

Оптимізація процесів прийняття рішень при плануванні транспортних перевезень в умовах невизначеності

Студентка 402 групи: Колода Єлизавета Юріївна

Керівник: зав. кафедри ІС, д.т.н., проф. Кондратенко
Юрій Пантелійович

Постановка задачі

Нехай існує три підприємства, які займаються доставкою деревини «Верховина», «ЛісБуд» та «ДеревоПром» з визначеною кількістю товару. Матеріал в обсязі 900, 750 та 1250 тон деревини повинен бути направлений замовникам у п'ять підприємств обробки сировини «Зевс», «Марс», «Південь», «Зоря», «Еколайн», кожне з яких має отримати, відповідно, 750, 590, 410, 600, 550 тон деревини.

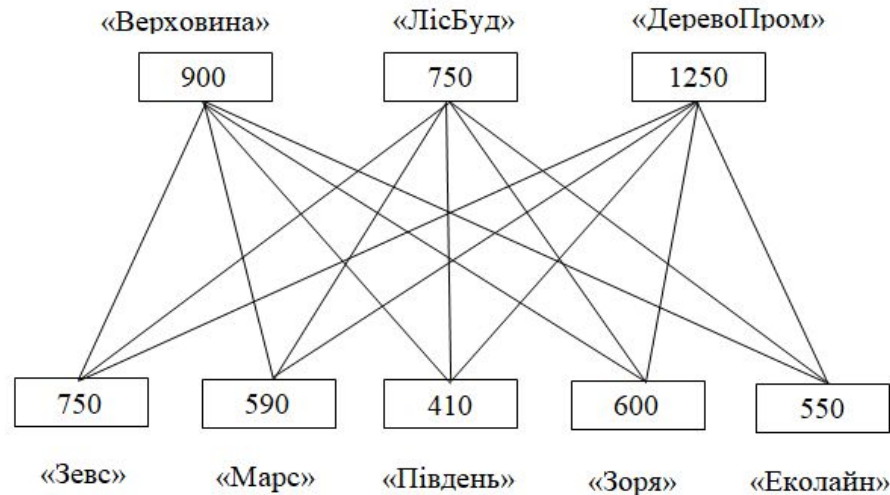


Рис.1.1 - схема транспортних взаємозв'язків між постачальниками та замовниками.

Транспортні витрати e_{ij} ($i=1 \dots 3$; $j=1 \dots 5$), пов'язані з перевезенням 1т деревини, визначені у сотнях ($1 \cdot 10^2$) грн., задаються в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Матриця витрат на перевезення 1т деревини

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	N
«Верховина»	4	1	2	7	8	900
«ЛісБуд»	7	5	3	4	6	750
«ДеревоПром»	8	4	6	2	5	1250
S	750	590	410	600	550	

Розв'язок транспортної задачі для чітких значень матриці витрат на основі SS-метода

- Будемо початкове базове рівняння, використовуючи правило північно-західного кута.

Формуємо наступний план перевезень, як "Альтернативне рішення №1" першого етапу процесу прийняття рішень E_1^1 (табл. 2.2) з відповідними значеннями невідомих змінних x_{ij} .

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	N
«Верховина»	750	150				900
«ЛісБуд»		440	310			750
«ДеревоПром»			100	600	550	1250
S	750	590	410	600	550	

Розрахунок загальних витрат:

$$Z=750*4+150*1+440*5+310*3+100*6+600*2+550*5=10830$$

Пошук нового рішення, що може призвести до зменшення величини сумарних витрат Z , здійснюємо за допомогою stepping-stone методу.

Перший етап вибору рішення

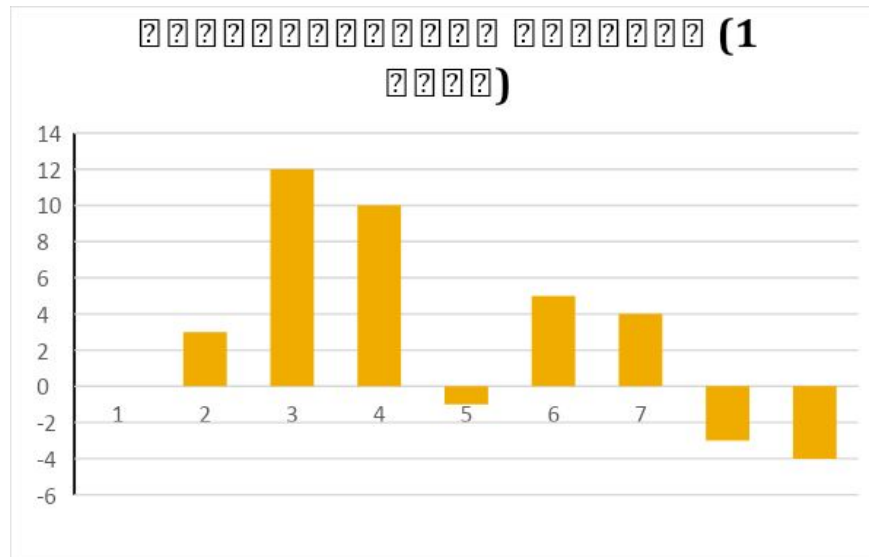
Таблиця 2.3

Альтернативне рішення E_2^1

750	150			
	440	310		
		100	600	550

Diagram illustrating the pivot operation in the simplex method. A red circle is placed on the value 310 in the second row, second column. Red arrows show the path: from 310, an arrow points left to 440, then up to 150, then right to the pivot cell (310), then down to 100, and finally left to 440. The pivot cell (310) is marked with a red circle. The values 150, 440, and 310 are marked with a red circle. The values 150, 440, and 310 are marked with a red circle. The values 150, 440, and 310 are marked with a red circle.

Альтернативне рішення E_2^1 (табл. 2.3): $\delta_{13}^1 = 2 - 1 + 5 - 3 = 3$;



Визначення базового рішення для наступного етапу

Обираємо альтернативне рішення з найкращим показником (найменшим), яке далі стає базовим для другого етапу

Таблиця 2.10

Альтернативне рішення E_3^1

750	150			
	440	310		
	-1	+1		
	+1	100	600	550
		-1		



Таблиця 2.11

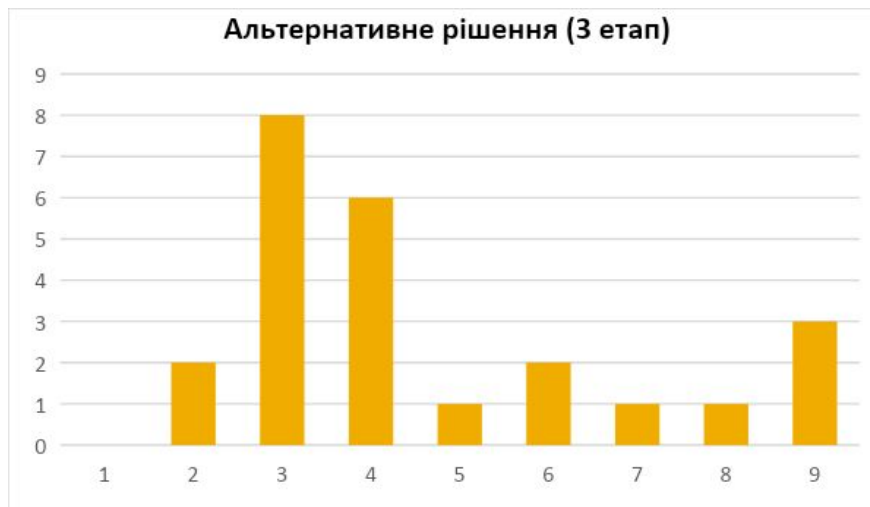
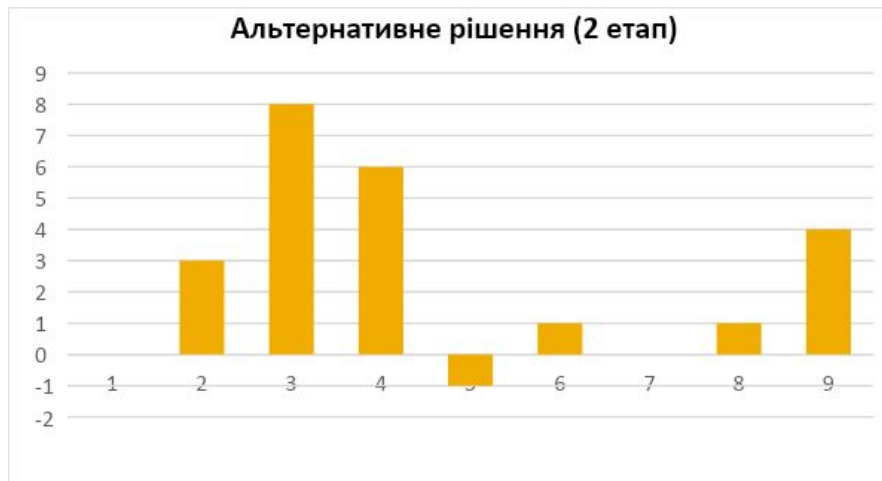
Альтернативне рішення E_1^2

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	N
«Верховина»	750	150				900
«ЛісБуд»		340	410			750
«ДеревоПром»		100		600	550	1250
S	750	590	410	600	550	

Відповідно бачимо зменшення загальних витрат на 400 од. :

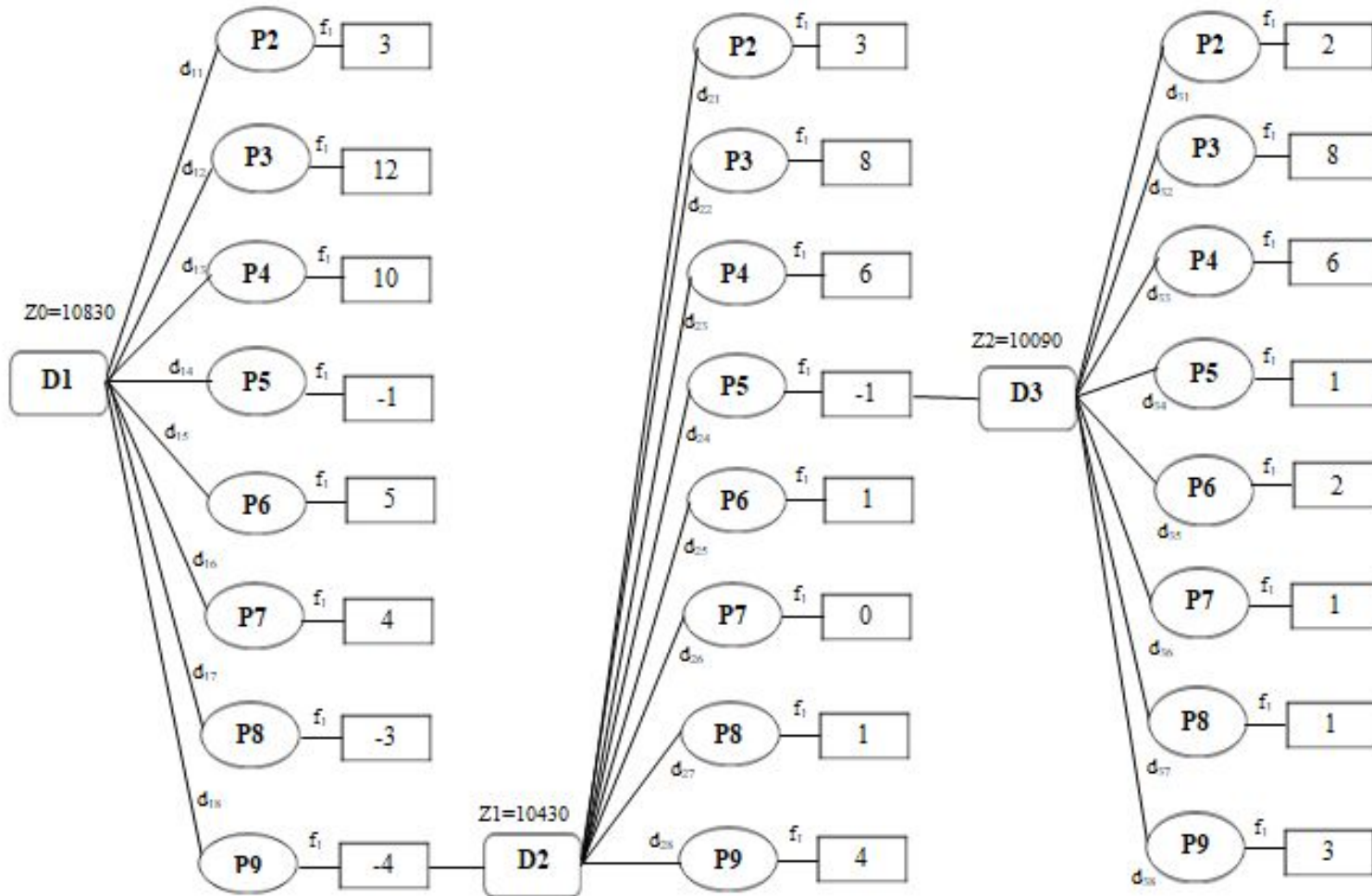
$$Z = 750 \cdot 4 + 150 \cdot 1 + 340 \cdot 5 + 100 \cdot 4 + 410 \cdot 3 + 600 \cdot 2 + 550 \cdot 5 = 10430.$$

2 та 3 етапи вибору рішення



$Z_{\min} = 10190$. Оптимальний план перевезення - E_5^2 ,
бо на третьому етапі покращити результат не вдалося

Дерево рішень для задачі за чіткими даними



РОЗВ'ЯЗОК ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ НЕЧІТКИХ ЗНАЧЕНЬ МАТРИЦІ ВИТРАТ ПРИ 3-Х ЗОВНІШНІХ УМОВАХ НА ОСНОВІ SS-МЕТОДА

Нечіткі значення витрат (в умовах грошових одиницях) на перевезення одиниці продукції для 3-х зовнішніх станів

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	N
«Верховина»	(3,6,4)	(1,1,3)	(1,2,4)	(4,7,10)	(7,8,10)	900
«ЛісБуд»	(4,7,8)	(2,5,7)	(2,3,6)	(3,4,5)	(3,6,8)	750
«ДеревоПром»	(5,8,12)	(2,4,5)	(4,6,9)	(1,2,4)	(4,5,7)	1250
S	750	590	410	600	550	

За допомогою правила північно-західного кута будемо таблицю для першого альтернативного рішення

Альтернативне рішення E_1^1

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	N
«Верховина»	750	150				900
«ЛісБуд»		440	310			750
«ДеревоПром»			100	600	550	1250
S	750	590	410	600	550	

Загальні витрати:

$$Z_1^1 = (750)(3,6,4) + (150)(1,1,3) + (440)(2,5,7) + (310)(2,3,6) + (100)(4,6,9) + (600)(1,2,4) + (550)(4,5,7) = (2250,300,4500) + (150,150,450) + (880,2200,3080) + (620,930,1860) + (400,600,900) + (600,1200,2400) + (2200,2750,3850) = (7100,10830,17040)$$

Перший етап вибору рішення

Альтернативне рішення E_2^1 (на основі δ_{13}^1)

750	150			
	-1	+1		
	440	310		
	+1	-1		
		100	600	550

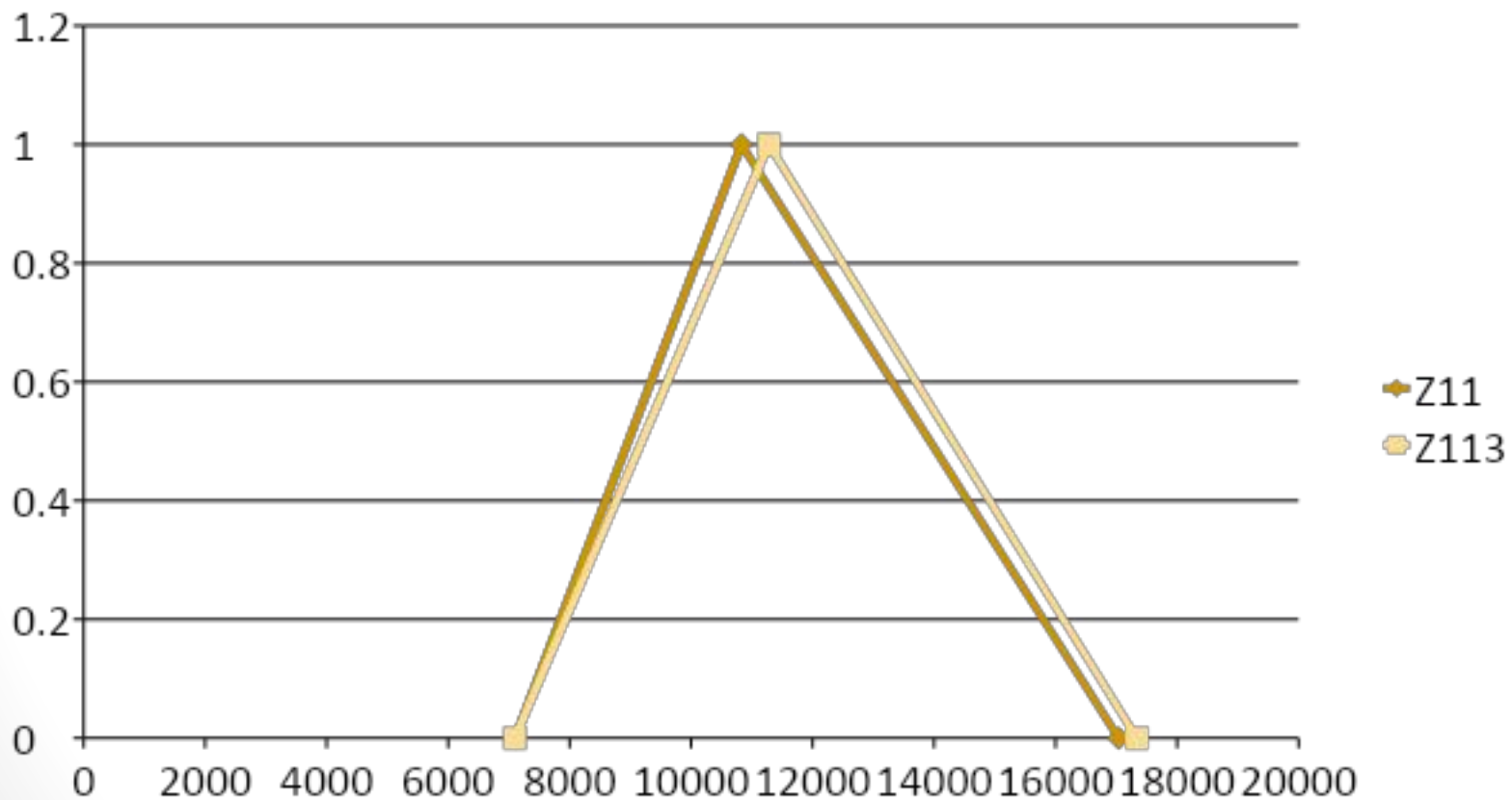
Альтернативне рішення E_2^1 (для розрахунку Z_{13}^1)

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	
«Верховина»	750		150			900
«ЛісБуд»		590	160			750
«ДеревоПром»			100	600	550	1250
	750	590	410	600	550	

Обраховуємо витрати:

$$Z_{13}^1 = (750)(3,6,4) + (150)(1,2,4) + (590)(2,5,7) + (160)(2,3,6) + (100)(4,6,9) + (600)(1,2,4) + (550)(4,5,7) = (2250, 3000, 4500) + (150, 300, 600) + (1180, 2950, 4130) + (320, 480, 960) + (400, 600, 900) + (600, 1200, 2400) + (2200, 2750, 3850) = \mathbf{(7100, 11280, 17340)}$$

Порівняльний аналіз нечітких множин Z_{13}^1 та Z_1^1 з трикутною формою функції належності



Критерій добутоків на першому етапі для отримання кращого рішення

	F_1	F_2	F_3	F_1'	F_2'	F_3'	$e_{ir} = \Pi e_{ij}$	$\max e_{ir}$	$E_{ir}=E_{ij}(Z,0)$	$\min E_{ir}$
E_1^1	-7100	-10830	-17040	11900	8170	1960	190557080000		22900	
E_2^1	-7 100	-11280	-17340	11900	7720	1660	152500880000		23500	
E_3^1	-8000	-12630	-18990	11000	6370	10	700700000		26125	
E_4^1	-8000	-12330	-18540	11000	6670	460	33750200000		25600	
E_5^1	-7100	-10390	-17090	11900	8610	1910	195696690000		22485	
E_6^1	-8340	-12380	-18280	10660	6620	720	50809824000		25690	
E_7^1	-7410	-12070	-18280	11590	6930	720	57829464000		24915	
E_8^1	-7000	-10530	-16940	12000	8470	2060	209378400000		22500	
E_9^1	-6900	-10430	-16540	12100	8570	2460	255094620000	255094620000	22150	22150

Згідно з критерієм добутоків найкращим з усіх альтернативних рішень є рішення E_9^1 , що дає змогу на першому етапі покращити розв'язок задачі при переході від рішення E_1^1 до рішення E_9^1 . Це відповідає переходу від нечітких значень загальних витрат Z_1^1 (7100, 10830, 17040) до Z_{32}^1 (6900, 10430, 16540),

Другий етап пошуку рішення

Обираємо рішення E_9^1 , і продовжуємо процес пошуку найкращого рішення. При цьому другий етап починається з альтернативного рішення $E_1^2 = E_9^1$, що було згідно з критерієм добутків.

Альтернативне рішення E_1^2 (для розрахунку Z_{32}^1)

	«Зевс»	«Марс»	«Південь»	«Зоря»	«Еколайн»	
«Верховина»	750	150				900
«ЛісБуд»		340	410			750
«ДеревоПром»		100		600	550	1250
	750	590	410	600	550	

Обраховуємо витрати:

$$\begin{aligned} Z_{32}^1 &= (750)(3,6,4) + (150)(1,1,3) + (340)(2,5,7) + (410)(2,3,6) + \\ &+ (100)(2,4,5) + (600)(1,2,4) + (550)(4,5,7) = (2250, 3000, 4500) + (150, \\ &150, 450) + (680, 1700, 380) + (820, 1230, 2460) + (200, 400, 500) + (600, \\ &1200, 2400) + (2200, 2750, 3850) = \mathbf{(6900, 10430, 16540)} \end{aligned}$$

Використання критерію Ходжа-Лемана для отриманих альтернативних рішень

Матриця вигравів для 9 альтернативних рішень (другий етап) за критерієм Ходжа-Лемана при $v=0,5$; $q_1 = 0,12$; $q_2 = 0,7$; $q_3 = 0,18$

	F ₁	F ₂	F ₃	min e _{ij}	$\sum_{i=1}^n e_{ij}q_j$	e _{ir}	max e _{ir}	E _{ir} =E _{ij} (Z,0)	min e _{ir}
E ₁ ²	-6900	-10430	-16540	-16540	-11106,2	-13823,1		22150	
E ₂ ²	-6900	-10880	-16840	-16840	-11475,2	-14157,6		22750	
E ₃ ²	-7500	-11630	-17740	-17740	-12234,2	-14987,1		24250	
E ₄ ²	-7500	-11330	-17290	-17290	-11943,2	-14616,6		23725	
E ₅ ²	-6900	-10090	-15860	-15860	-10745,8	-13302,9	-13302,9	21470	21470
E ₆ ²	-7580	-10770	-16200	-16200	-11364,6	-13782,3		22660	
E ₇ ²	-6560	-10430	-16200	-16200	-11004,2	-13602,1		21810	
E ₈ ²	-7000	-10530	-16940	-16940	-11260,2	-14100,1		22500	
E ₉ ²	-7100	-10830	-17040	-4050	-11500,2	-14270,1		22900	

v	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
E ₁ ²	-16540	-15996,62	-15453,2	-14909,9	-14366,5	-13823,1	-13279,7	-12736,3	-12193	-11649,6	-11106,2
E ₂ ²	-16840	-16303,52	-15767	-15230,6	-14694,1	-14157,6	-13621,1	-13084,6	-12548,2	-12011,7	-11475,2
E ₃ ²	-17740	-17189,42	-16638,8	-16088,3	-15537,7	-14987,1	-14436,5	-13885,9	-13335,4	-12784,8	-12234,2
E ₄ ²	-17290	-16755,32	-16220,6	-15686	-15151,3	-14616,6	-14081,9	-13547,2	-13012,6	-12477,9	-11943,2
E ₅ ²	-15860	-15348,58	-14837,2	-14325,7	-13814,3	-13302,9	-12791,5	-12280,1	-11768,6	-11257,2	-10745,8
E ₆ ²	-16200	-15716,46	-15232,9	-14749,4	-14265,8	-13782,3	-13298,8	-12815,2	-12331,7	-11848,1	-11364,6
E ₇ ²	-16200	-15680,42	-15160,8	-14641,3	-14121,7	-13602,1	-13082,5	-12562,9	-12043,4	-11523,8	-11004,2
E ₈ ²	-16940	-16372,02	-15804	-15236,1	-14668,1	-14100,1	-13532,1	-12964,1	-12396,2	-11828,2	-11260,2
E ₉ ²	-17040	-16486,02	-15932	-15378,1	-14824,1	-14270,1	-13716,1	-13162,1	-12608,2	-12054,2	-11500,2

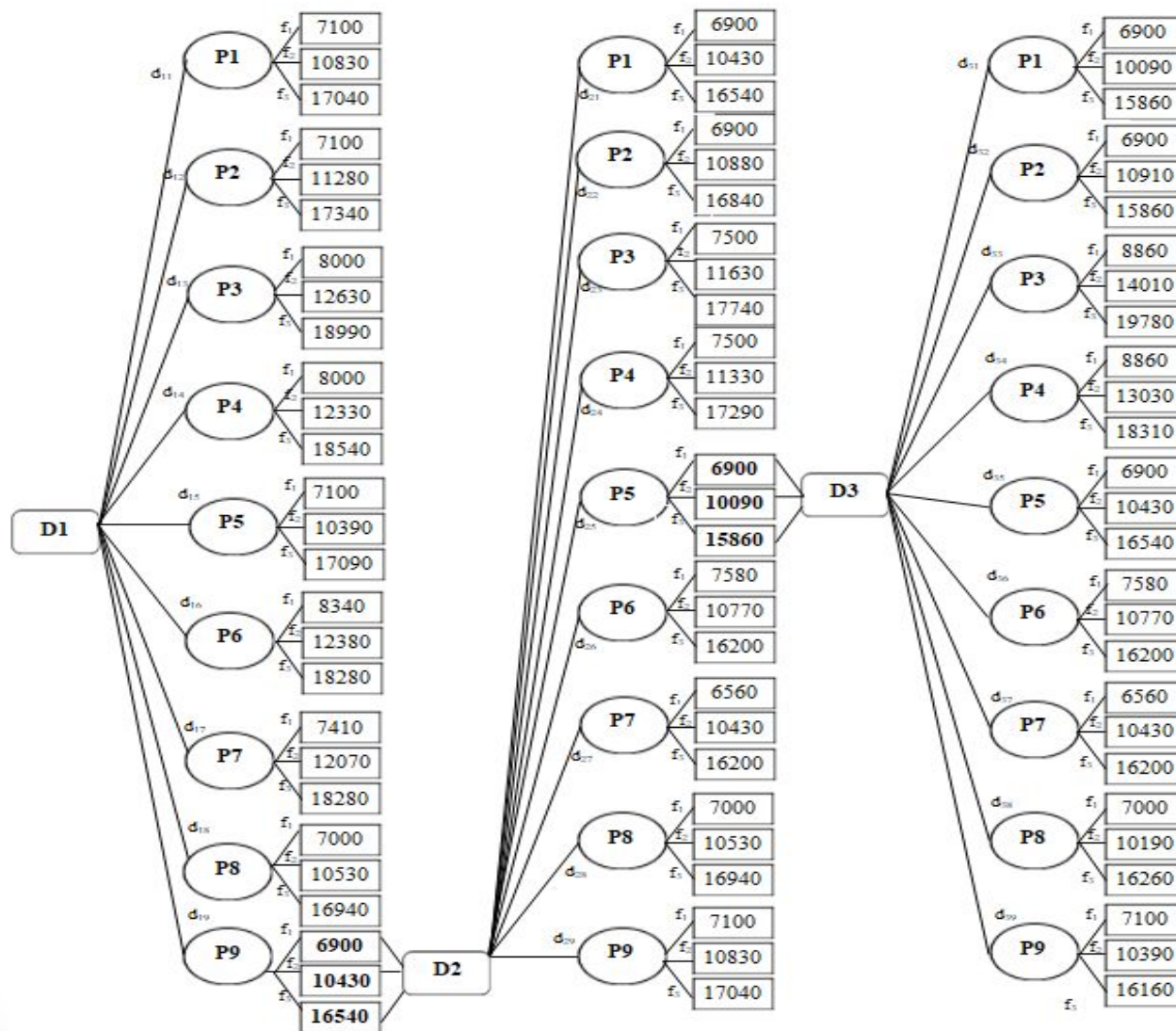
При будь-якому значенні коефіцієнта v за даним критерієм найкращим результатом є рішення **E₅²**

Третій етап

	F_1^*	F_2^*	F_3^*	$e_{ir} = \Pi e_{ij}$	$\max e_{ir}$	$E_{ir} = E_{ij}(Z, 0)$	$\min E_{ir}$
E_1^3	12900	9710	3940	493520460000	493520460000	21470	21470
E_2^3	12900	8890	3940	451843140000		22290	
E_3^3	10940	5790	20	1266852000		28330	
E_4^3	10940	6770	1490	110355062000		26615	
E_5^3	12900	9370	3260	394045980000		22150	
E_6^3	12220	9030	3600	397247760000		22660	
E_7^3	13240	9370	3600	446611680000		21810	
E_8^3	12800	9610	3540	435448320000		21820	
E_9^3	12700	9410	3640	435005480000		22020	

- Згідно із критерієм добутоків, який був застосований на даному етапі, найкращим з усіх альтернативних рішень є E_1^3 . Отже не існує іншого плану перевезень, який би скоротив загальні витрати. Було визначено найкращий план транспортних перевезень з мінімальним значенням загальних витрат. Це відповідає нечітким значенням загальних витрат **(6900, 10090, 15860)**.

Дерево рішень для нечітких входних даних



Матриці рішень за деякими критеріями на основі третього етапу

Мінімаксий критерій

	F ₁	F ₂	F ₃	$e_{ir} = \min e_{ij}$	$\max e_{ir}$
E_1^3	-6900	-10090	-15860	-6900	
E_2^3	-6 900	-10910	-15860	-6 900	
E_3^3	-8860	-14010	-19780	-8860	
E_4^3	-8860	-13030	-18310	-8860	
E_5^3	-6900	-10430	-16540	-6900	
E_6^3	-7580	-10770	-16200	-7580	
E_7^3	-6560	-10430	-16200	-6560	-6560
E_8^3	-7000	-10190	-16260	-7000	
E_9^3	-7100	-10390	-16160	-7100	

Критерій Байеса-Лапласа

	F ₁	F ₂	F ₃	$e_{ir} = \sum \max e_{ij} q_j$	$\max e_{ir}$
E_1^3	-6900	-10090	-15860	-10745,8	-10745,8
E_2^3	-6 900	-10910	-15860	-11319,8	
E_3^3	-8860	-14010	-19780	-14430,6	
E_4^3	-8860	-13030	-18310	-13480	
E_5^3	-6900	-10430	-16540	-11106,2	
E_6^3	-7580	-10770	-16200	-11364,6	
E_7^3	-6560	-10430	-16200	-11004,2	
E_8^3	-7000	-10190	-16260	-10899,8	
E_9^3	-7100	-10390	-16160	-11033,8	

Критерій Севіджа

	F ₁	F ₂	F ₃	$a_{ij} = \max e_{ij} - e_{ij}$			$e_{ir} = \max$ [$\max e_{ij} - e_{ij}$]	$\min e_{ir}$
E_1^3	-6900	-10090	-15860	340	0	0	340	340
E_2^3	-6 900	-10910	-15860	340	820	0	820	
E_3^3	-8860	-14010	-19780	2300	3920	3920	3920	
E_4^3	-8860	-13030	-18310	2300	2940	2450	2940	
E_5^3	-6900	-10430	-16540	340	340	680	680	
E_6^3	-7580	-10770	-16200	1020	680	340	1020	
E_7^3	-6560	-10430	-16200	0	340	340	340	340
E_8^3	-7000	-10190	-16260	440	100	400	440	
E_9^3	-7100	-10390	-16160	540	300	300	540	

Критерій Гурвіца при $c=0,5$

	F ₁	F ₂	F ₃	$\min e_{ij}$	$\max e_{ij}$	e_{ir}	$\max e_{ir}$
E_1^3	-6900	-10090	-15860	-15860	-6900	-11380	
E_2^3	-6 900	-10910	-15860	-15860	-6 900	-11380	
E_3^3	-8860	-14010	-19780	-19780	-8860	-14320	
E_4^3	-8860	-13030	-18310	-18310	-8860	-13585	
E_5^3	-6900	-10430	-16540	-16540	-6900	-11720	
E_6^3	-7580	-10770	-16200	-16200	-7580	-11890	
E_7^3	-6560	-10430	-16200	-16200	-6560	-11380	-11380
E_8^3	-7000	-10190	-16260	-16260	-7000	-11630	
E_9^3	-7100	-10390	-16160	-16160	-7100	-11630	

Оцінки матриці рішень згідно з усіма критеріями на основі третього етапу

	MM	BL	S	HW		HL	G	P
				$c \leq 0,5$	$c > 0,5$	$v = \{0 \dots 1\}$	$q_1 = 0,12; q_2 = 0,7; q_3 = 0,8$	$a = 19800$
E_1^3		+	+		+	+	+	+
E_2^3								
E_3^3								
E_4^3								
E_5^3								
E_6^3								
E_7^3	+			+				
E_8^3								
E_9^3								

Застосування похідних критеріїв підвищує надійність процесу прийняття рішень. Усі критерії рекомендують у залежності від параметрів алгоритмів c , v та a вибирати, у більшості випадків рішення E_1 , а також E_7 для поставленої задачі

Дякую за увагу!