

ЕВАЛУАЦИЈА ПЕРФОРМАНСИ ТРАНСПОРТА И СКЛАДИШТЕЊА У ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ

Радојко Лукић¹

Економски факултет Универзитета у Београду, Београд, Република
Србија

Сажетак: Евалуација перформанси транспорта и складиштења је континуирано актуелна, значајна и сложена. У овом раду анализирају се перформансе транспорта и складиштења у Европској унији на бази MARCOS методе. Резултати истраживања показују да по перформансама транспорта и складиштења у топ пет земаља по редоследу спадају: Немачка, Француска, Шпанија, Италија и Пољска. У питању су дакле развијене земље Европске уније. Перформансе транспорта и складиштења су боље у Хрватској него у Словенији из разлога, што је, поред осталог, знатно нижа укупна набавка роба и услуга. Знатно се може утицати на побољшање перформанси транспорта и ефикасном контролом анализираних фактора (број предузећа, број запослених, промет, укупна набавка роба и услуга, персонални, додатна вредност по факторским трошковима и бруто оперативни вишак). У томе значајну улогу има и примена концепта одрживог развоја и дигитализације целокупног пословања транспорта и складиштења.

Кључне речи : перформансе, транспорт, складиштење, Европска унија, MARCOS метода.

УВОД

Проблематика евалуације перформанси транспорта и складиштења је врло изазовна, континуирано актуелна, значајна и сложена (Роровић, 2022; Јао, 2022). Зато што се перформансе транспорта и складиштења одржавају и на свим осталим секторима. Полазећи од тога, предмет истраживања у овом раду су анализа фактора перформанси транспорта и складиштења у Европској унији. Циљ и сврха тога је да се дата проблематика што комплексније истражи у функцији унапређења перформанси у будућности и преузимања адекватних мера.

У последње време у циљу што тачније процене перформанси транспорта и складиштења све се више у литератури примењују различити методи вишекритеријумског одлучивања (Лукић, 2021; Тодић, 2021; Улуташ, 2020; Осинтсев, 2021; Коручук, 2022) и ДЕА приступа (Стевић, 2022). Ту спада и MARCOS метода (Лукић, 2022; Мешић, 2022). Зато што једна анализа обезбеђује у односу на тачнију процену перформанси транспорта и складиштења као основе за унапређење у будућности преузимања адекватних мера (Thanh, 2022; Do Duc Trung, 2022) .

¹ radojko.lukic@ekof.bg.ac.rs

Континуирана анализа фактора перформанси транспорта и складиштења, у конкретном случају Европске уније, кључна је претпоставка за унапређење у будућности предузимањем адекватних мера. У томе се манифестује примарна истраживачка хипотеза у овом раду.

У методолошком смислу те речи, следствено датој истраживачкој хипотези, значајну улогу у евалуацији перформанси транспорта и складиштења има примена MARCOS методе. У овом раду она је примењена на случај анализе перформанси транспорта и складиштења Европске уније.

Потребни емпиријски подаци за истраживање третираног проблема у овом раду прикупљени су од Eurostat-a. Они су „произведени” у складу са свим релевантним стандардима тако да не постоје никаква ограничења у погледу међународне упоредивости добијених резултата истраживања у овом раду.

1. MARCOS МЕТОДА

MARCOS метода је базирана на дефинисању односа између алтернатива и референтних вредности (идеална и антиидеална алтернатива) (Ђалић, 2020; Ковач, 2021; Мишкић, 2021; Пушка, 2021; Stević, 2020a, b; Stanković, 2020; Trung, 2021). На основу дефинисаних односа, одређују се функције корисности алтернатива и врши се компромисно рангирање у односу на идеална и антиидеална решења. Преференце одлучивања се дефинишу на основу функције корисности. Функције корисности представљају позицију алтернативе у односу на идеална и антиидеална решења. Најбоља алтернатива је она која је најближа идеалној и истовремено најдаља антиидеалној референтној тачки. MARCOS метода се процесно одвија кроз следеће кораке (Stević, 2020a, b):

Корак 1: Формирање иницијалне матрице за доношење одлука. *Мултикритеријумски* модел укључује дефинисање скупа критеријума и m алтернатива. У случају групног одлучивања, формира се скуп *експерта* који процењују алтернативу у односу на критеријуме. У том случају, матрице експертске евалуације су агрегиране у иницијалне матрице групног одлучивања.

Корак 2: Формирање проширене иницијалне матрице. У овом кораку, проширење иницијалне матрице је дефинисано са идеалним (AI) и антиидеалним (AAI) решењима.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ AAI & [x_{aa1} & x_{aa2} & \dots & x_{aan}] \\ A_1 & [x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n}] \\ A_2 & [x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n}] \\ \dots & [\dots & \dots & \dots & \dots] \\ A_m & [x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn}] \\ AI & [x_{ai1} & x_{ai2} & \dots & x_{ain}] \end{matrix} \quad (1)$$

Антиидеална солуција (*AAI*) је најгора алтернатива. Идеално решење (*AI*) је, супротно томе, алтернатива са најбољим карактеристикама. У зависности од природе критеријума, *AAI* и *AI* се дефинишу применом следећих једначина:

$$AAI = \min_i x_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \max_i x_{ij} \text{ if } j \in C \quad (2)$$

$$AI = \max_i x_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \min_i x_{ij} \text{ if } j \in C \quad (3)$$

где *B* представља бенефичну а *C* трошковну групу критеријума.

Корак 3: Нормализација проширене иницијалне матрице (*X*). Елементи нормализоване матрице $N = [n_{ij}]_{m \times n}$ су добијени применом следећих једначина:

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ if } j \in C \quad (4)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ if } j \in B \quad (5)$$

где елементи x_{ij} и x_{ai} представљају елементе матрице *X*.

Корак 4: Дефинисање тежинске матрице $V = [v_{ij}]_{m \times n}$. Тежинска матрица *V* се добија множењем нормализоване матрице *N* с тежинским коефицијентима критеријума v_j применом следеће једначине:

$$v_{ij} = n_{ij}xv_j \quad (6)$$

Корак 5: Утврђивање степена корисности алтернатива K_i . Степен корисности алтернатива у односу на антиидеална и идеална решења се утврђује применом следећих једначина:

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (7)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (8)$$

где S_i ($i=1,2,\dots,m$) представља суму елемената тежинске матрице V , приказано у следећој једначини:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (9)$$

Корак 6: Утврђивање функције корисности алтернатива $f(K_i)$. Функција корисности је компромис посматране алтернативе у односу на идеална и антиидеална решења. Функција корисности алтернатива дефинише се следећом једначином:

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}; \quad (10)$$

где $f(K_i^-)$ репрезентује функцију корисности у односу на антиидеално решење, а $f(K_i^+)$ репрезентује функцију корисности у односу на идеално решење.

Функције корисности у односу на идеална и антиидеална решења утврђују се применом следећих једначина:

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (11)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (12)$$

Корак 7: Рангирање алтернатива. Рангирање алтернатива базирано је на коначној вредности функције корисности. Пожељна је она алтернатива која има највећу могућу вредност функције корисности.

2. МЕТОДА АНАЛИТИЧКОГ ХИЈЕРАРХИЈСКОГ ПРОЦЕСА (АНР)

С обзиром на то да се тежински коефицијенти критеријума код примене MARCOS методе утврђују помоћу АНР методе, укратко ћемо се осврнути на њене теоријско-методолошке карактеристике. Метода аналитичког хијерархијског процеса (АНР) одвија се кроз следеће кораке (Saaty, 2008; Mandić et al., 20214, 2017):

Корак 1: Формирање матрице парова поређења

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Корак 2: Нормализација матрице парова поређења

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, \dots, n \quad (14)$$

Корак 3: Одређивање релативног значаја, тј. вектора тежина

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}^*}{n}, i, j = 1, \dots, n \quad (15)$$

Индекс конзистентности (*Consistency index – CI*) представља меру одступања n од λ_{\max} и може се представити следећом формулом:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n} \quad (16)$$

Ако је $CI < 0,1$ процењене вредности коефицијената a_{ij} су конзистентне, а одступање λ_{\max} од n је занемарљиво. То значи, другим речима, да АНР метода прихвата неконзистентност мању од 10%. Помоћу Индекса конзистентности може се израчунати однос конзистентности $CR = CI/RI$, при чему је RI случајан индекс.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Приликом истраживања перформанси транспорта и складиштења Европске уније као критеријуми коришћени су кључни индикатори (број предузећа, број запослених, промет, укупна набавка роба и услуга, лични трошкови, додата вредност по факторским трошковима и бруто оперативни вишак). Алтернатива су земље чланице Европске уније. У Табели 1 приказани су почетни подаци за евалуацију перформанси транспорта и складишта Европске уније за 2019. годину (за остале године, 2020. и 2021. још увек нису доступни подаци у Eurostat-у).

Табела 1. Транспорт и складиштење – почетни подаци

		Преду зећа – број	Запос лени - број	Проме т или зарачу ната бруто премиј а - милио н евра	Укуп на набав ка роба и услуг а - мили он евра	Трошк ови запосл ених - милио н евра	Додатн а вреднос т по факторс ким трошко вима – милион евра	Бруто операт ивни вишак – милио н евра
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A 1	Белгија	21,218	221,378	51,123.0	35.700,0	10,957.2	18,578.0	7,620.8
A 2	Бугарска	23,145	173,973	8,734.0	6,675.3	1,368.6	2,721.1	1,352,5
A 3	Чешка	41,571	295,257	26,151.2	19,659.3	5,081.6	8,116.1	3,034.5
A 4	Данска	11,472	147,771	60,597.1	46,889.8	7,683.5	15,130.8	7,447.3
A 5	Немачка	105,903	2,367,885	338,909.1	223,105.8	81,144.8	116,579.7	35,434.9
A 6	Естонија	5,963	41,088	5,626.7	4,219.2	792.0	1,425.0	635.5
A 7	Ирска	24,851	108,567	24,600.5	18.877,5	4,273,5	7,125.8	2,852.3
A 8	Гршка	59,997	182,859	15,051.1	9,736.1	3,707,9	6,161.5	2,453.6
A 9	Шпанија	204,434	947,219	122,381.3	78.989,5	28,122.8	50,743.5	22,620.7
A 10	Француска	145,696	1,405,819	224.469,0	141,920.5	66,867.3	88,413.3	21,545.9

Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

A 11	Хрватска	13,635	92,583	5,347.2	3,364.7	1.390,9	2.381,9	991.0
A 12	Италија	117,529	1,143,270	165,675.4	105,582.3	41,083.5	64,531.4	23,447,8
A 13	Кипар	3,173	20,377	3,384.3	2,503.5	536.4	889.3	352.9
A 14	Летонија	7,693	79,111	5,766.0	4,153.8	1.091,7	1,915.8	824.1
A 15	Литванија	20,929	153,259	12,181.4	8.749,5	2,010.3	3,658.2	1,647.8
A 16	Луксембург	1,018	23,129	6,474.1	4,726.5	1,343.1	2,013.9	670.8
A 17	Мађарска	32,995	261,055	19,558.5	14.478,7	3.932,9	5,801.5	1,868,5
A 18	Малта	2,043	14,191	2,783.1	2,185.8	350.8	653.7	302.8
A 19	Холандија	52,476	433,929	95,486.1	64,409.3	20.531,0	33.870,8	13.339,8
A 20	Аустрија	14,421	216,003	44,767.1	30,790.3	9,959.6	15.861,7	5,902.1
A 21	Пољска	174,666	937,595	67,511.9	50,561.7	10,493.5	19,610.7	9,117.2
A 22	Португалија	31,331	188,123	23,096.7	15,769.4	4,814.8	7,862.0	3,047.2
A 23	Румунија	54,651	394,382	21,052.1	15,970.6	3.850,5	6,446.1	2,595.7
A 24	Словенија	8,804	55,036	6,598.3	4.277,9	1,225.6	2,360.9	1,135.3
A 25	Словачка	22,872	120,458	10,464.5	7,322.2	1.870,0	3,166.9	1.296,9
A 26	Финска	19,790	143,153	23,621.7	15,640.7	5,746.3	8,423.1	2,676.8
A 27	Шведска	28,743	281,494	45.974,0	32,112.7	11,366.9	15.854,9	4,488.0

Извор: Eurostat

Тежински коефицијенти критеријума израчунати су помоћу АНР методе (Saaty, 2008). У Табели 2 и на Графикону 1 приказани су тежински коефицијенти критеријума.

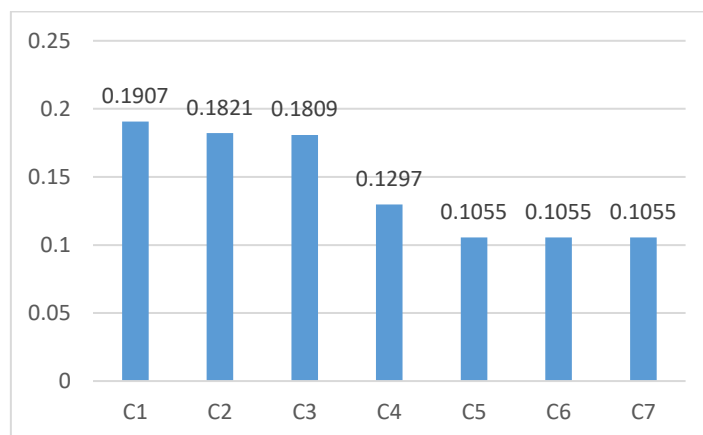
Табела 2. Тежински коефицијенти критеријума

АНР са методом аритметичке средине							
Иницијална матрица поређења							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	2	2	2	1	1	1
C2	0.5	1	2	1.25	2	2	2
C3	0.5	0.5	1	0.5	3	3	3
C4	0.5	0.8	2	1	1	1	1
C5	1	0.5	0,333333	1	1	1	1
C6	1	0.5	0,333333	1	1	1	1
C7	1	0.5	0,333333	1	1	1	1
СУМ	5.5	5.8	8	7.75	10	10	10

Нормализована матрица								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Тежина критеријума
C1	0,1818	0,3448	0,2500	0,2581	0,1000	0,1000	0,1000	0,1907
C2	0,0909	0,1724	0,2500	0,1613	0,2000	0,2000	0,2000	0,1821
C3	0,0909	0,0862	0,1250	0,0645	0,3000	0,3000	0,3000	0,1809
C4	0,0909	0,1379	0,2500	0,1290	0,1000	0,1000	0,1000	0,1297
C5	0,1818	0,0862	0,0417	0,1290	0,1000	0,1000	0,1000	0,1055
C6	0,1818	0,0862	0,0417	0,1290	0,1000	0,1000	0,1000	0,1055
C7	0,1818	0,0862	0,0417	0,1290	0,1000	0,1000	0,1000	0,1055
							СУМ	1
Однос конзистенције	0,0874	УПОРЕДИТИ СА 0,1; ТРЕБА ДА БУДЕ МАЊЕ ОД 0,1.						

Напомена: Ауторово израчунавање

Графикон 1. Тежински коефицијенти критеријума



Извор: Ауторова слика

Према томе, најзначајнији критеријуми у конкретном случају су број предузећа, број запослених, промет и укупна набавка роба и услуга. Њиховом ефикасном контролом, као и контролом осталих критеријума (лични трошкови, додатна вредност по факторским трошковима и бруто оперативни вишак), може се значајно утицати на остварење циљних транспорта и складиштења у Европској унији.

Табела 3 показује иницијалну матрицу.

Табела 3. Иницијална матрица

Иницијална матрица							
тежине критеријума	0,1907	0,1821	0,1809	0,1297	0,1055	0,1055	0,1055
врста критеријума	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	21,218	221,378	51.123,00	35.700,00	10.957,20	18.578,00	7.620,80
A2	23,145	173,973	8.734,00	6.675,30	1.368,60	2.721,10	1.352,50
A3	41,571	295,257	26.151,20	19.659,30	5.081,60	8,116.10	3.034,50
A4	11,472	147,771	60,597.10	46.889,80	7.683,50	15.130,80	7.447,30
A5	105,903	2,367,885	338,909.10	223.105,80	81.144,80	116.579,70	35.434,90

Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

A6	5,963	41,088	5.626,7 0	4.219,2 0	792	1.425,0 0	635.5
A7	24,85 1	108,56 7	24.600, 50	18.877, 50	4.273, 50	7.125,8 0	2.852, 30
A8	59,99 7	182,85 9	15,051. 10	9,736.1 0	3.707, 90	6.161,5 0	2.453, 60
A9	204,4 34	947,21 9	122.38 1,30	78.989, 50	28.122 ,80	50.743, 50	22.620 ,70
A10	145,6 96	1,405, 819	224.46 9,00	141.92 0,50	66.867 ,30	88.413, 30	21.545 ,90
A11	13,63 5	92,583	5.347,2 0	3.364,7 0	1.390, 90	2.381,9 0	991
A12	117,5 29	1,143, 270	165.67 5,40	105.58 2,30	41.083 ,50	64.531, 40	23.447 ,80
A13	3,173	20,377	3.384,3 0	2.503,5 0	536.4	889.3	352.9
A14	7,693	79,111	5.766,0 0	4.153,8 0	1.091, 70	1.915,8 0	824.1
A15	20,92 9	153,25 9	12.181, 40	8.749,5 0	2.010, 30	3.658,2 0	1.647, 80
A16	1,018	23,129	6,474.1 0	4.726,5 0	1,343, 10	2,013,9 0	670.8
A17	32,99 5	261,05 5	19.558, 50	14.478, 70	3.932, 90	5.801,5 0	1.868, 50
A18	2,043	14,191	2.783,1 0	2.185,8 0	350.8	653.7	302.8
A19	52,47 6	433,92 9	95,486. 10	64.409, 30	20.531 ,00	33.870, 80	13.339 ,80
A20	14,42 1	216,00 3	44.767, 10	30.790, 30	9.959, 60	15.861, 70	5,902. 10
A21	174,6 66	937,59 5	67.511, 90	50.561, 70	10.493 ,50	19.610, 70	9.117, 20
A22	31,33 1	188,12 3	23.096, 70	15.769, 40	4.814, 80	7.862,0 0	3.047, 20

Радојко Лукић

A23	54,65 1	394,38 2	21.052. 10	15.970, 60	3.850, 50	6,446.1 0	2.595, 70
A24	8,804	55,036	6.598,3 0	4.277,9 0	1.225, 60	2.360,9 0	1.135, 30
A25	22,87 2	120,45 8	10.464, 50	7.322,2 0	1.870, 00	3.166,9 0	1.296, 90
A26	19,79 0	143,15 3	23.621, 70	15.640, 70	5.746, 30	8,423.1 0	2.676, 80
A27	28,74 3	281,49 4	45.974, 00	32.112, 70	11.366 ,90	15.854, 90	4.488, 00
MAX	2044 34	23678 85	338909 .1	223105 .8	81144. 8	116579 .7	35434. 9
MIN	1018	14191	2783.1	2185.8	350.8	653.7	302.8

Напомена: Ауторово израчунавање

У Табели 4 приказана је проширена иницијална матрица.

Табела 4. Проширена иницијална матрица

Проширена почетна матрица							
тежине критеријума	0,19 07	0,182 1	0,1809	0,1297	0,105 5	0,1055	0,105 5
врста критеријума	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAI	1018	0	2783.1	22310 5.8	81144 .8	653.7	302.8
A1	21,2 18	221,3 78	51.123 ,00	35.700 ,00	10.95 7,20	18.578 ,00	7.620, 80
A2	23,1 45	173,9 73	8.734, 00	6.675, 30	1.368, 60	2.721, 10	1.352, 50
A3	41,5 71	295,2 57	26.151 ,20	19.659 ,30	5.081, 60	8,116. 10	3.034, 50
A4	11,4 72	147,7 71	60,597 .10	46.889 ,80	7.683, 50	15.130 ,80	7.447, 30
A5	105, 903	2,367, 885	338,90 9.10	223.10 5,80	81.14 4,80	116.57 9,70	35.43 4,90

Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

A6	5,96 3	41,08 8	5.626, 70	4.219, 20	792	1.425, 00	635.5
A7	24,8 51	108,5 67	24.600 ,50	18.877 ,50	4.273, 50	7.125, 80	2.852, 30
A8	59,9 97	182,8 59	15,051 .10	9,736. 10	3.707, 90	6.161, 50	2.453, 60
A9	204, 434	947,2 19	122.38 1,30	78.989 ,50	28.12 2,80	50.743 ,50	22.62 0,70
A10	145, 696	1,405, 819	224.46 9,00	141.92 0,50	66.86 7,30	88.413 ,30	21.54 5,90
A11	13,6 35	92,58 3	5.347, 20	3.364, 70	1.390, 90	2.381, 90	991
A12	117, 529	1,143, 270	165.67 5,40	105.58 2,30	41.08 3,50	64.531 ,40	23.44 7,80
A13	3,17 3	20,37 7	3.384, 30	2.503, 50	536.4	889.3	352.9
A14	7,69 3	79,11 1	5.766, 00	4.153, 80	1.091, 70	1.915, 80	824.1
A15	20,9 29	153,2 59	12.181 ,40	8.749, 50	2.010, 30	3.658, 20	1.647, 80
A16	1,01 8	23,12 9	6,474. 10	4.726, 50	1,343, 10	2,013, 90	670.8
A17	32,9 95	261,0 55	19.558 ,50	14.478 ,70	3.932, 90	5.801, 50	1.868, 50
A18	2,04 3	14,19 1	2.783, 10	2.185, 80	350.8	653.7	302.8
A19	52,4 76	433,9 29	95,486 .10	64.409 ,30	20.53 1,00	33.870 ,80	13.33 9,80
A20	14,4 21	216,0 03	44.767 ,10	30.790 ,30	9.959, 60	15.861 ,70	5,902. 10
A21	174, 666	937,5 95	67.511 ,90	50.561 ,70	10.49 3,50	19.610 ,70	9.117, 20
A22	31,3 31	188,1 23	23.096 ,70	15.769 ,40	4.814, 80	7.862, 00	3.047, 20

A23	54,6 51	394,3 82	21.052 .10	15.970 ,60	3.850, 50	6,446. 10	2.595, 70
A24	8,80 4	55,03 6	6.598, 30	4.277, 90	1.225, 60	2.360, 90	1.135, 30
A25	22,8 72	120,4 58	10.464 ,50	7.322, 20	1.870, 00	3.166, 90	1.296, 90
A26	19,7 90	143,1 53	23.621 ,70	15.640 ,70	5.746, 30	8,423. 10	2.676, 80
A27	28,7 43	281,4 94	45.974 ,00	32.112 ,70	11.36 6,90	15.854 ,90	4.488, 00
AI	2044 34	0	33890 9.1	2185.8	350.8	11657 9.7	35434 .9

Напомена: Ауторово израчунавање

У Табели 5 приказана је нормализована матрица.

Табела 5. Нормализована матрица

Нормализована матрица							
тежине критеријума	0,190 7	0,18 21	0,1809	0,1297	0,1055	0,1055	0,1055
врста критеријума	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAI	0,004 98	0	0,0082 12	0,0097 97	0,0043 23	0,0056 07	0,0085 45
A1	0,103 8	0,00 00	0,1508	0,0612	0,0320	0,1594	0,2151
A2	0,113 2	0,00 00	0,0258	0,3274	0,2563	0,0233	0,0382
A3	0,203 3	0,00 00	0,0772	0,1112	0,0690	0,0696	0,0856
A4	0,056 1	0,00 00	0,1788	0,0466	0,0457	0,1298	0,2102
A5	0,518 0	0,00 00	1.0000	0,0098	0,0043	1.0000	1.0000

Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

A6	0,029 2	0,00 00	0,0166	0,5181	0,4429	0,0122	0,0179
A7	0,121 6	0,00 00	0,0726	0,1158	0,0821	0,0611	0,0805
A8	0,293 5	0,00 00	0,0444	0,2245	0,0946	0,0529	0,0692
A9	1.000 0	0,00 00	0,3611	0,0277	0,0125	0,4353	0,6384
A10	0,712 7	0,00 00	0,6623	0,0154	0,0052	0,7584	0,6080
A11	0,066 7	0,00 00	0,0158	0,6496	0,2522	0,0204	0,0280
A12	0,574 9	0,00 00	0,4888	0,0207	0,0085	0,5535	0,6617
A13	0,015 5	0,00 00	0,0100	0,8731	0,6540	0,0076	0,0100
A14	0,037 6	0,00 00	0,0170	0,5262	0,3213	0,0164	0,0233
A15	0,102 4	0,00 00	0,0359	0,2498	0,1745	0,0314	0,0465
A16	0,005 0	0,00 00	0,0191	0,4625	0,2612	0,0173	0,0189
A17	0,161 4	0,00 00	0,0577	0,1510	0,0892	0,0498	0,0527
A18	0,010 0	0,00 00	0,0082	1.0000	1.0000	0,0056	0,0085
A19	0,256 7	0,00 00	0,2817	0,0339	0,0171	0,2905	0,3765
A20	0,070 5	0,00 00	0,1321	0,0710	0,0352	0,1361	0,1666
A21	0,854 4	0,00 00	0,1992	0,0432	0,0334	0,1682	0,2573
A22	0,153 3	0,00 00	0,0682	0,1386	0,0729	0,0674	0,0860

Радојко Лукић

A23	0,267 3	0,00 00	0,0621	0,1369	0,0911	0,0553	0,0733
A24	0,043 1	0,00 00	0,0195	0,5110	0,2862	0,0203	0,0320
A25	0,111 9	0,00 00	0,0309	0,2985	0,1876	0,0272	0,0366
A26	0,096 8	0,00 00	0,0697	0,1398	0,0610	0,0723	0,0755
A27	0,140 6	0,00 00	0,1357	0,0681	0,0309	0,1360	0,1267
AI	1	0	1	1	1	1	1

Напомена: Ауторово израчунавање

Табела 6 показује тежински нормализовану матрицу.

Табела 6. Тежински нормализована матрица

Тежински нормализована матрица							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAI	0,00 095	0	0,001 486	0,001 271	0,000 456	0,000 592	0,000 902
A1	0,01 98	0,00 00	0,027 3	0,007 9	0,003 4	0,016 8	0,022 7
A2	0,02 16	0,00 00	0,004 7	0,042 5	0,027 0	0,002 5	0,004 0
A3	0,03 88	0,00 00	0,014 0	0,014 4	0,007 3	0,007 3	0,009 0
A4	0,01 07	0,00 00	0,032 3	0,006 0	0,004 8	0,013 7	0,022 2
A5	0,09 88	0,00 00	0,180 9	0,001 3	0,000 5	0,105 5	0,105 5
A6	0,00 56	0,00 00	0,003 0	0,067 2	0,046 7	0,001 3	0,001 9
A7	0,02 32	0,00 00	0,013 1	0,015 0	0,008 7	0,006 4	0,008 5

Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

A8	0,05 60	0,00 00	0,008 0	0,029 1	0,010 0	0,005 6	0,007 3
A9	0,19 07	0,00 00	0,065 3	0,003 6	0,001 3	0,045 9	0,067 3
A10	0,13 59	0,00 00	0,119 8	0,002 0	0,000 6	0,080 0	0,064 1
A11	0,01 27	0,00 00	0,002 9	0,084 3	0,026 6	0,002 2	0,003 0
A12	0,10 96	0,00 00	0,088 4	0,002 7	0,000 9	0,058 4	0,069 8
A13	0,00 30	0,00 00	0,001 8	0,113 2	0,069 0	0,000 8	0,001 1
A14	0,00 72	0,00 00	0,003 1	0,068 3	0,033 9	0,001 7	0,002 5
A15	0,01 95	0,00 00	0,006 5	0,032 4	0,018 4	0,003 3	0,004 9
A16	0,00 09	0,00 00	0,003 5	0,060 0	0,027 6	0,001 8	0,002 0
A17	0,03 08	0,00 00	0,010 4	0,019 6	0,009 4	0,005 3	0,005 6
A18	0,00 19	0,00 00	0,001 5	0,129 7	0,105 5	0,000 6	0,000 9
A19	0,04 90	0,00 00	0,051 0	0,004 4	0,001 8	0,030 7	0,039 7
A20	0,01 35	0,00 00	0,023 9	0,009 2	0,003 7	0,014 4	0,017 6
A21	0,16 29	0,00 00	0,036 0	0,005 6	0,003 5	0,017 7	0,027 1
A22	0,02 92	0,00 00	0,012 3	0,018 0	0,007 7	0,007 1	0,009 1
A23	0,05 10	0,00 00	0,011 2	0,017 8	0,009 6	0,005 8	0,007 7
A24	0,00 82	0,00 00	0,003 5	0,066 3	0,030 2	0,002 1	0,003 4

Радојко Лукић

A25	0,02 13	0,00 00	0,005 6	0,038 7	0,019 8	0,002 9	0,003 9
A26	0,01 85	0,00 00	0,012 6	0,018 1	0,006 4	0,007 6	0,008 0
A27	0,02 68	0,00 00	0,024 5	0,008 8	0,003 3	0,014 3	0,013 4
AI	0,19 07	0	0,180 9	0,129 7	0,105 5	0,105 5	0,105 5

Напомена: Ауторово израчунавање

У Табели 7 и на Графикону 2 приказани су резултати MARCOS методе.

Табела 7. Резултати MARCOS методе

	Резултати MARCOS методе								
	AAI	Si	Ki-	Ki +	f(K -)	f(K +)	f(K)		Ранги рање
		0,0 057							
Белгија	A1	0,0 979	17.3 122	0,1 197	0,0 069	0,9 931	0,1 197	0,1 197	16
Бугарска	A2	0,1 023	18.0 818	0,1 250	0,0 069	0,9 931	0,1 250	0,1 250	15
Чешка	A3	0,0 908	16.0 600	0,1 111	0,0 069	0,9 931	0,1 110	0,1 110	20
Данска	A4	0,0 898	15.8 752	0,1 098	0,0 069	0,9 931	0,1 098	0,1 098	21
Немачка	A5	0,4 924	87.0 757	0,6 021	0,0 069	0,9 931	0,6 021	0,6 021	1
Естонија	A6	0,1 257	22.2 225	0,1 537	0,0 069	0,9 931	0,1 537	0,1 537	10
Ирска	A7	0,0 749	13.2 504	0,0 916	0,0 069	0,9 931	0,0 916	0,0 916	26
Грчка	A8	0,1 160	20.5 093	0,1 418	0,0 069	0,9 931	0,1 418	0,1 418	12

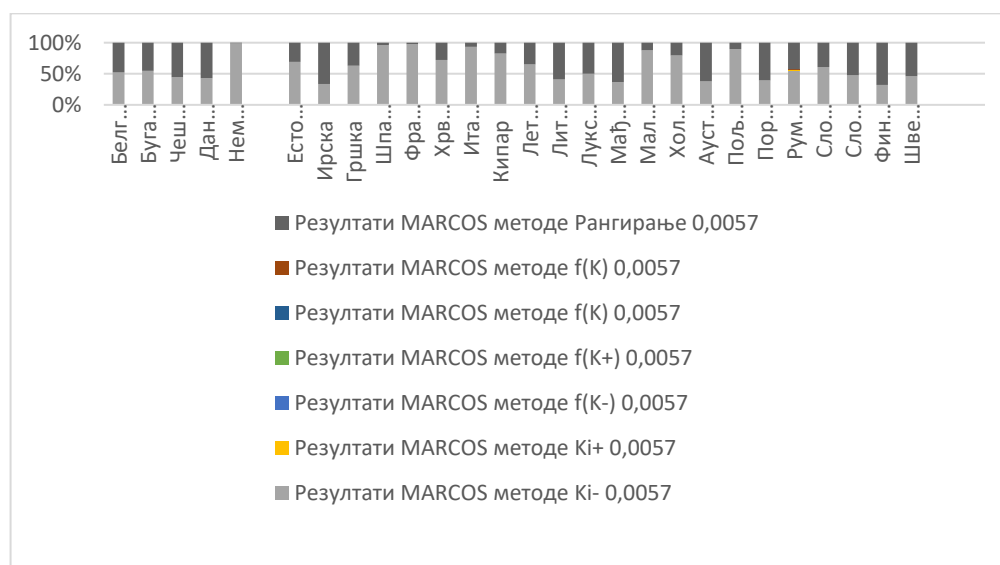
Евалуација перформанси транспорта и складиштења у Европској Унији

Шпанија	A9	0,3 742	66.1 709	0,4 576	0,0 069	0,9 931	0,4 575	0,4 575	3
Француска	A10	0,4 024	71.1 638	0,4 921	0,0 069	0,9 931	0,4 921	0,4 921	2
Хрватска	A11	0,1 315	23.2 614	0,1 609	0,0 069	0,9 931	0,1 608	0,1 608	9
Италија	A12	0,3 299	58.3 306	0,4 034	0,0 069	0,9 931	0,4 033	0,4 033	4
Кипар	A13	0,1 889	33.3 966	0,2 309	0,0 069	0,9 931	0,2 309	0,2 309	7
Летонија	A14	0,1 166	20.6 175	0,1 426	0,0 069	0,9 931	0,1 426	0,1 426	11
Литванија	A15	0,0 851	15.0 403	0,1 040	0,0 069	0,9 931	0,1 040	0,1 040	22
Луксембург	A16	0,0 958	16.9 337	0,1 171	0,0 069	0,9 931	0,1 171	0,1 171	17
Мађарска	A17	0,0 810	14.3 274	0,0 991	0,0 069	0,9 931	0,0 991	0,0 991	25
Малта	A18	0,2 401	42.4 550	0,2 936	0,0 069	0,9 931	0,2 936	0,2 936	6
Холандија	A19	0,1 765	31.2 095	0,2 158	0,0 069	0,9 931	0,2 158	0,2 158	8
Аустрија	A20	0,0 822	14.5 353	0,1 005	0,0 069	0,9 931	0,1 005	0,1 005	24
Пољска	A21	0,2 530	44.7 377	0,3 094	0,0 069	0,9 931	0,3 093	0,3 093	5
Португалија	A22	0,0 834	14.7 490	0,1 020	0,0 069	0,9 931	0,1 020	0,1 020	23
Румунија	A23	0,1 031	18.2 388	0,1 261	0,0 069	0,9 931	0,1 261	0,1 261	14
Словенија	A24	0,1 137	20.1 093	0,1 391	0,0 069	0,9 931	0,1 390	0,1 390	13
Словачка	A25	0,0 922	16.2 965	0,1 127	0,0 069	0,9 931	0,1 127	0,1 127	18

Финска	A26	0,0 712	12.5 954	0,0 871	0,0 069	0,9 931	0,0 871	0,0 871	27
Шведска	A27	0,0 911	16.1 177	0,1 115	0,0 069	0,9 931	0,1 114	0,1 114	19
	A1	0,8 178							

Напомена: Ауторово израчунавање

Графикон 2. Рангирање



Извор: Ауторова слика

Према добијеним резултатима анализе перформанси транспорта и складиштења у Европској унији на бази MARCOS методе у пет најбољих земаља по редоследу спадају: Немачка, Француска, Шпанија, Италија и Пољска. У питању су дакле развијене земље Европске уније.

Перформансе транспорта и складиштења су боље у Хрватској него у Словенији. У Словенији је, као један од узрока томе, знатно већа укупна набавка роба и услуга него у Хрватској.

Ефикаснијом контролом свих анализираних фактора (број предузећа, број запослених, промет, укупна набавка и услуге, лични трошкови, додатна вредност по факторским трошковима и бруто оперативни вишак) може се знатно утицати на унапређење

перформанси у свим земљама чланицама Европске уније. Тако, на пример, оптимизација величине набавке свих улаза деловаће у том смеру. Значајну улогу у томе има и примена концепта одрживог развоја у транспорту и складиштењу. Исто тако и дигитализација целокупног пословања транспорта и складиштења.

Као што је познато, у последње време знатан је утицај „енергетске кризе” на перформансе транспорта и складиштења у целом свету, што значи и у земљама чланицама Европске уније. Поједине земље на различит начин ублажавају утицај ове кризе на перформансе транспорта и складиштења. Управљање енергијом постаје, дакле, све значајнији фактор перформанси транспорта и складиштења.

ЗАКЉУЧАК

На бази добијених резултата анализе перформанси транспорта и складиштења у Европској унији може се закључити следеће:

1. По перформансама транспорта и складиштења у топ пет земаља по редоследу спадају: Немачка, Француска, Шпанија, Италија и Пољска. У питању су дакле развијене земље Европске уније.

2. Перформансе транспорта и складиштења су боље у Хрватској него у Словенији. У Словенији је, као један од узрока томе, знатно већа укупна набавка роба и услуга него у Хрватској.

У циљу унапређења перформанси транспорта и складиштења у Европској унији неопходна је адекватна контрола анализираних фактора (број предузећа, број запослених, промет, укупна набавка роба и услуга, лични трошкови, додатна вредност по факторским трошковима и бруто оперативни вишак). У томе значајну улогу има и примена концепта одрживог развоја у транспорту и складиштењу, као и дигитализација целокупног пословања транспорта и складиштења.

Значајан је утицај „енергетске кризе” на перформансе транспорта и складиштења у целом свету, што значи и у земљама чланицама Европске уније. Поједине земље на различит начин покушавају да ублаже утицај ове кризе на перформансе транспорта и складиштења. Управљање енергијом постаје, дакле, све значајнији фактор перформанси транспорта и складиштења.

ЛИТЕРАТУРА

1. Đalić, I., Stević, Ž., Erceg, Ž., Macura, P., & Terzić, S. (2020). Selection of a distribution channel using the integrated FUCOM-MARCOS model. *International Review*, 3-4, 80-96. <https://doi.org/10.5937/intrev2003080Q>
2. To Duc Trung, (2022). Development of data normalization methods for multi-criteria decision making: applying for MARCOS method. *Manufacturing Rev.* 9, 22, 1-5.
3. Kovač, M., Tadić, S., Krstić, M., & Bouarima, M. B. (2021). Novel Spherical Fuzzy MARCOS Method for Assessment of Drone-Based City Logistics Concepts. WILEY Hindawi Complexity Volume 2021, Article ID 2374955, 17 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/2374955>
4. Korucuk, S., Aytakin, A., Ecer, F., Pamucar, D. S. S., & Karamaşa, Ç. (2022). Assessment of ideal smart network strategies for logistics companies using an integrated picture fuzzy LBWA-CoCoSo framework. *Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-12-2021-1621>
5. Lukic, R., & Hadrovic Zekic, B. (2021). Evaluation of transportation and storage efficiency in Serbia based on RATIO analysis and the OCRA method. Proceedings of the 21th International Scientific Conference BUSINESS LOGISTICS IN MODERN MANAGEMENT October 7-8, Osijek, Croatia, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek, 189-200.
6. Lukic, R. (2022). Application of MARCOS method in evaluation of efficiency of trade companies in Serbia. *Ekonomski pogledi*, 24(1), 1-14. DOI: 10.5937/ep24-38921
7. Mandić, K., Delibašić, B., Knežević, S. & Benković, S. (2017). Analysis of the efficiency of insurance companies in Serbia using the fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 550-565. DOI: [10.1080/1331677X.2017.1305786](https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1305786)
8. Mandić, K., Delibašić, B., Knežević, S., & Benković, S. (2014). Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Economic modelling*, 43, 30-37. doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.036.

9. Mešić, A., Miškić, S., Stević, Ž., & Mastilo, Z. (2022). Hybrid MCDM Solutions for Evaluation of the Logistics Performance Index of the Western Balkan Countries. *Economics*, 10(1), 13-34. DOI: [10.2478/eoik-2022-0004](https://doi.org/10.2478/eoik-2022-0004)
10. Osintsev, N. A. (2021). Multi-Criteria Decision-Making Methods in Green Logistics. *World of Transport and Transportation*, 19(5), 231–240. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-13>
11. Popović, V., Pamučar, D., Stević, Ž., Lukovac, V., & Jovković, S. (2022). Multicriteria Optimization of Logistics Processes Using a Gray FUCOM-SWOT Model. *Symmetry*, 14, 794. <https://doi.org/10.3390/sym14040794>
12. Puška, A., Stević, Ž., & Stojanović, I. (2021). Selection of Sustainable Suppliers Using the Fuzzy MARCOS Method. *Current Chinese Science*, 1(2), 218-229. <https://dx.doi.org/10.2174/2210298101999201109214028>
13. Saaty, T.L. (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *Int J Serv Sci*, 1(1), 83-98.
14. Stević, Ž., & N. Brković, N. (2020). A Novel Integrated FUCOM-MARCOS Model for Evaluation of Human Resources in a Transport Company. *In Logistics*, 4(1), 1-14. [10.3390/logistics4010004](https://doi.org/10.3390/logistics4010004)
15. Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, Article 106231, [10.1016/j.cie.2019.106231](https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231)
16. Stevic, Ž., Miškic, S., Vojinovic, D., Huskanovic, E., Stankovic, M., & Pamucar, D. (2022). Development of a Model for Evaluating the Efficiency of Transport Companies: PCA–DEA–MCDM Model. *Axioms*, 11(140), 1-33. <https://doi.org/10.3390/axioms11030140>
17. Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotic, M., & Pamučar, D. (2020). New Fuzzy MARCOS Method for Road Traffic Risk Analysis. *Mathematics*, MDPI, 8, 457, 181-198.
18. Tadic, S., Kovac, M., Krstic, M., Roso, V., & Brnjac, N. (2021). The Selection of Intermodal Transport System Scenarios in the Function of Southeastern Europe Regional Development. *Sustainability*, 13, 5590. <https://doi.org/10.3390/su13105590>

19. Thanh, N. V. (2022). Designing a MCDM Model for Selection of an Optimal ERP Software in Organization. *Systems*, 10, 95. <https://doi.org/10.3390/systems10040095>
20. Trung, Do Duc. (2021). Application of EDAS, MARCOS, TOPSIS, MOORA and PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making in Milling Process. *Strojnícky časopis - Journal of Mechanical Engineering*, 71(2), 69-84. <https://doi.org/10.2478/scjme-2021-0019>
21. Ulutaş, A., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Thanh Nguyen, Phong, T. N., & Karaköy, Ç. (2020). Development of a Novel Integrated CCSD-ITARA-MARCOS Decision-Making Approach for Stackers Selection in a Logistics System. Published in: *Mathematics*, 1672(08), (1 October 2020), 01-15.
22. Yao, X., Wang, X., Xu, Z., & Skare, M. (2022). Bibliometric Analysis of the Energy Efficiency Research. *Acta Montanistica Slovaca*, 27(2), 505-521. (PDF) *Bibliometric Analysis of the Energy Efficiency Research*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/362384962_Bibliometric_Analysis_of_the_Energy_Efficiency_Research [accessed Aug 01 2022].

Раd је примљен: 18. октобра 2022. године

Раd је послат на корекцију: 03. децембра 2022. године

Раd је прихваћен за објављивање: 08. децембра 2022. године

EVALUATION OF TRANSPORT AND STORAGE PERFORMANCE IN THE EUROPEAN UNION

Radojko Lukić¹

Faculty of Economics, University of Belgrade, Belgrade, Republic of Serbia

Abstract: *The evaluation of transport and storage performance is continuously current, significant and complex. This paper analyzes the performance of transport and storage in the European Union based on the MARCOS method. The research results show that in terms of transport and storage performance, the top five countries in order include: Germany, France, Spain, Italy and Poland. The developed countries of the European Union are therefore in question. The performance of transport and storage is better in Croatia than in Slovenia due to, among other things, the significantly lower overall procurement of goods and services. The improvement of transport performance can be significantly influenced by effective control of analyzed factors (number of companies, number of employees, turnover, total procurement of goods and services, personnel, added value by factor costs and gross operating surplus). The implementation of the concept of sustainable development and digitization of the entire transport and storage business plays a significant role.*


Key words : *performance, transport, storage, European Union, MARCOS method*

INTRODUCTION

The problem of evaluation of transport and storage performance is very challenging, continuously current, significant and complex (Popović, 2022; Yao, 2022), because the performance of transport and storage is also maintained in all other sectors. Based on that, the subject of research in this paper is the analysis of transport and storage performance factors in the European Union. The aim and purpose is to investigate the given problem as complex as possible in order to improve performance in the future by taking adequate measures.

Recently, in order to assess the performance of transport and storage as accurately as possible, different methods of multi-criteria decision-making (Lukić, 2021, Tadić, 2021; Ulutaş, 2020; Osintsev, 2021; Korucuk, 2022) and DEA approaches (Stević, 2022) are increasingly being applied in the literature. This also includes the MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to the Compromise Solution) method (Lukic, 2022; Mešić, 2022) because an analysis provides a more accurate assessment of transport and storage performance as a basis for

¹ radojko.lukic @ekof.bg.ac.rs

This is an open access paper under the license 

improvement in the future of taking adequate measures (Thanh, 2022; Do Duc Trung, 2022).

Continuous analysis of transport and storage performance factors, in the specific case of the European Union, is a key assumption for improvement in the future by taking adequate measures. This manifests the primary research hypothesis in this work.

In the methodological sense of the word, following the given research hypothesis, the application of the MARCOS method plays a significant role in the evaluation of transport and storage performance. In this paper, it is applied to the case of analysis of transport and storage performance of the European Union.

The necessary empirical data for the research of the treated problem in this paper were collected from Eurostat. They are "manufactured" in accordance with all relevant standards so that there are no restrictions on the international comparability of the research results obtained in this paper.

1. MARCOS METHOD

The MARCOS method is based on defining the relationship between alternatives and reference values (ideal and anti-ideal alternatives) (Đalić, 2020; Kovač, 2021; Miškić, 2021; Puška, 2021; Stević, 2020a, b; Stanković, 2020; Trung, 2021). Based on the defined relationships, the utility functions of the alternatives are determined and a compromise ranking is made in relation to ideal and anti-ideal solutions. Decision preferences are defined based on a utility function. Utility functions represent the position of alternatives in relation to ideal and anti-ideal solutions. The best alternative is the one that is closest to the ideal and at the same time furthest from the anti-ideal reference point. The MARCOS method proceeds procedurally through the following steps (Stević, 2020a, b):

Step 1: Formation of the initial decision-making matrix. A *multicriteria* model involves defining a set of criteria and m alternatives. In the case of group decision-making, a set of experts who evaluate the alternative in relation to the criteria is formed. In that case, the expert evaluation matrices are aggregated into the initial group decision matrices.

Step 2: Forming the expanded initial matrix. In this step, the expansion of the initial matrix is defined with ideal (AI) and anti-ideal (AAI) solutions.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ AAI & [x_{aa1} & x_{aa2} & \cdots & x_{aan}] \\ A_1 & [x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n}] \\ A_2 & [x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n}] \\ \cdots & [\cdots & \cdots & \cdots & \cdots] \\ A_m & [x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn}] \\ AI & [x_{ai1} & x_{ai2} & \cdots & x_{ain}] \end{matrix} \quad (1)$$

The anti-ideal solution (AAI) is the worst alternative. Ideal solutions (AI) is, on the contrary, an alternative with the best features. Depending on the nature of the criteria, AAI and AI are defined by applying the following equations:

$$AAI = \min_i x_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \max_i x_{ij} \text{ if } j \in C \quad (2)$$

$$AI = \max_i x_{ij} \text{ if } j \in B \text{ and } \min_i x_{ij} \text{ if } j \in C \quad (3)$$

where B represents the benefit and C the cost group of criteria.

Step 3: Normalization of the expanded initial matrix (X). The elements of the normalized matrix $N = [n_{ij}]_{m \times n}$ are obtained by applying the following equations:

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ if } j \in C \quad (4)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ if } j \in B \quad (5)$$

where the elements x_{ij} and k_{ai} represent the elements of the matrix X .

Step 4: Defining the weighting matrix. The $V = [v_{ij}]_{m \times n}$. Weighting matrix V is obtained by multiplying the normalized matrix N with the weighting coefficients of the criteria v_j using the following equation:

$$v_{ij} = n_{ij} \times v_j \quad (6)$$

Step 5: Determining the degree of utility of alternatives K_i . The degree of usefulness of alternatives in relation to anti-ideal and ideal solutions is determined using the following equations:

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (7)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (8)$$

where S_i ($i=1,2,\dots,m$) represents the sum of the elements of the weight matrix V , shown in the following equation:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (9)$$

Step 6: Determining the utility function of alternatives $f(K_i)$. The utility function is the trade-off between the considered alternative and the ideal and anti-ideal solutions. The utility function of alternatives is defined by the following equation:

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}; \quad (10)$$

where $f(K_i^-)$ represents the utility function in relation to the anti-ideal solution and $f(K_i^+)$ represents the utility function in relation to the ideal solution.

Utility functions in relation to ideal and anti-ideal solutions are determined using the following equations:

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (11)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (12)$$

Step 7: Ranking of alternatives. The ranking of alternatives is based on the final value of the utility function. The alternative that has the highest possible value of the utility function is preferred.

2. METHOD OF ANALYTIC HIERARCHICAL PROCESS (AHP)

Considering that the weight coefficients of the criteria when applying the MARCOS method are determined using the AHP method, we will briefly refer to its theoretical and methodological characteristics. The Analytic Hierarchical Process (AHP) method takes place through the following steps (Saaty, 2008; Mandić et al., 2014, 2017):

Step 1: Forming a matrix of comparison pairs

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Step 2: Normalization of the matrix of comparison pairs

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, \dots, n \quad (14)$$

Step 3: Determination of relative importance, i.e. vector weights

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^*}{n}, i, j = 1, \dots, n \quad (15)$$

Consistency index - CI is a measure of the deviation of n from λ_{max} and can be represented by the following formula:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n} \quad (16)$$

If $CI < 0.1$ of the estimated value of coefficients a_{ij} are consistent, and the deviation of λ_{max} from n is negligible. This means, in other words, that the AHP method accepts an inconsistency of less than 10%. Using the consistency index, the consistency ratio $CR = CI/RI$ can be calculated, where RI is the random index.

3. RESULTS AND DISCUSSION

When researching the performance of transport and storage in the European Union, key indicators were used as criteria (number of companies, number of employees, turnover, total procurement of goods and services, personal costs, added value by factor costs and gross operating surplus). The alternative are the member states of the European Union. Table 1 shows the initial data for the evaluation of the performance of the transport and storage facilities of the European Union for the year 2019 (for the other years, 2020 and 2021, data are not yet available in Eurostat).

Table 1. Transport and storage - initial data

		Enterpr ises - number	Emple yees - number	Turno ver or gross premi um charge d - millio n euros	Total procure ment of goods and services - one million euros	Perso nal costs - millio n euros	Added value by factor costs - millio n euros	Gross operat ing surplu s - millio n euros
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A 1	Belgium	21,218	221,378	51,123.0	35,700.0	10,957.2	18,578.0	7,620.8
A 2	Bulgaria	23,145	173,973	8,734.0	6,675.3	1,368.6	2,721.1	1,352.5
A 3	Czech Republic	41,571	295,257	26,151.2	19,659.3	5,081.6	8,116.1	3,034.5

A 4	Denmark	11,472	147,77 1	60,597 .1	46,889. 8	7,683 .5	15,130 .8	7,447. 3
A 5	Germany	105,90 3	2,367,8 85	338,90 9.1	223,105 .8	81,14 4.8	116,57 9.7	35,43 4.9
A 6	Estonia	5,963	41,088	5,626. 7	4,219.2	792.0	1,425. 0	635.5
A 7	Ireland	24,851	108,56 7	24,600 .5	18,877. 5	4,273 .5	7,125. 8	2,852. 3
A 8	Greece	59,997	182,85 9	15,051 .1	9,736.1	3,707 .9	6,161. 5	2,453. 6
A 9	Spain	204,43 4	947,21 9	122,38 1.3	78,989. 5	28,12 2.8	50,743 .5	22,62 0.7
A 10	France	145,69 6	1,405,8 19	224,46 9.0	141,920 .5	66,86 7.3	88,413 .3	21,54 5.9
A 11	Croatia	13,635	92,583	5,347. 2	3,364.7	1,390 .9	2,381. 9	991.0
A 12	Italy	117,52 9	1,143,2 70	165,67 5.4	105,582 .3	41,08 3.5	64,531 .4	23,44 7.8
A 13	Cyprus	3,173	20,377	3,384. 3	2,503.5	536.4	889.3	352.9
A 14	Latvia	7,693	79,111	5,766. 0	4,153.8	1,091 .7	1,915. 8	824.1
A 15	Lithuania	20,929	153,25 9	12,181 .4	8,749.5	2,010 .3	3,658. 2	1,647. 8
A 16	Luxembou rg	1,018	23,129	6,474. 1	4,726.5	1,343 .1	2,013. 9	670.8
A 17	Hungary	32,995	261,05 5	19,558 .5	14,478. 7	3,932 .9	5,801. 5	1,868. 5
A 18	Malta	2,043	14,191	2,783. 1	2,185.8	350.8	653.7	302.8
A 19	Netherlan ds	52,476	433,92 9	95,486 .1	64,409. 3	20,53 1.0	33,870 .8	13,33 9.8
A 20	Austria	14,421	216,00 3	44,767 .1	30,790. 3	9,959 .6	15,861 .7	5,902. 1
A 21	Poland	174,66 6	937,59 5	67,511 .9	50,561. 7	10,49 3.5	19,610 .7	9,117. 2
A 22	Portugal	31,331	188,12 3	23,096 .7	15,769. 4	4,814 .8	7,862. 0	3,047. 2
A 23	Romania	54,651	394,38 2	21,052 .1	15,970. 6	3,850 .5	6,446. 1	2,595. 7
A 24	Slovenia	8,804	55,036	6,598. 3	4,277.9	1,225 .6	2,360. 9	1,135. 3
A 25	Slovakia	22,872	120,45 8	10,464 .5	7,322.2	1,870 .0	3,166. 9	1,296. 9

A 26	Finland	19,790	143,153	23,621.7	15,640.7	5,746.3	8,423.1	2,676.8
A 27	Sweden	28,743	281,494	45,974.0	32,112.7	11,366.9	15,854.9	4,488.0

Source: Eurostat

The weight coefficients of the criteria were calculated using the AHP method (Saaty, 2008). *Table 2* and *Graph 1* show the weighting coefficients of the criteria.

Table 2. Weight coefficients of criteria

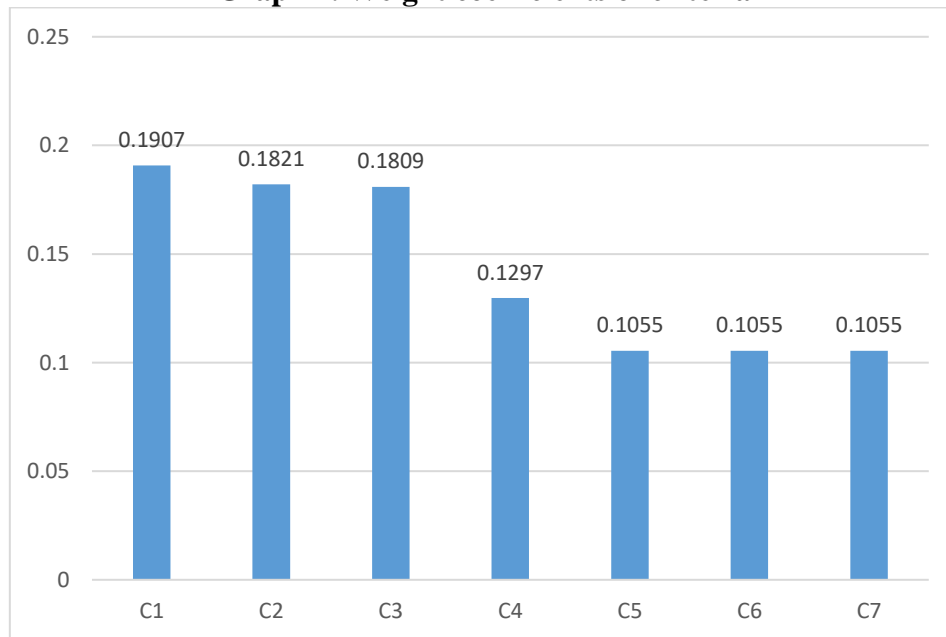
AHP with arithmetic mean method							
Initial comparison matrix							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	2	2	2	1	1	1
C2	0.5	1	2	1.25	2	2	2
C3	0.5	0.5	1	0.5	3	3	3
C4	0.5	0.8	2	1	1	1	1
C5	1	0.5	0.333333	1	1	1	1
C6	1	0.5	0.333333	1	1	1	1
C7	1	0.5	0.333333	1	1	1	1
SUM	5.5	5.8	8	7.75	10	10	10

Normalized matrix									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Weight of criteria	
C1	0.1818	0.3448	0.2500	0.2581	0.1000	0.1000	0.1000	0.1907	
C2	0.0909	0.1724	0.2500	0.1613	0.2000	0.2000	0.2000	0.1821	
C3	0.0909	0.0862	0.1250	0.0645	0.3000	0.3000	0.3000	0.1809	
C4	0.0909	0.1379	0.2500	0.1290	0.1000	0.1000	0.1000	0.1297	
C5	0.1818	0.0862	0.0417	0.1290	0.1000	0.1000	0.1000	0.1055	
C6	0.1818	0.0862	0.0417	0.1290	0.1000	0.1000	0.1000	0.1055	

C7	0.1 81 8	0.0862	0.0 41 7	0.1 29 0	0.1 00 0	0.1 00 0	0.1 00 0	0.1 055
							SUM	1
Consistency ratio	0.0874	COMPARE WITH 0.1; SHOULD BE LESS THAN 0.1.						

Note: Author's calculation

Graph 1. Weight coefficients of criteria



Source: Author's picture

Therefore, the most important criteria in this particular case are the number of companies, number of employees, turnover and total procurement of goods and services. Their effective control, as well as other criteria (personal costs, added value at factor costs and gross operating surplus), can significantly affect the achievement of the transport and storage targets in the European Union.

Table 3 shows the initial matrix.

Table 3. Initial Matrix

Initial Matrix							
criteria weights	0.1907	0.1821	0.1809	0.1297	0.1055	0.1055	0.1055
type of criteria	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	21,218	221,378	51,123.00	35,700.00	10,957.20	18,578.00	7,620.80
A2	23,145	173,973	8,734.00	6,675.30	1,368.60	2,721.10	1,352.50
A3	41,571	295,257	26,151.20	19,659.30	5,081.60	8,116.10	3,034.50
A4	11,472	147,771	60,597.10	46,889.80	7,683.50	15,130.80	7,447.30
A5	105,903	2,367,885	338,909.10	223,105.80	81,144.80	116,579.70	35,434.90
A6	5,963	41,088	5,626.70	4,219.20	792	1,425.00	635.5
A7	24,851	108,567	24,600.50	18,877.50	4,273.50	7,125.80	2,852.30
A8	59,997	182,859	15,051.10	9,736.10	3,707.90	6,161.50	2,453.60
A9	204,434	947,219	122,381.30	78,989.50	28,122.80	50,743.50	22,620.70
A10	145,696	1,405,819	224,469.00	141,920.50	66,867.30	88,413.30	21,545.90
A11	13,635	92,583	5,347.20	3,364.70	1,390.90	2,381.90	991
A12	117,529	1,143,270	165,675.40	105,582.30	41,083.50	64,531.40	23,447.80
A13	3,173	20,377	3,384.30	2,503.50	536.4	889.3	352.9
A14	7,693	79,111	5,766.00	4,153.80	1,091.70	1,915.80	824.1
A15	20,929	153,259	12,181.40	8,749.50	2,010.30	3,658.20	1,647.80
A16	1,018	23,129	6,474.10	4,726.50	1,343.10	2,013.90	670.8
A17	32,995	261,055	19,558.50	14,478.70	3,932.90	5,801.50	1,868.50
A18	2,043	14,191	2,783.10	2,185.80	350.8	653.7	302.8
A19	52,476	433,929	95,486.10	64,409.30	20,531.00	33,870.80	13,339.80
A20	14,421	216,003	44,767.10	30,790.30	9,959.60	15,861.70	5,902.10

A21	174,6 66	937,59 5	67,511. 90	50,561. 70	10,493. 50	19,610. 70	9,117.2 0
A22	31,33 1	188,12 3	23,096. 70	15,769. 40	4,814.8 0	7,862.0 0	3,047.2 0
A23	54,65 1	394,38 2	21,052. 10	15,970. 60	3,850.5 0	6,446.1 0	2,595.7 0
A24	8,804	55,036	6,598.3 0	4,277.9 0	1,225.6 0	2,360.9 0	1,135.3 0
A25	22,87 2	120,45 8	10,464. 50	7,322.2 0	1,870.0 0	3,166.9 0	1,296.9 0
A26	19,79 0	143,15 3	23,621. 70	15,640. 70	5,746.3 0	8,423.1 0	2,676.8 0
A27	28,74 3	281,49 4	45,974. 00	32,112. 70	11,366. 90	15,854. 90	4,488.0 0
MAX	2044 34	236788 5	338909. 1	223105. 8	81144. 8	116579. 7	35434. 9
MIN	1018	14191	2783.1	2185.8	350.8	653.7	302.8

Note: Author's calculation

Table 4 shows the expanded initial matrix.

Table 4. Expanded Initial Matrix

Expanded Initial Matrix							
criteria weights	0.19 07	0.1821	0.1809	0.1297	0.1055	0.1055	0.1055
type of criteria	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAA	1018	0	2783.1	223105 .8	81144. 8	653.7	302.8
A1	21,2 18	221,37 8	51,123. 00	35,700. 00	10,957 .20	18,578. 00	7,620. 80
A2	23,1 45	173,97 3	8,734.0 0	6,675.3 0	1,368. 60	2,721.1 0	1,352. 50
A3	41,5 71	295,25 7	26,151. 20	19,659. 30	5,081. 60	8,116.1 0	3,034. 50
A4	11,4 72	147,77 1	60,597. 10	46,889. 80	7,683. 50	15,130. 80	7,447. 30
A5	105, 903	2,367, 885	338,90 9.10	223,10 5.80	81,144 .80	116,57 9.70	35,434 .90
A6	5,96 3	41,088	5,626.7 0	4,219.2 0	792	1,425.0 0	635.5
A7	24,8 51	108,56 7	24,600. 50	18,877. 50	4,273. 50	7,125.8 0	2,852. 30
A8	59,9 97	182,85 9	15,051. 10	9,736.1 0	3,707. 90	6,161.5 0	2,453. 60
A9	204, 434	947,21 9	122,38 1.30	78,989. 50	28,122 .80	50,743. 50	22,620 .70

A10	145,696	1,405,819	224,469.00	141,920.50	66,867.30	88,413.30	21,545.90
A11	13,635	92,583	5,347.20	3,364.70	1,390.90	2,381.90	991
A12	117,529	1,143,270	165,675.40	105,582.30	41,083.50	64,531.40	23,447.80
A13	3,173	20,377	3,384.30	2,503.50	536.4	889.3	352.9
A14	7,693	79,111	5,766.00	4,153.80	1,091.70	1,915.80	824.1
A15	20,929	153,259	12,181.40	8,749.50	2,010.30	3,658.20	1,647.80
A16	1,018	23,129	6,474.10	4,726.50	1,343.10	2,013.90	670.8
A17	32,995	261,055	19,558.50	14,478.70	3,932.90	5,801.50	1,868.50
A18	2,043	14,191	2,783.10	2,185.80	350.8	653.7	302.8
A19	52,476	433,929	95,486.10	64,409.30	20,531.00	33,870.80	13,339.80
A20	14,421	216,003	44,767.10	30,790.30	9,959.60	15,861.70	5,902.10
A21	174,666	937,595	67,511.90	50,561.70	10,493.50	19,610.70	9,117.20
A22	31,331	188,123	23,096.70	15,769.40	4,814.80	7,862.00	3,047.20
A23	54,651	394,382	21,052.10	15,970.60	3,850.50	6,446.10	2,595.70
A24	8,804	55,036	6,598.30	4,277.90	1,225.60	2,360.90	1,135.30
A25	22,872	120,458	10,464.50	7,322.20	1,870.00	3,166.90	1,296.90
A26	19,790	143,153	23,621.70	15,640.70	5,746.30	8,423.10	2,676.80
A27	28,743	281,494	45,974.00	32,112.70	11,366.90	15,854.90	4,488.00
AI	204434	0	338909.1	2185.8	350.8	116579.7	35434.9

Note: Author's calculation

Table 5 shows the normalized matrix.

Table 5. Normalized Matrix

Normalized Matrix							
criteria weights	0.1907	0.1821	0.1809	0.1297	0.1055	0.1055	0.1055
type of criteria	1	1	1	-1	-1	1	1
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAA	0.00498	0	0.008212	0.009797	0.004323	0.005607	0.008545
A1	0.1038	0.0000	0.1508	0.0612	0.0320	0.1594	0.2151
A2	0.1132	0.0000	0.0258	0.3274	0.2563	0.0233	0.0382
A3	0.2033	0.0000	0.0772	0.1112	0.0690	0.0696	0.0856
A4	0.0561	0.0000	0.1788	0.0466	0.0457	0.1298	0.2102
A5	0.5180	0.0000	1.0000	0.0098	0.0043	1.0000	1.0000
A6	0.0292	0.0000	0.0166	0.5181	0.4429	0.0122	0.0179
A7	0.1216	0.0000	0.0726	0.1158	0.0821	0.0611	0.0805
A8	0.2935	0.0000	0.0444	0.2245	0.0946	0.0529	0.0692
A9	1.0000	0.0000	0.3611	0.0277	0.0125	0.4353	0.6384
A10	0.7127	0.0000	0.6623	0.0154	0.0052	0.7584	0.6080
A11	0.0667	0.0000	0.0158	0.6496	0.2522	0.0204	0.0280
A12	0.5749	0.0000	0.4888	0.0207	0.0085	0.5535	0.6617
A13	0.0155	0.0000	0.0100	0.8731	0.6540	0.0076	0.0100
A14	0.0376	0.0000	0.0170	0.5262	0.3213	0.0164	0.0233
A15	0.1024	0.0000	0.0359	0.2498	0.1745	0.0314	0.0465
A16	0.0050	0.0000	0.0191	0.4625	0.2612	0.0173	0.0189
A17	0.1614	0.0000	0.0577	0.1510	0.0892	0.0498	0.0527
A18	0.0100	0.0000	0.0082	1.0000	1.0000	0.0056	0.0085
A19	0.2567	0.0000	0.2817	0.0339	0.0171	0.2905	0.3765

A20	0.070 5	0.000 0	0.1321	0.0710	0.0352	0.1361	0.1666
A21	0.854 4	0.000 0	0.1992	0.0432	0.0334	0.1682	0.2573
A22	0.153 3	0.000 0	0.0682	0.1386	0.0729	0.0674	0.0860
A23	0.267 3	0.000 0	0.0621	0.1369	0.0911	0.0553	0.0733
A24	0.043 1	0.000 0	0.0195	0.5110	0.2862	0.0203	0.0320
A25	0.111 9	0.000 0	0.0309	0.2985	0.1876	0.0272	0.0366
A26	0.096 8	0.000 0	0.0697	0.1398	0.0610	0.0723	0.0755
A27	0.140 6	0.000 0	0.1357	0.0681	0.0309	0.1360	0.1267
AI	1	0	1	1	1	1	1

Note: Author's calculation

Table 6 shows the weight-normalized matrix.

Table 6. Weighted Normalized Matrix

Weighted Normalized Matrix							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
AAA	0.000 95	0	0.001 486	0.001 271	0.000 456	0.000 592	0.000 902
A1	0.019 8	0.00 00	0.027 3	0.007 9	0.003 4	0.016 8	0.022 7
A2	0.021 6	0.00 00	0.004 7	0.042 5	0.027 0	0.002 5	0.004 0
A3	0.038 8	0.00 00	0.014 0	0.014 4	0.007 3	0.007 3	0.009 0
A4	0.010 7	0.00 00	0.032 3	0.006 0	0.004 8	0.013 7	0.022 2
A5	0.098 8	0.00 00	0.180 9	0.001 3	0.000 5	0.105 5	0.105 5
A6	0.005 6	0.00 00	0.003 0	0.067 2	0.046 7	0.001 3	0.001 9
A7	0.023 2	0.00 00	0.013 1	0.015 0	0.008 7	0.006 4	0.008 5
A8	0.056 0	0.00 00	0.008 0	0.029 1	0.010 0	0.005 6	0.007 3
A9	0.190 7	0.00 00	0.065 3	0.003 6	0.001 3	0.045 9	0.067 3
A10	0.135 9	0.00 00	0.119 8	0.002 0	0.000 6	0.080 0	0.064 1

A11	0.0127	0.0000	0.0029	0.0843	0.0266	0.0022	0.0030
A12	0.1096	0.0000	0.0884	0.0027	0.0009	0.0584	0.0698
A13	0.0030	0.0000	0.0018	0.1132	0.0690	0.0008	0.0011
A14	0.0072	0.0000	0.0031	0.0683	0.0339	0.0017	0.0025
A15	0.0195	0.0000	0.0065	0.0324	0.0184	0.0033	0.0049
A16	0.0009	0.0000	0.0035	0.0600	0.0276	0.0018	0.0020
A17	0.0308	0.0000	0.0104	0.0196	0.0094	0.0053	0.0056
A18	0.0019	0.0000	0.0015	0.1297	0.1055	0.0006	0.0009
A19	0.0490	0.0000	0.0510	0.0044	0.0018	0.0307	0.0397
A20	0.0135	0.0000	0.0239	0.0092	0.0037	0.0144	0.0176
A21	0.1629	0.0000	0.0360	0.0056	0.0035	0.0177	0.0271
A22	0.0292	0.0000	0.0123	0.0180	0.0077	0.0071	0.0091
A23	0.0510	0.0000	0.0112	0.0178	0.0096	0.0058	0.0077
A24	0.0082	0.0000	0.0035	0.0663	0.0302	0.0021	0.0034
A25	0.0213	0.0000	0.0056	0.0387	0.0198	0.0029	0.0039
A26	0.0185	0.0000	0.0126	0.0181	0.0064	0.0076	0.0080
A27	0.0268	0.0000	0.0245	0.0088	0.0033	0.0143	0.0134
AI	0.1907	0	0.1809	0.1297	0.1055	0.1055	0.1055

Note: Author's calculation

Table 7 and Graph 2 show the results of the MARCOS method.

Table 7. Results of the MARCOS method

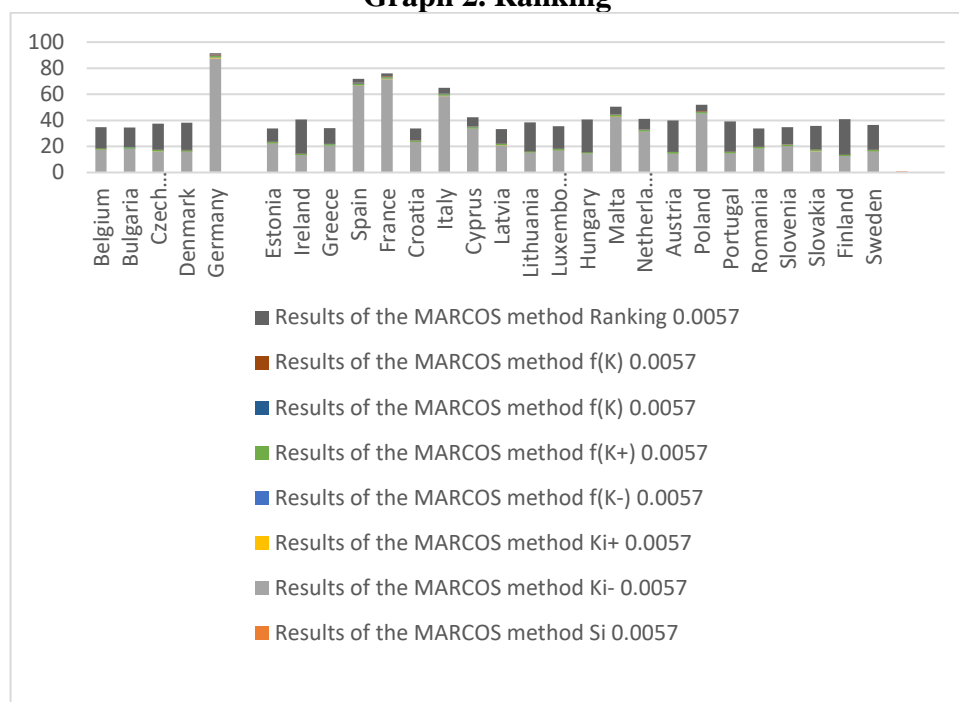
	Results of the MARCOS method	Si	Ki-	Ki+	f(K-)	f(K+)	f(K)	Ranking
	AAA	0.0057						
Belgium	A1	0.0979	17.3122	0.1197	0.0069	0.9931	0.1197	16
Bulgaria	A2	0.1023	18.0818	0.1250	0.0069	0.9931	0.1250	15

Czech Republic	A3	0.0 908	16.0 600	0.1 111	0.0 069	0.9 931	0.1 110	0.1 110	20
Denmark	A4	0.0 898	15.8 752	0.1 098	0.0 069	0.9 931	0.1 098	0.1 098	21
Germany	A5	0.4 924	87.0 757	0.6 021	0.0 069	0.9 931	0.6 021	0.6 021	1
Estonia	A6	0.1 257	22.2 225	0.1 537	0.0 069	0.9 931	0.1 537	0.1 537	10
Ireland	A7	0.0 749	13.2 504	0.0 916	0.0 069	0.9 931	0.0 916	0.0 916	26
Greece	A8	0.1 160	20.5 093	0.1 418	0.0 069	0.9 931	0.1 418	0.1 418	12
Spain	A9	0.3 742	66.1 709	0.4 576	0.0 069	0.9 931	0.4 575	0.4 575	3
France	A10	0.4 024	71.1 638	0.4 921	0.0 069	0.9 931	0.4 921	0.4 921	2
Croatia	A11	0.1 315	23.2 614	0.1 609	0.0 069	0.9 931	0.1 608	0.1 608	9
Italy	A12	0.3 299	58.3 306	0.4 034	0.0 069	0.9 931	0.4 033	0.4 033	4
Cyprus	A13	0.1 889	33.3 966	0.2 309	0.0 069	0.9 931	0.2 309	0.2 309	7
Latvia	A14	0.1 166	20.6 175	0.1 426	0.0 069	0.9 931	0.1 426	0.1 426	11
Lithuania	A15	0.0 851	15.0 403	0.1 040	0.0 069	0.9 931	0.1 040	0.1 040	22
Luxembourg	A16	0.0 958	16.9 337	0.1 171	0.0 069	0.9 931	0.1 171	0.1 171	17
Hungary	A17	0.0 810	14.3 274	0.0 991	0.0 069	0.9 931	0.0 991	0.0 991	25
Malta	A18	0.2 401	42.4 550	0.2 936	0.0 069	0.9 931	0.2 936	0.2 936	6
Netherlands	A19	0.1 765	31.2 095	0.2 158	0.0 069	0.9 931	0.2 158	0.2 158	8
Austria	A20	0.0 822	14.5 353	0.1 005	0.0 069	0.9 931	0.1 005	0.1 005	24
Poland	A21	0.2 530	44.7 377	0.3 094	0.0 069	0.9 931	0.3 093	0.3 093	5
Portugal	A22	0.0 834	14.7 490	0.1 020	0.0 069	0.9 931	0.1 020	0.1 020	23
Romania	A23	0.1 031	18.2 388	0.1 261	0.0 069	0.9 931	0.1 261	0.1 261	14
Slovenia	A24	0.1 137	20.1 093	0.1 391	0.0 069	0.9 931	0.1 390	0.1 390	13
Slovakia	A25	0.0 922	16.2 965	0.1 127	0.0 069	0.9 931	0.1 127	0.1 127	18

Finland	A26	0.0 712	12.5 954	0.0 871	0.0 069	0.9 931	0.0 871	0.0 871	27
Sweden	A27	0.0 911	16.1 177	0.1 115	0.0 069	0.9 931	0.1 114	0.1 114	19
	AI	0.8 178							

Note: Author's calculation

Graph 2. Ranking



Source: Author's picture

According to the obtained results of the analysis of transport and transport performance in the European Union based on the MARCOS method, the five best countries are: Germany, France, Spain, Italy and Poland. The developed countries of the European Union are therefore in question.

The performance of transport and storage is better in Croatia than in Slovenia. In Slovenia, as one of the reasons for this, the total procurement of goods and services is significantly higher than in Croatia.

More effective control of all analyzed factors (number of companies, number of employees, turnover, total procurement and services, personal expenses, added value by factor costs and gross operating surplus) can significantly affect the improvement of performance in all member countries of the European Union. So, for example,

optimizing the purchase size of all inputs will work in that direction. Examples of the concept of sustainable development in transport and storage also play a significant role in this. Likewise, the digitalization of the entire transport and storage business.

As it is well known, recently the "energy crisis" has had a significant impact on the performance of transport and storage throughout the world, which means also in the member countries of the European Union. Individual countries are mitigating the impact of this crisis on transport and storage performance in different ways. Energy management is therefore becoming an increasingly important factor in transport and storage performance.

CONCLUSION

Based on the results obtained from the analysis of transport and storage performance in the European Union, the following can be concluded:

1. According to the performance of transport and storage, the top five countries in order are: Germany, France, Spain, Italy and Poland. The developed countries of the European Union are therefore in question.

2. Transport and storage performance is better in Croatia than in Slovenia. In Slovenia, as one of the reasons for this, the total procurement of goods and services is significantly higher than in Croatia.

In order to improve the performance of transport and storage in the European Union, adequate control of the analyzed factors is necessary (number of companies, number of employees, turnover, total procurement of goods and services, personal costs, added value by factor costs and gross operating surplus). The application of the concept of sustainable development in transport and storage, as well as the digitization of the entire transport and storage business, play a significant role in this.

The impact of the "energy crisis" on the performance of transport and storage in the whole world, including the member countries of the European Union, is significant. Individual countries are trying to mitigate the impact of this crisis on transport and storage performance in different ways. Energy management is therefore becoming an increasingly important factor in transport and storage performance.

LITERATURE

1. Đalić, I., Stević, Ž., Erceg, Ž., Macura, P., & Terzić, S. (2020). Selection of a distribution channel using the integrated FUCOM-MARCOS model. *International Review*, 3-4, 80-96. <https://doi.org/10.5937/intrev2003080Q>
2. To Duc Trung, (2022). Development of data normalization methods for multi-criteria decision making: applying for MARCOS method. *Manufacturing Rev.* 9, 22, 1-5.
3. Kovač, M., Tadić, S., Krstić, M., & Bouarima, M. B. (2021). Novel Spherical Fuzzy MARCOS Method for Assessment of Drone-Based City Logistics Concepts. WILEY Hindawi Complexity Volume 2021, Article ID 2374955, 17 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/2374955>
4. Korucuk, S., Aytekin, A., Ecer, F., Pamucar, D. S. S., & Karamaşa, Ç. (2022). Assessment of ideal smart network strategies for logistics companies using an integrated picture fuzzy LBWA-CoCoSo framework. *Management Decision*, <https://doi.org/10.1108/MD-12-2021-1621>
5. Lukic, R., & Hadrovic Zekic, B. (2021). Evaluation of transportation and storage efficiency in Serbia based on RATIO analysis and the OCRA method. Proceedings of the 21th International Scientific Conference BUSINESS LOGISTICS IN MODERN MANAGEMENT October 7-8, Osijek, Croatia, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek, 189-200.
6. Lukic, R. (2022). Application of MARCOS method in evaluation of efficiency of trade companies in Serbia. *Ekonomski pogledi*, 24(1), 1-14. DOI: 10.5937/ep24-38921
7. Mandić, K., Delibašić, B., Knežević, S. & Benković, S. (2017). Analysis of the efficiency of insurance companies in Serbia using the fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 550-565. DOI: [10.1080/1331677X.2017.1305786](https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1305786)
8. Mandić, K., Delibašić, B., Knežević, S., & Benković, S. (2014). Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Economic modelling*, 43, 30-37. doi.org/10.1016/j.econmod.2014.07.036.
9. Mešić, A., Miškić, S., Stević, Ž., & Mastilo, Z. (2022). Hybrid MCDM Solutions for Evaluation of the Logistics Performance Index of the Western Balkan Countries. *Economics*, 10(1), 13-34. DOI: [10.2478/eoik-2022-0004](https://doi.org/10.2478/eoik-2022-0004)

10. Osintsev, N. A. (2021). Multi-Criteria Decision-Making Methods in Green Logistics. *World of Transport and Transportation*, 19(5), 231–240.
DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-13>
11. Popović, V., Pamučar, D., Stević, Ž., Lukovac, V., & Jovković, S. (2022). Multicriteria Optimization of Logistics Processes Using a Gray FUCOM-SWOT Model. *Symmetry*, 14, 794. <https://doi.org/10.3390/sym14040794>
12. Puška, A., Stević, Ž., & Stojanović, I. (2021). Selection of Sustainable Suppliers Using the Fuzzy MARCOS Method. *Current Chinese Science*, 1(2), 218-229. <https://dx.doi.org/10.2174/2210298101999201109214028>
13. Saaty, T.L. (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *Int J Serv Sci*, 1(1), 83-98.
14. Stević, Ž., & N. Brković, N. (2020). A Novel Integrated FUCOM-MARCOS Model for Evaluation of Human Resources in a Transport Company. *In Logistics*, 4(1), 1-14. [10.3390/logistics4010004](https://doi.org/10.3390/logistics4010004)
15. Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, Article 106231, [10.1016/j.cie.2019.106231](https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231)
16. Stevic, Ž., Miškic, S., Vojinovic, D., Huskanovic, E., Stankovic, M., & Pamucar, D. (2022). Development of a Model for Evaluating the Efficiency of Transport Companies: PCA–DEA–MCDM Model. *Axioms*, 11(140), 1-33. <https://doi.org/10.3390/axioms11030140>
17. Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotic, M., & Pamučar, D. (2020). New Fuzzy MARCOS Method for Road Traffic Risk Analysis. *Mathematics*, MDPI, 8, 457, 181-198.
18. Tadic, S., Kovac, M., Krstic, M., Roso, V., & Brnjac, N. (2021). The Selection of Intermodal Transport System Scenarios in the Function of Southeastern Europe Regional Development. *Sustainability*, 13, 5590. <https://doi.org/10.3390/su13105590>
19. Thanh, N. V. (2022). Designing a MCDM Model for Selection of an Optimal ERP Software in Organization. *Systems*, 10, 95. <https://doi.org/10.3390/systems10040095>
20. Trung, Do Duc. (2021). Application of EDAS, MARCOS, TOPSIS, MOORA and PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making in Milling Process. *Strojnícky časopis - Journal of Mechanical*

- Engineering*, 71(2), 69-84. <https://doi.org/10.2478/scjme-2021-0019>
21. Ulutaş, A., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Thanh Nguyen, Phong, T. N., & Karaköy, Ç. (2020). Development of a Novel Integrated CCSD-ITARA-MARCOS Decision-Making Approach for Stackers Selection in a Logistics System. Published in: *Mathematics*, 1672(08), (1 October 2020), 01-15.
22. Yao, X., Wang, X., Xu, Z., & Skare, M. (2022). Bibliometric Analysis of the Energy Efficiency Research. *Acta Montanistica Slovaca*, 27(2), 505-521. (PDF) *Bibliometric Analysis of the Energy Efficiency Research*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/362384962_Bibliometric_Analysis_of_the_Energy_Efficiency_Research [accessed Aug 01 2022].

The paper was received: October 18, 2022

The paper was sent for correction: December 3, 2022

The paper was accepted for publication: December 8, 2022