

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

ІНСТИТУТ ІНФОРМАТИКИ ТА РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
МАТЕМАТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

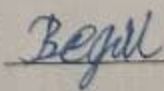
на тему Оптимізації посівів льону в умовах Інституту олійних культур

Виконав: студент 4курсу, групи КНТ827сп

Спеціальності 124 Системний аналіз

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Інтелектуальні технології та прийняття
рішень в складних системах

Ведмедєв С.Р. 

(прізвище та ініціали)

Керівник Терещенко Е.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент ШИШКАНОВА А.А.

(прізвище та ініціали)

Інститут,
Факультет
Кафедра
Ступінь вищої освіти
Спеціальність
Освітня програма
(спеціалізація)

інформатики та радіоелектроніки
комп'ютерних наук та технологій
системного аналізу та обчислювальної
математики
Бакалавр
124 системний аналіз
(код і найменування) інтелектуальні технології та
прийняття рішень в складних системах

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Корніч Г.В.

« 4 » червня 20 20 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Ведмедева Станіслава Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оптимізації посівів льону в умовах Інституту олійних культур Optimization of flax crop in the Institute of oilseeds.

керівник проекту (роботи) Терещенко Еліна Валентинівна, кандидат фізико-

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

математичних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від

« 19 » травня 20 20 року № 136

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 травня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) дані польових досліджень за 2010-2012 роки в використанні добрив, витрати на обробку землі та догляд за посівам, витрати на збір врожаю які отримані робітниками інституту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) огляд літератури за тематикою дослідження; постановка прикладної задачі «Знаходження оптимального розміщення посівів по сортам та ділянкам»; побудова математичної моделі поставленої задачі. Розв'язання практичної задачі за даними польових досліджень.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням об'єктів і зображень) немає

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
I-III	Терещенко Е.В.	30.03 2020р.	
Мерископуга	Мерископуга Д.В.		

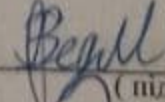
7. Дата видачі завдання «30» березня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Збір та вивчення вихідних матеріалів	30 березня 2020	
2	Розробка цілі та мети задачі	3 березня 2020	
3	Вивчити джерела споріднені з темою, яку вивчаємо	10 березня	
4	Складаємо характеристику сортів	12 березня 2020	
5	Описуємо характеристику добрив та гербіцидів	14 березня 2020	
6	Складаємо математичну модель задачі	20 березня 2020	
7	Реалізація етапів вирішення задач.	25 березня 2020	
8	Оформлення дипломного проекту у текстовому виді	30 квітня	
9	Видача на перевірку керівникові проекту	30 квітня 2020	
10	Виправлення помилок та зауважень	5 травня 2020	
11	Повторна перевірка проекту керівником	8 травня 2020	
12	Видача на рецензію та отримання її	10 травня 2020 р.	
13	Прошивка та оформлення диплому	15 травня	

Студент

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

С.Р. Ведмедєв
(прізвище та ініціали)

Е.В. Терещенко

РЕФЕРАТ

Курсовий проект:

ПЗ: 71 ст., 5 рисунків, 10 таблиці 17 джерел.

Об'єкт дослідження – вплив розміщення площ посівів льону на окремих ділянках на врожайність культури.

Мета роботи – створити план посіву культур льону з ціллю отримання максимального прибутку.

Для виконання роботи були використані знання про вирощування льону олійного з джерел які вказані у переліку. Для розрахунків застосовані методи оптимізації на основі симплексного методу , а також метод рішення двох критеріальної задачі. Для виконання розрахунків застосовані програми які розміщені в мережі Інтернет: Он-лайн калькулятор <https://programforyou.ru/calculators/simplex-method>, а також ресурси Microsoft Excel у настройці «Пошук рішення».

Актуальність роботи полягає в знаходженні оптимального плану посівів льону, використання математичної моделі у проведенні розрахунків очікуваного прибутку від результатів вирощування на відміну від тих методів які використовують у прогнозованні врожаїв у теперішній час співробітники закладу.

Польові дослідження проводилися робітниками інституту що були викладені у дисертаціях які були написані співробітниками . Данні які використані для написання роботи зібрані на протязі 3-4 років польових досліджень становлять в роботі основу даних для створення математичної моделі задачі.

Зміст

ВСТУП	7
1.ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	9
1.1. Умови вирощування льону Інститутом олійних культур: загальні відомості.....	9
1.2. Огляд літератури	11
1.3. Характеристика сортів.....	15
1.4. Характеристика гербіцидів та добрив.....	18
2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ	24
2.1 Постановка прикладної задачі «Знаходження оптимального розміщення посівів по сортам та ділянкам».....	24
2.2. Математична модель	25
2.3. Опис використаного методу	26
3.ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ «ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОСІВІВ ПО СОРТАМ ТА ДІЛЯНКАМ»	32
3.1.Рішення першого етапу нашої задачі:.....	32
3.2. Вирішення другого етапу задачі.....	33
Висновки	39
Перелік посилань.....	40
Додаток 1	42

ВСТУП

Важливим резервом підвищення продуктивності аграрного виробництва є науково обґрунтована структура посівів та використання раціональних сівозмін, в яких реалізується оптимальне співвідношення вирощуваних культур. Застосування сівозмін не вимагає додаткових витрат коштів, але дає можливість підвищити урожайність та рентабельність вирощування сільськогосподарських культур, сприяє збереженню та розширеному відтворенню родючості ґрунтів.

Умови вирощування льону в Запорізькій області не є достатньо сприятливими. Для його вирощування необхідно мати достатню кількість атмосферних опадів. За останні роки літо має високі показники температурних максимумів. Тому важливо застосовувати антидепресантні добрива які при несприятливих погодних умовах можуть стабілізувати отримання врожаю, важливо використання агротехнічних заходів щодо термінів сівби і збирання врожаю. В умовах Інституту олійних культур вирощують різні види олійних культур які сильно виснажують ґрунти. Тому для підтримання родючості необхідно дотримуватися сівозміни культур на ділянках, а також забезпечити відновлення родючості ґрантів шляхом внесення добрив для Корнієвої підкормки вносячи елементи що були виведені з ґрунту попередніми культурами. Льон олійний який ми досліджуємо також має властивості до виснажування ґрунтів, тому дослідження буде мати вплив на підвищення прибутку від вирощування та покращення сівозміни

Задача роботи – знаходження оптимального плану посіву різних видів льону для отримання максимального прибутку при існуючих обмеженнях 200 кг насіння кожного сорту насіння необхідних для підтримки колекції генетичних ресурсів, а також оптимізація використання добрив при вирощуванні льону.

Мета роботи – розробити план оптимального розміщення посівів льону за для отримання максимальної рентабельності при вирощуванні .

Як зразки дослідження розглядаємо три види льону, а саме: Ківіка, Південна ніч, Довгунець. В якості обмежень ставиться завдання вирощування кожного виду не менше 200 кг насіння при обмеженні площі посівів 100 га. Площа розділена на чотири ділянки, які мають рівну площу та особливе значення врожайності того чи іншого виду льону. Об'єми врожаю насіння обумовлені кількістю яка потрібна на збереження посівного фонду на майбутні посіви, а також на заміну у сховищах генетичного матеріалу насіння України. Для реалізації мети робимо декомпозицію нашого завдання, а саме на першому етапі досліджуємо питання оптимізації використання добрив виконуючи двукрітеріальну задачу оптимізації.

1. Зменшення коштів на придбання та використання добрив.
2. Збільшення врожаю вирощуваної культури.

На другому етапі використовуємо загально відомі методи оптимізації – Симплексний метод. Результатом виконаної роботи має бути план розміщення посівів за розташуванням ділянок та площею сортів які повинні бути посіяні щоб отримати максимальний зиск від реалізації плану вирощування.

1. ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1. Умови вирощування льону Інститутом олійних культур: загальні відомості

Льон це культура, яка має двояке використання його врожаю.

По перше – це якісна олійна рослина, що дає до 50% високоякісної олії яку можна використовувати як в харчовій, фармакологічній так і в технічній сферах.

По друге – льон широко використовується як сировина для текстильної промисловості і його вирощування може приносити додатковий прибуток для виробника.

З давніх-давен на полях Запорізької області вирощували льон олійний. Значення цієї культури величезне. Насіння льону олійного містять до 47% олії. Воно швидко висихає і має широке застосується в лакофарбовій, шкіряній і миловарній промисловості, для приготування лінолеуму і клейонки.

Льняна олія – цінний харчовий продукт. Нагадуємо: 1 вагова одиниця замінює 2,25 одиниці цукру, 4 одиниці хліба і 8 одиниць картоплі. Вона набагато покращує смак в приготуванні пісних страв. Крім того олія має лікувальні властивості для людини [1].

Ляна коста містить до 25% перетравного білка і до 32% без азотистих екстрактивних речовин. Ляна коста прирівнюється до 1,14 кормових одиниць [2].

За приблизними розрахунками 1 га посіву льону олійного забезпечує економічні показники 1 га озимої пшениці з урожайністю 42 центнера зерна. Все це висуває льон олійний в число найцінніших культур зони.

Висока врожайність льону олійного можлива тільки на полях високої культури землеробства і, як правило, при строгому дотриманні технології його обробітку. Ця технологія містить наступні елементи:

Сорти: На полях сіють три сорти льону олійного: Ківіка, урожайність сорту складає від 16 до 18 ц / га насіння. Вміст жиру в насінні 47,7%. Склад

жирних кислот: олеїнової кислоти - 16,1%, ліноленової кислоти - 59%, йодне число - 187,5 одиниць.

Врожайність сорту Південна ніч від 17 до 18 ц / га насіння з вмістом жиру до 49,8%. Врожайність сорту Довгунець складає від 6 до 10 ц/га . Вміст жиру 45-47,5%. Склад жирних кислот схожий з попередніми зразками. Данні наведені для вирощування в умовах застосування добрив для кореневого підживлення добривами групи NPK добрив [3].

Період вегетації сортів 100-110 днів. Попередник - Озима пшениця

Добрива. Мінеральні добрива краще вносити під ранньовесняне боронування зябу: аміачної селітри -0,8-1 ц, гранульованого суперфосфату - 1,5-2 ц, хлористого калію - 1-1,3 ц на га посіву. Насіння з схожістю не нижче 95%. Норма висіву: 35-40 кг на га. Глибина загортання насіння - 3-4 см.

Догляд за посівами: знищення кірки при її утворенні, мульчування при наявності торф'яної крихти, хімічні прополки два-три рази, боротьба з шкідниками (ляної блохою, лляним трипсом, гусеницею совки-гами і ін.). Важним є своєчасне застосування мінеральних добрив групи антидепресантів які дають можливість протидії екстремальним умовам вирощування. Ці добрива у своєму складі містять мінімальні дози азотних, калійних та фосфорних добрив з збалансованим складом мікроелементів необхідних для розвитку рослин. Використовується у рідкому стані на рослини які мають листя. Таке підживлення називають листовим.

Збирання проводити тільки при повній стиглості, при побурінні коробочок і коричневої або бурюю забарвленням насіння (при струсі коробочок насіння видають шум). Використовують переобладнані зернові комбайни. Скошують при низькому зрізі.

Насіння відразу очищають і доводять до 12% -ної вологості. Інакше вони швидко прогоркають. Засипають шаром не вище 50 см в приміщеннях з хорошою вентиляцією.

1.2. Огляд літератури

Питання оптимізації посівів знаходить велике зацікавлення. Здебільш частіше розглядаються питання оптимізації посівів культур з огляду на використання земель під різні культури за для утворення сприятливих умов сівозміни культур [4]. Розглядається питання сівозміни [5]. Особливості вирощування лону олійного [6]. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. З тих джерел отримуємо інформацію про методи за засади які використовуються при вирощуванні льону. Крім знань про саму рослину отримуємо уявлення про затрати які виникають при підготовці ґрунтів до вирощування, а також які добрива та у якій кількості необхідно вжити при вирощуванні. Усі ці данні нам необхідні для оцінки затрат що до вирощування. Прийоми підвищення продуктивності льону олійного досліджені у праці [7]. В роботі проаналізований цілий ряд добрив з застосуванням гербіцидів які дозволяють підвищити врожайність. У своїй роботі ми використовуємо дані кількісної оцінки добавки врожаю в залежності від добрив та гербіцидів.

З інших джерел [8], [9], [10], [11], [12] – отримуємо знання про напрямки у вирішенні математичної моделі оптимізації посівів сільськогосподарських культур. Як зразок для втілення у наші дослідження беремо модель яку викладено в праці [9].

Розміщення посівів у випадку, коли на обмеженому просторі необхідно отримати максимальну вигоду від вирощування. Один із методів оптимізації сільськогосподарських культур по ділянках землі різної родючості :

Постановка завдання та математична модель Сільськогосподарське підприємство на площі A га вирощує сільськогосподарські культури. За якістю (родючості) земля ділиться на ділянки $a_1, \dots, a_h, \dots, a_t$, тому врожайність сільськогосподарських культур розрізняється по ділянках. На цих t ділянках необхідно розмістити n сільськогосподарських культур площею $b_1; b_2, \dots, b_j, \dots, b_n$. Урожайність i -й культури на j -ій ділянці задана матрицею тарифів.

Тарифи повинні бути обрані з міркувань однорідності, порівнянності. Якщо розміщуються тільки зернові культури, то можна в якості тарифів взяти врожайність, якщо ж культури сильно розрізняються по врожайності (картопля, кормові культури), то необхідно використовувати вартісні або умовні оцінки.

Визначити план розміщення сільськогосподарських культур по ділянках землі різної родючості таким чином, щоб загальний урожай (в натуральних або грошових одиницях) був максимальним.

Позначимо змінні X_{ij} - площа посіву i -ї культури на j -ій ділянці. Змінні

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, (i = \overline{1, m})$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, (j = \overline{1, n}) \quad (10.5)$$

X_{ij} повинні задовольняти системі обмежень: $x_{ij} \geq 0, (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$

Та цільової функції

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max (\min).$$

[13, 14], знаходимо посилання на методи лінійного програмування при вирішенні подібних проблем. Як приклад в вирішенні нашої задачі можемо розглянути подібний приклад:

Задача. Установа має підсобне господарство для ведення сільськогосподарського виробництва. Під зернові культури планується відвести в наступному році 700 гектар. Ділянки під зерновий клін мають різне родючість, що позначається на отриманні врожаю, ділянки мають площу 280 га, II - 80 га, III - 150 га, IV- 190 га. Найбільшу площу планується відвести під ячмінь (340 га) як найважливішу зернофуражних культур, 260 га - під пшеницю і 100 - під посіви вівса, так як в підсобному господарстві, крім великої рогатої худоби, є коні.

З досвіду ведення господарств минулих років відомі середні дані про врожайність зернових культур на кожній з ділянок (табл. 1).

Визначити оптимальну структуру посівів, тобто площа зернової культури на кожній ділянці, при якій загальний збір зерна був би максимальним.

Рішення. Побудуємо математичну модель відповідно до поставленого завдання і базової моделлю. Модель є закритою, так як площа всіх ділянок дорівнює площі посіву зернових культур = 700 га.

Таблиця 1 - Урожайність зернових культур по попередниках, ц/га

Сільськогосподарські культури	Ділянки землі				Площі культур, га
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	
Ячмінь	39	43	44	40	340
Пшениця	32	40	36	34	260
Овес	22	20	26	24	100
Площі ділянок, га	280	80	150	190	700

В якості змінних візьмемо X_{ij} — площа посіву i -й культури на j -ій ділянці. Запишемо умови за двома групами.

1. Площі посіву сільськогосподарських культур, га:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 340$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 260$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 100.$$

2. Площі ділянок, га:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 280$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 80$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 150$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} = 190.$$

3. Умова невід'ємності змінних:

$$x_{ij} \geq 0, (i = \overline{1,3}, j = \overline{1,4}).$$

Критерій оптимальності - максимум збору зерна (врожаю), в центнерах:

$$Z = 39x_{11} + 43x_{12} + 44x_{13} + 40x_{14} + 32x_{21} + 40x_{22} + 36x_{23} + 34x_{24} + 22x_{31} + 20x_{32} + 26x_{33} + 24x_{34} \rightarrow \max.$$

Рішення задачі у настройці «Пошук рішення» представлено на рисунку 1

	x11	x12	x13	x14	x21	x22	x23	x24	x31	x32	x33	x34	Тип
Значення змінних	190	0	150	0	90	80	0	90	0	0	0	100	
Площі ячменю	1	1	1	1									340
Площі пшениці					1	1	1	1					260
Площі вівса									1	1	1	1	100
Площа 1 ділянки	1				1				1				280
Площа 2 ділянки		1				1				1			80
Площа 3 ділянки			1				1				1		150
Площа 4 ділянки				1				1				1	190
Сбор зерна в центнерах	39	43	44	40	32	40	36	34	22	20	26	24	25550

Рис. 1. Рішення завдання про розподіл сільськогосподарських культур по ділянках землі різної родючості в Ms Excel.

За результатами рішення отримані наступні дані.

Ячмінь - 190 га на I ділянці і 150 га на III ділянці (всього 340 га).

Пшениця - 90 га на I ділянці, 80 га на II ділянці і 90 га - на IV.

Овес - все 100 га на IV ділянці.

Розглянемо результати рішення по стовпцях: 280 га площі I ділянки зайнято під пшеницю 190 га та ячмінь 90 га, вся площа II ділянки зайнята під пшеницю (80 га), все 150 га площі III ділянки зайняті під ячмінь і 100 га IV ділянки - під овес.

Урожай зернових при такому розподілі є максимальним і складе 25 550 центнерів, або 2555 тон ($39 \cdot 190 + 44 \cdot 150 + 32 \cdot 90 + 40 \cdot 80 + 34 \cdot 90 + 24 \cdot 100$).

Такий підхід вирішення задачі знаходження оптимального плану можна використати якщо ми будемо орієнтуватися лише на збір насіння. Вирішена задача представляє собою модель транспортної задачі. Особливістю нашої задачі є те що у якості врожаю ми крім насіння отримуємо супутні складники –

солому та макуху які мають немаловажне значення для сумарного виторгу при реалізації врожаю. Тому для вирішення нашої задачі ми будемо використовувати симплекс метод вирішення задачі оптимізації.

1.3. Характеристика сортів

В дослідях висівали три сорти льону олійного, які були створенні Інститутом олійних культур (м. Запоріжжя) – провідною науковою установою в селекції льону олійного в Україні.

Південна ніч. Середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду – 85-90 днів. Висота рослини – 52-55см. Квітка велика, відкрита, забарвлення пелюсток синє, забарвлення пиляків блакитне. Насіння коричневе, маса 1000 насінин – 7,9-8,5 г. Вміст олії в насінні - 44-46%. Урожайність – 17-18ц/га. Вирізняється стійкістю проти посухи. Ціна за тону насіння 26000гр. Ціна на волокно, а воно здебільш коротке не перевищує 3200 грн. за тону

Рекомендується для вирощування в степовій зоні України. Занесений до Реєстру сортів рослин України як національний стандарт з 2001 р.



Рис. 2. а) цвітіння, б) зріле зерно, в) загальний вигляд поля.

Ківіка. Ранньостиглий, тривалість вегетаційного періоду – 78-82 дні. Висота рослин – 50-60 см. Ківіка невелика, фіолетово-синя. Насіння темно-коричневе, маса 1000 насінин – 6,0-6,5 г. Вміст олії – 42-44%. Урожайність – 16-18 ц/га.



Рис. 3. Льон Ківіка.

Вирізняється підвищеним (до 35%) вмістом олеїнової кислоти в олії, тому пропонується для харчового використання олії.

Рекомендується для вирощування в степовій та лісостеповій зонах України. Ціна за тону насіння 26000гр. Ціна на волокно, а воно здебільш коротке не перевищує 3200 грн. за тонну

Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2007 р.

Льон Довгунець. Урожай льону виглядає так: 50% - це коста, 30% - волокно, 10% - насіння, решта - лист, відходи ... Отже, з 6,3 тонни, буде 1,8 тонни волокна, з них дві третини довгого волокна і третину короткого. Якщо ми не дотримуємося технологію або вона у нас недостатньо прогресивна, то можемо отримати тільки коротке волокно. При нашій технології отримаємо 900

кг довгого волокна, 900 короткого. Ціна довгого волокна зараз не менше 2000 євро за тонну. Ціна короткого волокна - удвічі менше, це близько 500 євро при нашій кількості короткого волокна. Насіння - ще 630кг . А косту (макуха) по 100 євро за тонну, у нас є 800кг з гектара. Таким чином:

Отримаємо дохід $900 \cdot 54 + 900 \cdot 27 + 630 \cdot 26 + 800 \cdot 2,7 = 93868686$ грн



Рис 4. Льон Довгунець

Основним і визначальним чинником який впливає на отримання прибутку від вирощування льону є витрати на передпосівний обробіток ґрунту, а також витрати пов'язані з доглядом за посівами і їх прибиранням при дозріванні. У дослідях проводилися в інституті накопичені дані по цих витратах.

Виходячи з поставленої задачі отримання максимального зиску від вирощування льону обраних сортів ми можемо розглядати традиційні методи вирішення проблеми покладаючись на досвід працівників які займаються вирощуванням , або скористатися науковими методами оптимізації проблеми

яка встала перед дослідником використовуючи надбання практиків вирощування.

Оптимальне рішення — рішення, що приймається таким чином, що ніякі інші доступні варіанти не приведуть до кращого результату. Це важливе поняття в теорії прийняття рішень. Для того, щоб порівняти різні результати рішення, один зазвичай призначає відносну корисність для кожного з них. Якщо існує невизначеність у тому, що результат буде, оптимальне рішення максимізує очікувану корисність (усереднена корисність по всіх можливих результатах рішення).

1.4. Характеристика гербіцидів та добрив

Гербіциди:

1. Агрітокс Гербіцид проти дводольних бур'янів у посівах зернових, бобових, кормових та технічних культур Діюча речовина—у формі солей дим етил амінного, натрію та калію, 500 г/л. Препаративна форма—розчинний концентрат. Дозволений до застосування на великій кількості сільськогосподарських культур. Ефективний проти найбільш поширених і шкідливих бур'янів: малолітніх дводольних та багаторічних коренево-відросткових.

Високоєфективний компонент бакових сумішей.

Механізм дії – Гербіцид системної дії. Агрітокс поглинається листям і впливає на наземні органи та кореневу систему бур'янів. Препарат пригнічує синтез ростових речовин і ферментів, пригнічує процеси фотосинтезу і дихання.

2. Хакер - селективний після сходовий системний гербіцид, призначений для боротьби з деякими однорічними і багаторічними дводольними бур'янами, в тому числі важко викорінюваних рослини, такими як осот польовий, види

ромашки, осот, горця і ін. з родини айстрових, бобових, гречаних і пасльонових в посівах буряків, льону, ріпаку, капусти, зернових культур і газонних трав.

Переваги:

виключно висока ефективність проти злісних важко викорінюваних бур'янів, знищення надземної частини і кореневої системи осотів, прекрасна сумісність в бакових сумішах з іншими гербіцидами, максимально зручна в застосуванні препаративна форма.

З.Магнум - економічний гербіцид для боротьби з однорічними та деякими багаторічними дводольними бур'янами в посівах зернових культур і льону-довгунця

Переваги:

—знищення широкого спектру однорічних і багаторічних дводольних бур'янів, —включаючи осот польовий

—гнучкі терміни застосування на зернових культурах - від стадії 2 - 3 листків культури до кінця куціння

—малі норми витрати і низька вартість обробки 1 га посівів

—сучасна, зручна в застосуванні препаративна форма.

Діюча речовина:

Метсульфурон-метил, 600 г/кг - відноситься до класу похідних сульфоніл-сечовини.

Механізм дії – Магнум має системну дію. Він проникає в бур'яни через листя та коріння, поглинається ними і пересувається по рослині через ксиліт і флоему. Препарат пригнічує фермент ацетолактатсинтази, що запобігає синтезу незамінних амінокислот лейцину, ізолейцину і валіну. Це призводить до припинення поділу клітин, зупинки росту і подальшої загибелі бур'янів.

Повне проникнення Магнума в рослину відбувається протягом 4 годин після обробки, тому дощ, що пройшов по закінченні цього часу не вплине на дію.

Добріва:

1. Амінокат - рідке органо-мінеральне добриво вироблене на основі екстракту морських водоростей з додаванням мікроелементів. Сприяє швидкому відновленню рослин після впливу стресових факторів, таких як спека, посуха, механічні пошкодження, інтоксикація рослин, перезволоження, зупинка росту, засихання нижніх листків.

Цілі застосування:

- швидке відновлення рослин після впливу стресових факторів (пестицидні навантаження, заморозки, спека, посуха, механічні пошкодження, перезволоження, зупинка росту і т.д.);
- при поєднанні з листовими підгодівлею підсилює дію добрив, грає роль транспортного агента (хелатуючий ефект);
- підвищення інтенсивності фотосинтезу, амінокислоти сприяють збільшенню концентрації хлорофілу в рослині;
- активізує біосинтез структурних білків;
- знижує гербіцидне навантаження на соняшнику та льоні по системі Clearfield до 1-2 днів при обробці на наступний день після застосування Євролайтнінга.

2. Нутрімікс | Nutrimix. склад:

Сірка - 150 грам / кілограм.

Загальний Азот - 80 грам / кілограм.

Марганець - 40 грам / кілограм.

Купрум - 30 грам / кілограм.

Цинк - 30 грам / кілограм.

Молібден - 4 грам / кілограм.

Властивості добрива нутрімікс | Nutrimix.

Мікродобриво з комплексом мікроелементів а також азотом. Застосовується в розчиненому вигляді, добриво добре розчиняється в воді. Містить мікроелементи. Може застосовуватися в розчиненому вигляді, з поливом, на польові культури, а також на закритому ґрунті. Балансує мінеральне живлення і збільшує стійкість сільськогосподарських культур до

збудників хвороб, а також сприяють формуванню високого врожаю. Рекомендується внесення на пшеницю і кукурудзу, але може використовуватися і на інші культури.

Дане добриво проявляє наступні дії на рослину:

- оптимізує мінеральне живлення рослини.
- підвищує енергію і силу росту.
- підвищує стійкість рослин до стресів різної природи.
- компенсує нестачу елементів живлення в критичні періоди.
- оптимізує водний баланс в рослині, окислювально-відновлювальні процеси.
- посилює ріст і розвиток рослини, кореневої системи, засвоєння елементів живлення, регулює насиченість елементів живлення в точках зростання.
- покращує дихання рослин, і підвищує посухостійкість рослин.
- всі мікроелементи знаходяться в добриві в халатному вигляді.
- сумісний з більшістю агрохімікатів.

Рекомендації щодо застосування (позакореневе внесення) на льон-кущіння - 0,5 - 1 кг / гектар.

3. Біоплант Флора - це сучасне, нанотехнологічних сертифіковане органічне добриво, визнане провідними фахівцями. Не має аналогів в світі по біологічній та економічній ефективності.

Добриво дозволяє збільшити урожай сільськогосподарських культур на 40 відсотків і більше, при зниженні собівартості продукції в два і більше разів. Скорочує терміни визрівання, підвищує якісні характеристики, дозволяє отримувати екологічно безпечну продукцію, скоротити внесення мінеральних добрив і пестицидів на 50 відсотків або зовсім відмовитися від них, не вимагає змін в агротехніці. Норми застосування при листовому підживленні від 1 до 2 кг на га.

4. Нутрібор - високоефективне мультимікродобриво з високою концентрацією бору, сірки і азоту. Рекомендується для застосування на

соняшнику, льону, ріпаку, картоплі, цукрових буряках і кукурудзі. Є ефективним рішенням проблем з якістю та кількістю врожаю, тому що має оптимально збалансований склад мікро- і макроелементів для позакореневого підживлення рослин. Добриво запобігає прихований дефіцит елементів живлення. Нутрібор відмінно поєднується з пестицидами в бакових сумішах. Переваги Nutribor:

- 100% водорозчинне добриво
 - Високий вміст елементів живлення
 - Поглинання рослиною елементів живлення в максимально доступній формі безпосередньо через лист
 - Просунутий рівень стійкості до стресових факторів
 - Всі мікроелементи в високоякісній легкозасвоюваній формі: добре розчинні, стійкі в широкому діапазоні рН, засвоюються рослинами до 100%.
- Норми застосування 1-2 кг на 1 га .

5. Лігногумит – органічне добриво яке дозволяє збільшити урожай сільськогосподарських культур на 40 відсотків і більше, при зніжені собівартості продукції в два і більше разів. Скорочує Терміни визрівання, підвищує якісні характеристики, дозволяє отримувати екологічно безпечну продукцію, скоротити Внесення мінеральних добрив і пестицидів на 50 відсотків або зовсім відмовитися від них, що не вимагає змін в агротехніці. Норма Використання залежить від виду рослин, в межах від 150 до 60 грам на 1 га. Для льону олійного 60 грам на 1га.

6. Азосол - добриво, що містить азот і велика кількість магнію і мікроелементів, призначене для обробки всіх культур, що вимагають інтенсивного підживлення. На зернових його можна застосовувати у фазах від кущіння до останнього листка з нормою внесення за вегетаційний період 6 - 12 л / га, на ріпаку озимому та ярому навесні до цвітіння - 6 - 12, на соняшнику, сої, бобових до фази цвітіння - 6 - 10, на плодових до цвітіння - 10 - 12 л / га . На картоплі Азосол можна вносити через три тижні після сходів, далі - по

вегетації, за сезон - 6 - 10 л / га, на овочевих з такою ж нормою - в період нарощування вегетативної маси. Норми використання для льону 8кг на 1 га.

2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ

2.1 Постановка прикладної задачі «Знаходження оптимального розміщення посівів по сортам та ділянкам»

Розглянемо постановку прикладної задачі «Знаходження оптимального розміщення посівів по сортам та ділянкам».

При розміщенні посівів необхідно враховувати ціну реалізації насіння, волокна, кости для кожного сорту, врожайність певного сорту на обраній ділянці, затрати на обробку землі обраної ділянки, внесення добрив, посів та догляд за ним, листове підживлення та інші витрати.

У таблицях 1-3 представлено врожайність сортів на кожній з чотирьох ділянок, що є в розпорядженні Інституту олійних культур та доступні для використання.

Таблиця 2.1. Врожайність насіння сортів на ділянках (кг).

	Ділянки			
Сорти	1	2	3	4
Півд.ніч	2368	2338	2352	2324
Ківітка	2016	1946	1946	1946
Довгунець	952	952	966	910

Таблиця 2.2. Врожайність сортів за кількістю волокон (кг).

	1 ділянка		2 ділянка		3 ділянка		4 ділянка	
Назва сорту	довге	коротке	довге	коротке	довге	коротке	довге	коротке
Південна ніч	120	600	130	550	100	500	130	560
Ківітка	130	650	100	500	110	450	100	680

довгунець	900	900	850	850	920	910	910	890
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Таблиця 3. Кількість кости з кожної ділянки та сорту (кг) .

Назва сорту	1 ділянка	2 ділянка	3 ділянка	4 ділянка
Південна ніч	1900	1700	1600	1850
Ківітка	1750	1650	1400	1750
довгунець	3000	2700	2900	2850

Ціна реалізації насіння, волокна та кости для всіх сортів прийнято однаковою. Ціна волокна залежить від довжини.

Витрати складаються з витрат на обробку землі обраної ділянки. Це включає орання, культивація, весняне внесення добрив, посів.

Догляд за посівами передбачає мульчування, боротьбу з бур'янами, у разі необхідності боротьбу з шкідниками.

Листове підживлення – це заходи, які необхідні для отримання стабільного та гарантованого врожаю при стресових ситуаціях, а саме при малій кількості опадів, при поляганні інші витрати, які можуть виникнути при виконанні різних видів робіт при вирощуванні льону олійного .

2.2. Математична модель

Для побудови функції цілі по оптимальному розміщенню сортів на ділянках введемо необхідні додаткові критерії.

Спочатку побудуємо критерій ефективності по застосуванню добрив для підживлення та гербіцидів для боротьби з бур'янами.

Позначимо множину доступних для застосування добрив як $C_d = \{d_l\}$, ($l=1,6$), l - вид добрив для листового підживлення рослин.

Множина гербіцидів, що можуть бути застосовані, $C_g = \{g_k\}$, ($k=1,3$), де k - вид гербіцидів для боротьби з бур'янами.

Функцію цілі визначено на множині $C = C_g \times C_d$ де потужність множини визначається $|C| = |C_g| * |C_d| = 18$.

Введемо перший критерій ефективності- це сумарні витрати W , (грн.) на пару l -тий вид добрива d_l та k - вид гербіцидів g_k . Другий критерій ефективності - це збільшення врожаю V , (грн./кг) для кожної пари d_l та g_k .

Для знаходження оптимального співвідношення приросту врожаю та використаної пари добрива –гербіциди побудуємо загальні критерії:

$P_1 = W/V \rightarrow \min$, [грн./кг] – мінімізація питомої вартості збільшення врожаю (затрат на кілограм), $P_2 = V/W \rightarrow \max$ [кг/грн] – максимізація збільшення врожаю для використаних добрив та гербіцидів.

Для задачі «Знаходження оптимального розміщення посівів по сортах та ділянкам» визначимо змінні:

x_{ij} [га] – Площа i -того сорту на j -тій ділянці.

Z_j [грн./га] – затрати на обробку землі, внесення добрив, посів та догляд за ним листового підживлення та інші витрати.

u_{ij} [кг/га] – врожайність i -того сорту на j -тій ділянці

c_i [грн./кг] – ціна i -того сорту,

яка складається з ціни реалізації насіння, ціни волокон та ціни макухи.

d_{ij} [грн./га] – прибуток від врожаю з 1 га землі на j -тій ділянці i -того сорту:

$$d_{ij} = \sum (u_{ij} * c_i) - Z_j d_{ij} = \sum_{n=1}^3 u_{ij} \times C_i$$

Тоді цільова функція загального прибутку F , [грн] матиме вигляд:

$$F = \sum \sum (d_{ij} * x_{ij}) \rightarrow \max$$

2.3. Опис використаного методу

Для реалізації нашого плану оптимізації ми звертаємося до симплексного методу. Симплекс-метод — метод розв'язання задачі лінійного програмування, в якому здійснюється скерований рух по опорних планах до знаходження оптимального розв'язку; симплекс-метод також називають методом поступового покращення плану. Метод був розроблений американським математиком Джорджем Данцігом у 1947 році [15].

Отже, симплекс-метод — це поетапна обчислювальна процедура, в основу якої покладено принцип послідовного поліпшення значень цільової функції переходом від одного опорного плану задачі лінійного програмування до іншого.

Алгоритм розв'язування задачі лінійного програмування симплекс-методом складається з п'яти етапів:

1. Визначення початкового опорного плану задачі лінійного програмування.
2. Побудова симплексної таблиці.
3. Перевірка опорного плану на оптимальність за допомогою оцінок $Z_j - C_j$. Якщо всі оцінки задовольняють умову оптимальності, то визначений опорний план є оптимальним планом задачі. Якщо хоча б одна з оцінок $Z_j - C_j$ не задовольняє умову оптимальності, то переходять до нового опорного плану або встановлюють, що оптимального плану задачі не існує.
4. Перехід до нового опорного плану задачі виконується визначенням розв'язувального елемента та розрахунком нової симплексної таблиці.
5. Повторення дій починаючи з п. 3.

Розглянемо докладніше кожний з етапів алгоритму.

1. Визначення першого опорного плану починають із запису задачі лінійного програмування в канонічній формі, тобто у вигляді обмежень-рівнянь з невід'ємними правими частинами. Якщо в умові задачі присутні обмеження-нерівності, то перетворення їх на рівняння виконується за допомогою

додаткових змінних, які вводяться до лівої частини обмежень типу « $\leq$ » зі знаком «+», а до обмежень типу « $\geq$ » — зі знаком «-». У цільовій функції задачі додаткові змінні мають коефіцієнт нуль.

Після зведення задачі до канонічного вигляду її записують у векторній формі. За означенням опорного плану задачі лінійного програмування його утворюють m одиничних лінійно незалежних векторів, які становлять базис m -вимірного простору (де m — кількість обмежень у задачі лінійного програмування).

На цьому етапі розв'язування задачі можливі такі випадки: після запису задачі у векторній формі в системі обмежень є необхідна кількість одиничних векторів. Тоді початковий опорний план визначається безпосередньо без додаткових дій. У системі обмежень немає необхідної кількості одиничних незалежних векторів. Тоді для побудови першого опорного плану застосовують метод штучного базису. Ідея його полягає в тому, що відсутні одиничні вектори можна дістати, увівши до відповідних обмежень деякі змінні з коефіцієнтом $+1$, які називаються штучними. У цільовій функції задачі лінійного програмування штучні змінні мають коефіцієнт $+M$ (для задачі на $\min$) або $-M$ (для задачі на $\max$), де M — досить велике додатне число.

Визначені одиничні лінійно незалежні вектори утворюють базис, і змінні задачі, що відповідають їм, називають базисними, а всі інші змінні — вільними. Їх прирівнюють до нуля та з кожного обмеження задачі визначають значення базисних змінних. У такий спосіб отримують початковий опорний план задачі лінійного програмування.

2. Подальший обчислювальний процес та перевірку опорного плану на оптимальність подають у вигляді симплексної таблиці.

У першому стовпчику таблиці — «Базис» — записують базисні змінні опорного плану, причому в тій послідовності, в якій вони розміщуються в системі обмежень задачі.

Наступний стовпчик симплексної таблиці — « $C_{\text{баз}}$ » — коефіцієнти при базисних змінних у цільовій функції задачі.

У третьому стовпчику — «План» — записують значення базисних змінних і відшукуванні у процесі розв'язування задачі компоненти оптимального плану.

У решті стовпчиків симплексної таблиці, кількість яких відповідає кількості змінних задачі, записують відповідні коефіцієнти з кожного обмеження задачі лінійного програмування.

3. Перевіряють опорний план на оптимальність згідно з наведеною далі теоремою.

Теорема (ознака оптимальності опорного плану). Опорний план $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ задачі лінійного програмування є оптимальним, якщо для всіх j ($j = \overline{1, n}$) виконується умова

$$Z_j - C_j \geq 0 \text{ (для задачі на max) або } Z_j - C_j \leq 0 \text{ (для задачі на min)}$$

Якщо для побудови опорного плану було використано метод штучного базису, необхідною умовою оптимальності є також вимога, щоб у процесі розв'язування задачі всі штучні змінні були виведені з базису і дорівнювали нулю.

Значення оцінок $Z_j - C_j$ визначають за формулою

$$\Delta_j = Z_j - C_j = \sum_{i=1}^m c_i a_{ij} - c_j \quad (j = \overline{1, n})$$

або безпосередньо із симплексної таблиці як скалярний добуток векторів-стовпчиків « $C_{\text{баз}}$ » та « x_j » мінус відповідний коефіцієнт C_j . Розраховані оцінки записують в окремий рядок симплексної таблиці, який називають оцінним.

У процесі перевірки умови оптимальності можливі такі випадки:

а) усі Δ_j ($j = \overline{1, n}$) задовольняють умову оптимальності, і тоді визначений опорний план є оптимальним;

б) не всі Δ_j задовольняють умову оптимальності, і тоді потрібно виконати перехід до наступного, нового опорного плану задачі.

4. Перехід від одного опорного плану до іншого виконується зміною базису, тобто виключенням з нього деякої змінної та введенням замість неї нової з числа вільних змінних задачі.

Для визначення змінної, що має бути виключена з базису, знаходять для всіх додатних a_{ik} напрямного стовпчика величину $\theta = b_i / a_{ik}$. Вибирають найменше значення θ , яке вказує на змінну, що виводиться з базису. Припустимо, що це виконується для $i = r$. Відповідний рядок симплексної таблиці називатиметься напрямним.

Перетином напрямного стовпчика та напрямного рядка визначається число симплексної таблиці a_{rk} , яке називають розв'язувальним елементом. За допомогою елемента a_{rk} і методу Жордана—Гаусса розраховують нову симплексну таблицю.

Далі ітераційний процес повторюють доти, доки не буде визначено оптимальний план задачі.

У разі застосування симплекс-методу для розв'язування задач лінійного програмування можливі такі випадки.

1. Якщо в оцінному рядку останньої симплексної таблиці оцінка $Z_j - C_j = 0$ відповідає вільній (небазисній) змінній, то це означає, що задача лінійного програмування має альтернативний оптимальний план. Отримати його можна, вибравши розв'язувальний елемент у зазначеному стовпчику таблиці та здійснивши один крок симплекс-методом.

2. Якщо при переході у симплекс-методі від одного опорного плану задачі до іншого в напрямному стовпчику немає додатних елементів a_{ik} , тобто неможливо вибрати змінну, яка має бути виведена з базису, то це означає, що цільова функція задачі лінійного програмування є необмеженою й оптимальних планів не існує.

3. Якщо для опорного плану задачі лінійного програмування всі оцінки $Z_j - C_j$ ($j = \overline{1, n}$) задовольняють умову оптимальності, але при цьому хоча б одна штучна змінна є базисною і має додатне значення, то це означає, що система обмежень задачі несутісна й оптимальних планів такої задачі не існує.

3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ «ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПОСІВІВ ПО СОРТАМ ТА ДІЛЯНКАМ»

3.1. Рішення першого етапу нашої задачі:

Для реалізації використовуємо метод декомпозиції нашого проекту, виділити проблему оптимізації застосування добрив в окремо вирішуване завдання. Для вирішення задачі використовуємо дані розроблені при захисті дисертації Єгорової Н.С. «Прийоми підвищення продуктивності льону олійного» [7].

Використовуємо доопрацьовану таблицю по продуктивності вирощування льону Таблица 3.1.

Таблица 3.1. Продуктивність вирощування льону в умовах застосування добрів та засобів боротьби з бур'яном у період вегетації рослин.

							Кошти(гривни/кг)			Цына добрів	кошти /	рейтинг
Вариант опыта			средняя	прибавка	прибавка	Гербицид	Добріва	норма/га		на 1га+гербицид	врожайність	
Контроль(отсутствие гербецида и удоб			14,8					120кг/га/Долгунец				
Агротоск, Без удобрения			19,4	4,6	23,7	155,7		70кг/га/п.нич, 55кг/	157,7		8,128866	5
1кг/га	аминокат		22,9	8,1	35,4		540	0,4	216		9,432314	6
	Нутримикс		24,8	10	40,3		49,56	1,5	74,34		2,997581	1
	Биоплант флора		23,8	9	37,8		620	1,5	930		39,07563	19
	Лигноумант		20,8	6	28,8		500	0,5	250		12,01923	7
	Нутрибор		23,3	8,5	36,5		132	2,5	330		14,16309	8
	азосол		21,8	7	32,1		12,8	8	102,4		4,697248	2
Хакер,г/га	Без удобрения		15,5	0,7	4,5	2232		0,12	267,84		17,28	11
120г/га	аминокат		17,9	3,1	17,3		540	0,4	483,84		27,03017	15
	Нутримикс		21,6	6,8	31,5		49,56	1,5	342,18		15,84167	10
	Биоплант флора		20,8	6	28,8		620	1,5	1197,84		57,58846	20
	Лигноумант		18,1	3,3	18,2		500	0,5	517,84		28,60994	16
	Нутрибор		18,4	3,6	19,6		132	2,5	597,84		32,4913	17
	азосол		18,8	4	21,3		12,8	8	370,24		19,69362	13
Хакер 60,г	Без удобрения		19	4,2	22,1	2232		0,06+0,005	135,165		7,113947	3
60 г/га+	аминокат		24,7	9,9	40,1	249	540	0,4	351,165		14,21721	9
магнум	Нутримикс		26,5	11,7	44,2	2481	49,56	1,5	209,505		7,905849	4
5г/га	Биоплант флора		27,3	12,8	46,9		620	1,5	1065,165		39,01703	18
	Лигноумант		22	7,2	32,7		500	0,5	385,165		17,5075	12
	Нутрибор		21,7	6,9	31,8		132	2,5	465,165		21,43618	14
	азосол		22,3	7,5	33,6		12,8	8	237,565		10,65314	7

Використовуючи дані, можемо визначити які добрива, та гербіциди слід застосовувати при вирощуванні льону. Згідно з розрахунками які представлені у таблиці робимо висновок що кращим варіантом є застосування гербіциду Амінокат з застосуванням добрив анти депресантів типу Нутрімікс . Врожайність льону при тому збільшиться у 1,4956 рази. Застосування інших добрив та гербіцидів можливий але усі інші варіанти дають менший приріст врожаю та потребують більше коштів на реалізацію плану. Тому для виконання другого етапу оптимізації нашої задачі приймаємо такі данні:

Приріст врожаю з застосуванням препарату Нутрімікс та гербіциду Амінокат дорівнює 1,4 рази. Ціна застосування – 74,34 грн на 1 га землі. Додаткові витрати на внесення – використання механізмів, оплата праці ,паливо в сумі становитиме як вартість дискації 1513,654гривен за 1 га землі. Таким чином сумарні затрати на листове підживлення становитиме 1588 гривен за га землі.

3.2. Вирішення другого етапу задачі

Для вирішення другого етапу задачі необхідно мати вихідні данні які характеризують умови вирощування , затрати на обробку землі, догляду за посівами, збору врожаю, врожайністю окремих сортів на окремих ділянках та інші данні що до вирощування . Всі ці данні отримуємо завдяки багаторічних спостережень за вирощуванням та доглядом у поперечні роки [3].

Задачі збору та обробки даних проводились працівниками інституту на протязі 4 років вирощування та були використані у нашої роботі. Усі данні зведені у таблиці. У таблиці 3.2 зведені данні які характеризують затрати що до обробки одного гектару землі для проведення посівної.

Таблиця 3. 2. - Розрахунок затрат на обробку 1 гектару землі

Найменов. робіт	Один.вим.	Обем робіт Л/час	Склад агрегату	Кільк. мех.	Бал. варт.	Амортиз відрах. грн.	Вартість послуг	Кількість палива л/га	Вартість палива	Кількість Людей (працівн)	Заробітня Плата грн/год	Всього Затрат грн/га
культив.	га	18,5	Т-150; 2КПС-4;	1	706420	847,7	979,7	8,3	232,4	1	25,7	1687,55
І боронов			БЗТС-1,0		110000	132						
Накочення ґрунту	га	18,5	МТЗ-80;	1	191100	229,32	273,96	3,5	100,45	1	25,7	849,86
			ККШ-6	1	37200	44,64						
Підвоз насіння	кг	0,8	МТЗ-80;	1	191100	229,32	268,2	2	57,2	1	25,7	345,96
			ПТС-4.	1	32400	38,88						
Посів перекр.	га	18,5	МТЗ-80	1	191100	229,32	307,32	10,4	297,44	1	25,7	1080,21
			КЛЕН_5,4	1	65000	78						
прикочув.	га	18,5	МТЗ-80;	1	191100	229,32	273,96	3,5	100,1	1	25,7	849,51
			ККШ-6	1	37200	44,64						
Боронув	га	18,5	Т-150;СГ-21;	1	706420	847,704	892,34	3,2	91,84	1	25,7	1459,634
			БЗТС-1.0	1	37200	44,64						
Підвез. води	т	4,6	МТЗ-80;	1	706420	847,704	922,58	2	57,4	1	25,7	1098,204
			ВР-3.0	1	62400	74,88						
Підвез. Десікан.	л	46,2	МТЗ-80;	1	706420	847,704	928,1	3	86,1	1	25,7	2201,544
			2ПТС-4	1	67000	80,4	80,4					
Десікац. посівів	га	18,5	МТЗ-80;	1	706420	847,704	952,1	3	86,1	1	25,7	1513,654
			ОП-2000	1	87000	104,4						
Прибир.	га	18,5	СЛАВУТИЧ	1	408315	489,978	489,98	18	516,6	1	25,7	1482,028
Трансп нас.	км	13,5	ГАЗ-53А	1	419330	503,2	503,2	0,2	5,94	1	25,7	856,09
Перв.очищен	тон	20	ОВС-25	1	120300	14,74	14,74			2	22,5	464,74
										Всього затрат:		13888,98

Другим важним складником затрат є затрати на застосування добрив для Корнієвого підживлення рослин, та відновлення родючості ґрунту на якому були вичерпані запаси поживних речовин попередниками

У таблиці 3.3 відображено відомості про затрати які отримуємо від внесення добрив для збільшення врожайності.

Таблиця 3.3. - Затрати на внесення добрив для підживлення рослин.

Вид добрив	Кількість кг/га	Ціна за кг, грн	Всього, грн
Азотні	350	12	4200
Калійні	150	22	3300
Фосфорні	250	14,9	3725
Нутрімікс	1,5	49,56	74,34
Амінокат	1	155,7	155,7
Внесення добрив листового підживлення			1513,7
Сумарні витрати			12969

Затрати на обробку і внесення добрив разом складають 26858.грн / га. Для складення та вирішення задачі лінійного програмування симплексним методом використовуємо статистичні данні зібрані працівниками інституту щодо врожайності окремих ділянок з урахуванням дії добрив листового підживлення.

Розрахунки врожаю за окремими ділянками представлені у зведеній таблиці 3.4., 3.5. та 3.6.

Математична модель для вирішення задачі оптимізації симплексним методом. Для вирішення задачі введемо означення змінних які будемо знаходити при вирішенні задачі. Всі данні зведені у таблицю, яка відображає значення зиску та врожайності окремого сорту на кожної з ділянок. Дані необхідні для складення моделі задачі.

Таблиця 3.4. Врожайність по досліді.

	Маса насіння, кг	Ціна за кг	волокно довге, кг	Ціна за кг	волокно коротке, кг	Ціна за кг	Коста кг	Ціна за кг	Ціна реалізації, грн	Дохід, грн
Ділянка 1										
Південна ніч	2368	26	120	27	600	54	1800	2,7	94608	81639
Ківіка	2016	26	130	27	650	54	1750	2,7	91026	78057
Довгунець	952	26	900	27	900	54	3000	2,7	97652	84683
Ділянка 2										
Південна ніч	2338	26	130	27	550	54	1700	2,7	93998	81029
Ківіка	1946	26	100	27	500	54	1650	2,7	80296	67327
Довгунець	952	26	850	27	850	54	2700	2,7	93602	80633
Ділянка 3										
Південна ніч	2352	26	100	27	500	54	1600	2,7	90852	77883
Ківіка	1946	26	110	27	450	54	1400	2,7	77856	64897
Довгунець	966	26	920	27	910	54	2900	2,7	99096	86127
Ділянка 4										
Південна ніч	2324	26	130	27	560	54	1850	2,7	94174	81205
Ківіка	1946	25	100	27	650	54	1750	2,7	88396	75427
Довгунець	910	26	910	27	890	54	2850	2,7	96290	83321

Об'єм збору врожаїв на ділянках

Таблиця 3.5. - Дохід від вирощування льону на окремих ділянках

сорт льону	Земельні ділянки (грн.)				Площі посівів
	I	II	III	IV	
Ківіка	91026	80296	77856	88936	40
Південна ніч	94608	93998	90852	94174	30
Довгунець	97652	93602	99096	96290	30
Площі ділянок, га	25	25	25	25	100

Таблиця 3.6. - Позначення змінних за сортами та ділянками

	Ділянка 1			Ділянка 2			Ділянка 3			Ділянка 4		
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12
	П.ніч	Ківітка	Довгун.	П.ніч	Ківітка	Довгун.	П.ніч	Ківітка	Довгун.	П.ніч	Ківітка	Довгун.
Зиск від урожаю (грн)	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290
сбори насіння кг/га	2268	2016	952	2338	1946	952	2352	1946	966	2324	1946	910

Визначимо максимальне значення цільової функції $F(X) = 81639 \cdot x_1 + 78057 \cdot x_2 + 84683 \cdot x_3 + 81029 \cdot x_4 + 67327 \cdot x_5 + 80633 \cdot x_6 + 77883 \cdot x_7 + 64897 \cdot x_8 + 86127 \cdot x_9 + 94174 \cdot x_{10} + 88396 \cdot x_{11} + 96290 \cdot x_{12}$ —
 $> \max$ за таких умов-обмежень.

$$2268 \cdot x_1 + 2338 \cdot x_4 + 2352 \cdot x_7 + 2324 \cdot x_{10} \geq 200$$

$$2016 \cdot x_2 + 1946 \cdot x_5 + 1946 \cdot x_8 + 1946 \cdot x_{11} \geq 200$$

$$952 \cdot x_3 + 952 \cdot x_6 + 966 \cdot x_9 + 910 \cdot x_{12} \geq 200$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 25$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \leq 25$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \leq 25$$

$x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 25$, де цифрові значення у цільовій функції – значення зиску для кожного сорту на кожній ділянці. В обмеженнях коефіцієнти при невідомих означають врожайність окремого сорту на окремій ділянці. 200 обов’язкова кількість кг насіння яке треба отримати при вирощуванні. 25– кількість гектарів землі, яка є для використання на кожній окремій ділянці.

Рішення цього плану задачі за допомогою он лайн калькулятора в мережі Інтернет <https://programforyou.ru/calculators/simplex-method> має вигляд (додаток 1).

Подібне рішення можемо отримати за допомогою програмного додатку Excel « Знаходження рішення» скріншот якої зображено на рис. 5.

$$F(X) = 81639 \cdot x_1 + 78057 \cdot x_2 + 84683 \cdot x_3 + 81029 \cdot x_4 + 67327 \cdot x_5 + 80633 \cdot x_6 + 77883 \cdot x_7 + 64897 \cdot x_8 + 86127 \cdot x_9 + 94174 \cdot x_{10} + 88396 \cdot x_{11} + 96290 \cdot x_{12} \rightarrow \max$$

за таких умов-обмежень.

$$2268 \cdot x_1 + 2338 \cdot x_4 + 2352 \cdot x_7 + 2324 \cdot x_{10} \geq 200$$

$$2016 \cdot x_2 + 1946 \cdot x_5 + 1946 \cdot x_8 + 1946 \cdot x_{11} \geq 200$$

$$952 \cdot x_3 + 952 \cdot x_6 + 966 \cdot x_9 + 910 \cdot x_{12} \geq 200$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 25$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \leq 25$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \leq 25$$

$$x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 25$$

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12				
0	0,099206	24,90079	25	0	0	0	0	25	0	0	25				
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	F	8702568		
81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290				
2268	0	0	2338	0	0	2352	0	0	2324	0	0	58450	>=	200	
0	2016	0	0	1946	0	0	1946	0	0	1946	0	200	>=	200	
0	0	952	0	0	952	0	0	966	0	0	910	70605,56	>=	200	
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	<=	25	
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	25	<=	25	
0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	25	<=	25	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	25	<=	25	

Рис 5. Результати розрахунків в Excel « Пошук рішення »

Висновки

За результатом розрахунків зроблених симплекс методом робимо висновок що план посівів буде таким:

1-ша ділянка має буди засіяна сортом «Довгунець» – 24,9 га, сортом «Ківіка» – 0,1 га.

2-га ділянка – сортом «Південна Ніч» 25 га.

3-я ділянка – сортом «Довгунець» – 25 га ,

4-а ділянка – сортом «Довгунець» 25 га.

Таким чином сумарні обсяги посівів мають розмір 100 гектарів, при тому виконано обмеження про обов'язкове вирощування 200 кілограмів кожного сорту насіння.

Прибуток який отримаємо становитиме 8702568 грн.

Перелік посилань

1. Минкевич И.А. Лён масличный в СССР. – Краснодар: Краевое книгоиздательство, 1940. – 179 с
2. Fila, G; Bagatta, M ; Maestrini, C; Potenza, E; Matteo, R (2018) Linseed as a dual-purpose crop: evaluation of cultivar suitability and analysis of yield determinants. JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE, 156 (2) : 162-176. DOI: 10.1017/S0021859618000114
3. Махова Т. В. Вплив строків сівби та норм висіву на формування врожайності льону олійного в зоні степу України. (2010-2012 рр., Дніпро).– дисертація
4. Лихочвор В.В. Рослинництво: Технологія вирощування сільськогосподарських культур в польовій сівозміні– К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 816 с.
5. Міщенко Л. Особливості вирощування льону олійного //Олійно-жировий комплекс. – 2006. - № 2.-с.40-41.
6. Чехов А.В., Лапа О.М., Міщенко Л.Ю., Полякова І.О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування – К.: Українська академія аграрних наук, Інститут олійних культур, 2007. – 59 с
7. Єгорова, Н.С. «Прийоми підвищення продуктивності льону олійного» [Электронный ресурс] / Н.С. Єгорова. — Электрон. журн. — 2018. — Режим доступа: http://ssaa.ru/science/dissovet3/20172018/Egorova_NS/disser.pdf. — дисертація
8. Красс, М.С. Математика в экономике Математические методы и модели. Учебник для бакалавров / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. - 2 изд. М.: Юрайт, 2013. — 541 с.
9. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Учебное пособие / И.Л. Акулич. - 3-изд. М.: Лань, 2011. – 352 с.
10. Петров А. В. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчётах.– М.: Высшая школа, 1991.

11. Тунеев М. М., Сухоруков В. Ф. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства.— М.: Финансы и статистика, 1986.
12. Бережная Е. В., Бережной В. И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. Пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 432 с.
13. Vohland, M; Mader, S; Dorigo, W (2010) Applying different inversion techniques to retrieve stand variables of summer barley with PROSPECT plus SAIL International journal of applied earth observation and geoinformation. 12 (2) : 71-80. DOI: 10.1016/j.jag.2009.10.005
14. Confalonieri, R; Rosenmund, AS; Baruth, B (2009) An improved model to simulate rice yield Agronomy for sustainable development. 29 (3) : 463-474. DOI: 10.1051/agro/2009005
15. Song, B; Ye, JQ; Sossah, FL; Li, CT; Li, D; Meng, LS; Xu, S; Fu, YP; Li, Y (2018) Assessing the effects of different agro-residue as substrates on growth cycle and yield of *Grifola frondosa* and statistical optimization of substrate components using simplex-lattice design. AMB EXPRESS, 8:1-11. DOI: 10.1186/s13568-018-0565-8

Додаток 1

Адрес <https://programforyou.ru/calculators/simplex-method>

Введені дані

$$81639 \cdot x_1 + 78057 \cdot x_2 + 84683 \cdot x_3 + 81029 \cdot x_4 + 67327 \cdot x_5 + 80633 \cdot x_6 + 77883 \cdot x_7 + 64897 \cdot x_8 + 86127 \cdot x_9 + 94174 \cdot x_{10} + 88396 \cdot x_{11} + 96290 \cdot x_{12} \rightarrow \max$$

$$2268 \cdot x_1 + 2338 \cdot x_4 + 2352 \cdot x_7 + 2324 \cdot x_{10} \geq 200$$

$$2016 \cdot x_2 + 1946 \cdot x_5 + 1946 \cdot x_8 + 1946 \cdot x_{11} \geq 200$$

$$952 \cdot x_3 + 952 \cdot x_6 + 966 \cdot x_9 + 910 \cdot x_{12} \geq 200$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 25$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \leq 25$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \leq 25$$

$$x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 25$$

Відповідь

$$x_1 = 0, x_2 = 25/252, x_3 = 6275/252, x_4 = 25, x_5 = 0, x_6 = 0, x_7 = 0, x_8 = 0, x_9 = 25, x_{10} = 0, x_{11} = 0, x_{12} = 25, F = 1096523525/126$$

Рішення базовим симплекс-методом

Міняємо знаки у обмежень з $\geq$, шляхом множення на -1:

$$- 2268 \cdot x_1 - 2338 \cdot x_4 - 2352 \cdot x_7 - 2324 \cdot x_{10} \leq -200$$

$$- 2016 \cdot x_2 - 1946 \cdot x_5 - 1946 \cdot x_8 - 1946 \cdot x_{11} \leq -200$$

$$- 952 \cdot x_3 - 952 \cdot x_6 - 966 \cdot x_9 - 910 \cdot x_{12} \leq -200$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 25$$

$$x_4 + x_5 + x_6 \leq 25$$

$$x_7 + x_8 + x_9 \leq 25$$

$$x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 25$$

Для кожного обмеження з нерівністю додаємо додаткові змінні $x_{13}..x_{19}$.

Перепишемо обмеження в канонічному вигляді

$$:- 2268 \cdot x_1 - 2338 \cdot x_4 - 2352 \cdot x_7 - 2324 \cdot x_{10} + x_{13} = -200$$

$$- 2016 \cdot x_2 - 1946 \cdot x_5 - 1946 \cdot x_8 - 1946 \cdot x_{11} + x_{14} = -200$$

$$- 952 \cdot x_3 - 952 \cdot x_6 - 966 \cdot x_9 - 910 \cdot x_{12} + x_{15} = -200$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_{16} = 25$$

$$x_4 + x_5 + x_6 + x_{17} = 25$$

$$x_7 + x_8 + x_9 + x_{18} = 25$$

$$x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{19} = 25$$

Шукаємо початкове базисне рішення:

Обмеження 1 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{13}

Обмеження 2 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{14}
 Обмеження 3 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{15}
 Обмеження 4 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{16}
 Обмеження 5 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{17}
 Обмеження 6 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{18}
 Обмеження 7 містить нерівність, базисної буде додана додаткова змінна x_{19}

Початкова симплекс-таблиця

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	b
x_{13}	-2268	0	0	-2338	0	0	-2352	0	0	-2324	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-200
x_{14}	0	-2016	0	0	-1946	0	0	-1946	0	0	-1946	0	0	1	0	0	0	0	0	-200
x_{15}	0	0	-952	0	0	-952	0	0	-966	0	0	-910	0	0	1	0	0	0	0	-200
x_{16}	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25
x_{17}	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
x_{18}	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25
x_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25

У стовпці b присутні негативні значення.

Максимальна по модулю $|b|_{\max} = |-200|$ знаходиться в рядку 1.

Максимальний по модулю елемент в рядку 1 = -2352 знаходиться в стовпці 7.

В якості базисної змінної x_{13} беремо x_7 .

Ділимо рядок 1 на -2352. З рядків 2, 3, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 1, помножену на відповідний елемент в стовпці 7.

Оновлена таблиця:

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	b
x_7	$\frac{27}{28}$	0	0	$\frac{167}{168}$	0	0	1	0	0	$\frac{83}{84}$	0	0	$-\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{25}{294}$
x_{14}	0	-2016	0	0	-1946	0	0	-1946	0	0	-1946	0	0	1	0	0	0	0	0	-200
x_{15}	0	0	-952	0	0	-952	0	0	-966	0	0	-910	0	0	1	0	0	0	0	-200
x_{16}	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25
x_{17}	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
x_{18}	$-\frac{27}{28}$	0	0	$-\frac{167}{168}$	0	0	0	1	1	$-\frac{83}{84}$	0	0	$\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	1	0	$\frac{7325}{294}$
x_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25

У стовпці b присутні негативні значення.

Максимальна по модулю $|b|_{\max} = |-200|$ знаходиться в рядку 2.

Максимальний по модулю елемент в рядку 2 = -2016 знаходиться в стовпці 2.

У ролі базисної змінної x_{14} беремо x_2 .

Ділимо рядок 2 на -2016. З рядків 1, 3, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 2, помножену на відповідний елемент в стовпці 2.

Обновлённая таблица:

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	b
x_7	$\frac{27}{28}$	0	0	$\frac{167}{168}$	0	0	1	0	0	$\frac{83}{84}$	0	0	$-\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{25}{294}$
x_2	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$
x_{15}	0	0	-952	0	0	-952	0	0	-966	0	0	-910	0	0	1	0	0	0	0	-200
x_{16}	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$
x_{17}	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
x_{18}	$-\frac{27}{28}$	0	0	$-\frac{167}{168}$	0	0	0	1	1	$-\frac{83}{84}$	0	0	$\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	1	0	$\frac{7325}{294}$
x_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25

У стовпці b присутні негативні значення.

Максимальна по модулю $|b| \max = |-200|$ знаходиться в рядку 3.

Максимальний по модулю елемент в рядку 3 = -966 знаходиться в стовпці 9.

В якості базисної змінної x_{15} беремо x_9 .

Ділимо рядок 3 на -966. З рядків 1, 2, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 3, помножену на відповідний елемент в стовпці 9.

Оновлена таблиця::

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	b
x_7	$\frac{27}{28}$	0	0	$\frac{167}{168}$	0	0	1	0	0	$\frac{83}{84}$	0	0	$-\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{25}{294}$
x_2	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$
x_9	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	1	0	0	$\frac{65}{69}$	0	0	$-\frac{1}{966}$	0	0	0	0	$\frac{100}{483}$
x_{16}	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$
x_{17}	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
x_{18}	$-\frac{27}{28}$	0	$-\frac{68}{69}$	$-\frac{167}{168}$	0	$-\frac{68}{69}$	0	1	0	$-\frac{83}{84}$	0	$-\frac{65}{69}$	$\frac{1}{2352}$	0	$\frac{1}{966}$	0	0	1	0	$\frac{167075}{6762}$
x_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25

Обчислюємо дельти:

$$\Delta_i = C_7 \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_9 \cdot a_{3i} + C_{16} \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_{18} \cdot a_{6i} + C_{19} \cdot a_{7i} - C_i$$

Докладний розрахунок дельт

$$\Delta_1 = C_7 \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_9 \cdot a_{31} + C_{16} \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_{18} \cdot a_{61} + C_{19} \cdot a_{71} - C_1 = 77883 \cdot \frac{27}{28} + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-\frac{27}{28}) + 0 \cdot 0 - 81639 = -183051/28$$

$$\Delta_2 = C_7 \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_9 \cdot a_{32} + C_{16} \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_{18} \cdot a_{62} + C_{19} \cdot a_{72} - C_2 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_7 \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_9 \cdot a_{33} + C_{16} \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_{18} \cdot a_{63} + C_{19} \cdot a_{73} - C_3 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 68/69 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-6/69) + 0 \cdot 0 - 84683 = 4503/23$$

$$\Delta_4 = C_7 \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_9 \cdot a_{34} + C_{16} \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_{18} \cdot a_{64} + C_{19} \cdot a_{74} - C_4 = 77883 \cdot 167/168 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-167/168) + 0 \cdot 0 - 81029 = -202137/56$$

$$\Delta_5 = C_7 \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_9 \cdot a_{35} + C_{16} \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_{18} \cdot a_{65} + C_{19} \cdot a_{75} - C_5 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 67327 = 128315/16$$

$$\Delta_6 = C_7 \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_9 \cdot a_{36} + C_{16} \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_{18} \cdot a_{66} + C_{19} \cdot a_{76} - C_6 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 68/69 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-68/69) + 0 \cdot 0 - 80633 = 97653/23$$

$$\Delta_7 = C_7 \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_9 \cdot a_{37} + C_{16} \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_{18} \cdot a_{67} + C_{19} \cdot a_{77} - C_7 = 77883 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 77883 = 0$$

$$\Delta_8 = C_7 \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_9 \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_{18} \cdot a_{68} + C_{19} \cdot a_{78} - C_8 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 64897 = 167195/16$$

$$\Delta_9 = C_7 \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_9 \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_{18} \cdot a_{69} + C_{19} \cdot a_{79} - C_9 = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_7 \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_9 \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_{18} \cdot a_{610} + C_{19} \cdot a_{710} - C_{10} = 77883 \cdot 83/84 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-83/84) + 0 \cdot 1 - 94174 = -482109/28$$

$$\Delta_{11} = C_7 \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_9 \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_{18} \cdot a_{611} + C_{19} \cdot a_{711} - C_{11} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 88396 = -208789/16$$

$$\Delta_{12} = C_7 \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_9 \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_{18} \cdot a_{612} + C_{19} \cdot a_{712} - C_{12} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 65/69 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-65/69) + 0 \cdot 1 - 96290 = -348585/23$$

$$\Delta_{13} = C_7 \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_9 \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_{18} \cdot a_{613} + C_{19} \cdot a_{713} - C_{13} = 77883 \cdot (-1/2352) + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2352 + 0 \cdot 0 - 0 = -25961/784$$

$$\Delta_{14} = C_7 \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_9 \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_{18} \cdot a_{614} + C_{19} \cdot a_{714} - C_{14} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -1239/32$$

$$\Delta_{15} = C_7 \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_9 \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_{18} \cdot a_{615} + C_{19} \cdot a_{715} - C_{15} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot (-1/966) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/966 + 0 \cdot 0 - 0 = -28709/322$$

$$\Delta_{16} = C_7 \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_9 \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_{18} \cdot a_{616} + C_{19} \cdot a_{716} - C_{16} =$$

$$77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_7 \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_9 \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_{18} \cdot a_{617} + C_{19} \cdot a_{717} - C_{17} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_7 \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_9 \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_{18} \cdot a_{618} + C_{19} \cdot a_{718} - C_{18} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{19} = C_7 \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_9 \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_{18} \cdot a_{619} + C_{19} \cdot a_{719} - C_{19} = 77883 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_b = C_7 \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_9 \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_{18} \cdot b_6 + C_{19} \cdot b_7 - C_{20} = 77883 \cdot 25/294 + 78057 \cdot$$

$$25/252 + 86127 \cdot 100/483 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 167075/6762 + 0 \cdot 25 - 0 = 145149175/4508$$

Симплекс-таблиця з дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b
x ₇	$\frac{27}{28}$	0	0	$\frac{167}{168}$	0	0	1	0	0	$\frac{83}{84}$	0	0	$-\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{25}{294}$
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$
x ₉	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	1	0	0	$\frac{65}{69}$	0	0	$-\frac{1}{966}$	0	0	0	0	$\frac{100}{483}$
x ₁₆	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25
x ₁₈	$-\frac{27}{28}$	0	$-\frac{68}{69}$	$-\frac{167}{168}$	0	$-\frac{68}{69}$	0	1	0	$-\frac{83}{84}$	0	$-\frac{65}{69}$	$\frac{1}{2352}$	0	$\frac{1}{966}$	0	0	1	0	$\frac{167075}{6762}$
x ₁₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25
Δ	$-\frac{183051}{28}$	0	$\frac{4503}{23}$	$-\frac{202137}{56}$	$\frac{128315}{16}$	$\frac{97653}{23}$	0	$\frac{167195}{16}$	0	$-\frac{482109}{28}$	$-\frac{208789}{16}$	$-\frac{348585}{23}$	$\frac{25961}{784}$	$-\frac{1239}{32}$	$-\frac{28709}{322}$	0	0	0	0	$\frac{145149175}{4508}$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_1 = -183051/28$ негативна.

Критерій оптимальності не виконаний

ітерація 1

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 10, Δ_{10} : $-482109/28$

Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 10

У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 50/581$, рядок 1.

На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: $83/84$

В якості базисної змінної x₇ беремо x₁₀.

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{27}{28}$	0	0	$\frac{167}{168}$	0	0	1	0	0	$\frac{83}{84}$	0	0	$-\frac{1}{2352}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{25}{294}$	$\frac{25}{294} / \frac{83}{84} = \frac{50}{581}$
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₉	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	$\frac{68}{69}$	0	0	1	0	0	$\frac{65}{69}$	0	0	$-\frac{1}{966}$	0	0	0	0	$\frac{100}{483}$	-
x ₁₆	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₁₈	$-\frac{27}{28}$	0	$-\frac{68}{69}$	$-\frac{167}{168}$	0	$-\frac{68}{69}$	0	1	0	$-\frac{83}{84}$	0	$-\frac{65}{69}$	$\frac{1}{2352}$	0	$\frac{1}{966}$	0	0	1	0	$\frac{167075}{6762}$	-
x ₁₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25	$25 / 1 = 25$
Δ	$-\frac{183051}{28}$	0	$\frac{4503}{23}$	$-\frac{202137}{56}$	$\frac{128315}{16}$	$\frac{97653}{23}$	0	$\frac{167195}{16}$	0	$-\frac{482109}{28}$	$-\frac{208789}{16}$	$-\frac{348585}{23}$	$-\frac{25961}{784}$	$-\frac{1239}{32}$	$\frac{28709}{322}$	0	0	0	0	$\frac{145149175}{4508}$	

Ділимо рядок 1 на 83/84. З рядків 2, 3, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 1, помножену на відповідний елемент в стовпці 10.

Обчислюємо нові дельти

$$\Delta_i = C_{10} \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_9 \cdot a_{3i} + C_{16} \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_{18} \cdot a_{6i} + C_{19} \cdot a_{7i} - C_i$$

Докладний розрахунок дельт

$$\Delta_1 = C_{10} \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_9 \cdot a_{31} + C_{16} \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_{18} \cdot a_{61} + C_{19} \cdot a_{71} - C_1 = 94174 \cdot 81/83 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-81/83) - 81639 = 852057/83$$

$$\Delta_2 = C_{10} \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_9 \cdot a_{32} + C_{16} \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_{18} \cdot a_{62} + C_{19} \cdot a_{72} - C_2 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_{10} \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_9 \cdot a_{33} + C_{16} \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_{18} \cdot a_{63} + C_{19} \cdot a_{73} - C_3 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 68/69 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-68/69) + 0 \cdot 0 - 84683 = 4503/23$$

$$\Delta_4 = C_{10} \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_9 \cdot a_{34} + C_{16} \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_{18} \cdot a_{64} + C_{19} \cdot a_{74} - C_4 = 94174 \cdot 167/166 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-167/166) - 81029 = 1138122/83$$

$$\Delta_5 = C_{10} \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_9 \cdot a_{35} + C_{16} \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_{18} \cdot a_{65} + C_{19} \cdot a_{75} - C_5 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 67327 = 128315/16$$

$$\Delta_6 = C_{10} \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_9 \cdot a_{36} + C_{16} \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_{18} \cdot a_{66} + C_{19} \cdot a_{76} - C_6 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 68/69 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-68/69) + 0 \cdot 0 - 80633 = 97653/23$$

$$\Delta_7 = C_{10} \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_9 \cdot a_{37} + C_{16} \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_{18} \cdot a_{67} + C_{19} \cdot a_{77} - C_7 = 94174 \cdot 84/83 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-84/83) - 77883 = 1446327/83$$

$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_9 \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_{18} \cdot a_{68} + C_{19} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 64897 = 167195/16$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_9 \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_{18} \cdot a_{69} + C_{19} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 +$$

$$78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_9 \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_{18} \cdot a_{610} + C_{19} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_9 \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_{18} \cdot a_{611} + C_{19} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 88396 = -208789/16$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_9 \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_{18} \cdot a_{612} + C_{19} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 65/69 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-65/69) + 0 \cdot 1 - 96290 = -348585/23$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_9 \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_{18} \cdot a_{613} + C_{19} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-1/2324) + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2324 - 0 = -47087/1162$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_9 \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_{18} \cdot a_{614} + C_{19} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -1239/32$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_9 \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_{18} \cdot a_{615} + C_{19} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot (-1/966) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/966 + 0 \cdot 0 - 0 = -28709/322$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_9 \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_{18} \cdot a_{616} + C_{19} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_9 \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_{18} \cdot a_{617} + C_{19} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_9 \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_{18} \cdot a_{618} + C_{19} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_9 \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_{18} \cdot a_{619} + C_{19} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_9 \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_{18} \cdot b_6 + C_{19} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 78057 \cdot$$

$$25/252 + 86127 \cdot 100/483 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 11975/483 + 0 \cdot 14475/581 - 0 = 1800258125/53452$$

Симплекс-таблица з оновленими дельтами

[illegible]

Поточный план **Х**: [0, 25/252, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 100/483, 50/581, 0, 0, 0, 0, 0, 6275/252, 25, 11975/483, 14475/581]

Цільова функція

$$\mathbf{F}: 81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 0 + 81029 \cdot 0 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 100/483 + 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 11975/483 + 0 \cdot 14475/581 = 1800258125/53452$$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_{11} = -208789/16$ негативна.

Критерій оптимальності не виконаний

ітерація 2

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта:
12, Δ_{12} : -348585/23

Знаходимо симплекс-відносини Q , шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 12. У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q : $Q_{\min} = 20/91$, рядок 3. На перетині знайдених рядки i стовпці знаходиться дозволяє елемент: $65/69$

$$139/144 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 64897 = 167195/16$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_{18} \cdot a_{69} + C_{19} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 69/65 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-69/65) - 86127 = 209151/13$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_{18} \cdot a_{610} + C_{19} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_{18} \cdot a_{611} + C_{19} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 88396 = -208789/16$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_{18} \cdot a_{612} + C_{19} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_{18} \cdot a_{613} + C_{19} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-1/2324) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2324 - 0 = -47087/1162$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_{18} \cdot a_{614} + C_{19} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -1239/32$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_{18} \cdot a_{615} + C_{19} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-1/910) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/910 - 0 = -9629/91$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_{18} \cdot a_{616} + C_{19} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_{18} \cdot a_{617} + C_{19} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_{18} \cdot a_{618} + C_{19} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_{18} \cdot a_{619} + C_{19} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_{18} \cdot b_6 + C_{19} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 78057 \cdot$$

$$25/252 + 96290 \cdot 20/91 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 26645/1079 - 0 = 1118172175/30212$$

Симплекс-таблиця з оновленими дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	0	0	$\frac{68}{65}$	0	0	$\frac{68}{65}$	0	0	$\frac{69}{65}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{910}$	0	0	0	0	$\frac{20}{91}$	$\frac{20}{91}$
x ₁₆	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₁₈	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₉	$-\frac{81}{83}$	0	$-\frac{68}{65}$	$-\frac{167}{166}$	0	$-\frac{68}{65}$	$-\frac{84}{83}$	0	$-\frac{69}{65}$	0	1	0	$\frac{1}{2324}$	0	$\frac{1}{910}$	0	0	0	1	$\frac{26645}{1079}$	$\frac{14475}{581}$
Δ	$\frac{852057}{83}$	0	$\frac{208665}{13}$	$\frac{1138122}{83}$	$\frac{128315}{16}$	$\frac{261315}{13}$	$\frac{1446327}{83}$	$\frac{167195}{16}$	$\frac{209151}{13}$	0	$-\frac{208789}{16}$	0	$-\frac{47087}{1162}$	$-\frac{1239}{32}$	$-\frac{9629}{91}$	0	0	0	0	$\frac{1118172175}{30212}$	

Поточний план **X**: [0, 25/252, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 50/581, 0, 20/91, 0, 0, 0, 6275/252, 25, 25, 26645/1079]

Цільова функція **F**: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 0 + 81029 \cdot 0 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 20/91 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 26645/1079 = 1118172175/30212$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_{11} = -208789/16$ негативна.

Критерій оптимальності не виконано
ітерація 3

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 11, Δ_{11} : - 208789/16

Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 11

У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 100/973$, рядок 2.

На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: 139/144
В якості базисної змінної x₂ беремо x₁₁.

[illegible]

Ділимо рядок 2 на 139/144. З рядків 1, 3, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 2, помножену на відповідний елемент в стовпці 11.

Обчислюємо нові дельти

$$\Delta_i = C_{10} \cdot a_{1i} + C_{11} \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_{16} \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_{18} \cdot a_{6i} + C_{19} \cdot a_{7i} - C_i$$

Подробный расчёт дельт

$$\Delta_1 = C_{10} \cdot a_{11} + C_{11} \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_{16} \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_{18} \cdot a_{61} + C_{19} \cdot a_{71} - C_1 = 94174.81/83$$

$$+ 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-81/83) - 81639 = 852057/83$$

$$\Delta_2 = C_{10} \cdot a_{12} + C_{11} \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_{16} \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_{18} \cdot a_{62} + C_{19} \cdot a_{72} - C_2 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot$$

$$144/139 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-144/139) - 78057 = 1879101/139$$

$$\Delta_3 = C_{10} \cdot a_{13} + C_{11} \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_{16} \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_{18} \cdot a_{63} + C_{19} \cdot a_{73} - C_3 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 68/65 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-68/65) - 84683 = 208665/13$$

$$\Delta_4 = C_{10} \cdot a_{14} + C_{11} \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_{16} \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_{18} \cdot a_{64} + C_{19} \cdot a_{74} - C_4 = 94174.167/166$$

$$+ 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-167/166) - 81029 = 1138122/83$$

$$\Delta_5 = C_{10} \cdot a_{15} + C_{11} \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_{16} \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_{18} \cdot a_{65} + C_{19} \cdot a_{75} - C_5 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-1) - 67327 = 21069$$

$$\Delta_6 = C_{10} \cdot a_{16} + C_{11} \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_{16} \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_{18} \cdot a_{66} + C_{19} \cdot a_{76} - C_6 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 68/65 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-68/65) - 80633 = 261315/13$$

$$\Delta_7 = C_{10} \cdot a_{17} + C_{11} \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_{16} \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_{18} \cdot a_{67} + C_{19} \cdot a_{77} - C_7 =$$

$$94174 \cdot 84/83 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-84/83) - 77883 = 1446327/83$$

$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_{11} \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_{18} \cdot a_{68} + C_{19} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-1) - 64897 = 23499$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_{11} \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_{18} \cdot a_{69} + C_{19} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 69/65 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-69/65) - 86127 = 209151/13$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_{11} \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_{18} \cdot a_{610} + C_{19} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_{11} \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_{18} \cdot a_{611} + C_{19} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 88396 = 0$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_{11} \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_{18} \cdot a_{612} + C_{19} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_{11} \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_{18} \cdot a_{613} + C_{19} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-1/2324) + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2324 - 0 = -47087/1162$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_{11} \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_{18} \cdot a_{614} + C_{19} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot (-1/1946) + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/1946 - 0 = -6314/139$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_{11} \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_{18} \cdot a_{615} + C_{19} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot (-1/910) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1/910 - 0 = -9629/91$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_{11} \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_{18} \cdot a_{616} + C_{19} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_{11} \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_{18} \cdot a_{617} + C_{19} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_{11} \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_{18} \cdot a_{618} + C_{19} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_{11} \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_{18} \cdot a_{619} + C_{19} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_{11} \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_{18} \cdot b_6 + C_{19} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot$$

$$100/973 + 96290 \cdot 20/91 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25817685/1049867 - 0 = 40264503900/1049867$$

C	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x ₁₁	0	$\frac{144}{139}$	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{1946}$	0	0	0	0	0	$\frac{100}{973}$	-
x ₁₂	0	0	$\frac{68}{65}$	0	0	$\frac{68}{65}$	0	0	$\frac{69}{65}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{910}$	0	0	0	0	$\frac{20}{91}$	-
x ₁₆	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	25	-
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₁₈	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₅	$-\frac{81}{83}$	$-\frac{144}{139}$	$-\frac{68}{65}$	$-\frac{167}{166}$	-1	$-\frac{68}{65}$	$-\frac{84}{83}$	-1	$-\frac{69}{65}$	0	0	0	$\frac{1}{2324}$	$\frac{1}{1946}$	$\frac{1}{910}$	0	0	0	1	$\frac{25817685}{1049867}$	$\frac{25817685}{1049867} / \frac{1}{910} = \frac{25817685}{11537}$
Δ	$\frac{852057}{83}$	$\frac{1879101}{139}$	$\frac{208665}{13}$	$\frac{1138122}{83}$	21069	$\frac{261315}{13}$	$\frac{1446327}{83}$	23499	$\frac{209151}{13}$	0	0	0	$-\frac{47087}{1162}$	$-\frac{6314}{139}$	$-\frac{9629}{91}$	0	0	0	0	$\frac{40264503900}{1049867}$	

Ділимо рядок 7 на $1/910$. З рядків 1, 2, 3, 4, 5, 6 віднімаємо рядок 7, помножену на відповідний елемент в стовпці 15.

Обчислюємо нові дельти: $\Delta_i = C_{10} \cdot a_{1i} + C_{11} \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_{16} \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_{18} \cdot a_{6i} + C_{15} \cdot a_{7i} - C_i$

Докладний розрахунок дельт $\Delta_1 = C_{10} \cdot a_{11} + C_{11} \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_{16} \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_{18} \cdot a_{61} + C_{15} \cdot a_{71} - C_1 = 94174 \cdot 81/83$

$$+ 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot (-81/83) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-73710/83) - 81639 = -6947433/83$$
$$\Delta_2 = C_{10} \cdot a_{12} + C_{11} \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_{16} \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_{18} \cdot a_{62} + C_{15} \cdot a_{72} - C_2 = 94174 \cdot 0 + 88396.$$
$$144/139 + 96290 \cdot (-144/139) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-131040/139) - 78057 = -11986659/139$$
$$\Delta_3 = C_{10} \cdot a_{13} + C_{11} \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_{16} \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_{18} \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 84683 = -84683$$
$$\Delta_4 = C_{10} \cdot a_{14} + C_{11} \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_{16} \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_{18} \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = 94174 \cdot 167/166 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot (-167/166) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-75985/83) - 81029 = -6902093/83$$
$$\Delta_5 = C_{10} \cdot a_{15} + C_{11} \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_{16} \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_{18} \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 1 + 96290 \cdot (-1) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-910) - 67327 = -75221$$
$$\Delta_6 = C_{10} \cdot a_{16} + C_{11} \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_{16} \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_{18} \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 80633 = -80633$$
$$\Delta_7 = C_{10} \cdot a_{17} + C_{11} \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_{16} \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_{18} \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 =$$

$$94174 \cdot 84/83 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot (-84/83) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-76440/83) - 77883 =$$

$$-6642033/83$$
$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_{11} \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_{18} \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 +$$

$$\Delta_3 = C_{10} \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_{16} \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_{18} \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 84683 = -84683$$

$$\Delta_4 = C_{10} \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_{16} \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_{18} \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = 94174 \cdot 167/166 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-167/166) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-75985/83) - 81029 = -6902093/83$$

$$\Delta_5 = C_{10} \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_{16} \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_{18} \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 67327 = 128315/16$$

$$\Delta_6 = C_{10} \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_{16} \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_{18} \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 80633 = -80633$$

$$\Delta_7 = C_{10} \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_{16} \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_{18} \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 = 94174 \cdot 84/83 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-84/83) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-76440/83) - 77883 = -6642033/83$$

$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_{18} \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 64897 = 167195/16$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_{18} \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot (-966) - 86127 = -86127$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_{18} \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_{18} \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 88396 = 1331851/16$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_{18} \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_{18} \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-1/2324) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1/2324 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 65/166 - 0 = 529/581$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_{18} \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -1239/32$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_{18} \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_{18} \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_{18} \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_{18} \cdot a_{618} + C_{15} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_{18} \cdot a_{619} + C_{15} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 0 = 96290$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_{18} \cdot b_6 + C_{15} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 78057.$$

$$\frac{25}{252} + \frac{96290 \cdot 14475}{581} + \frac{0 \cdot 6275}{252} + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 25 + \frac{0 \cdot 1865150}{83} - 0 = \frac{5612022275}{2324}$$

Симплекс-таблица з оновленими дельтами

C	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	-
базис	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅	x₆	x₇	x₈	x₉	x₁₀	x₁₁	x₁₂	x₁₃	x₁₄	x₁₅	x₁₆	x₁₇	x₁₈	x₁₉	b	Q
x₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	$\frac{25}{252}$
x₁₂	$-\frac{81}{83}$	0	0	$-\frac{167}{166}$	0	0	$-\frac{84}{83}$	0	0	0	1	1	$\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	1	$\frac{14475}{581}$	-
x₁₆	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	25
x₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x₁₈	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x₁₅	$-\frac{73710}{83}$	0	-952	$-\frac{75985}{83}$	0	-952	$-\frac{76440}{83}$	0	-966	0	910	0	$\frac{65}{166}$	0	1	0	0	0	910	$\frac{1865150}{83}$	-
Δ	$-\frac{6947433}{83}$	0	-84683	$-\frac{6902093}{83}$	$\frac{128315}{16}$	-80633	$-\frac{6642033}{83}$	$\frac{167195}{16}$	-86127	0	$\frac{1331851}{16}$	0	$\frac{529}{581}$	$-\frac{1239}{32}$	0	0	0	0	96290	$\frac{5612022275}{2324}$	-

Поточний план X: [0, 2/252, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 50/581, 0, 14475/581, 0, 0, 1865150/83, 6275/252, 25, 25, 0]

Цільова функція **F**: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 0 + 81029 \cdot 0 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 14475/581 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot$

$$1865150/83 + 0.6275/252 + 0.25 + 0.25 + 0.0 = 5612022275/2324$$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta 1 = -6947433/83$ негативна.

Критерій оптимальності не виконується

ітерація 6

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта:
9, Δ9: -86127

Знаходимо симплекс-відносини Q , шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 9

$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_{16} \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_9 \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot$$

$$139/144 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 64897 = 1545227/16$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_{16} \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_9 \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_{16} \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_9 \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_{16} \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_9 \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 88396 = 1331851/16$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_{16} \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_9 \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_{16} \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_9 \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-1/2324) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1/2324 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 65/166 - 0 = 529/581$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_{16} \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_9 \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -1239/32$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_{16} \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_9 \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_{16} \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_9 \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_{16} \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_9 \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_{16} \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_9 \cdot a_{618} + C_{15} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 0 = 86127$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_{16} \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_9 \cdot a_{619} + C_{15} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 0 = 96290$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_{16} \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_9 \cdot b_6 + C_{15} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 78057 \cdot 25/252 + 96290 \cdot 14475/581 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 86127 \cdot 25 + 0 \cdot 3869600/83 - 0 = 10616000975/2324$$

Симплекс-таблиця з оновленими дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	$-\frac{81}{83}$	0	0	$-\frac{167}{166}$	0	0	$-\frac{84}{83}$	0	0	0	1	1	$\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	1	$\frac{14475}{581}$	-
x ₁₆	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	25
x ₁₅	$-\frac{73710}{83}$	0	-952	$-\frac{75985}{83}$	0	-952	$\frac{3738}{83}$	966	0	0	910	0	$\frac{65}{166}$	0	1	0	0	966	910	$\frac{3869600}{83}$	-
Δ	$-\frac{6947433}{83}$	0	-84683	$-\frac{6902093}{83}$	$\frac{128315}{16}$	-80633	$\frac{506508}{83}$	$\frac{1545227}{16}$	0	0	$\frac{1331851}{16}$	0	$\frac{529}{581}$	$-\frac{1239}{32}$	0	0	0	86127	96290	$\frac{10616000975}{2324}$	

Поточний план X: [0, 25/252, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 25, 50/581, 0, 14475/581, 0, 0, 3869600/83, 6275/252, 25, 0, 0]

Цільова функція F: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 0 + 81029 \cdot 0 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 25 + 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 14475/581 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 3869600/83 + 0 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 10616000975/2324$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_1 = -6947433/83$

негативна.

Критерій оптимальності не виконано
ітерація 7

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 3, $\Delta_3: -84683$

Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 3

У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 6275/252$, рядок 4.

На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: 1
В якості базисної змінної x₁₆ беремо x₃.

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0		
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	$-\frac{81}{83}$	0	0	$-\frac{167}{166}$	0	0	$-\frac{84}{83}$	0	0	0	1	1	$\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	1	$\frac{14475}{581}$	-
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	$\frac{6275}{252} / 1 = \frac{6275}{252}$
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₅	$-\frac{73710}{83}$	0	-952	$-\frac{75985}{83}$	0	-952	$\frac{3738}{83}$	966	0	0	910	0	$\frac{65}{166}$	0	1	0	0	966	910	$\frac{3869600}{83}$	-
Δ	$-\frac{6947433}{83}$	0	-84683	$-\frac{6902093}{83}$	$\frac{128315}{16}$	-80633	$\frac{506508}{83}$	$\frac{1545227}{16}$	0	0	$\frac{1331851}{16}$	0	$\frac{529}{581}$	$-\frac{1239}{32}$	0	0	0	86127	96290	$\frac{10616000975}{2324}$	Активация Win

З рядків 1, 2, 3, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 4, помножену на відповідний елемент в стовпці 3.

Обчислюємо нові дельти:

$$\Delta_i = C_{10} \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_3 \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_9 \cdot a_{6i} + C_{15} \cdot a_{7i} - C_i$$

Докладний розрахунок дельт

$$\Delta_1 = C_{10} \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_3 \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_9 \cdot a_{61} + C_{15} \cdot a_{71} - C_1 = 94174 \cdot 81/83 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-81/83) + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 5306/83 - 81639 = 81256/83$$

$$\Delta_2 = C_{10} \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_3 \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_9 \cdot a_{62} + C_{15} \cdot a_{72} - C_2 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_{10} \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_3 \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_9 \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 84683 = 0$$

$$\begin{aligned} \Delta_4 &= C_{10} \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_3 \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_9 \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = \\ &94174 \cdot 167/166 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-167/166) + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-75985/83) - 81029 = -6902093/83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_5 &= C_{10} \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_3 \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_9 \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot \\ &139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-16541/18) - 67327 = -5308051/72 \end{aligned}$$

$$\Delta_6 = C_{10} \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_3 \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_9 \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 80633 = -80633$$

$$\begin{aligned} \Delta_7 &= C_{10} \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_3 \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_9 \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 = 94174 \cdot 84/83 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot (-84/83) + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 3738/83 - 77883 = \\ &506508/83 \end{aligned}$$

$$\Delta_8 = C_{10} \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_3 \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_9 \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot$$

$$139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 847/18 - 64897 = 1068053/72$$

$$\Delta_9 = C_{10} \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_3 \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_9 \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_{10} \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_3 \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_9 \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 94174 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 94174 = 0$$

$$\Delta_{11} = C_{10} \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_3 \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_9 \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-161/18) - 88396 = 107861/72$$

$$\Delta_{12} = C_{10} \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_3 \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_9 \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_{10} \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_3 \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_9 \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 94174 \cdot (-$$

$$1/2324) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1/2324 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 65/166 - 0 = 529/581$$

$$\Delta_{14} = C_{10} \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_3 \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_9 \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 17/36 - 0 = 3313/1008$$

$$\Delta_{15} = C_{10} \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_3 \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_9 \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_{10} \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_3 \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_9 \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 0 = 84683$$

$$\Delta_{17} = C_{10} \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_3 \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_9 \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_{10} \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_3 \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_9 \cdot a_{618} + C_{15} \cdot a_{718} - C_{18} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 0 = 86127$$

$$\Delta_{19} = C_{10} \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_3 \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_9 \cdot a_{619} + C_{15} \cdot a_{719} - C_{19} = 94174 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 0 = 96290$$

$$\Delta_b = C_{10} \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_3 \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_9 \cdot b_6 + C_{15} \cdot b_7 - C_{20} = 94174 \cdot 50/581 + 78057 \cdot 25/252 + 96290 \cdot 14475/581 + 84683 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 25 + 86127 \cdot 25 + 0 \cdot 52534450/747 - 0 = 9974930875/1494$$

Симплекс-таблиця з оновленими дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₁₀	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	$-\frac{81}{83}$	0	0	$-\frac{167}{166}$	0	0	$-\frac{84}{83}$	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	$\frac{14475}{581}$	-
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	$\frac{6275}{252}$
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₅	$\frac{5306}{83}$	0	0	$-\frac{75985}{83}$	$-\frac{16541}{18}$	-952	$\frac{3738}{83}$	$\frac{847}{18}$	0	0	$-\frac{161}{18}$	0	$\frac{17}{36}$	1	952	0	966	910	$\frac{52534450}{747}$	-
Δ	$\frac{81256}{83}$	0	0	$-\frac{6902093}{83}$	$-\frac{5308051}{72}$	-80633	$\frac{506508}{83}$	$\frac{1068053}{72}$	0	0	$\frac{107861}{72}$	0	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	0	86127	96290	$\frac{9974930875}{1494}$	

Поточний план **X**: [0, 25/252, 6275/252, 0, 0, 0, 0, 0, 25, 50/581, 0, 14475/581, 0, 0, 52534450/747, 0, 25, 0, 0]

Цільова функція **F**: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 6275/252 + 81029 \cdot 0 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 25 + 94174 \cdot 50/581 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 14475/581 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 52534450/747 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 25 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 9974930875/1494$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_4 = -6902093/83$ негативна. Критерій оптимальності не виконано

ітерація 8 Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 4, Δ_4 : $-6902093/83$ Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця 4 У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 100/1169$, рядок 1. На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: 167/166 В якості базисної змінної x₁₀ беремо x₄.

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний,

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0		
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₄	$\frac{81}{83}$	0	0	$\frac{167}{166}$	0	0	$\frac{84}{83}$	0	0	1	0	0	$-\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{50}{581}$	$\frac{50}{581} / \frac{167}{166} = \frac{1}{11}$
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	$-\frac{81}{83}$	0	0	$-\frac{167}{166}$	0	0	$-\frac{84}{83}$	0	0	0	1	1	$\frac{1}{2324}$	0	0	0	0	0	1	$\frac{14475}{581}$	-
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₇	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	25 / 1 = 25
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₅	$\frac{5306}{83}$	0	0	$-\frac{75985}{83}$	$-\frac{16541}{18}$	-952	$\frac{3738}{83}$	$\frac{847}{18}$	0	0	$-\frac{161}{18}$	0	$\frac{65}{166}$	$\frac{17}{36}$	1	952	0	966	910	$\frac{52534450}{747}$	-
Δ	$\frac{81256}{83}$	0	0	$-\frac{6902093}{83}$	$-\frac{5308051}{72}$	-80633	$\frac{506508}{83}$	$\frac{1068053}{72}$	0	0	$\frac{107861}{72}$	0	$\frac{529}{581}$	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	0	86127	96290	$\frac{9974930875}{1494}$	

Ділимо рядок 1 на 167/166. З рядків 2, 3, 4, 5, 6, 7 віднімаємо рядок 1, помножену на відповідний елемент в стовпці 4.

Обчислюємо нові дельти:

$$\Delta_i = C_4 \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_3 \cdot a_{4i} + C_{17} \cdot a_{5i} + C_9 \cdot a_{6i} + C_{15} \cdot a_{7i} - C_i$$

Докладний розрахунок дельт

$$\Delta_1 = C_4 \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_3 \cdot a_{41} + C_{17} \cdot a_{51} + C_9 \cdot a_{61} + C_{15} \cdot a_{71} - C_1 = 81029 \cdot 162/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot (-162/167) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 81639 = 13635046/167$$

$$\Delta_2 = C_4 \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_3 \cdot a_{42} + C_{17} \cdot a_{52} + C_9 \cdot a_{62} + C_{15} \cdot a_{72} - C_2 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_4 \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_3 \cdot a_{43} + C_{17} \cdot a_{53} + C_9 \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 84683 = 0$$

$$\Delta_4 = C_4 \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_3 \cdot a_{44} + C_{17} \cdot a_{54} + C_9 \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 81029 = 0$$

$$\Delta_5 = C_4 \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_3 \cdot a_{45} + C_{17} \cdot a_{55} + C_9 \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-16541/18) - 67327 = -5308051/72$$

$$\Delta_6 = C_4 \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_3 \cdot a_{46} + C_{17} \cdot a_{56} + C_9 \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 80633 = -80633$$

$$\Delta_7 = C_4 \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_3 \cdot a_{47} + C_{17} \cdot a_{57} + C_9 \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 = 81029 \cdot 168/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot (-168/167) + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 77883 = 14989620/167$$

$$\Delta_8 = C_4 \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_3 \cdot a_{48} + C_{17} \cdot a_{58} + C_9 \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot \frac{139}{144} + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-\frac{139}{144}) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot \frac{847}{18} - 64897 = 1068053/72$$

$$\Delta_9 = C_4 \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_3 \cdot a_{49} + C_{17} \cdot a_{59} + C_9 \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_4 \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_3 \cdot a_{410} + C_{17} \cdot a_{510} + C_9 \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 81029 \cdot 166/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot (-166/167) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 94174 = 13804186/167$$

$$\Delta_{11} = C_4 \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_3 \cdot a_{411} + C_{17} \cdot a_{511} + C_9 \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-161/18) - 88396 = 107861/72$$

$$\Delta_{12} = C_4 \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_3 \cdot a_{412} + C_{17} \cdot a_{512} + C_9 \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_4 \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_3 \cdot a_{413} + C_{17} \cdot a_{513} + C_9 \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 81029 \cdot (-1/2338) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1/2338 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = -81029/2338$$

$$\Delta_{14} = C_4 \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_3 \cdot a_{414} + C_{17} \cdot a_{514} + C_9 \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 17/36 - 0 = 3313/1008$$

$$\Delta_{15} = C_4 \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_3 \cdot a_{415} + C_{17} \cdot a_{515} + C_9 \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_4 \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_3 \cdot a_{416} + C_{17} \cdot a_{516} + C_9 \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 0 = 84683$$

$$\Delta_{17} = C_4 \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_3 \cdot a_{417} + C_{17} \cdot a_{517} + C_9 \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{18} = C_4 \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_3 \cdot a_{418} + C_{17} \cdot a_{518} + C_9 \cdot a_{618} + C_{15} \cdot a_{718} - C_{18} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 0 = 86127$$

$$\Delta_{19} = C_4 \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_3 \cdot a_{419} + C_{17} \cdot a_{519} + C_9 \cdot a_{619} + C_{15} \cdot a_{719} - C_{19} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 0 = 96290$$

$$\Delta_b = C_4 \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_3 \cdot b_4 + C_{17} \cdot b_5 + C_9 \cdot b_6 + C_{15} \cdot b_7 - C_{20} = 81029 \cdot 100/1169 + 78057 \cdot 25/252 + 96290 \cdot 25 + 84683 \cdot 6275/252 + 0 \cdot 29125/1169 + 86127 \cdot 25 + 0 \cdot 633650/9 - 0 = 140639975425/21042$$

Симплекс-таблица с обновлёнными дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	0
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₄	$\frac{162}{167}$	0	0	1	0	0	$\frac{168}{167}$	0	0	$\frac{166}{167}$	0	0	$-\frac{1}{2338}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{100}{1169}$	$\frac{100}{1169}$
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25	-
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₇	$-\frac{162}{167}$	0	0	0	1	1	$-\frac{168}{167}$	0	0	$-\frac{166}{167}$	0	0	$\frac{1}{2338}$	0	0	0	1	0	0	$\frac{29125}{1169}$	25
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-
x ₁₅	952	0	0	0	$-\frac{16541}{18}$	-952	966	$\frac{847}{18}$	0	910	$-\frac{161}{18}$	0	0	$\frac{17}{36}$	1	952	0	966	910	$\frac{633650}{9}$	-
Δ	$\frac{13635046}{167}$	0	0	0	$-\frac{5308051}{72}$	-80633	$\frac{14989620}{167}$	$\frac{1068053}{72}$	0	$\frac{13804186}{167}$	$\frac{107861}{72}$	0	$-\frac{81029}{2338}$	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	0	86127	96290	$\frac{140639975425}{21042}$	-

Поточний план X: [0, 25/252, 6275/252, 100/1169, 0, 0, 0, 0, 25, 0, 0, 25, 0, 0, 633650/9, 0, 29125/1169, 0, 0]

Цільова функція **F**: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 6275/252 + 81029 \cdot 1001169$

$$+ 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 25 + 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 25 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 633650/9 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 29125/1169 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 14063997542521042$$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta 5 = -5308051/72$ негативна. Критерій оптимальності на витриманий ітерація 9

Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 6, Δ_6 : -80633 Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпця b У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 29125/1169$ рядок 5. На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: 1 В якості базисної змінної x_{17} беремо x_6 .

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	b	Q
X ₄	$\frac{162}{167}$	0	0	1	0	0	$\frac{168}{167}$	0	0	$\frac{166}{167}$	0	0	$-\frac{1}{2338}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{100}{1169}$	-
X ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
X ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25	-
X ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
X ₆	$-\frac{162}{167}$	0	0	0	1	1	$-\frac{168}{167}$	0	0	$-\frac{166}{167}$	0	0	$\frac{1}{2338}$	0	0	0	1	0	0	$\frac{29125}{1169}$	$\frac{29125}{1169} / 1 = \frac{29125}{1169}$
X ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-	
X ₁₅	952	0	0	0	$-\frac{16541}{18}$	-952	966	$\frac{847}{18}$	0	910	$-\frac{161}{18}$	0	0	$\frac{17}{36}$	1	952	0	966	910	$\frac{633650}{9}$	-
Δ	$\frac{13635046}{167}$	0	0	0	$-\frac{5308051}{72}$	-80633	$\frac{14989620}{167}$	$\frac{1068053}{72}$	0	$\frac{13804186}{167}$	$\frac{107861}{72}$	0	$-\frac{81029}{2338}$	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	0	86127	96290	$\frac{140639975425}{21042}$	Активация Win

З рядків 1, 2, 3, 4, 6, 7 віднімаємо рядок 5, помножену на відповідний елемент в стовпці 6. Обчислюємо нові дельти: $\Delta_i = C_4 \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_3 \cdot a_{4i} + C_6 \cdot a_{5i} + C_9 \cdot a_{6i} + C_{15} \cdot a_{7i} - C_i$

Подробный расчёт дельт

$$\Delta_1 = C_4 \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_3 \cdot a_{41} + C_6 \cdot a_{51} + C_9 \cdot a_{61} + C_{15} \cdot a_{71} - C_1 = 81029 \cdot 162/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 80633 \cdot (-162/167) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 4760/167 - 81639 = 572500/167$$

$$\Delta_2 = C_4 \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_3 \cdot a_{42} + C_6 \cdot a_{52} + C_9 \cdot a_{62} + C_{15} \cdot a_{72} - C_2 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_4 \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_3 \cdot a_{43} + C_6 \cdot a_{53} + C_9 \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 84683 = 0$$

$$\Delta_4 = C_4 \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_3 \cdot a_{44} + C_6 \cdot a_{54} + C_9 \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 81029 = 0$$

$$\Delta_5 = C_4 \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_3 \cdot a_{45} + C_6 \cdot a_{55} + C_9 \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 80633 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 595/18 - 67327 = 497525/72$$

$$\Delta_6 = C_4 \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_3 \cdot a_{46} + C_6 \cdot a_{56} + C_9 \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 80633 = 0$$

$$\Delta_7 = C_4 \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_3 \cdot a_{47} + C_6 \cdot a_{57} + C_9 \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 = 81029 \cdot 168/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot (-168/167) + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 1386/167 - 77883 = 1443276/167$$

$$\Delta_8 = C_4 \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_3 \cdot a_{48} + C_6 \cdot a_{58} + C_9 \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot$$

$$139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 847/18 - 64897 = 1068053/72$$

$$\Delta_9 = C_4 \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_3 \cdot a_{49} + C_6 \cdot a_{59} + C_9 \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_4 \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_3 \cdot a_{410} + C_6 \cdot a_{510} + C_9 \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 81029 \cdot 166/167 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot (-166/167) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-6062/167) - 94174 = 419108/167$$

$$\Delta_{11} = C_4 \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_3 \cdot a_{411} + C_6 \cdot a_{511} + C_9 \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot (-139/144) + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-161/18) - 88396 = 107861/72$$

$$\Delta_{12} = C_4 \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_3 \cdot a_{412} + C_6 \cdot a_{512} + C_9 \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_4 \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_3 \cdot a_{413} + C_6 \cdot a_{513} + C_9 \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 81029 \cdot (-1/2338) + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 1/2338 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 68/167 - 0 = -198/1169$$

$$\Delta_{14} = C_4 \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_3 \cdot a_{414} + C_6 \cdot a_{514} + C_9 \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1/2016 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 17/36 - 0 = 3313/1008$$

$$\Delta_{15} = C_4 \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_3 \cdot a_{415} + C_6 \cdot a_{515} + C_9 \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_4 \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_3 \cdot a_{416} + C_6 \cdot a_{516} + C_9 \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 0 = 84683$$

$$\Delta_{17} = C_4 \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_3 \cdot a_{417} + C_6 \cdot a_{517} + C_9 \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 0 = 80633$$

$$\Delta_{18} = C_4 \cdot a_{118} + C_2 \cdot a_{218} + C_{12} \cdot a_{318} + C_3 \cdot a_{418} + C_6 \cdot a_{518} + C_9 \cdot a_{618} + C_{15} \cdot a_{718} - C_{18} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 0 = 86127$$

$$\Delta_{19} = C_4 \cdot a_{119} + C_2 \cdot a_{219} + C_{12} \cdot a_{319} + C_3 \cdot a_{419} + C_6 \cdot a_{519} + C_9 \cdot a_{619} + C_{15} \cdot a_{719} - C_{19} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 80633 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 0 = 96290$$

$$\Delta_b = C_4 \cdot b_1 + C_2 \cdot b_2 + C_{12} \cdot b_3 + C_3 \cdot b_4 + C_6 \cdot b_5 + C_9 \cdot b_6 + C_{15} \cdot b_7 - C_{20} = 81029 \cdot 100/1169 + 78057 \cdot$$

$$25/252 + 96290 \cdot 25 + 84683 \cdot 6275/252 + 80633 \cdot 29125/1169 + 86127 \cdot 25 + 0 \cdot 141468550/1503 - 0 = 182911825675/21042$$

Симплекс-таблиця з оновленими дельтами

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₄	$\frac{162}{167}$	0	0	1	0	0	$\frac{168}{167}$	0	0	$\frac{166}{167}$	0	0	$-\frac{1}{2338}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{100}{1169}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	25	-
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₆	$-\frac{162}{167}$	0	0	0	1	1	$-\frac{168}{167}$	0	0	$-\frac{166}{167}$	0	0	$\frac{1}{2338}$	0	0	0	1	0	0	$\frac{29125}{1169}$	$\frac{29125}{1169}$
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	-
x ₁₅	$\frac{4760}{167}$	0	0	0	$\frac{595}{18}$	0	$\frac{1386}{167}$	$\frac{847}{18}$	0	$-\frac{6062}{167}$	$-\frac{161}{18}$	0	$\frac{68}{167}$	$\frac{17}{36}$	1	952	952	966	910	$\frac{141468550}{1503}$	-
Δ	$\frac{572500}{167}$	0	0	0	$\frac{497525}{72}$	0	$\frac{1443276}{167}$	$\frac{1068053}{72}$	0	$\frac{419108}{167}$	$\frac{107861}{72}$	0	$-\frac{198}{1169}$	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	80633	86127	96290	$\frac{182911825675}{21042}$	-

Поточний план **X**: [0, 25/252, 6275/252, 100/1169, 0, 29125/1169, 0, 0, 25, 0, 0, 25, 0, 0, 141468550/1503, 0, 0, 0, 0]

Цільова функція **F**: $81639 \cdot 0 + 78057 \cdot 25/252 + 84683 \cdot 6275/252 + 81029 \cdot 100/1169 + 67327 \cdot 0 + 80633 \cdot 29125/1169 + 77883 \cdot 0 + 64897 \cdot 0 + 86127 \cdot 25 + 94174 \cdot 0 + 88396 \cdot 0 + 96290 \cdot 25 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 141468550/1503 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 182911825675/21042$

Перевіряємо план на оптимальність: план не оптимальний, так як $\Delta_{13} = -198/1169$ негативна. Критерій оптимальності не виконується ітерація 10 Визначаємо дозволяє стовпець - стовпець, в якому знаходиться мінімальна дельта: 13, Δ_{13} : -198/1169 Знаходимо симплекс-відносини Q, шляхом ділення коефіцієнтів b на відповідні значення стовпчика 13 У знайденому стовпці шукаємо рядок з найменшим значенням Q: $Q_{\min} = 58250$, рядок 5. На перетині знайдених рядки і стовпці знаходиться дозволяє елемент: 1/2338 В якості базисної змінної x_b беремо x_{13} .

С	81639	78057	84683	81029	67327	80633	77883	64897	86127	94174	88396	96290	0	0	0	0	0	0	0	0	
базис	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇	x ₁₈	x ₁₉	b	Q
x ₄	$\frac{162}{167}$	0	0	1	0	0	$\frac{168}{167}$	0	0	$\frac{166}{167}$	0	0	$-\frac{1}{2338}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{100}{1169}$	-
x ₂	0	1	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{1}{2016}$	0	0	0	0	0	$\frac{25}{252}$	-
x ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	25	-	
x ₃	1	0	1	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$-\frac{139}{144}$	0	0	$\frac{1}{2016}$	0	1	0	0	0	$\frac{6275}{252}$	-
x ₁₃	$-\frac{162}{167}$	0	0	0	1	1	$-\frac{168}{167}$	0	0	$-\frac{166}{167}$	0	0	$\frac{1}{2338}$	0	0	0	1	0	0	$\frac{29125}{1169}$	$\frac{29125}{1169} / \frac{1}{2338} = 58250$
x ₉	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	25	-	
x ₁₅	$\frac{4760}{167}$	0	0	0	$\frac{595}{18}$	0	$\frac{1386}{167}$	$\frac{847}{18}$	0	$-\frac{6062}{167}$	$-\frac{161}{18}$	0	$\frac{68}{167}$	$\frac{17}{36}$	1	952	952	966	910	$\frac{141468550}{1503}$	$\frac{141468550}{1503} / \frac{68}{167} = \frac{70734275}{306}$
Δ	$\frac{572500}{167}$	0	0	0	$\frac{497525}{72}$	0	$\frac{1443276}{167}$	$\frac{1068053}{72}$	0	$\frac{419108}{167}$	$\frac{107861}{72}$	0	$-\frac{198}{1169}$	$\frac{3313}{1008}$	0	84683	80633	86127	96290	$\frac{182911825675}{21042}$	-

Ділимо рядок 5 на 1/2338. З рядків 1, 2, 3, 4, 6, 7 віднімаємо рядок 5, помножену на відповідний елемент в стовпці 13.

Обчислюємо нові дельти:

$$\Delta_i = C_4 \cdot a_{1i} + C_2 \cdot a_{2i} + C_{12} \cdot a_{3i} + C_3 \cdot a_{4i} + C_{13} \cdot a_{5i} + C_9 \cdot a_{6i} + C_{15} \cdot a_{7i} - C_i$$

Докладний розрахунок дельт

$$\Delta_1 = C_4 \cdot a_{11} + C_2 \cdot a_{21} + C_{12} \cdot a_{31} + C_3 \cdot a_{41} + C_{13} \cdot a_{51} + C_9 \cdot a_{61} + C_{15} \cdot a_{71} - C_1 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot (-2268) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 81639 = 3044$$

$$\Delta_2 = C_4 \cdot a_{12} + C_2 \cdot a_{22} + C_{12} \cdot a_{32} + C_3 \cdot a_{42} + C_{13} \cdot a_{52} + C_9 \cdot a_{62} + C_{15} \cdot a_{72} - C_2 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 1 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 78057 = 0$$

$$\Delta_3 = C_4 \cdot a_{13} + C_2 \cdot a_{23} + C_{12} \cdot a_{33} + C_3 \cdot a_{43} + C_{13} \cdot a_{53} + C_9 \cdot a_{63} + C_{15} \cdot a_{73} - C_3 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 84683 = 0$$

$$\Delta_4 = C_4 \cdot a_{14} + C_2 \cdot a_{24} + C_{12} \cdot a_{34} + C_3 \cdot a_{44} + C_{13} \cdot a_{54} + C_9 \cdot a_{64} + C_{15} \cdot a_{74} - C_4 = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 81029 = 0$$

$$\Delta_5 = C_4 \cdot a_{15} + C_2 \cdot a_{25} + C_{12} \cdot a_{35} + C_3 \cdot a_{45} + C_{13} \cdot a_{55} + C_9 \cdot a_{65} + C_{15} \cdot a_{75} - C_5 = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 2338 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-16541/18) - 67327 = 526037/72$$

$$\Delta_6 = C_4 \cdot a_{16} + C_2 \cdot a_{26} + C_{12} \cdot a_{36} + C_3 \cdot a_{46} + C_{13} \cdot a_{56} + C_9 \cdot a_{66} + C_{15} \cdot a_{76} - C_6 = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 2338 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-952) - 80633 = 396$$

$$\Delta_7 = C_4 \cdot a_{17} + C_2 \cdot a_{27} + C_{12} \cdot a_{37} + C_3 \cdot a_{47} + C_{13} \cdot a_{57} + C_9 \cdot a_{67} + C_{15} \cdot a_{77} - C_7 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot (-2352) + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 966 - 77883 = 8244$$

$$\Delta_8 = C_4 \cdot a_{18} + C_2 \cdot a_{28} + C_{12} \cdot a_{38} + C_3 \cdot a_{48} + C_{13} \cdot a_{58} + C_9 \cdot a_{68} + C_{15} \cdot a_{78} - C_8 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 847/18 - 64897 = 1068053/72$$

$$\Delta_9 = C_4 \cdot a_{19} + C_2 \cdot a_{29} + C_{12} \cdot a_{39} + C_3 \cdot a_{49} + C_{13} \cdot a_{59} + C_9 \cdot a_{69} + C_{15} \cdot a_{79} - C_9 = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 1 + 0 \cdot 0 - 86127 = 0$$

$$\Delta_{10} = C_4 \cdot a_{110} + C_2 \cdot a_{210} + C_{12} \cdot a_{310} + C_3 \cdot a_{410} + C_{13} \cdot a_{510} + C_9 \cdot a_{610} + C_{15} \cdot a_{710} - C_{10} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot (-2324) + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 910 - 94174 = 2116$$

$$\Delta_{11} = C_4 \cdot a_{111} + C_2 \cdot a_{211} + C_{12} \cdot a_{311} + C_3 \cdot a_{411} + C_{13} \cdot a_{511} + C_9 \cdot a_{611} + C_{15} \cdot a_{711} - C_{11} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 139/144 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot (-139/144) + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot (-161/18) - 88396 = 107861/72$$

$$\Delta_{12} = C_4 \cdot a_{112} + C_2 \cdot a_{212} + C_{12} \cdot a_{312} + C_3 \cdot a_{412} + C_{13} \cdot a_{512} + C_9 \cdot a_{612} + C_{15} \cdot a_{712} - C_{12} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 1 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 96290 = 0$$

$$\Delta_{13} = C_4 \cdot a_{113} + C_2 \cdot a_{213} + C_{12} \cdot a_{313} + C_3 \cdot a_{413} + C_{13} \cdot a_{513} + C_9 \cdot a_{613} + C_{15} \cdot a_{713} - C_{13} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 0$$

$$\Delta_{14} = C_4 \cdot a_{114} + C_2 \cdot a_{214} + C_{12} \cdot a_{314} + C_3 \cdot a_{414} + C_{13} \cdot a_{514} + C_9 \cdot a_{614} + C_{15} \cdot a_{714} - C_{14} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot (-1/2016) + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1/2016 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 17/36 - 0 = 3313/1008$$

$$\Delta_{15} = C_4 \cdot a_{115} + C_2 \cdot a_{215} + C_{12} \cdot a_{315} + C_3 \cdot a_{415} + C_{13} \cdot a_{515} + C_9 \cdot a_{615} + C_{15} \cdot a_{715} - C_{15} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 1 - 0 = 0$$

$$\Delta_{16} = C_4 \cdot a_{116} + C_2 \cdot a_{216} + C_{12} \cdot a_{316} + C_3 \cdot a_{416} + C_{13} \cdot a_{516} + C_9 \cdot a_{616} + C_{15} \cdot a_{716} - C_{16} = 81029 \cdot 0 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 952 - 0 = 84683$$

$$\Delta_{17} = C_4 \cdot a_{117} + C_2 \cdot a_{217} + C_{12} \cdot a_{317} + C_3 \cdot a_{417} + C_{13} \cdot a_{517} + C_9 \cdot a_{617} + C_{15} \cdot a_{717} - C_{17} = 81029 \cdot 1 + 78057 \cdot 0 + 96290 \cdot 0 + 84683 \cdot 0 + 0 \cdot 2338 + 86127 \cdot 0 + 0 \cdot 0 - 0 = 81029$$

