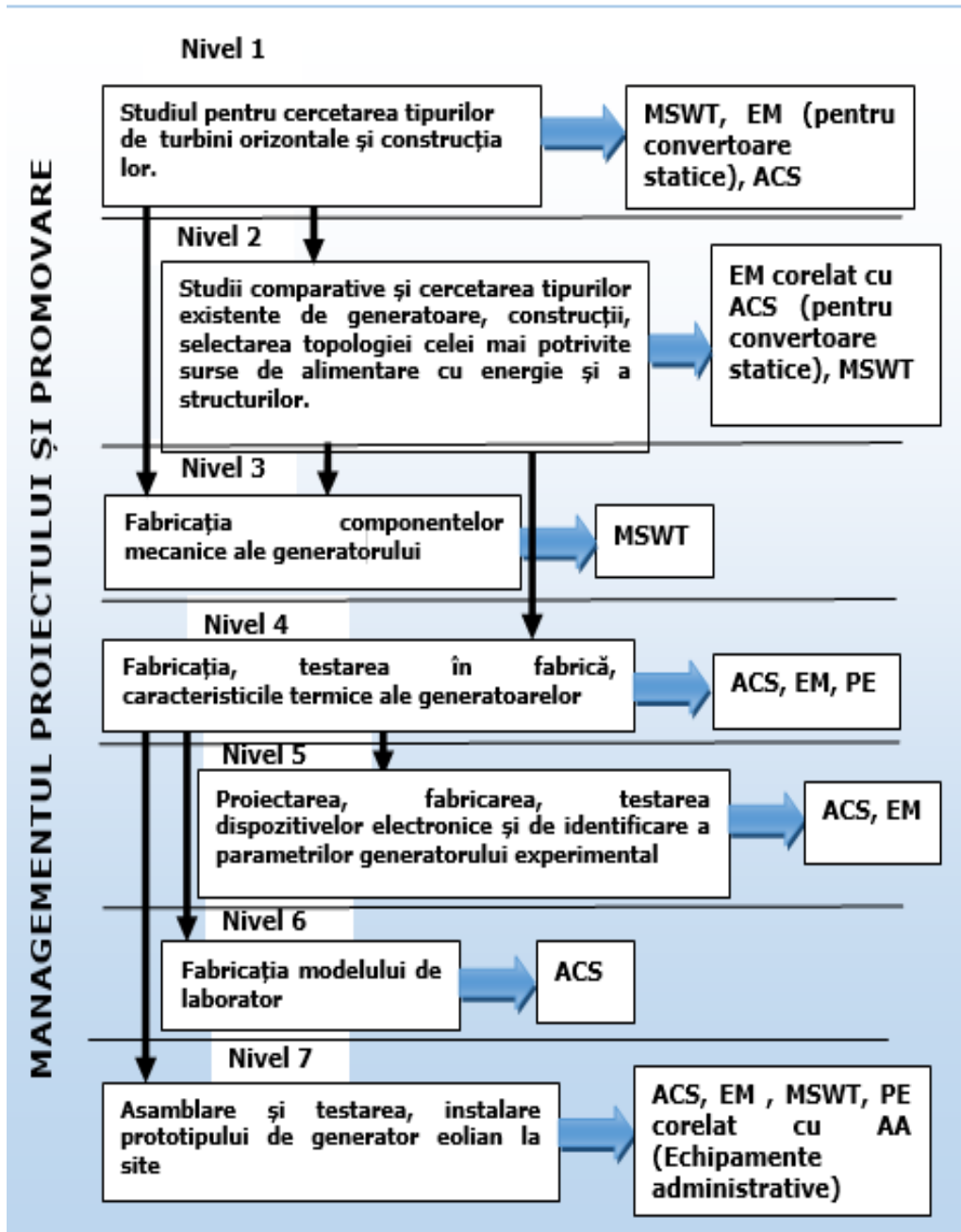


Fig. 4. 13 Modelul conceptual pentru colaborarea echipelor proiectului RES

De-a lungul etapelor de colaborare, echipele proiectului RES au întâmpinat numeroase dificultăți în sincronizarea și compatibilitatea informațiilor specializate, astfel încât proiectul să poată fi dezvoltat armonios într-o astfel de abordare

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"101

multidisciplinară. Pentru rezolvarea acestor dificultăți s-a aplicat metodologia TOCTP, pentru fiecare acțiune din cadrul fiecărui nivel al modelului conceptual (Fig.4.13), dezvoltând astfel proceduri clare de gestiune a unor astfel de proiecte complexe. Toate aceste proceduri au fost sistematizate în capitole numite "lecții de bună practică", astfel încât, pentru cazul unei viitoare implementari a unui proiect similar să se poată urma un curs clar al gestiunii.

Constrângerilor de colaborare diagnosticate în cadrul proiectului, a necesitat punerea în aplicare a celor mai potrivite practici de inovare, pentru un proiect de energie eoliană, printr-o combinație de tehnici, care transpun constrângerile în soluții alternative fezabile.

În consecință, procesul de transpunere a constrângerilor în soluții alternative fezabile răspunde la întrebările: **1. Ce trebuie să se schimbe?, 2. Care este rezultatul după schimbare?, 3. Cum se produce schimbarea?** Astfel, sunt evidențiate stagiile de integrare TOCTP prin diagnosticarea problemelor, proiectarea soluțiilor și integrarea soluțiilor în modelul conceptual, pentru transpunerea constrângerilor în soluții alternative fezabile în proiecte de energie regenerabilă. [Goldratt, 1990] [Badea, et al., 2015]

4.3.3.2 Stagiul 1: Ce trebuie să se schimbe?

În acest stagiul, metoda presupune dezvoltarea "Evaporating Cloud" (EC), care este utilizată, pentru a aborda întrebarea: Ce trebuie să se schimbe? (Fig. 4.14). EC ajută la rezolvarea cauzelor profunde ale unei probleme prin identificarea ipotezelor lor. Tratarea ipotezei alternativei poate duce la situații nedorite, care trebuie să fie schimbate, în mod specific ajută la vizualizarea de soluții sau strategii, care pot rezolva problema. Pe parcursul acestui stagiul apar multe obstacole de colaborare datorate ostilității și a lipsei de comun acord, pentru definirea problemei. Stagiul este foarte important, având în vedere faptul că, doar prin definirea corectă a problemei se pot stabili echipele tehnice necesare, cu componentele lor. În evitarea acestor obstacole, a fost conceput câte un EC, pentru definirea fiecărui nivel al modelului conceptual din Fig. 4.13 (Fig. 4.14), bazat pe filozofia TOCTP, care identifică rădăcina fiecărui nod de dezacord posibil. [Goldratt, 1990] [Proștean, et al., (c) 2014]

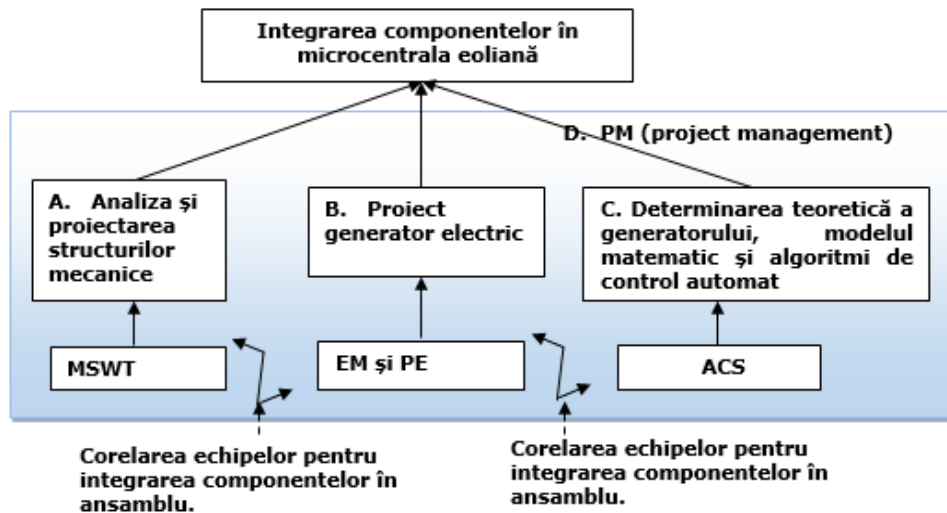


Fig. 4. 14 Norul conflictului principal adaptat după [Goldratt, 1990]

EC poate fi citit după cum urmează:

Pentru a avea **Integrarea componentelor în microcentrale eoliene**, trebuie îndeplinite cerințele A - "Analiza și proiectarea structurilor mecanice", B - "Proiect generator electric", C - "Determinarea teoretică a generatorului, modelul matematic și algoritmi de control automat", care sunt permanent coordonate de D - "Echipa PM".

- Pentru îndeplinirea cerinței A trebuie să avem Echipa MSWT.
- Pentru îndeplinirea cerinței B trebuie să avem Echipa EM și PE.
- Pentru îndeplinirea cerinței C, trebuie să avem Echipa ACS.
- Dar apare un conflict generat de Echipa MSWT, care lucrează independent de echipele EM și PE, respectiv față de echipa ACS.

În plus față de EC, este configurat "The Current Reality Tree"(CRT) pentru a ajuta la vizualizarea legăturilor dintre efectele nedorite și cauzele profunde.

4.3.3.3 Stagiul 2: Care este rezultatul după schimbare?

În acest context, metoda presupune dezvoltarea EC, care este utilizat, pentru a aborda întrebarea: Ce trebuie să se schimbe? Următoarea întrebare: Care este rezultatul după schimbare? Încearcă să ofere o viziune clară a unei colaborări eficiente. Prin intermediul "Future Reality Tree" (FRT) EC (Fig. 4.14) este înlăturat. Prin FRT se exprimă soluțiile alternative posibile, prin intermediul „străpungerii” cu așa numitele „injecții”, care reprezintă soluțiile cheie. În principiu, injecția reprezintă soluția problemei centrale și o strategie, care va contopi și atenua toate **efectele nedorite** (UDE), transformându-le în **efecte dorite** (DES). Transformarea UDE în DE se realizează prin construirea FRT (Fig. 4.15). Injecția inițială conduce la obținerea tuturor efectelor dorite fără să genereze efecte negative. [Adam, et al., 2014] [Goldratt, 1990]

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"103

Prin întrebarea **Care este rezultatul după schimbare?** se identifică o soluție a conflictului principal, prin prezentarea argumentelor logice. Pornind de la acest aspect sunt dezvoltate soluții complete, care împreună dau naștere unei strategii viabile. Această strategie trebuie realizată astfel încât să demonstreze că avantajele colaborării între echipe contribuie la stabilirea unor alianțe profitabile pe termen lung. Totodată, pentru a fi posibilă colaborarea trebuie identificate toate efectele negative, bariere, care împiedică procesul. Eliminarea efectelor negative permit realizarea colaborării între toți cei, care sunt angrenați în proces de implementare al proiectului RES.

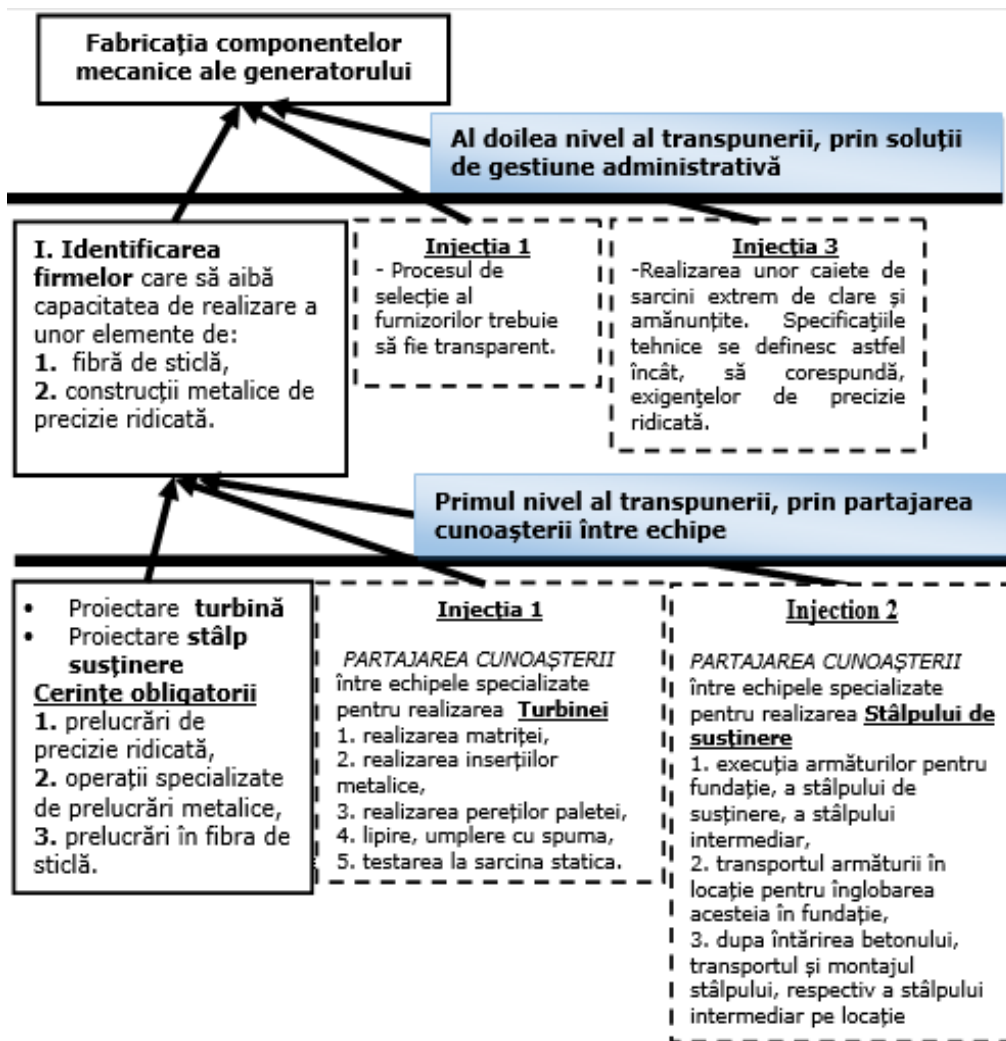


Fig. 4. 15 Arborele realității viitoare adaptat după [Goldratt, 1990]

Unul din scopurile FRT presupune validarea faptului că soluțiile sau strategiile identificate vor atinge efectele dorite (DES) și, respectiv, **rezultatele dorite (DOS)**. Configurarea FRT se realizează după cum urmează: se începe prin

înlocuirea efectelor nedorite (UDE) cu efectele dorite (DES). DES sunt plasate în casele din partea de sus a FRT. În partea de jos a FRT ipotezele sunt plasate împreună cu injecțiile necesare (soluție sau strategii de rezolvare). Ideea este de a obține o imagine a modului în care o injecție (un progres) ar putea afecta performanța generală a sistemului. FRT reprezintă validarea pe care o colecție de injecții va transforma toate UDE în DES.

4.3.3.4 Stagiul 3: Cum se produce schimbarea?

Răspunsul la întrebarea **Cum se produce schimbarea?** se realizează prin dezvoltarea PRT, care se bazează pe intrările individuale, pentru transformarea obstacolelor într-un plan de implementare. Fiecare persoană implicată în acest proces trebuie să înțeleagă rolul său cheie, punând în aplicare noile soluții, pentru producerea schimbării. PRT enumeră orice obstacol posibil, care ar putea fi întâlnit de echipa specializată în timpul procesului de implementare. Pentru fiecare obstacol, un **obiectiv intermediar (IO)** este îndeplinit, astfel încât să depășească obstacolul. Aceste IO sunt mai degrabă un fel de stări intermediare sau repere necesare, pentru a trece mai departe în depășirea obstacolelor create (Fig 4.16). IO trebuie să fie eșalonate. Pentru a afla ce acțiuni trebuie întreprinse, pentru implementarea fiecărui obiectiv intermediar (IO) din cadrul PRT, se construiește câte un **arbore al tranziției (TT)**, pentru fiecare IO în parte. În Fig. 4.17 este prezentat TT construit pentru IO2 din cadrul PRT. Acesta este configurat după cum urmează: pe primul nivel, cel mai de jos, se pornește de la „Starea de fapt”, care se plasează în caseta din partea stângă. Se identifică problema (conflictul) principală al acestui nivel, a cărei rezolvare este necesară pentru atingerea în final a IO. Acest conflict este înscris în „cerința neîndeplinită”, plasată în caseta din mijloc. În caseta din dreapta se formulează una sau mai multe injecții care să conducă la efectele dorite, „acțiunea specifică”. Pe baza "acțiunii specifice" întreprinse se trece la următorul nivel. [Goldratt, 1990]. Așadar, TT produce o hartă, un traseu care să ne conducă spre rezultatul dorit.

4.3 - Elaborarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în "TVSR"105

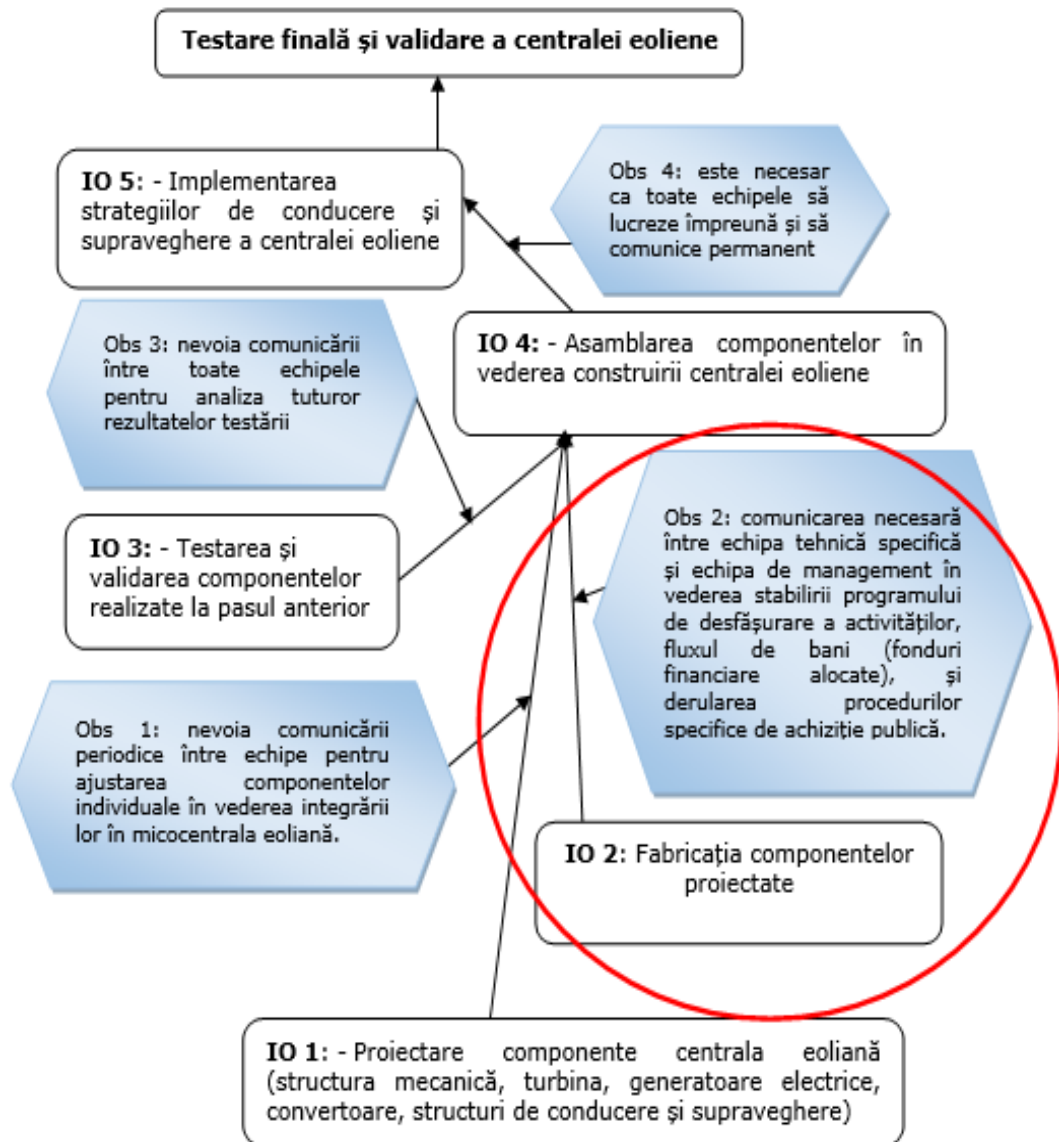


Fig. 4. 16 Arborele premiselor adaptat după [Goldratt, 1990]

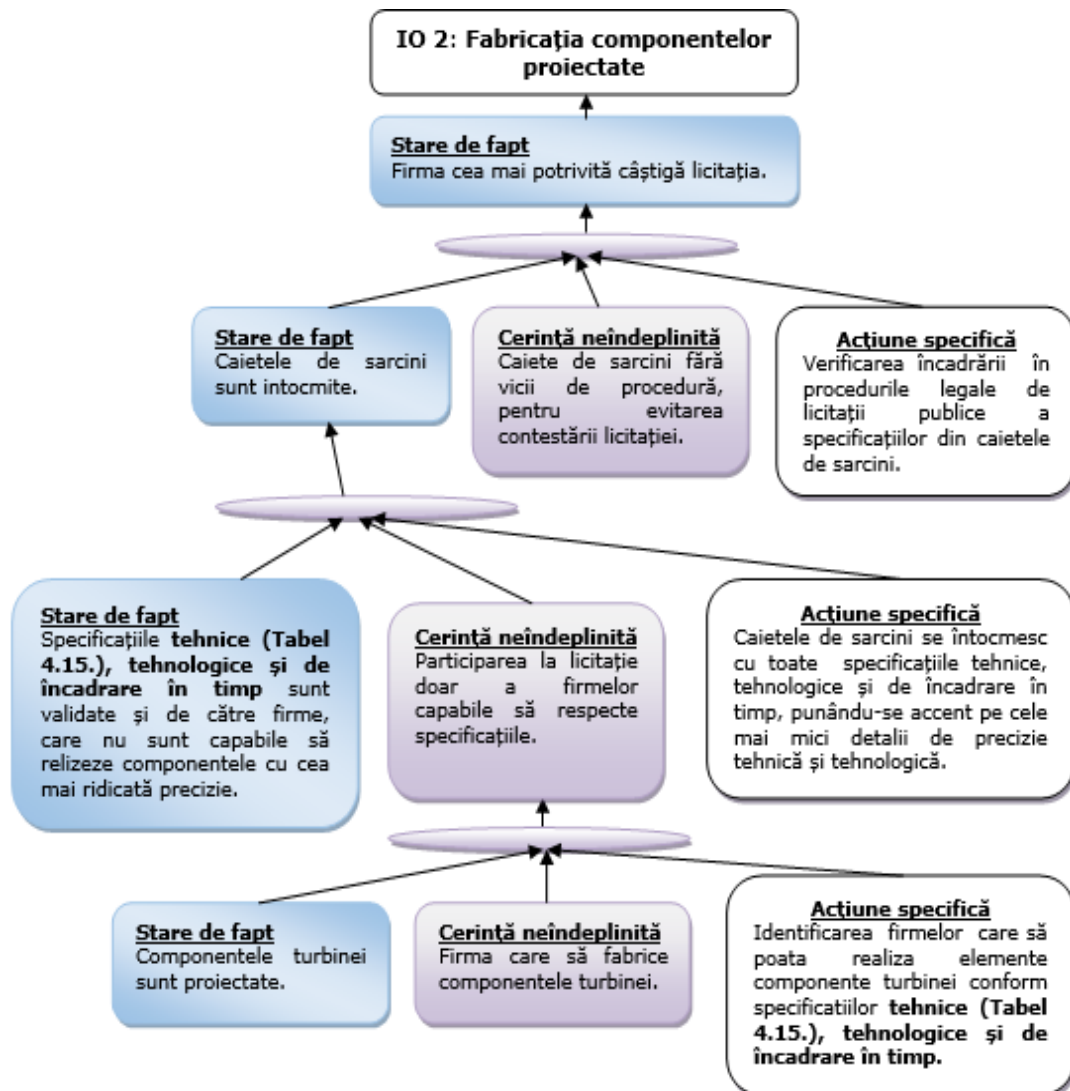


Fig. 4. 17 Arborele de tranziție pentru IO2 [Goldratt, 1990]

Tabel 4. 15: Specificații tehnice pentru turbine de vânt

Tipul turbinei eoliene	Putere nominală (W)	Voltaaj nominal (V)	Diametru rotor (m)
Viteză vânt de pornire (m/s)	Viteză vânt nominală (m/s)	Viteză vânt de siguranță (m/s)	Turație nominală (rot/min)
Material palete	Profil palete	Unghiul de așezare	Tip reglaj palete
Înălțime stâlp (m)	Diametru stâlp (mm)	Greutate turbină (generator asamblat cu palete și coadă)	Kit de montare stâlp
Tip generator	Putere nominală [W]	Voltaaj nominal [DC V]	Voltaaj nominal [AC V]
Curent nominal [DC A]	Curent nominal [AC A]	Numărul de poli magnetici	Turația nominală [rpm]
Turația maximă [rpm]	Greutate [kg]		
Mod de orientare spre direcția vântului	Modul de protecție la supra-vânt	Numărul și capacitatea bateriilor	Capacitate/tip inverter/eficiența la capacitate maximă

Punerea în aplicare a proiectelor de energie regenerabilă implică procese foarte complexe, care se bazează pe cele mai recente tehnici creative, pentru a oferi practicienilor soluții adecvate, în acest domeniu multidisciplinar. Necesitatea unui transfer complex de cunoștințe la nivelul administrativ, nivelul tehnic și nivelul tehnologic al proiectelor RES, constituie premise de succes, în implementarea proiectelor de acest tip. Proiectul RES fiind foarte complex din punct de vedere multidisciplinar, în permanență a necesitat o colaborare constantă între echipele de specialiști din cadrul proiectului. Crearea unui model conceptual, pentru realizarea proiectului și îndeplinirea pașilor de colaborare esențiali în implementarea și gestiunea fiecărui nivel al modelului conceptual, a reprezentat calea esențială de transpunere a constrângerilor în soluții alternative fezabile. Astfel, pentru fiecare etapă și acțiune în gestiunea acestui proiect a fost conceput câte un EC, pentru identificarea timpurie a posibilelor obstacole. Pentru fiecare constrângere identificată au fost dezvoltate în continuare FRT, PR și TT. [Proștean, et al., (c) 2014]

4.4 Concluzii

Existența formalismelor reprezintă o necesitate majoră, care permite susținerea unei colaborări flexibile și mentenabile între verigi, pentru adaptarea problemelor de colaborare ale ambelor părți implicate, indiferent dacă colaborarea se realizează într-un mediu offline sau online.

În viziunea autorului, un formalism de colaborare între verigile lanțului logistic reprezintă o convenție scrisă de comun acord, care permite tranzacționarea bunurilor, informația putând fi prelucrată pentru a oferi soluții viabile. Informațiile se referă la nivelul stocului (DBR), prin care se anticipează problemele (TOCTP), făcând posibilă luarea deciziilor optime și rapide (AHP), pentru reducerea riscului.

În cadrul capitolului s-a configurat un formalism de colaborare, bazat pe algoritmi, care generează în mod dinamic soluții adaptative fiecărei verigi în parte. Utilizarea cadrului "TVSR", pentru conceperea modelului "CV^{AHP-DBR}", presupune și o formalizare scrisă, contractuală între două verigi, care vor să colaboreze, fiecare verigă, fiind asigurată de o colaborare bazată pe încredere. "TVSR" este un cadru, care pe lângă contractual formal creează certitudini ale fluxului logistic, prin integrarea metodelor algoritmice.

Formalismul de colaborare conturat, denumit "CV^{AHP-DBR}", acoperă două direcții esențiale în echilibrarea colaborării verigilor: "Driverul" de încredere și "Driverul" de cunoaștere. Primul "driver" este concretizat prin metoda AHP, iar cel de-al doilea "driver" este conceput prin metoda DBR-TOCTP.

Prin metoda AHP au fost luate în calcul criteriile tehnice importante, pentru a se putea pondera cât mai bine deciziile multicriteriale ale unui domeniu tehnic de înaltă tehnologie.

Întrebuintarea metodei DBR, prin formalismul de dimensionare, a oferit soluții astfel încât fluxul de materiale să nu sufere întreruperi, indiferent de natura comenzilor primite.

TOCTP ajută la găsirea unui consens în situații complexe, transformând constrângerile în soluții productive. TOCTP tratează constrângerile întâlnite și permite funcționalitatea echipelor de specialiști, pentru dezvoltarea relațiilor de colaborare, într-un proiect RES. TOCTP identifică eficient blocajele de colaborare și oferă soluții bune prin intermediul diagramei de comunicare.

Beneficiul obținut din combinația celor două metode, AHP și DBR oferă un plan colaborativ în proiectele din resursele de energie regenerabilă, care a putut fi formalizat în modelul "CV^{AHP-DBR}", obținându-se primul stagiul de acoperire a celor două drivere propuse de încredere și de cunoaștere. Având în vedere volumul larg de prelucrare al informației, în continuarea tezei va fi validat modelul "CV^{AHP-DBR}", pentru acest prim stagiul de dezvoltare, urmând ca în propunerea cercetărilor în viitor să se valideze în cadrul modelului și filozofia TOCTP.

Contribuțiile personale ale autorului sunt:

- Adaptarea **modelului cadru "TVSR"**, pentru colaborarea verigilor lanțului logistic.
- Identificarea și adaptarea **metodei AHP** ca fiind cel mai potrivit **formalism decizional** în modelul cadru "TVSR".
- Identificarea și adaptarea **formalismului de dimensionare** și eliminarea a constrângerilor în modelul cadru "TVSR", prin combinarea metodelor **DBR și TOCTP**.
- **Integrarea** celor **două formalisme**, în primul stagiul de elaborare a modelului original "CV^{AHP-DBR}".
- **Conceperea dimensionării nivelurilor de stoc din cadrul metodei DBR a modelului "CV^{AHP-DBR}".**
- Analiza și sinteza stagiilor TOCTP, pentru proiecte de tip RES, în regim izolat.
- Identificarea constrângerilor în proiectul RES.
- Realizarea modelului conceptual, pentru colaborarea echipelor proiectului RES.
- Conceptualizarea arborilor TOCTP.

5. VALIDAREA MODELULUI "CV^{AHP-DBR}" PENTRU COLABORAREA VERIGILOR LANȚULUI LOGISTIC ÎN PROIECTE DE TIP RES

Obiectivul capitolului constă în validarea modelului „CV^{AHP-DBR}” conceput, adaptat și integrat în cadrul tezei, prin întrepătrunderea unui formalism decizional cu un formalism de dimensionare, prin care se asigură colaborarea verigilor lanțului logistic, în cadrul unui proiect RES, în regim izolat. Atingerea acestui obiectiv se realizează prin doi pași. Primul pas prezintă aplicarea formalismului decizional, prin "driverul" de încredere – împărțirea riscului, în care sunt enumerate criteriile tehnice importante, care contribuie la adoptarea unei variante tehnologice, pentru structura unei piese speciale. Al doilea pas descrie formalismul de dimensionare, prin "driverul" de cunoaștere - planificare partajată, și explică funcționalitatea lui prin dimensionarea unui stoc de siguranță între două verigi și asigurarea unui flux continuu de material compozit special.

5.1 Considerații generale asupra proiectelor de tip RES , în regim izolat, pentru care se validează modelul "CV^{AHP-DBR}"

Energia eoliană se încadrează printre promotorii principali ai "energiei verzi" datorită caracteristicilor superioare, de regenerabilitate, de largă distribuție și de poluare zero. Totuși, *complexitatea implementării proiectelor în energia eoliană a impus găsirea alianțelor de colaborare, între verigile lanțului logistic.*

Studiile anterioare efectuate au indicat fluctuații între verigi, pentru procurarea materiilor prime de calitate (vezi §4.3.1 și §4.3.2) și dificultăți în comunicarea echipelor de cercetare, dezvoltare și implementare, (vezi §4.3.3) cât și bariere în reglementare, investiții, infrastructură, procedura de fabricație și activități logistice.

Studiul realizat în această teză se îndreaptă spre tehnici, prin care aceste fluctuații pot fi controlate cu ușurință, prin intermediul unor metode de analiză multicriterială și programe eficiente de management. Pentru prevenirea acestor fluctuații se constată faptul că activitățile de colaborare între verigi în proiecte RES au nevoie de o atenție specială. Acest proces evolutiv de colaborare între verigi trebuie să fie înțeles și documentat, pentru a minimiza regresii neproductive de implementare a proiectelor RES.

O colaborare între verigi, în toate aspectele ciclului de viață al unui proiect RES, include o complexitate și implică o cerere mai mare a capacităților de cunoaștere a echipelor de proiect. Acestea trebuie să aibă experiență corespunzătoare, pentru a înțelege procesul de implementare, pentru fiecare activitate din cadrul proiectului și trebuie să dețină cunoștințe tehnice speciale, pentru a furniza componentele importante ale unei turbine eolice. [Hardcastle, et

al., 2009] Impedimentele în furnizarea componentelor speciale implică dificultăți de montaj, de transport, accesul utilajelor speciale, manipularea componentelor de mare tonaj. Cunoscând aceste impedimente este cu atât mai dificil să se asigure livrarea componentelor în siguranță atunci când ansamblarea turbinei eoliene se realizează într-o regiune izolată cu condiții meteorologice extreme și forme de relief dificile (deal cu drum dificil de acces, satul Seușa, județul Alba-Iulia).

Asamblarea paletelor la locația parcului eolian, în regim izolat, implică o colaborare foarte dificilă între verigile lanțului logistic. Datorită condițiilor extreme meteorologice, activitățile întreprinse au fost îngreunate, făcând dificilă asamblarea paletelor. Datorită acestui aspect echipele de specialitate au fost puse în situații dificile, pentru luarea deciziilor optime și respectarea planului de implementare a proiectului RES. Astfel, pentru luarea deciziilor optime, au fost analizate criteriile tehnice importante, care să ofere performanța paletelor, pentru regiunea izolată. Paletelor realizate au fost alese, astfel încât să respecte parametrii tehnici unici, adaptabili și cu puterea turbinei eoliene. [Badea, et al., (a), 2016]

Amplasarea paletelor în locația izolată (deal cu drum dificil de acces, satul Seușa, județul Alba-Iulia), a necesitat realizarea unor măsurători specifice vântului de către echipele de specialiști. Astfel, s-a remarcat faptul că viteza vântului la o anumită înălțime deasupra solului este afectată de topografie, vegetație, precum și prezența și dimensiunea obstacolelor provocate de om, care afectează mișcarea vântului. Variațiile topografice, cum sunt dealurile sau zonele muntoase pot crea creșteri locale ale vitezei vântului. Vegetația și obstacolele afectează, de asemenea, caracteristicile vântului la nivel local, atât reducerea vitezei vântului și creșterea turbulenței. În acest caz, tinându-se cont și de caracteristicile obținute în urma măsurătorilor, echipele de specialitate și-au exprimat specificațiile tehnice ale materialului compozit optim din structura paletei eoliene, care să corespundă cu caracteristicile zonale, pentru obținerea unui nivel maxim de energie regenerabilă acumulată.

În cadrul acestui studiu s-a constatat că timpul utilizat, pentru deplasarea materiilor prime speciale în lanțul logistic și găsirea furnizorilor specializați, care să respecte cerințele tehnice stricte din procesul de fabricație prelungesc procesul de asamblare a paletelor în parcul eolian, dar totodată și durata de implementare a proiectului.

În acest sens, autorul prezintă în continuare studiul de validare prin modelul "CV^{AHP-DBR}", după cum urmează:

- pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional pentru stabilirea criteriilor, subcriteriilor și alternativelor luate în considerare în proiectul RES, în regim izolat (vezi §5. 2)

- pe direcția "driverului" de cunoaștere, bazat pe formalismul de dimensionare, pentru dimensionarea unui stoc de siguranță între două verigi, pentru asigurarea necesarului de material compozit special în proiectul RES, în regim izolat. (vezi §5. 3)

- analiza combinațiilor de materiale compozite în fabricarea unei piese speciale, în regim izolat și rulajul optim al materialelor compozite, prin obținerea unui flux continuu de comenzi curente chiar în situații izolate de colaborare. (vezi §5. 4)

5.2 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional

Pentru validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional au fost analizate criteriile tehnice specifice proiectului RES, în regim izolat. (Fig. 5.1)

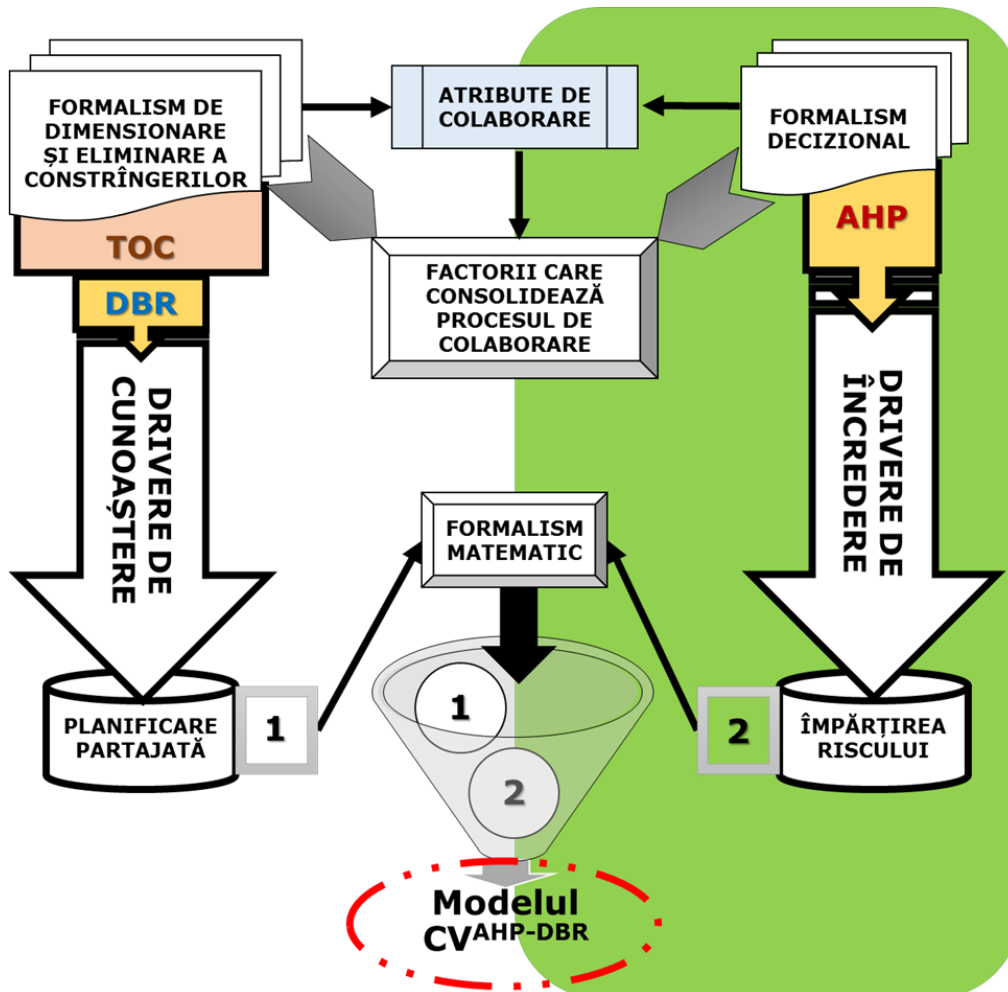


Fig. 5. 1 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de încredere, bazat pe formalismul decizional

Stabilirea criteriilor, luate în considerare în proiectul RES, pentru utilizarea unui mecanism decizional, se bazează pe următoarele direcții:

➤ ***Criteriul 1. Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate***

Punerea în aplicare a proiectelor de energie regenerabilă trebuie să facă față complexității de proiectare multidisciplinare, respectiv unui transfer complex de cunoștințe la nivelul administrativ, tehnic și tehnologic [Badea, (b), 2016].

Astfel, pentru derularea proiectului a fost nevoie de un ansamblu de cunoștințe complexe și mai ales experiență în mai multe domenii: structuri mecanice și turbinele eoliene (MSWT), mașini electrice (EM), electronica de putere (PE), strategii de control automate (ACS), precum și management de proiect/publicitate (PM).

Îmbinarea complexă a cunoașterii de către echipele de specialiști generează decizii, în cele mai multe cazuri, de utilizare a tehnologiilor de ultimă generație, datorită parametrilor tehnici impuși de regimul izolat.

Un astfel de criteriu oferă încredere în partajarea riscului și contribuie la realizarea unei colaborări eficiente în proiecte RES.

Pornind de la concluzia de mai sus, referitor la criteriul 1. echipele de specialiști, cu cunoștințe multidisciplinare, sunt puse în situații dificile din punct de vedere decizional. În acest sens, în cadrul unui proiect de tip RES, în regim izolat, deciziile cerute se referă la:

- ❖ Studierea caracteristicilor topografice ale amplasamentului.
- ❖ Alegerea furnizorilor specializați de componente în domeniul RES.
- ❖ Alegerea rutelor de transport pentru componentele de dimensiuni mari.
- ❖ Verificarea terenurilor de transport, care pot prezenta neconformități, acestea nu fiind construite pentru traficul mașinilor cu gabarit mare.
- ❖ Consolidarea și extinderea drumurilor rurale.
- ❖ Folosirea echipamentelor speciale, pentru tasarea terenului, transportul materialelor de construcții, fundația și betonarea pentru ridicarea turnurilor.
- ❖ Activitățile de construcție și funcționare a unei centrale eoliene.
- ❖ Proiectarea componentelor centralei eoliene (structura mecanică, turbina, paletele, generatoare electrice, convertoare, structuri de conducere și supraveghere)
- ❖ Amplasarea turnului și rotorului și plasarea semnelor de avertizare.
- ❖ Construcția liniilor de conexiune și transport la rețeaua electrică.
- ❖ Identificarea costului optim pentru tensiunea de conectare.
- ❖ Realizarea și împământarea instalației electrice, în condiții de teren accidentat.
- ❖ Modalitatea de deconectare a turbinei când se produce un defect în rețea.
- ❖ Asigurarea accesului la instalațiile eoliene și cerințele de dezafectare.

Criteriul 1 împreună cu șirul decizional prezentat mai sus au condus la stabilirea criteriului 2 din formalismul decizional:

➤ **Criteriul 2. Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic**

În contextul tehnologic de astăzi găsirea de alianțe profitabile, pentru implementarea proiectelor din surse regenerabile de energie (RES) reprezintă o provocare atât, pentru alcătuirea echipelor competente multidisciplinar în cercetarea, dezvoltarea și implementarea proiectelor cât și alegerea furnizorilor-parteneri, care să facă față cerințelor stricte. Pentru implementarea proiectului RES a fost identificat un număr limitat de furnizori, deoarece, apariția și utilizarea a tot mai multor materii prime cu proprietăți speciale, necesare tehnologiilor de ultimă generație este în plină dezvoltare. Astfel, restricțiile generate de colaborarea verigilor lanțului logistic, pentru deplasarea materiilor prime a necesitat o atenție deosebită din partea echipelor. Activități precum transportul, inventarul, procesarea comenzilor de cumpărare, depozitare, manipularea materialelor, ambalarea și alte activități complexe, au presupus dezvoltarea unui sistem logistic colaborativ, care a trebuit în permanență monitorizat, pentru a răspunde provocărilor. [Badea, et al., (c) 2016]

În acest sens, colaborarea verigilor lanțului logistic în proiecte RES, în regim izolat implică diferite bariere, în transportul componentelor de dimensiuni mari. Câteva exemplificări relevante sunt prezentate în continuare:

-Terenul abrupt ales pentru instalarea centralei eoliene și schimbările meteorologice creează foarte multe impedimente echipelor responsabile cu transportul armăturii în amplasamentul de instalare. Pentru realizarea stâlpului de susținere este necesară execuția și transportul armăturilor pentru fundație, astfel încât să nu permită infiltrarea apei în racordurile de cablu.

-Amplasarea centralei eoliene în vârful unui deal necesită alegerea potrivită a rutei de transport pentru livrarea pieselor de dimensiuni mari fără să aducă costuri suplimentare proiectului.

-Un potențial risc al proiectelor de acest tip îl reprezintă alterarea calității drumurilor rurale concepute pentru trafic redus sau vehicule ușoare. Drumurile rurale existente trebuie reconstruite sau consolidate, pentru a suporta greutatea echipamentelor cu gabarit ridicat.

Toate aceste bariere au îngreunat demersurile pentru găsirea **materiilor prime de calitate necesare în fabricarea componentelor speciale, care să corespundă cu specificațiile tehnice ale proiectului impuse de condițiile topografice și meteorologice ale regimului izolat.** De asemenea, asigurarea transportului pieselor și ajungerea lor la locația aleasă au implicat foarte multe decizii pentru armonizarea echipamentelor speciale, în amplasarea stâlpului și a paletelor de dimensiuni mari.

➤ **Criteriul 3. Clasificarea paletelor eolienei**

Tipul de palete eoliene depind de axa de rotație a turbinei, respectiv axa orizontală sau axa verticală. Turbinele eoliene cu axa orizontală au palete de tip elice, înclinate și pot fi clasificate în funcție de numărul de palete, turbinele cu axa verticală pot avea structuri în forme diferite. Fiecare clasificare are avantaje, deși turbina cu axa orizontală, cu trei palete (up-wind) este cea mai comună în industria eoliană.

Contrar direcției vântului- **Up-wind**: necesită un control al sistemelor complexe de rotație, pentru a menține paletelile în confruntarea cu vântul. Cele mai multe turbine eoliene moderne sunt de tipul up-wind. Acest tip de ax implică și mecanisme adaptate de frânare, care pe de o parte să facă față imtemperiilor meteorologice dificile și pe altă parte să permită și toate gradele de mobilitate în regim de funcționare.

Direcția în care vântul suflă **Down-wind**: vântul controlează abaterea (mișcarea stânga-dreapta), ea se orientează în sensul direcției vântului. Efectele produse de vânt fac ca paleta să se curbeze, rezultând astfel oboseala, zgomotul și puterea redusă.

➤ **Criteriul 4. Gradul de accesibilitate a locației**

Gradul de izolare al locației și schimbările meteorologice au făcut ca inginerii să se confrunte cu numeroase provocări, pentru îndeplinirea cerințelor de proiectare a sistemelor instalate. **Viteza vântului** fluctuează în funcție de schimbările meteorologice, acest lucru provocând variabilitatea de rotație a paletelor și stocarea energiei electrice generate. Paletelile sunt structuri sensibile, care suportă o anumită încărcătură a vântului iar depășirea acesteia, peste anumite valori admise, provoacă defectarea paletelor. Deoarece viteza vântului în producerea de energie eoliană nu are un flux constant, este necesar să fie inspectate specificațiile tehnice ale materialului compozit din structura paletelii eoliene, care să corespundă cu caracteristicile zonale, pentru obținerea unui nivel maxim de energie regenerabilă acumulată. **Distanța față de gridul electric** presupune identificarea optimă a liniilor de conexiune și de transport la rețeaua electrică.

Gradul locului de amplasare a paletelor necesită îmbinarea deciziilor echipelor de specialiști, pentru realizarea lucrărilor complexe de drum, pe teren accidentat și în vârf de deal.

Stabilirea unei rute de transport pentru livrarea pieselor, care să nu aducă costuri suplimentare proiectului necesită un șir decizional pentru **distanța de la manufacturier la locul de asamblare**.

➤ **Criteriul 5. Factori importanți în alegerea paletelor**

În cadrul acestui studiu au fost luați în considerare **factorii tehnici, economici, socio-politici și de mediu**. Aspectele **tehnice** sunt extrem de importante în proiectele RES, deoarece este necesar identificarea unui lanț de aprovizionare capabil să producă componente din materiale compozite de ultimă generație și sisteme performante. Factorul **economic** se referă la prețurile componentelor și apariția tot mai multor oportunități de piață, care nu se potrivesc cu termenii investiției realizate. Din punct de vedere **politic**, sunt identificate subvenții prin mecanismul de "Certificate Verzi". Aspecte **sociale** s-au axat pe identificarea competențelor și găsirea unor muncitori experimentați în proiecte RES. Implementarea proiectelor RES aduc un beneficiu substanțial **mediului** înconjurător, oferind avantaje pe termen lung.

➤ **Criteriul 6. Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor**

Alegerea unei combinații optime de material compozit asigură performanța paletelor pentru **absorbția energiei la impactul vântului**, care ajută la obținerea unui nivel maxim de energie regenerabilă înmagazinată în acumulatori. Paletelile

eoliene pot fi suprasolicitate ca urmare a oboselii excesive, pot prezenta urme de uzură sau datorită vibrațiilor provocate de factori externi pot atinge colapsul. O proprietate importantă pentru asigurarea **rezistenței la oboseală a paletelor** este dată de calitatea materialului folosit în producția lor. Paleta trebuie să atingă o greutate, care să fie conformă cu specificațiile tehnice ale rotorului. Paletele au sarcini aeroelastice iar materialele compozite din care sunt realizate trebuie să indice proprietăți tehnice speciale. Datorită condițiilor meteorologice variabile **conductivitatea termică și rezistența la umezeală** sunt caracteristici importante care trebuie îndeplinite de materialele compozite alese.

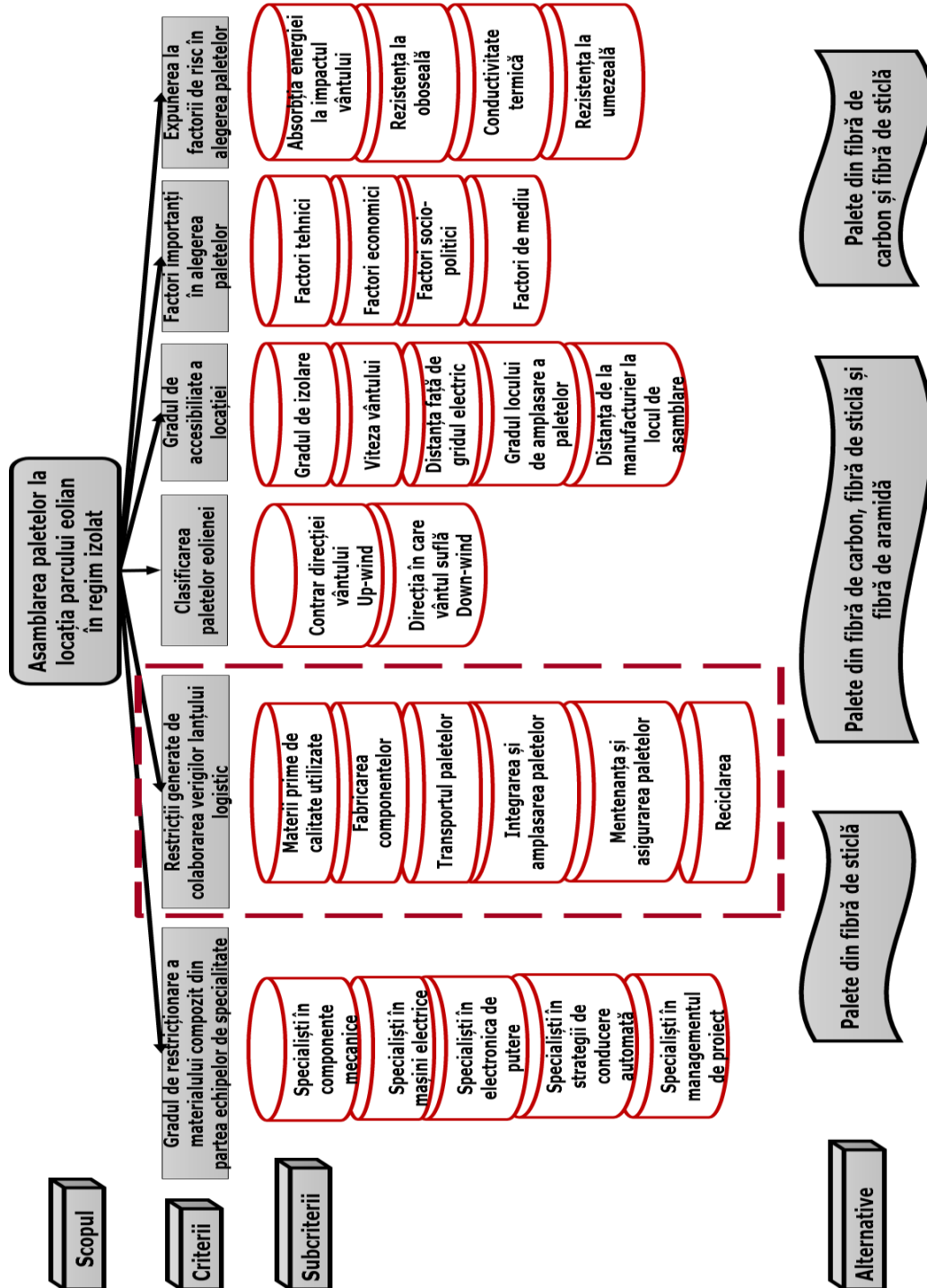


Fig. 5. 2 Arborele decizional AHP pentru asamblarea paletelor

În cadrul proiectului, în regim izolat, cercetarea s-a axat pe găsirea criteriilor importante, pentru asamblarea paletelor eoliene în astfel de condiții. (Fig. 5. 2) Având în vedere condițiile meteorologice aspre, care implică în multe cazuri o viteză/putere a vântului, care depășește limitele superioare normale, specialiștii iau în considerare atât proiectarea unor mecanisme adecvate de frânare cât și **utilizarea tehnologiilor de ultimă generație pentru realizarea paletelor. Studiul elaborat în cadrul acestei teze a scos în evidență existența mai multor tehnologii de ultimă generație, prezentate în continuare și plasate ca alternative decizionale ale modelului AHP.**

În scenariul real pentru proiectul experimental, realizat în prezenta teză, pentru validarea modelului AHP a fost necesară o acordare multidisciplinară a echipelor de specialiști, pentru proiectarea unui model structural de paletă, cu scopul reducerii greutății acestora, care să corespundă cu puterea turbinei eoliene-mai mică de 1MW. În acest sens, a fost identificată utilizarea unei combinații optime de material compozit. În cadrul proiectului de validare au fost studiate și luate în considerare trei tipuri de material compozit, și anume **fibra de sticlă, fibra de carbon și fibra de aramidă.**

Paletele unei eoliene sunt plasate în categoria dispozitivelor aerodinamice sensibile, care sunt supuse unor forțe considerabile, pentru ridicare. În industria energiei eoliene, paletele turbinelor eoliene au fost fabricate din oțel, aluminiu și lemn și mai apoi evoluția proceselor tehnologice au favorizat apariția materialelor compozite. De-a lungul timpului, paletele din oțel și aluminiu, s-au dovedit ineficiente din cauza excesului de greutate, care provoca o funcționalitate slabă și o pierdere de energie considerabilă. Între timp, producătorii de paletă s-au orientat să exploateze beneficiile materialelor compozite, respectiv proprietăți specifice de rezistență și rigiditate ale materialelor compozite, care conferă fabricarea unor forme complexe și rezistente la oboseală și coroziune.

Proprietățile excelente ale materialelor compozite au provocat o cerere în piață, în plină creștere, în special pentru realizarea paletelor din fibră de sticlă, de diferite dimensiuni. Materialele compozite sunt fibre rigide, puternice și ușoare.

- **Fibra de sticlă** se caracterizează prin rezistență specifică bună, rigiditate specifică scăzută, fiind puțin costisitoare decât fibra de carbon. (Fig. 5. 3).
- **Fibra de carbon** se caracterizează prin rezistență specifică mai mare decât cea a fibrei de sticlă, însă are rigiditate mai mare și este mai costisitoare decât fibra de sticlă. (Fig. 5.3)
- **Fibra de aramidă** se caracterizează prin rezistență specifică mai mare decât cea a fibrei de carbon, rigiditatea și densitate mai mică decât fibra de carbon.(Fig. 5. 3)

Utilizarea materialelor compozite reduc greutatea paletei și totodată împiedică uzura generatorului turbinei eoliene sau a altor componente. Un aspect important, care afectează durata de viață a paletei îl reprezintă procesul de fabricație, pentru structura paletei. Această procedură necesită tehnici sofisticate de producție, respectiv tehnici de infuzie prin rășină, preforme automatizate, rășini termoplastice, structuri complet integrate și structuri separate, prin care se asigură performanța paletelor. [Badea și Proștean, 2017] Aceste tehnici sunt cunoscute sub denumirea de alternative de manufacturare, care combinate cu manufacturarea automatizată a semifabricatului reprezintă o opțiune modernă, pentru industria eoliană la momentul actual.

Performanța paletelor este dată de designul special și combinația optimă a materialului compozit. Designul paletelor se realizează în funcție de indicatorii

tehnici importanți, care permit funcționarea paletelor la capacitate maximă iar nerespectarea lor provoacă defecte majore asupra paletelor cât și asupra altor componente ale eolienei. Respectarea indicatorilor de funcționalitate a paletelor se datorează în mare măsură și materialelor compozite, din care acestea sunt fabricate.

*Condițiile meteorologice aspre, specifice locației de amplasare a paletelor de vânt și aspectele tehnice descrise mai sus, specifice materialelor compozite utilizate au condus la particularizarea fiecărui proiect de tip RES implementat în condiții izolate. **În concluzie, fiecare proiect RES implică o SOLUȚIE TEHNICĂ UNICĂ, care generează comenzi izolate de materii prime și tehnologii, fiind în mod continuu diversificate din punct de vedere tehnic.***

Pentru proiectul RES, în regim izolat, componența optimă a materialelor compozite cu proprietăți speciale oferă paletelor avantaje tehnice superioare. Paletele sunt supuse unor teste specializate care înregistrează și verifică rezistența la efort, rezistența la oboseală, nivelul ridicat/scăzut de temperatură și gradul de umezeală atins. Astfel se impune o clasificare asupra avantajelor și dezavantajelor materialelor compozite, din care sunt realizate paletele, respectiv **fibra de sticlă, fibra de carbon și fibra de aramidă.**

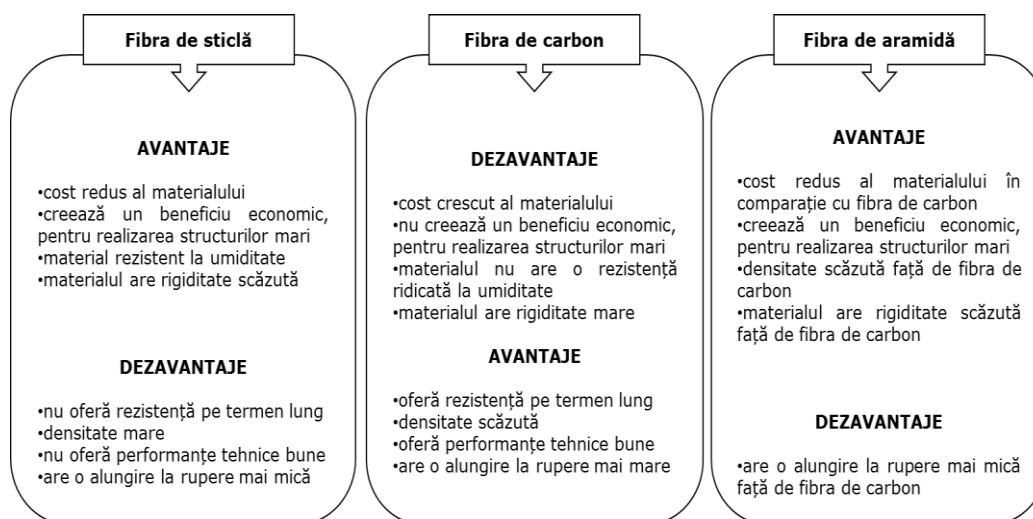


Fig. 5. 3 Avantajele și dezavantajele fibrei de sticlă, fibrei de carbon și fibrei de aramidă

❖ **Fibra de sticlă**

Fibra de sticlă reprezintă în momentul actual una dintre cele mai comune fibre din industria materialelor compozite. Principalul motiv, pentru care utilizarea sa este în deplină creștere, se datorează costului relativ redus. Acest aspect atrage folosirea fibrei de sticlă, pentru producția de structuri compozite mari, implicit, producția paletelor de vânt. (Fig.5.4)



Fig. 5. 4 Fibra de sticlă (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts)

❖ **Fibra de carbon**

Proprietățile de impact excepționale fac din fibra de carbon să aibă calități avantajoase în diferite segmente ale industriei, în cazul de față, pentru realizarea paletelor de vânt. Fibra de carbon este realizată din filamente de carbon împletite. Evoluția fibrei de carbon, a început de la un diametru între 7-8 micrometri, având în prezent diametrul de aproximativ cinci micrometri. Cu toate că fibra de carbon este destul de scumpă, comparativ cu fibra de sticlă, prețul este în continuă scădere datorită progresului tehnologiei de producție. (Fig.5.5)

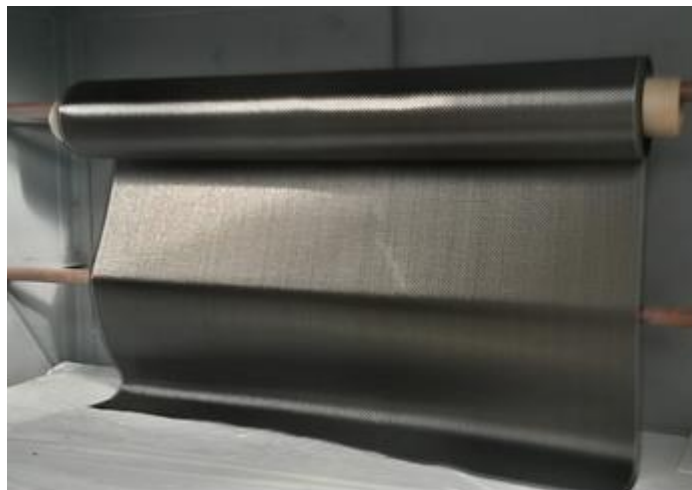


Fig. 5. 5 Fibra de carbon (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts)

❖ **Fibra de aramidă**

Fibrele aramidice sunt produse prin rotirea unei fibre solide dintr-un amestec chimic lichid. Acest lucru face ca lanțurile polimerice să se orienteze în creșterea rezistenței fibrei. Proprietățile uimitoare oferite de fibră se datorează structurii sale interne (moleculile sunt în mod natural aranjate în linii regulate, paralele) și modului în care fibrele sunt tricotate strâns împreună. Fibra de aramidă are un cost mai redus decât fibra de carbon iar în unele situații de manufacturare, respectiv pentru paletele de vânt, oferă calități tehnice mai bune decât fibra de carbon. (Fig. 5.6)



Fig. 5. 6 Fibra de aramidă- Kevlar (imagine realizată pe parcursul studiului de validare la firma MCarbonParts)

În cadrul firmei MCarbonParts se folosește această fibră aramidă, denumită Kevlar, necesară în producția pieselor pentru **Clienți curenti**.

Materialul Kevlar face parte din categoria fibrelor sintetice denumite *poliamide aromatice sintetice* sau *aramide*. Din această categorie mai fac parte și Twaron, Nomex, Technora. *Comisia Federală de Comerț din SUA* definește fibra aramidă ca fiind o "fibră în care substanța formatoare de fibre este o poliamidă sintetică cu catenă lungă, în care cel puțin 85% din legăturile amidice sunt atașate direct la două nuclee aromatice." [180] Kevlar este un material brevetat de către compania DuPont. Materialul a fost descoperit la începutul anilor 1960 de către Stephanie L. Kwolek (1923-2014), chimist în cadrul companiei DuPont, care a obținut un brevet de invenție împreună cu Paul Morgan și vândut în 1972. [181] Kevlarul are proprietăți remarcabile, pentru rezistență-greutate, și are o tenacitate mare (materialul supus la diferite forțe se poate deforma relativ mult, înainte să se rupă), ceea ce face dificilă tăierea sau destrămarea materialului. (Fig. 5.22) Printre caracteristicile Kevlarului se pot enumera următoarele:

- Are o alungire ridicată la rupere (se întinde mult).
- Este rezistent la solvenți organici, dar sensibil la clor, unii acizi și baze.
- Rezistență bună la abraziune și tăiere.
- Forța de tracțiune este puțin mai mică decât fibra de sticlă.
- Rezistent la degradare termică, inflamabilitate scăzută.
- Integritatea bună a țesăturii la temperaturi ridicate.
- Material neconductiv în condiții obișnuite, dar poate absorbi apa.
- Sensibil la radiațiile ultraviolete.

- Poate eșua în mod neașteptat dacă se supune șocului.

Proprietățile fizice ale pieselor din compozit sunt dominante de fibrele utilizate. Armătura fibroasă este componenta, care transportă cea mai mare parte a sarcinii. Din acest motiv, selectarea materialului este critică atunci când sunt proiectate piese din materiale compozite.

Prezentarea avantajelor și dezavantajelor materialelor compozite (Fig. 5.3) au stat la baza deciziei tehnice pe care echipele de specialiști au elaborat-o în procesul de proiectare și realizare a paletelor eoliene pentru proiectul RES, în regimul izolat, care să corespundă cu puterea turbinei eoliene- mai mică de 1MW.

În studiul de față sunt prezentate în continuare caracteristicile paletelor de vânt întrebuințate în proiectul RES în regim izolat, anume:

❖ *Palete din **fibră de sticlă***

❖ *Palete din **fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă***

❖ *Palete din **fibră de carbon și fibră de sticlă***

❖ **Paletele din fibră de sticlă** au în compoziție de până la 70%-75% sticlă în greutate. Fabricarea paletelor din fibră de sticlă reprezintă o operație laborioasă, formată din mai mulți pași:

1. stabilirea designului de bază al paletelor
2. realizarea unui eșantion original
3. realizarea matriței, compusă din două jumătăți, ca o coajă de scoică, dar cu formă de paletă folosită, pentru a face numeroase "copii" ale eșantionului,
4. obținerea unei jumătăți de paletă presupune:
 - ceruirea matriței
 - tăierea în straturi a fibrei de sticlă, în diferite dimensiuni
 - prepararea unui amestec de rășină
 - alegerea unui întăritor corespunzător (rășină specifică)
 - umplerea matriței cu un strat de rășină, apoi un strat de fibră de sticlă până când toate straturile au fost plasate
 - lăsarea la uscat a matriței
 - *aceeași operațiune se repetă și pentru jumătatea cealaltă de paletă*
5. pregătirea paletelor presupune:
 - distribuirea straturilor astfel încât paleta să fie mai puternică la rădăcină deoarece aceasta se poate încovoia la forța vântului
6. aplicarea unei rășini pe suprafețele interioare ale matriței, care trebuie să stea închise până la uscarea fibrei de sticlă
7. prepararea finală a paletelor implică:
 - curățare,
 - șlefuire,
 - sigilarea celor două jumătăți
 - vopsirea paletelor

Această paletă trebuie să îndeplinească criteriile de aerodinamicitate și cerințele mecanice foarte stricte, cum sunt rigiditate mare, rezistență la torsiune și oboseală. Durata de viață a paletelor, în mod static și dinamic cu temperaturi oscilante, presupune o funcționare de aproximativ 20 de ani. Paletele standard de 35-40 metri

pentru o turbină de 1.5-MW cântăresc 6-7 tone iar costul lor este aproximativ în valoare de 850 ron/paletă.

❖ **Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă** au o greutate redusă dar un costul ridicat datorită fibrei de carbon și fibrei de aramidă. În proiectarea unei astfel de palete avantajul se realizează în direcția de tracțiune, prin urmare, utilizarea se face în părțile, care sunt supuse unei solicitări mari de tracțiune, cum ar fi structura paletii (spar cap). Astfel realizarea structurii din fibră de carbon și fibră de aramidă oferă o greutate scăzută a paletii și o rezistență mai bună la oboseală. De asemenea, realizarea carcasi din fibră de sticlă oferă o rezistență mai bună la rupere.

❖ **Paletele din fibră de carbon și fibră de sticlă** nu suferă probleme de oboseală, dacă sunt proiectate și dimensionate în mod corespunzător. Datorită stabilității termice ale materialelor compozite utilizate, paletele pot rezista la temperaturi foarte ridicate. Paletele din fibră de carbon și fibră de sticlă asigură un raport bun pentru rezistență/greutate și rigiditate. Utilizarea fibrei de carbon pentru paletele de 60 m reduc masa totală a paletii cu 38%. Rezistența piesei produse este obținută prin numărul de straturi de fibră de carbon și fibră de sticlă folosite.

După ce a fost realizată documentația, privind caracteristicile materialelor din care sunt realizate paletele de vânt ale eolienei s-a propus utilizarea algoritmului AHP, prin care au fost identificate criteriile importante, pentru alegerea variantei tehnologie optime, pentru un proiect RES, în regim izolat.

Studiul complex, pentru asamblarea paletelor la locația parcului eolian a necesitat o analiză asupra criteriilor adaptabile unui proiect RES, în regim izolat. Mai exact, prin utilizarea metodologiei AHP au fost indicate criteriile, subcriteriile și alternativele importante, pentru alegerea variantei tehnologice optime.

5.2.1 Aplicarea algoritmului AHP, pentru un proiect RES, în regim izolat

Prin metoda decizională AHP se accentuează argumentele și opiniile individuale ale persoanelor, care solicită rezolvarea unor probleme importante. AHP sintetizează opiniile exprimate, stabilește structurile prioritare și analizează situațiile conflictuale. [Saaty 1990] Aplicarea metodei AHP împarte o problemă complexă, care necesită rezolvare în componente sau niveluri, mai exact în criterii (subcriterii) și alternative, astfel încât să fie ușor analizate și comparate în mod independent (Fig. 5. 2 și Fig. 5. 7). Subcriteriile de la nivelul intermediar oferă o analiză mult mai complexă. Conform Fig. 5. 2 au fost stabilite pentru validare subcriteriile prezentate în Fig. 5. 7. Pentru compararea subcriteriilor se folosește scală fundamentală de numere absolute a lui Saaty (1990). (Tabel 4.2.)

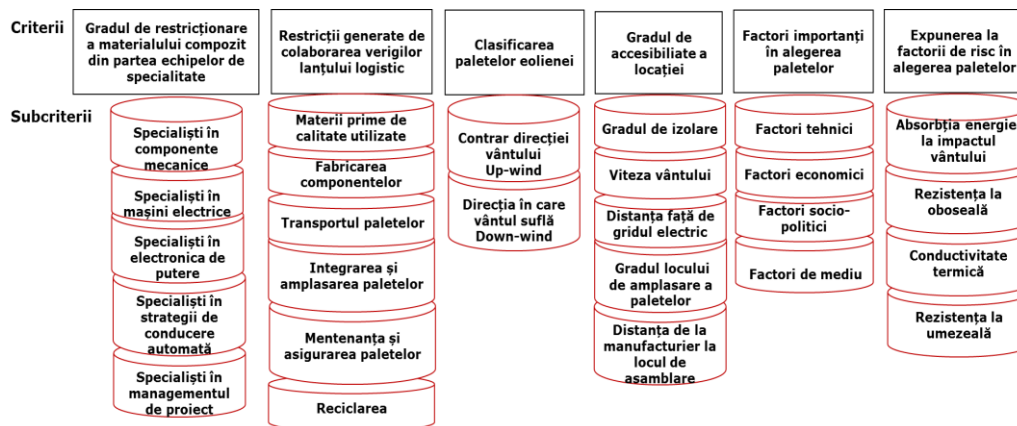


Fig. 5. 7 Prezentarea subcriteriilor pentru un proiect RES, în regim izolat

Pasul 1

1. Alcătuirea schemei ierarhice a problemei, care trebuie analizată;

Arborele decizional AHP, pentru asamblarea paletelor are 4 niveluri. Nivelul cel mai înalt descrie decizia generală, respectiv **scopul** (*Asamblarea paletelor la locația parcului eolian în regim izolat*), nivelul din mijloc descrie **criteriile** (*Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate, Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic, Clasificarea paletelor eolienei, Gradul de accesibilitate a locației, Factori importanți în alegerea paletelor și Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor*), care vor fi luate în considerare în alegerea celei mai bune alternative. Rolul **subcriteriilor** aflate la nivelul intermediar presupun o analiză mult mai complexă în alegerea deciziei finale, iar nivelul cel mai de jos prezintă cele trei **alternative** (*Palete din fibră de sticlă, Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă și Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă*). (Fig. 5.2)

Pasul 2

2. Stabilirea ponderilor relative prin scala Saaty (1990) și argumentarea valorilor date, pentru compararea acestora;

- ❖ **1 "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"**

Comparația realizată între "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" și "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" este argumentată astfel:

- Criteriul "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" are importanță între egal și moderat mai mare, cu ponderea de 2 decât criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" a cărui pondere este de 1/2 (0,5). Ponderea 2 este atribuită deoarece "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" reprezintă prima etapă importantă în care se realizează cercetarea asupra proprietăților materialelor

compozite din care se realizează paletel, care să fie adaptabile condițiilor de vreme, în schimb criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" reprezintă un pas intermediar, care trebuie să îndeplinească cerințele activităților multidisciplinare ale echipelor din proiect din punct de vedere tehnic pentru alegerea paletelor. Practic, un start greșit din partea echipelor multidisciplinare implică foarte multe constrângeri de colaborare între verigile lanțului logistic.

Comparația realizată între "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" și "Clasificarea paletelor eolienei" este argumentată astfel:

-Criteriul "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" are o importanță moderat mai mare, cu o pondere de 3 față de criteriul "Clasificarea paletelor eolienei" cu o pondere de 1/3 (0,33) și importanță moderat mai mică. Ponderea 3 atribuită criteriului "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" se bazează pe soluțiile furnizate de testele efectuate de către echipele de specialiști, pentru alegerea paletelor, teste, care au condus la alegerea tipului de clasificare a paletelor.

Comparația realizată între "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" și "Gradul de accesibilitate a locației" este argumentată astfel:

-Criteriul "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" are o importanță între moderat mai mare și mult mai mare cu o pondere de 4 față de criteriul "Gradul de accesibilitate a locației", care are o importanță între moderat mai mică și mult mai mică cu o pondere de 1/4 (0,25). Ponderea 4 indică importanța dată echipelor specializate, pentru alegerea paletelor, care prin specialiștii desemnați în managementul de proiect au realizat studii de fezabilitate, pentru alegerea locului de amplasare a paletelor, prin care să se asigure realizarea efectivă a proiectului.

Comparația realizată între "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" și "Factori importanți în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

- Criteriul "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" are o importanță între egal și moderat mai mică cu o pondere de 1/2 (0,5) față de criteriul "Factori importanți în alegerea paletelor", care are o importanță între egal și moderat mai mare, cu o pondere de 2. Ponderea dată criteriului "Factori importanți în alegerea paletelor" se datorează *factorilor economici*, mai exact întârzierea finanțării proiectului a avut impact major asupra realizării activităților din proiect.

Comparația realizată între "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

- Criteriul "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate" are o importanță între egal și moderat mai mică cu o pondere de 1/2 (0,5) față de criteriul "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor", care are o importanță între egal și moderat mai mare, cu o pondere de 2. Argumentarea ponderii 2 criteriului "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" se datorează factorului de risc *rezistența la oboseală* a paletelor, care prezintă indici importanți, pentru performanța paletelor.

❖ 2 "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"

Comparația realizată între "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" și "Clasificarea paletelor eolienei" este argumentată astfel:

-Criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" are o importanță între moderat mai mare și mult mai mare cu o pondere de 4 față de criteriul "Clasificarea paletelor eolienei", care are o importanță între moderat mai mică și mult mai mică cu o pondere de 1/4 (0,25). Ponderea 4 este atribuită din prisma restricțiilor materiilor prime de calitate folosite pentru realizarea paletelor, mai exact fabricarea paletelor din materiale compozite presupun procese complexe.

Comparația realizată între "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" și "Gradul de accesibilitate a locației" este argumentată astfel:

-Criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" are o importanță între moderat mai mare și mult mai mare cu o pondere de 4 față de criteriul "Gradul de accesibilitate a locației" care are o importanță între moderat mai mică și mult mai mică cu o pondere de 1/4 (0,25). Valoarea ponderii 4 se atribuie datorită complexității sincronizării tuturor activităților de transport, pentru amplasarea paletelor în regim izolat.

Comparația realizată între "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" și "Factori importanți în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" are o importanță între moderat mai mare și mult mai mare cu o pondere de 4 față de criteriul "Factori importanți în alegerea paletelor", care are o importanță între moderat mai mică și mult mai mică cu o pondere de 1/4 (0,25). Ponderea 4 se atribuie datorită nivelului riguros de testare după fabricarea componentelor.

Comparația realizată între "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

- Criteriul "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic" are o importanță între egal și moderat mai mare cu o pondere de 2 față de criteriul "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor", care are o importanță între egal și moderat mai mică cu o pondere de 1/2 (0,5). Valoarea ponderii 2 este atribuită datorită importanței asigurării materiilor prime de calitate la momentul potrivit.

❖ 3 "Clasificarea paletelor eolienei"

Comparația realizată între "Clasificarea paletelor eolienei" și "Gradul de accesibilitate a locației" este argumentată astfel:

-Criteriul "Clasificarea paletelor eolienei" are o importanță moderat mai mică cu o pondere de 1/3 (0,33) față de criteriul "Gradul de accesibilitate a locației", care are importanță moderat mai mare cu o pondere de 3. Ponderea 3 indică importanța acordată măsurătorilor, care oferă informații despre gradul de izolare și viteza vântului .

Comparația realizată între "Clasificarea paletelor eolienei" și "Factori importanți în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Clasificarea paletelor eolienei" are o importanță moderat mai mică cu o pondere de 1/3 (0,33) față de criteriul "Factori importanți în alegerea paletelor" care are importanță moderat mai mare cu o pondere de 3. Valoarea ponderii 3 este

atribuită datorită *factorilor tehnici*, care indică caracteristicile de clasificare a paletelor eoliene.

Comparația realizată între "Clasificarea paletelor eolienei" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Clasificarea paletelor eolienei" are o importanță între moderat mai mică și mult mai mică cu o pondere de 1/4 (0,25) față de criteriul "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor", care are importanță între moderat mai mare și mult mai mare cu o pondere de 4. Ponderea 4 atribuită criteriului "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" s-a obținut datorită importanței subcriteriului *rezistența la oboseală* a paletelor în condiții speciale de vreme.

❖ 4 "Gradul de accesibilitate a locației"

Comparația realizată între "Gradul de accesibilitate a locației" și "Factori importanți în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Gradul de accesibilitate a locației" are o importanță moderat mai mică cu o pondere de 1/3 (0,33) față de criteriul "Factori importanți în alegerea paletelor", care are importanță moderat mai mare cu o pondere de 3. Ponderea 3 criteriului "Factori importanți în alegerea paletelor" este atribuită din considerente economice și de mediu.

Comparația realizată între "Gradul de accesibilitate a locației" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Gradul de accesibilitate a locației" are o importanță moderat mai mică cu o pondere de 1/3 (0,33) față de criteriul "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor", care are importanță moderat mai mare cu o pondere de 3. Acordarea ponderii 3 criteriului "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" a fost atribuită datorită importanței acordate subcriteriului *absorbția energiei la impactul vântului*.

❖ 5 "Factori importanți în alegerea paletelor"

Comparația realizată între "Factori importanți în alegerea paletelor" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" este argumentată astfel:

-Criteriul "Factori importanți în alegerea paletelor" are o importanță moderat mai mică cu o pondere de 1/3 (0,33) față de criteriul "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor", care are importanță moderat mai mare cu o pondere de 3. Ponderea 3 este atribuită criteriului "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" datorită caracteristicilor subcriteriilor *conductivitate termică și rezistența la umezeală*.

Justificarea ponderilor numerice date prin compararea criteriilor de decizie contribuie la realizarea pasului următor, pentru calcularea "Matricei inițiale a criteriilor". Atribuirea și calcularea ponderilor din "Matricea inițială a criteriilor" oferă particularități importante criteriilor de preferință, respectiv prezintă importanța relativă a fiecărui criteriu, care asistă la realizarea scopului decizional final. (Tabel 5.1.)

"Matricea inițială a criteriilor" presupune compararea criteriilor principale, anume: "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate", "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic", "Clasificarea paletelor eolienei", "Gradul de accesibilitate a locației", "Factori importanți în alegerea paletelor" și "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor".

Tabel 5. 1: Ponderi numerice scalare pentru "Matricea inițială a criteriilor"

Asamblarea paletelor la siteul parcului eolian în regim izolat

Matricea inițială a criteriilor						
Preferințele criteriilor	Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	Clasificarea paletelor eolienei	Gradul de accesibilitate a locației	Factori importanți în alegerea paletelor	Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor
Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	1	2	3	4	1/2	1/2
Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	1/2	1	4	4	4	2
Clasificarea paletelor eolienei	1/3	1/4	1	1/3	1/3	1/4
Gradul de accesibilitate a locației	1/4	1/4	3	1	1/3	1/3
Factori importanți în alegerea paletelor	2	1/4	3	3	1	1/3
Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor	2	1/2	4	3	3	1

"**Matricea inițială a criteriilor**" arată preferințele criteriilor, prin ponderile numerice scalare, acordate pe baza **scalei de importanță a lui Saaty**, prin care sunt realizate comparațiile. (Tabel 4.2) După ce au fost realizate comparațiile și date ponderile, următorul pas presupune calcularea matricei. Reciprocitatea ponderilor este astfel calculată, mai exact ponderea 1/2 este 0,5, indicată în matricea brută.(Tabel 5.2)

Tabel 5. 2: Matricea brută pentru "Matricea inițială a criteriilor"

Asamblarea paletelor la siteul parcului eolian în regim izolat

Matricea inițială a criteriilor						
Preferințele criteriilor	Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	Clasificarea paletelor eolienei	Gradul de accesibilitate a locației	Factori importanți în alegerea paletelor	Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor
Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	1	2	3	4	0,5	0,5
Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	0,5	1	4	4	4	2
Clasificarea paletelor eolienei	0,33	0,25	1	0,33	0,33	0,25
Gradul de accesibilitate a locației	0,25	0,25	3	1	0,33	0,33
Factori importanți în alegerea paletelor	2	0,25	3	3	1	0,33
Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor	2	0,5	4	3	3	1
Total pe coloană	6,08	4,25	18	15,33	9,16	4,41

Pe diagonala matricei se pune 1 deoarece compararea unui criteriu cu el însuși returnează o comparare egală, adică 1. Acordarea tuturor ponderilor și însumarea lor pe fiecare coloană în parte se realizează prin "**Matricea brută**". După ce s-au calculat totalurile pe coloane se poate calcula "**Matricea normalizată**". Interpretarea și acordarea ponderilor relative, pentru fiecare criteriu este necesară, pentru normalizarea matricea comparației anterioare (matricea brută). Normalizarea se face prin împărțirea fiecărei valori din tabel cu valoarea totală de pe coloană. (Tabel 5.3)

Tabel 5. 3: Matricea normalizată pentru "Matricea inițială a criteriilor"

Totalul pe coloană	6,08	4,25	18	15,33	9,16	4,41
Normalizarea criteriilor	1/6,08	2/4,25	3/18	4/15,33	0,5/9,16	0,5/4,41
	0,5/6,08	1/4,25	4/18	4/15,33	4/9,16	2/4,41
	0,33/6,08	0,25/4,25	1/18	0,33/15,33	0,33/9,16	0,25/4,41
	0,25/6,08	0,25/4,25	3/18	1/15,33	0,33/9,16	0,33/4,41
	2/6,08	0,25/4,25	3/18	3/15,33	1/9,16	0,33/4,41
	2/6,08	0,5/4,25	4/18	3/15,33	3/9,16	1/4,41
Rezultate						
Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	0,1644	0,4705	0,1666	0,2609	0,0545	0,1133
Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	0,0822	0,2352	0,2222	0,2609	0,4366	0,4535
Clasificarea paletelor eolienei	0,0542	0,0588	0,0555	0,0215	0,0360	0,0566
Gradul de accesibilitate a locației	0,0411	0,0588	0,1666	0,0652	0,0360	0,0748
Factori importanți în alegerea paletelor	0,3289	0,0588	0,1666	0,1956	0,1091	0,0748
Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor	0,3289	0,1176	0,2222	0,1956	0,3275	0,2267

Contribuția fiecărui criteriu de la primul nivel al arborelui decizional la **scopul final**, *Asamblarea paletelor la locația parcului eolian în regim izolat* este determinat prin calcule efectuate cu ajutorul vectorului de prioritate (sau eigenvector). Vectorul de prioritate indică ponderile relative între fiecare criteriu și este obținut prin calcularea mediei aritmetice a tuturor criteriilor, așa cum este ilustrat în Tabel 5.4. Se observă că suma tuturor valorilor vectorilor este întotdeauna egală cu unu (1).

Tabel 5. 4: Calcularea vectorului de prioritate pentru criteriile din "Matricea inițială a criteriilor"

Calcularea vectorului de prioritate pentru criterii		Rezultat
Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	$(0,1644+0,4705+0,1666+0,2609+0,0545+0,1133)/6$	0,205
Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	$(0,0822+0,2352+0,2222+0,2609+0,4366+0,4535)/6$	0,281
Clasificarea paletelor eolienei	$(0,0542+0,0588+0,0555+0,0215+0,0360+0,0566)/6$	0,047
Gradul de accesibilitate a locației	$(0,0411+0,0588+0,1666+0,0652+0,0360+0,0748)/6$	0,073
Factori importanți în alegerea paletelor	$(0,3289+0,0588+0,1666+0,1956+0,1091+0,0748)/6$	0,155
Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor	$(0,3289+0,1176+0,2222+0,1956+0,3275+0,2267)/6$	0,236

Rezultatele comparațiilor din "**Matricea inițială a criteriilor**" demonstrează contribuția fiecărui criteriu la scopul definit din arborele decizional. Datele obținute din Figura 5.8. și valorile vectorilor, arată ponderea criteriului "**Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic**" cu o contribuție de 28.1% la scopul decizional, dar și contribuția destul de apropiată a criteriului "**Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor**" cu o valoare de 23,6%. Cu o valoare destul de mică criteriul "**Clasificarea paletelor eolienei**" contribuie doar cu 4,7% la scopul definit.(Fig. 5.8)

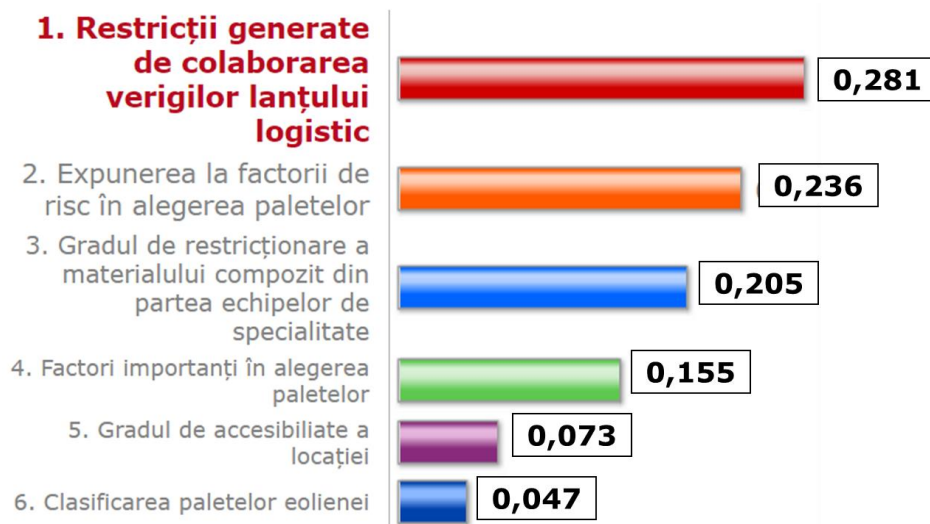


Fig. 5. 8 Matricea inițială a criteriilor

Pasul 3**3. Prioritizarea relativă a subcriteriilor se obține prin compararea subcriteriilor două câte două în funcție de fiecare criteriu de decizie, cu scopul de a le ierarhiza;**

În cadrul acestui pas este necesar să se evalueze ponderile relative ale **subcriteriilor** din al treilea nivel al ierarhiei, procedeul fiind asemănător celui utilizat în grupul de criterii din matricea inițială, pentru scopul decizional (Fig. 5.7). Acest proces este executat la fel ca pasul precedent, dar diferența o face că în acest pas se realizează evaluarea primului nivel al ierarhiei (criterii de grup) așa cum s-a arătat mai sus.

În continuare, se realizează matricea subcriteriilor "**Gradului de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate**", pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: specialiști în componente mecanice, specialiști în mașini electrice, specialiști în electronica de putere, specialiști în strategii de conducere automată și specialiști în managementul de proiect. În acest stadiu s-a realizat comunicarea între echipele tehnice și echipa de management, în vederea stabilirii programului de activitate, fluxul de numerar (fonduri alocate), și elaborarea unor proceduri specifice pentru achizițiile publice. Colaborarea / comunicarea între echipele de specialiști a fost esențială, astfel încât caracterul inovator al proiectului, pentru elementele realizate au cerute abilități speciale din partea furnizorilor.

Comparațiile au fost realizate în funcție de specificațiile primite de la fiecare echipă, cu privire la alegerea materialului compozit. Reciprocitatea ponderilor atribuite și totalului însumat pe fiecare coloană în parte sunt prezentate în "**Matricea brută**". (Tabel 5.5)

Tabel 5. 5: Matricea brută pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"

Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate

Pași intermediari					
Preferințele subcriteriilor	Specialiști în componente mecanice	Specialiști în mașini electrice	Specialiști în electronica de putere	Specialiști în strategii de conducere automată	Specialiști în managementul de proiect
Specialiști în componente mecanice	1	0,25	0,33	4	4
Specialiști în mașini electrice	4	1	3	2	3
Specialiști în electronica de putere	3	0,33	1	4	4
Specialiști în strategii de conducere automată	0,25	0,5	0,25	1	4
Specialiști în managementul de proiect	0,25	0,33	0,25	0,25	1
Total pe coloană	8,5	2,41	4,83	11,5	16

Valoarea însumată de pe fiecare coloană este împărțită cu fiecare pondere atribuită fiecărui subcriteriu. Rezultatele obținute sunt prezentate în "**Matricea normalizată**". (Tabel 5.6)

Tabel 5. 6: Matricea normalizată pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"

Totalul pe coloană	8,5	2,41	4,83	11,5	16
Normalizarea subcriteriilor	1/8,5	0,25/2,41	0,33/4,83	4/11,5	4/16
	4/8,5	1/2,41	3/4,83	2/11,5	3/16
	3/8,5	0,33/2,41	1/4,83	4/11,5	4/16
	0,25/8,5	0,5/2,41	0,25/4,83	1/11,5	4/16
	0,25/8,5	0,33/2,41	0,25/4,83	0,25/11,5	1/16
Rezultate					
Specialiști în componente mecanice	0,1176	0,1037	0,0683	0,3478	0,25
Specialiști în mașini electrice	0,4705	0,4149	0,6211	0,1739	0,1875
Specialiști în electronica de putere	0,3529	0,1369	0,2070	0,3478	0,25
Specialiști în strategii de conducere automată	0,0294	0,2074	0,0517	0,0869	0,25
Specialiști în managementul de proiect	0,0294	0,1369	0,0517	0,0217	0,0625

Normalizarea fiecărui subcriteriu contribuie la calcularea vectorului de prioritate, prezentat în Tabelul 5.7. Calcularea vectorului de prioritate presupune utilizarea mediei aritmetice și are ca scop obținerea clasamentului pentru echipele de specialiști.

Tabel 5. 7: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii		Rezultat
Specialiști în componente mecanice	$(0,1176+0,1037+0,0683+0,3478+0,25)/5$	0,177
Specialiști în mașini electrice	$(0,4705+0,4149+0,6211+0,1739+0,1875)/5$	0,373
Specialiști în electronica de putere	$(0,3529+0,1369+0,2070+0,3478+0,25)/5$	0,258
Specialiști în strategii de conducere automată	$(0,0294+0,2074+0,0517+0,0869+0,25)/5$	0,125
Specialiști în managementul de proiect	$(0,0294+0,1369+0,0517+0,0217+0,0625)/5$	0,060

Rezultatele clasamentului indică valoarea fiecărui subcriteriu al "**Gradului de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate**". Ponderea cea mai ridicată este obținută de **Specialiști în mașini electrice**, având valoarea de 37%. Se remarcă, totuși o valoare destul de apropiată de 26% a **Specialiștilor în electronica de putere**. Cea mai mică contribuție este realizată de **Specialiști în managementul de proiect** cu o pondere de 6%. (Fig. 5.9)

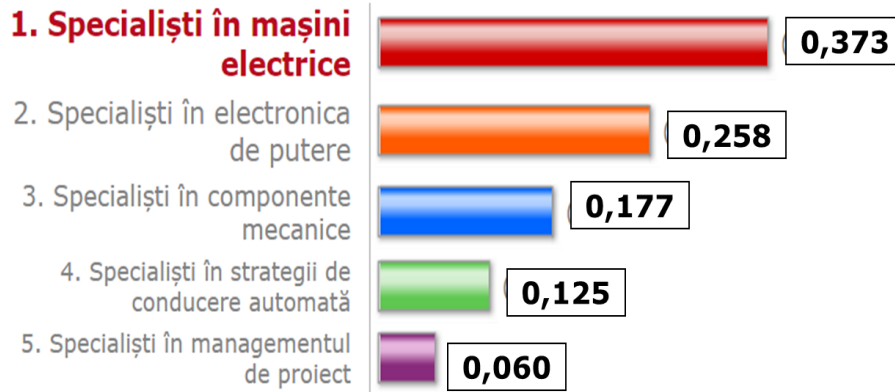


Fig. 5. 9 Matricea subcriteriilor pentru "Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate"

Studiului de față prezintă mai departe matricea subcriteriilor "**Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic**", pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: materii prime de calitate utilizate, fabricarea componentelor, transportul paletelor, integrarea și amplasarea paletelor, mentenanța și asigurarea paletelor și reciclarea. Reciprocitatea ponderilor numerice scalare este calculată în "**Matricea brută**". (Tabel 5.8)

Tabel 5. 8: Matricea brută pentru "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"

Pași intermediari

Preferințele subcriteriilor	Materii prime de calitate utilizate	Fabricarea componentelor	Transportul paletelor	Integrarea și amplasarea paletelor	Mentenanța și asigurarea paletelor	Reciclarea
Materii prime de calitate utilizate	1	5	5	4	4	4
Fabricarea componentelor	0,2	1	5	5	4	3
Transportul paletelor	0,2	0,2	1	5	4	4
Integrarea și amplasarea paletelor	0,25	0,2	0,2	1	0,25	3
Mentenanța și asigurarea paletelor	0,25	0,25	0,25	4	1	3
Reciclarea	0,25	0,33	0,25	0,33	0,33	1
Total pe coloană	2,15	6,98	11,7	19,33	13,58	18

Se realizează "**Matricea normalizată**", prin împărțirea totalului pe coloană la ponderea fiecărui criteriu, obținut prin comparație. (Tabel 5.9)

Tabel 5. 9: Matricea normalizată pentru "Restricțiile generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"

Totalul pe coloană	2,15	6,98	11,7	19,33	13,58	18
Normalizarea criteriilor	1/2,15	5/6,98	5/11,7	4/19,33	4/13,58	4/18
	0,2/2,15	1/6,98	5/11,7	5/19,33	4/13,58	3/18
	0,2/2,15	0,2/6,98	1/11,7	5/19,33	4/13,58	4/18
	0,25/2,15	0,2/6,98	0,2/11,7	1/19,33	0,25/13,58	3/18
	0,25/2,15	0,25/6,98	0,25/11,7	4/19,33	1/13,58	3/18
	0,25/2,15	0,33/6,98	0,25/11,7	0,33/19,33	0,33/13,58	1/18
Rezultate						
Materii prime de calitate utilizate	0,4651	0,7163	0,4273	0,2069	0,2945	0,2222
Fabricarea componentelor	0,0930	0,1432	0,4273	0,2586	0,2945	0,1666
Transportul paletelor	0,0930	0,0286	0,0854	0,2586	0,2945	0,2222
Integrarea și amplasarea paletelor	0,1162	0,0286	0,0170	0,0517	0,0184	0,1666
Mentenanța și asigurarea paletelor	0,1162	0,0358	0,0213	0,2069	0,0736	0,1666
Reciclarea	0,1162	0,0472	0,0213	0,0170	0,0243	0,0555

În continuare, calcularea vectorului de prioritate presupune utilizarea mediei aritmetice și are ca scop obținerea rezultatului și clasamentul subcriteriilor. (Tabel 5.10)

Tabel 5. 10: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii	Rezultat	
Materii prime de calitate utilizate	$(0,4651+0,7163+0,4273+0,2069+0,2945+0,2222)/6$	0,388
Fabricarea componentelor	$(0,0930+0,1432+0,4273+0,2586+0,2945+0,1666)/6$	0,230
Transportul paletelor	$(0,0930+0,0286+0,0854+0,2586+0,2945+0,2222)/6$	0,163
Integrarea și amplasarea paletelor	$(0,1162+0,0286+0,0170+0,0517+0,0184+0,1666)/6$	0,066
Mentenanța și asigurarea paletelor	$(0,1162+0,0358+0,0213+0,2069+0,0736+0,1666)/6$	0,103
Reciclarea	$(0,1162+0,0472+0,0213+0,0170+0,0243+0,0555)/6$	0,046

Rezultatele clasamentului indică valoarea fiecărui subcriteriu din "**Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic**". Ponderea cea mai ridicată este obținută de **Materii prime de calitate utilizate** având valoarea de 38,8%. Se remarcă, totuși o valoare destul de apropiată de 23% acordată subcriteriului **Fabricarea componentelor**. Cea mai mică contribuție este realizată de subcriteriul **Reciclarea** cu o pondere de 4%. (Fig. 5.10)

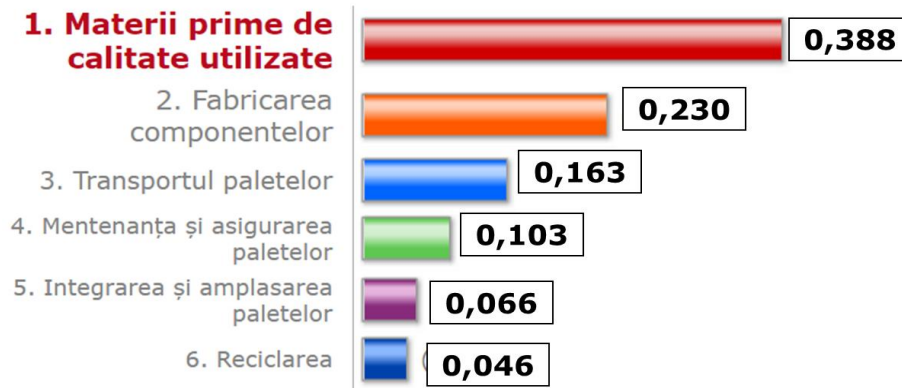


Fig. 5. 10 Matricea subcriteriilor pentru "Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic"

Urmează calcularea subcriteriilor pentru "**Clasificarea paletelor eolienei**", pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: contrar direcției vântului (Up-wind) și direcția în care vântul suflă (Down-wind). Reciprocitatea ponderilor numerice scalare este calculată în "**Matricea brută**". (Tabel 5.11) Se calculează și "**Matricea normalizată**" (Tabel 5.12), care ajută la calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii. (Tabel 5.13)

Tabel 5. 11: Matricea brută pentru "Clasificarea paletelor eolienei"

Clasificarea paletelor eolienei

Preferințele subcriteriilor	Pași intermediari	
	Contrar direcției vântului Up-wind	Direcția în care vântul suflă Down-wind
Contrar direcției vântului Up-wind	1	5
Direcția în care vântul suflă Down-wind	0,2	1
Total pe coloană	1,2	6

Tabel 5. 12: Matricea normalizată pentru "Clasificarea paletelor eolienei"

Totalul pe coloană	1,2	6
Normalizarea criteriilor	1/1,2	5/6
	0,2/1,2	1/6
Rezultate		
Contrar direcției vântului (Up-wind)	0,8333	0,8333
Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	0,1666	0,1666

Tabel 5. 13: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Clasificarea paletelor eolienei"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii		Rezultat
Contrar direcției vântului (Up-wind)	$(0,8333+0,8333)/2$	0,833
Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	$(0,1666+0,1666)/2$	0,166

Clasamentului rezultat indică valoarea fiecărui subcriteriu din "**Clasificarea paletelor eolienei**". Ponderea cea mai ridicată este obținută de **Contrar direcției vântului Up-wind**, care are o valoare de 83,3%.(Fig. 5.11)

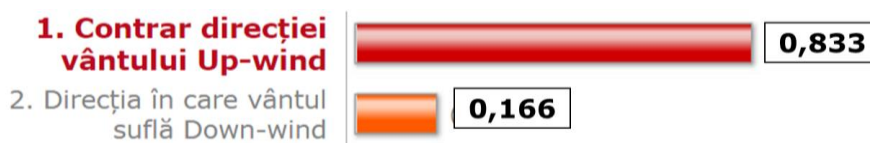


Fig. 5. 11 Matricea subcriteriilor pentru "Clasificarea paletelor eolienei"

Se realizează calcularea subcriteriilor, pentru "**Gradul de accesibilitate a locației**", pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: gradul de izolare, viteza vântului, distanța față de gridul electric, gradul locului de amplasare a paletelor, distanța de la manufacturier la locul de asamblare. Reciprocitatea ponderilor numerice scalare este calculată în "**Matricea brută**". (Tabel 5.14) Se calculează și "**Matricea normalizată**"(Tabel 5.15), care ajută la calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii. (Tabel 5.16)

Tabel 5. 14: Matricea brută pentru "Gradul de accesibilitate a locației"

Gradul de accesibilitate a locației

Pași intermediari					
Preferințele subcriteriilor	Gradul de izolare	Viteza vântului	Distanța față de gridul electric	Gradul locului de amplasare a paletelor	Distanța de la manufacturier la locul de asamblare
Gradul de izolare	1	0,2	3	3	2
Viteza vântului	5	1	4	4	4
Distanța față de gridul electric	0,33	0,25	1	0,33	4
Gradul locului de amplasare a paletelor	0,33	0,25	3	1	4
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,5	0,25	0,25	0,25	1
Total pe coloană	7,16	1,95	11,25	8,58	15

Tabel 5. 15: Matricea normalizată pentru "Gradul de accesibilitate a locației"

Totalul pe coloană	7,16	1,95	11,25	8,58	15
Normalizarea criteriilor	1/7,16	0,2/1,95	3/11,25	3/8,58	2/15
	5/7,16	1/1,95	4/11,25	4/8,58	4/15
	0,33/7,16	0,25/1,95	1/11,25	0,33/8,58	4/15
	0,33/7,16	0,25/1,95	3/11,25	1/8,58	4/15
	0,5/7,16	0,25/1,95	0,25/11,25	0,25/8,58	1/15
Rezultate					
Gradul de izolare	0,1396	0,1025	0,2666	0,3496	0,1333
Viteza vântului	0,6983	0,5128	0,3555	0,4662	0,2666
Distanța față de gridul electric	0,0460	0,1282	0,0888	0,0384	0,2666
Gradul locului de amplasare a paletelor	0,0460	0,1282	0,2666	0,1165	0,2666
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,0698	0,1282	0,0222	0,0291	0,0666

Tabel 5. 16: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Gradul de accesibilitate a locației"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii		Rezultat
Gradul de izolare	$(0,1396+0,1025+0,2666+0,3496+0,1333)/5$	0,198
Viteza vântului	$(0,6983+0,5128+0,3555+0,4662+0,2666)/5$	0,459
Distanța față de gridul electric	$(0,0460+0,1282+0,0888+0,0384+0,2666)/5$	0,113
Gradul locului de amplasare a paletelor	$(0,0460+0,1282+0,2666+0,1165+0,2666)/5$	0,164
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	$(0,0698+0,1282+0,0222+0,0291+0,0666)/5$	0,063

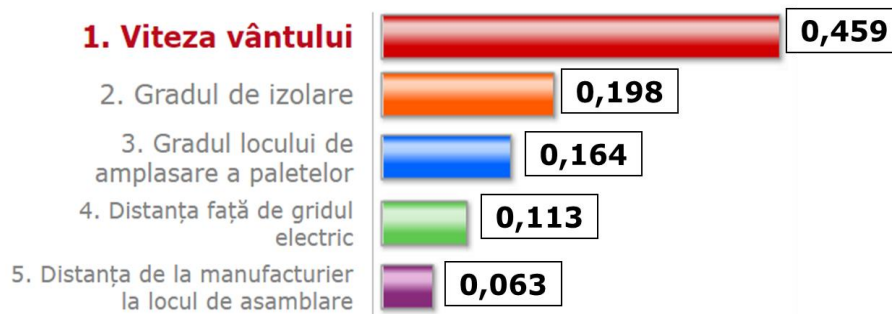


Fig. 5. 12 Matricea subcriteriilor pentru "Gradul de accesibilitate a locației"

Rezultatele clasamentului indică valoarea fiecărui subcriteriu al "**Gradului de accesibilitate a locației**". Ponderea cea mai ridicată este obținută de **Viteza vântului**, având o valoare de aproximativ 46%. **Gradul de izolare** are o valoare de 19%. Se remarcă o valoare destul de apropiată de 16% a **Gradului locului de amplasare a paletelor**. Cea mai mică contribuție este realizată de **Distanța de la manufacturier la locul de asamblare** cu o pondere de 6%. (Fig. 5.12)

Studiul se continuă cu calcularea subcriteriilor, pentru **"Factori importanți în alegerea paletelor"**, pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: factori tehnici, factori economici, factori socio-politici și factori de mediu. Se realizează reciprocitatea ponderilor numerice scalare, ponderile fiind calculate și prezentate în **"Matricea brută"**. (Tabel 5.17) Se construiește **"Matricea normalizată"**(Tabel 5.18), care ajută la calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii. (Tabel 5.19)

Tabel 5. 17: Matricea brută pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"

Factori importanți în alegerea paletelor

Pași intermediari				
Preferințele subcriteriilor	Factori tehnici	Factori economici	Factori socio-politici	Factori de mediu
Factori tehnici	1	0,2	4	4
Factori economici	5	1	5	5
Factori socio-politici	0,25	0,2	1	0,25
Factori de mediu	0,25	0,2	4	1
Total pe coloană	6,5	1,6	14	10,25

Tabel 5. 18: Matricea normalizată pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"

Totalul pe coloană	6,5	1,6	14	10,25
Normalizarea criteriilor	1/6,5	0,2/1,6	4/14	4/10,25
	5/6,5	1/1,6	5/14	5/10,25
	0,25/6,5	0,2/1,6	1/14	0,25/10,25
	0,25/6,5	0,2/1,6	4/14	1/10,25
Rezultate				
Factori tehnici	0,1538	0,125	0,2857	0,3902
Factori economici	0,7692	0,625	0,3571	0,4878
Factori socio-politici	0,0384	0,125	0,0714	0,0243
Factori de mediu	0,0384	0,125	0,2857	0,0975

Tabel 5. 19: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Factori importanți în alegerea paletelor"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii	Rezultat	
Factori tehnici	$(0,1538+0,125+0,2857+0,3902)/4$	0,238
Factori economici	$(0,7692+0,625+0,3571+0,4878)/4$	0,559
Factori socio-politici	$(0,0384+0,125+0,0714+0,0243)/4$	0,064
Factori de mediu	$(0,0384+0,125+0,2857+0,0975)/4$	0,136

Clasificarea subcriteriului "**Factori importanți în alegerea paletelor**" oferă informații importante. Ponderea cea mai ridicată este obținută de **Factori economici**, având o valoare de aproximativ 55%. **Factori tehnici** au o valoare de 23%. **Factori de mediu** aduc o contribuție de 13%, iar **Factori socio-politici** au o valoare de 6 %. (Fig. 5.13)

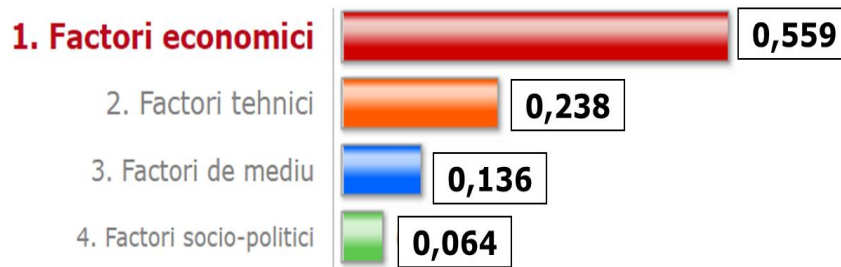


Fig. 5. 13 Matricea subcriteriilor pentru "Factori importanți în alegerea paletelor"

Urmează calcularea subcriteriilor, pentru "**Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor**", pentru care au fost atribuite ponderi numerice scalare, prin comparațiile următoarelor subcriterii: absorbția energiei la impactul vântului, rezistența la oboseală, conductivitate termică, rezistența la umezeală. Se realizează reciprocitatea ponderilor numerice scalare, ponderile fiind calculate și prezentate în "**Matricea brută**". (Tabel 5.20) Se construiește "**Matricea normalizată**" (Tabel 5.21), care ajută la calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii. (Tabel 5.22)

Tabel 5. 20: Matricea brută pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"

Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor

Pași intermediari				
Preferințele subcriteriilor	Absorbția energiei la impactul vântului	Rezistența la oboseală	Conductivitate termică	Rezistența la umezeală
Absorbția energiei la impactul vântului	1	0,2	6	6
Rezistența la oboseală	5	0,166	6	6
Conductivitate termică	0,166	0,166	1	4
Rezistența la umezeală	0,166	0,166	0,25	1
Total pe coloană	6,33	0,69	13,25	17

Tabel 5. 21: Matricea normalizată pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"

Totalul pe coloană	6,33	0,69	13,25	17
Normalizarea criteriilor	1/6,33	0,2/0,69	6/13,25	6/17
	5/6,33	0,166/0,69	6/13,25	6/17
	0,166/6,33	0,166/0,69	1/13,25	4/17
	0,166/6,33	0,166/0,69	0,25/13,25	1/17
Rezultate				
Absorbția energiei la impactul vântului	0,1579	0,2898	0,4528	0,3529
Rezistența la oboseală	0,7898	0,2405	0,4528	0,3529
Conductivitate termică	0,0262	0,2405	0,0754	0,2352
Rezistența la umezeală	0,0262	0,2405	0,0188	0,0588

Tabel 5. 22: Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriteriile din "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"

Calcularea vectorului de prioritate pentru subcriterii		Rezultat
Absorbția energiei la impactul vântului	$(0,1579+0,2898+0,4528+0,3529)/4$	0,313
Rezistența la oboseală	$(0,7898+0,2405+0,4528+0,3529)/4$	0,459
Conductivitate termică	$(0,0262+0,2405+0,0754+0,2352)/4$	0,144
Rezistența la umezeală	$(0,0262+0,2405+0,0188+0,0588)/4$	0,086

Clasificarea subcriteriului "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor" oferă informații importante. Ponderea cea mai ridicată este obținută **Rezistența la oboseală**, având o valoare de aproximativ 46%. **Absorbția energiei la impactul vântului** are o valoare de 31%. **Conductivitatea termică** are o contribuție de 14%, iar **Rezistența la oboseală** are o valoare de 8 %. (Fig. 5.14)

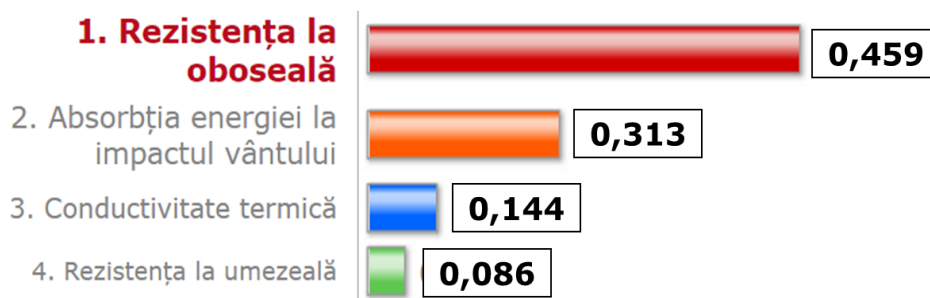
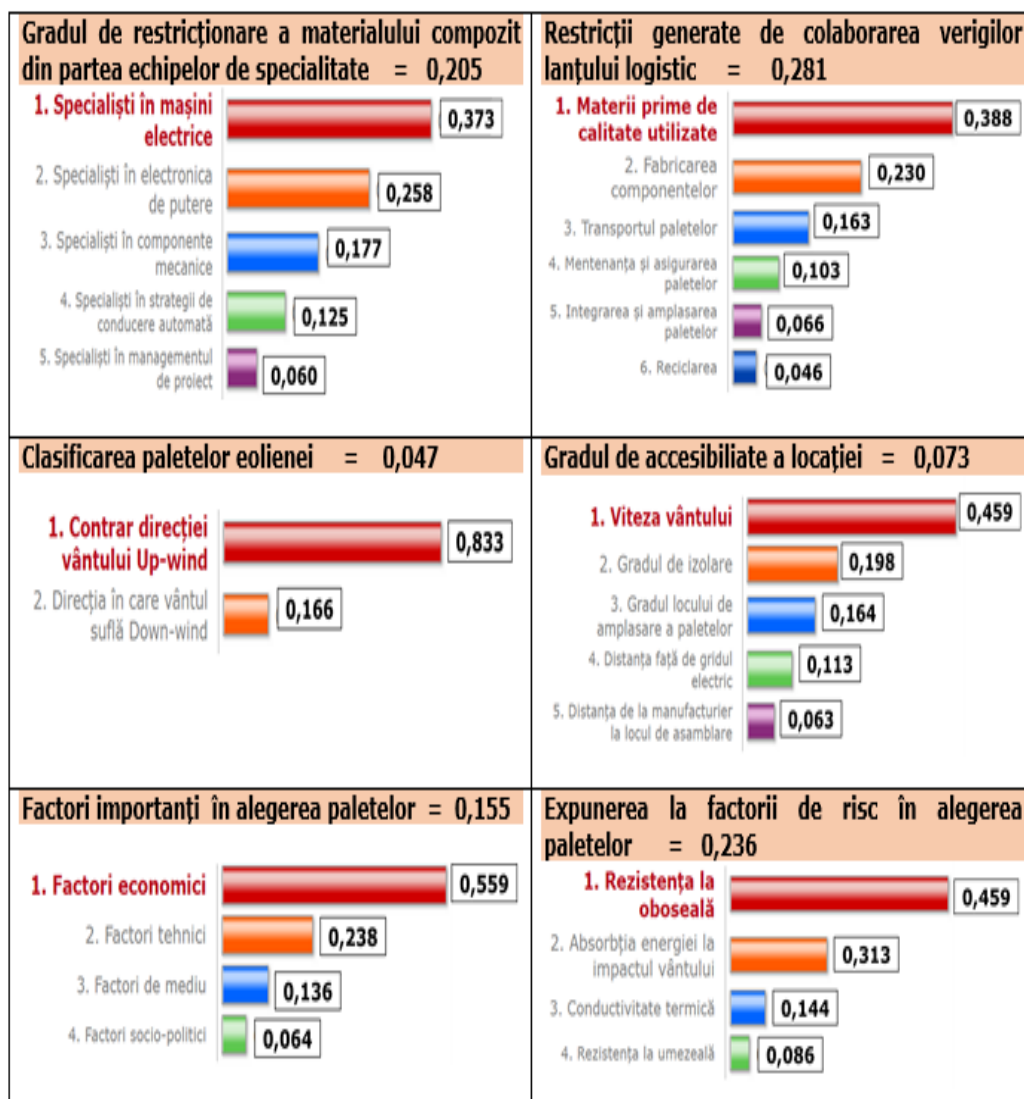


Fig. 5. 14 Matricea subcriteriilor pentru "Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor"

Pasul 4**4. Se realizează compararea perechilor de criterii decizionale (criterii și subcriterii) se obține o prioritizare globală a acestora.**

Prioritatea globală, pentru fiecare criteriu decizional este determinat prin rezultatul înmulțirii fiecărei vector de prioritate, pentru fiecare criteriu de pe nivelul al doilea al arborelui decizional cu prioritizarea relativă a subcriteriilor de la nivelul al treilea. (Tabel 5.23) (Tabel 5.24)

Tabel 5. 23: Prioritizarea relativă a subcriteriilor



Tabel 5. 24: Prioritizarea globală a subcriteriilor

Criteria decizionale	Vector de prioritate pentru fiecare criteriu decizional	Subcriterii decizionale	Prioritizarea relativă a subcriteriilor	Prioritizarea globală a subcriteriilor= Vector de prioritate pentru fiecare criteriu decizional X Prioritizarea relativă a subcriteriilor
Gradul de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate	0,205	Specialiști în componente mecanice	0,177	0,036
		Specialiști în mașini electrice	0,373	0,076
		Specialiști în electronica de putere	0,258	0,052
		Specialiști în strategii de conducere automată	0,125	0,025
		Specialiști în managementul de proiect	0,060	0,012
Restricții generate de colaborarea verigilor lanțului logistic	0,281	Materii prime de calitate utilizate	0,388	0,109
		Fabricarea componentelor	0,230	0,064
		Transportul paletelor	0,163	0,045
		Integrarea și amplasarea paletelor	0,066	0,018
		Mentenanța și asigurarea paletelor	0,103	0,028
		Reciclarea	0,046	0,012
Clasificarea paletelor eolienei	0,047	Contrar direcției vântului (Up-wind)	0,833	0,039
		Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	0,166	0,007
Gradul de accesibilitate a locației	0,073	Gradul de izolare	0,198	0,014
		Viteza vântului	0,459	0,033
		Distanța față de gridul electric	0,113	0,008
		Gradul locului de amplasare a paletelor	0,164	0,011
		Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,063	0,004
Factori importanți în alegerea paletelor	0,155	Factori tehnici	0,238	0,036
		Factori economici	0,559	0,086
		Factori socio-politici	0,064	0,009
		Factori de mediu	0,136	0,021
Expunerea la factorii de risc în alegerea paletelor	0,236	Absorbția energiei la impactul vântului	0,313	0,073
		Rezistența la oboseală	0,459	0,108
		Conductivitate termică	0,144	0,033
		Rezistența la umezeală	0,086	0,020

Pasul 5

5. Se realizează matricea performanțelor prin calcularea prioritizării relative a alternativei pentru fiecare subcriteriu.

În cadrul acestui pas este necesar să se evalueze ponderile relative ale alternativelor din al patrulea nivel al ierarhiei, procedeul fiind asemănător celui utilizat în grupul de criterii și subcriterii, pentru scopul decizional. Acest proces este executat la fel ca pasul precedent, doar că se remarcă o diferență în acest pas, respectiv se realizează evaluarea fiecărei alternative pe lângă fiecare subcriteriu. (Anexa 2)

Tabel 5. 25: Decizia finală pentru paletele din fibră de sticlă

1. Palete din fibră de sticlă	Prioritizarea globală a subcriteriilor	Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii	Rezultate Prioritizarea globală a subcriteriilor X Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii
	Specialiști în componente mecanice	0,036	0,072	0,003
Specialiști în mașini electrice	0,076	0,644	0,049
Specialiști în electronica de putere	0,052	0,108	0,006
Specialiști în strategii de conducere automată	0,025	0,080	0,002
Specialiști în managementul de proiect	0,012	0,057	0,001
Materii prime de calitate utilizate	0,109	0,071	0,008
Fabricarea componentelor	0,064	0,054	0,003
Transportul paletelor	0,045	0,080	0,004
Integrarea și amplasarea paletelor	0,018	0,089	0,002
Mentenanța și asigurarea paletelor	0,028	0,142	0,004
Reciclarea	0,012	0,490	0,006
Contrar direcției vântului (Up-wind)	0,039	0,110	0,004
Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	0,007	0,132	0,001
Gradul de izolare	0,014	0,094	0,001
Viteza vântului	0,033	0,073	0,002
Distanța față de gridul electric	0,008	0,197	0,002
Gradul locului de amplasare a paletelor	0,011	0,101	0,001
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,004	0,163	0,001
Factori tehnici	0,036	0,059	0,002
Factori economici	0,086	0,658	0,057
Factori socio-politici	0,009	0,122	0,001
Factori de mediu	0,021	0,094	0,002
Absorbția energiei la impactul vântului	0,073	0,058	0,001
Rezistența la oboseală	0,108	0,066	0,007
Conductivitate termică	0,033	0,671	0,022
Rezistența la umezeală	0,020	0,266	0,005

Tabel 5. 26: Decizia finală pentru paletele din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă

2. Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Prioritizarea globală a subcriteriilor	Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii	Rezultate Prioritizarea globală a subcriteriilor X Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii
	Specialiști în componente mecanice	0,036	0,675	0,024
Specialiști în mașini electrice	0,076	0,247	0,019
Specialiști în electronica de putere	0,052	0,267	0,014
Specialiști în strategii de conducere automată	0,025	0,627	0,016
Specialiști în managementul de proiect	0,012	0,595	0,007
Materii prime de calitate utilizate	0,109	0,696	0,076
Fabricarea componentelor	0,064	0,729	0,047
Transportul paletelor	0,045	0,627	0,028
Integrarea și amplasarea paletelor	0,018	0,586	0,011
Mentenanța și asigurarea paletelor	0,028	0,571	0,016
Reciclarea	0,012	0,197	0,002
Contrar direcției vântului (Up-wind)	0,039	0,543	0,021
Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	0,007	0,270	0,002
Gradul de izolare	0,014	0,671	0,009
Viteza vântului	0,033	0,643	0,021
Distanța față de gridul electric	0,008	0,490	0,004
Gradul locului de amplasare a paletelor	0,011	0,586	0,006
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,004	0,539	0,002
Factori tehnici	0,036	0,750	0,027
Factori economici	0,086	0,252	0,022
Factori socio-politici	0,009	0,648	0,006
Factori de mediu	0,021	0,671	0,014
Absorbția energiei la impactul vântului	0,073	0,767	0,056
Rezistența la oboseală	0,108	0,710	0,077
Conductivitate termică	0,033	0,234	0,008
Rezistența la umezeală	0,020	0,632	0,013

Tabel 5. 27: Decizia finală pentru paletele din fibră de carbon și fibră de sticlă

3. Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	Prioritizarea globală a subcriteriilor	Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii	Rezultate
	Prioritizarea globală a subcriteriilor	Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii	Prioritizarea globală a subcriteriilor X Prioritizarea alternativelor pe lângă subcriterii
Specialiști în componente mecanice	0,036	0,252	0,009
Specialiști în mașini electrice	0,076	0,107	0,008
Specialiști în electronica de putere	0,052	0,624	0,032
Specialiști în strategii de conducere automată	0,025	0,291	0,007
Specialiști în managementul de proiect	0,012	0,346	0,004
Materii prime de calitate utilizate	0,109	0,231	0,025
Fabricarea componentelor	0,064	0,216	0,014
Transportul paletelor	0,045	0,291	0,013
Integrarea și amplasarea paletelor	0,018	0,323	0,006
Mentenanța și asigurarea paletelor	0,028	0,285	0,008
Reciclarea	0,012	0,311	0,004
Contrar direcției vântului (Up-wind)	0,039	0,345	0,013
Direcția în care vântul suflă (Down-wind)	0,007	0,490	0,003
Gradul de izolare	0,014	0,234	0,003
Viteza vântului	0,033	0,282	0,009
Distanța față de gridul electric	0,008	0,311	0,002
Gradul locului de amplasare a paletelor	0,011	0,348	0,004
Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	0,004	0,297	0,001
Factori tehnici	0,036	0,189	0,007
Factori economici	0,086	0,088	0,008
Factori socio-politici	0,009	0,229	0,002
Factori de mediu	0,021	0,234	0,005
Absorbția energiei la impactul vântului	0,073	0,173	0,013
Rezistența la oboseală	0,108	0,223	0,024
Conductivitate termică	0,033	0,094	0,003
Rezistența la umezeală	0,020	0,101	0,002

Pasul 6

6. Decizia finală se obține prin alegerea alternativei cu punctaj maxim.

Asamblarea paletelor la siteul parcului eolian în regim izolat

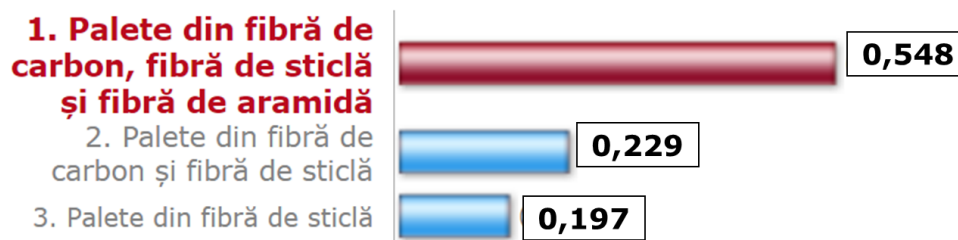


Fig. 5. 15 Rezultatele finale ale alternativelor în alegerea paletelor în regim izolat

Decizia finală obținută printr-o pondere, care depășește valoarea de 50% este atribuită variantei tehnologice formată din **palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă** (54%).

Formalismul decizional pe direcția "driverului" de încredere a contribuit la clasificarea criteriilor tehnice importante, pentru alegerea paletelor de vânt adaptate proiectului RES, în regim izolat. Prin aplicarea algoritmului AHP, în concordanță cu criteriile tehnice evaluate a fost indicată combinația optimă de material compozit pentru structura paletelor, astfel încât, să se respecte parametrii tehnici unici specifici proiectului RES.

Astfel caracteristicile regimului izolat indică folosirea unui **material compozit hybrid** pentru paletele de vânt, care oferă avantaje atât economice cât și de mediu. (Fig. 5.15) [[Badea, et al., 2016](#)]

5.3 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de cunoaștere bazat pe formalismul de dimensionare

Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de cunoaștere, bazat pe formalismul de dimensionare se realizează prin plasarea strategică a stocurilor de siguranță din fibră de carbon și fibră de sticlă, care au rolul de a proteja veriga lanțului logistic împotriva variației blocajelor produse în lanț.

Validarea modelului este realizat în cadrul proiectului RES, în regim izolat. (Fig. 5.16)

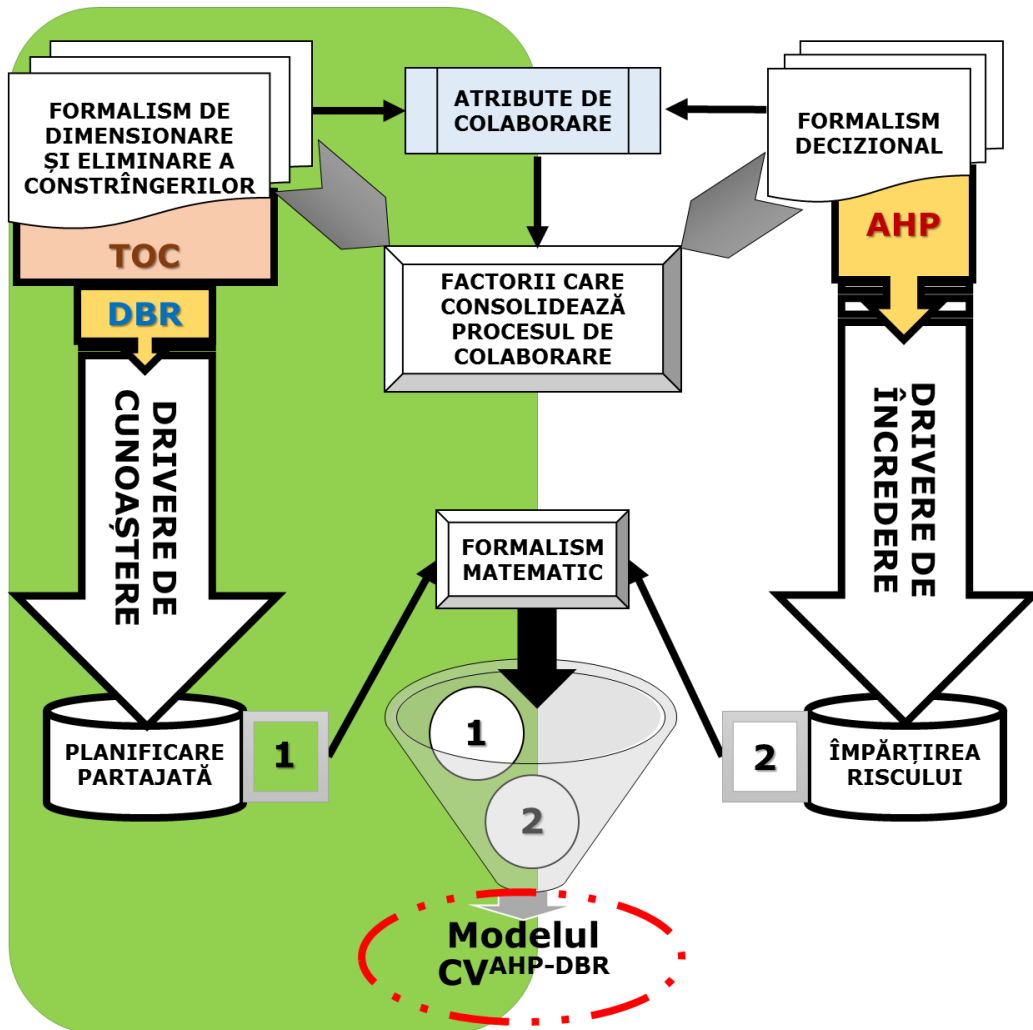


Fig. 5. 16 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" pe direcția "driverului" de cunoaștere bazat pe formalismul de dimensionare

Mai exact, aplicarea formalismului s-a realizat pentru un proiect de instalare a unei turbine eoliene, într-o regiune izolată din România, cu condiții meteorologice extreme și forme de relief dificile.

Tehnologiile pentru realizarea energiei regenerabile se confruntă cu o serie de constrângeri, în utilizarea acestora, în anumite țări în curs de dezvoltare precum este și România. În unele regiuni cu grad de izolare din țara noastră accesul proiectelor RES este foarte scăzut, iar costurile de aprovizionare nu sunt cunoscute. Costurile echipamentelor, instalarea efectivă, precum și costurile de întreținere nu sunt accesibile pentru mulți locuitori, fără opțiuni de finanțare pe termen lung. Băncile și alte instituții financiare sunt deseori reticente în acordarea împrumuturilor consumatorilor și antreprenorilor, pentru realizarea acestor proiecte. Pe de altă parte, cererea tot mai mare de energie regenerabilă pune presiune pentru

furnizarea de materiale speciale (cupru, oțel, molibden, metale rare, fibre de carbon fibre de sticlă și fibre aramide) necesare în producția pieselor, care compun infrastructura echipamentelor, pentru furnizarea energiei regenerabile.

Implementarea proiectelor, pentru energia eoliană, prin utilizarea noilor tehnologii, duce la un proces complex, care necesită cunoștințe și competențe pentru folosirea echipamentelor tehnologice de mari dimensiuni și instalarea lor la locația special amenajată. Totodată, factorii externi proiectului de implementare, cum sunt blocajele de colaborare ale verigilor, pentru procurarea pieselor din materiale de calitate, necesită o atenție deosebită din partea dezvoltatorilor de proiecte RES.

În continuare, sunt ilustrate blocajele pentru asigurarea materiilor prime de calitate, care trebuie să corespundă cu cerințelor tehnice specifice ale proiectului și se propune prin filozofia DBR o dimensionare tampon, pentru materiile prime, respectiv fibra de carbon (Carbon fiber-CF01) și fibra de sticlă (Glass fiber-GF-01). (Fig. 5.17).

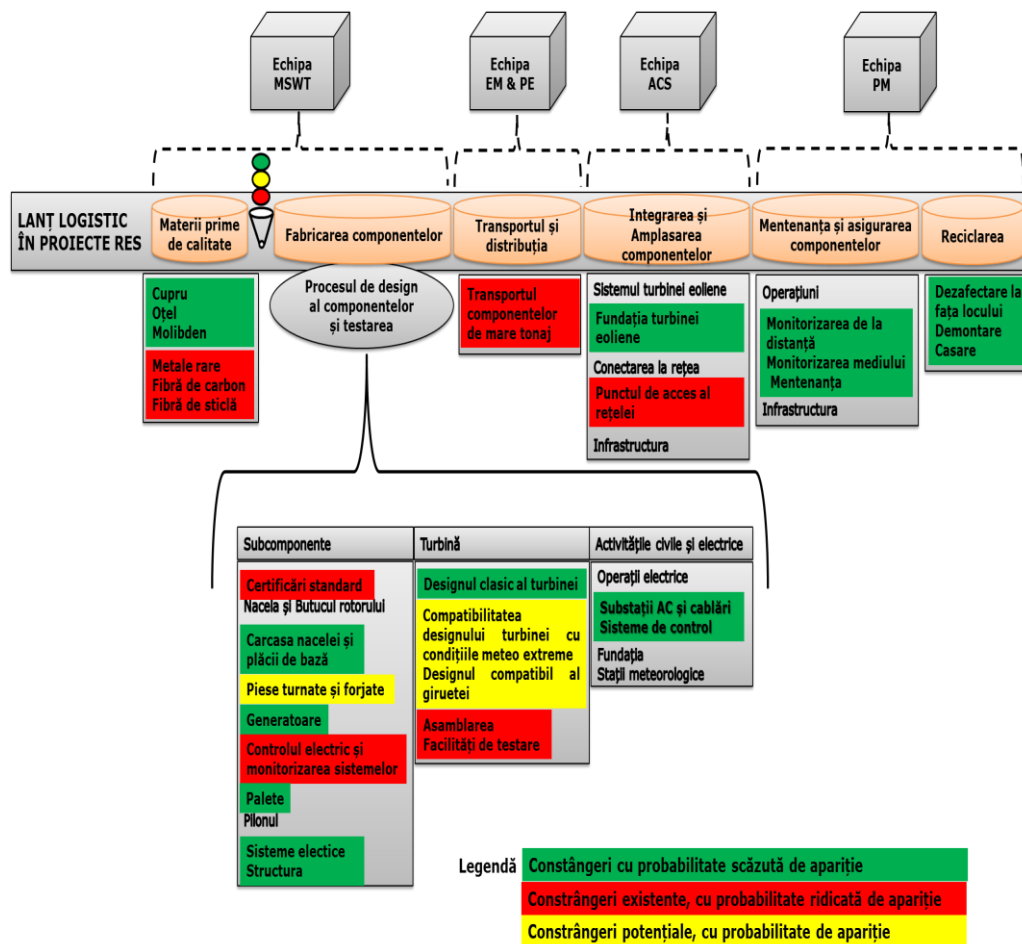


Fig. 5. 17 Blocajele lanțului logistic în proiecte RES [adaptat după 184]

Blocajele de colaborare între verigi în proiectele RES, pentru materiile prime sunt eliminate cu ajutorul unui stoc intermediar, realizat în fața fiecărei verigi din lanț. În acest fel, fiecare verigă va fi în măsură să gestioneze în mod individual un stoc intermediar prin plasarea comenzilor la momentul corect. Potrivit studiului realizat, prin filozofia DBR, se optimizează un proces de flux continuu, prin care se obține capacitatea maximă a celei mai constrânse verigi (Capacitatea Verigii Constrânse-CVC), în cadrul lanțului logistic. Astfel, ritmul realizat de CVC în lanțul logistic reprezintă tamburul ("Drum") pentru restul sistemului. Funia ("Rope") reprezintă mecanismul de eliberare a materiei prime în fluxul procesului, protejând CVC să fie aglomerată cu "în curs de execuție". Funia ("Rope") reglementează viteza de introducere a materiei prime în fluxul procesului. Rata de introducere a materiei prime în fluxul procesului nu este mai rapidă decât ritmul deja impus. Funia este conectată cu tamburul prin stocul de siguranță, care protejează CVC de gâtuirile posibile din timpul procesului. [Proștean și Badea, 2014]. Metoda DBR ajută la deplasarea materiilor prime importante (fibra de carbon și fibra de sticlă) în lanțul logistic, în stocuri de siguranță, care sunt plasate și dimensionate pentru a proteja ritmul fiecărei verigi individual în cadrul lanțului. Scopul utilizării soluției DBR pentru dimensionarea "bufferului" are rolul de a proteja veriga lanțului logistic împotriva variației blocajelor produse în lanț.

5.3.1 Dimensionarea stocului intermediar

După ce sunt proiectate generatoarele este declanșată faza de fabricație. Această fază include și o etapă de testare. În această etapă testele necesare realizate sunt deosebit de importante, datorită specificațiilor tehnice. Testele reprezintă o etapă foarte importantă, deoarece, dacă ceva nu se potrivește, întregul sistem eolian nu va funcționa. Testarea componentelor prezintă în unele cazuri erori tehnice. În acest caz testele necesare implică un consum continuu de materii prime.

În cazul proiectului RES în regim izolat, configurat pentru diferite zone geografice (deal și locații montane din România) cu condițiile climatice dificile în anumite momente ale anului, furtuni (toamna și iarna), solicită o rezistență puternică la acești factori, respectiv, de intensitate foarte scăzută a vântului (vara).

Caracteristicile climatice scot în evidență sensibilitatea de funcționare a paletelor de vânt. În acest sens, în procesul de proiectare au rezultat mai multe variante de testare care să îndeplinească caracteristicile climatice generate de regiunile izolate. Proiectul experimental a avut ca rezultat mai mult de 20 de teste pentru variantele propuse. Pentru fiecare dintre cele 20 de variante au fost realizate efectiv cel puțin trei încercări, până când s-a identificat varianta cu cea mai mică eroare (aproape de 0). Astfel au fost identificate blocaje la două materii prime, anume fibra de carbon și fibra de sticlă, pentru care s-a propus prin formalismul de dimensionare un stoc de siguranță. (Figura 5.18).

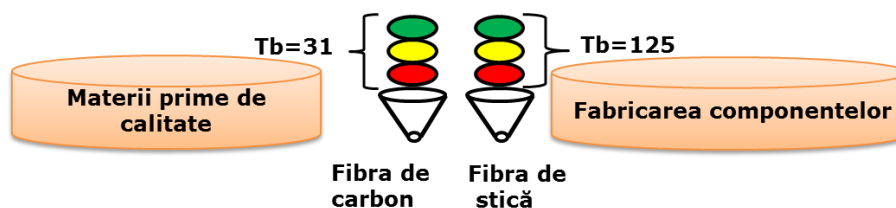


Fig. 5. 18 Dimensionare materii prime

Soluția propusă în acest studiu asigură materiile prime de înaltă precizie, conform specificațiilor de proiectare, pentru frecvența testelor. Prin monitorizarea rezervelor țintă și culorile lor abordate, "bufferele" sunt dimensionate pentru menținerea unui ritm de livrare al materiilor prime la fiecare verigă din lanț.

Tabel 5. 28: Dimensionarea stocului fibră de carbon și fibră de sticlă

Distribuția	MCT	DLT	SP	Tb	Sb _{galben}	Drum	Sb _{roșu} ROPE
Fibră de carbon (CF01)	25	1 săptămână	125%	31	80,64%	3,57/zi	11,52%
Fibră de sticlă (GF01)	100	1 săptămână	125%	125	80%	14,28/zi	11,42%

Conform Tabelului 5.28, respectiv a formulelor (vezi §4.3.1), au fost calculate **Sb_{galben}** și **Sb_{roșu}**, în funcție de **consumul mediu de testare (MCT)**. Dimensionarea stocului pentru **fibra de carbon** presupune un "target" de 31 de comenzi, timpul de reaprovizionare (DLT) de 1 săptămână și **nivelul stocului galben de 80.64%**. Prin urmare, atingerea valorii **stocului galben** generează eliberarea comenzii pentru veriga din aval. Momentul în care **nivelul stocului roșu** ajunge la **11,52%** se trage coarda supapei de alimentare (frânghia) și se face recepția materiei prime. Acesta este momentul în care stocul trebuie să fie reumplut, având în vedere că DLT a fost respectat de la veriga din amonte către veriga care a plasat comanda. Prin urmare, această metodă identifică ritmul fiecărei verigi din lanț, plasează un stoc intermediar în fața fiecărei verigi din lanț, care va crea o protecție verigii, indiferent de blocajele care pot apărea.

În consecință, formalismul de dimensionare asigură monitorizarea stocului intermediar. Acest mecanism de control permite recepția fibrei de carbon, la momentul corect și oferă informații despre perioada timpului de testare.

Modelul "CV^{AHP-DBR}" aplicat în cadrul proiectului RES, în regim izolat oferă informații importante, pentru plasare strategică a stocurilor de siguranță, pentru comenzile de materiale speciale.

Prin validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" sunt luate în considerare toate aspectele de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate, restricțiile generate de colaborarea verigilor lanțului logistic, aspecte tehnice, de risc și de accesibilitate, astfel încât, materiile prime selectate, pentru procesul de fabricație să fie disponibile la momentul oportun, chiar dacă acestea nu sunt încă integrate într-un flux logistic.

5.4 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" în cadrul companiei Montana M.G., Secția- Producția de Piese din Materiale Compozite (MCarbonParts).

Validarea **MODELULUI DECIZIONAL ȘI DE DIMENSIONARE "CV^{AHP-DBR}"**, pentru colaborarea într-un lanț logistic (Fig. 5.19) s-a realizat în cadrul companiei Montana M.G., SECȚIA- Producția de Piese din Materiale Compozite (MCarbonParts). (Fig. 5.20)

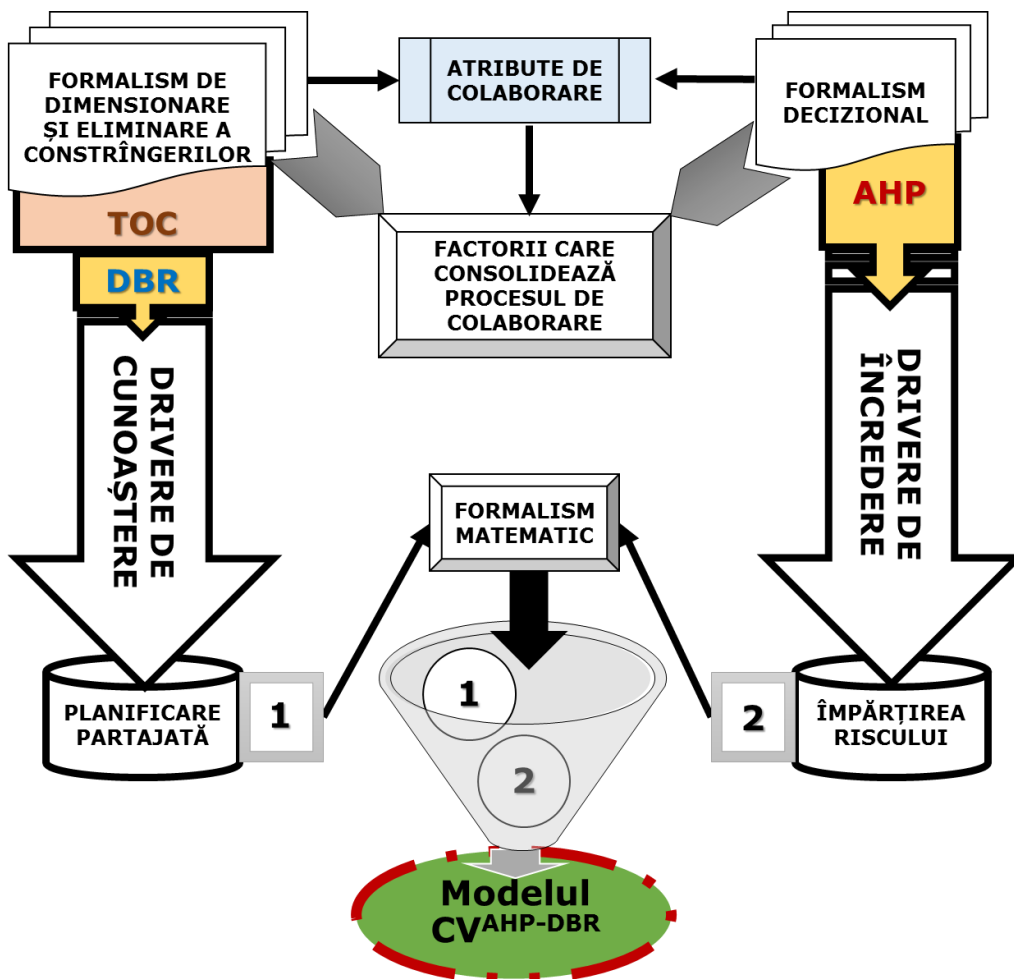


Fig. 5. 19 Modelul decizional și de dimensionare "CV^{AHP-DBR}"

În urma formalismul decizional aplicat prin metoda AHP și obținerea variantei tehnologice formată din **fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă** adaptată proiectului RES, în regim izolat se realizează validarea soluției găsite prin modelului "CV^{AHP-DBR}" în cadrul firmei McarbonParts. În acest sens

criteriile tehnice identificate au fost alese în fabricarea unei piese pentru un *Client izolat*. După aplicarea formalismul de dimensionare prin metoda DBR s-a realizat sincronizarea fluxului de materiale speciale, prin dimensionarea unui stoc de siguranță asigurând recepția materialului la momentul potrivit. Pornind de la soluția găsită prin DBR, în cadrul firmei MCarbonParts, prin modelul "CV^{AHP-DBR}" au fost dimensionate stocuri de materiale compozite pentru comenzile izolate, astfel încât să fie asigurat un flux continuu pentru comenzile curente. În fluxul comenzilor curente transmise către furnizori o dată pe săptămână au fost cuplate comenzile izolate. Comenzile izolate au fost plasate către furnizori o dată la două săptămâni.

MCarbonParts reprezintă divizia de fibră de carbon și materiale compozite a companiei **MONTANA M.G.**, divizie specializată în proiectarea și execuția pieselor din materiale compozite, destinate în principal industriei de automobile. (Fig. 5.20)



Fig. 5. 20 Piese din materiale compozite

Materiale compozite, pentru realizarea pieselor pentru *Clienți curenți* sunt comandate de la trei furnizori importanți:

- *Contras S.R.L.* din Timișoara,
- *Rompolimer Composites* din București,
- *BestTools* din Brașov.

-Contras S.R.L. furnizează firmei MCarbonParts fibră de sticlă.

-Rompolimer Composites asigură necesarul de fibră de carbon și fibră de sticlă.

-BestTools aprovizionează firma cu fibră de carbon, fibră de sticlă și Kevlar.

MCarbonParts combină materialele compozite oferind combinația tehnică optimă a piesei comandate.

Aplicarea modelului "CV^{AHP-DBR}" s-a realizat între lunile mai-octombrie 2016, în cadrul firmei MCarbonParts. (Fig. 5. 21) Cunoscând foarte bine avantajele pe care le oferă materialele compozite, prin experiența acumulată în producerea pieselor, MCarbonParts oferă avantaje, pentru dezvoltarea proiectelor în sectorul RES, în regim izolat. Piese realizate în cadrul MCarbonParts corespund din punct de vedere tehnic cu caracteristicile specifice condițiilor meteorologice ale mediului izolat. Acest aspect permite atragerea colaborărilor cu *Clienți izolați* pentru realizarea pieselor din materiale compozite, adaptate sectorului RES. Analizând avantajele oferite de începerea unei noi colaborări, prin formalismul de colaborare

"CV^{AHP-DBR}", MCarbonParts a actualizat planul de management, prin care a obținut un rulajul optim de materiale compozite, au scăzut costurile de stocare și a fost minimizat "*Riscul de produs*".

Modelul "CV^{AHP-DBR}", prin **formalismul decizional** oferă combinația optimă de material compozit din punct de vedere tehnic, în funcție de criteriile transmise de către *Clienți izolați*. Prin modelul "CV^{AHP-DBR}", folosind **formalismul de dimensionare** se echilibrează fluxul logistic de materialele compozite necesare în producerea pieselor pentru *Clienți izolați* în așa fel încât prin dimensionarea stocurilor de siguranță se asigură și un flux continuu de materiale compozite pentru producerea pieselor pentru *Clienți curenți*, indiferent de comenzile izolate primite. Mai exact, prin folosirea modelului "CV^{AHP-DBR}", se asigură necesarul de material compozit, pentru realizarea combinației tehnologice optime, indiferent de comenzile izolate primite.

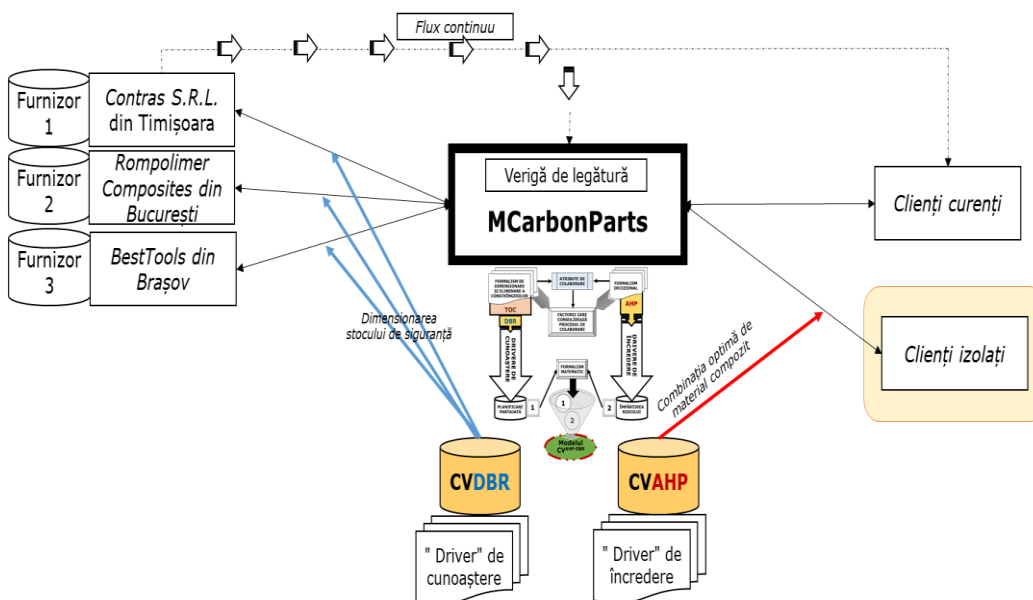


Fig. 5. 21 Validarea modelului "CV^{AHP-DBR}"

Soluțiile decizionale și de dimensionare aplicate prin modelul "CV^{AHP-DBR}", presupun două etape. Prima etapă oferă prin formalismul decizional combinația tehnică potrivită de material compozit, pentru o piesă adaptată zonei izolate. A două etapă prezintă o analiză asupra comenzilor de materiale compozite înregistrate pentru *Clienți curenți* și rezultatele oferite după aplicarea formalismului de dimensionare pentru *Clienți izolați*.

În prima etapă, în funcție de criteriile tehnice izolate indicate de formalismul decizional s-a ales producerea piesei EVO6C pentru *Clientul izolat A*. Producția piesei presupune realizarea unui desen tridimensional (3D), se elaborează modelul master, pentru obținerea matriței din care rezultă piesa primară.

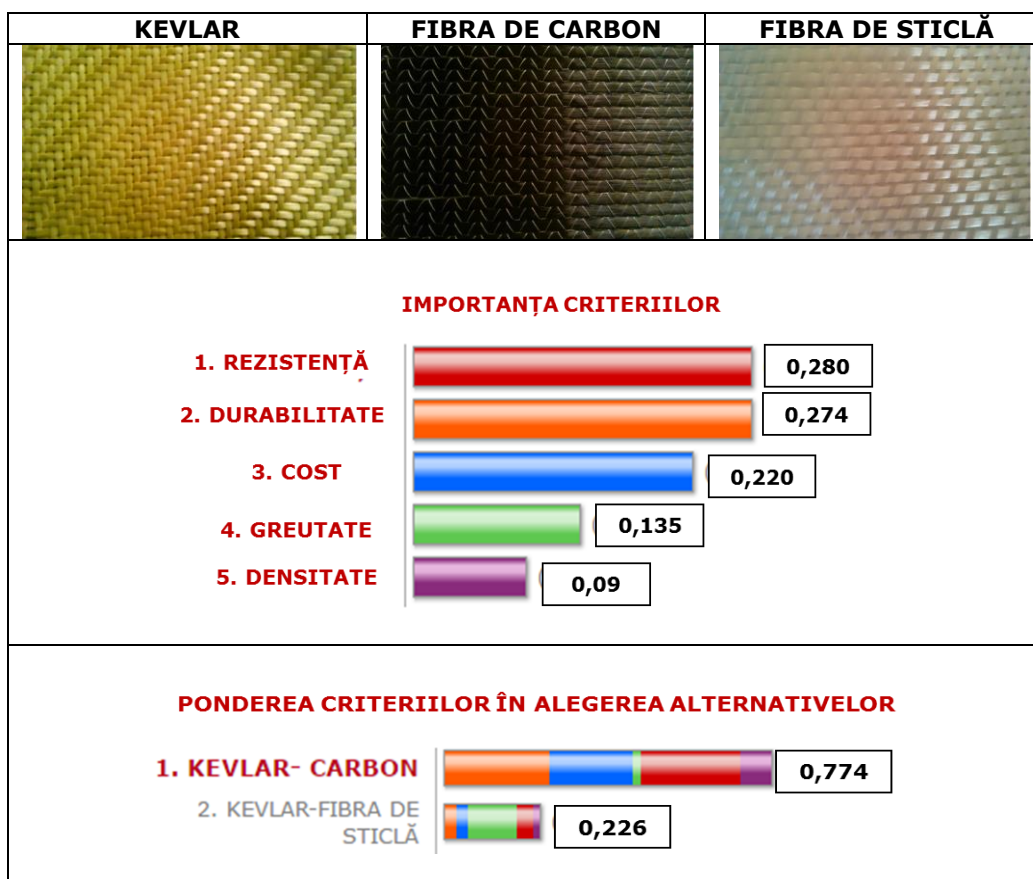
Pentru realizarea piesei s-au ales două combinații de material compozit de ultimă generație, anume **varianta 1 Kevlar-Fibra de sticlă** și **varianta 2 Kevlar-**

Carbon, caracteristici demonstrate prin rezistență, durabilitate, cost, greutate și densitate. (Tabel 5. 22)

Fiecare variantă a oferit caracteristici speciale, anume:

1. **Varianta Kevlar-Fibra de sticlă** : cost redus, durabilitate , greutate mai mare datorită Fibrei de sticlă, rezistență scăzută (durata de viață maxim 1 an), nu rezită la șocuri.
2. **Varianta Kevlar-Carbon** : greutatea este redusă cu jumătate din greutatea variantei Kevlar-Fibră de sticlă, are durabilitate și rezistență mare la șocuri (durata de viață aproximativ 5 ani). Din punct de vedere al costului are mai mult cu 30% la preț față de varianta Kevlar-Fibră de sticlă.

Tabel 5. 29: Alegerea combinației optime de material compozit



Soluția oferită în alegerea combinației optime de material compozit prin modelul "CV^{AHP-DBR}" arată o contribuție foarte apropiată între criteriile **Rezistență (28%)**, **Durabilitate (27%)** și **Cost (22%)**.

Varianta Kevlar-Carbon se detașează printr-o pondere de aproximativ 77% față de varianta Kevlar-Fibra de sticlă, care prezintă o pondere de aproximativ 23%. Se observă, însă, criteriul **COST** are o pondere mare în alegerea variantei Kevlar-Carbon. Acest aspect reprezintă un dezavantaj în alegerea acestei variante.

Pentru varianta Kevlar-Fibra de sticlă se observă că **GREUTATEA** are o pondere mare și reprezintă un dezavantaj, pentru combinația realizată. (Tabel 5.29)

ALEGEREA COMBINAȚIEI OPTIME DE MATERIAL COMPOZIT



Fig. 5. 22 Combinația optimă Kevlar-Carbon

Prin modelul "CV^{AHP-DBR}" s-a indicat combinația oferită de varianta **Kevlar-Carbon**. Costul cu 30% mai mare față de varianta oferită de **Kevlar-Fibra de sticlă** nu reprezintă un impediment deoarece varianta **Kevlar-Carbon** prezintă criterii tehnice uimitoare, care oferă o performanță excelentă a piesei pe o perioadă mai lungă de timp. Avantajul costului unei piese **Kevlar-Fibra de sticlă** este oferit doar în momentul achiziționării ei. (Fig. 5.22)

Piesa realizată din **Kevlar-Carbon** are o durată de viață mai lungă, prin rezistență și durabilitate astfel încât calitatea piesei realizate prin această combinație de materiale oferă o perioadă de folosire îndelungată, minimizând investiția făcută. Prețul ridicat este compensat de proprietățile excelente pe care combinația **Kevlar-Carbon** le oferă.

Raportul Rezistența-Greutate oferă prin combinația **Kevlar-Carbon o proprietate tehnică importantă**, în comparație cu combinația **Kevlar-Fibra de sticlă**, care este foarte sensibilă la șocuri și crapă. (Fig. 5.23)

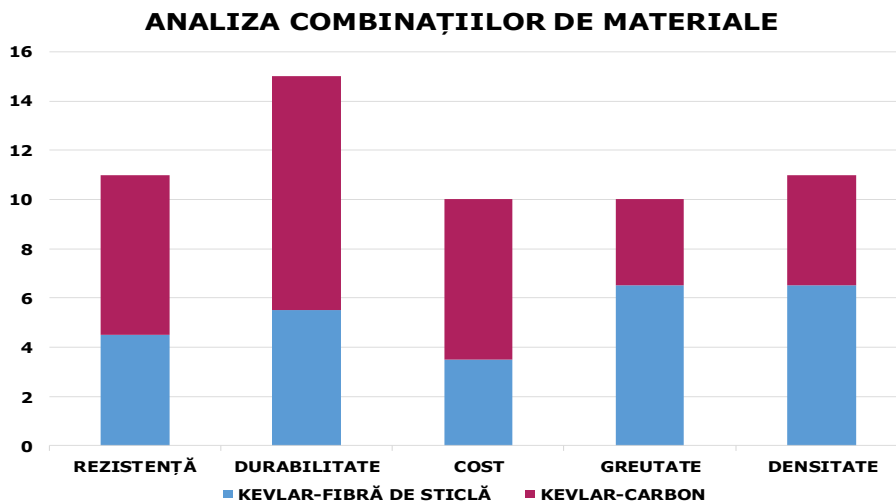


Fig. 5. 23 Analiza combinațiilor de materiale

În cadrul departamentului de producție a pieselor din materiale compozite **MCarbonParts**, soluția propusă prin modelul "CV^{AHP-DBR}" a contribuit atât la luarea

deciziei optime, în alegerea variantei tehnice de material compozit, cât și la monitorizarea nivelului stocului materialelor compozite utilizate. Totodată modelul "CV^{AHP-DBR}" oferă o soluție practică care previne apariția unor rupturi de stoc în fluxul logistic pentru comenzile izolate.

În acest cadru au fost aleși trei furnizori importanți de materiale compozite *Contras S.R.L.* din Timișoara, *Rompolimer Composites* din București și *BestTools* din Brașov. În colaborarea cu acești furnizori datele sunt exacte și complete. De exemplu, sunt sistematizate datele despre specificațiile tehnice, prețurile, discountul aplicat în funcție de cantitatea comandată cât și modalitatea și timpul de livrare. (Fig. 5. 24)

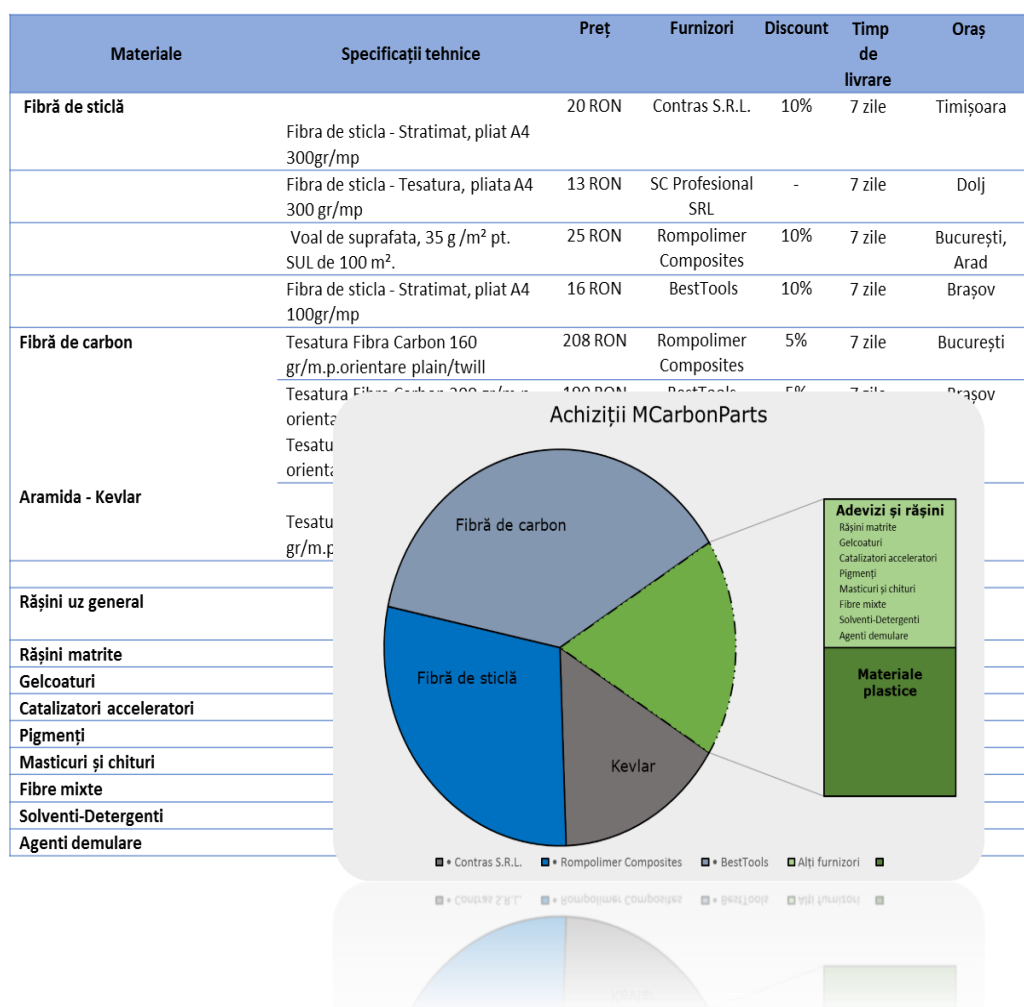


Fig. 5. 24 Lista furnizorilor cu care colaborează McarbonParts

În urma studiului realizat între lunile mai-octombrie 2016 au fost culese date despre numărul de piese fabricate de MCarbonParts pentru Clientul A, Clientul B, Clientul C și Clientul D, aceștia fiind clienți curenți în cadrul firmei. (Tabel 5.30)

Pentru echilibrarea fluxului continuu de materialele compozite necesare în producerea pieselor, pentru *Clienți curenți* și asigurarea unui flux logistic de materiale compozite în producerea pieselor, pentru *Clienți izolați* se aplică formalismul de dimensionare, prin plasarea unui stoc de siguranță la fiecare furnizor, respectiv Contrás S.R.L., Rompolimer Composites și BestTools.

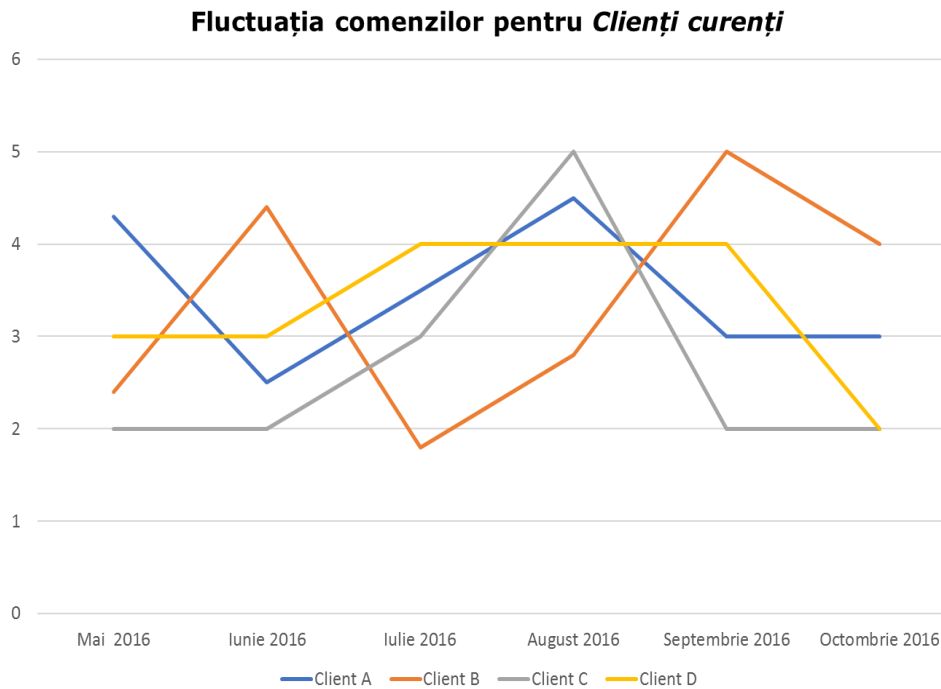


Fig. 5. 25 Fluctuația comenzilor pentru *Clienți curenți*

Tabel 5. 30: Kituri și elemente din materiale compozite comandate de Clienți curenți

Kituri și elemente din Materiale Compozite	Clienți curenți			
	Client A	Client B	Client C	Client D
Mitsubishi EVO X , Portiera spate stanga	2 buc.	-	-	-
Audi RS4 B7 , Bara spate	-	3 buc.	3 buc.	4 buc.
Audi RS4 B7, Bara fata	7 buc.	-	3 buc.	-
BMW E36 , Capota	2 buc.	2 buc.	3 buc.	6 buc.
BMW E46 Sedan , Portbagaj	4 buc.	2 buc.	5 buc.	4 buc.
BMW F10 , Aripi fata	2 buc.	-	1 buc.	4 buc.
BMW F10 , Eleron Portbagaj Alpina	3 buc.	3 buc.	-	1 buc.
BMW F10 , Praguri laterale	2 buc.	5 buc.	6 buc.	2 buc.
BMW X5 E70 , Bara spate	8 buc.	3 buc.	5 buc.	7 buc.
Capota carbon Audi A4-B7	3 buc.	-	7 buc.	6 buc.
Capota carbon Mitsubishi Lancer Evolution X	2 buc.	5 buc.	4 buc.	9 buc.
Difuzor spate , Audi RS4 B7	6 buc.	7 buc.	-	3 buc.
Hardtop Honda S2000	3 buc.	2 buc.	2 buc.	7 buc.
Honda Civic EP3 , Plafon	5 buc.	-	2 buc.	6 buc.
Honda Civic EP3 , Portiera dreapta	5 buc.	2 buc.	2 buc.	2 buc.
Honda Civic EP3 , Portiera stanga	1 buc.	3 buc.	-	-
Honda Civic EP3 , Aripi fata	2 buc.	2 buc.	5 buc.	4 buc.
Honda Civic EP3 , Bara fata	1 buc.	5 buc.	2 buc.	3 buc.
Mitsubishi EVO 6 , Portbagaj	-	2 buc.	-	-
Mitsubishi EVO 6 , Capota	1 buc.	2 buc.	2 buc.	2 buc.
Mitsubishi EVO IX , Portbagaj	3 buc.	4 buc.	2 buc.	3 buc.
Mitsubishi EVO IX , Portiera fata dreapta	3 buc.	4 buc.	2 buc.	4 buc.
Mitsubishi EVO IX , Portiera fata stanga	5 buc.	4 buc.	1 buc.	1 buc.
Mitsubishi EVO X , Portbagaj	3 buc.	-	1 buc.	1 buc.
Mitsubishi EVO X , Portiera fata dreapta	3 buc.	-	6 buc.	1 buc.
Mitsubishi EVO X , Portiera fata stanga	3 buc.	-	1 buc.	2 buc.
Mitsubishi EVO X , Portiera spate dreapta	3 buc.	2 buc.	1 buc.	4 buc.
Mitsubishi EVO X , Portiera spate stanga	3 buc.	2 buc.	3 buc.	4 buc.
Mitsubishi Evo XI , Plafon	1 buc.	-	-	2 buc.
Nissan Silvia , Portiera dreapta	1 buc.	-	-	-
Nissan Silvia , Portiera stanga	1 buc.	-	-	-
Praguri Audi TT MK1	3 buc.	3 buc.	1 buc.	6 buc.
Subaru 2008-211 Fog Light and Air Ducts Cover	6 buc.	6 buc.	3 buc.	1 buc.
Subaru Impreza 2008-2011 Air Ducts	2 buc.	5 buc.	3 buc.	1 buc.
Subaru Impreza 2008-2011 Fog Light Cover	1 buc.	2 buc.	6 buc.	7 buc.
Subaru Impreza 2008-2011 Hood Scoop	2 buc.	2 buc.	3 buc.	8 buc.
Tesla , Capace de oglinda	-	2 buc.	-	-
Tesla , Difuzor bara spate	-	2 buc.	1 buc.	1 buc.
Tesla , Praguri laterale	3 buc.	-	-	4 buc.

Pentru Clienți curenți plasarea comenzilor de materiale compozite este procesată o dată pe săptămână. Reaprovizionarea stocurilor cu materiale compozite se realizează în același timp de la cei trei furnizori deoarece piesele

fabricate de MCarbonParts necesită combinații de material compozit pentru obținerea configurației tehnice a piesei cerute. (Tabel 5. 31- Tabel 5. 36)

Tabel 5. 31: Comanda pentru fibră de sticlă de la Contras pentru *Clienți curenți*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă

Min.	Max.												
5 suluri	20 suluri												
Timp de livrare 1 săptămână													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	4	2	1	0	3	3	4	3	5
Stoc deținut	10	10	10	7	3	1	20	20	17	14	10	17	12
Primire comandă	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	0
Plasare comandă	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	0	0

În săptămâna 3 pentru Clientul B, Clientul C și Clientul D au fost consumate 3 suluri de fibră de sticlă și 3 suluri de fibră de carbon pentru realizarea a 10 piese A RS4 B7/BS. Fibra de sticlă presupune un sul de 100m² voal de suprafață, 35 g /m² iar fibra de carbon are o greutate 200g/m², lățime 100cm / 100 ml, grosime 0.32 mm și țesătura twill 2/2. (Tabel 5. 30, Tabel 5.31 și Tabel 5.32)

Tabel 5. 32: Comanda pentru fibră de carbon de la Rompolimer Composites pentru *Clienți curenți*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de carbon

Min.	Max.												
10 suluri	35 suluri												
Timp de livrare 1 săptămână													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	9	6	3	2	5	7	4	3	2
Stoc deținut	15	15	15	12	3	17	14	12	7	25	21	18	16
Primire comandă	0	0	0	0	20	0	0	0	25	0	0	0	0
Plasare comandă	0	0	0	20	0	0	0	25	0	0	0	0	0

Tabel 5. 33: Comanda pentru fibră de sticlă de la Rompolimer Composites pentru *Clienți curenți*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă

Min.	Max.												
15 suluri	25 suluri												
Timp de livrare 1 săptămână													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	4	0	3	5	3	3	4	0	0
Stoc deținut	10	10	10	7	3	3	0	15	12	9	5	15	15
Primire comandă	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	0
Plasare comandă	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	0	0

Tabel 5. 34: Comanda pentru fibră de carbon de la BestTools pentru *Clienți curenți***Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de carbon**

Min.	Max.													
10 suluri	25 suluri													
Timp de livrare 1 săptămână														
Săptămâna		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum		0	3	4	3	5	6	3	9	2	3	2	2	4
Stoc deținut		25	22	18	15	10	4	1	17	15	12	10	8	24
Primire comandă		0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	20	0
Plasare comandă		0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	20	0	0

Tabel 5. 35: Comanda pentru fibră de sticlă de la BestTools pentru *Clienți curenți***Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă**

Min.	Max.													
10 suluri	25 suluri													
Timp de livrare 1 săptămână														
Săptămâna		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum		0	0	0	3	2	0	8	0	5	0	4	3	3
Stoc deținut		18	18	18	15	13	13	5	25	20	20	16	13	25
Primire comandă		0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Plasare comandă		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0

Tabel 5. 36: Comanda pentru kevlar de la BestTools pentru *Clienți curenți***Faze de timp pentru plasarea comenzii kevlar**

Min.	Max.													
10 suluri	20 suluri													
Timp de livrare 1 săptămână														
Săptămâna		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum		0	3	4	3	5	5	3	0	5	3	2	0	1
Stoc deținut		20	17	13	10	5	0	12	12	6	3	11	11	10
Primire comandă		0	0	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0	10
Plasare comandă		0	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0	10	0

MCarbonParts decide momentul de reumplere a stocului de siguranță în urma celor trei notificări :

-la semnalul **verde** nu se creează altă comandă.

-la semnalul **galben** se creează comanda și se trimite către furnizori.

-la semnalul **roșu** stocul de siguranță să fie deja reprovizionat.

Momentul de reumplerea a stocului de siguranță este calculat prin : [Goldratt, 1992, Cox, et al., 1998]

- **"Targetul" stocului de siguranță (Tb)**
- **Starea stocului de siguranță (Sb)**

Algoritmul prin care se dimensionează stocul de siguranță se bazează pe formula:

$$Tb = DLT \times \frac{MC}{U_{DLT}} \times SP \quad (1)$$

"Targetul" stocului de siguranță Contrás (TbF1) pentru fibră de sticlă (G)

$$Tb_{F1G} = 1 \text{ săptămână} \frac{25}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 37,5$$

"Targetul" stocului de siguranță Rompolimer Composites (TbF2) pentru fibră de carbon (C) și fibră de sticlă (G).

$$Tb_{F2C} = 1 \text{ săptămână} \frac{30}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 45$$

$$Tb_{F2G} = 1 \text{ săptămână} \frac{20}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 30$$

"Targetul" stocului de siguranță BestTools (TbF3) pen fibră de carbon (C) și fibră de sticlă (G) și Kevlar (K).

$$Tb_{F3C} = 1 \text{ săptămână} \frac{15}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 22,5$$

$$Tb_{F3G} = 1 \text{ săptămână} \frac{30}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 45$$

$$Tb_{F3K} = 1 \text{ săptămână} \frac{25}{1 \text{ săptămână}} \times 150\% = 37,5$$

Starea stocului de siguranță (Sb) se referă la nivelul stocului de siguranță la un moment dat și se bazează pe formulele:

$$\text{Procent} \times S_{b\text{galben}} = \frac{MC}{Tb} \times 100 \quad (2)$$

$$MC_{\text{zilnică}} = \frac{MC}{7} \quad (3)$$

$$\text{Procent} \times S_{b\text{roșu}} = \frac{MC_{\text{zilnică}}}{Tb} \times 100 \quad (4)$$

Se calculează

- **starea stocului de siguranță pentru culoarea galbenă (Sb_{galben})** (formula 2),
- **starea stocului de siguranță pentru culoarea roșie ($Sb_{roșu}$)** (formula 4) care este calculată în funcție de comanda medie zilnică conform formulei 3.

Tabel 5. 37: Dimensionarea stocului de siguranță pentru furnizorul Contras pentru *Clienți curenți*

Furnizor Contras	MC	DLT	SP	Tb	Sb_{galben}	RITM DE CONSUM	$Sb_{roșu}$ Sfoara de reaprovizionare
Fibră de sticlă	25	1 săptămână	150%	37,5	66,66%	3,57/zi	9,52%

Tabel 5. 38: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul Rompolimer Composites pentru *Clienți curenți*

Furnizor Rompolimer Composites	MC	DLT	SP	Tb	Sb_{galben}	RITM DE CONSUM	$Sb_{roșu}$ Sfoara de reaprovizionare
Fibră de carbon	30	1 săptămână	150%	45	66,66%	4,28/zi	9,51%
Fibră de sticlă	20	1 săptămână	150%	30	66,66%	2,85/zi	9,5%

Tabel 5. 39: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul BestTools pentru *Clienți curenți*

Furnizor BestTools	MC	DLT	SP	Tb	Sb_{galben}	RITM DE CONSUM	$Sb_{roșu}$ Sfoara de reaprovizionare
Fibră de carbon	15	1 săptămână	150%	22,5	66,66%	2,14/zi	9,51%
Fibră de sticlă	30	1 săptămână	150%	45	66,66%	4,28/zi	9,51%
Kevlar	25	1 săptămână	150%	37,5	66,66%	3,57/zi	9,52%

Pentru *Clienți izolați* plasarea comenzilor de materiale compozite este procesată o dată la 2 săptămâni. La fel ca și comenzile pentru *Clienți curenți* reaprovizionarea stocurilor cu materiale compozite se realizează în același timp de la cei trei furnizori deoarece piesele fabricate de MCarbonParts necesită combinații de material compozit, pentru obținerea configurației tehnice cerute. Plasarea comenzilor o dată la două săptămâni nu crește investiția iar materialele nu sunt ținute prea mult timp în stoc. (Tabel 5. 40 – Tabel 5. 45)

Tabel 5. 40: Comanda pentru fibră de sticlă de la Contras pentru *Clienți izolați*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă

Min.	Max.												
5 suluri	20 suluri												
Timp de livrare 2 săptămâni													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	4	2	1	0	3	3	4	3	5
Consum pentru Clienți izolați													
Stoc deținut	10	10	10	7	3	1	20	30	22	19	25	22	17
Primire comandă	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	0
Plasare comandă	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	0	0
Plasare comandă izolată	10												

Tabel 5. 41: Comanda pentru fibră de carbon de la Rompolimer Composites pentru *Clienți izolați*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de carbon

Min.	Max.												
10 suluri	35 suluri												
Timp de livrare 2 săptămâni													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	9	6	3	2	5	7	4	3	2
Consum pentru Clienți izolați													
Stoc deținut	15	15	15	12	10	24	18	16	11	24	25	22	20
Primire comandă	0	0	0	0	20	0	0	0	25	0	0	0	0
Plasare comandă	0	0	0	20	0	0	0	25	0	0	0	0	0
Plasare comandă izolată	7												
	5												

Tabel 5. 42: Comanda pentru fibră de sticlă de la Rompolimer Composites pentru *Clienți izolați***Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă**

Min.	Max.												
15 suluri	25 suluri												
Timp de livrare 2 săptămâni													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	0	0	3	4	0	3	5	3	3	4	0	0
Consum pentru Clienți izolați													
Stoc deținut	10	10	10	7	3	3	0	15	12	9	5	15	20
Primire comandă	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	0
Plasare comandă	0	0	0	0	0	20	0	0	0	10	0	0	0
Plasare comandă izolată													
				15						5			

Tabel 5. 43: Comanda pentru fibră de carbon de la BestTools pentru *Clienți izolați***Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de carbon**

Min.	Max.												
10 suluri	25 suluri												
Timp de livrare 2 săptămâni													
Săptămâna	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum	0	3	4	3	5	6	3	9	2	3	2	2	4
Consum pentru Clienți izolați													
Stoc deținut	25	22	18	15	10	4	1	17	15	12	23	6	22
Primire comandă	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	20	0
Plasare comandă	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	20	0	0
Plasare comandă izolată													
								20					

Tabel 5. 44: Comanda pentru fibră de sticlă de la BestTools pentru *Clienți izolați*

Faze de timp pentru plasarea comenzii fibrei de sticlă

Min. 10 suluri	Max. 25 suluri													
Timp de livrare 2 săptămâni														
Săptămâna		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum		0	0	0	3	2	0	8	0	5	0	4	3	3
Consum pentru Clienți izolați														
Stoc deținut		18	18	18	15	13	13	5	25	20	20	16	13	25
Primire comandă		0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Plasare comandă Plasare comandă izolată														
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
								12						

Tabel 5. 45: Comanda pentru kevlar de la BestTools pentru *Clienți izolați*

Faze de timp pentru plasarea comenzii kevlar

Min. 10 suluri	Max. 20 suluri													
Timp de livrare 2 săptămâni														
Săptămâna		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Consum		0	3	4	3	5	5	3	0	5	3	2	0	1
Consum pentru Clienți izolați														
Stoc deținut		20	17	13	10	5	0	12	17	12	4	12	12	11
Primire comandă		0	0	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0	10
Plasare comandă Plasare comandă izolată														
		0	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0	10	0
						10								

Plasarea comenzilor de materiale compozite este procesată o dată la 2 săptămâni deoarece în acest fel se realizează rulajul optim de materiale iar MCarbonParts nu deține stoc în exces timp îndelungat.

Stocul de siguranță este reprovizionat pe baza formulelor pentru: [Goldratt, 1992, Cox, et al., 1998]

- "Targetul" stocului de siguranță (T_b)
- Starea stocului de siguranță (S_b)

Algoritmul prin care se dimensionează stocul de siguranță se bazează pe formulele :

$$T_b = DLT \times \frac{MC}{U_{DLT}} \times SP \quad (1)$$

$$\text{Procent x } S_{b\text{galben}} = \frac{MC}{T_b} \times 100 \quad (2)$$

$$MC_{\text{zilnică}} = \frac{MC}{7} \quad (3)$$

$$\text{Procent x } S_{b\text{roșu}} = \frac{MC_{\text{zilnică}}}{T_b} \times 100 \quad (4)$$

Tabel 5. 46: Dimensionarea stocului de siguranță pentru furnizorul Contras pentru *Clienți izolați*

<i>Furnizor</i> <i>Contras</i>	<i>MC</i>	<i>DLT</i>	<i>SP</i>	<i>T_b</i>	<i>S_{bgalben}</i>	<i>RITM DE</i> <i>CONSUM</i>	<i>S_{broșu}</i> <i>Sfoara de</i> <i>reaprovizionare</i>
<i>Fibră de sticlă</i>	25	2 săptămâni	150%	37,5	66,66%	1,78/zi	14,26%

Tabel 5. 47: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul Rompolimer Composites pentru *Clienți izolați*

<i>Furnizor</i> <i>Rompolimer</i> <i>Composites</i>	<i>MC</i>	<i>DLT</i>	<i>SP</i>	<i>T_b</i>	<i>S_{bgalben}</i>	<i>RITM DE</i> <i>CONSUM</i>	<i>S_{broșu}</i> <i>Sfoara de</i> <i>reaprovizionare</i>
<i>Fibră de carbon</i>	30	2 săptămâni	150%	45	66,66%	2,14/zi	14,26%
<i>Fibră de sticlă</i>	20	2 săptămâni	150%	30	66,66%	1,42/zi	14,23%

Tabel 5. 48: Dimensionarea stocurilor de siguranță pentru furnizorul BestTools pentru *Clienți izolați*

<i>Furnizor</i> <i>BestTools</i>	<i>MC</i>	<i>DLT</i>	<i>SP</i>	<i>T_b</i>	<i>S_{bgalben}</i>	<i>RITM DE</i> <i>CONSUM</i>	<i>S_{broșu}</i> <i>Sfoara de</i> <i>reaprovizionare</i>
<i>Fibră de carbon</i>	15	2 săptămâni	150%	22,5	66,66%	1,07/zi	14,26%
<i>Fibră de sticlă</i>	30	2 săptămâni	150%	45	66,66%	2,14/zi	14,26%
<i>Kevlar</i>	25	2 săptămâni	150%	37,5	66,66%	1,78/zi	14,26%

Prin modelul "CV^{AHP-DBR}" au fost create stocuri de siguranță, pentru **Fibra de carbon, Fibra de sticlă și Kevlar**.

Pentru furnizorul BestTools dimensionarea stocului pentru **Kevlar**, cu un target de 25 de comenzi, notifică **atingerea stocului galben la 66.66%**. Semnalul înregistrat la atingerea **stocului roșu**, respectiv la **14,26%**, urgencează reumplerea stocului de siguranță. Mai exact, atingerea procentului de 14,26% reprezintă momentul în care se trage sfoara supapei de reaprovizionare ("Rope") și planuri de accelerare, pentru recepția materialului trebuie să fie executate imediat. Comenzile

către furnizori sunt dimensionate cu o valoare medie, ținându-se cont de consumul mediu și frecvența stabilită, pentru plasarea comenzii. În acest fel, prin acest mecanism de control, materialul este disponibil la momentul potrivit pentru Clienți izolați, oferind în același timp disponibilitatea materialului și pentru Clienți curenți.

Dimensionarea stocului de siguranță prin "CV^{AHP-DBR}" minimizează "*Riscul de client*", oferind combinația potrivită de material compozit la momentul oportun atât pentru *Clienți curenți* cât și pentru *Clienți izolați*.

La două luni după aplicarea modelului "**CV^{AHP-DBR}**", MCarbonParts în baza formalismului decizional și de dimensionare, a asigurat rulajul optim de materiale compozite Kevlar și fibră de carbon în colaborarea cu un *Client izolat A*, pentru realizarea unor palete de vânt, pentru o microcentrală eoliană, în zona Voina, în județul Argeș pentru o cabană turistică.

5.5 Concluzii

În acest capitol, validarea modelului "CV^{AHP-DBR}" s-a concretizat prin intermediul celor trei etape identificate și analizate din perspectiva unui proiect de asamblare a paletelor de vânt, pentru o turbină eoliană, cu intemperii atmosferice diferite, specifice regimului izolat.

În prima etapă de validare, prin "driverul" de încredere, bazat pe formalismul decizional s-au selectat criteriile tehnice, subcriteriile și variantele tehnologice luate în considerare în proiectul RES, în regim izolat. Formalismul decizional pe direcția "driverului" de încredere a contribuit la clasificarea criteriilor tehnice importante, pentru alegerea paletelor de vânt adaptate proiectului RES, în regim izolat. Prin aplicarea algoritmului AHP, în concordanță cu criteriile tehnice evaluate a fost indicată combinația optimă de material compozit pentru structura paletelor, astfel încât, să se respecte parametrii tehnici unici specifici proiectului RES.

În a doua etapă de validare prin "driverul" de cunoaștere, bazat pe formalismul de dimensionare, s-a realizat dimensionarea unui stoc de siguranță între două verigi, pentru asigurarea necesarului de material compozit special în proiectul RES, în regim izolat. Formalismul de dimensionare pe direcția "driverului" de cunoaștere aplicat în cadrul proiectului RES, în regim izolat oferă informații importante, pentru plasare strategică a stocurilor de siguranță, pentru comenzile de materiale speciale.

Prin aplicarea modelului "CV^{AHP-DBR}" sunt luate în considerare toate aspectele de restricționare a materialului compozit din partea echipelor de specialitate, restricțiile generate de colaborarea verigilor lanțului logistic, aspecte tehnice, de risc și de accesibilitate, astfel încât, materiile prime selectate, pentru procesul de fabricație să fie disponibile la momentul oportun, chiar dacă acestea nu sunt încă integrate într-un flux logistic.

Cea de-a treia etapă de validare a oferit combinația tehnică de material compozit, în realizarea unei piese specifice regimului izolat, asigurând un rulaj optim prin dimensionarea unor stocuri de siguranță ale materialelor compozite, comandate de la cei trei furnizori cu care MCarbonParts colaborează. Dimensionarea stocurilor de siguranță folosind modelul "**CV^{AHP-DBR}**", pentru fibra de carbon, fibra de sticlă și

Kevlar a asigurat un flux continuu de comenzi curente chiar și în situații izolate de colaborare.

Prin formalismul de colaborare oferit de modelul "**CV^{AHP-DBR}**" se realizează un proces sincronizat privind frecvența materialelor compozite utilizate, prin care furnizorul intermediar MCarbonParts are posibilitatea să ofere la orice moment cea mai potrivită combinație tehnică. Aplicabilitatea soluției propuse, în acest capitol oferă un model particularizat de colaborare între cei trei furnizori aleși și MCarbonParts pentru "*Clienți curenți*" / "*Clienți izolați*", folosind un formalism decizional și de dimensionare.

Validarea modelului "**CV^{AHP-DBR}**" în cadrul firmei MCarbonParts a soluționat dimensionarea unor stocuri de siguranță ale materialelor necesare în producerea pieselor, prin care s-a asigurat un flux continuu de materii prime speciale, pentru "*Clienți curenți*" cât și pentru "*Clienți izolați*" și a contribuit la alegerea combinației tehnice optime de material compozit în realizarea unei piese specifice regimului izolat. Formalismul de colaborare între verigile lanțului logistic a depistat alegerea optimă a variantei tehnologice de material compozit Kevlar-Fibră de carbon, indicată regimului izolat astfel încât aprovizionarea cu materialele speciale să nu sufere întreruperi, indiferent de natura comenzilor, care pot fi ocazionale.

Rezultatul oferit prin utilizarea modelului "**CV^{AHP-DBR}**" asigură rulajul materialelor, oferă o reducere a costurilor de stocare și minimizează riscul de produs.

Contribuțiile personale ale autorului sunt:

- Configurarea și adaptarea unui lanț logistic particularizat proiectelor RES, în regim izolat.
- **Validarea modelului "CV^{AHP-DBR} prin formalismul decizional**, identificând varianta tehnologică optimă, pentru structura paletelor de vânt, necesare unei turbine eoliene cu putere mai puțin de 1MW .
- **Conceperea și configurarea arborelui decizional AHP** prin identificarea criteriilor și subcriteriilor în proiectul de asamblare a paletelor de vânt, pentru o turbină eoliană, în regim izolat.
- **Validarea modelului "CV^{AHP-DBR} prin formalismul de dimensionare**, plasând strategic stocuri de siguranță pentru materialele compozite necesare pentru structura paletelor de vânt.
- Validarea modelului "**CV^{AHP-DBR}**" în cadrul firmei McarbonParts, prin **depistarea combinației tehnice** de material compozit și obținerea unui **rulaj optim de materiale compozite** cu cei trei furnizori identificați.
- Analiza comparativă între cele două combinații de material compozit, respectiv **Kevlar-Fibră de sticlă** și **Kevlar-Carbon**.
- **Dimensionarea stocurilor de materiale compozite** fibră de sticlă, fibră de carbon și Kevlar pentru **Clienți izolați**.
- **Adaptarea formulelor Tb și Sb**, pentru dimensionarea comenzilor de materiale compozite la cei trei furnizori, pentru "*Clienți curenți*" și "*Clienți izolați*"

6. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE DEZVOLTARE

6.1 Concluzii

Colaborările din lanțul logistic se încadrează printre factorii, care asigură succesul activităților de aprovizionare, favorizând creșterea performanței organizaționale și îndeplinirea planurilor strategice.

Modificările inopinate în comenzile clienților schimbă dinamica fluxului logistic și amplifică desincronizările între verigile lanțului logistic, ajungându-se la confruntarea acestora cu diferite situații conflictuale în privința calității serviciilor și a golurilor de aprovizionare. Desincronizările frecvente de-a lungul lanțului logistic au repercursiuni și în atitudinile de relaționare între verigile din lanțul logistic. De asemenea, desincronizările produse atrag mai multe incertitudini și riscuri neașteptate, care generează blocaje și îngreunează activitățile logistice în procurarea materiilor prime. Mai exact, există o fragilitate relațională între actorii lanțului logistic, care provoacă instabilitatea fluxului de aprovizionare, acesta influențând timpul de livrare al comenzilor.

Apariția modelelor de colaborare și avantajele oferite de acestea au influențat verigile lanțului logistic să inițieze și să dezvolte alianțe strategice, pentru rezolvarea blocajelor dintre verigi în lanțul logistic. Rezolvarea blocajelor dintre verigi prin colaborare implică un proces structurat, care constă în abilitatea partenerilor de acționa în comun, obținându-se beneficii reciproce.

Modele de colaborare studiate în cadrul tezei prezintă strategii dinamice, capabile să livreze performanță, însă în urma analizei critice realizate au fost subliniate anumite limitări, care nu oferă o rezolvare fiabilă la toate problemele de colaborare între actorii din lanțul logistic. De asemenea, după identificarea limitărilor se confirmă necesitatea adoptării colaborării între verigi, prin care să se obțină un nivel ridicat de motivare și încredere în partajarea informațiilor importante. În urma analizei critice realizate s-a configurat modelul cadru "CV^{AHP-DBR}", în care au fost integrați factori de încredere și factori de cunoaștere, în două "driveri" speciale. "Driverii" de încredere și "driverii" de cunoaștere reprezintă două constructe în consonanță, care prin omogenitatea lor facilitează partajarea informațiilor optime între verigi și contribuie la schimbul de cunoștințe în realizarea beneficiului comun.

În prezenta teză de doctorat s-a exemplificat prin integrarea "driverilor" în modelul "CV^{AHP-DBR}", maniera în care metoda AHP și filozofia DBR au contribuit la realizarea colaborării între verigile lanțului logistic, prin luarea deciziilor tehnice ideale și prin sincronizarea verigilor de-a lungul lanțului logistic, pentru obținerea unui flux constant de materii prime. Prin metoda AHP au fost luate în calcul criteriile tehnice importante, pentru a se putea pondera cât mai bine deciziile multicriteriale ale unui domeniu tehnic de înaltă tehnologie. Prin metoda DBR s-a realizat un formalism de dimensionare, astfel încât fluxul de materiale să nu sufere întreruperi, indiferent dacă apar comenzi ocazionale, peste cele curente.

Modelul "CV^{AHP-DBR}" optimizează relația de colaborare astfel încât, prin "driverul" de încredere și "driverul" de cunoaștere sunt oferite certitudini verigilor să partajeze informații viabile în timp util, pentru aprovizionarea stocurilor de siguranță la momentul potrivit. Un acord de colaborare bazat pe încredere sprijină schimbul de cunoștințe, prin stabilirea unei rutine de partajare a know-how-ului între verigile implicate, oferind soluții fezabile, pentru obținerea beneficiului de colaborare. Formalismul de colaborare "CV^{AHP-DBR}" bazat pe cele două "drive" identifică rulajul optim în aprovizionarea cu materiale speciale și facilitează crearea de cunoștințe active prin ponderea factoriilor esențiali în luarea deciziilor optime.

Coroborat cu problematicile descrise mai sus, implementarea proiectelor RES reprezintă un subiect de mare actualitate care necesită o atenție deosebită datorită frecvenței blocajelor apărute între verigile din lanțul logistic. În această situație prin colaborare sunt rezolvate interacțiunile complexe între producătorii de turbine eoliene și furnizorii materiilor prime, respectiv sunt oferite soluții fiabile în prognozarea comenzilor, evitându-se astfel întreruperile în fluxurile logistice cu materii prime. Interacțiunile dintre producătorii de turbine eoliene și furnizorii de materii prime sunt tot mai complexe, datorită expansiunii și diversității noilor tehnologii ale materialelor compozite. Prin adoptarea unor reguli și norme bazate pe o formalizare algoritmică, expusă în modelul cadru "CV^{AHP-DBR}" se realizează o colaborare profitabilă în care se garantează materii prime de calitate, pentru obținerea variantelor tehnologice necesare proiectelor RES, în regim izolat. Un parteneriat între producătorii de turbine eoliene și furnizorii de materiale este indispensabil, dat fiind faptul că în urma cercetării realizate se remarcă necesitatea de a accesa în mod continuu materii prime de calitate, pentru a inova din punct de vedere tehnic dimensiunile paletelor turbinei eoliene, mai ales în situații speciale de instalare, cu condiții meteorologice complexe.

În cadrul proiectului RES în regim izolat blocajele de colaborare între verigile lanțului logistic au ca fundament rigiditatea tehnicilor de relaționare în luarea deciziilor importante. Soluționarea acestor blocaje între verigile din lanțul logistic s-a realizat prin aplicarea modelului "CV^{AHP-DBR}", care a facilitat armonizarea verigilor în luarea deciziilor tehnice ideale și a garantat aprovizionarea cu materiale speciale, la momentul optim. Mai exact, prin modelul "CV^{AHP-DBR}" s-a identificat varianta tehnologică ideală și ***s-a sincronizat, prin stocuri de siguranță atât fluxul materialelor compozite utilizate în cadrul proiectului RES, în regim izolat cât și fluxul necesar pentru comenzile clienților curenți fără ca acesta să fie afectat.***

Folosirea formalismului decizional și a formalismului de dimensionare din modelul "CV^{AHP-DBR}" au contribuit la partajarea cunoștințelor optime între verigi, prin care s-a asigurat vizibilitatea nivelului de inventar, de-a lungul lanțului logistic în aprovizionarea cu materiale compozite, corespunzătoare cu specificațiile tehnice ale pieselor, necesare în proiectul RES, în regim izolat. "CV^{AHP-DBR}" oferă soluții adaptative pentru rezolvarea armonioasă a problemelor de colaborare ale ambelor părți implicate, în proiectul RES.

În teza de față formalismul de colaborare propus între verigile lanțului logistic, contribuie la dezvoltarea unui parteneriat pe termen lung cu furnizorii specializați, pentru accesarea materiilor prime speciale și în cazuri izolate de colaborare. Un parteneriat profitabil între verigile lanțului logistic se menține printr-o relație de colaborare flexibilă și mentenabilă, în care sunt găsite soluții optime pentru echilibrarea stocurilor de materii prime, necesare în producerea pieselor din industria eoliană.

În cadrul lanțului logistic de aprovizionare cu materiale compozite, folosirea unor reguli și norme pentru gestionarea stocurilor de siguranță, echilibrează rulajul materiilor prime, pentru onorarea comenzilor în proiecte RES, care sunt inserate ocazional, pe lângă alte comenzi curente ale producătorului.

În acest sens, validarea formalismului de colaborare "CV^{AHP-DBR}" între verigile lanțului logistic a facilitat alegerea optimă a variantei tehnologice de material compozit Kevlar-Fibră de carbon, adaptată regimului izolat, astfel încât aprovizionarea cu materialele speciale să nu sufere întreruperi, indiferent de natura comenzilor izolate. Prin modelul "CV^{AHP-DBR}" s-a realizat un proces sincronizat privind frecvența materialelor compozite utilizate, prin care veriga de legătură MCarbonParts a avut posibilitatea să ofere la orice moment cea mai potrivită combinație tehnică. Utilizarea modelului "CV^{AHP-DBR}" a facilitat dimensionarea stocurilor de siguranță pentru materialele compozite, prin care să fie satisfăcute comenzile izolate, astfel încât să se asigure un flux continuu și pentru realizarea comenzilor curente. Mai exact, în fluxul comenzilor curente transmise către furnizori au fost cuplate comenzile izolate, permițând un rulaj sincronizat al materialelor compozite, pentru satisfacerea cererilor clienților în orice moment. Validarea "CV^{AHP-DBR}" oferă beneficii notabile între cei trei furnizori aleși și MCarbonParts pentru "Clienți curenți" / "Clienți izolați", folosind un formalism decizional și de dimensionare, prin care s-a asigurat un flux continuu de materii prime speciale și s-a ales combinația tehnică optimă de material compozit în realizarea unei piese specifice regimului izolat. Rezultatul oferit prin utilizarea modelului "CV^{AHP-DBR}" asigură rulajul materialelor compozite, oferă o reducere a costurilor de stocare și minimizează riscul de produs.

Teza de doctorat prezintă o contribuție teoretică amplă cu aplicabilitate practică, în care este analizată sistematic literatura de actualitate existentă în domeniu. În cadrul tezei sunt oferite soluții adaptative pentru un proiect RES, în regim izolat. De asemenea, prin modelul "CV^{AHP-DBR}" s-a asigurat un rulaj sincronizat al materialelor compozite, pentru satisfacerea cererilor clienților și în situații izolate de colaborare. Căutarea conexiunilor logistice, prin modelul-cadru de colaborare a oferit soluții practice, pentru controlarea fluctuațiilor lanțului de aprovizionare și reducerea costurilor de inventar.

6.2 Contribuții personale ale autorului

Contribuțiile personale ale autorului au fost enunțate în fiecare capitol din cadrul tezei. Acestea sunt schematizate în Tabelele 6.1,6.2.

Tabel 6. 1: Contribuții teoretice

Nr.crt	Prezentarea contribuției aduse	Capitolul
1	Selectarea și evidențierea conceptelor de coordonare, cooperare și colaborare între verigile lanțului logistic.	2
2	Argumentarea nevoii identificării unui formalism de colaborare, prin care să se garanteze o planificare colaborativă între verigile lanțului logistic.	2
3	Identificarea factorilor de colaborare, care consolidează procesul de colaborare între verigile lanțului logistic, respectiv	3

	factori de încredere, factori de cunoaștere și facilitatori relaționali.	
4	Identificarea limitărilor Modelului I, care au condus la necesitatea configurării formalismului decizional.	3
5	Identificarea limitărilor Modelului II, care au condus la necesitatea configurării formalismului de dimensionare.	3
6	Identificarea limitărilor Modelului III, care au condus la necesitatea configurării formalismului de comunicare, care să elimine constrângerile și să întărească încrederea.	3
7	Integrarea "driverelor" de încredere și a "driverelor" de cunoaștere în cadrul larg de rezolvare a limitărilor.	3
8	Configurarea formalismului original de colaborare "CV ^{AHP-DBR} ", care îmbină o metodă decizională de analiză cu o metodă de dimensionare.	3
9	Identificarea și adaptarea metodei AHP ca fiind cel mai potrivit formalism decizional în modelul cadru "TVSR".	4
10	Identificarea și adaptarea formalismului de dimensionare și eliminare a constrângerilor în modelul cadru "TVSR", prin combinarea metodelor DBR și TOCTP.	4
11	Analiza și sinteza stagiilor TOCTP, pentru proiecte de tip RES, în regim izolat.	4

Tabel 6. 2: Contribuții teoretice cu aplicabilitate în practică

Nr.crt	Prezentarea contribuției aduse	Capitolul
1	Adaptarea aplicării filozofiei DBR, pentru dimensionarea stocurilor de siguranță, utile în colaborarea verigilor unui lanț logistic.	4
2	Adaptarea formulelor Tb și Sb în cadrul filozofiei DBR.	4
3	Configurarea colaborării verigiilor lanțului logistic, concretizat prin intermediul echipelor proiectului RES.	4
4	Identificarea constrângerilor și conceptualizarea arborilor TOCTP în proiectul RES.	4
5	Integrarea celor două formalisme, în primul stadiu de elaborare a modelului original "CV ^{AHP-DBR} ".	4
6	Configurarea și adaptarea unui lanț logistic particularizat proiectelor RES, în regim izolat.	5
7	Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " prin formalismul decizional, identificând varianta tehnologică optimă, pentru structura paletelor de vânt, necesare unei turbine eoliene cu putere mai mică de 1MW .	5
8	Conceperea și configurarea arborelui decizional AHP prin identificarea criteriilor și subcriteriilor în proiectul de asamblare a paletelor de vânt, pentru o turbină eoliană, în regim izolat.	5
9	Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " prin formalismul de dimensionare DBR, plasând strategic stocuri de siguranță pentru materialele compozite necesare pentru structura paletelor de vânt.	5

10	Validarea modelului "CV ^{AHP-DBR} " în cadrul firmei McarbonParts, prin identificarea combinației tehnice de material compozit și obținerea unui rulaj optim de materiale compozite cu cei trei furnizori implicați.	5
11	Analiza comparativă între cele două combinații de material compozit, respectiv Kevlar-Fibră de sticlă și Kevlar-Carbon.	5
12	Dimensionarea stocurilor de materiale compozite fibră de sticlă, fibră de carbon și Kevlar pentru Clienți izolați.	5

6.3 Direcții de dezvoltare viitoare

Având în vedere volumul larg de prelucrare al informației, urmează ca în propunerea cercetărilor în viitor să se valideze modelul "CV^{AHP-DBR-TOCTP}" incluzând și filozofia TOCTP. TOCTP ajută la găsirea unui consens în situații complexe, transformând constrângerile în soluții productive. TOCTP tratează constrângerile întâlnite și permite funcționalitatea echipelor de specialiști, pentru dezvoltarea relațiilor de colaborare, într-un proiect RES. TOCTP identifică eficient blocajele de colaborare și oferă soluții bune prin intermediul diagramelor de comunicare. De asemenea, prin TOCTP sunt oferite soluții și tehnici de relaționare pentru o abordare multidisciplinară complexă, necesară proiectelor RES.

De asemenea, toate soluțiile fezabile au fost sistematizate ca "lecții de bună practică" în cadrul procedurilor de management de proiect și stocate într-o bază de date, care sprijină înființarea unui Project Management Office (PMO) în domeniul energiei regenerabile, pentru cercetările viitoare.

Modelul poate fi utilizat cu ajustări minime și în alte domenii deoarece problemele de colaborare sunt dezbătute în diferite proiecte de implementare.

Anexe

Anexa A. LISTĂ DE LUCRĂRI PUBLICATE ÎN DOMENIUL TEZEI DE DOCTORAT

Nr. crt.	Autori	Denumirea lucrării	Denumirea conferinței unde a fost susținută (link la site-ul conferinței)	Acknowledgement pentru PODSRU	Locul și intervalul în care a avut loc conferința
1	Andra Badea, Gabriela Proștean, Adrian Adam, Olivia Giuca	Knowledge management and creative thinking framework integrated in training of future students	Proceedings of the 14th European Conference on Knowledge Management	NU	4-6 Septembrie Kaunas, Lituania, 2013
2	Andra Badea, Gabriela Proștean, Gilles Goncalves, Hamid Allaoui	Assessing risk factors in collaborative supply chain with the analytic hierarchy process (AHP)	12th International Symposium in Management	NU	11-12 Octombrie, Timișoara, România 2013
3	Gabriela Proștean, Andra Badea, Cristian Vașar, Proștean Octavian	Risk variables in wind power supply chain	12th International Symposium in Management	NU	11-12 Octombrie, Timișoara, România 2013
4	Andrei Huțanu, Gabriela Proștean, Dumitru Mnerie, Andra Badea	Research of Requirements Constraints in Automotive Projects	CENTERIS 2013 - Conference on ENTERprise Information Systems	NU	23-25 Octombrie, Lisbon, Portugalia, 2013
5	Andra Badea, Șerban Popa, Matei Tămășilă, Ilie Tăucean	Competency training in wind power projects	6 th International Workshop on Soft Computing Applications, SOFA http://sofa2014.org/	DA	24-26 Iulie, Timișoara, România, 2014

6	Andra Badea, Gabriela Proștean, Andrei Huțanu, Șerban Popa	Competency training in collaborative supply chain using KSA model	6 th World Conference on Educational Sciences	NU	6-9 Februarie Malta, 2014
7	Adrian Adam, Gabriela Proștean, Andra Badea, Octavian Proștean	Knowledge Transfer in educational projects	6 th World Conference on Educational Sciences	NU	6-9 Februarie Malta, 2014
8	Șerban Popa, Andra Badea, Adrian Vârtosu, Constantin Dumitrescu	Innovative computerized techniques for individual management optimization	6 th International Workshop on Soft Computing Applications, SOFA 2014 http://sofa2014.org/	DA	24-26 Iulie, Timișoara, România, 2014
9	Gabriela Proștean, Andra Badea	Supply Chain collaboration model based on Drum-Buffer-Rope philosophy	6 th International Workshop on Soft Computing Applications, SOFA 2014 http://sofa2014.org/	DA	24-26 Iulie, Timișoara, România, 2014
10	Gabriela Proștean, Cristian Vașar, Andra Badea	Transposing the constraints into feasible alternative solutions within renewable energy projects	4 th edition of RMEE International Management Conference	NU	18-20 Septembrie, Cluj-Napoca, România, 2014.
11	Gabriela Proștean, Cristian Vașar, Octavian Proștean, Andra Badea	Avoiding bottlenecks in wind power supply chain	The International Conference on Applied Business and Economics	NU	23-25 Octombrie, Atena, Grecia, 2014
12	Andra Badea, Gabriela Proștean, Cristian Vașar, Octavian Proștean	Creative educational methods in implementation of investment projects in renewable energy	7 th World Conference on Educational Sciences	DA	05-07 Februarie Atena, Grecia, 2015

13	Andrei Huțanu, Gabriela Proștean, Andra Badea	Integrating Critical Chain method with AGILE life cycles in the automotive industry	7th World Conference on Educational	NU	05-07 Februarie Atena, Grecia, 2015
14	Andra Badea, Gabriela Proștean, Matei Tămășilă, Adrian Vârtosu	Collaborative decision-making on wind power projects based on AHP method	International Conference on Applied Sciences 2016	NU	25-27 Mai, Hunedoara, România, 2016
15	Andra Badea, Gabriela Proștean, Cristian Vașar	Relieving supply chain through collaboration for wind turbine assembly based on AHP and DBR	7th International Workshop on Soft Computing Applications	NU	24-26 August, Arad, România, 2016
16	Gabriela Proștean, Cristian Vașar, Andra Badea	Logistics scenario for wind turbine assembly based on ERP	7th International Workshop on Soft Computing Applications	NU	24-26 August, Arad, România, 2016
17	Andra Badea, Gabriela Proștean, Tămășilă Matei, Tăucean Ilie	Conceptual model in supply chain collaboration for renewable energy resources projects	Review of Management and Economic Engineering ,5th International Management Conference, "From Management of Crisis to Management in a Time of Crisis"	NU	22-24 Septembrie Cluj- Napoca, România, 2016
18	Andra Badea, Gabriela Proștean,	Alternative Manufacturing Processes (AMP) for Wind Turbine Blade Material, in Isolated Regime Based on AHP	Transactions on ENGINEERING AND MANAGEMENT Scientific Bulletin of Politehnica University of Timisoara,	NU	Volume 2, Issue 1, 2016, Editura Politehnica

Anexa B. Validarea metodei AHP - Pasul 5 pentru proiectul RES, în regim izolat

(Calcularea prioritizării relative a alternativei pentru fiecare subcriteriu)

Tabel B 1: Matricea brută pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative

Specialiști în componente mecanice

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,143	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	7	1	4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,25	1
Total pe coloană	13	1,393	5,2

Tabel B 2: Matricea normalizată pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	13	1,393	5,2
Normalizarea alternativelor pentru Specialiști în componente mecanice	1/13	0,143/1,393	0,2/5,2
	7/13	1/1,393	4/5,2
	5/13	0,25/1,393	1/5,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0769	0,1026	0,0384
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5384	0,7178	0,7692
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3846	0,1794	0,1923

Tabel B 3: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în componente mecanice" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,0769+0,1026+0,0384)/3$	0,072
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5384+0,7178+0,7692)/3$	0,675
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3846+0,1794+0,1923)/3$	0,252

Tabel B 4: Matricea brută pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative

Specialiști în mașini electrice

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	5	4
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,2	1	4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,25	0,25	1
Total pe coloană	1,45	6,25	9

Tabel B 5: Matricea normalizată pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	1,45	6,25	9
Normalizarea alternativelor pentru Specialiști în mașini electrice	1/1,45	5/6,25	4/9
	0,2/1,45	1/6,25	4/9
	0,25/1,45	0,25/6,25	1/9
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,6896	0,8	0,444
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,1379	0,16	0,444
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,1724	0,04	0,1111

Tabel B 6: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în mașini electrice" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,6896+0,8+0,444)/3$	0,644
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,1379+0,16+0,444)/3$	0,247
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,1724+0,04+0,1111)/3$	0,107

Tabel B 7: Matricea brută pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative

Specialiști în electronica de putere

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,25	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	4	1	0,25
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	4	1
Total pe coloană	9	5,25	1,5

Tabel B 8: Matricea normalizată pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	9	5,25	1,5
Normalizarea alternativelor pentru Specialiști în electronica de putere	1/9	0,25/5,25	0,25/1,5
	4/9	1/5,25	0,25/1,5
	4/9	4/5,25	1/1,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1111	0,0476	0,1666
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,4444	0,1904	0,1666
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4444	0,7619	0,6666

Tabel B 9: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în electronica de putere" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,1111+0,0476+0,1666)/3$	0,108
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,4444+0,1904+0,1666)/3$	0,267
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4444+0,7619+0,6666)/3$	0,624

Tabel B 10: Matricea brută pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative

Specialiști în strategii de conducere automată

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,166	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	6	1	3
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,33	1
Total pe coloană	12	1,496	4,2

Tabel B 11: Matricea normalizată pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	12	1,496	4,2
Normalizarea alternativelor pentru Specialiști în strategii de conducere automată	1/12	0,166/1,496	0,2/4,2
	6/12	1/1,496	3/4,2
	5/12	0,33/1,496	1/4,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0833	0,1109	0,0476
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	0,6684	0,7142
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4166	0,2205	0,2380

Tabel B 12: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în strategii de conducere automată" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0833+0,1109+0,0476)/3$	0,080
Palete cu compoziție mai mare din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,5+0,6684+0,7142)/3$	0,627
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4166+0,2205+0,2380)/3$	0,291

Tabel B 13: Matricea brută pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative

Specialiști în managementul de proiect

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,11	0,143
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	9	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	7	0,5	1
Total pe coloană	17	1,61	3,143

Tabel B 14: Matricea normalizată pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	17	1,61	3,143
Normalizarea alternativelor pentru Specialiști în managementul de proiect	1/17	0,11/1,61	0,143/3,143
	9/17	1/1,61	2/3,143
	7/17	0,5/1,61	1/3,143
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0588	0,0683	0,0454
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5294	0,6211	0,6363
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4117	0,3105	0,3181

Tabel B 15: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Specialiști în management de proiect" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0588+0,0683+0,0454)/3$	0,057
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5294+0,6211+0,6363)/3$	0,595
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4117+0,3105+0,3181)/3$	0,346

Tabel B 16: Matricea brută pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative

Materii prime de calitate utilizate

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,143	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	7	1	5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,2	1
Total pe coloană	13	1,343	6,2

Tabel B 17: Matricea normalizată pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	13	1,343	6,2
Normalizarea alternativelor pentru Materii prime de calitate utilizate	1/13	0,143/1,343	0,2/6,2
	7/13	1/1,343	5/6,2
	5/13	0,2/1,343	1/6,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0769	0,1064	0,0322
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5384	0,7446	0,8064
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3846	0,1489	0,1612

Tabel B 18: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Materii prime de calitate" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0769+0,1064+0,0322)/3$	0,071
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5384+0,7446+0,8064)/3$	0,696
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3846+0,1489+0,1612)/3$	0,231

Tabel B 19: Matricea brută pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative

Fabricarea componentelor

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,11	0,143
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	9	1	7
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	7	0,143	1
Total pe coloană	17	1,253	8,143

Tabel B 20: Matricea normalizată pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	17	1,253	8,143
Normalizarea alternativelor pentru Fabricarea componentelor	1/17	0,11/1,253	0,143/8,143
	9/17	1/1,253	7/8,143
	7/17	0,143/1,253	1/8,143
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0588	0,0877	0,0175
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5294	0,7980	0,8596
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4117	0,1141	0,1228

Tabel B 21: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Fabricarea componentelor" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0588+0,0877+0,0175)/3$	0,054
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5294+0,7980+0,8596)/3$	0,729
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4117+0,1141+0,1228)/3$	0,216

Tabel B 22: Matricea brută pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative

Transportul paletelor

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,166	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	6	1	3
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,33	1
Total pe coloană	12	1,496	4,2

Tabel B 23: Matricea normalizată pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	12	1,496	4,2
Normalizarea alternativelor pentru Transportul paletelor	1/12	0,166/1,496	0,2/4,2
	6/12	1/1,496	3/4,2
	5/12	0,33/1,496	1/4,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0833	0,1109	0,0476
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	0,6684	0,7142
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4166	0,2205	0,2380

Tabel B 24: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Transportul paletelor" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0833+0,1109+0,0476)/3$
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5+0,6684+0,7142)/3$
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4166+0,2205+0,2380)/3$

Tabel B 25: Matricea brută pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative

Integrarea și amplasarea paletelor

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,166	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	6	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	0,5	1
Total pe coloană	11	1,666	3,25

Tabel B 26: Matricea normalizată pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	11	1,666	3,25
Normalizarea alternativelor pentru Integrarea și amplasarea paletelor	1/11	0,166/1,666	0,25/3,25
	6/11	1/1,666	2/3,25
	4/11	0,5/1,666	1/3,25
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0909	0,0996	0,0769
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5454	0,6002	0,6153
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3636	0,3001	0,3076

Tabel B 27: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Integrarea și amplasarea paletelor" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0909+0,0996+0,0769)/3$
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5454+0,6002+0,6153)/3$
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3636+0,3001+0,3076)/3$

Tabel B 28: Matricea brută pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative

Mentenanța și asigurarea paletelor

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,25	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	4	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	2	0,5	1
Total pe coloană	7	1,75	3,5

Tabel B 29: Matricea normalizată pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	7	1,75	3,5
Normalizarea alternativelor pentru Mentenanța și asigurarea paletelor	1/7	0,25/1,75	0,5/3,5
	4/7	1/1,75	2/3,5
	2/7	0,5/1,75	1/3,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1428	0,1428	0,1428
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5714	0,5714	0,5714
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,2857	0,2857	0,2857

Tabel B 30: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Mentenanța și asigurarea paletelor" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,1428+0,1428+0,1428)/3$	0,142
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5714+0,5714+0,5714)/3$	0,571
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,2857+0,2857+0,2857)/3$	0,285

Tabel B 31: Matricea brută pentru "Reciclare" pe lângă alternative

Reciclarea

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	2	2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	1	0,5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,5	2	1
Total pe coloană	2	5	3,5

Tabel B 32: Matricea normalizată pentru "Reciclare" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	2	5	3,5
Normalizarea alternativelor pentru Reciclarea	1/2	2/5	2/3,5
	0,5/2	1/5	0,5/3,5
	0,5/2	2/5	1/3,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,5	0,4	0,5714
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,25	0,2	0,1428
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,25	0,4	0,2857

Tabel B 33: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Reciclare" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,5+0,4+0,5714)/3$	0,490
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,25+0,2+0,1428)/3$	0,197
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,25+0,4+0,2857)/3$	0,311

Tabel B 34: Matricea brută pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative

Contrar direcției vântului Up-wind

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,25	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	4	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	0,5	1
Total pe coloană	9	1,75	3,25

Tabel B 35: Matricea normalizată pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	9	1,75	3,25
Normalizarea alternativelor pentru Contrar direcției vântului Up-wind	1/9	0,25/1,75	0,25/3,25
	4/9	1/1,75	2/3,25
	4/9	0,5/1,75	1/3,25
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1111	0,1428	0,0769
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,4444	0,5714	0,6153
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4444	0,2857	0,3076

Tabel B 36: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Contrar direcției vântului Up-wind" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	(0,1111+0,1428+0,0769)/3	0,110
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	(0,4444+0,5714+0,6153)/3	0,543
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	(0,4444+0,2857+0,3076)/3	0,345

Tabel B 37: Matricea brută pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative

Direcția în care vântul suflă Down-wind

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,5	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	2	1	0,5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	2	2	1
Total pe coloană	5	3,5	2

Tabel B 38: Matricea normalizată pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	5	3,5	2
Normalizarea alternativelor pentru Direcția în care vântul suflă Down-wind	1/5	0,25/3,5	0,25/2
	2/5	1/3,5	0,25/2
	2/5	2/3,5	1/2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,2	0,0714	0,125
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,4	0,2857	0,125
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4	0,5714	0,5

Tabel B 39: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Direcția în care vântul suflă Down-wind" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,2+0,0714+0,125)/3$	0,132
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,4+0,2857+0,125)/3$	0,270
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4+0,5714+0,5)/3$	0,490

Tabel B 40: Matricea brută pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative

Gradul de izolare

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,2	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	5	1	5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	0,2	1
Total pe coloană	10	1,4	6,25

Tabel B 41: Matricea normalizată pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	10	1,4	6,25
Normalizarea alternativelor pentru Gradul de izolare	1/10	0,2/1,4	0,25/6,25
	5/10	1/1,4	5/6,25
	4/10	0,2/1,4	1/6,25
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1	0,1428	0,04
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	0,7142	0,8
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4	0,1428	0,16

Tabel B 42: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Gradul de izolare" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,1+0,1428+0,04)/3$	0,094
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5+0,7142+0,8)/3$	0,671
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4+0,1428+0,16)/3$	0,234

Tabel B 43: Matricea brută pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative

Viteza vântului

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,143	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	7	1	3
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,33	1
Total pe coloană	13	1,473	4,2

Tabel B 44: Matricea normalizată pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	13	1,473	4,2
Normalizarea alternativelor pentru Viteza vântului	1/13	0,143/1,473	0,2/4,2
	7/13	1/1,473	3/4,2
	5/13	0,33/1,473	1/4,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0769	0,0970	0,0476
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5384	0,6788	0,7142
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3846	0,2240	0,2380

Tabel B 45: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Viteza vântului" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0769+0,0970+0,0476)/3$	0,073
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5384+0,6788+0,7142)/3$	0,643
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3846+0,2240+0,2380)/3$	0,282

Tabel B 46: Matricea brută pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative

Distanța față de gridul electric

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,5	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	2	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	2	0,5	1
Total pe coloană	5	2	3,5

Tabel B 47: Matricea normalizată pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	5	2	3,5
Normalizarea alternativelor pentru Distanța față de gridul electric	1/5	0,5/2	0,5/3,5
	2/5	1/2	2/3,5
	2/5	0,5/2	1/3,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,2	0,25	0,1428
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,4	0,5	0,5714
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4	0,25	0,2857

Tabel B 48: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Distanța față de gridul electric" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,2+0,25+0,1428)/3$	0,197
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,4+0,5+0,5714)/3$	0,490
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4+0,25+0,2857)/3$	0,311

Tabel B 49: Matricea brută pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative

Gradul locului de amplasare a paletelor

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,2	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	5	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	0,5	1
Total pe coloană	9	1,7	3,25

Tabel B 50: Matricea normalizată pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	9	1,7	3,25
Normalizarea alternativelor pentru Gradul locului de amplasare a paletelor	1/9	0,2/1,7	0,25/3,25
	5/9	1/1,7	2/3,25
	4/9	0,5/1,7	1/3,25
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1111	0,1176	0,0769
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5555	0,5882	0,6153
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4444	0,2941	0,3076

Tabel B 51: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Gradul locului de amplasare a paletelor" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,1111+0,1176+0,0769)/3$	0,101
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5555+0,5882+0,6153)/3$	0,586
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4444+0,2941+0,3076)/3$	0,348

Tabel B 52: Matricea brută pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative

Distanța de la manufacturier la locul de asamblare

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,33	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	3	1	2
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	2	0,5	1
Total pe coloană	6	1,83	3,5

Tabel B 53: Matricea normalizată pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	6	1,83	3,5
Normalizarea alternativelor pentru Distanța de la manufacturier la locul de asamblare	1/6	0,33/1,83	0,5/3,5
	3/6	1/1,83	2/3,5
	2/6	0,5/1,83	1/3,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1666	0,1803	0,1428
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	0,5464	0,5714
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3333	0,2732	0,2857

Tabel B 54: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Distanța de la manufacturier la locul de asamblare" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat	
Palete din fibră de sticlă	$(0,1666+0,1803+0,1428)/3$	0,163
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5+0,5464+0,5714)/3$	0,539
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3333+0,2732+0,2857)/3$	0,297

Tabel B 55: Matricea brută pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative

Factori tehnici

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,11	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	9	1	7
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,143	1
Total pe coloană	15	1,253	8,2

Tabel B 56: Matricea normalizată pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	15	1,253	8,2
Normalizarea alternativelor pentru Factori tehnici	1/15	0,11/1,253	0,2/8,2
	9/15	1/1,253	7/8,2
	5/15	0,143/1,253	1/8,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0666	0,0877	0,0243
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,6	0,7980	0,8536
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3333	0,1141	0,1219

Tabel B 57: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori tehnici" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0666+0,0877+0,0243)/3$	0,059
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,6+0,7980+0,8536)/3$	0,750
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3333+0,1141+0,1219)/3$	0,189

Tabel B 58: Matricea brută pentru "Factori economici" pe lângă alternative

Factori economici

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	5	5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,2	1	5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,2	0,2	1
Total pe coloană	1,4	6,2	11

Tabel B 59: Matricea normalizată pentru "Factori economici" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	1,4	6,2	11
Normalizarea alternativelor pentru Factori economici	1/1,4	5/6,2	5/11
	0,2/1,4	1/6,2	5/11
	0,2/1,4	0,2/6,2	1/11
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,7142	0,8064	0,4545
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,1428	0,1612	0,4545
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,1428	0,0322	0,0909

Tabel B 60: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori economici" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,7142+0,8064+0,4545)/3$	0,658
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,1428+0,1612+0,4545)/3$	0,252
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,1428+0,0322+0,0909)/3$	0,088

Tabel B 61: Matricea brută pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative

Factori socio-politici

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,2	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	5	1	3
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	2	0,33	1
Total pe coloană	8	1,53	4,5

Tabel B 62: Matricea normalizată pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	8	1,53	4,5
Normalizarea alternativelor pentru Factori socio-politici	1/8	0,2/1,53	0,5/4,5
	5/8	1/1,53	3/4,5
	2/8	0,33/1,53	1/4,5
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,125	0,1307	0,1111
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,625	0,6535	0,6666
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,25	0,2156	0,2222

Tabel B 63: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori socio-politici" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,125+0,1307+0,1111)/3$	0,122
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,625+0,6535+0,6666)/3$	0,648
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,25+0,2156+0,2222)/3$	0,229

Tabel B 64: Matricea brută pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative

Factori de mediu

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,2	0,25
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	5	1	5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	4	0,2	1
Total pe coloană	10	1,4	6,25

Tabel B 65: Matricea normalizată pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	10	1,4	6,25
Normalizarea alternativelor pentru Factori de mediu	1/10	0,2/1,4	0,25/6,25
	5/10	1/1,4	5/6,25
	4/10	0,2/1,4	1/6,25
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1	0,1428	0,04
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5	0,7142	0,8
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,4	0,1428	0,16

Tabel B 66: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Factori de mediu" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,1+0,1428+0,04)/3$	0,094
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5+0,7142+0,8)/3$	0,671
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,4+0,1428+0,16)/3$	0,234

Tabel B 67: Matricea brută pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative

Absorbția energiei la impactul vântului

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,11	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	9	1	9
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,11	1
Total pe coloană	15	1,22	10,2

Tabel B 68: Matricea normalizată pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	15	1,22	10,2
Normalizarea alternativelor pentru Absorbția energiei la impactul vântului	1/15	0,11/1,22	0,2/10,2
	9/15	1/1,22	9/10,2
	5/15	0,11/1,22	1/10,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0666	0,0901	0,0196
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,6	0,8196	0,8823
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3333	0,0901	0,0980

Tabel B 69: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Absorbția energiei la impactul vântului" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0666+0,0901+0,0196)/3$	0,058
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,6+0,8196+0,8823)/3$	0,767
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3333+0,0901+0,0980)/3$	0,173

Tabel B 70: Matricea brută pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative

Rezistența la oboseală

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,125	0,2
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	8	1	5
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	5	0,2	1
Total pe coloană	14	1,325	6,2

Tabel B 71: Matricea normalizată pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	14	1,325	6,2
Normalizarea alternativelor pentru Rezistența la oboseală	1/14	0,125/1,325	0,2/6,2
	8/14	1/1,325	5/6,2
	5/14	0,2/1,325	1/6,2
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,0714	0,0943	0,0322
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,5714	0,7547	0,8064
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,3571	0,1509	0,1612

Tabel B 72: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Rezistența la oboseală" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,0714+0,0943+0,0322)/3$	0,066
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,5714+0,7547+0,8064)/3$	0,710
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,3571+0,1509+0,1612)/3$	0,223

Tabel B 73: Matricea brută pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative

Conductivitate termică

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	5	5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,2	1	4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,2	0,25	1
Total pe coloană	1,4	6,25	10

Tabel B 74: Matricea normalizată pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	1,4	6,25	10
Normalizarea alternativelor pentru Conductivitate termică	1/1,4	5/6,25	5/10
	0,2/1,4	1/6,25	4/10
	0,2/1,4	0,25/6,25	1/10
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,7142	0,8	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,1428	0,16	0,4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,1428	0,04	0,1

Tabel B 75: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Conductivitate termică" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative	Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,7142+0,8+0,5)/3$
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,1428+0,16+0,4)/3$
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,1428+0,04+0,1)/3$
	0,671
	0,234
	0,094

Tabel B 76: Matricea brută pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative

Rezistența la umezeală

Pași intermediari			
	Palete din fibră de sticlă	Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă
Palete din fibră de sticlă	1	0,2	5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	5	1	4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,2	0,25	1
Total pe coloană	6,2	1,45	10

Tabel B 77: Matricea normalizată pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative

Totalul pe coloană	6,2	1,45	10
Normalizarea alternativelor pentru Rezistența la umezeală	1/6,2	0,2/1,45	5/10
	5/6,2	1/1,45	4/10
	0,2/6,2	0,25/1,45	1/10
Rezultate			
Palete din fibră de sticlă	0,1612	0,1379	0,5
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	0,8064	0,6896	0,4
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	0,0322	0,1724	0,1

Tabel B 78: Calcularea vectorului de prioritate pentru "Rezistența la umezeală" pe lângă alternative

Calcularea vectorului de prioritate pentru alternative		Rezultat
Palete din fibră de sticlă	$(0,1612+0,1379+0,5)/3$	0,266
Palete din fibră de carbon, fibră de sticlă și fibră de aramidă	$(0,8064+0,6896+0,4)/3$	0,632
Palete din fibră de carbon și fibră de sticlă	$(0,0322+0,1724+0,1)/3$	0,101

7. BIBLIOGRAFIE

- [1]. Adam, A., Proștean, G., **Badea, A.**, Proștean, O., (2014), Knowledge Transfer in educational projects 5th World Conference on Educational Sciences, , Malta.
- [2]. Alber, K. L. & Walker W. T., (1998), Supply chain management: Principles and techniques for the practitioner, Research paper series, APICS Educational & Research Foundation, Falls Church, VA.
- [3]. Anderson, J.C., Narus J.A., (1990), A model of distributor firm and manufacturer firm working partnership," Journal of Marketing, 54(1), 42-58.
- [4]. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., Wittrock, M. C., (2000), A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Pearson, Allyn & Bacon.
- [5]. Anthony, T. (2000), Supply chain collaboration: success in the new Internet economy. Achieving Supply Chain Excellence Through Technology, Montgomery Research Inc., Vol. 2, pp. 41-4.
- [6]. Arabe, K., (2003), Supply Chain Collaboration Unscrambled. http://news.thomasnet.com/IMT/archives/2003/03/supply_chain_co.html
- [7]. Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE) Ordonanța 43 /2011, Regulation for GC issue, www.anre.ro/download.php?id=4035
- [8]. Bălan, C., (2006) Logistica, Editura Uranus, București.
- [9]. **Badea, A.**, Proștean, G., (2017), Alternative Manufacturing Processes (AMP) for Wind Turbine Blade Material, in Isolated Regime Based on AHP, Transactions on ENGINEERING AND MANAGEMENT, Scientific Bulletin of Politehnica University of Timisoara, Romania, Vol. 2, Issue 1,
- [10]. **Badea, A.**, Proștean, G., Tămășilă, M., Vârtosu, A., (2016), Collaborative decision-making on wind power projects based on AHP method, International Conference on Applied Sciences, 25-27 Mai, Hunedoara, România. **(a)**
- [11]. **Badea, A.**, Proștean, G., Vașar, C., (2016), Relieving supply chain through collaboration for wind turbine assembly based on AHP and DBR , 7th International Workshop on Soft Computing Applications, 24-26 August, Arad, România. **(b)**
- [12]. **Badea, A.**, Proștean, G., Tămășilă, M., Tăucean, I. (2016), Conceptual model in supply chain collaboration for renewable energy resources projects, Review of Management and Economic Engineering ,5th International Management Conference, "From Management of Crisis to Management in a Time of Crisis", 22-24 Septembrie Cluj-Napoca, România. **(c)**
- [13]. **Badea, A.**, Proștean, G., Vasar, C., Proștean, O., (2015), Creative educational methods in implementation of investment projects in renewable energy, 7th World Conference on Educational Sciences, 05-07 February, Novotel Athens Convention Center, Athens, Greece.
- [14]. **Badea, A.**, Proștean G., Goncalves G., Allaoui H. (2014), Assessing risk factors in collaborative supply chain with the analytic hierarchy process (AHP), Procedia-Social and Behavioral Sciences 124, 114-123. **(a)**
- [15]. **Badea, A.** Proștean, G., Hutanu, A., Popa, S., (2014), Competency training in collaborative supply chain using KSA model 5th World Conference on Educational Sciences, Malta. **(b)**
- [16]. **Badea, A.**, Popa, Ș., Tămășilă, Matei, Tăucean, Ilie, (2014), Competency training in wind power projects 6th International Workshop on Soft Computing Applications, 24-26 Iulie, Timisoara. **(c)**

- [17]. **Badea, A.**, Proștean, G., Adam, A., Giuca, O., (2013), Knowledge management and creative thinking framework integrated in training of future students, Proceedings of the 14th European Conference on Knowledge Management, Vol. 2, pp 825-832.
- [18]. Baker, C. B., (1905), Transportation of Troops and Material, Kansas, Hudson Publishing, 125. For an expanded discussion on the origin of the term logistics and for various definitions, see Stephen Hays Russell, "The Growing World of Logistics," Air Force Journal of Logistics, XXIV, No 4, 15-19.
- [19]. Ballou, R.H., (2007), "The evolution and future of logistics and supply chain management", European Business Review, Vol. 19 No. 4, pp. 332-348.
- [20]. Ballou, R. H, MGilbert S. & Mukherjee A. (2000), 'New managerial challenges from supply chain opportunities', Industrial Marketing Management 29(1), 7 – 18. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850199001078>
- [21]. Barratt, M. (2004), Understanding the meaning of collaboration in the supply chain, Supply Chain Management: An International Journal 9(1), 30-42.
- [22]. Barratt, M. & Oliveira A. (2001), Exploring the experiences of collaborative planning initiatives. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 31, No. 4, pp. 266-289.
- [23]. Barnes J., Liao Y. (2012), The effect of individual, network, and collaborative competencies on the supply chain management system, Int. J. Production Economics 140 pp 888-899.
- [24]. Bartels, R. (1976), The History of Marketing Thought, 2nd ed., Columbus Ohio: Grid, Inc. Baker, C.B. (1905), Transportation of Troops and Material, Hudson Publishing, Kansas City, pp. 125.
- [25]. Bask, Anu H. & Jari Juga (2001), 'Semi-integrated supply chains: Towards the new era of supply chain management', International Journal of Logistics: Research and Applications 4(2), 137-152.
- [26]. Beamon, B M., (1998), Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods International Journal of Production Economics, Vol. 55, No. 3, pp. 281-294.
- [27]. Bejarano, Romero, J. C., (2013), Resolution collaborative de problemes au sein des chaines logistiques: cadre conceptuel, processus et methodologie, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse).
- [28]. Berry, D., Towill, D. R. & Wadsley N., (1994), 'Supply chain management in the electronics products industry', International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 24(10), 20 – 32.
- [29]. Bhushan, N., Rai, K. (2004), Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process. New York: Springer.
- [30]. Bititci, U. & Mokadam, M (2010) Development of a collaborative supply chain model, 17th International Conference of the European Operations Management Association.
- [31]. Bloom, B. S., (1956), Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. New York: David McKay Co Inc.
- [32]. Bowersox, D.J., Closs, D.J., & Stank, T.P. (2000), Ten mega-trends that will revolutionize supply chain logistics. Journal of Business Logistics, Vol. 21, No.2, pp. 1-16.
- [33]. Briscoe, G., Dainty, A. R.J, Millett, S. (2001), Construction supply chain partnerships: skills, knowledge and attitudinal requirements, European Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 7, Issue 4, 243-255.
- [34]. Burda, A., (2011), Logistica și distribuția mărfurilor, suport de curs-Ediția a III. București, Editura Prouniversitaria.

- [35]. Cao, M., Vonderembse, M.A., Zhang, Q., Ragu-Nathan, T.S., (2010), Supply chain collaboration: Conceptualisation and instrument development. *International Journal of Production Research* vol. 48, pp. 6613–6635.
- [36]. Cao, M., Zhang, Q. (2013), *Supply Chain Collaboration Roles of Interorganizational Systems, Trust, and Collaborative Culture*, Springer London Heidelberg New York Dordrecht, ISBN 978-1-4471-4591-2.
- [37]. Charvet, F., (2008), *Supply Chain Collaboration: The Role Of Key Contact Employees*, Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University, pp 16-25.
- [38]. Choi T., Y., Hong Y., (2002), Unveiling the structure of supply networks: case studies in Honda, Acura, and DaimlerChrysler *Journal of Operations Management* 20, pp 469–493.
- [39]. Chonticha, M. (2011), *Supply Chain Collaboration – What’s an outcome? : A Theoretical Model*. *International Conference on Financial Management and Economics*, 11, 102-108.
- [40]. Chopra, S., Sodhi, M. S. (2004), *Managing risk to avoid supply chain breakdown*. *MIT Sloan Management Review* 46 (1), 53-62.
- [41]. Christopher, M. (2011), *Logistics and supply chain management : creating value-adding networks*, fourth ed, Financial Times/ Prentice Hall.
- [42]. Christopher, M. (1993), *Logistics and Supply Chain Management*, Pitman Publishing, London.
- [43]. Christopher, M. (1998), *Logistics and Supply Chain Management*. 2nd ed. Financial Times, Prentice-Hall.
- [44]. Comănescu, L. (2008), *Romania and European Energy Security*, *Romanian Journal of International and Regional Studies*, Vol. IV, pp 6-13.
- [45]. Cooke, J. A. (2003), *Want real collaboration? Change your measures*. *Logistics Management*, Vol. 42, No. 1, pp. 37-41.
- [46]. Cooper, C.M., Lambert, D.M., & Pagh J.D. (1997), *Supply chain management: More than a new name for logistics*, *International Journal of Logistics Management* 8(1), 1 –14.
- [47]. Cox, J.F. & Spencer, M.S. (1998), *The Constraints Management Handbook*, Lucie Press, Boca Raton, FL.
- [48]. CSCMP (2010), *Supply chain management: Terms and glossary*, URL: <http://cscmp.org/digital/glossary/document.pdf>
- [49]. Currall, S.C., Inkpen, A.C., (2002), *A multilevel approach to trust in joint ventures*. *Journal of International Business Studies* 33, pp 479–495.
- [50]. Das, A., Narasimhan, R., Talluri, S., (2006), *Supplier integration – finding an optimal configuration*. *Journal of Operations Management*, 24(5), 563-582.
- [51]. Derrouiche, R., Neubert, G., Bouras, A., (2008), *Supply chain management: A framework to characterize the collaborative strategies*. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* vol. 21, pp. 426–439.
- [52]. Deshumkh, P. A. (2010), *Horizontal Collaboration in Flexible Supply Chains: A Simulation Study*. *Journal of Studies on Manufacturing*, Vol. 1, 54-58.
- [53]. *Dicționar Explicativ Român* (1998), Editura Academiei Române.
- [54]. ***Directive 2009/28/EC (2009) European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. *Official Journal L140*, 16–62;
- [55]. Dittmann, J. P. (2014), *Managing Risk in the global supply chain*, a Report by the Supply Chain, Management Faculty at the University of Tennessee

- [56]. Dittmann, J. P. (2016), *Transform Your Supply Chain with Collaboration, Enabling Integration between Suppliers and Customers Using Technology*, The University of Tennessee and DiCentral Corporation.
- [57]. Ellram, L. M., Tate W. L. & Billington, C. (2004), Understanding and managing the services supply chain, *Journal of Supply Chain Management* 40(4), 17-32.
- [58]. Fawcett, S.E., Fawcett, A.M., Watson, B.J. & Magnan, G. (2012), Peeking Inside the Black Box: Toward an Understanding of Supply Chain Collaboration Dynamics, *Journal of Supply Chain Management*, Vol.48, 44-72.
- [59]. Feng C., Li Ti., Yan Y. (2011), Factors of knowledge sharing in supply chain based on perspective of knowledge characteristics, *Journal of System and Management Sciences*, Vol.1, No.3, pp.21-29, ISSN 1816-6075 (Print), 1818-0523 (Online).
- [60]. Frohlich, M.T., Westbrook, R. (2001), Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. *Journal of Operations Management*, 19(2), 185-200.
- [61]. Gammelgaard, B., & Larson, P. D., (2001) "Logistics skills and competencies for supply chain management", *Journal of Business Logistics*, Vol . 22, No. 2, pp. 27-50.
- [62]. Giannakis, M., Louis M., (2011), A multi-agent based framework for supply chain risk management, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 17, 23-31.
- [63]. Goldratt, E.M. (1990), *What is this thing called the Theory of Constraints?*, North River Press, Croton-on-Hudson, NY.
- [64]. Goldratt, E.M. & Cox, J. (1992), *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*, North River Press, Croton-on-Hudson, NY.
- [65]. Goldratt, E.M., Cox, J., (1984), *The Goal*. North River Press, Croton-on-Hudson, NY
- [66]. Goldratt, E.M. (1994), *It's Not Luck*, North River Press, Great Barrington, MA.
- [67]. Goldratt, E.M. (1997), *Critical Chain*, North River Press, Great Barrington, MA.
- [68]. Goldratt, E.M., Schragenheim, E. & Ptak, C.A. (2000), *Necessary But Not Sufficient*, North River Press, Croton-on-Hudson, NY.
- [69]. Gotsch, A. R., Keck, C. W., Spencer, H.C. (2012), *Knowledge, Skills, and Attitudes (KSAs) for the Public Health Preparedness and Response Core Competency Model*, Association of Schools of Public Health.
- [70]. Gulati, R. (1995), Does familiarity breed trust? the implications of repeated ties for contractual choice in alliances. *Academy of Management Journal*, 38:85-112.
- [71]. Gunasekaran, A., & Ngai E.W.T., (2012b), 'The future of operations management: An outlook and analysis', *International Journal of Production Economics* 135(2), 687 - 701. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311004646>
- [72]. Ha, Byoung-Chun, Yang-Kyu Park & Sungbin Cho (2011), 'Suppliers' affective trust and trust in competency in buyers: Its effect on collaboration and logistics efficiency', *International Journal of Operations & Production Management* 31(1), 56 - 77.
- [73]. Handfield, R. B, Bechtel, C. (2002), The role of trust and relationship structure in improving supply chain responsiveness, *Industrial Marketing Management* 31, 367- 382.
- [74]. Hardcastle, A., Bailey, T., Turner, B.H., Taylor, M., Brogna T., Severe, R., Clark, C., Villars, H. (2009), *Skills Standards for Wind Turbine Technicians*, State of Washington through the State Board for Community and Technical Colleges.
- [75]. Harland, C. M. (1996), Supply chain management: Relationships, chains and networks, *British Journal of Management* 7(Supplement s1), S63-S80.

- [76]. Heide, J.B., John G., (1990), Alliances in industrial purchasing: the determinants of joint action in buyer-supplier relationships. *Journal of Marketing Research*, 27(1), 24-36.
- [77]. Heyns, G., & Luke, R., (2012), Skills requirements in the supply chain industry in South Africa, *Journal of Transport and Supply Chain Management*, Vo I . 6, No. 1, pp. 107-125.
- [78]. Hill, R.M., Omar, M., (2006), Another look at the single-vendor single-buyer integrated production inventory problem. *Int J Prod Res* 44(4):791–800.
- [79]. Holweg, M., Disney, S., Holmström J., Småros, J., (2005) Supply Chain Collaboration:: Making Sense of the Strategy Continuum, *European Management Journal*, Volume 23, Issue 2, Pages 170–181.
- [80]. Huțanu, A., Proștean, G., Mnerie, D., **Badea, A.**, (2013), Research of Requirements Constraints in Automotive Projects, Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2013 - International Conference on Project MANagement/ HCIST 2013 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies, Portugalia.
- [81]. Iliș L., (2006), Logistica – sursă de competitivitate, *Management and Marketing*, Nr. 1, ISSN 1842-0206, , p. 93 - 101, <http://ideas.repec.org/a/eph/journal/v1y2006i1n8.html>
- [82]. Jap, S.D., (2001), The strategic role of the salesforce in developing customer satisfaction across the relationship lifecycle. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 21(2), 95-108. **(a)**
- [83]. Jap, S.D., (2001), Pie sharing in complex collaboration context, *Journal of Marketing Research*, vol. 36, No.1, pp 86-99. **(b)**
- [84]. Jespersen, B. D. & Skjøtt-Larsen T.(2005), *Supply Chain Management: In Theories and Practices*, 1st edn, Copenhagen Business School Press.
- [85]. Jao-Hong Cheng, Chung-Hsing Yeh, Chia-Wen Tu, (2008), Trust and knowledge sharing in green supply chains, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 13 Iss: 4, pp.283 - 295
- [86]. Kaveh N. & Samani N. K., (2009), How Collaborative Logistics Management Increases Supply Chain Efficiency, Master of Science with a Major in Industrial Management – Logistics, University of Boras, nr.14
- [87]. Kopczak, L. R. (1997), Logistics partnerships and supply chain restructuring: survey results from the us computer industry, *Production and Operations Management* 6(3), 226- 247.
- [88]. Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1973), *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Co., Inc.
- [89]. Krishnapriya V & Rupashree B. (2014), Supply Chain Integration – A Competency Based Perspective, *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)* Vol.5, No. 3, 45–60.
- [90]. Lambert, D. M., Emmelhainz, M. A., & Gardner, J. T. (1996), Developing and Implementing Supply Partnerships, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 7, No. 2, pp. 4.
- [91]. Lambert, Douglas M., Martha C. Cooper & Janus D. Pagh (1998), 'Supply chain management: Implementation issues and research opportunities', *International Journal of Logistics Management* 9(2), 1–20.
- [92]. Lambe, C. & Spekman, R. (1997), National account management: large account selling or buyer-seller alliance? *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 4, 61-74.

- [93]. Lee, H. L. & Ng S. M. (1997), Introduction to the special issue on global supply chain management, *Production and Operations Management* 6(3), 191–192. **(a)**
- [94]. Lee, H. L., Padmanabhan, V. & Whang, S. (1997), The Bullwhip Effect in Supply Chains, *Sloan Management Review*, Cambridge, Spring, pp.93-102. **(b)**
- [95]. Lee, H. L. & Billington, C. (1992), Managing supply chain inventory pitfalls and opportunities, *Sloan Management Review* 33(3), 65–73.
- [96]. Levi, M., Caudill, J. (2007), Four Megatrends that will change Supply Chain Management, *Supply Chain Leader*, Vol.2,Nr.1, pp.9-13
- [97]. Londe, Bernard J. La & James M. Masters (1994), 'Emerging logistics strategies: Blueprints for the next century', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24(7), 35 – 47.
- [98]. Mabert, V. A. & Venkataramanan M.A. (1998), Special research focus on supply chain linkages: Challenges for design and management in the 21st century, *Decision Sciences* 29(3), 537–552.
- [99]. Malhotra A., Gosain S., El Sawy O. A., (2005), Absorptive Capacity Configurations in Supply Chains: Gearing for Partner-Enabled Market Knowledge Creation, Vol. 29, No. 1, Special Issue on Information Technologies and Knowledge Management pp. 145-187.
- [100]. Mauborgne R. & Kim Chan W., (2005), *Stratégie Océan Bleu*, Management, Harvard Business Review Press, Boston Massachusetts
- [101]. Massie, Suzanne (2013) *Trust but Verify: Reagan, Russia and Me*, Maine Authors Publishing, Paperback and Hardcover.
- [102]. McCarter, M., Northcraft, G. (2007), Happy together? Insights and implications of viewing managed supply chains as a social dilemma. *Journal of Operations Management* 25 (2), pp 498–511.
- [103]. McDonald, F., (1999), The importance of power in partnership relationships. *Journal of General Management* vol. 25, pp. 43–59.
- [104]. McGinnis, M. A. (1992), Military Logistics: Insights for Business Logistics, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 22 Iss: 2, pp.22 – 32.
- [105]. Melnyk S. A., Davis E. W., Spekman R. E. & Sandor J., (2010), Outcome-Driven Supply Chains, *MIT Sloan Management Review*, vol 51, nr.2.
- [106]. Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N. W., Smith C. D. & Zacharia Z. G. (2001), Defining supply chain management, *Journal of Business Logistics* 22(2), 1–25.
- [107]. Mentzer, J. (2000), *Supply Chain Management*. Sage Publications, Inc; 1st edition.
- [108]. Mentzer, J.T., Foggin, J.H. & Golicic, C.L. (2000), Collaboration: the enablers, impediments, and benefits. *Supply Chain Management Review*, September/October (a)
- [109]. Mocan M.L., (1999), *Managementul sistemelor logistice*, Ediția a II-a revăzută și adăugită, Editura Eurobit, Timisoara.
- [110]. Mocuța G. E., (2009), Logistica – Instrument și concept în continuă evoluție, *Buletinul AGIR* nr. 2-3. <http://www.agir.ro/buletine/460.pdf>
- [111]. Monczka, R. M (2009), *Purchasing and supply chain management* (4th ed). South-Western Cengage Learning, Mason, Ohio
- [112]. Monczka, R., Petersen, K., Hand_eld, R., & Ragatz, G. (1998), Success factors in strategic supplier alliances: the buying company perspective. *Decision Sciences*, 29:553_577.
- [113]. Moody, P., (1993), *Breakthrough Partnering: Creating a Collective Enterprise Advantage*, Oliver Wight Publ., Essex Junction VT (USA).

- [114]. Muckstadt, J. A., Murray, D. H., Rappold, J. A., Collins, D. E. (2001), Guidelines for Collaborative Supply Chain System Design and Operation, *Information Systems Frontiers*, Volume 3, Issue 4, pp 427-453.
- [115]. Norrman, A., Jansson, U. (2004), Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident, *The Emerald Research Register. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 5, 434-456.
- [116]. Ntayi J., Eyaa S. (2010), Collaborative Relationships, Procurement Practices and Supply Chain Performance The Case of Small and Medium Enterprises in Uganda <http://www.orsea.net/pastpapers/2008/Collaborative%20Relationships,%20Procurement%20Practices%20and%20Supply%20Chain%20Performance.pdf>
- [117]. Ogrinja G.(2013), Practicile din domeniul SCM (Supply Chain Management) http://www.senioreerp.ro/resurse_utile/practicile-din-domeniul-scm/
- [118]. Petersen K. J., Ragatz G. L. & Monczka R. M. (2005), An Examination of Collaborative Planning Effectiveness and Supply Chain Performance , *Journal of Supply Chain Management* Volume 41, Issue 2, pages 14–25.
- [119]. Popa, V., (2009), Supply chain management in consumer goods industry and retail, Valahia University Press, Targoviste.
- [120]. Popa, V., (2011), Collaborative Management, End-to-End Value Chain, *Supply Chain Management Journal*, Volume 2, Nr.1, Valahia University Press.
- [121]. Proștean, G., Vașar, C., Proștean, O., Vârtosu, A. (2015) Risk analysis for renewable energy projects due to constraints arising, *International Conference on Applied Sciences (ICAS2015)* IOP Publishing.
- [122]. Proștean, G., **Badea, A.**, (2014), Supply Chain collaboration model based on Drum-Buffer-Rope philosophy, 6th International Workshop on Soft Computing Applications SOFA 2014, ISSN: 1867 – 5662. **(a)**
- [123]. Proștean, G., **Badea, A.**, (2014), Avoiding bottlenecks in wind power supply chain, *International Conference on Applied Business and Economics (ICABE 14)* **(b)**
- [124]. Proștean, G., Vasar, C., **Badea, A.**, (2014), Transposing the constraints into feasible alternative solutions within renewable energy projects, 4th RMEE Conference The Management Between Profit and Social Responsibility 2014, publication in *The 4th RMEE Management Conference Proceedings*. **(c)**
- [125]. Proștean, G., **Badea, A.**, Vasar, C., Proștean, O., (2014), Risk variables in wind power supply chain, 12th International Symposium in Management, Timișoara, România. **(d)**
- [126]. Rajabinasr, A., Nourbakhshian, M., Hooman, A., Seyedabrishami, S. Z. (2013), The Main Tools Used in Supply Chain Risk Management. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4, No. 9.
- [127]. Rahman, S. U., & Yang, L., (2009), Skills requirements for logistics managers in China, *IIMB Management Review*, Vol . 21, No. 2, pp. 140-148.
- [128]. REN21 (2016) Renewables 2016 Global Status Report, (Paris: REN21 Secretariat), ISBN 978-3-9818107-0-7
- [129]. Renko, S. (2011), Vertical Collaboration in the Supply Chain, *Supply Chain Management- New Perspectives*, Faculty of Economics & Business, University of Zagreb, In-Tech, 183-198.
- [130]. Ring P, Van de Ven A. (1994), Developmental processes of cooperative interorganizational relationships. *Acad Manage Rev.*, 19, 90 – 118.
- [131]. Roy, Bernard (1968), Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), *La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)* (8): pp 57–75.

- [132]. Russell, S. H. (2007), Supply Chain Management: More Than Integrated Logistics, *Air Force Journal of Logistics*, Vol. 31 Issue 2, 56.
- [133]. Sârbu I., (2014), Managementul logisticii în economia contemporană, *Economie și Sociologie*, Numărul 1 ISSN 0236-3070, Pag. 41-45.
- [134]. Saaty, T. L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- [135]. Saaty, T. L., (1986), Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32, 841-855.
- [136]. Saaty, T. L., (1990), An Exposition of the AHP in Reply to the Paper "Remarks on the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, Vol. 36, No. 3, 259-268.
- [137]. Saaty, T. L., (1991a). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operations Research*, Vol. 48, 9-26.
- [138]. Saaty, T. L., (1991b), Rank and the Controversy About the Axioms of Utility Theory - A Comparison of AHP and MAUT, *Proceedings of the 2nd International Symposium of The Analytic Hierarchy Process*, Pittsburgh, PA, 87-111.
- [139]. Saaty, T. L., (1994a), How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Interfaces*, 24, 19-43.
- [140]. Saaty, T. L., (1994b), *Fundamentals of Decision Making*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- [141]. Saaty, Thomas L., (1996), *Decision Making with Dependence and Feedback*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, 1996.
- [142]. Sabath, R.E., Fontanella J., (2002), The unfulfilled promise of supply chain collaboration. *Supply Chain Management Review*, 6(4), 24-29.
- [143]. San Cristóbal Mateo J. R., (2012), *Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry 7 Green Energy and Technology*, DOI: 10.1007/978-1-4471-2346-0_2, © Springer-Verlag London Limited.
- [144]. Sanséau, P. Y., (2012), Competencies for the "Technological Europe" of Tomorrow: A New Model and an Emerging Concept of Interorganizational Competence. In D.G. Assimakopoulos, R. Dossani & E.G. Carayannis (Eds.), *Knowledge Perspectives of New Product Development*: 123-140. Springer New York.
- [145]. Sawhney, M. & Prandelli, E. (2000), Communities of creation: managing distributed innovation in turbulent markets, *California Management Review*, Vol. 42 No. 4, pp. 24-54.
- [146]. Schoenherr, T., Tummala, Rao, V.M., Harrison, T. P. (2008), Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: Providing decision support for the offshoring decision by a US manufacturing company, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 14, 100-111.
- [147]. Senge, P.M. (1990), *The Fifth Discipline*, Doubleday, New York, NY.
- [148]. Simatupang, T. M., Sridharan R. (2002), The Collaborative Supply Chain: A Scheme for Information Sharing and Incentive Alignment. *International Journal of Logistics Management*, Vol. 13 No. 2.
- [149]. Simatupang T. M., Wright A. C., Sridharan R. (2004), Applying the Theory of Constraints to Supply Chain Collaboration, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9 No. 1.
- [150]. Simatupang T. M. (2004), *Supply Chain Collaboration*, Massey University.
- [151]. Simchi-Levi, D., Kaminsky P. & Simchi-Levi E. (2000), *Designing and Managing the Supply Chain*, Irwin McGraw-Hill, Boston, MA.
- [152]. Sirkemaa, S., (2001), Information technology in developing a meta-learning environment, *European Journal of Open, Distance and E-Learning*.

- [153]. Soosay, C.A., Hyland, P.W, & Ferrer, M. (2006), Supply chain collaboration: capabilities for continuous innovation, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 13 No. 2, pp. 160-169.
- [154]. Spekman R. E., Kamauff J. W. Jr, Myhr N. (1998), An empirical investigation into supply chain management. A perspective on partnerships *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28 No. 8, pp. 630-650.
- [155]. Spencer, M.S., Cox III, J.F., (1995), Optimum production technology (OPT) and the theory of constraints (TOC): analysis and genealogy, *International Journal of Production Research* 33, 1495-1504.
- [156]. Stank, T. P., Keller S. B., & Daugherty, P. J., (2001), Supply chain collaboration and logistical service performance," *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, Issue 1, , pp. 29-48.
- [157]. Stern, L. (1971), The interorganisational management of distribution channels – prerequisites and prescriptions in Fisk, G. (Eds), *New Essays in Marketing Theory*. Allyn & Bacon, Boston, USA. 14-301.
- [158]. Stern, L. and Reve, T. (1980), Distribution channels as political economies : a framework for comparative analysis. *Journal of Marketing*, 44, 52-64.
- [159]. Stevens, G.C. (1989), Integrating the supply chain, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 19(8), 3 – 8.
- [160]. Stock, J., Lambert, D., (1987), *Strategic Logistics Manageme*, McGraw-Hill Companies, Incorporated.
- [161]. Sutton, S. G., Smedley, G., Arnold, V. (2008), Accounting for Collaborative Supply Chain Relationships: Issues and Strategies. *The International Journal of Digital Accounting Research*, Vol. 8, 1-22.
- [162]. Thai, V. V., Cahoon, S., & Tran, H. T., (2011), Skill requirements for logistics professionals: findings and implications, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol . 23, No. 4, pp. 553-574.
- [163]. Tan, Keah Choon, Vijay R. Kannan & Robert B. Handfield (1998), Supply chain management: Supplier performance and firm performance, *International Journal of Purchasing and Materials Management* 34(3), 2-9.
- [164]. Tang C. S. (2006), Perspective in supply chain risk management. *International Journal Production Economics*, 103, 451-488.
- [165]. Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A., (1997), Dynamic capabilities and strategic management, *Strategic management journal*, Vol. 18, No. 7, pp. 509-533.
- [166]. Towill, D. R., Mohammad M. N. & Wikner J. (1992), Industrial dynamics simulation models in the design of supply chains, *International Journal of Physical Distribution Logistics Management* 22(5), 3-13.
- [167]. Triantaphyllou, E., Mann, H. S. (1995), Using the Analytic Hierarchy Process for decision making in engineering applications: Some challenges. *Inter'I Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, Vol. 2, No.1, 35-44.
- [168]. Tuten, T.L., Urban, D.J., (2001), An Expanded model of business-to-business partnership formation and success. *Industrial Marketing Management* vol. 30, pp. 149-164.
- [169]. van Hoek, Remko I. (1998), Measuring the unmeasurable- measuring and improving performance in the supply chain', *Supply Chain Management: An International Journal* 3(4), 187- 192.
- [170]. van der Vorst, Jack G.A.J. & Adrie J.M. Beulens (2002), Identifying sources of uncertainty to generate supply chain redesign strategies, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 32(6), 409 – 430.

- [171]. Vargas, R. (2010), Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio, PMI Global Congress 2010 – North America Washington DC.
- [172]. Vasiliu C., Felea M., Maruțelu I., Caraiani G. (2008), Logistica și distribuția mărfurilor, Editura ASE, București.
- [173]. Walsh, J.P., Dewar, R.D., (1987), Formalization and theorganizational life-cycle. Journal of Management Studies 24 (3),215–232.
- [174]. Wang JJ, Jing YY, Zhang CF et. al., (2010), Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. Renew Sust Energ Rev 13:2263–2278.
- [175]. Watson K. J., Blackstone J. H., Gardiner S. C., (2007), The evolution of a management philosophy: The theory of constraints, Journal of Operations Management 25, 387–402.
- [176]. Zamfir, AI. (2011), Management of renewable energy and regional development: European experiences and steps forward, Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, 6 (3) pp. 35–42.
- [177]. Zeng, M. & Chen, X. (2003), Achieving cooperation in multiparty alliances: a social dilemma approach to partnership management. Academy of Management Review, 28:587-605.
- [178]. Accesat în 25.10.2016
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=-1098490637&_sort=r&_st=13&_view=c&md5=bf43a1c48b8449715d1e6e909d08d7a3&searchtype=a
- [179]. Accesat în 25.10.2016
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=-1172892120&_sort=r&_st=13&_view=c&md5=5affa235c93f7059863c3f452524885a&searchtype=a
- [180]. Accesat în 17.12.2016 <http://www.christinedemerchant.com/carbon-kevlar-glass-comparison.html>
- [181]. Accesat în 17.12.2016 http://www.dupont.com/content/dam/dupont/products-and-services/fabrics-fibers-and-nonwovens/fibers/documents/DPT_Kevlar_Technical_Guide_Revised.pdf
- [182]. Accesat în 04.01.2017 <http://www.businessdictionary.com/definition/business-drivers.html>, <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/driver>
- [183]. Accesat în 13.01.2017 <http://www.energydigital.com/top10/3705/Top-10-Wind-Turbine-Suppliers>, <https://issuu.com/energydigital/docs/energydigital-november2014/41?e=12457992/9854388>
- [184]. Accesat în 14.02.2017 <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2012/11/RE-SUPPLY-final-report.pdf> E4tech and Avalon Consulting (2012) Final report, IEA Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETd) Securing the supply chain for renewable energy (RE-SUPPLY)
- [185]. Accesat în 15.02.2017 <http://www.businessdictionary.com/definition/lean-manufacturing.html>
- [186]. Accesat în 15.02.2017 <http://www.businessdictionary.com/definition/agile-enterprise.html>
- [187]. Accesat în 15.02.2017 <https://www.cips.org/en/knowledge/procurement-topics-and-skills/efficiency/collaborative-working1/collaborative-relationships-in-procurement/>

- [188]. Accesat în 15.02.2017 <http://searchcio.techtarget.com/definition/Extended-enterprise>
- [189]. Accesat în 21.03.2017
https://www.accenture.com/t20150523T042739_w_/hu-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Industries_2/Accenture-Next-Generation-Collaboration-New-Frontier-Shopper-Value-Industry-Growth.pdf
- [190]. Accesat în 21.03.2017
https://www.accenture.com/t20160919T053639_w_/us-en/_acnmedia/PDF-21/Accenture-Digital-Collaboration-Retailers-Manufacturers-Accenture-Analytics.pdf
- [191]. Accesat în 22.03.2017 <http://www.ariba.com/>