

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПЛОСКОЇ СТАТИЧНО ВИЗНАЧУВАНОЇ ФЕРМИ

Методичні вказівки й індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічних робіт
з дисципліни «Основи теорії споруд»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності G17 «Архітектура та містобудування»
освітньої програма «Архітектура та містобудування»

Київ 2026

УДК 624.041.1

C78

Укладачі: С.В. Мицюк, канд. техн. наук, доцент;

А.А. Козак, канд. техн. наук, доцент;

О.В. Максим'юк, доктор філософії, доцент

Рецензент О.О. Шкриль, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск П.П. Лізунов, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки,
протокол № 5 від 19 лютого 2026 року.*

Статичний розрахунок плоскої статично визначуваної ферми
C78 [електронний ресурс] : методичні вказівки й індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Основи
теорії споруд» / уклад.: С.В. Мицюк, А.А. Козак, О.В. Максим'юк. –
Київ : КНУБА, 2026. – 48 с.

Розглянуто короткі теоретичні відомості, необхідні для
розрахунку статично визначуваних крокв'яної ферми. Детально
описаний склад роботи з необхідними теоретичними даними.
Наведено розрахункові схеми стержневих систем та зміст
розрахунково-графічних робіт.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) ступеня
вищої освіти спеціальності G17 «Архітектура та містобудування»
освітньої програми «Архітектура та містобудування».

© КНУБА, 2026

ЗМІСТ

Загальні положення	4
Короткі теоретичні відомості	5
Зразок оформлення титульної сторінки	10
Приклад виконання розрахунково-графічної роботи	11
Індивідуальні завдання	17
Список літератури	47

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Основи теорії споруд є ключовою дисципліною в підготовці фахівців будівельної галузі. Ця наука вивчає методики розрахунку будівельних конструкцій, забезпечуючи їх міцність, стійкість та жорсткість. Спираючись на попередні знання з вищої математики, фізики, теоретичної механіки та опору матеріалів, будівельна механіка дає студентам інструменти для аналізу статичних і динамічних навантажень на споруди. Отримані знання та навички з цієї дисципліни є основою для подальшого вивчення будівельних конструкцій, а також для виконання курсових і дипломних проєктів.

Для ефективного засвоєння матеріалу студентам необхідно не лише вивчати теорію, а й виконувати самостійні розрахунково-графічні роботи (РГР). Однією з таких робіт є розрахунок ферми аналітичним та графічними методами. Ця методична вказівка надає необхідні роз'яснення та підтримку для здобувачів спеціальності G17 «Архітектура та містобудування» освітньої програми «Архітектура та містобудування» при виконанні цієї РГР. Перед початком роботи рекомендується ознайомитися з теоретичними матеріалами, поданими в рекомендованих підручниках і посібниках.

Розрахунково-графічну роботу слід виконувати на аркушах формату А4, використовуючи лише одну сторону. Графічне розв'язання задачі виконувати на аркуші формату А3. Першою сторінкою має бути титульний аркуш. Готові аркуші разом із завданням, виданим викладачем, необхідно охайно скріпити. Робота повинна бути виконана акуратно та містити всі необхідні креслення та формули.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основи теорії. Поняття та класифікація ферм

Ферма — це геометрично незмінна стрижнева система, яка складається з прямолінійних елементів (стрижнів), з'єднаних між собою у вузлах. Ключова особливість ферми полягає в тому, що всі стрижні в ній відчують лише осьові зусилля, тобто працюють тільки на розтяг або стиск, без згину. Це досягається завдяки шарнірному з'єднанню стрижнів у вузлах. Така конструкція дозволяє максимально ефективно використовувати міцність матеріалу, що робить ферми ідеальним рішенням для перекриття великих прольотів із мінімальними витратами металу чи дерева.

Головним елементом будь-якої ферми є трикутник. Це єдина плоска фігура, яка зберігає свою форму при шарнірному з'єднанні вершин. Саме тому ферменні системи будуються на основі трикутних осередків. При цьому така конструкція є геометрично незмінною, тобто не змінює форму під дією зовнішніх навантажень, зберігаючи свою просторову конфігурацію.

Елементи ферм

Вузли: точки, де з'єднуються стрижні. У розрахунках вони ідеалізуються до шарнірів, що не передають моменти (рис. 1).

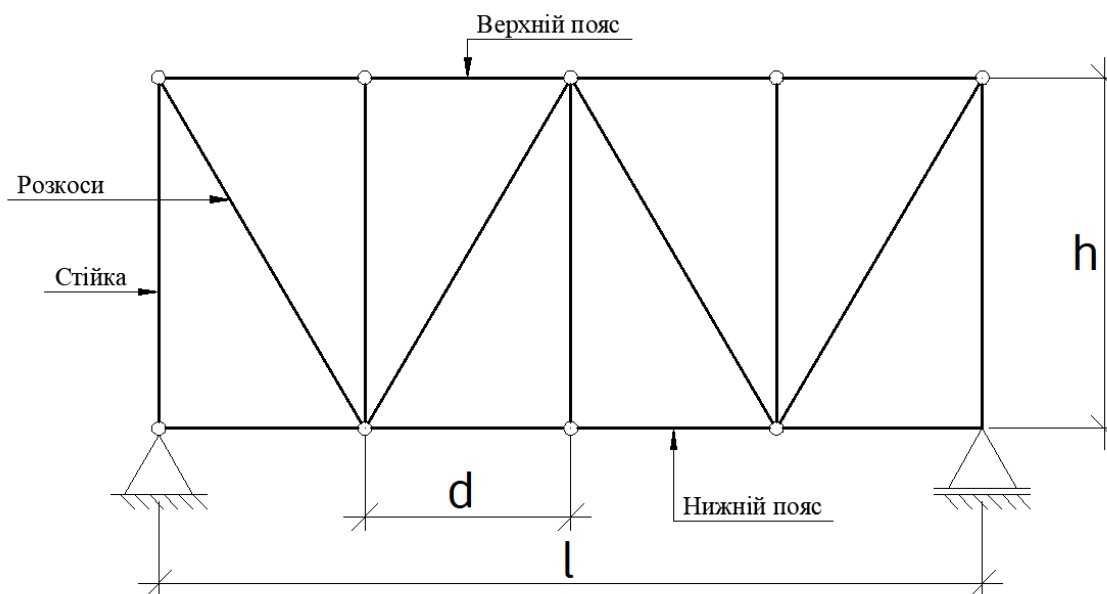


Рис.1:

l — довжина основного прольоту; h — висота ферми (відстань між поясами);
 d — довжина окремої панелі між вузлами

Стрижні: елементи, які працюють на розтяг (додатне зусилля, стрижень подовжується) або стиск (від'ємне зусилля, стрижень коротшає) (рис. 1).

Пояси: стрижні, що формують верхній і нижній контури ферми. Верхній пояс, як правило, стиснутий, а нижній — розтягнутий (рис. 1).

Решітка: внутрішні стрижні, що з'єднують пояси. Вони поділяються на стійки (вертикальні) та розкоси (похилі) (рис. 1).

Плоска ферма — це така, де всі елементи розташовані в одній геометричній площині.

Розрахунок зусиль у стрижнях під впливом статичного навантаження

Етапи аналізу плоскої ферми при сталому навантаженні:

- Обчислення опорних реакцій: Застосовуються основні рівняння статyki:

$\sum X = 0 \rightarrow$ визначається горизонтальна реакція в точці А: $H_A = 0$ (за наявності лише вертикальних навантажень).

$\sum M_B = 0 \rightarrow$ дозволяє знайти вертикальну реакцію у точці А (V_A).

$\sum M_A = 0 \rightarrow$ визначається вертикальна реакція у точці В (V_B).

- Після обчислення проводиться перевірка правильності за рівнянням $\sum Y = 0$.

Визначення зусиль у окремих елементах ферми. Для цього застосовуються методи:

- вирізання окремих вузлів;
- метод перерізів.
- метод моментної точки

Принцип методу перерізів

Метод перерізів — це ефективний інструмент, коли потрібно знайти зусилля лише в декількох конкретних стрижнях, не розраховуючи всю ферму.

Алгоритм:

Визначення опорних реакцій.

Проведення перерізу. Ферма уявно розрізається січною площиною, яка поділяє її на дві частини (рис. 2, перетинає не більше трьох стрижнів).

Аналіз відсіченої частини. Обираємо одну з відсічених частин і розглядаємо її як самостійне тіло, що перебуває в рівновазі.

Складання та розв'язання рівнянь. Для цієї частини складаємо три рівняння рівноваги: $\sum F_x=0$, $\sum F_y=0$, $\sum M_z=0$.

Застосування рівняння моментів. Для знаходження зусилля в одному зі стрижнів найзручніше скласти рівняння моментів відносно точки, де перетинаються два інші невідомі стрижні. Це дозволяє відразу знайти одне невідоме зусилля.

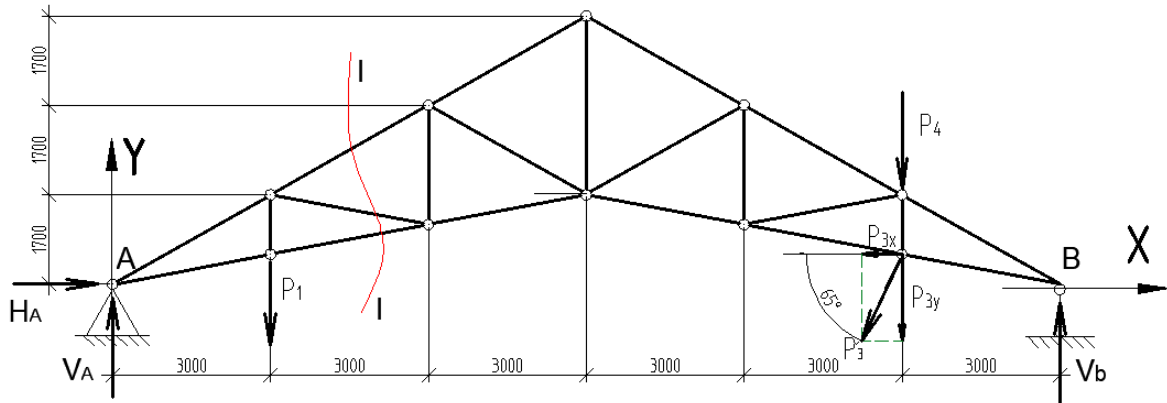


Рис. 2

- січна площина має проходити через ті стрижні, у яких потрібно визначити зусилля;
- зазвичай січення проводиться через три стрижні. Якщо необхідно, можливо розрізати більше, але за умови, що всі перетнуті елементи, крім шуканого, перетинаються в одній точці.

Метод моментної точки

Цей метод ґрунтується на тому, що кожен вузол ферми перебуває в рівновазі під дією всіх прикладених до нього сил. Він підходить для повного розрахунку ферми.

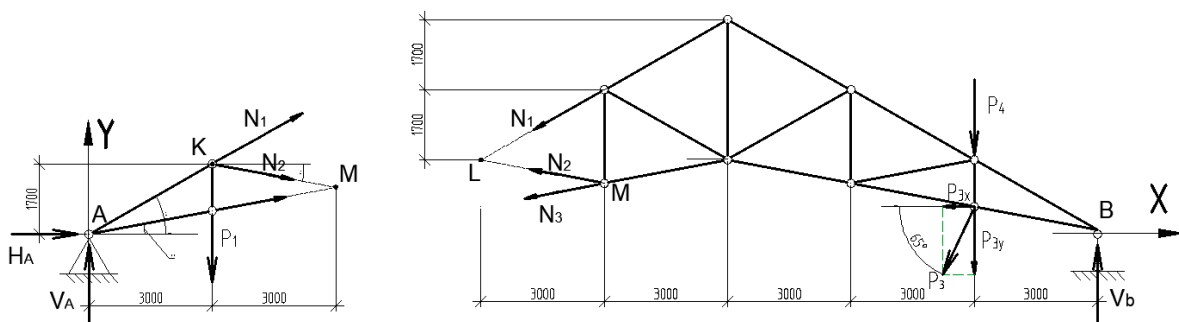


Рис. 3

Щоб визначити внутрішнє зусилля в елементі ферми за допомогою методу моментної точки, необхідно розглядати одну з частин ферми після її умовного розрізу (рис. 3). При цьому з рівнянь рівноваги потрібно

виключити два інші зусилля. Ці зусилля повинні перетинатися в одній точці, яку називають моментною точкою (рис. 3, точка М).

Метод вирізання вузлів

У випадках, коли неможливо провести розріз через стрижень ферми згідно з вимогами методу перерізів, найчастіше застосовується метод вирізання вузлів. Із двох вузлів, що обмежують шуканий стрижень, обирають той, який з'єднаний з найменшою кількістю інших стрижнів. Після цього аналізують умови рівноваги вирізаного вузла, складаючи рівняння для проєкцій сил на горизонтальну та вертикальну осі.

Нульові стрижні

Стрижень з нульовим зусиллям у фермі — це елемент конструкції, який не зазнає навантажень розтягування чи стиснення за певної схеми зовнішніх сил. Хоча такі стрижні не несуть силового навантаження, їх часто включають у конструкцію для забезпечення жорсткості та запобігання вигину довших елементів

Виявити такі елементи можна, використовуючи прості правила, що ґрунтуються на аналізі вузлів. Застосовуйте їх, щоб спростити розрахунки ферми.

Лема 1. Вузол із двома елементами без зовнішнього навантаження.

Якщо у вузлі сходяться два стрижні і на вузол не діє жодна зовнішня сила, то обидва стрижні вважаються нульовими. Це легко довести, аналізуючи рівновагу сил у вузлі (рис. 4).

$$N_1 = N_2 = 0$$

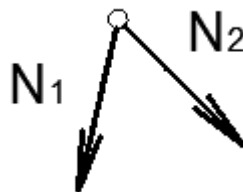


Рис. 4

Лема 2. Вузол із трьома елементами

Якщо у вузол входять три стрижні, два з яких розташовані на одній прямій, а третій відхилений від неї, і при цьому на вузол не діє зовнішнє навантаження, то відхилений стрижень є нульовим. Цей факт

підтверджується, якщо розглянути проєкції сил на вісь, перпендикулярну двом прямолінійним стрижням.

$$N_1 = N_3, N_2 = 0$$

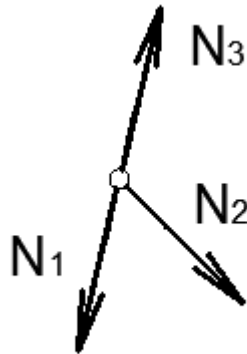


Рис. 5

Лема 3. Вузол із двома елементами та зовнішньою силою

Якщо до вузла, де сходяться два стрижні, прикладена зовнішня сила, і її напрямок збігається з одним зі стрижнів, то другий стрижень є нульовим. Рівняння проєкцій сил на вісь, перпендикулярну до лінії дії зовнішньої сили, покаже, що зусилля в другому стрижні дорівнює нулю.

$$N_1 = 0, N_2 = P$$

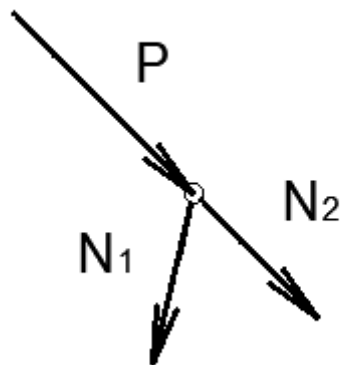


Рис. 6

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра будівельної механіки

Розрахунково-графічна робота
з дисципліни
«ОСНОВИ ТЕОРІЇ СПОРУД»
«РОЗРАХУНОК ПЛОСКОЇ ФЕРМИ »

Виконав здобувач Група (шифр групи)
(Прізвище ім'я та по батькові студента)
Перевірів(посада, прізвище та ініціали
викладача)

Київ202_ –202_н.р.

ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Розрахунок ферми

Маємо таку ферму (рис. 7). З такими даними: $P_1 = 12kN$, $P_2 = 16kN$, $P_3 = 9kN$. Потрібно виконати кінематичний аналіз, визначити реакції опор, та в позначених стрижнях обчислити реакції і порівняти їх знайденими по діаграмі Максвела-Кремона. Результати звести в таблицю.

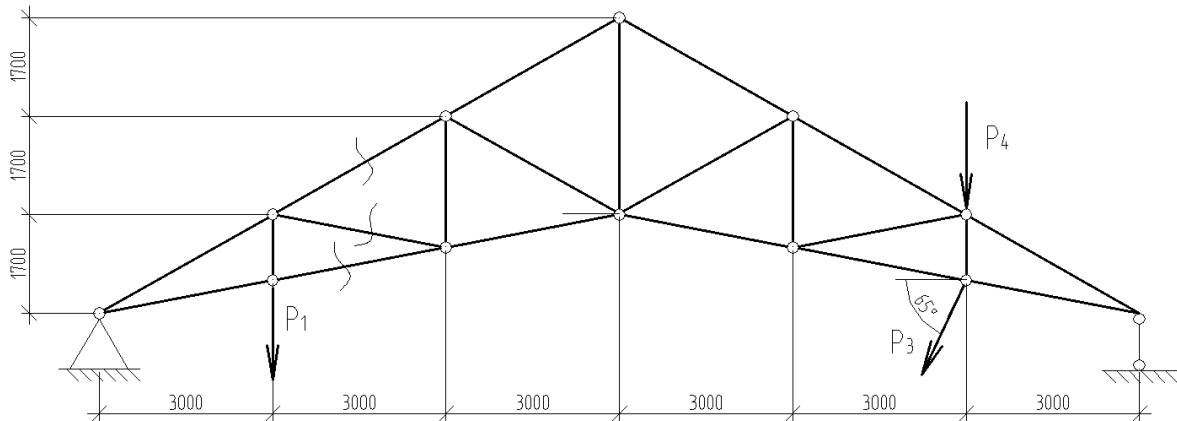


Рис. 7

Кінематичний аналіз

кількісний аналіз

Позначаємо на фермі вузли, шарніри, в'язі і т.п. (рис. 8).

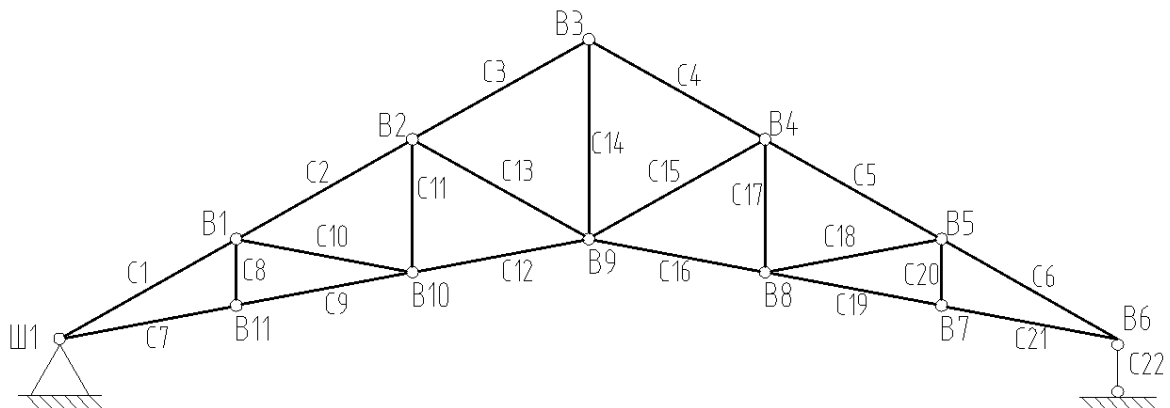


Рис. 8

$$n = 3Д + 2В - 3П - 2Ш - С - 3 = 3 \times 1 + 2 \times 12 - 3 \times 0 - 2 \times 0 - 24 - 3 = 0$$

Система є статично визначуваною і може бути геометрично незмінюваною

якісний аналіз

$\frac{C1+B8}{C7,C8} = ДІ$ Спосіб Діад Подальше приєднання вузлів здійснюється за способом діад

$$\frac{D1+D1}{c22,III1} = DII \text{ Спосіб Полонсо.}$$

Висновок: система геометрично незмінювана, статично визначувана.

2. Визначення опорних реакцій.

Позначаємо реакції опор рис. 9

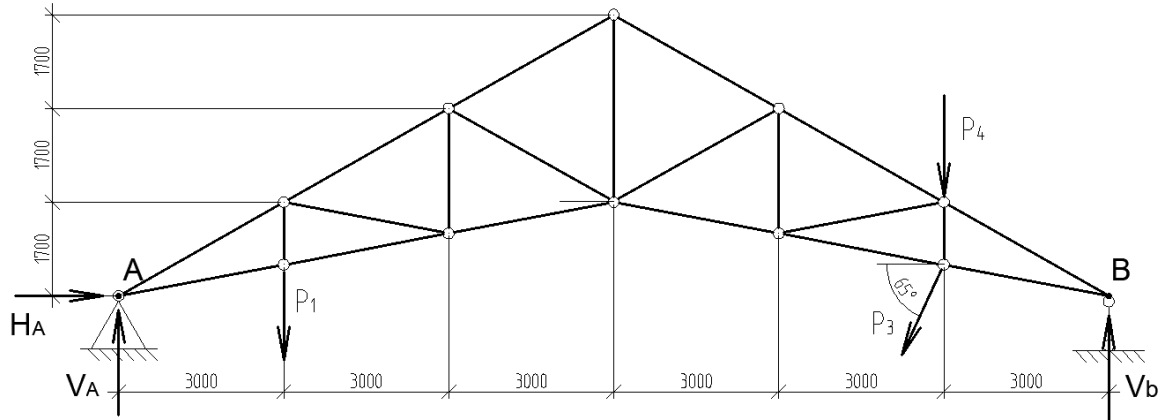


Рис. 9

Далі записуємо значення проекцію сили P_3 на осі x та y

$$P_{3x} = P_3 \times \cos 65^\circ = 16 \times 0.423 = 6.76 \text{ кН}$$

$$P_{3y} = P_3 \times \sin 65^\circ = 16 \times 0.906 = 14.5 \text{ кН.}$$

Для знаходження опорних реакцій записуємо рівняння суми моментів відносно точки А

$$\sum M_{FiA} = 0$$

$$12 \times 3 + 9 \times 15 + 14.5 \times 15 - 18V_B - 6.76 \times 0.57 = 36 + 135 + 217.5 - 3.85 - 18V_B = 0$$

$$384.65 - 18V_B = 0$$

$$V_B = 21.37 \text{ кН.}$$

Записуємо рівняння суми моментів відносно точки В

$$\sum M_{FiB} = 0$$

$$18V_A - 12 \times 15 - 9 \times 3 - 6.76 \times 0.57 - 14.5 \times 3 = 0$$

$$18V_A - 254.35 = 0$$

$$V_A = 14.13 \text{ кН.}$$

Записуємо рівняння суми проєкцій на вісь x

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$H_A - 6.76 = 0$$

$$H_A = 6.76 \text{ кН.}$$

Перевірка.

Для перевірки складаємо рівняння проекцій всіх сил на вісь y

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$14.13 - 12 - 9 - 14.5 + 21.37 = 0$$

$$-21.37 + 21.37 = 0$$

Як бачимо перевірка сходиться.

$$0 = 0$$

Аналітичний розв'язок визначення зусиль в позначених стрижнях

Для визначення реакцій в позначених стрижнях спочатку виконаємо розріз див. рис. 10. Розріз виконуємо розрізаючи не більше трьох стрижнів.

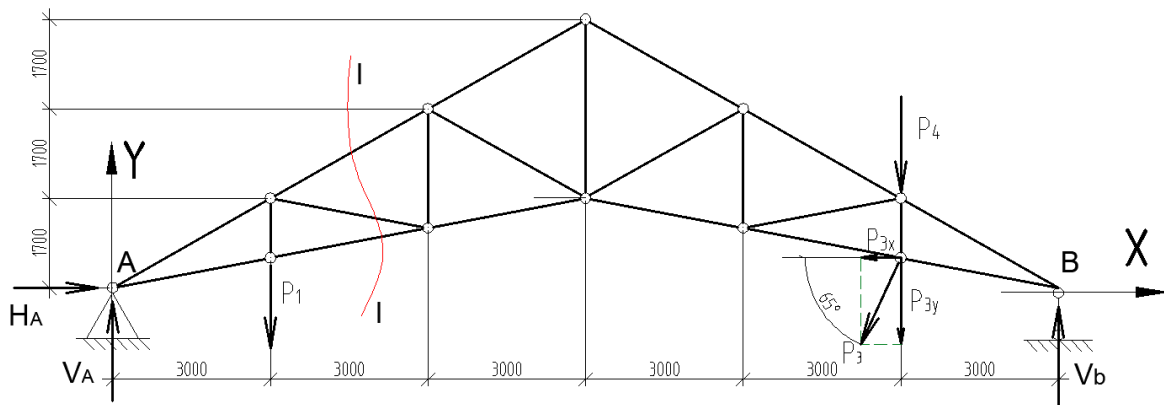


Рис.10

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{1.7}{3} = 0.5667 \phi = 29.54^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0.57}{3} = 0.1888 \beta = 10.69^\circ$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{0.57}{3} = 0.1888 \gamma = 10.69^\circ$$

Далі відкидаємо частину ферми і розглядаємо одну із них, в нашому випадку це ліва частина (рис. 11).

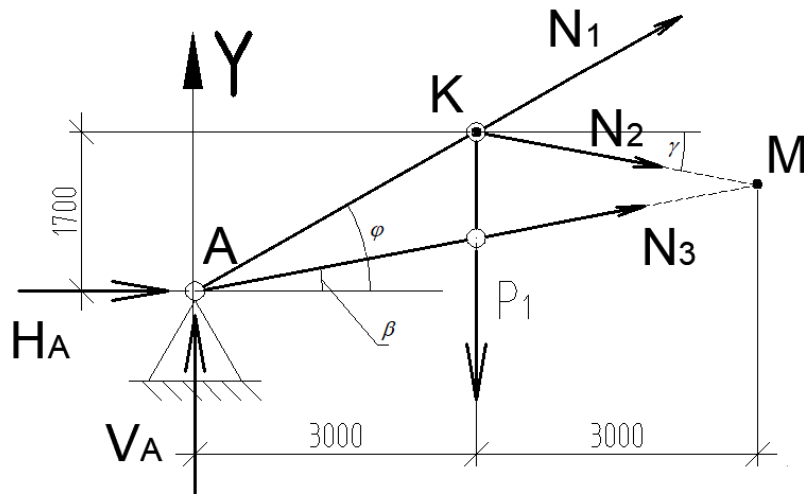


Рис.11

Після цього запишемо рівняння сума моментів відносно точки К

$$\sum M_{FiK} = 0$$

$$14.3 \times 3 - 6.76 \times 1.7 - N_3 \times \cos \beta \times 1.133 = 0$$

$$N_3 = \frac{14.3 \times 3 - 6.76 \times 1.7}{0.9826 \times 1.133}$$

$$N_3 = 27.59 \text{ кН.}$$

Запишемо рівняння сума моментів відносно точки М

$$\sum M_{FiM} = 0$$

$$14.3 \times 6 - 6.76 \times 1.133 - N_1 \times \cos \phi \times 0.566 + N_1 \times \sin \phi \times 3 - 12 \times 3 = 0$$

$$N_1 = \frac{7.7 - 84.78 + 36}{1.9749}$$

$$N_1 = -20.8 \text{ кН.}$$

Запишемо рівняння сума моментів відносно точки А

$$\sum M_{FiA} = 0$$

$$-12 \times 3 + N_2 \times \sin \gamma \times 3 + N_2 \cos \gamma \times 1.7 = 0$$

$$N_2 = \frac{12.3 \times 3}{0.187 \times 3 + 0.98 \times 1.7}$$

$$N_2 = 16.17 \text{ кН.}$$

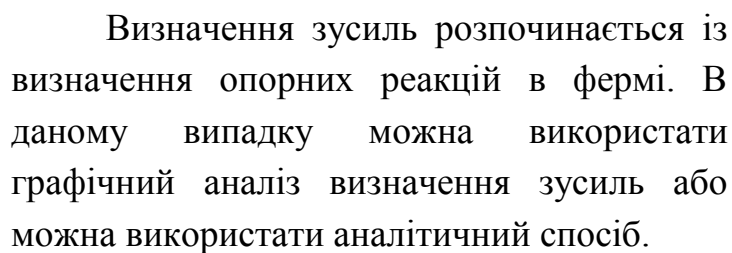


Рис.12

При цьому початок і кінець сили досить зручно позначити буквами, які відповідають назві області які при обході контуру лежать ліворуч і праворуч від сили (наприклад сила « $P_4=9$ » буде позначатись **I-II**).

Наступний крок після побудови силового багатогранника ми до нього послідовно для всіх вузлів ферми починаючи з вузла де сходиться менша кількість невідомих будуємо силові багатогранники (рис. 13).



Наприклад для вузла А, задані сили **I1** та **V1** зображені на силовому багатограннику. Від точки **I** ми проводимо паралельну стрижню С1 лінію, а від точки **V** паралельно стрижню С7 свою лінію, перетин цих ліній і дає вершину замкнутого силового багатогранника для вузла А, назва цієї точки (перетин двох ліній буде мати – 1). Аналогічно будуються силові багатогранники для інших вузлів.

Діаграма зусиль для всієї ферми, побудована таким чином, зображена на рис. 14. Щоб знайти по діаграмі зусилля в стрижні вимірюємо лінійкою відстані, наприклад для стрижня С1 це буде відстань між точками 1 та І.

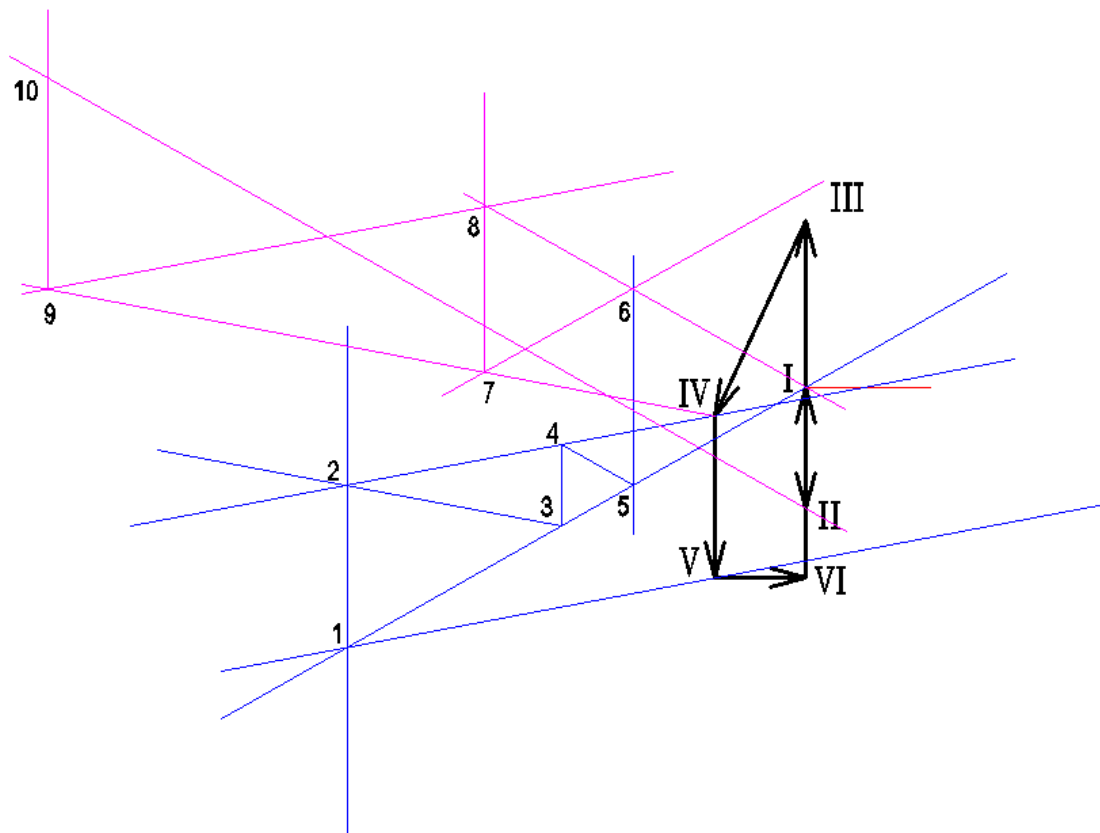


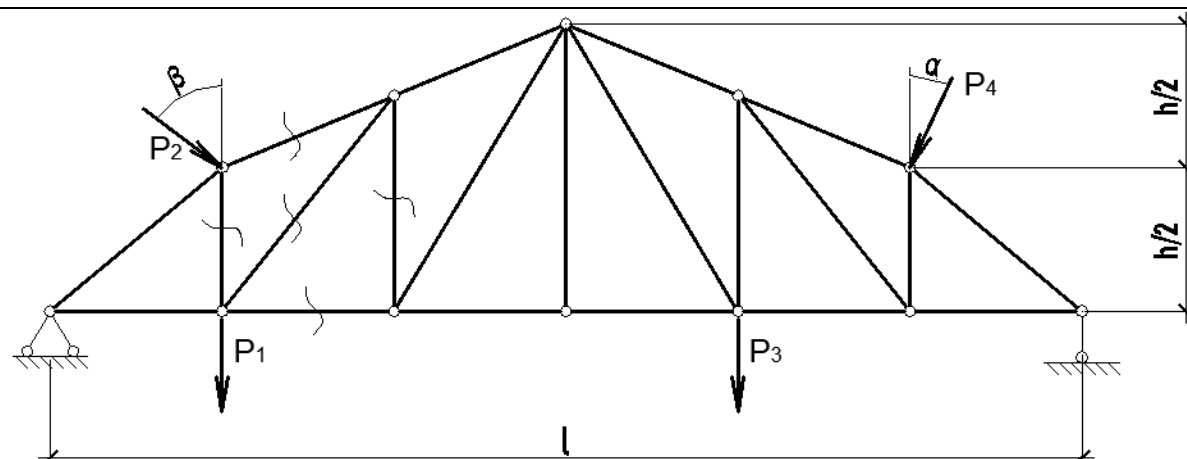
Рис.14

Отримані значення реакцій в стрижнях записуємо в порівняльну таблицю результатів

	Аналітичний	Графічний	Похибка
N_1	-20.8кН	21,2кН	1,9%
N_2	16,17кН	17кН	5,1%
N_3	27,59кН	29кН	5,1%dsf

Студент

Варіант №1



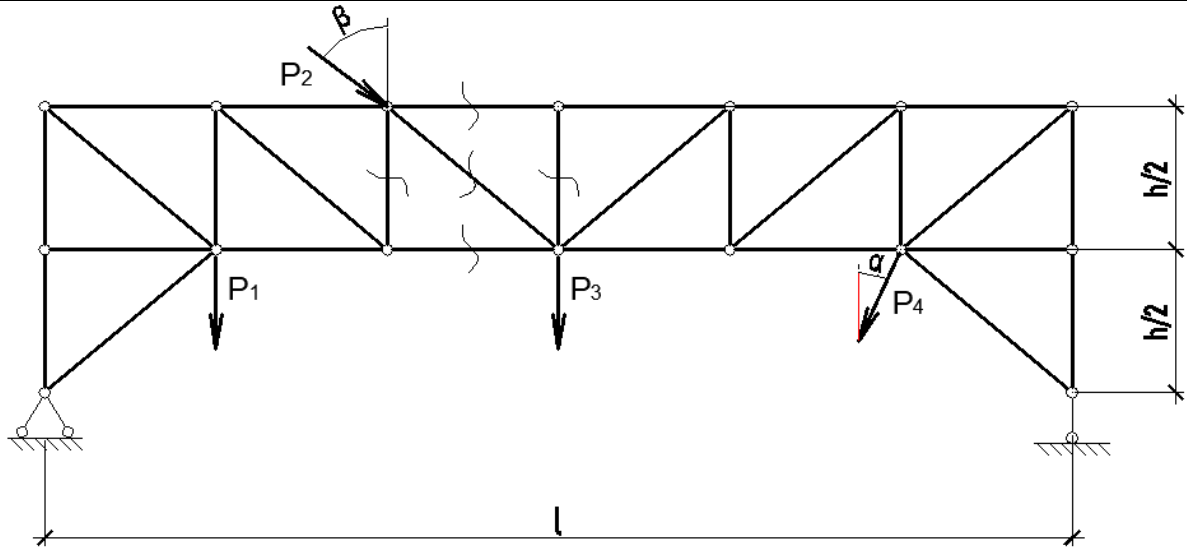
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	30	15	45	30	0	22	16	12
2	18	9	30	90	24	16	0	10
3	24	12	90	45	0	32	20	18
4	15	8	-30	20	40	36	0	16
5	12	6	0	-45	0	12	36	8

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: $P_i [\text{кН}]; l, h [\text{м}]$

Студент

Варіант №2



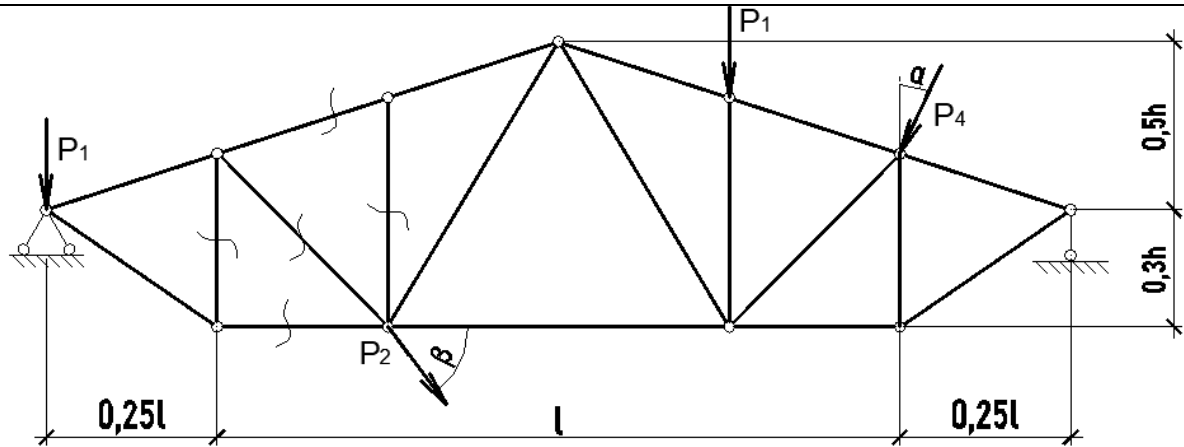
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	18	9	20	90	0	24	16	14
2	20	12	30	45	20	16	0	18
3	30	15	90	30	0	40	30	12
4	12	6	0	-20	22	36	0	14
5	9	5	-45	90	0	24	18	10

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №3



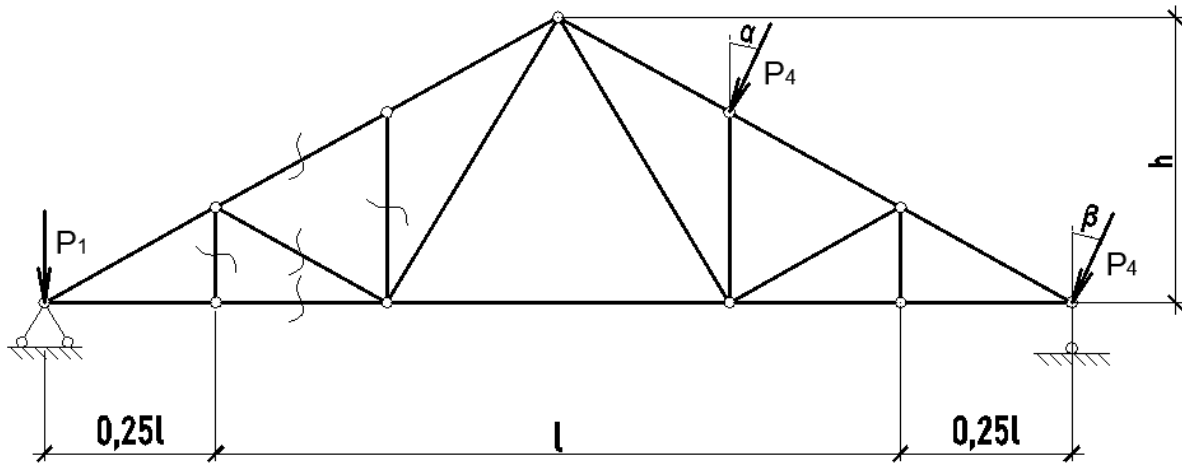
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	45	30	0	20	28	18
2	15	8	90	45	24	16	0	10
3	18	9	30	-30	0	18	22	15
4	21	9	0	90	12	16	0	22
5	24	12	-30	0	10	20	20	16

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №4



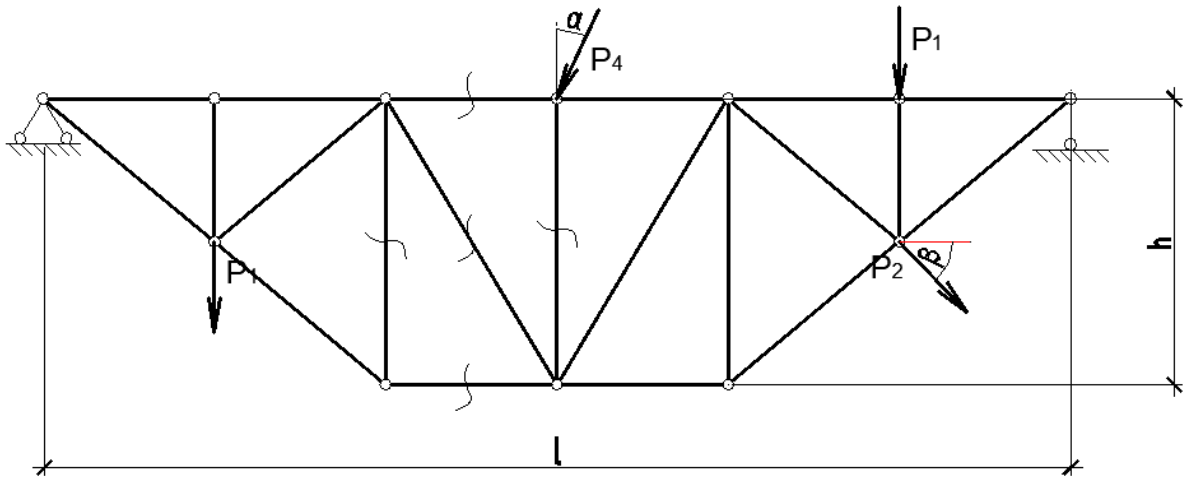
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	30	45	20	22	0	14
2	30	15	45	90	0	36	20	12
3	18	9	90	0	24	18	30	16
4	12	6	-45	90	0	24	22	20
5	9	5	0	-45	18	28	0	16

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №5



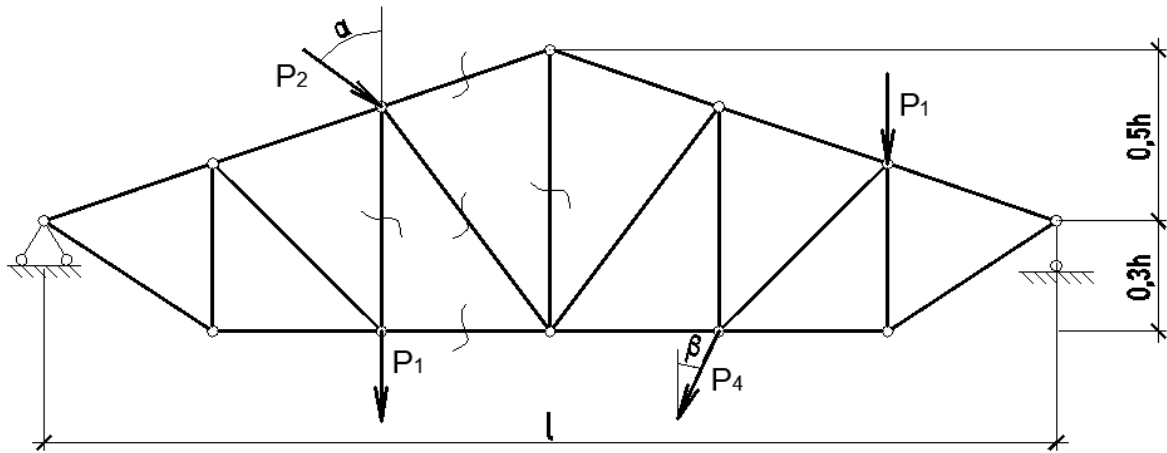
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	45	90	22	0	16	16
2	12	6	90	30	16	24	0	20
3	15	8	0	45	32	10	36	18
4	18	9	20	0	36	24	0	40
5	21	12	-30	45	12	0	18	30

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №6



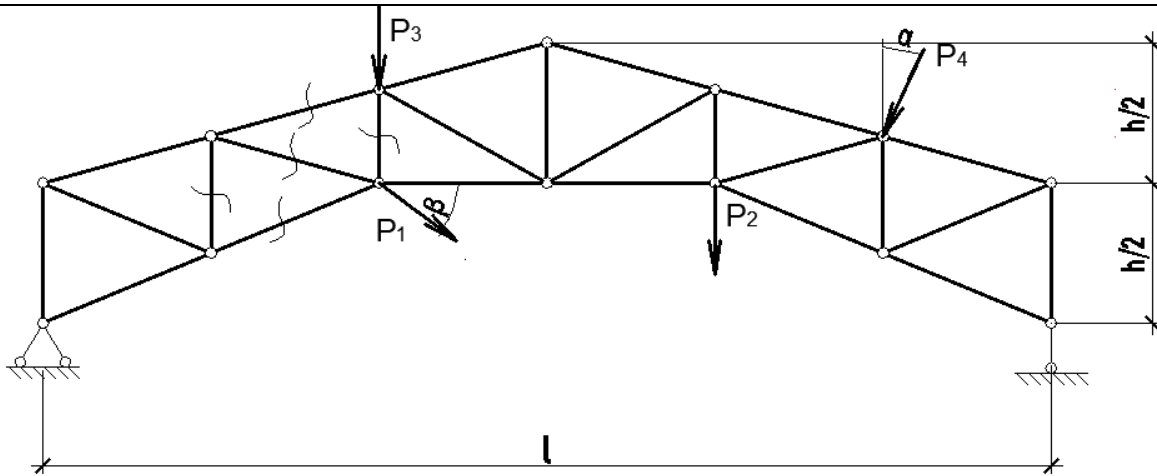
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	30	90	0	16	18	20
2	24	12	45	30	20	0	20	22
3	15	8	0	-30	0	12	40	18
4	18	9	90	20	36	0	22	28
5	30	15	-30	0	0	32	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №7



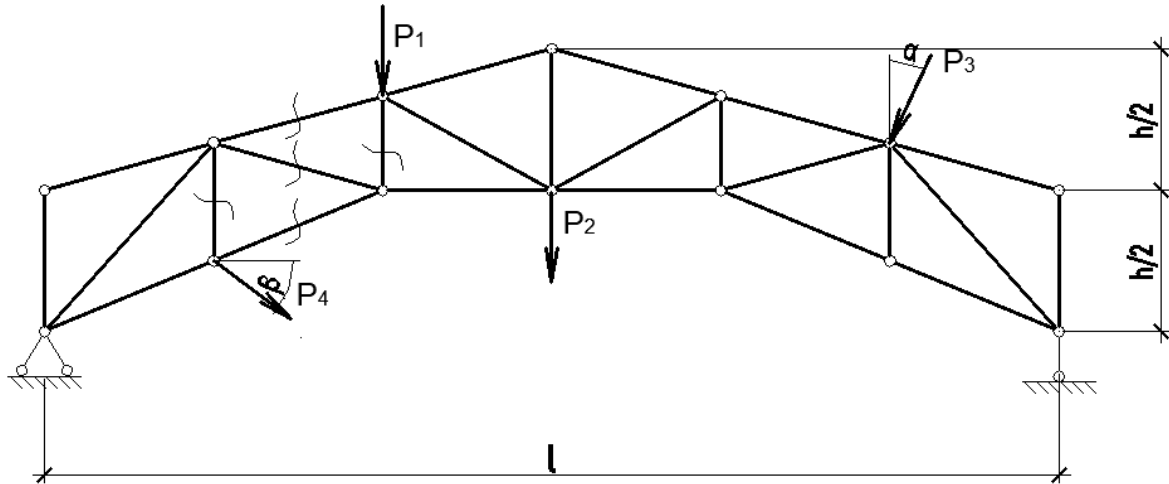
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	30	15	45	30	0	22	16	12
2	18	9	30	90	24	16	0	16
3	24	12	90	45	0	32	20	22
4	15	8	-30	20	40	36	36	18
5	12	6	-0	-45	0	12	22	10

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №8



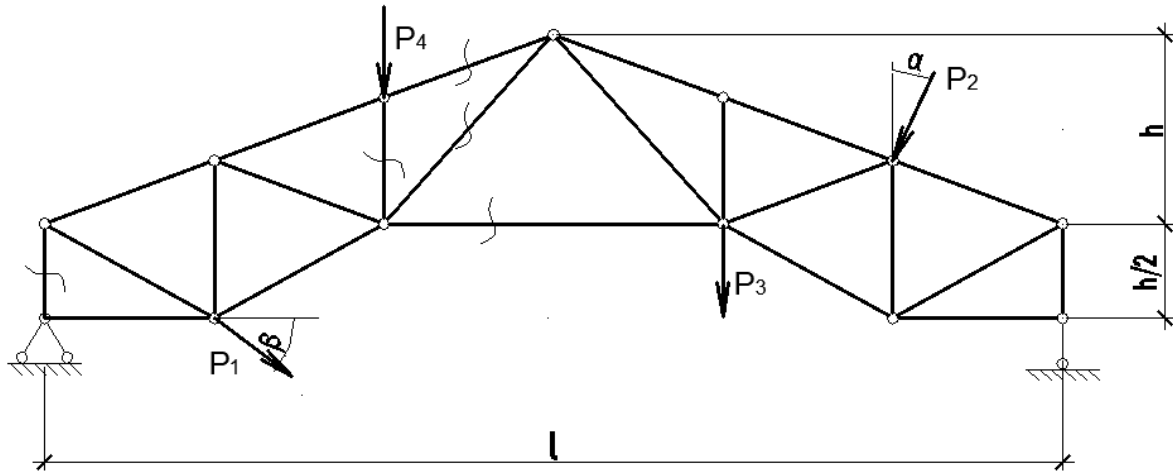
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	18	9	20	90	0	24	16	14
2	24	12	30	45	20	16	0	22
3	30	15	90	30	0	40	30	18
4	12	6	0	-20	22	36	0	24
5	9	5	-45	90	0	24	18	10

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №9



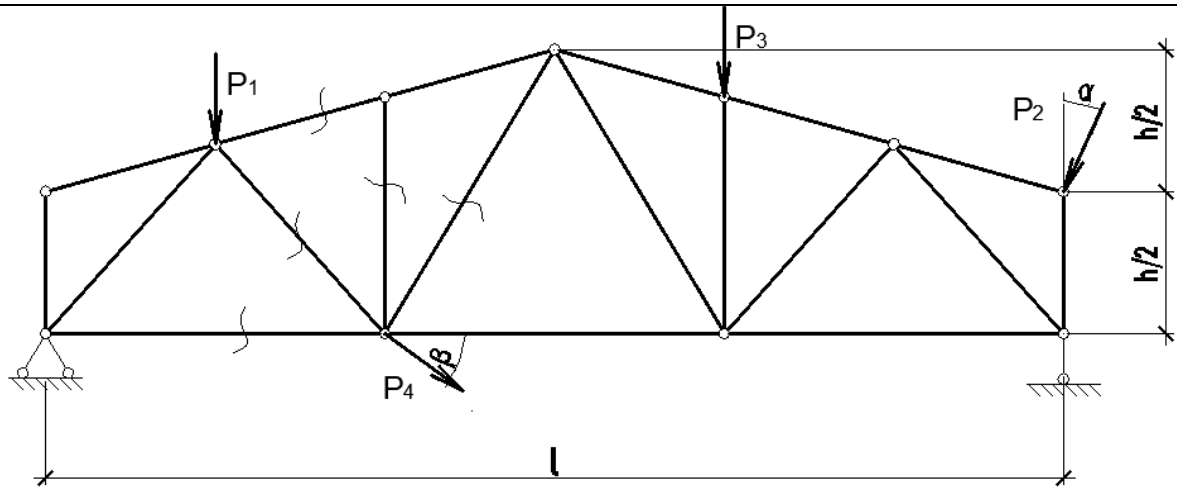
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	45	30	0	20	24	22
2	15	8	90	45	24	16	0	18
3	18	9	30	-30	0	18	22	32
4	21	9	0	90	16	16	0	24
5	24	12	-30	0	0	22	16	22

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №10



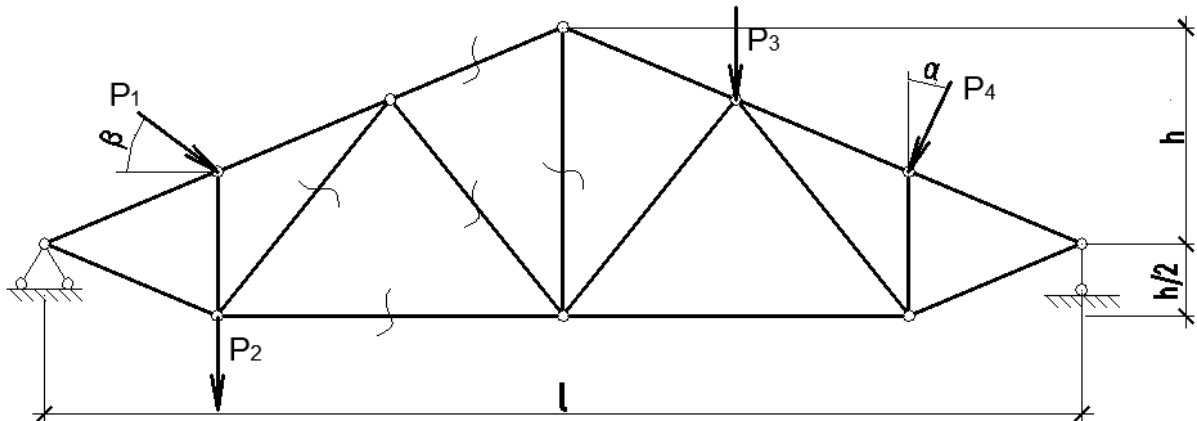
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	30	45	20	24	0	14
2	30	15	45	90	0	36	24	12
3	18	9	90	0	24	16	18	20
4	12	6	-45	90	0	22	24	18
5	9	5	0	-45	18	28	28	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №11



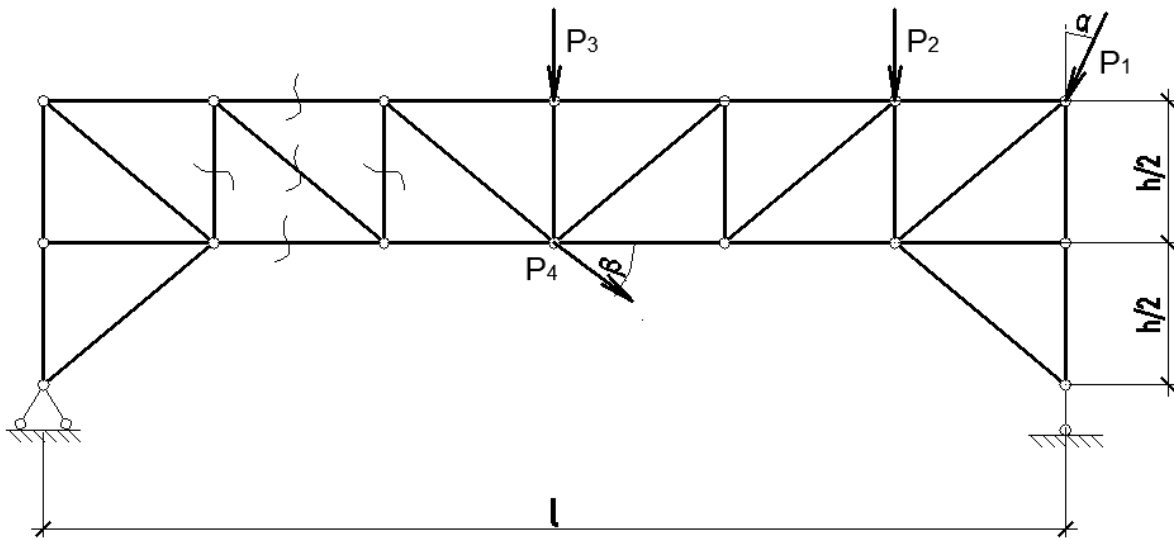
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	45	90	24	0	16	22
2	12	6	90	30	18	24	0	16
3	15	8	0	45	0	22	24	20
4	18	9	20	0	24	10	0	30
5	21	12	-30	30	22	0	18	40

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №12



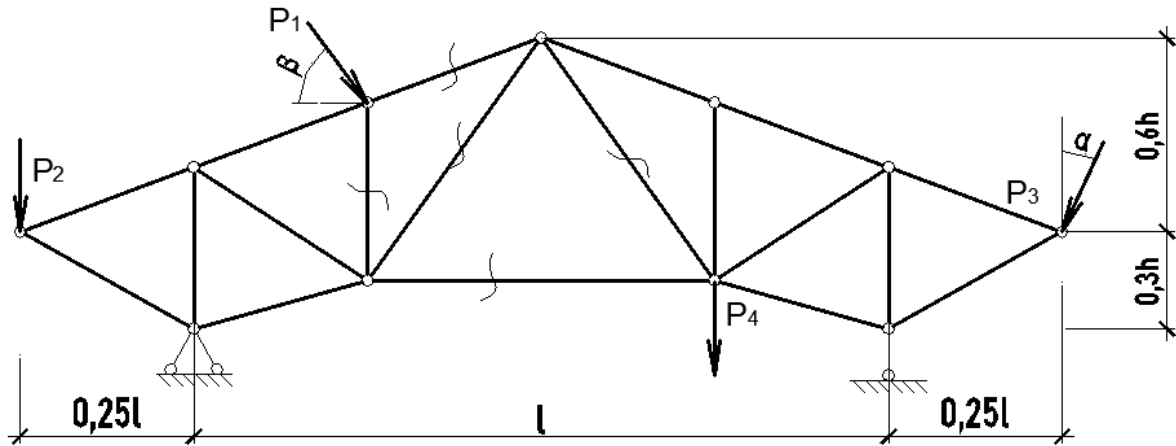
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	30	90	16	0	18	20
2	24	12	45	30	22	0	20	24
3	15	8	0	-30	16	12	0	18
4	18	9	90	20	22	0	36	28
5	30	15	-30	0	16	32	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №13



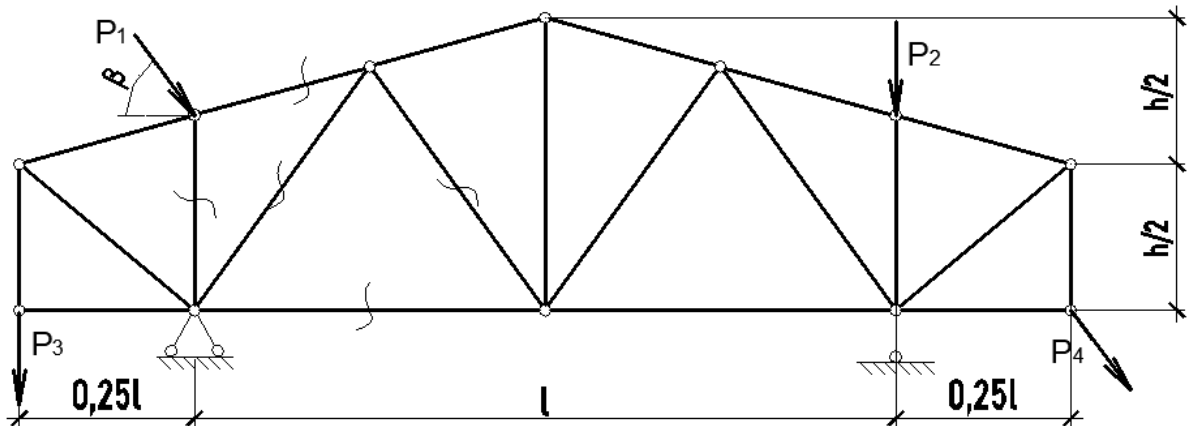
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	30	15	30	30	22	0	12	16
2	18	9	45	90	16	24	10	0
3	24	12	90	45	32	0	18	20
4	15	8	-30	20	36	40	16	0
5	12	6	0	-30	12	0	8	36

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №14



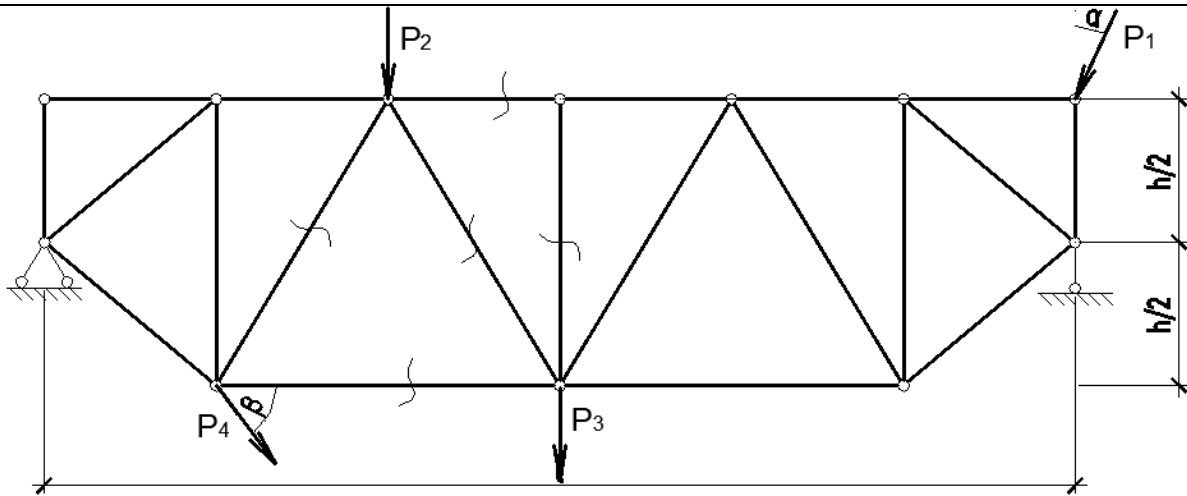
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	18	9	20	90	24	0	14	16
2	24	12	30	45	16	20	18	0
3	30	15	90	30	40	0	12	18
4	12	6	0	-20	22	36	24	0
5	9	5	-45	90	24	0	10	30

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №15



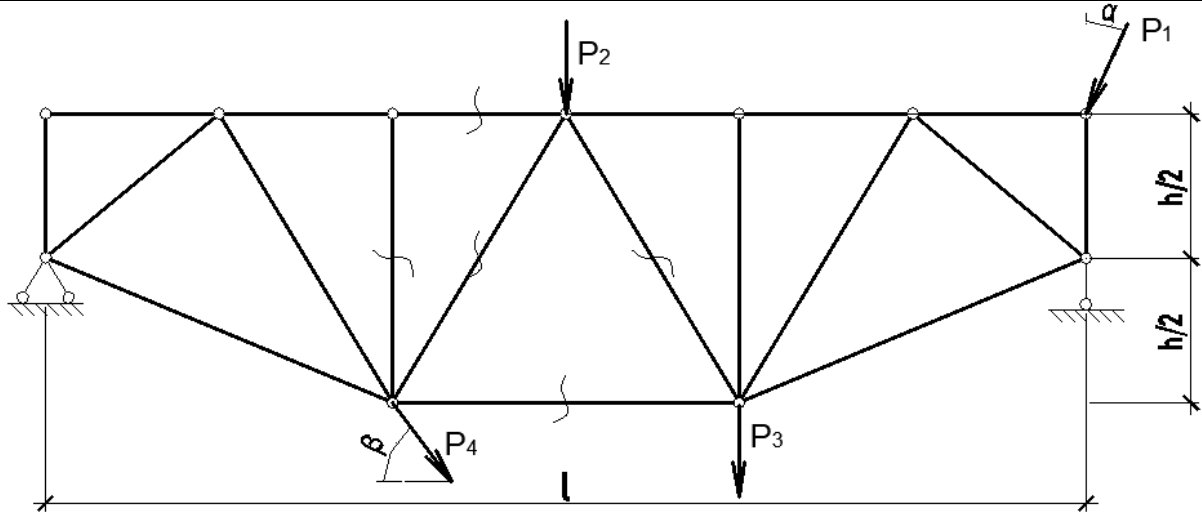
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	90	30	20	0	28	22
2	15	8	45	45	16	24	0	18
3	18	9	30	-30	18	0	24	16
4	21	9	0	90	16	12	0	22
5	24	12	-30	0	20	10	0	30

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №16



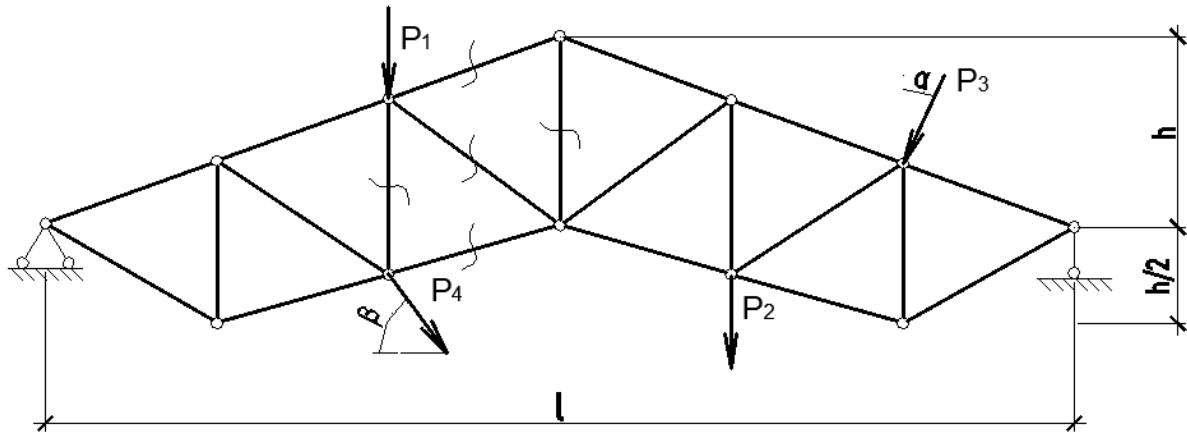
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	30	45	22	0	24	30
2	30	15	45	30	20	0	24	18
3	18	9	90	90	18	12	0	30
4	12	6	-45	-45	24	0	16	36
5	9	5	0	45	18	30	18	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №17



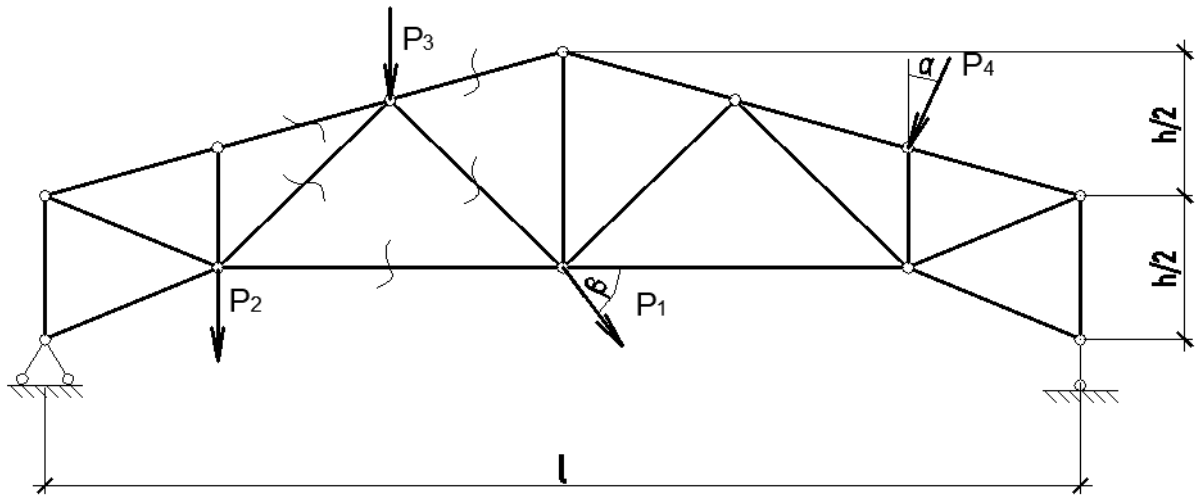
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	45	90	30	18	0	20
2	12	6	90	30	24	20	0	24
3	15	8	0	45	10	0	22	18
4	18	9	30	0	24	36	14	28
5	21	12	-30	45	0	32	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №18



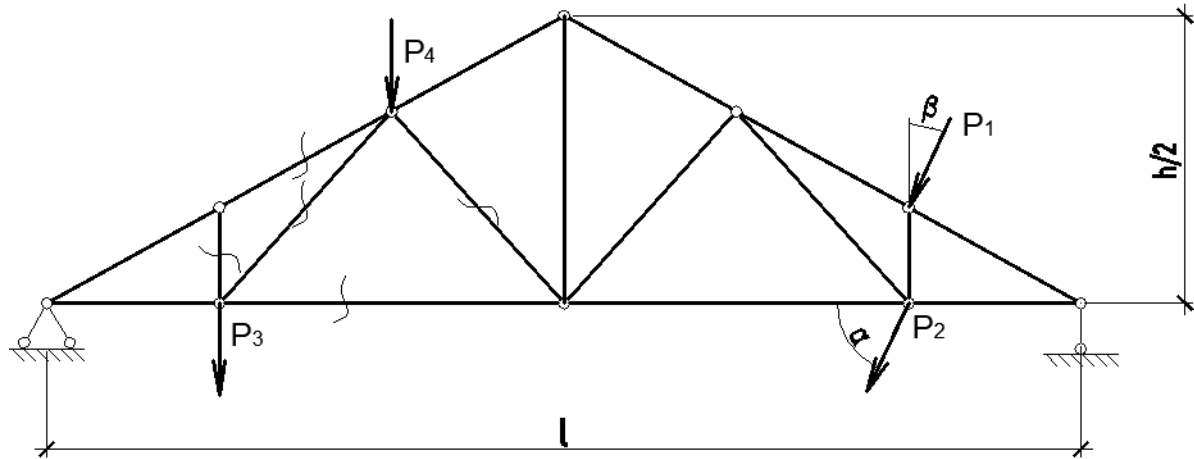
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	30	90	16	0	18	24
2	24	12	45	30	22	16	0	30
3	15	8	0	-30	16	14	0	18
4	18	9	90	20	22	0	20	28
5	30	15	-30	0	16	32	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №20



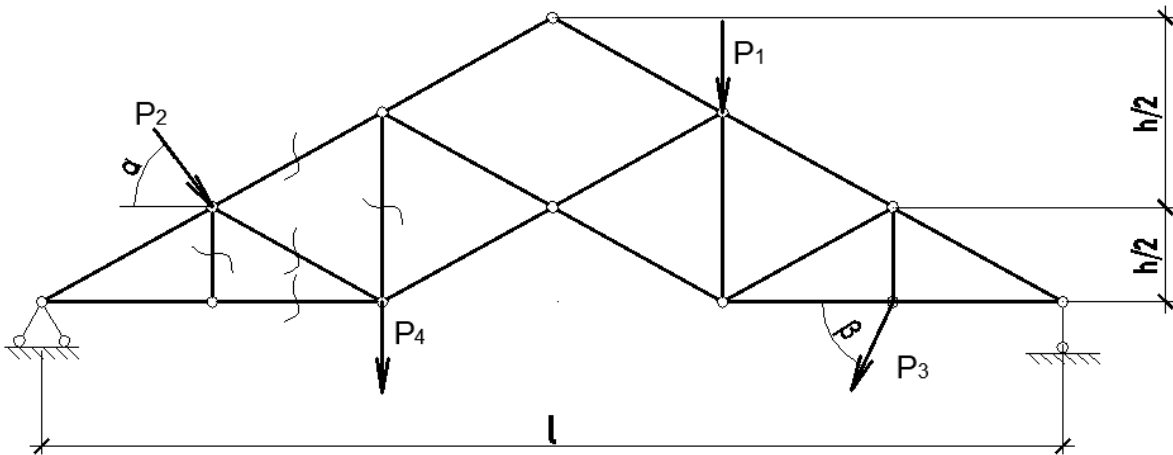
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	18	9	90	20	0	24	14	18
2	24	12	45	30	20	16	18	0
3	30	15	30	-45	32	40	12	0
4	12	6	-20	20	24	0	24	32
5	9	5	45	90	18	36	18	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №21



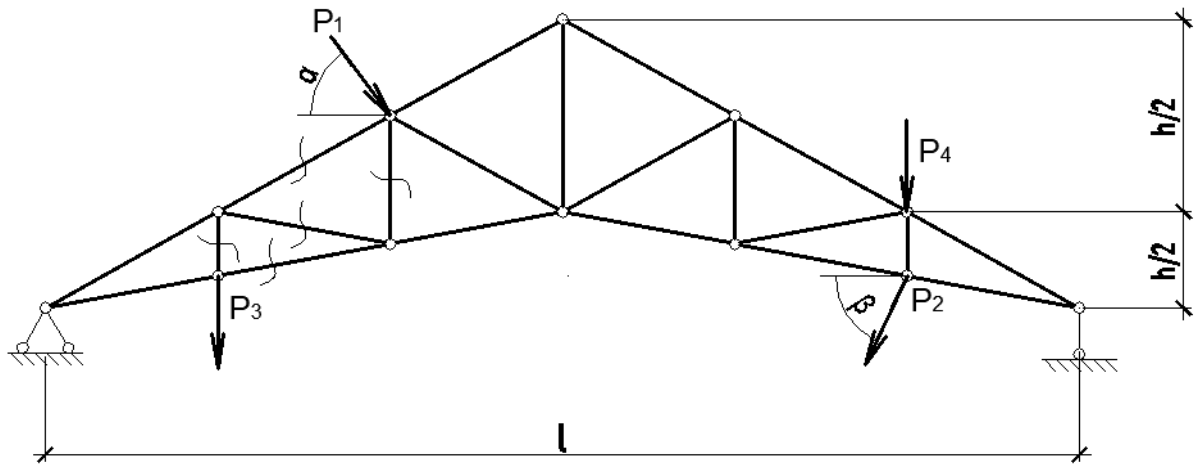
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	45	30	0	20	28	16
2	15	8	90	45	24	16	20	30
3	18	9	30	20	0	22	24	16
4	21	9	-30	90	12	24	32	0
5	24	12	0	-30	10	36	0	18

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №22



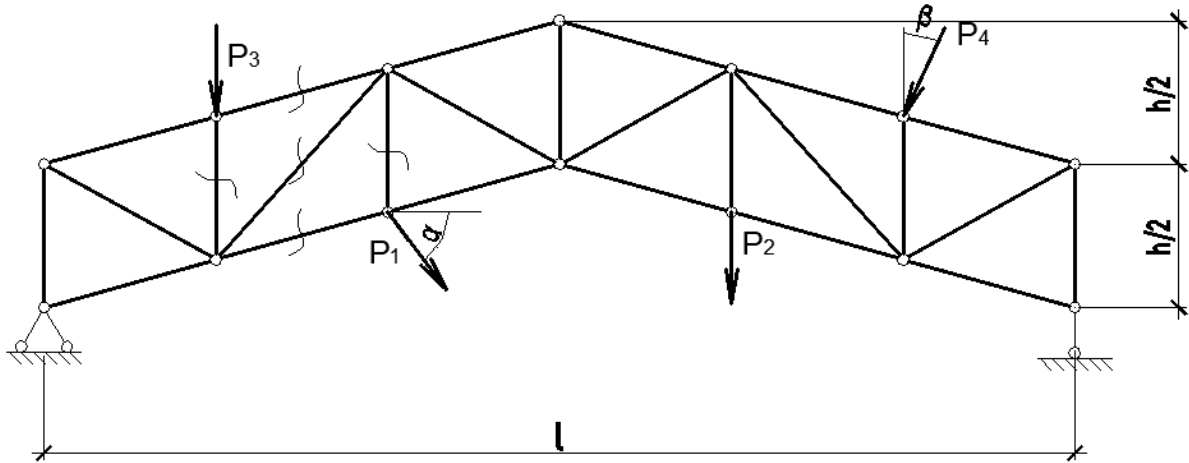
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	45	90	30	0	16	20
2	12	6	0	30	18	24	0	16
3	15	8	90	45	0	10	36	20
4	18	9	25	0	18	16	0	40
5	21	12	-20	45	20	18	16	30

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №23



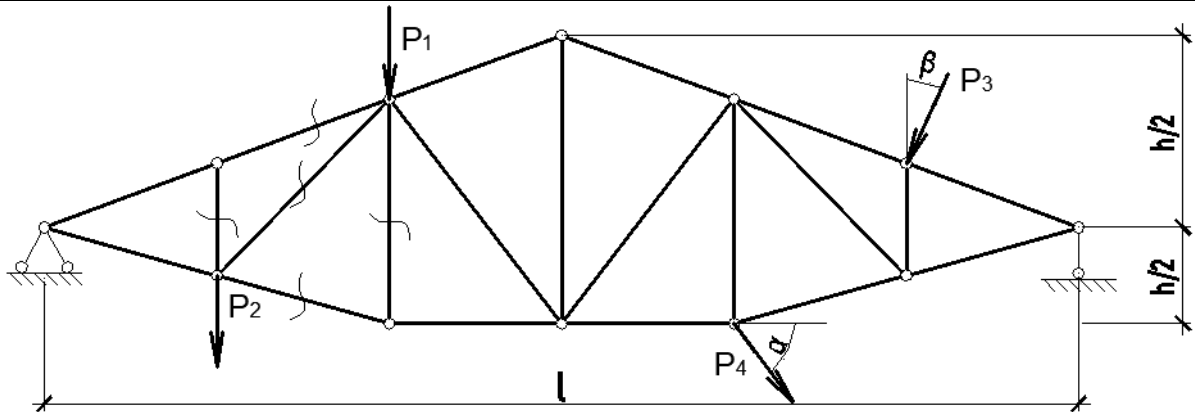
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	30	90	16	16	0	20
2	24	12	45	30	24	0	20	24
3	15	8	0	-30	0	12	24	18
4	18	9	90	20	36	0	16	28
5	30	15	-30	0	16	0	36	32

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №24



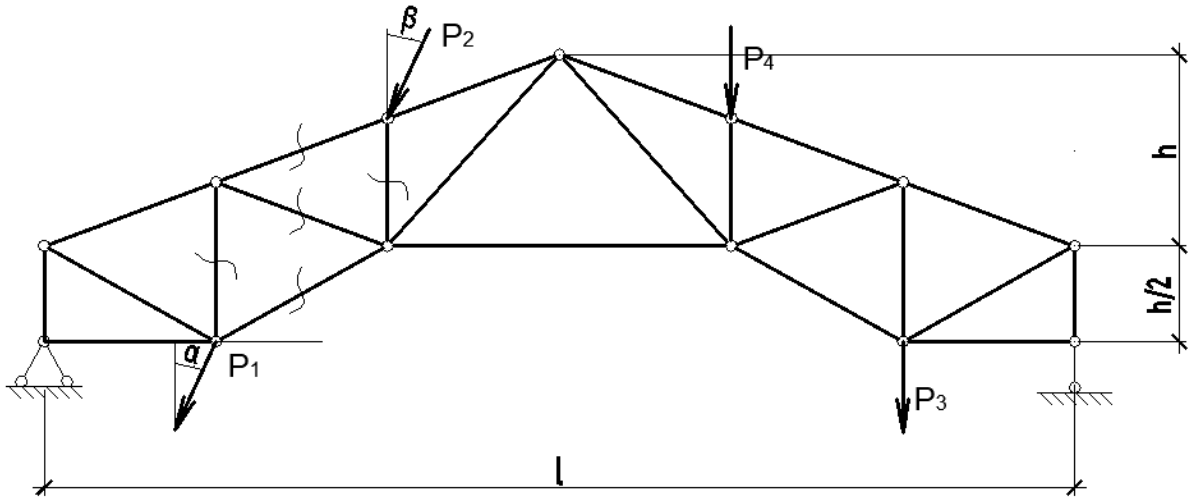
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	30	90	16	0	18	20
2	24	12	45	30	22	0	20	24
3	15	8	0	-30	16	12	0	18
4	18	9	90	20	22	0	36	28
5	30	15	-30	0	16	32	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №25



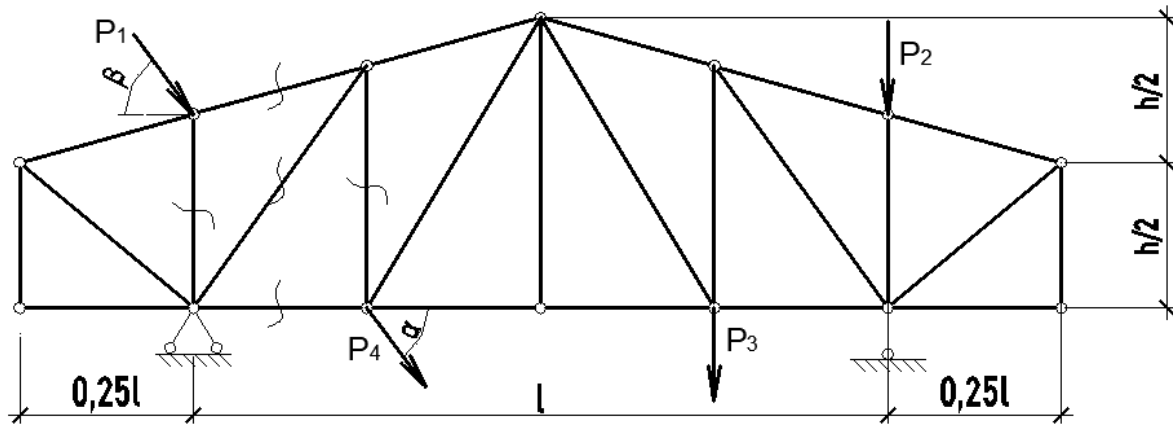
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	30	15	30	45	16	18	0	24
2	18	9	90	30	24	0	20	16
3	24	12	45	60	18	30	0	18
4	15	8	20	-30	20	0	12	24
5	12	6	-20	-45	12	20	16	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №26



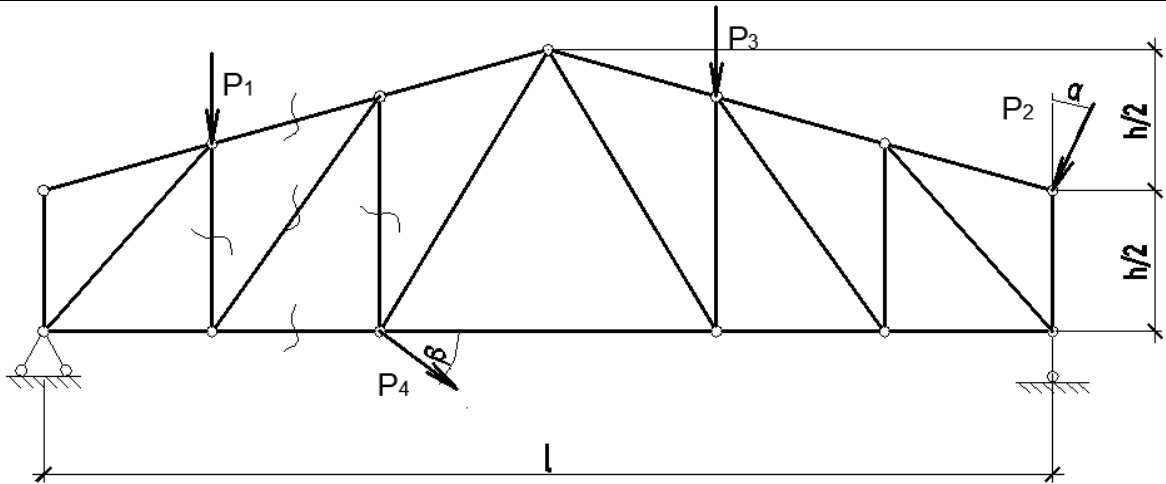
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	30	15	45	30	18	0	24	20
2	18	9	30	90	20	16	20	32
3	24	12	90	45	24	10	0	18
4	15	8	-30	20	16	8	0	28
5	32	6	0	-45	12	0	18	32

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №27



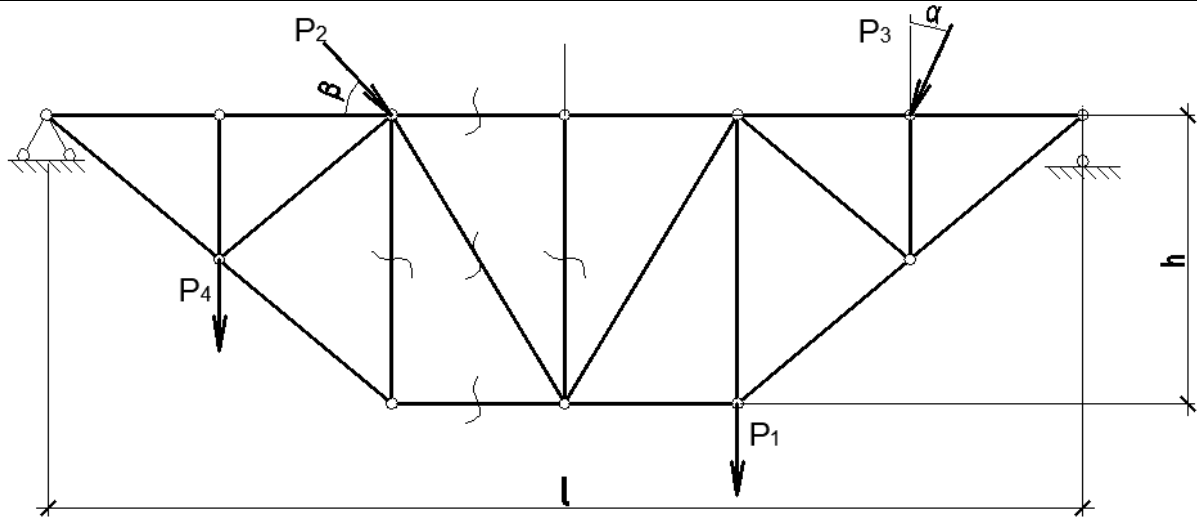
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	45	-30	30	0	16	20
2	12	6	90	45	18	0	24	36
3	15	8	0	90	0	16	8	20
4	18	9	20	-30	22	0	36	28
5	21	12	-30	45	16	22	24	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №28



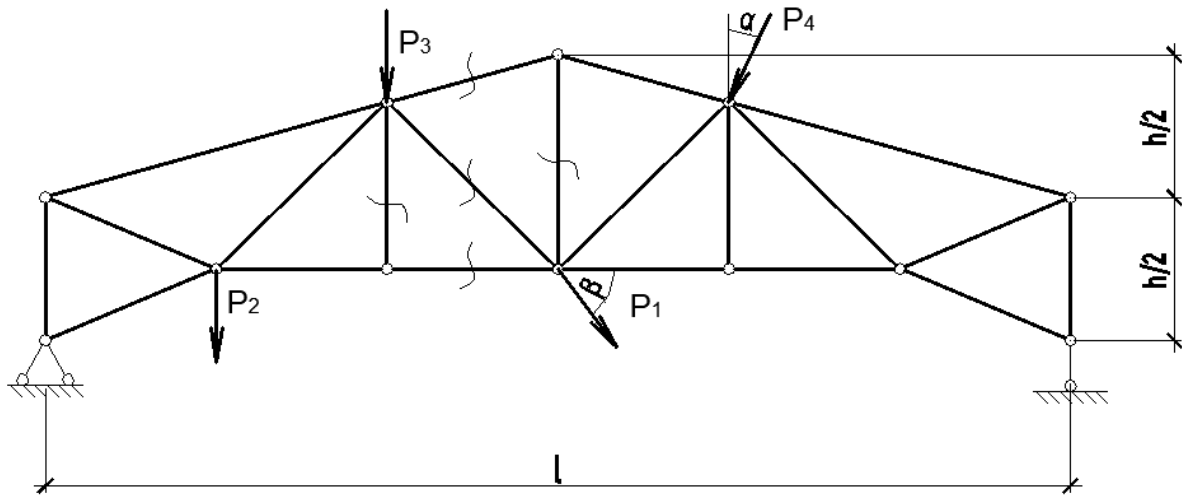
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	12	6	20	90	24	0	18	24
2	24	12	45	20	14	22	0	18
3	30	15	90	-20	18	12	0	22
4	18	9	45	30	22	0	32	28
5	30	15	-30	45	16	32	18	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №29



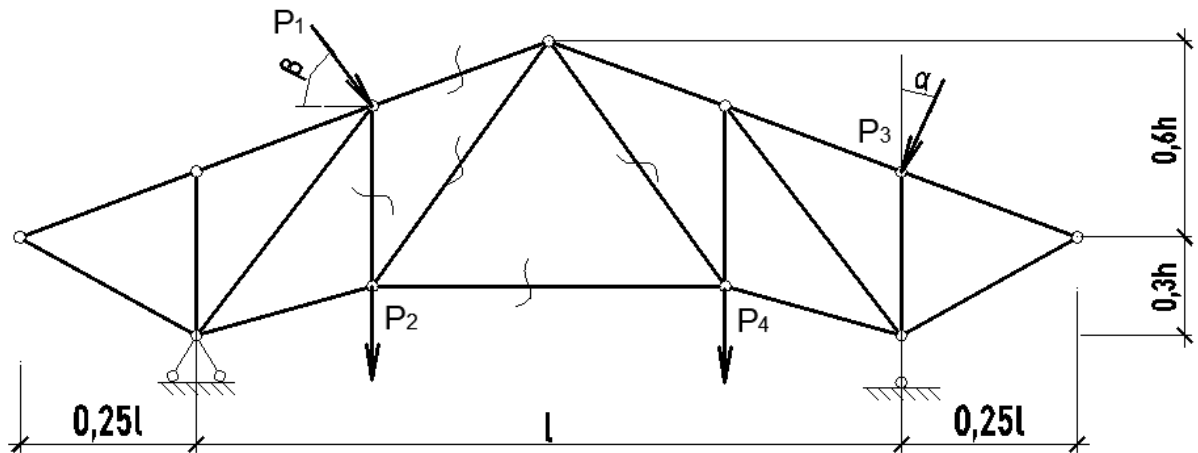
№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	18	9	20	45	22	20	16	0
2	24	12	30	90	30	0	18	24
3	32	15	45	-30	16	22	0	18
4	12	6	90	20	24	0	20	16
5	9	5	-45	0	16	20	36	0

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

Студент

Варіант №30



№	l	h	α^0	β^0	P_1	P_2	P_3	P_4
1	24	12	20	35	18	22	0	20
2	30	15	45	45	30	0	24	30
3	12	6	0	-30	16	22	0	24
4	18	9	-30	30	22	0	36	28
5	9	5	90	20	16	32	0	22

Методичні вказівки до РГР

1. Підготувати вихідну розрахункову схему
2. Виконати кінематичний аналіз
3. Обчислити опорні реакції
4. Скласти робочу схему ферми, перевірити її рівновагу і позначити «нульові» стрижні.
5. Аналітичним способом обчислити зусилля в позначених стрижнях ферми
6. Графічним способом обчислити зусилля в стрижнях ферми, побудувавши діаграму Максвелла-Кремони.
7. Скласти таблицю порівняння величин зусиль, визначених різними способами.
8. Одиниці виміру: P_i [кН]; l, h [м]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Підручники:

1. Будівельна Механіка. Комп'ютерний курс: підручник / Баженов В.А., Гранат С.Я., Шишов О.В. – Київ: ВІПОЛ, 1999. –584 с.
2. Баженов В.А., Шишов О.В. Будівельна механіка. Електронний підручник. –Режим доступу: [//www.knuba.edu.ua](http://www.knuba.edu.ua), 2008.
3. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології: підручник / Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. – Київ : Каравела, 2009.
4. Комп'ютерні технології і моделювання: підручник / Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. : за заг. ред. В.А. Баженова. – Київ: ВІПОЛ, 2013. – 896 с. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1l9V3ooSECDG5Vq-O8tMi7UDwCcR2EtT4/view>
5. . Варіаційні принципи будівельної механіки. Історія становлення та розвитку: підручник / Баженов В.А., Геращенко О.В., Гончаренко М.В. – Київ : Каравела, – 2015.

Навчальні посібники:

1. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування / Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В. – Київ: Каравела, 2006.
2. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування / Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В. – Київ: Каравела, 2007.
3. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування / Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. – Київ: Каравела, 2010.
4. Будівельна механіка: Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: навч. посібник / Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. – Київ: Каравела, 2013. – 439 с.

Методичні роботи:

1. Статичний розрахунок плоских статично визначуваних ферм, арки і рам: методичні вказівки та індивідуальні завдання до виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Будівельна механіка». / уклад.: Ю.В. Максим'юк, А.А. Козак, О.В. Козак. – Київ: КНУБА, 2022. – 43 с.
2. Розрахунок плоских статично визначуваних стержневих систем: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи / І.Д. Кара, Г.А. Затилюк, Р.Л. Стригун. – Київ: КНУБА, 2023. – 28 с. – Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/books/132_3_23.pdf

Навчально-методичне видання

СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПЛОСКОЇ СТАТИЧНО ВИЗНАЧУВАНОЇ ФЕРМИ

Методичні вказівки й індивідуальні завдання
до виконання розрахунково-графічних робіт
з дисципліни «Основи теорії споруд»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності G17 «Архітектура та містобудування»
освітньої програма «Архітектура та містобудування»

Укладачі: **Мицюк** Сергій Вікторович,
Козак Андрій Анатолійович,
Максим'юк Олександр Всеволодович

Комп'ютерне верстання *Ю.М. Долгополової*

Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0
Електронний документ. Вид № 45V-26.

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідectво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002