Оптимізація процесів прийняття рішень при плануванні транспортних перевезень в умовах невизначеності

Студентка 402 групи: Колода Єлизавета Юріївна

Керівник: зав. кафедри ІІС, 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.

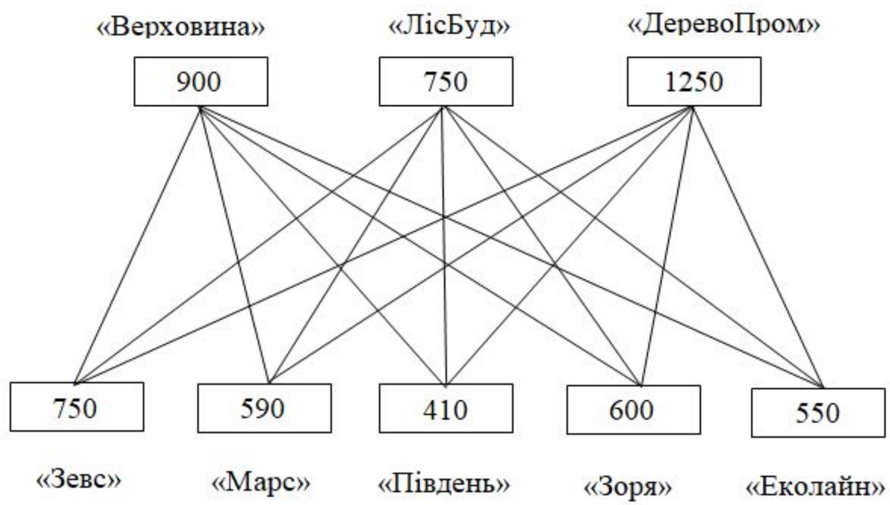


Рис.1.1 - схема транспортних взаємозв'язків між постачальниками та замовниками.

Транспортні витрати eij (i=1…3; j=1…5), пов'язані з перевезенням 1т деревини, визначені у сотнях (1*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

- Будуємо 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 велечини сумарних витрат Z, здійснюємо за допомогою stepping-stone методу.

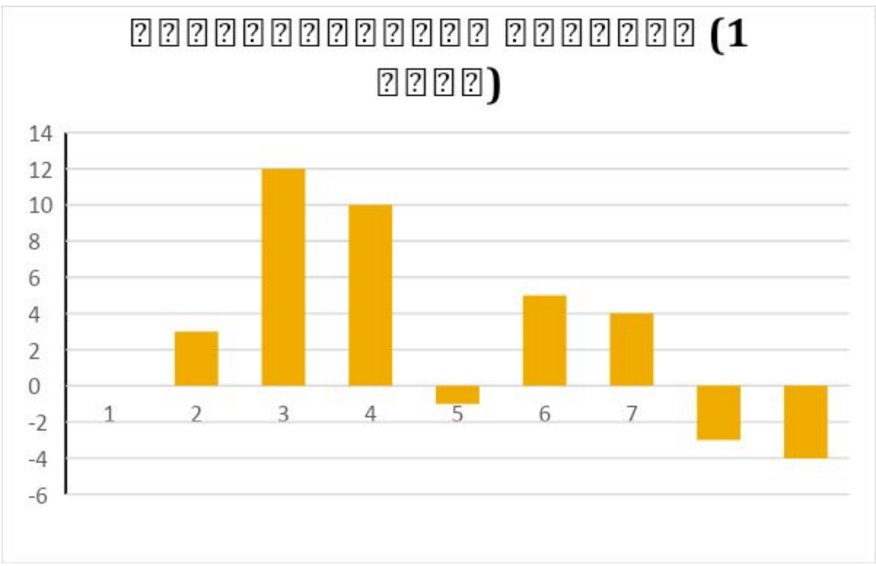
Перший етап вибору рішення

Таблиця 2.3

Альтернативне рішення E_2^1

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

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_9^1

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

Таблиця 2.11

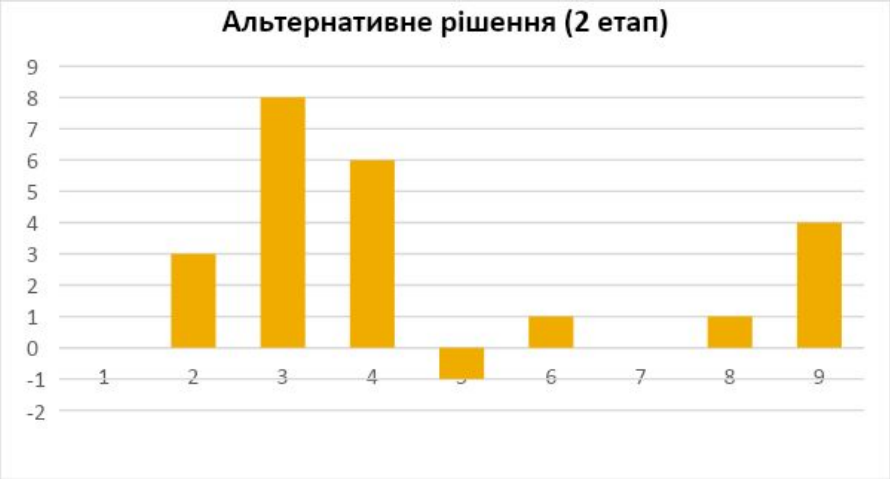
Альтернативне рішення E_1^2

	«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. :

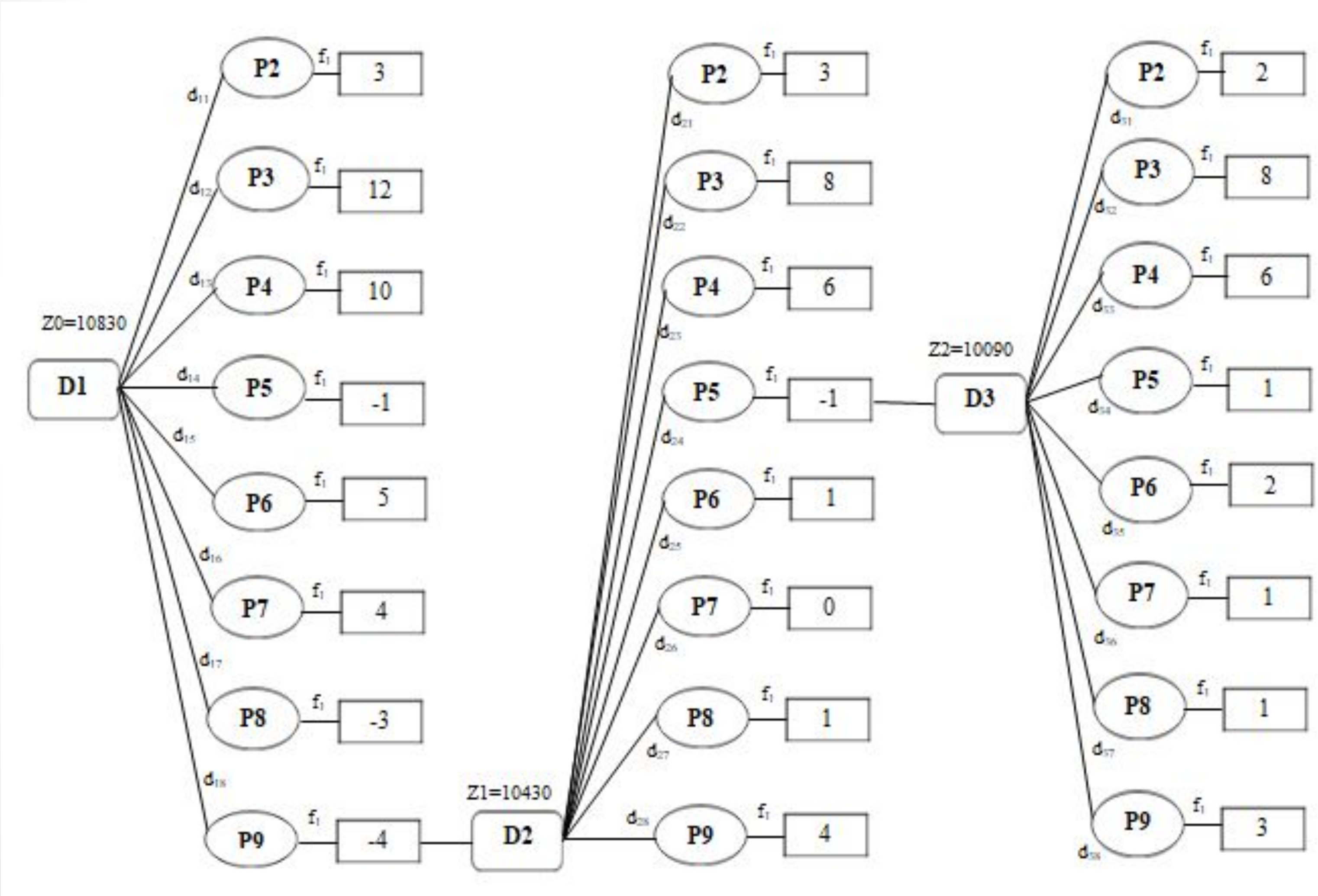
Z = 750*4+150*1+340*5+100*4+410*3+600*2+550*5 = 10430.

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 будуємо 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 +1	310 -1		
		100	600	550

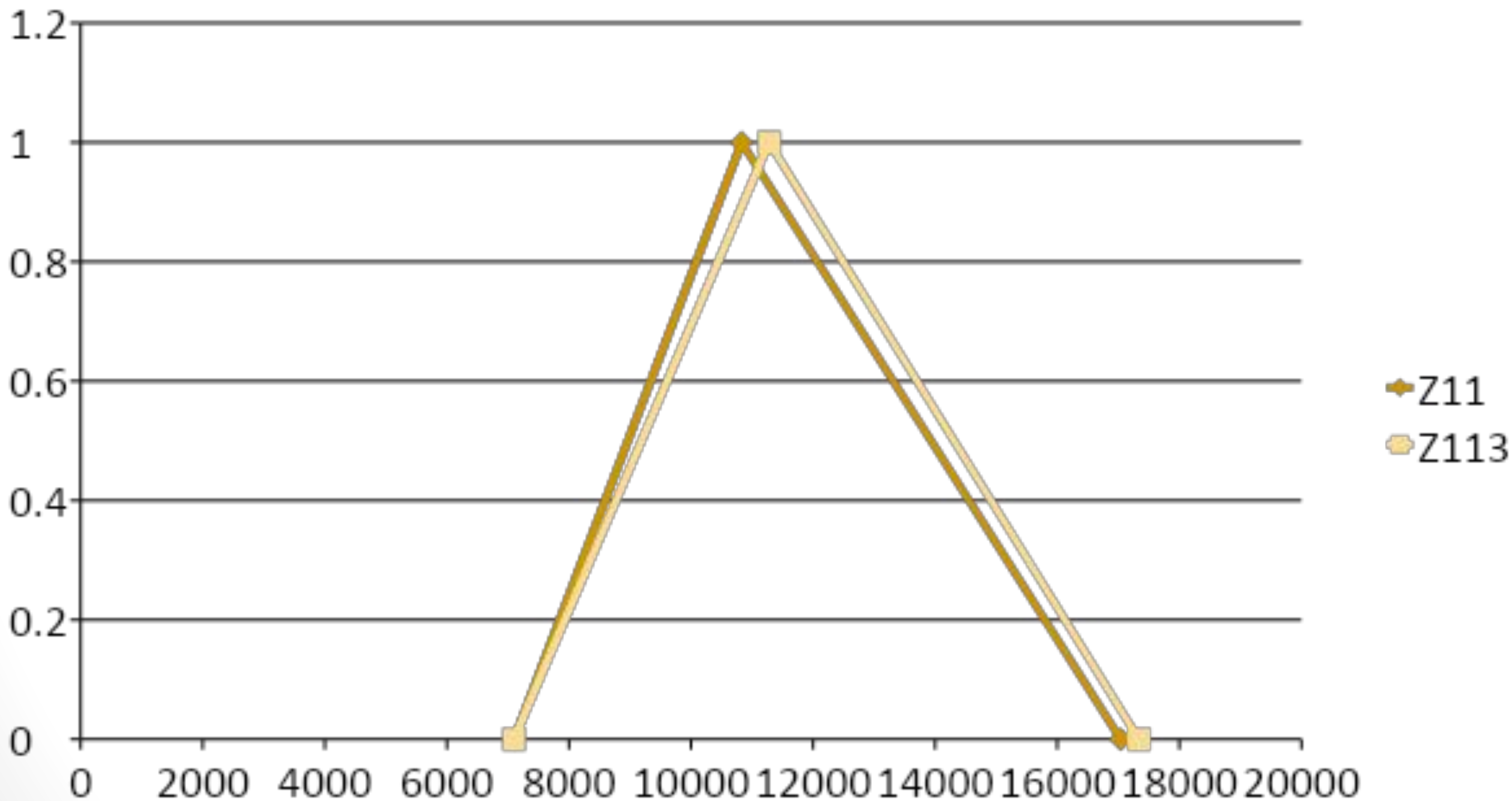
Альтернативне рішення E_2^1 (для розрахунку Z_{13}^1)

	«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) = **(7100, 11280, 17340)**

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



Критерій добутків 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}	Eir=Eij(Z,0)	min Eir
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 добутків найкращим з усіх альтернативних рішень є рішення $\boldsymbol{E_9^1}$, що дає змогу на першому етапі покращити розв’язок задачі при переході від рішення $\boldsymbol{E_1^1}$ до рішення $\boldsymbol{E_9^1}$. Це відповідає переходу від нечітких значень загальних витрат $\boldsymbol{Z_1^1}$ (7100, 10830, 17040) до $\boldsymbol{Z_{32}^1}$ (6900, 10430, 16540),**

Другий етап пошуку рішення

- Обираємо рішення $\boldsymbol{E_9^1}$, і продовжуємо процес пошуку найкращого рішення. При цьому другий етап починається з альтернативного рішення $\boldsymbol{E_1^2 = E_9^1}$, 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:

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) = **(6900, 10430, 16540)**

Використання критерію Ходжа-Лемана для отриманих альтернативних рішень

Матриця виграшів для 9 альтернативних рішень (другий етап) за критерієм Ходжа-Лемана при v=0,5; q1 = 0,12; q2 = 0,7; q3 = 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

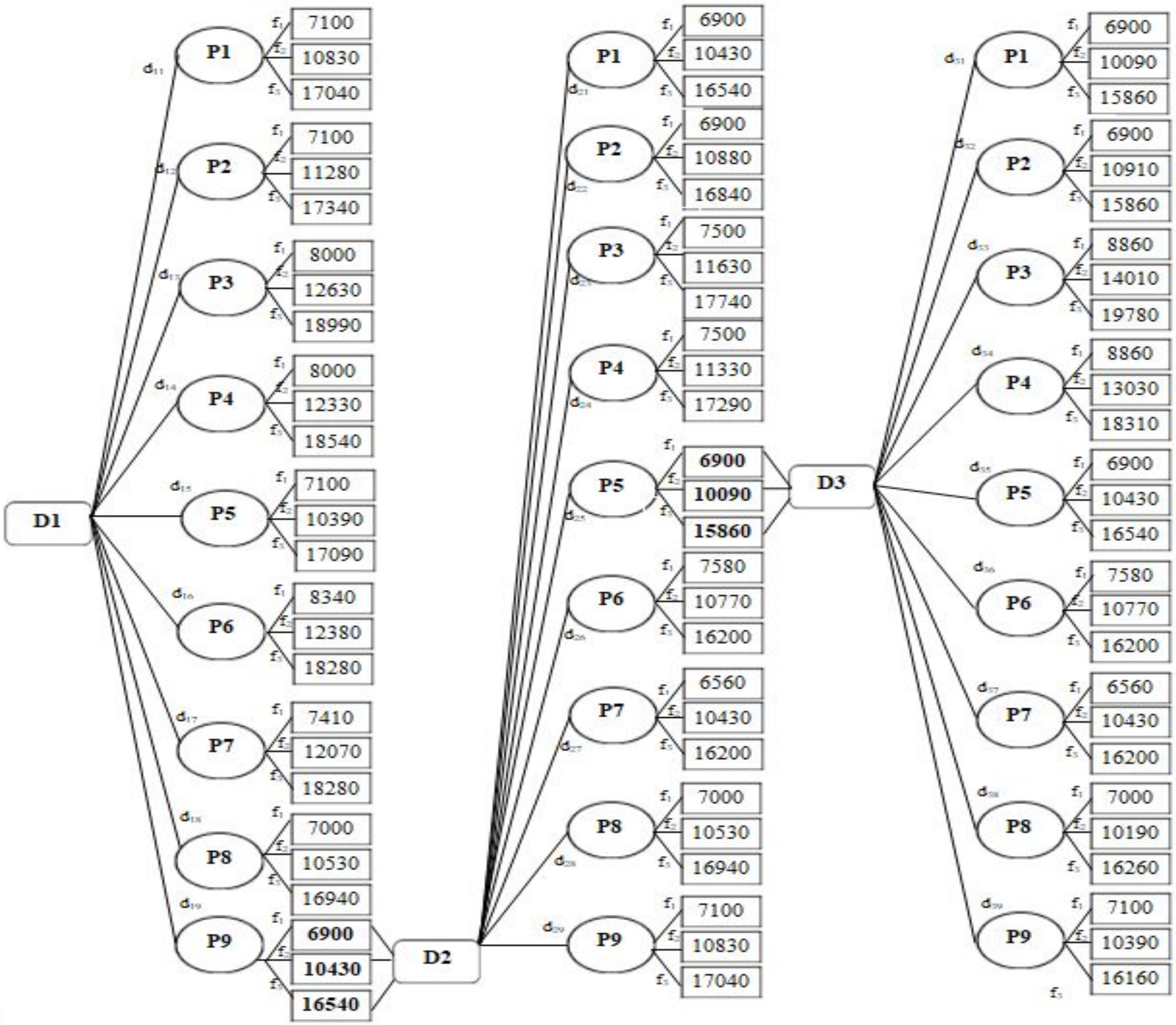
- При будь-якому значенню коєфіцієнта v за даним критерієм найкращим результатом є рішення $\boldsymbol{E_5^2}$

Третій етап

	F_1`	F_2`	F_3`	$e_{ir} = \Pi e_{ij}$	max e_{ir}	Eir=Eij(Z,0)	minEir
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 добутків, який був застосований на даному етапі, найкращим з усіх альтернативних рішень є $\boldsymbol{E_1^3}$. 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 вхідних даних



Матриці рішень за деякими критеріями на основі третього етапу

Мінімаксний 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 Байєса-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
				$c \le 0,5$	$c > 0,5$	$v=\{0\ldots1\}$	$q_1=0,12; q_2=0,7; q_3=0,8$	$a=19800$
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!