



ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ NEPLAN ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитися з програмним комплексом *NEPLAN*, його призначенням, областю застосування та особливостями встановлення.

ІНСТАЛЯЦІЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ NEPLAN

Відкрити папку *NEPLAN 5.5.5*, до складу якої входять файл установки *NeplanSetupV555NoManual_DownloadLy.iR* та папка *Crack* з інструкцією – *Readme* і файлом – *NepLicense.dll*.

Запустити файл установки: *NeplanSetupV555NoManual_DownloadLy.iR*.

Вибрати мову, що буде використовуватися в процесі встановлення програмного комплексу та натиснути кнопку «*Ok*» (рис. 1.1).

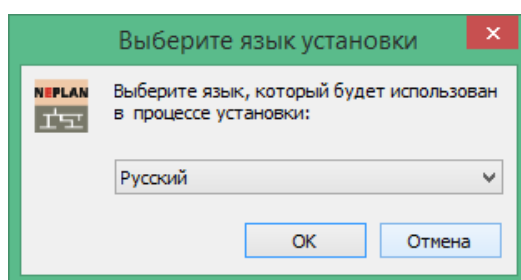


Рисунок 1.1 – Вікно з вибором мови для встановлення *NEPLAN*

Після появи вікна установки «Вас приветствует Мастер установки *NEPLAN*» натиснути кнопку «Далее» (рис. 1.2).

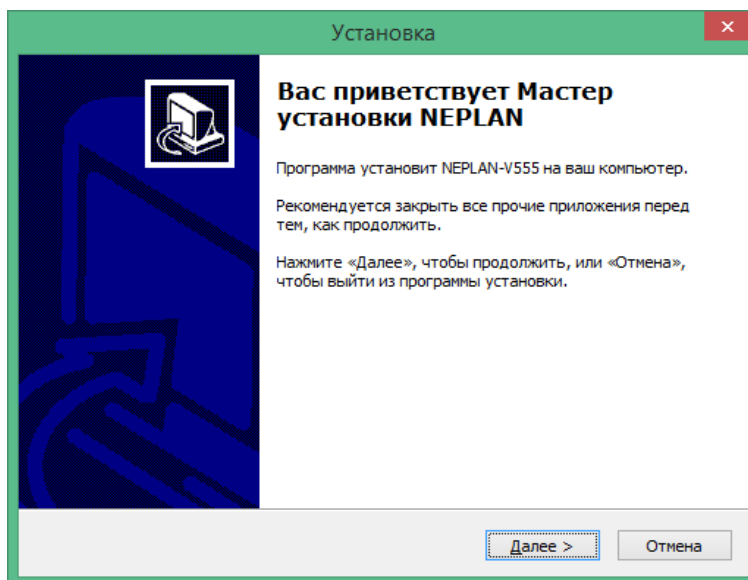


Рисунок 1.2 – Вікно установки «Вас приветствует Мастер установки *NEPLAN*»

Після появи вікна установки «Лицензионное соглашение» необхідно прочитати Ліцензійну угоду, вибрати пункт «Я принимаю условия соглашения» та натиснути кнопку «Далее» (рис. 1.3).

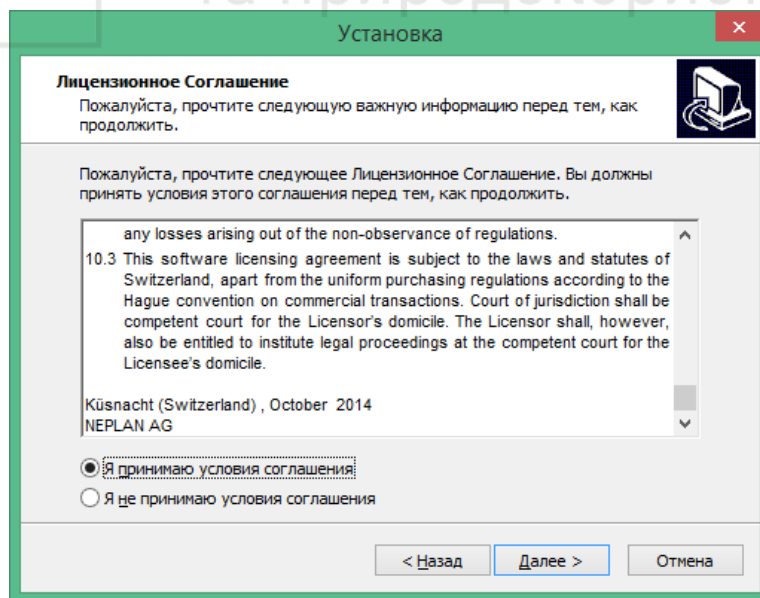


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд вікна установки «Лицензионное соглашение»

Після появи вікна установки «Выбор папки установки» необхідно натиснути кнопку «Обзор», задати місце на диску для встановлення програми та натиснути кнопку «Далее» (рис. 1.4).

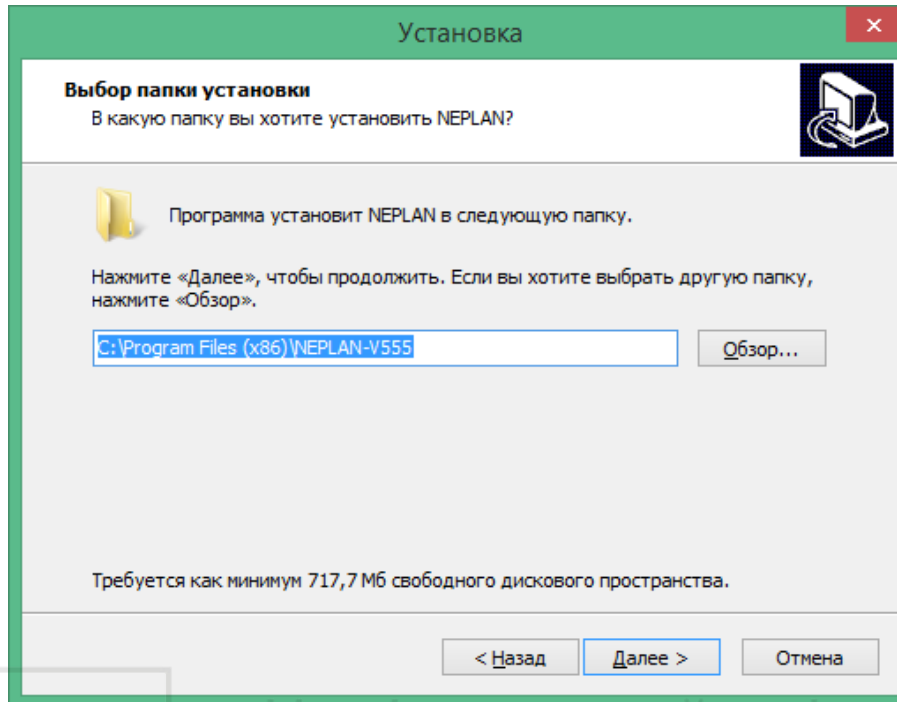


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд вікна установки «Выбор папки установки»

Після появи вікна установки «Выберите папку в меню «Пуск»» програма автоматично створить ярлики в папці *NEPLAN-V555* в меню пуск. Натиснути кнопку «Далее» для продовження установки (рис. 1.5).

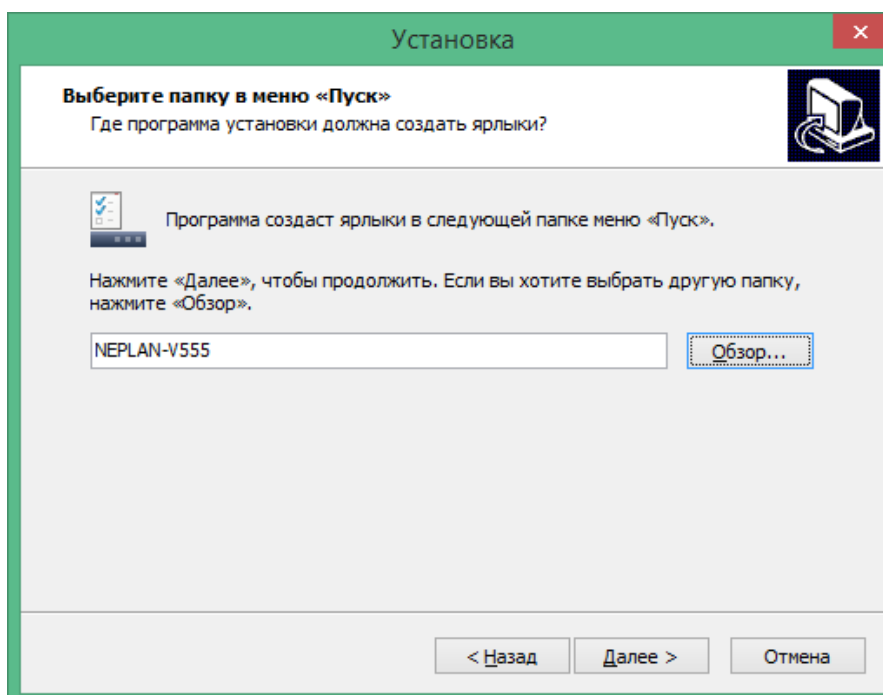


Рисунок 1.5 – Вигляд вікна установки «Выберите папку в меню «Пуск»»



Після появи вікна установки «Выберите дополнительные задачи» вибрати пункт «Создать значок на Рабочем столе», натиснути кнопку «Далее» (рис. 1.6).

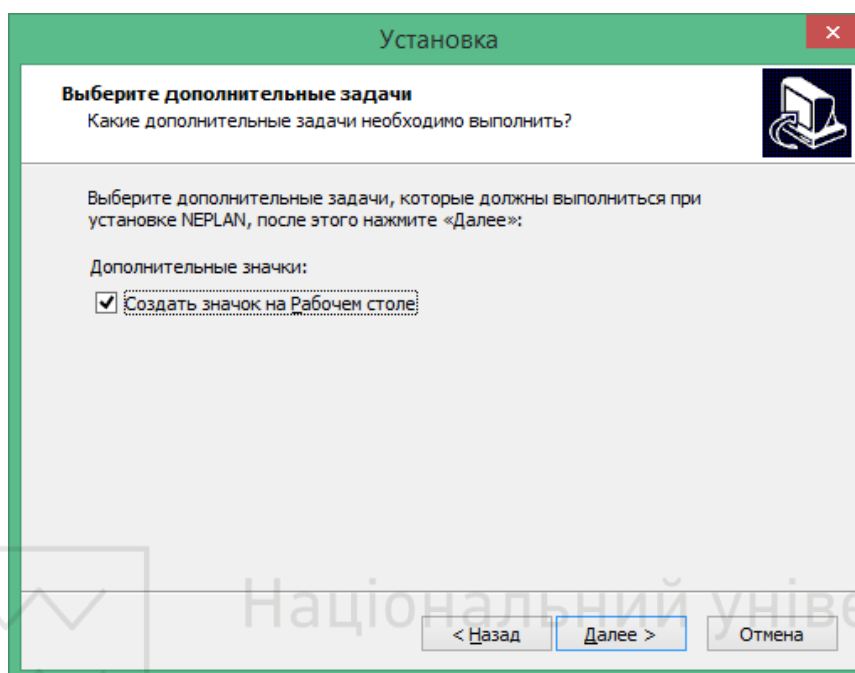


Рисунок 1.6 – Вигляд вікна установки «Выберите дополнительные задачи»

Після появи вікна установки «Все готово к установке» натиснути кнопку «Установить» (рис. 1.7).

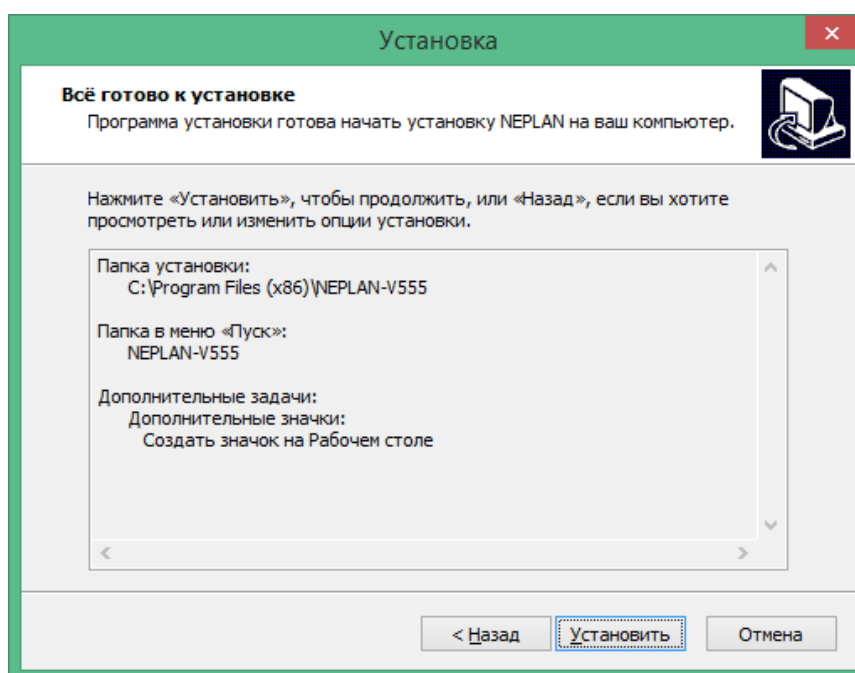


Рисунок 1.7 – Загальний вигляд вікна установки «Все готово к установке»



Далі з'явиться вікно «Установка» (рис. 1.8).

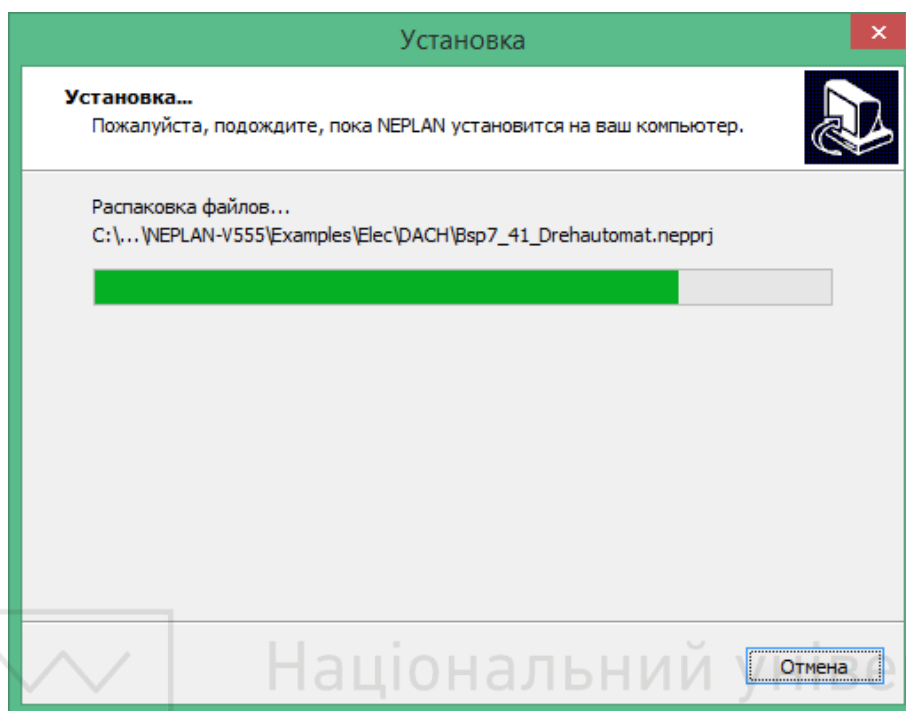


Рисунок 1.8 – Загальний вигляд вікна «Установка»

У разі появи вікна *Sentinel Runtime Setup* «Application Maintenance» вибрати пункт «Repair» та натиснути кнопку «Next» (рис. 1.9).

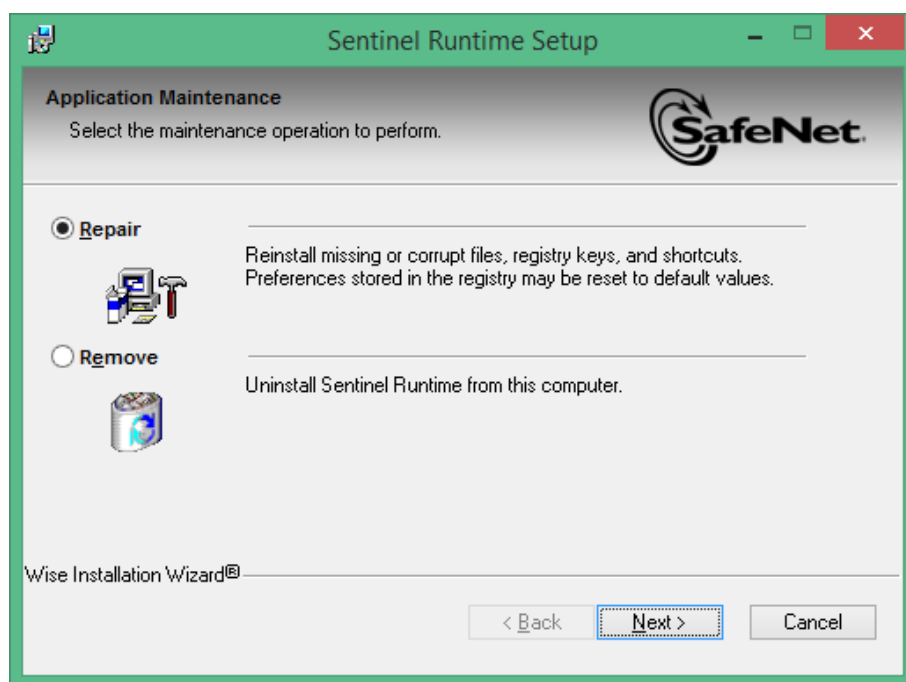


Рисунок 1.9 – Вигляд вікна *Sentinel Runtime Setup* «Application Maintenance»



Після появи вікна *Sentinel Runtime Setup* «*Ready to Install the Application*» натиснути кнопку «*Next*» (рис. 1.10).

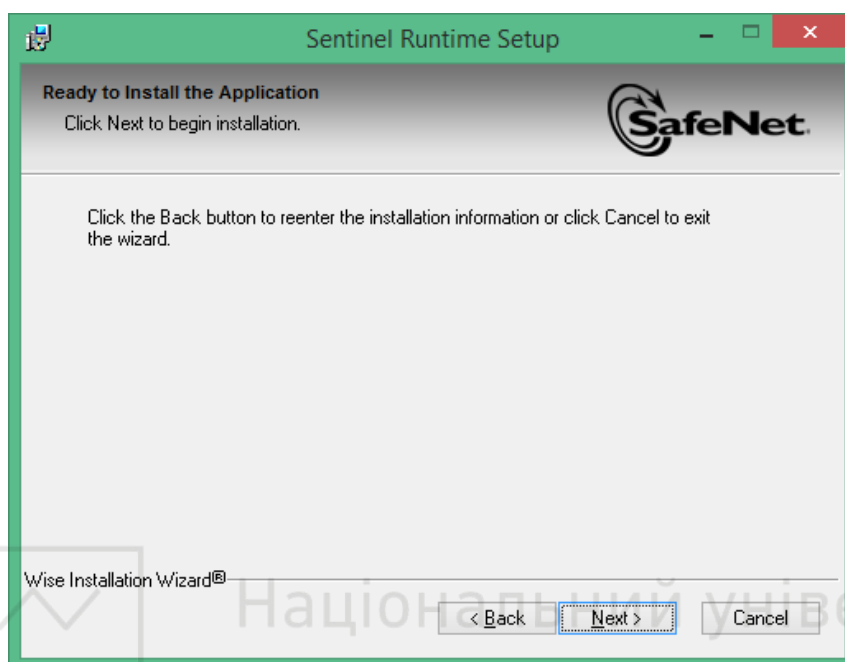


Рисунок 1.10 – Вікно *Sentinel Runtime Setup* «*Ready to Install the Application*»

Далі з'явиться вікно *Sentinel Runtime Setup* «*Updating System*», загальний вигляд якого зображено на рис. 1.11.

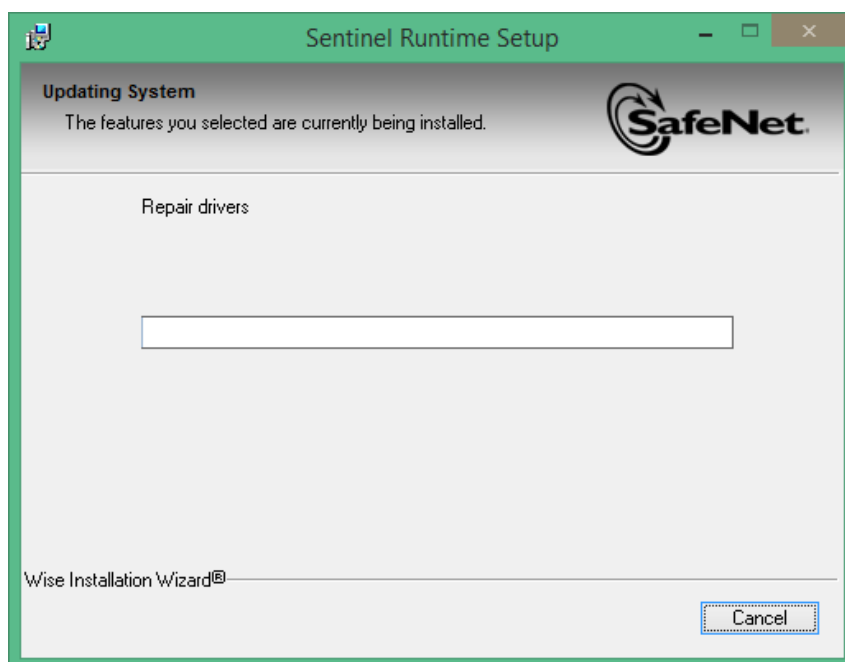


Рисунок 1.11 – Вигляд вікна *Sentinel Runtime Setup* «*Updating System*»

Після появи вікна *Sentinel Runtime Setup* «*Sentinel Runtime has been successfully installed*» натиснути кнопку «*Finish*» (рис. 1.12).

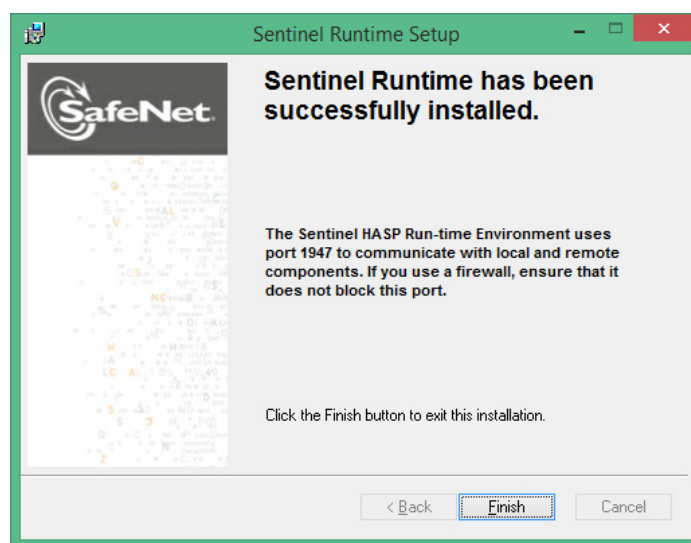


Рисунок 1.12 – Загальний вигляд вікна *Sentinel Runtime Setup* «*Sentinel Runtime has been successfully installed*»

Після появи вікна установки «Завершение Мастера установки *NEPLAN*» натиснути кнопку «Завершить» (рис. 1.13).

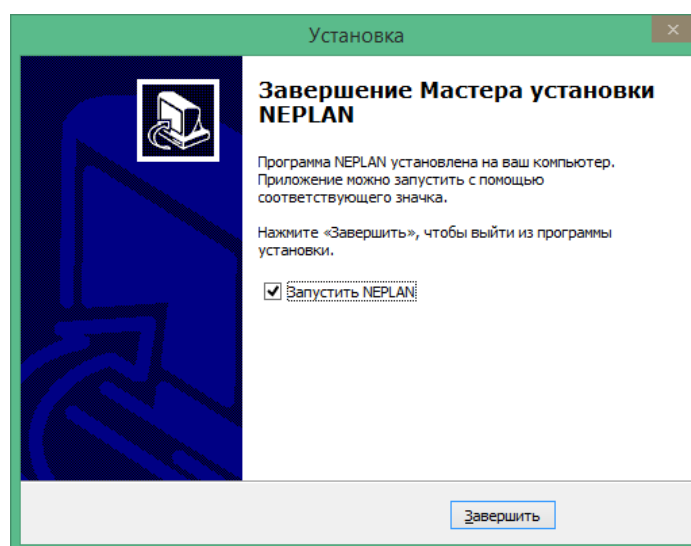


Рисунок 1.13 – Вікно установки «Завершение Мастера установки *NEPLAN*»

Скопіювати файл *NepLicense.dll* в папку *Bin*, яка розміщена в папці з встановленим програмним комплексом: Локальний диск (C)/*Program Files*

(x86)/NEPLAN-V555/Bin. Запустити *NEPLAN*. Після появи вікна «Режим активации *NEPLAN*» вибрати пункт «Запустить *NEPLAN* в нормальном лицензионном режиме» та натиснути кнопку «Включить» (рис. 1.14).

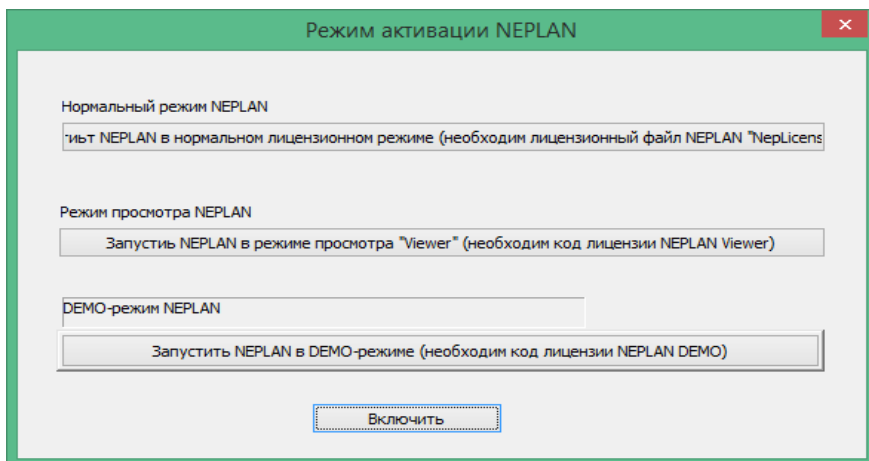


Рисунок 1.14 – Загальний вигляд вікна «Режим активации *NEPLAN*»

Після появи вікна «Введите строку управления доступом» скопіювати та вставити код в стрічку управління та натиснути кнопку «Ok» (рис. 1.15).

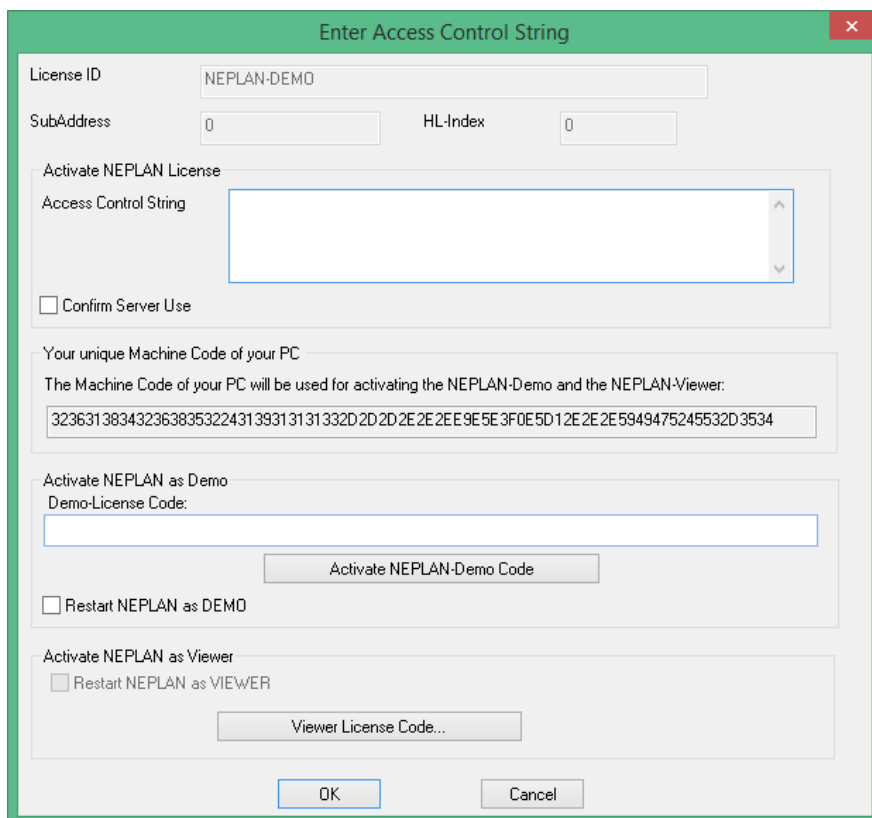


Рисунок 1.15 – Загальний вигляд вікна «Введите строку управления доступом»



Після появи вікна «Сообщение модуля контроля лицензий» натиснути кнопку «Ok» (рис. 1.16).

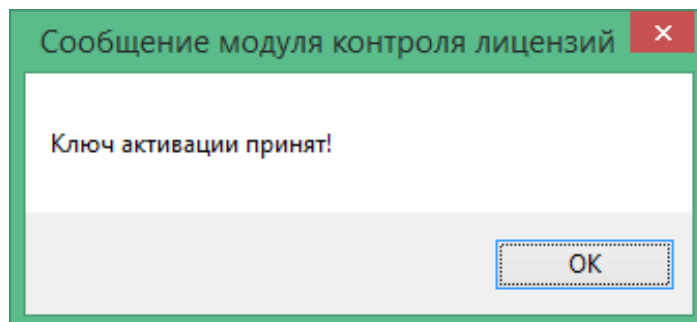


Рисунок 1.16 – Загальний вигляд вікна «Сообщение модуля контроля лицензий»



Перезапустити *NEPLAN*.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ЩОДО ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ NEPLAN

NEPLAN є планувальною та інформаційною системою для електричних мереж, мереж водопостачання, газопостачання та центрального опалення.

NEPLAN Electricity – це програмний інструмент для аналізу, планування, оптимізації та моделювання мереж. Програмне забезпечення має зручний графічний інтерфейс, модульну концепцію, охоплює всі аспекти в мережах передачі, розподілу, генерації електроенергії та промислових електричних мережах.

NEPLAN Electricity зручно використовувати для: енергетичних систем з відновлювальними джерелами енергії та систем *Smart Grid*, через високу точність розрахунків і продуктивність інтеграції необхідних моделей та методів моделювання. Окрім розрахунків, аналізу параметрів якості електроенергії, оптимізації і створення захистів, *NEPLAN* дозволяє моделювати вітрові та сонячні електростанції.



Програмне забезпечення доступне для різних технологій: як програма для настільного комп'ютера, у браузері в якості Інтернет рішення в хмарі, або в якості Інтернет рішення чи Web-сервісу.

Загальна база даних дозволяє інтеграцію програмного комплексу *NEPLAN* із зовнішнім програмним забезпеченням.

Сфери застосування програмного забезпечення *NEPLAN*:

- електромобільність;
- розосереджена генерація;
- оцінка захистів;
- управління пристроями захисту;
- планування цільової мережі;
- якість напруги;
- оптимізація електричних мереж;
- сумісність електромереж.

Застосовуючи програмний комплекс *NEPLAN* можна користуватися хмарними технологіями, моделювати всі типи одно-, дво- та трифазних мереж змінного і постійного струмів як стаціонарно, так і динамічно, за допомогою високоточних моделей. Однією з найбільших переваг *NEPLAN* є можливість роботи з великими електричними мережами в середовищі з декількох користувачів.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Відкрити папку *NEPLAN 5.5.5* з файлом установки.
2. Встановити програмний комплекс *NEPLAN* на комп'ютер.
3. Активувати програмне забезпечення.
4. Відкрити програмний комплекс *NEPLAN*.
5. Ознайомитися з складовими частинами, можливостями та сферами застосування програмного комплексу *NEPLAN*.



6. Сформуванати висновки по роботі.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема, мета роботи.
2. Загальний вигляд програмного комплексу *NEPLAN* після відкриття.
3. Відомості щодо основних можливостей програмного забезпечення.
4. Інформація про область застосування програмного комплексу *NEPLAN*.
5. Висновки по роботі.





ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ПОБУДОВА НАЙПРОСТІШОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NEPLAN

Мета роботи: ознайомитися з інтерфейсом програмного комплексу *NEPLAN* та навчитися створювати найпростішу електричну мережу.

ІНТЕРФЕЙС ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ NEPLAN

На рис. 2.1 наведено зображення інтерфейсу користувача програмного комплексу *NEPLAN* [5].

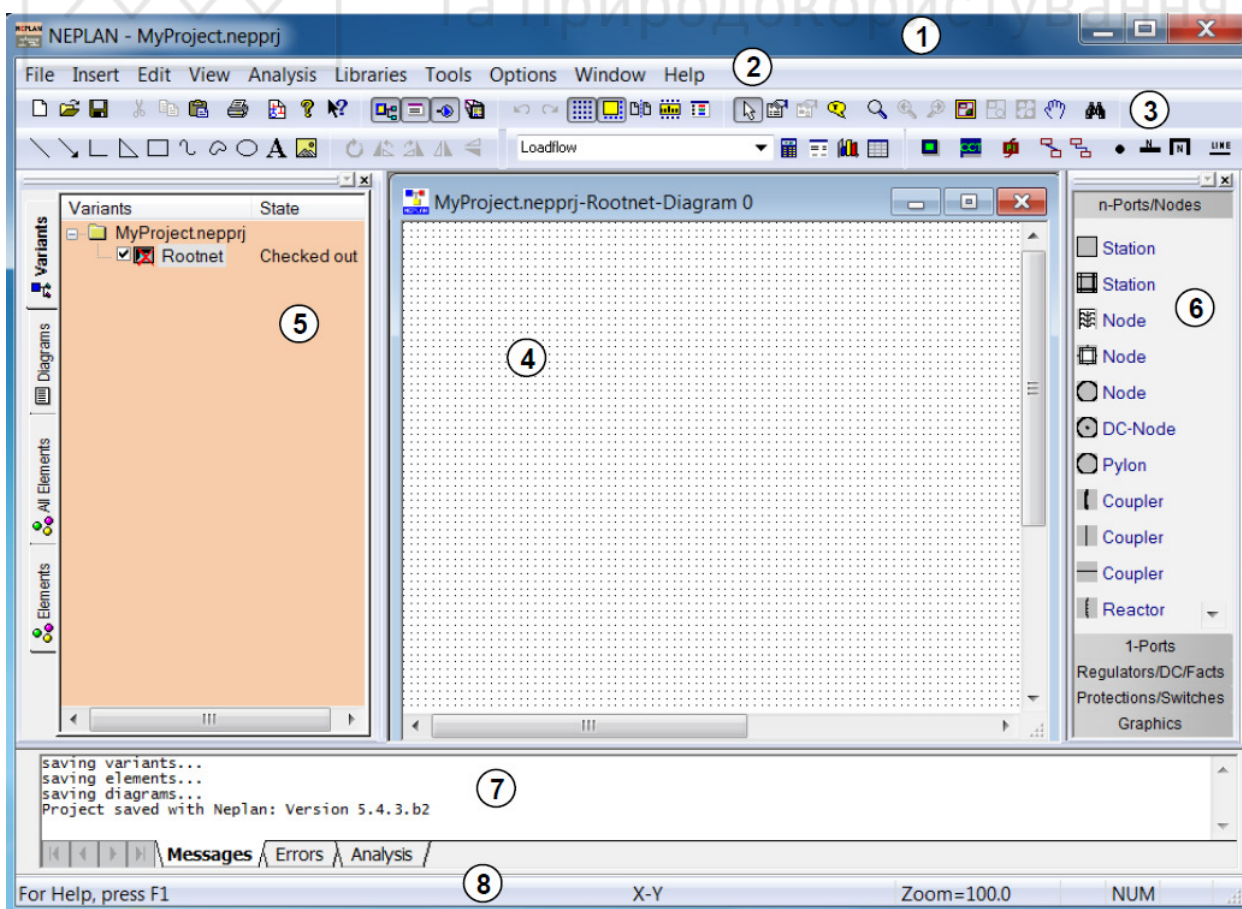


Рисунок 2.1 – Інтерфейс користувача програмного комплексу *NEPLAN*



Цифри (рис. 2.1) визначають наступні функції вікна:

1. Панель заголовка.
2. Панель меню.
3. Панель інструментів.
4. Робоча область зі схемою та таблицями даних.
5. Менеджер варіантів.
6. Вікно символів.
7. Вікно повідомлень.
8. Рядок стану.


Панель інструментів. Всі командні кнопки забезпечені спливаючими текстами підказки, які з'являються при встановленні курсору на кнопці та зникають в момент натискання на неї. Багато команд, які можуть бути розташовані на панелі інструментів, можна знайти у відповідних меню. Інші, в основному графічні команди, розташовуються тільки на панелі інструментів.

Робоча область. В робочій області можуть бути відкриті різні схеми. Одна й та сама схема може використовуватися для створення мережі, побудови контурів керування чи створення рисунків.

Менеджер варіантів. Менеджер варіантів дає уявлення про відкриті схеми та варіанти. Новими проектами та варіантами можна керувати, що означає, що вони можуть бути видалені, додані, активовані або дезактивовані. Із менеджера варіантів користувач може переходити до менеджера схем, який керує відкритими схемами з їх графічними рівнями.

Вікно символів. Вікно символів містить всі доступні символи елементів. Крім стандартних символів для деяких елементів тут є й інші символи з іншими графічними зображеннями, але з такими ж характеристиками. Також можуть бути створені нові символи або існуючі символи можуть бути змінені в бібліотеці символів.

Вікно повідомлень. Вікно повідомлень є каналом повідомлень для користувача. Воно доставляє інформацію про процеси, що виконуються, повідомлення про помилки та додаткову інформацію.

Он-лайн допомога (*Online Help*). Для виклику он-лайн допомоги (*Online Help*) необхідно натиснути кнопку  на панелі інструментів (рис. 2.2).

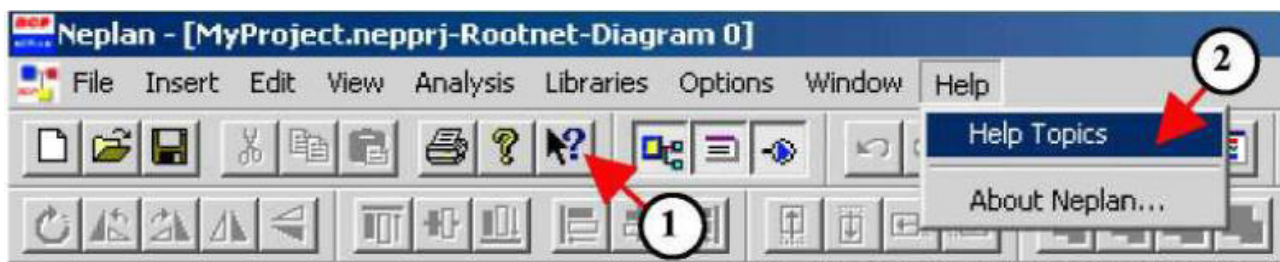



Рисунок 2.2 – Способи виклику он-лайн допомоги (*Online Help*)

За допомогою кнопки  (цифра 1) відбувається виклик контекстно-пов'язаної підказки (*Help*). Вибираючи підказку теми (*Help Topics*), як показано на рис. 2.2 (цифра 2) у вкладці панелі меню *Help*, користувач може отримати додаткову інформацію за допомогою тематичної підказки.

БАЗОВІ ЕЛЕМЕНТИ NEPLAN

На рис. 2.3 показана однолінійна схема з компонентами мережі.

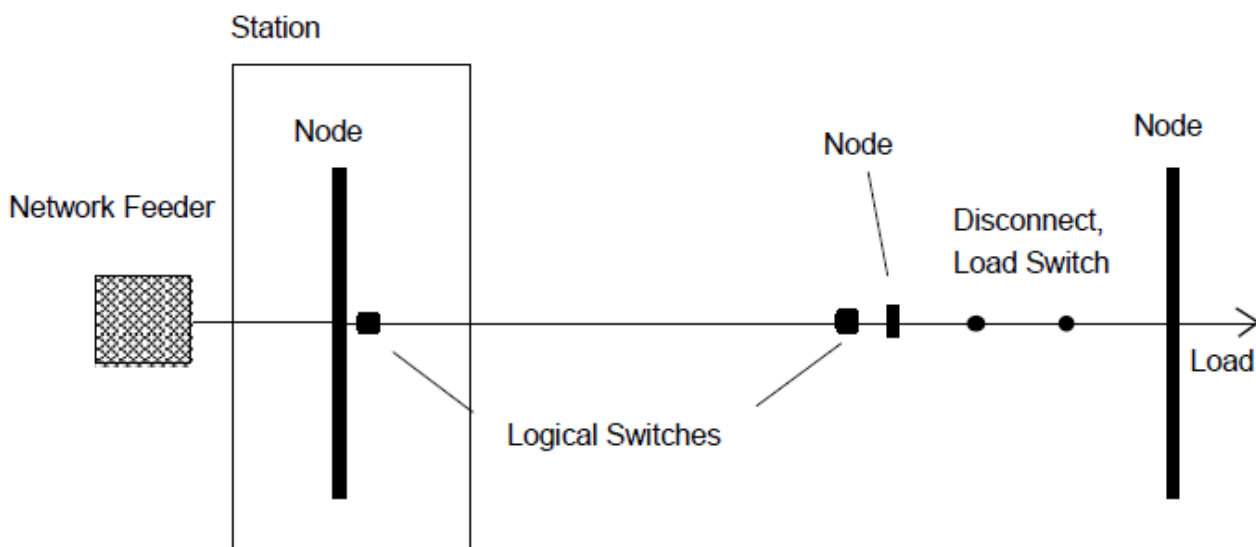


Рисунок 2.3 – Однолінійна схема з компонентами мережі



Енергосистема складається з: вузлів та елементів.

Вузол (*Node*) – це точка з'єднання двох елементів або місце, де електрична енергія виробляється чи споживається (генератор, навантаження).

Вузол описують:

- назва;
- номінальна напруга, кВ;
- зона або область;
- тип вузла (основна шина, шина, обхідна шина, спеціальний вузол);
- список параметрів.

Номінальна напруга U_n – це лінійна напруга, якою характеризується енергосистема і до якої наведені основні характеристики. В *NEPLAN* номінальна напруга вузлів повинна бути введена під час введення даних по вузлах. Кожна напруга подається як лінійна напруга (*delta voltage*).

Немає необхідності розміщувати вузли між усіма елементами. Вони можуть бути з'єднані безпосереднім зв'язком. В цьому випадку вузлові дані не будуть представлені; в одній і тій же точці не може бути приєднано більше двох елементів.

Елементами є компоненти електричної мережі, такі як лінія, трансформатор, електрична машина тощо. Елементи бувають активними та пасивними.

Елемент описується топологічно: початковим та кінцевим вузлом. Для трьохобмоткових трансформаторів повинен бути заданий третій вузол.

Елементи описуються електрично: номінальним струмом, номінальною напругою, номінальною потужністю та їх параметрами, такими як втрати, опори тощо.

В *NEPLAN* ці параметри вводяться за допомогою діалогових вікон введення.



Активними елементами є: мережеві фідери (*Network Feeder*), асинхронні машини, синхронні машини та блоки електростанцій. Мережеві фідери моделюють сусідню мережу.

Пасивними елементами є: лінії (*Line*), з'єднання, комутаційна апаратура, реактори, двох- та трьохобмоткові трансформатори, шунти та навантаження (*Load*). Навантаження може також вводитися розподілено по лінії без введення вузлів (навантаження лінії).

Моделювання активних елементів. Для розрахунків струмів короткого замикання активні елементи моделюються своїми надперехідними опорами.

Для розрахунків поточкорозподілу ці елементи представляються активною та реактивною потужностями (*PQ*-вузли) або модулем і фазою напруги (шини нескінченної потужності) у вузлі. Мережевий фідер, як правило, бажано представляти шинами нескінченної потужності.

Пристрої захисту, трансформатори струму та напруги. Пристрої захисту (реле струмового перевантаження, дистанційний релейний захист, вимикачі) і трансформатори струму та напруги прив'язуються під час побудови схеми до вузла чи елемента перемикачів. Вони не здійснюють впливу на розрахунки поточкорозподілу та струмів короткого замикання. Але, їх границі (уставки) перевіряються під час обчислень. Ці елементи враховуються в модулях обліку дії релейного захисту.

Станція (*Station*). Станція може складатися з декількох вузлів. Це ніяким чином не позначається на розрахунках чи координаті дії захистів та є істотним лише під час звернення до бази даних.

Символ. Для кожного типу елемента є різні символи в Вікні Символів. Необхідно виділити той, який потрібно зберегти на схемі. Бібліотека символів включена в пакет *NEPLAN*, де можуть бути створені визначені користувачем символи.

Перемикачі. В *NEPLAN* перемикачі використовуються для зміни топології схеми (перемикаючі ВКЛ/ВИКЛ елементи).



Існує два типи перемикачів:

- фізичний вимикач;
- логічний перемикач.

Фізичними перемикачами є: з'єднувачі, вимикачі, роз'єднувачі (*Disconnect*) та вимикачі навантаження (*Load Switch*).

Логічні перемикачі (*Logical Switches*) є фіктивними. Вони прив'язані до всіх елементів системи. Наприклад, лінія має два перемикача, один біля початкового вузла, другий – біля кінцевого. Фізичний перемикач не має логічного, оскільки він уже комутується.

Під час введення даних мережі фізичні перемикачі можуть бути опущені, оскільки перемикання можуть проводитися з допомогою логічних перемикачів. Створюється незручність, коли лінія йде на подвійну систему шин. Перемикаючи з однієї шини на іншу, користувач змінює початковий або кінцевий номер вузла лінії.

Якщо користувач вводить два роз'єднуючі перемикачі (по одному на кожен шину) з додатковим вузлом між ними, перемикання може бути виконано роз'єднуючими перемикачами. Фізичні перемикачі можуть бути перетворені в процесі розрахунку.

Зони та райони. Зони та райони є мережевими групами, які можуть бути задані. З допомогою цього засобу кожен елемент і вузол належить зоні та району. Район, як правило, включає одну або декілька зон. Під час розрахунку поточкорозподілу можливо визначити обміни між зонами та між районами.

Кожна зона та район можуть бути представлені різними кольорами.

Окрема мережа (*Partial Networks*). На відміну від зон та районів, окрема мережа є самостійною мережею. Окрема мережа не має з'єднань ні з якими іншими мережами. Можна створити окрему мережу, відключаючи логічні або фізичні перемикачі. Є можливість виконання кожної окремої мережі різним кольором (рис. 2.4).

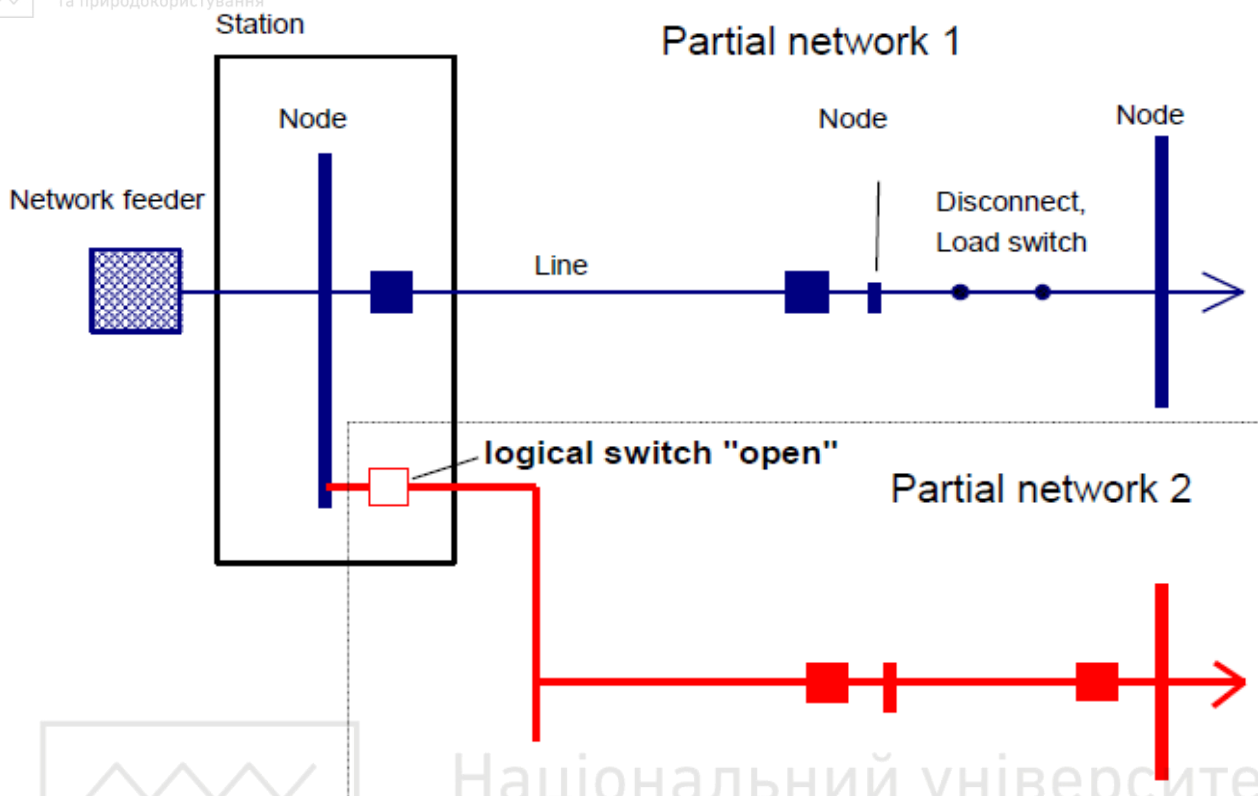



Рисунок 2.4 – Виконання кожної окремої мережі різним кольором

СТВОРЕННЯ НОВОГО ПРОЕКТУ

Для створення нового проекту після старту програми необхідно натиснути на панелі меню «*File – New*».

Далі потрібно ввести шлях чи папку для збереження проекту.

Натиснувши кнопку , можна вибрати необхідну папку.

Після цього потрібно ввести ім'я проекту: *PR2_CDEPS*.

Далі необхідно вибрати тип мереж: **електричні мережі (*Electric*)**, мережі водопостачання (*Water*), газові мережі (*Gas*) чи центральне опалення (*District Heating*).

Для електричної мережі потрібно вибрати стандарт та частоту: *IEC*; 50 Hz.

Далі необхідно вибрати напругу: *High/medium voltage*.

Тоді потрібно ввести опис проекту: *This is my first NEPLAN project*.



Після цього необхідно вибрати розмір схеми та орієнтацію сторінок: *ISO A4 210x297mm; Horizontal diagram.*

Далі потрібно натиснути кнопку *Ok.*

Загальний вигляд вікна для створення нового проекту в програмному комплексі *NEPLAN* показаний на рис. 2.5.

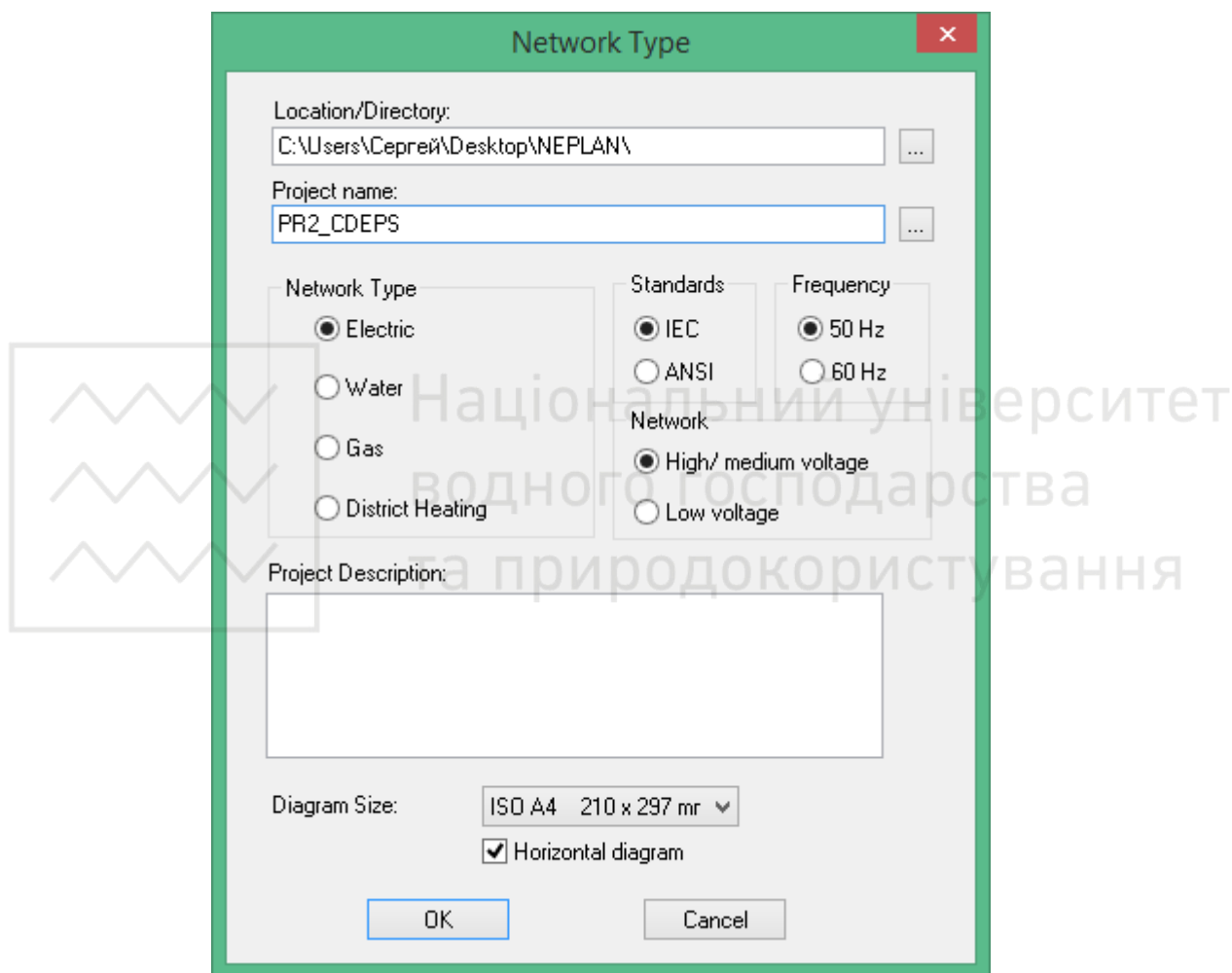


Рисунок 2.5 – Загальний вигляд вікна для створення нового проекту в програмному комплексі *NEPLAN*

Інтерфейс користувача після створення нового проекту в програмному комплексі *NEPLAN* показаний на рис. 2.6:

- на панелі заголовку відображається ім'я активного проекту;
- для кореневої мережі відкрита одна схема;



– менеджер варіантів відображає дерево проектів, яке складається в даному випадку з однієї кореневої мережі.

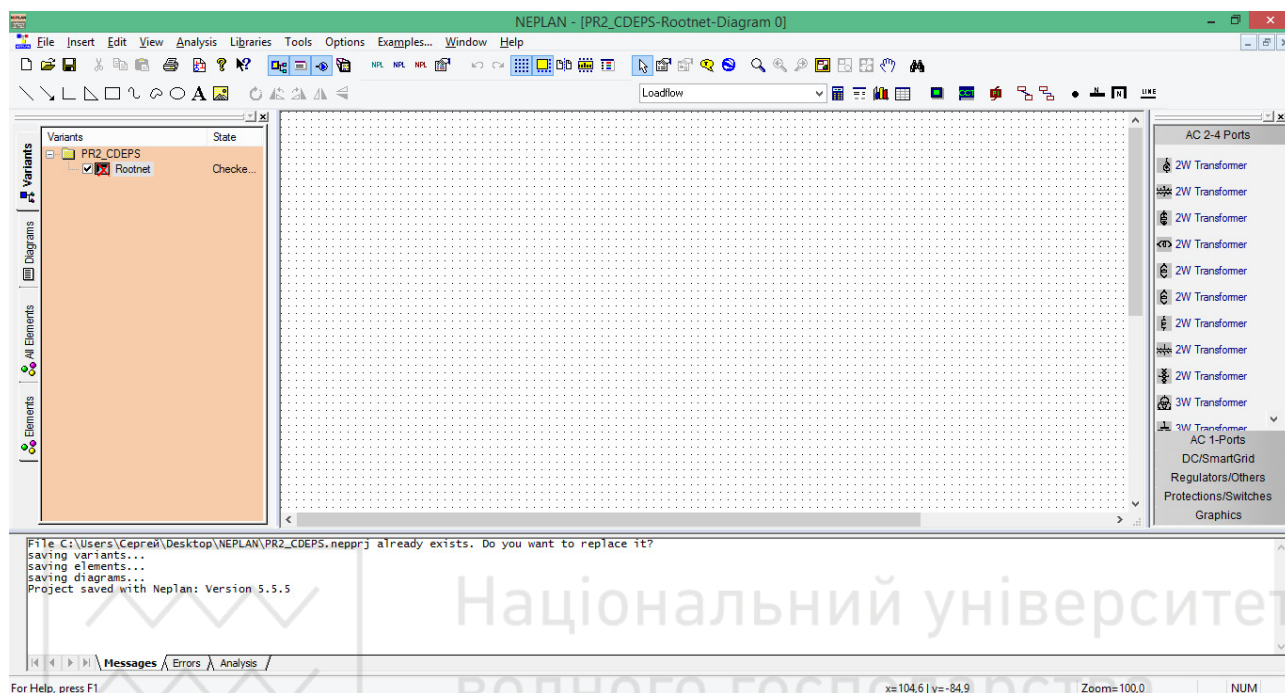


Рисунок 2.6 – Інтерфейс користувача після створення нового проекту в програмному комплексі *NEPLAN*

ПОБУДОВА НЕВЕЛИКОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Для побудови невеликої електричної мережі необхідно створити вузли та елементи.

Вікно символів дозволяє вибрати потрібний символ елемента.

Можна розпочати введення з будь-якого елемента. Не обов'язково спочатку вводити вузли, оскільки відповідно до базового принципу *NEPLAN* спочатку необхідно вводити елементи та вузли незалежно одні від одних на схемі, а потім з'єднувати їх за допомогою зв'язків. Тільки лінії не можуть бути введені незалежно. Вони потребують точок приєднання, якими можуть бути як вузли, так і інші елементи.



Елементи можуть бути з'єднані між собою безпосередньо лініями зв'язку без введення додаткових вузлів. Однак, якщо користувач хоче бачити вузлові дані, він повинен ввести вузли графічно.

СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ

Введення елементів. Для перенесення елементів із вікна символів натисніть лівою кlawішею миші на вибраному елементі і, не відпускаючи її, перенесіть символ на схему та відпустіть кlawішу миші.

Після появи діалогового вікна введення даних елемента, необхідно ввести його назву. Далі потрібно ввести параметри елемента та натиснути кнопку *Ok* для завершення введення елемента (рис. 2.7).

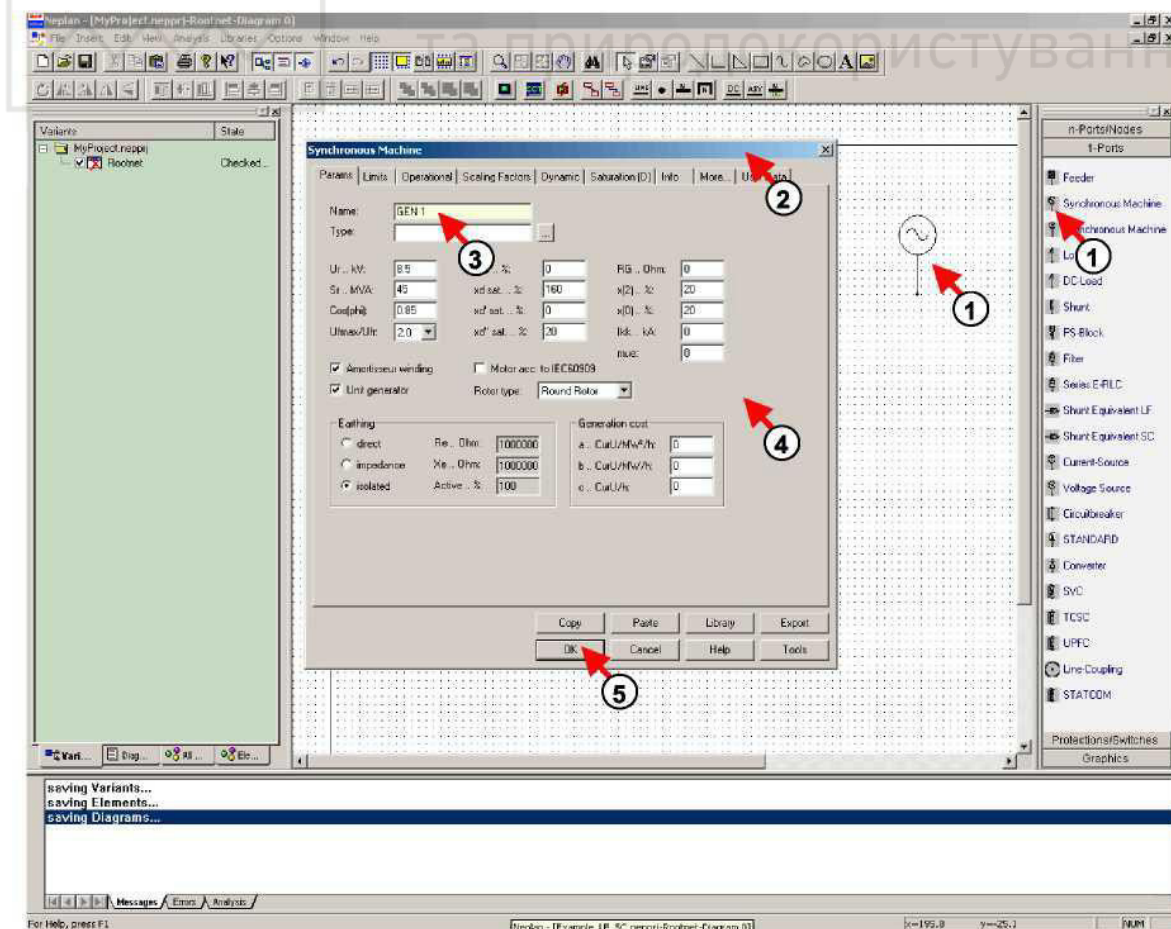


Рисунок 2.7 – Послідовність введення елементів



Введення вузлів. Для введення вузлів необхідно натиснути одну з кнопок вузлів на панелі інструментів (рис. 2.8).

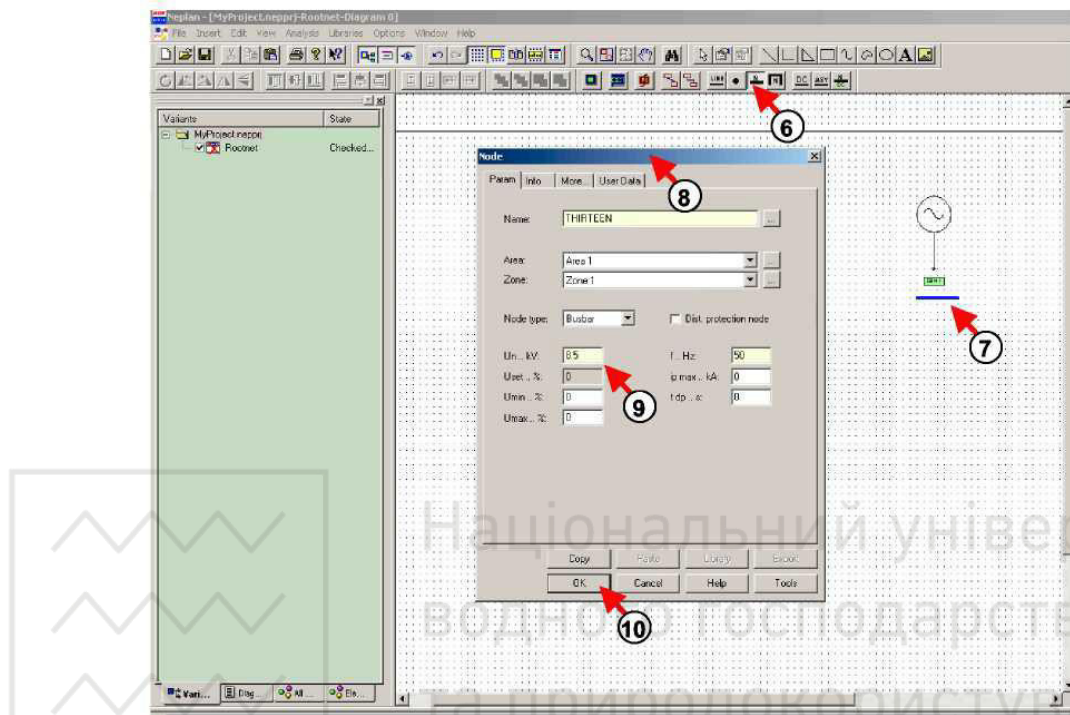


Рисунок 2.8 – Побудова вузла на електричній схемі

Після цього потрібно натиснути мишею на схемі на приблизному місці розміщення вузла.

Для того, щоб нарисувати вузол, необхідно натиснути мишею на схемі і, утримуючи клавішу миші, перемістити її для визначення довжини шини вузла, тоді відпустити клавішу миші.

Після появи діалогового вікна введення параметрів вузла, необхідно задати щонайменше номінальну напругу та частоту вузла і натиснути кнопку *Ok* для завершення його введення.

Введення зв'язків. Для з'єднання елементів з елементами або вузлами необхідно використовувати зв'язки. Для цього потрібно натиснути кнопку зв'язку на панелі інструментів (рис. 2.9).

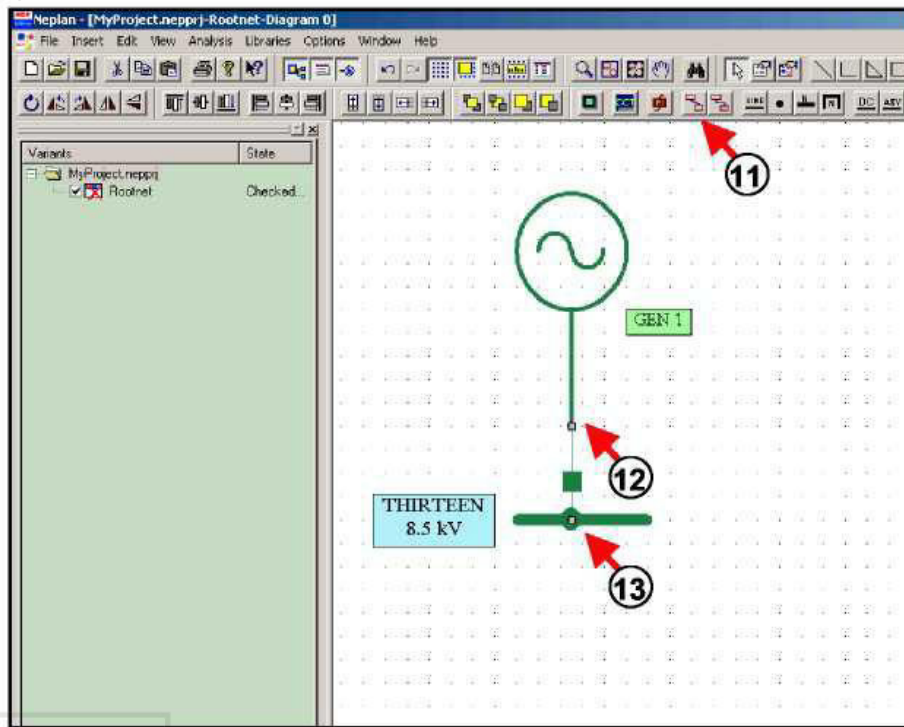


Рисунок 2.9 – З'єднання елементів з допомогою зв'язку

Після цього необхідно натиснути на один з кінців елемента.

Далі потрібно натиснути на вузол для завершення зв'язку.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

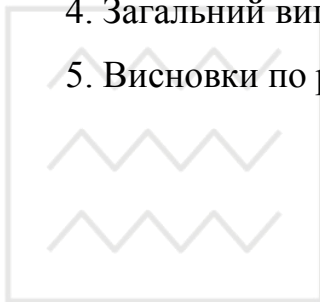
1. Створити новий проект, давши йому назву: *PR2_CDEPS*.
2. Вибрати тип мереж: електричні мережі (*Electric*); стандарт: *IEC*; частоту: *50 Hz*; напругу: *High/medium voltage*.
3. Ввести опис проекту: *This is my first NEPLAN project*.
4. Вибрати розмір схеми: *ISO A4 210x297mm*; орієнтацію сторінок: *Horizontal diagram*.
5. Ознайомитися з інтерфейсом програмного комплексу *NEPLAN*.
6. Перенести генератор з вікна символів на схему.
7. Ввести назву та параметри генератора.
8. Побудувати вузол на електричній схемі.



9. Ввести номінальну напругу та частоту вузла.
10. З'єднати генератор з вузлом за допомогою зв'язку.
11. Сформуванати висновки по роботі.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема, мета роботи.
2. Елементи вікна символів програмного комплексу *NEPLAN* та їх розшифрування.
3. Порядок побудови найпростішої електричної мережі.
4. Загальний вигляд найпростішої електричної мережі.
5. Висновки по роботі.





ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NEPLAN

Мета роботи: навчитися проектувати електричну мережу, здійснювати її перевірку, знаходити та виправляти помилки в її елементах використовуючи програмний комплекс *NEPLAN*.

ПОБУДОВА ПОВНОЇ МЕРЕЖІ

Для того, щоб побудувати лінії необхідні вузли, які з'єднуються. Для вводу ліній потрібно натиснути на кнопку лінії – *Line* (цифра 15, рис. 3.1).

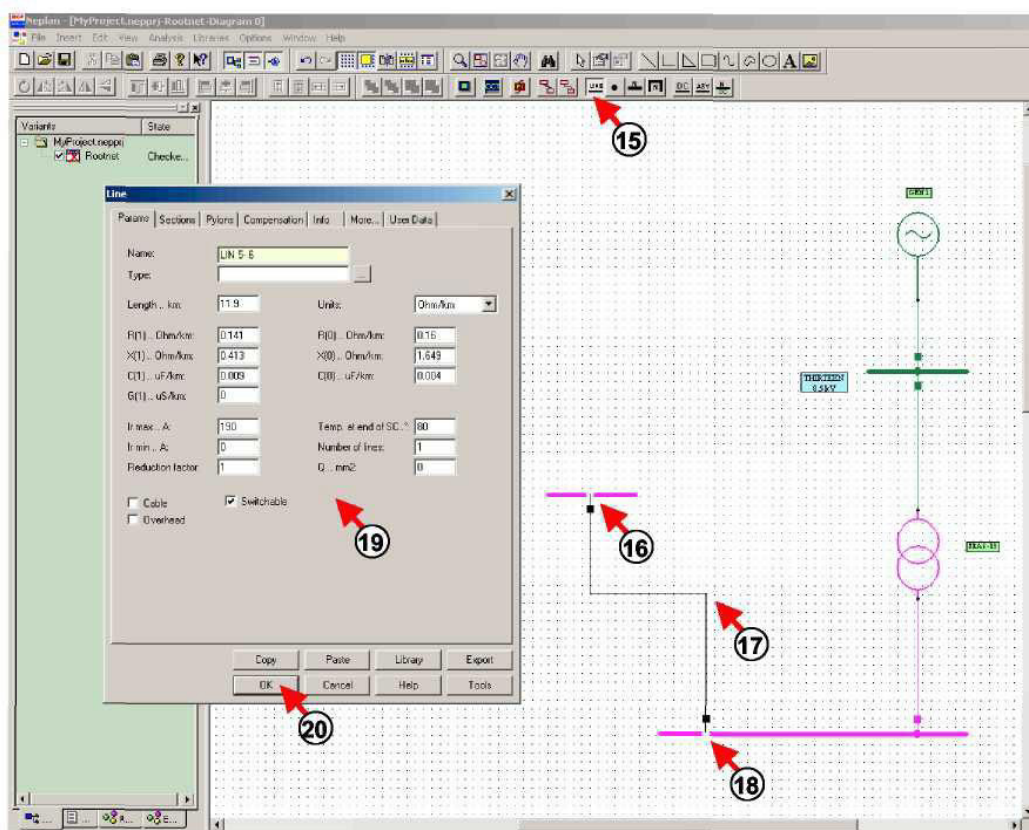



Рисунок 3.1 – Введення ліній на електричній схемі

Далі необхідно натиснути на початковий вузол (цифра 16, рис. 3.1). Після цього потрібно натиснути на схемі в тому місці (цифра 17, рис. 3.1), де необхідно зробити точку зламу (якщо є така необхідність). Далі необхідно натиснути на кінцевий вузол (цифра 18, рис. 3.1). Після цього потрібно ввести параметри лінії в діалоговому вікні, що з'явилося (цифра 19, рис. 3.1) та натиснути кнопку *Ok* для завершення введення лінії (цифра 20, рис. 3.1).

ВВЕДЕННЯ ТЕКСТОВИХ ПОЛІВ

Для введення текстових полів необхідно натиснути на кнопку текст  (цифра 21, рис. 3.2).

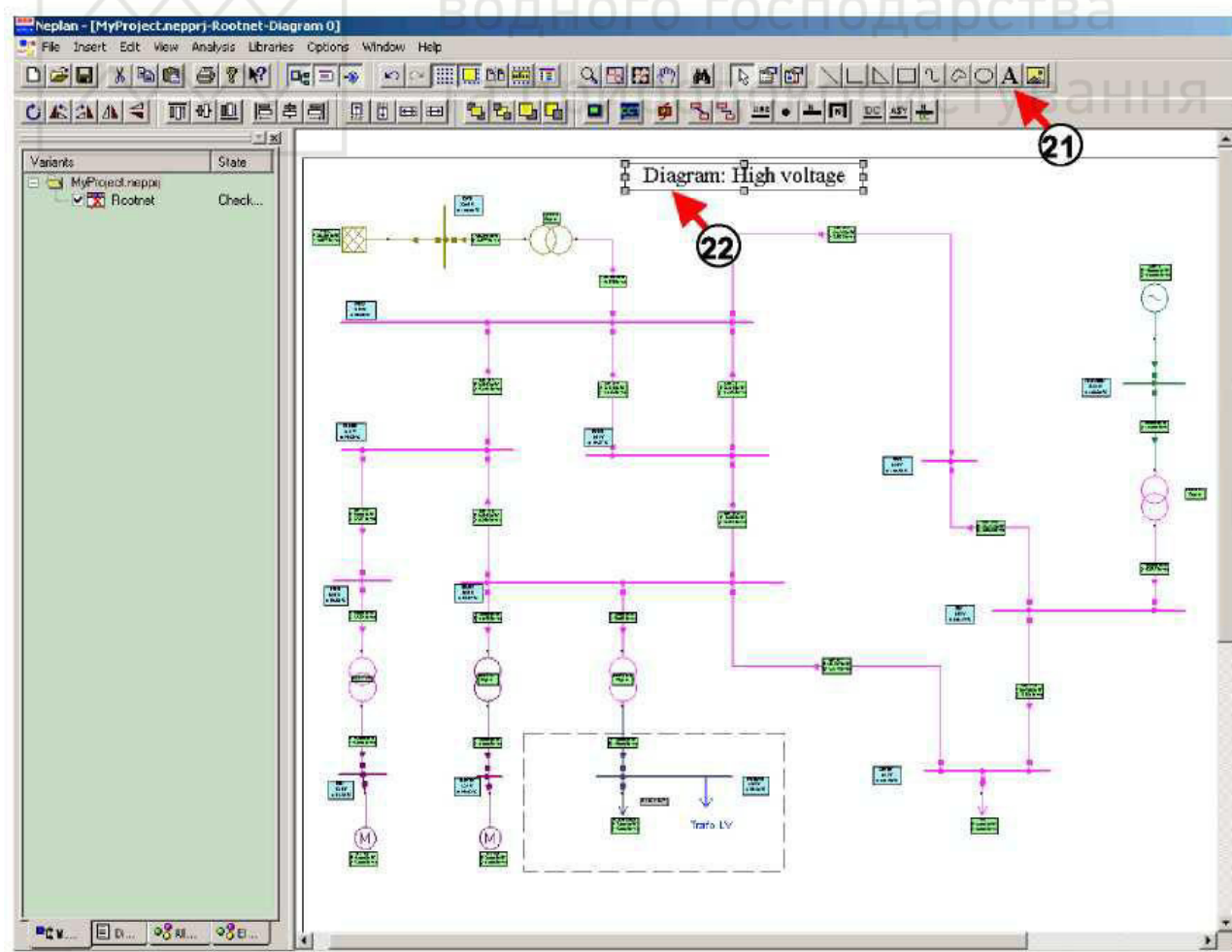


Рисунок 3.2 – Порядок введення тексту



Далі потрібно натиснути клавішею миші на схемі. Після появи текстового поля (цифра 22, рис. 3.2), необхідно ввести потрібний текст або назву схеми.

Для зміни властивостей текстового поля, необхідно його виділити та натиснути праву клавішу миші (цифра 23, рис. 3.3).

У спливаючому меню необхідно вибрати *Graphic Properties* (цифра 24, рис. 3.3). При цьому з'явиться діалогове вікно, за допомогою якого можна змінити текст, шрифт, колір та вид кадру (цифра 25, рис. 3.3). Далі необхідно натиснути кнопку *Ok* для завершення зміни властивостей текстового поля.

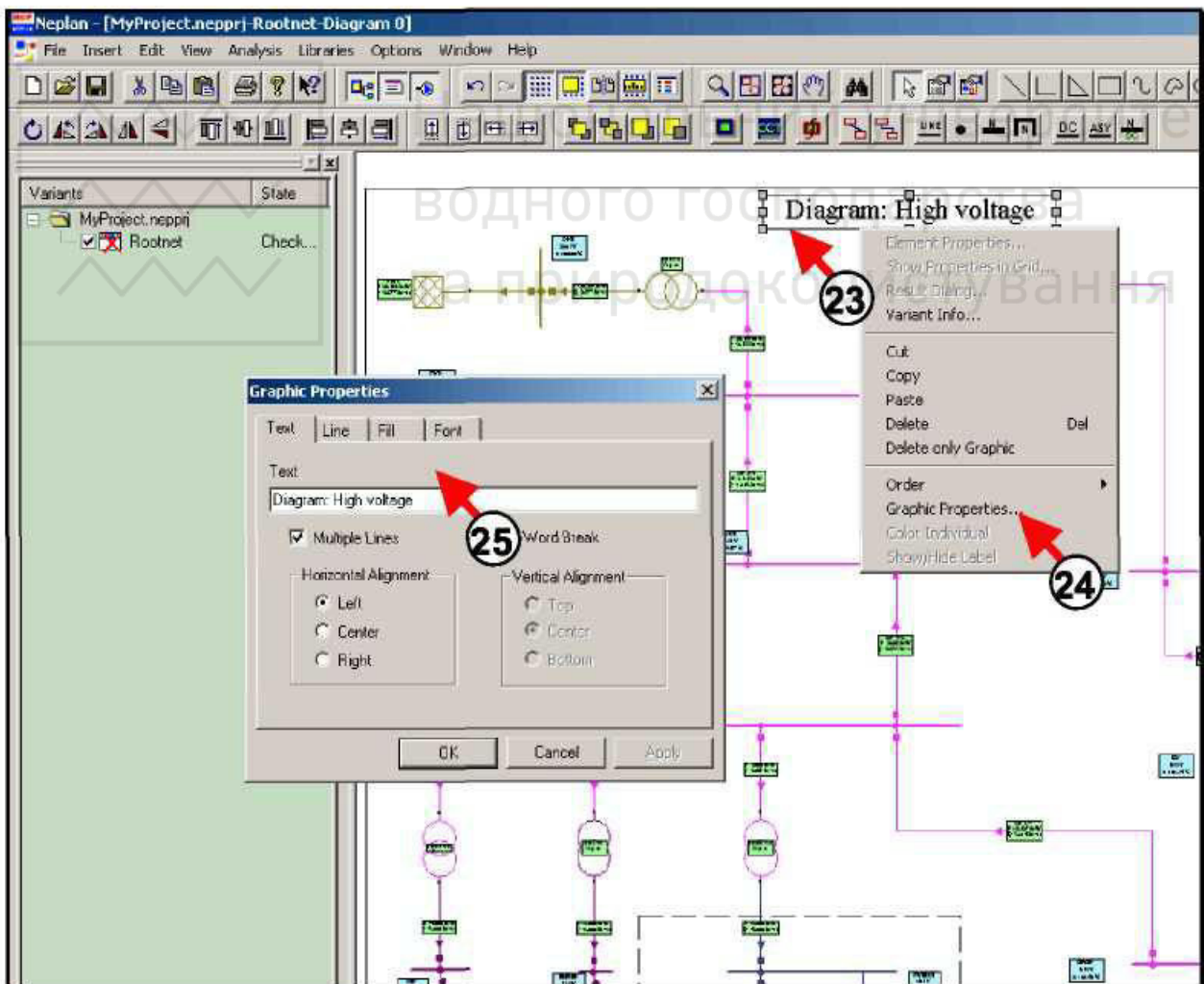


Рисунок 3.3 – Порядок зміни властивостей текстового поля



ПЕРЕВІРКА ПОБУДОВАНОЇ МЕРЕЖІ

Після виконання побудови мережі та введення даних всіх вузлів та елементів, необхідно перевірити правильність з'єднання елементів схеми та введених даних. Для цієї мети використовують розрахунок поточкорозподілу, який виконують з допомогою **панелі меню** *Analysis: Analysis/Load Flow/Calculation*.

При цьому, необхідно відслідковувати, щоб у вікні повідомлень не було ніяких повідомлень про помилку. У разі виявлення помилки потрібно вносити правки в побудовану мережу доти, поки розрахунок поточкорозподілу не завершиться успішно. У випадку отримання повідомлення про помилку в певному елементі, буде відображений його ідентифікаційний номер *ID*. В *NEPLAN* є функція пошуку цього елемента (рис. 3.4).

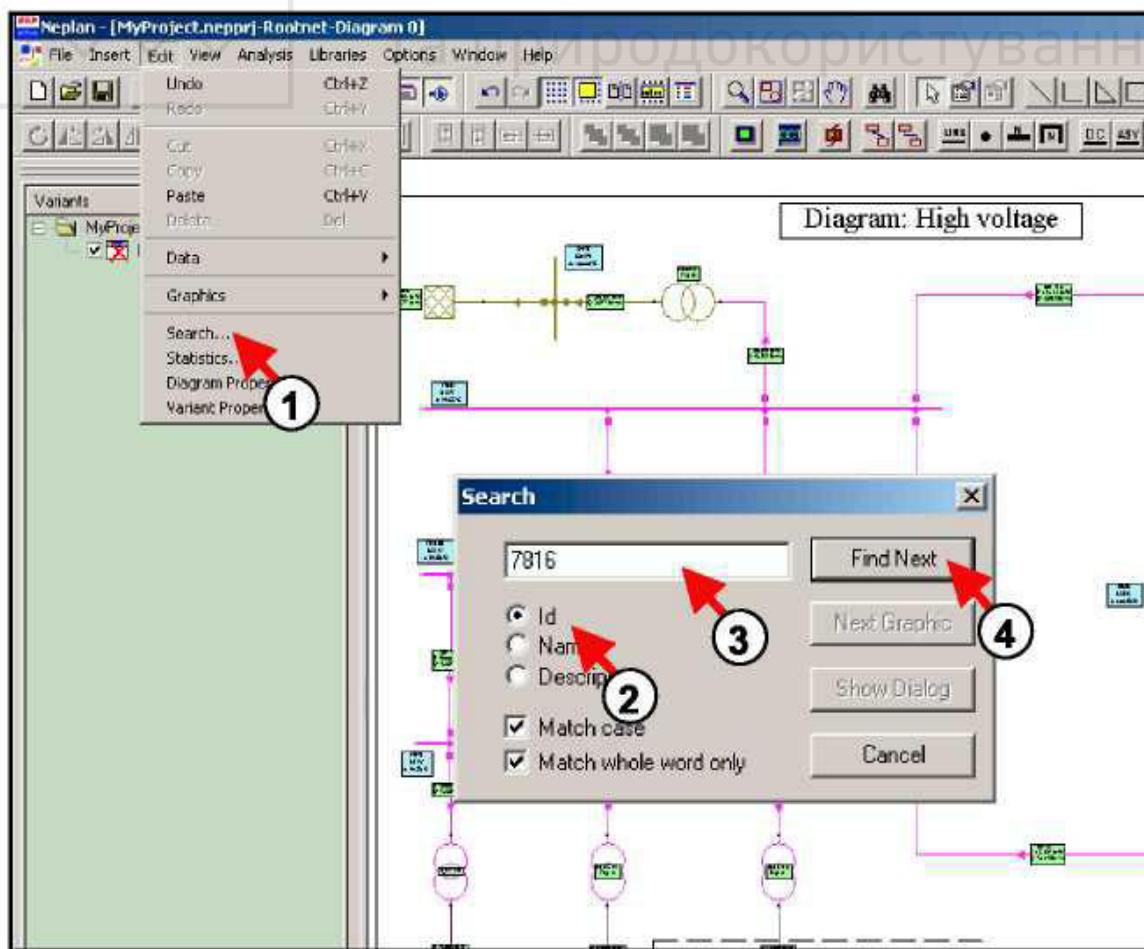


Рисунок 3.4 – Порядок дій для пошуку елемента, щодо якого виникла помилка



Спосіб пошуку елемента мережі, щодо якого виникла помилка:

- натиснути на функцію *Search* в меню *Edit* (цифра 1, рис. 3.4);
- вибрати критерій пошуку: в даному випадку «*ID*» (цифра 2, рис. 3.4);
- ввести *ID* шуканого елемента (цифра 3, рис. 3.4);
- натиснути кнопку *Find Next* (цифра 4, рис. 3.4).

Після виконання зазначених вище операцій програма відобразить електричну мережу таким чином, що шуканий елемент відобразиться в центрі в помаранчевій рамці навколо нього (цифра 5, рис. 3.5). Далі необхідно використати кнопку *Show Dialog* для відображення діалогового вікна введення даних для виділеного в рамці елемента (цифра 6, рис. 3.5).

Після цього потрібно ввести наступний *ID* для перегляду наступного елемента (цифра 7, рис. 3.5). Використовуючи такий порядок дій, вносять виправлення в усі елементи, щодо яких виникли помилки. Далі необхідно натиснути *Cancel* для завершення пошуку елементів (цифра 8, рис. 3.5).

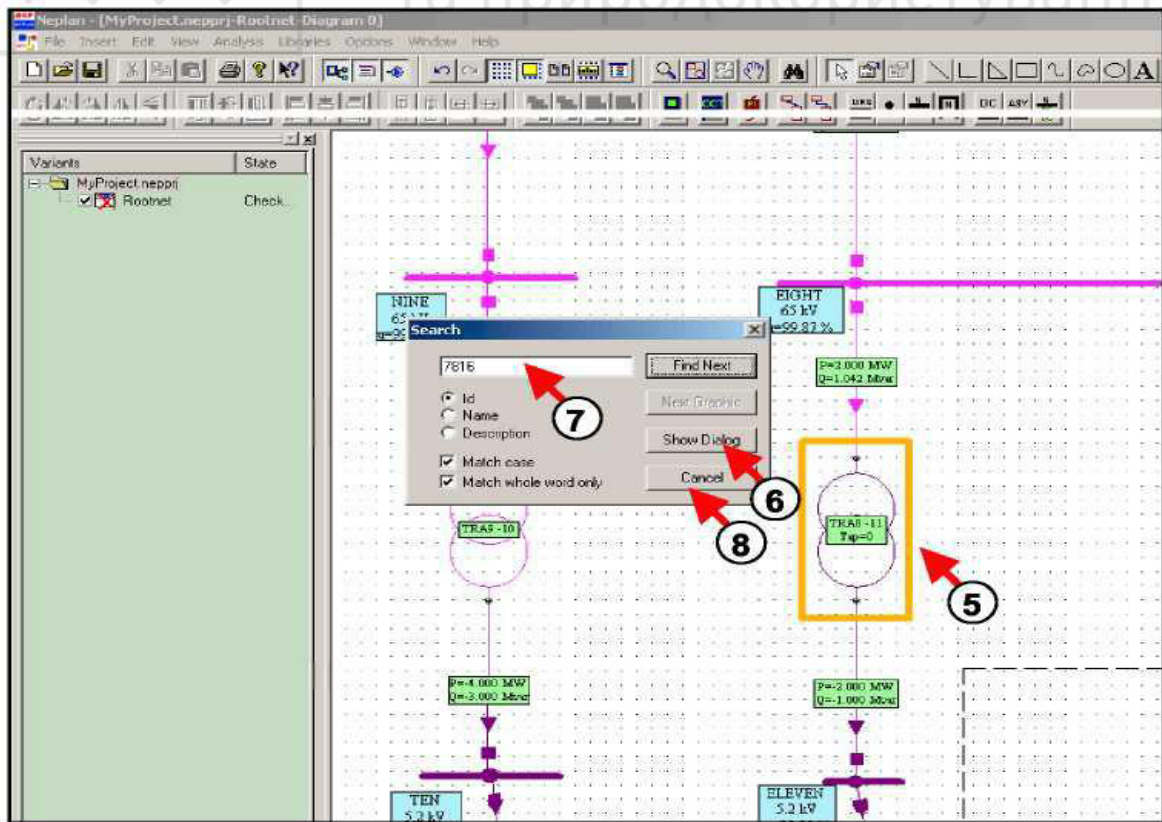


Рисунок 3.5 – Порядок знаходження елемента, щодо якого виникла помилка та редагування його параметрів



На рис. 3.6 зображений приклад електричної мережі, побудованої в програмному комплексі *NEPLAN*.

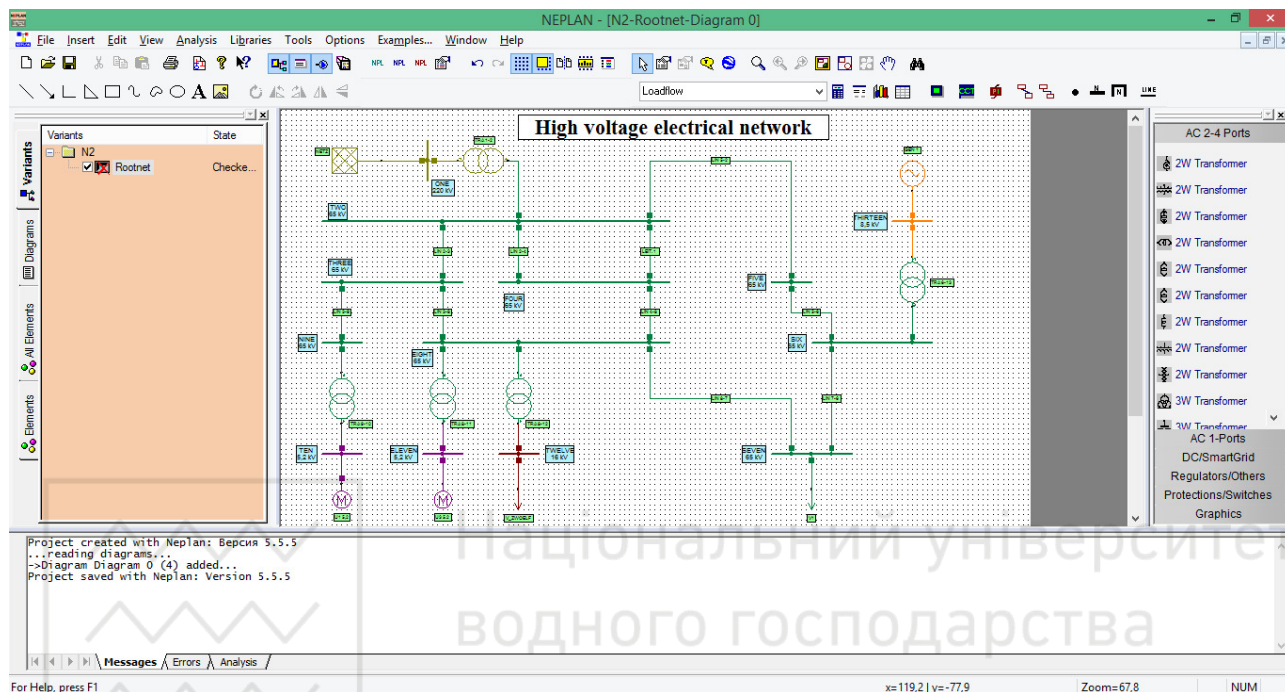


Рисунок 3.6 – Приклад електричної мережі, побудованої в програмному комплексі *NEPLAN*

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Створити новий проект, назвавши його: *PR3_CDEPS*.
2. Вибрати тип мереж: електричні мережі (*Electric*); стандарт: *IEC*; частоту: *50 Hz*; напругу: *High/medium voltage*.
3. Ввести опис проекту: *This is my second NEPLAN project*.
4. Вибрати розмір схеми: *ISO A4 210x297mm*; орієнтацію сторінок: *Horizontal diagram*.
5. Побудувати електричну мережу, зображену на рис. 3.7.

High voltage electrical network

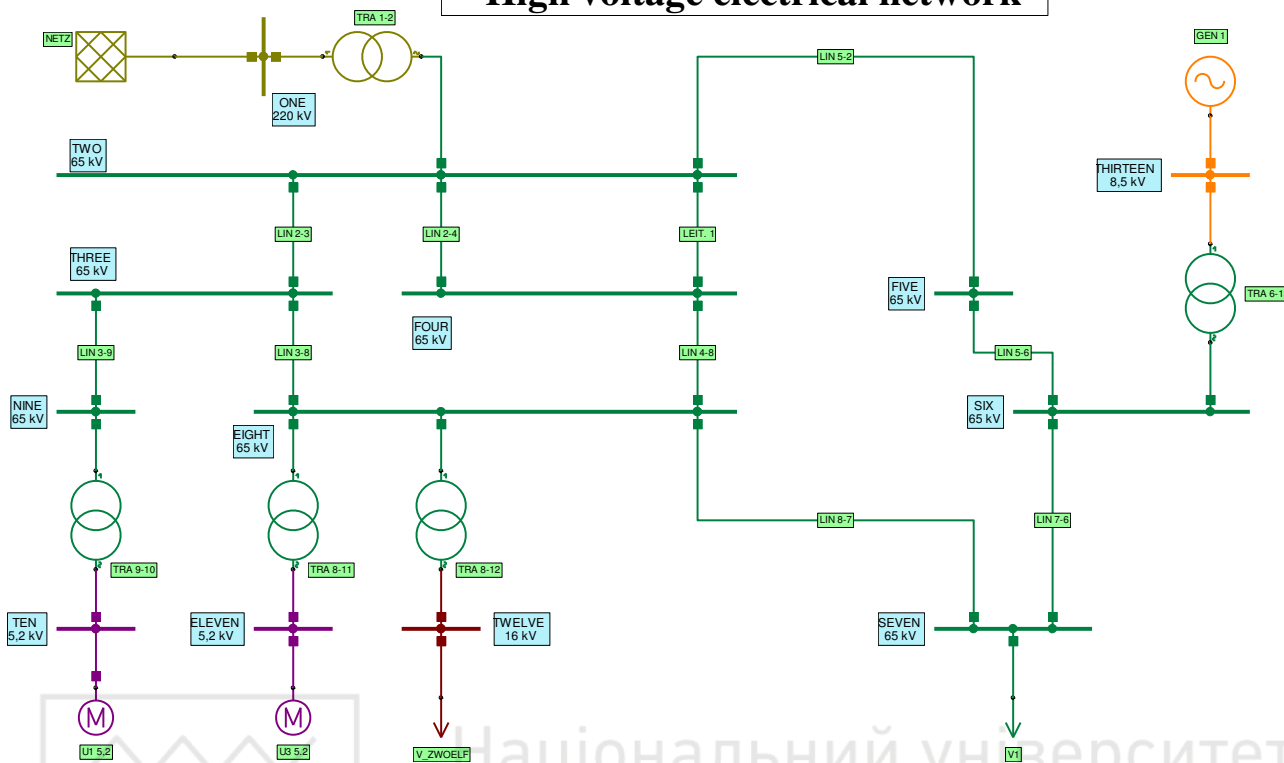


Рисунок 3.7 – Електрична мережа високої напруги

6. Підписати побудовану схему електричної мережі: *High voltage electrical network*.

7. Змінити властивості текстового поля. Встановити такі параметри: шрифт – *Times New Roman*, насиченість – жирний (*Bold*), кегль – 24.

8. Задати параметри мережевого фідера: *NETZ* (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Параметри мережевого фідера

Назва	$S_{k''max}$, MVA	$I_{k''max}$, кА	$R(1)/X(1)$ <i>max</i>	$Z(0)/Z(1)$ <i>max</i>	$C1$, мкФ	$S_{k''min}$, MVA	$I_{k''min}$, кА
<i>NETZ</i>	1500	3,936	0,1	1,667	0	1500	3,936
Назва	$R(1)/X(1)$ <i>min</i>	$Z(0)/Z(1)$ <i>min</i>	<i>LF Type</i>	U_{mag} , %	U_{angle} , град	P_{oper} , МВт	Q_{oper} , МВАр
<i>NETZ</i>	0	0	<i>SL</i>	100	0	0	0

9. Задати параметри ліній: *LEIT. 1*, *LIN 2-4*, *LIN 2-3*, *LIN 4-8*, *LIN 3-8*, *LIN 3-9*, *LIN 7-6*, *LIN 5-2*, *LIN 5-6*, *LIN 8-7* (табл. 3.2).



Таблиця 3.2 – Параметри ліній

Назва	l , км	Кількість ліній	Одиниці	R , Ом/км	X , Ом/км	C , мкФ/км	G , мкСм/км
<i>LEIT. 1</i>	1,16	1	Ом/км	0,103	0,403	0,009	0
<i>LIN 2-4</i>	1,16	1	Ом/км	0,103	0,403	0,00509	0
<i>LIN 2-3</i>	0,59	1	Ом/км	0,103	0,403	0,009	0
<i>LIN 4-8</i>	0,2	1	Ом/км	0,113	0,401	0,009	0
<i>LIN 3-8</i>	0,37	1	Ом/км	0,113	0,413	0,009	0
<i>LIN 3-9</i>	0,16	1	Ом/км	0,113	0,413	0,009	0
<i>LIN 7-6</i>	1,61	1	Ом/км	0,066	0,382	0,01	0
<i>LIN 5-2</i>	7,8	1	Ом/км	0,091	0,415	0,009	0
<i>LIN 5-6</i>	11,9	1	Ом/км	0,141	0,413	0,009	0
<i>LIN 8-7</i>	19,1	1	Ом/км	0,112	0,2	0,009	0
Назва	R , Ом/км	X , Ом/км	C , мкФ/км	I_{rmin} , А	I_{Ermax} , А	<i>Red. factor</i>	Q , мм ²
<i>LEIT. 1</i>	0,15	1,4	0,005	0	90	1	0
<i>LIN 2-4</i>	0,4	1,499	0,005	0	90	1	0
<i>LIN 2-3</i>	0,14	1,599	0,005	0	70	1	0
<i>LIN 4-8</i>	0,1	1,599	0,004	0	100	1	0
<i>LIN 3-8</i>	0,153	1,619	0,004	0	75	1	0
<i>LIN 3-9</i>	0,154	1,639	0,004	0	60	1	0
<i>LIN 7-6</i>	0,085	1,459	0,004	0	400	1	0
<i>LIN 5-2</i>	0,13	1,659	0,004	0	200	1	0
<i>LIN 5-6</i>	0,19	1,649	0,004	0	190	1	0
<i>LIN 8-7</i>	0,144	1,587	0,005	0	200	1	0

10. Задати параметри навантажень: *V_ZWOELF*, *VI* (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Параметри навантажень

Назва	<i>LF Type</i>	P , МВт	Q , МВАр	<i>Domestic Units</i>	<i>Units</i>
<i>V_ZWOELF</i>	<i>PQ</i>	5	4	0	<i>HV</i>
<i>VI</i>	<i>PQ</i>	2	2	0	<i>HV</i>

11. Задати параметри генератора: *GENI* (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Параметри генератора

Назва	S_r , МВА	U_r , кВ	pU_r , %	$\cos\varphi$	$xdsat$, %
<i>GENI</i>	45	8,5	0	0,85	160



Продовження табл. 3.4.

Назва	$xd'sat, \%$	$xd''sat, \%$	$x\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{C}}}, \%$	$x\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{Q}}}, \%$	U_{fmax}/U_{fr}
GENI	0	20	20	20	2
Назва	I_{kk}, kA	μe	RG, Om	$Turbo$	$Amort. Winding$
GENI	0	0	0	1	1
Назва	$Unit Generator$	$Motor$	$LF Type$	P_{Gen}, MBT	Q_{Gen}, MBAp
GENI	1	0	PQ	40	10

12. Задати параметри трансформаторів: $TRA 8-12$, $TRA 6-13$, $TRA 8-11$, $TRA 9-10$, $TRA 1-2$ (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Параметри трансформаторів

Назва	$From Node$	$To Node$	$Vector Group$	$Unit Transf.$
TRA 8-12	<i>EIGHT</i>	<i>TWELVE</i>	$Y\Delta - 05$	0
TRA 6-13	<i>SIX</i>	<i>THIRTEEN</i>	$Y\Delta - 05$	0
TRA 8-11	<i>EIGHT</i>	<i>ELEVEN</i>	$Y\Delta - 05$	0
TRA 9-10	<i>NINE</i>	<i>TEN</i>	$Y\Delta - 05$	0
TRA 1-2	<i>ONE</i>	<i>TWO</i>	$YY - 00$	0
Назва	$Comp. Winding$	S_r, MBA	U_{r1}, kB	U_{r2}, kB
TRA 8-12	0	60	65	16
TRA 6-13	0	140	65	8,5
TRA 8-11	0	12	65	5,2
TRA 9-10	0	6	65	5,2
TRA 1-2	0	200	220	65
Назва	$ukr\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{C}}}, \%$	$uRr\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{C}}}, \%$	$ukr\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{Q}}}, \%$	$uRr\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{Q}}}, \%$
TRA 8-12	10	0	10	0
TRA 6-13	10	0	10	0
TRA 8-11	10	0	10	0
TRA 9-10	8,46	0	8,46	0
TRA 1-2	9	0	9	0
Назва	$I_0, \%$	P_{fe}, kBT	$U01\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{C}}}, \%$	$U02\overset{\sim}{\underset{\sim}{\text{C}}}, \%$
TRA 8-12	0	0	0	0
TRA 6-13	0	0	0	0
TRA 8-11	0	0	0	0
TRA 9-10	0	0	0	0
TRA 1-2	0	0	0	0



Назва	<i>Earthing primary</i>	<i>RE1, Ом</i>	<i>XE1, Ом</i>	<i>ZE1active, %</i>
<i>TRA 8-12</i>	<i>impedance</i>	0,1	0	100
<i>TRA 6-13</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 8-11</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 9-10</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 1-2</i>	<i>direct</i>	0	0	100
Назва	<i>Earthing secondary</i>	<i>RE2, Ом</i>	<i>XE2, Ом</i>	<i>ZE2active, %</i>
<i>TRA 8-12</i>	<i>impedance</i>	6	0	100
<i>TRA 6-13</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 8-11</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 9-10</i>	<i>direct</i>	0	0	100
<i>TRA 1-2</i>	<i>impedance</i>	1	35	100
Назва	<i>On-load Tapchanger</i>	<i>Tap side</i>	<i>Controlled bus</i>	<i>Tap act</i>
<i>TRA 8-12</i>	0	<i>Primary</i>	<i>Primary</i>	0
<i>TRA 6-13</i>	0	<i>Primary</i>	<i>Secondary</i>	0
<i>TRA 8-11</i>	0	<i>Secondary</i>	<i>Primary</i>	0
<i>TRA 9-10</i>	0	<i>Secondary</i>	<i>Primary</i>	0
<i>TRA 1-2</i>	1	<i>Primary</i>	<i>Secondary</i>	0
Назва	<i>Tap min</i>	<i>Tapr</i>	<i>Tap max</i>	$\Delta U, \%$
<i>TRA 8-12</i>	0	0	0	0
<i>TRA 6-13</i>	0	0	0	0
<i>TRA 8-11</i>	0	0	0	0
<i>TRA 9-10</i>	0	0	0	0
<i>TRA 1-2</i>	0	0	0	0
Назва	$\beta U, ^\circ$	$U_{set}, \%$	$P_{set}, \%$	S_{min}, MVA
<i>TRA 8-12</i>	0	0	0	60
<i>TRA 6-13</i>	0	0	0	140
<i>TRA 8-11</i>	0	0	0	12
<i>TRA 9-10</i>	0	0	0	6
<i>TRA 1-2</i>	0	0,02	0	200
Назва	S_{max}, MVA			
<i>TRA 8-12</i>	60			
<i>TRA 6-13</i>	140			
<i>TRA 8-11</i>	12			
<i>TRA 9-10</i>	6			
<i>TRA 1-2</i>	200			

13. Задати параметри електродвигунів: *U3 5.2, U1 5.2* (табл. 3.6).



Таблиця 3.6 – Параметри електродвигунів

Назва	<i>From Node</i>	P_r , МВт	S_r , МВА	U_r , кВ	I_r , кА	$\cos\varphi$	η
U3 5.2	<i>ELEVEN</i>	5	6,6489	5,2	0,738	0,8	0,94
U1 5.2	<i>TEN</i>	5	6,6489	5,2	0,738	0,8	0,94
Назва	I_a / I_r	<i>Number</i>	<i>Pole pairs</i>	<i>Conv. drive</i>	<i>cosφ start</i>	M_a / M_r	M_k / M_r
U3 5.2	5	1	1	1	0,3	0,9	2,2
U1 5.2	5	1	1	1	0,3	0,9	2,2
Назва	R_m , Ом	<i>sr</i> , %	J , кг·м ²	H , с	<i>LF type</i>	P_{oper} , МВт	Q_{oper} , МВАр
U3 5.2	0	2	100	0,742	PQ_{oper}	2	1
U1 5.2	0	1,8	100	0,742	PQ_{oper}	4	3
Назва	<i>ANSI factor</i>	<i>Torque Type</i>	$M0$	$M1$	$M2$	$M0,1,2$ in Nm	<i>Model</i>
U3 5.2	1,5	<i>Parabola</i>	4500	0	7000	1	<i>3. Order</i>
U1 5.2	1,5	<i>Parabola</i>	3500	0	7000	1	<i>3. Order</i>

14. Задати параметри вузлів: *ONE, TWO, THREE, FOUR, FIVE, SIX, SEVEN, EIGHT, NINE, TEN, ELEVEN, TWELVE, THIRTEEN* (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Параметри вузлів

Назва	<i>Node Type</i>	U_n , кВ	f , Гц	U_{min} , %	U_{max} , %	I_r , А	I_{rmax} , кА
THREE	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
FOUR	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
TEN	<i>Busbar</i>	5,2	50	0	0	0	0
TWELVE	<i>Busbar</i>	16	50	0	0	0	0
SEVEN	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
ELEVEN	<i>Busbar</i>	5,2	50	0	0	0	0
THIRTEEN	<i>Busbar</i>	8,5	50	0	0	0	0
ONE	<i>Busbar</i>	220	50	0	0	0	0
TWO	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
EIGHT	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
SIX	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
FIVE	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0
NINE	<i>Busbar</i>	65	50	0	0	0	0



15. Виконати перевірку проєктованої мережі, шляхом розрахунку поточкорозподілу використовуючи панель меню *Analysis: Analysis/Load Flow/Calculation*.

16. У разі виявлення помилки у вікні повідомлень, необхідно вносити виправлення в проєктовану мережу до успішного здійснення розрахунку поточкорозподілу. Знайти елемент мережі, щодо якого виникла помилка можна використовуючи панель меню *Edit: Edit/Search* та ввівши ідентифікаційний номер *ID* шуканого елемента.

17. Сформувані висновки по роботі.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема, мета роботи.

2. Загальний вигляд проєктованої електромережі.

3. Елементи проєктованої мережі та їх параметри.

4. Розраховані значення втрат активної та реактивної потужностей проєктованої електричної мережі.

5. Зображення вікна програмного комплексу *NEPLAN* з результатом розрахунку поточкорозподілу проєктованої електромережі.

6. Висновки по роботі.



ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NEPLAN

Мета роботи: навчитися створювати та перевіряти електричну мережу низької напруги, вставляти заголовок в схему, виконувати збереження, друк і вихід з проекту, використовувати різні схеми в одному проекті.

ВСТАВКА ЗАГОЛОВКА, ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОЕКТУ, ДРУК, ВИХІД

Вставка заголовка (*Insert Header*). У кожній схемі може бути вставлений заголовок, дані якого можуть редагуватися. Для цього необхідно використати панель меню *Insert: Insert/Header* (цифра 1, рис. 4.1). Далі потрібно натиснути ліву клавішу миші на схемі для вставки заголовка (цифра 2, рис. 4.1).

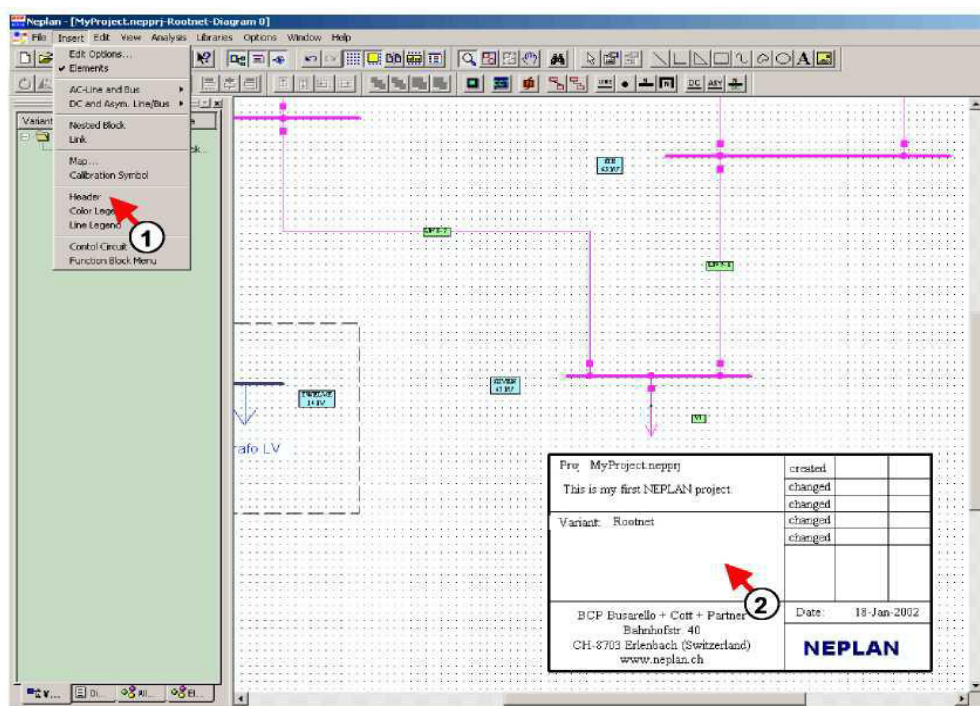


Рисунок 4.1 – Порядок вставки заголовка в схему

Для появи діалогового вікна з рядками тексту заголовка необхідно використати панель меню *Options: Options/Header* (цифра 3, рис. 4.2).

Після виконання даних операцій можна змінювати рядки тексту (цифра 4, рис. 4.2).

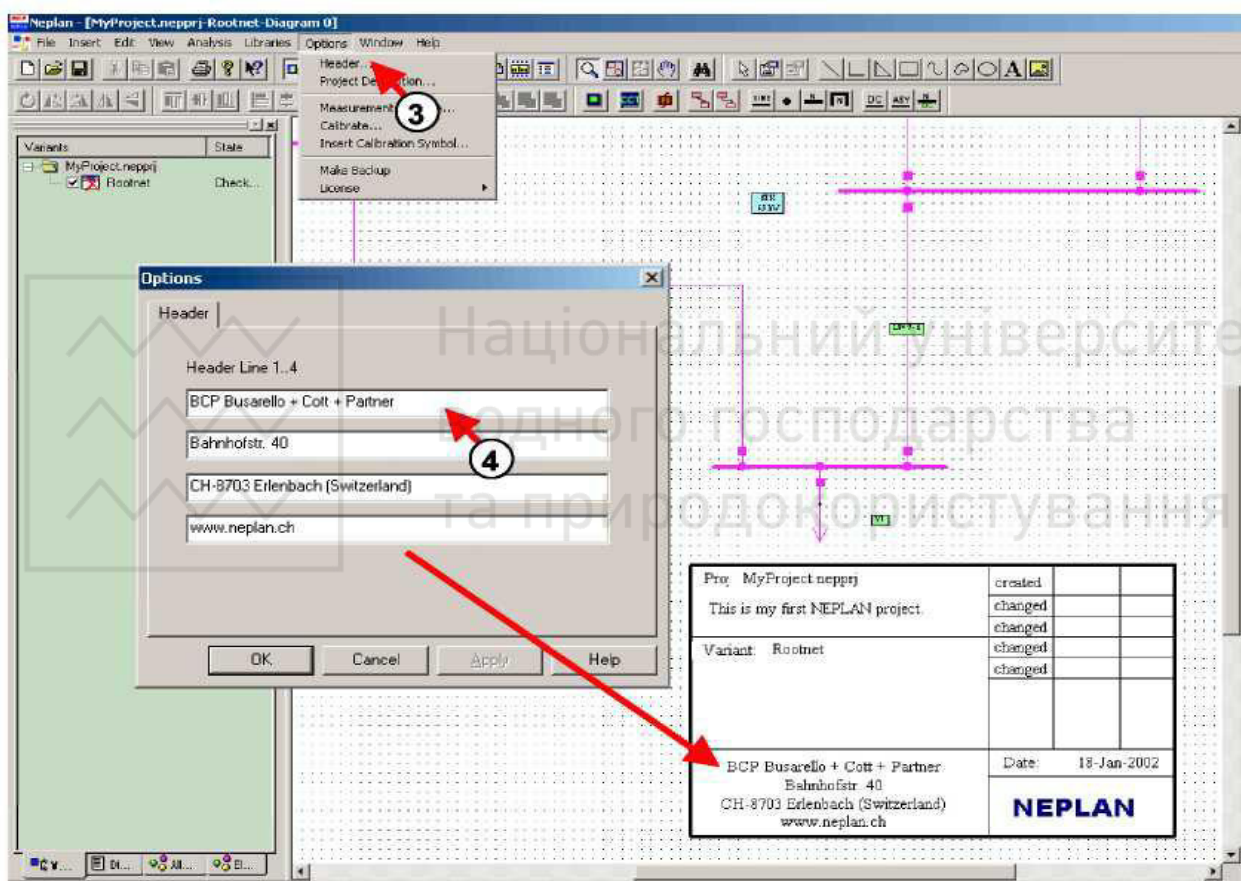


Рисунок 4.2 – Порядок внесення змін в рядки тексту

Для появи діалогового вікна опису проекту потрібно використати панель меню *Options: Options/Project Settings* (цифра 5, рис. 4.3).

Після виконання даних операцій можна змінити опис проекту (цифра 6, рис. 4.3). Назва проекту та назва варіанту відображаються в заголовку автоматично.

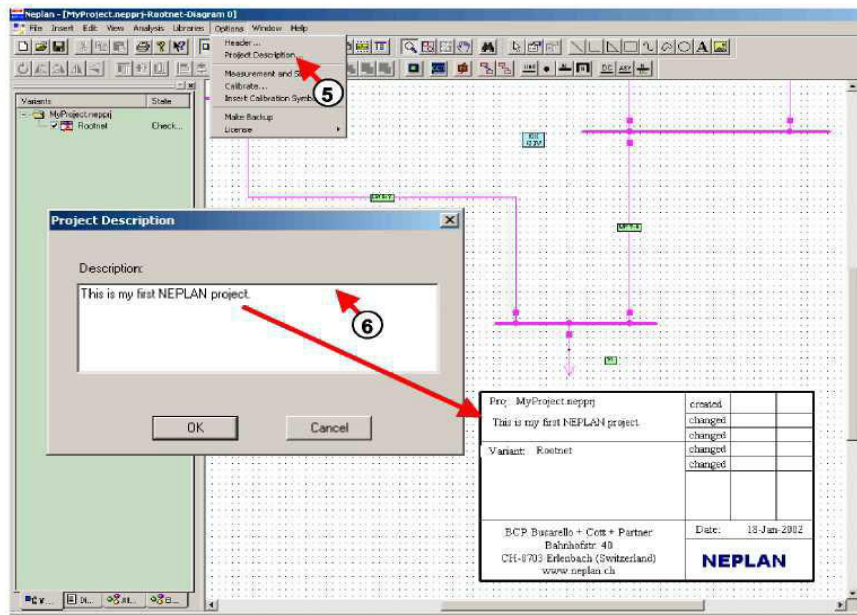


Рисунок 4.3 – Порядок зміни опису проекту

Збереження мережі (*Save the network*). Час від часу створену мережу необхідно зберігати, щоб уникнути втрати даних. Як правило, цю операцію виконують натискаючи ліву клавішу миші на іконці *Save* на панелі інструментів або використовуючи панель меню *File: File/Save*. Для збереження проекту мережі з початковою або з іншою назвою необхідно вибрати панель меню *File: File/Save as* (цифра 1, рис. 4.4).

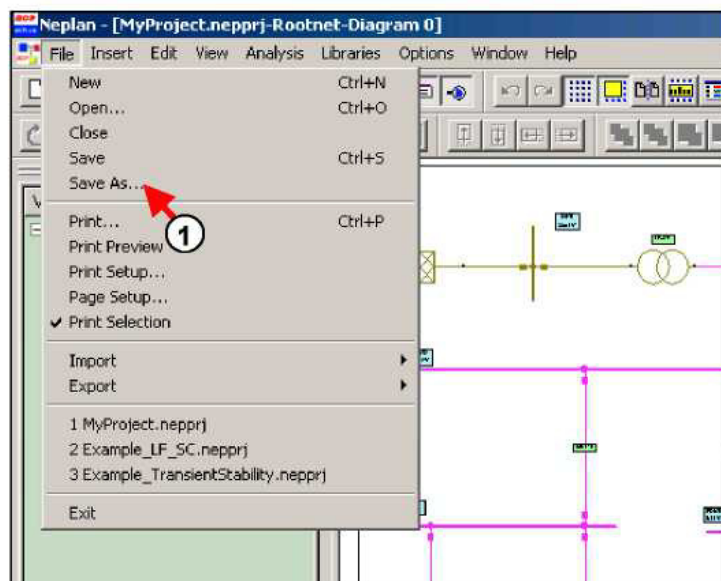


Рисунок 4.4 – Порядок збереження проекту мережі



Далі потрібно вибрати директорію, в якій буде збережений проект (цифра 2, рис. 4.5). Після цього необхідно ввести назву файлу (цифра 3, рис. 4.5) та натиснути ліву клавiшу миші на кнопці *Save* (цифра 4, рис. 4.5).

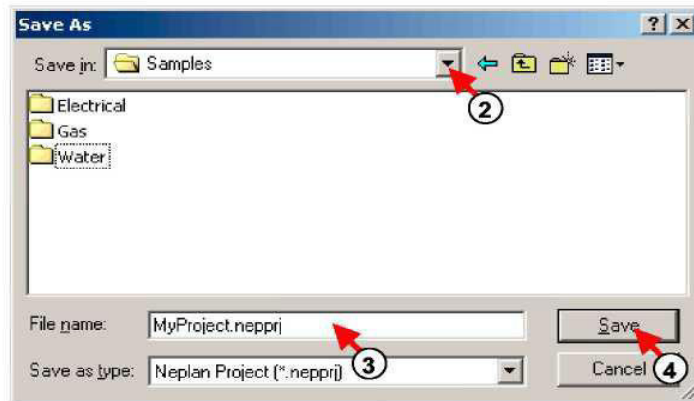


Рисунок 4.5 – Введення назви файлу

Друк схеми. Для забезпечення можливості друку схеми в необхідному вигляді, потрібно активувати режим попереднього перегляду з панелі меню *View: View/Preview Mode* (цифра 1, рис. 4.6).

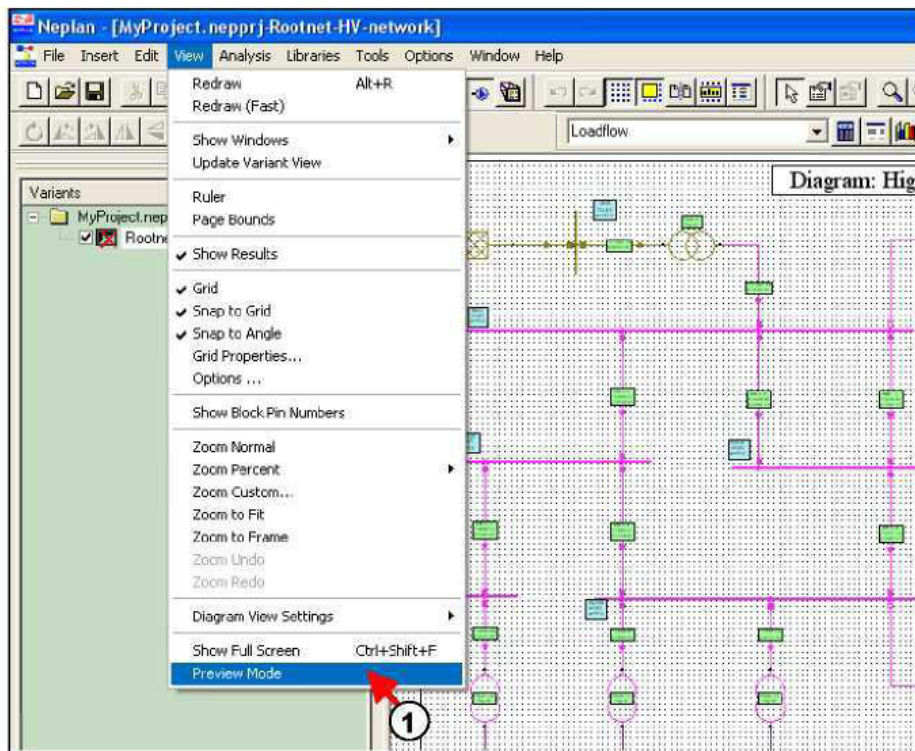


Рисунок 4.6 – Активація режиму попереднього перегляду (*Preview Mode*)

Далі необхідно задати параметри сторінки (розмір, орієнтацію, поля) з допомогою панелі меню *File: File/Page Setup* (цифра 2, рис. 4.7).

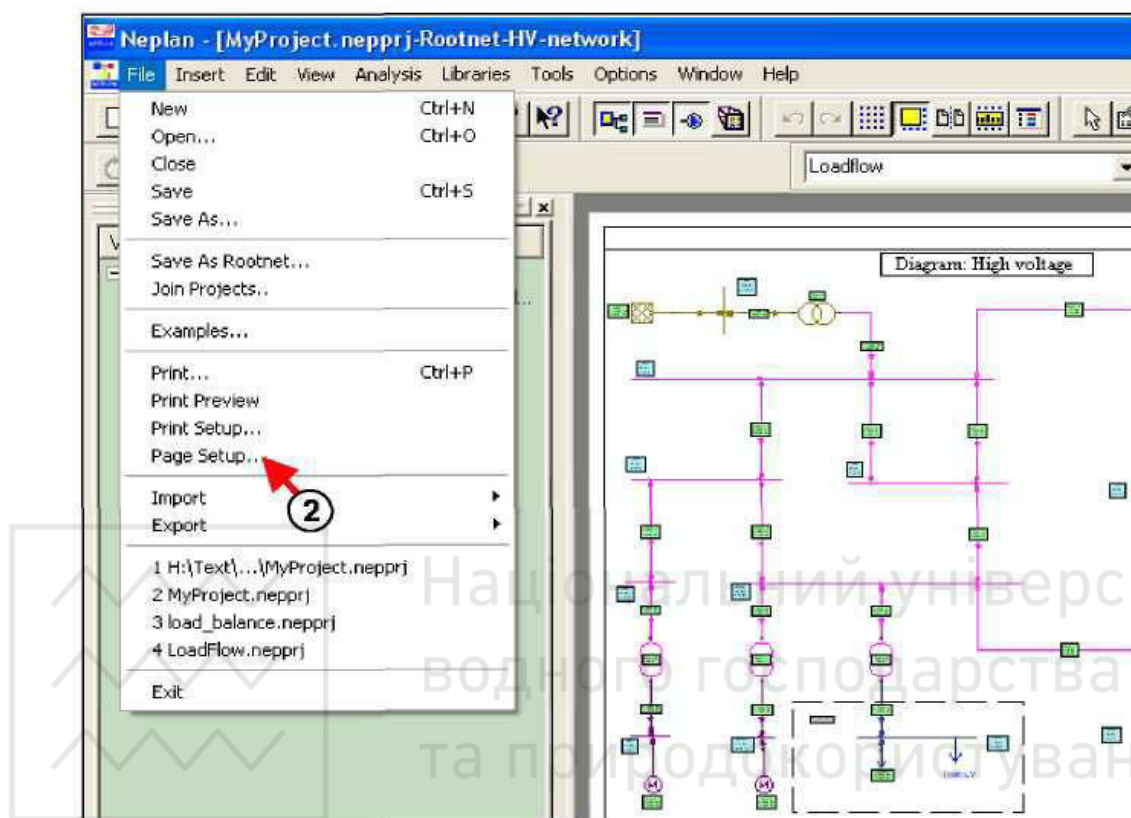


Рисунок 4.7 – Встановлення параметрів сторінки (*Page Setup*)

Надруковано буде такий вигляд, який видно у вікні попереднього перегляду. Необхідно використовувати опції масштабування (*Zoom*) для задавання вікна друку (цифра 3, рис. 4.8).

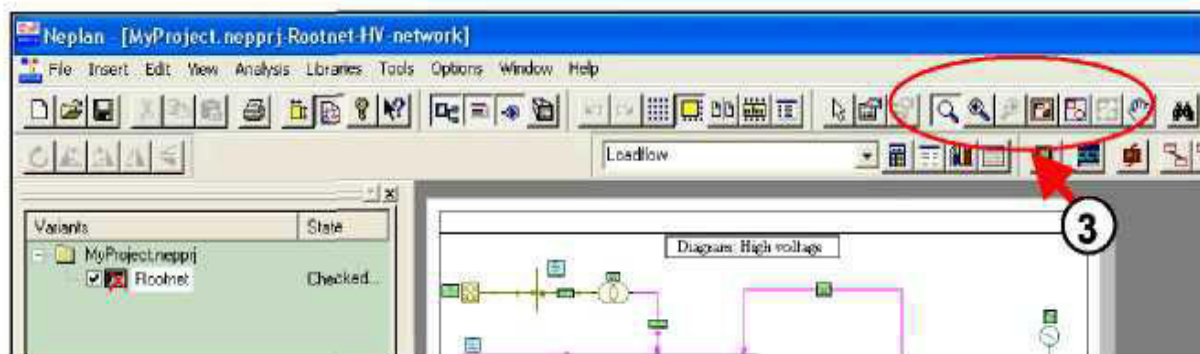


Рисунок 4.8 – Підготовка вікна до друку

Для завершення друку потрібно його контролювати використовуючи панель меню *File: File/Print Preview* (цифра 4b, рис. 4.9). Виведення схеми на друк необхідно здійснювати за допомогою панелі меню *File: File/Print* (цифра 4c, рис. 4.9).

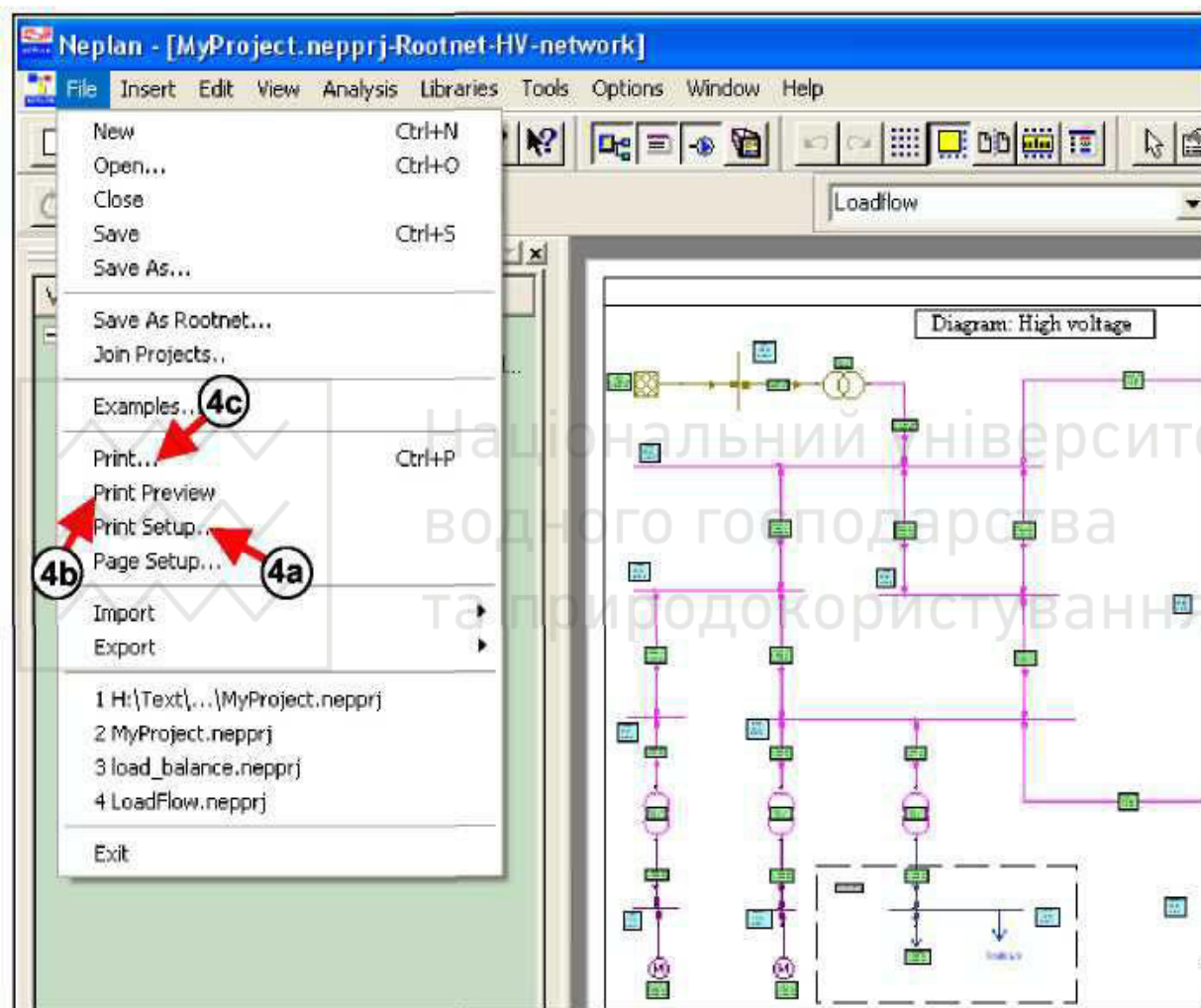


Рисунок 4.9 – Порядок виведення схеми на друк

Закриття та відкриття проектів. Проекти можуть бути відкриті та закриті без завершення роботи програми. Декілька проектів можуть бути відкриті одночасно. Вони будуть відображатися в менеджері варіантів (*variant manager*). Спершу необхідно натиснути правою клавшею миші по символу проекту в менеджері варіантів (цифра 1, рис. 4.10). Після цього з'явиться меню. Далі потрібно вибрати пункт меню «*Close Project*» для закриття відповідного

проекту (цифра 2, рис. 4.10). Операцію закриття проекту можна також виконати за допомогою панелі меню *File: File/Close*.

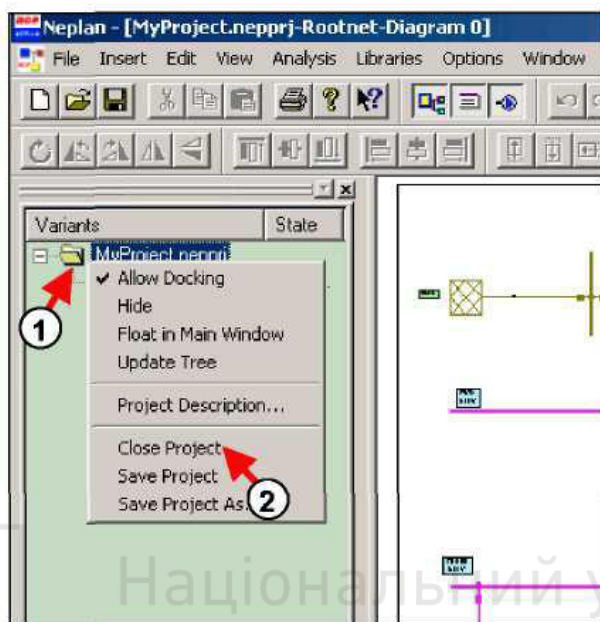


Рисунок 4.10 – Порядок закриття проекту

Програмний комплекс *NEPLAN* дозволяє відкрити другий, вже існуючий, проект за допомогою панелі меню *File: File/Open* (цифра 3, рис. 4.11).

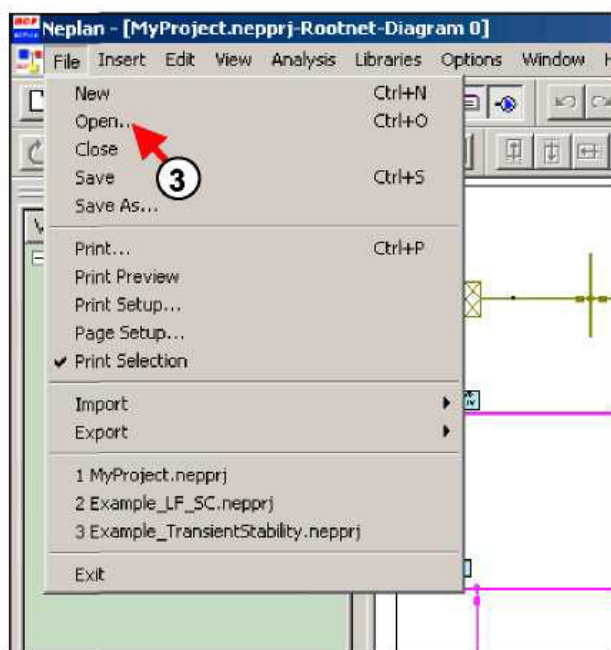


Рисунок 4.11 – Порядок дій для відкриття другого проекту



Для завершення роботи програмного комплексу *NEPLAN* потрібно використати панель меню *File: File/Exit* (цифра 4, рис. 4.12).

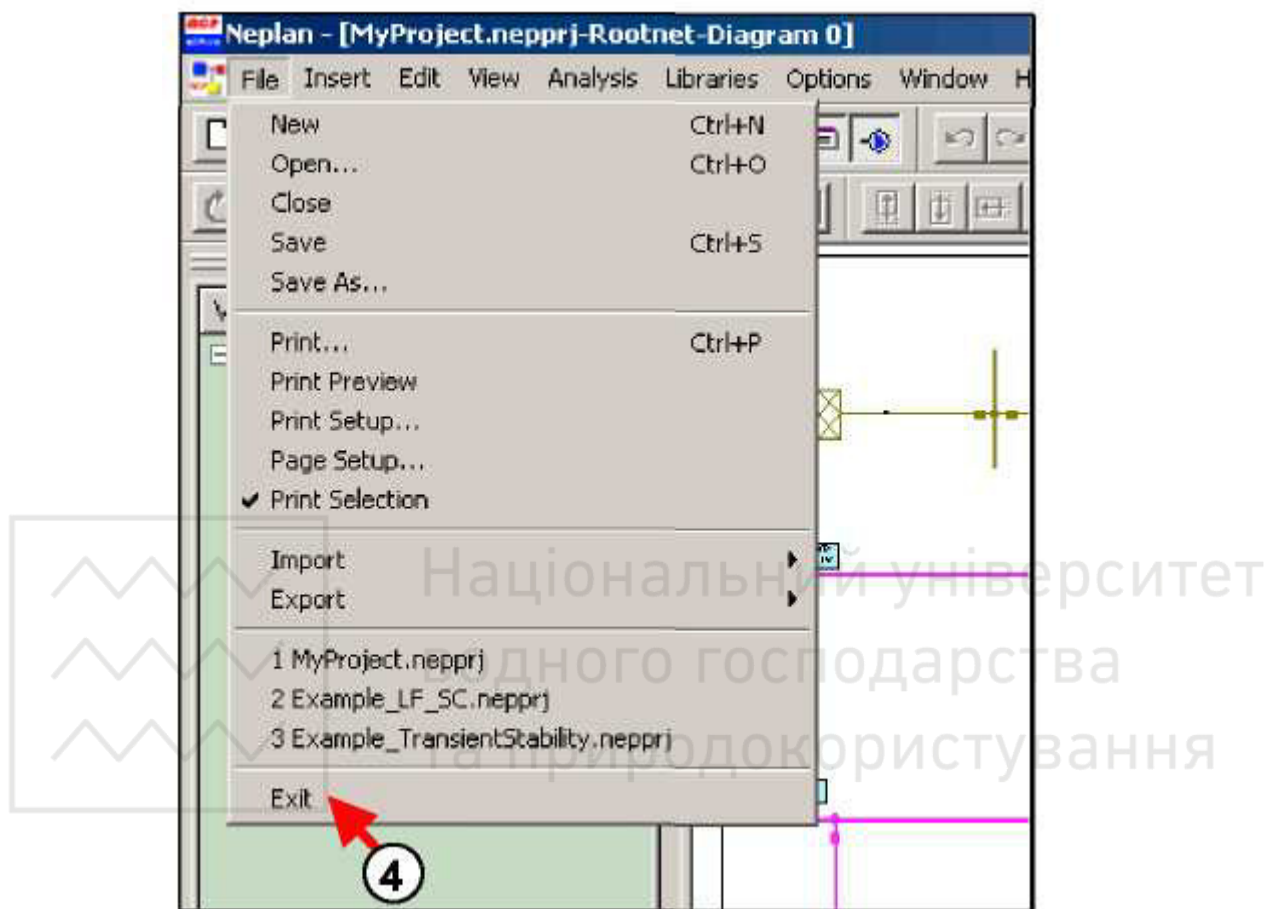


Рисунок 4.12 – Завершення роботи програмного комплексу *NEPLAN*

ВИКОРИСТАННЯ СХЕМ

Використання схем. Для певного проекту мережа може бути введена в різних схемах. За допомогою цієї функції користувач може, наприклад, створювати високовольтну мережу в одній схемі, а низьковольтну мережу в декількох інших схемах. Високовольтна мережа також може бути розділена на декілька схем. Для інших цілей є масштабування (*zooming*) схеми станції. На основній схемі станція може бути зображена як «чорний ящик», а на інших схемах детально зі всіма захистами та комутаційною апаратурою.



Перейменування схеми. Для перейменування окремої схеми проекту необхідно вибрати менеджер схем – *diagram manager* (цифра 1, рис. 4.13). Далі потрібно двічі натиснути лівою клавшею миші на існуючій назві схеми «*Diagram 0*» (цифра 2, рис. 4.13). Після цього з'явиться діалогове вікно *Diagram Properties*. Тоді необхідно змінити ім'я на «*HV-Network*» (цифра 3, рис. 4.13). Далі потрібно ввести опис схеми: *High voltage diagram* (цифра 4, рис. 4.13) та натиснути кнопку *Ok*.

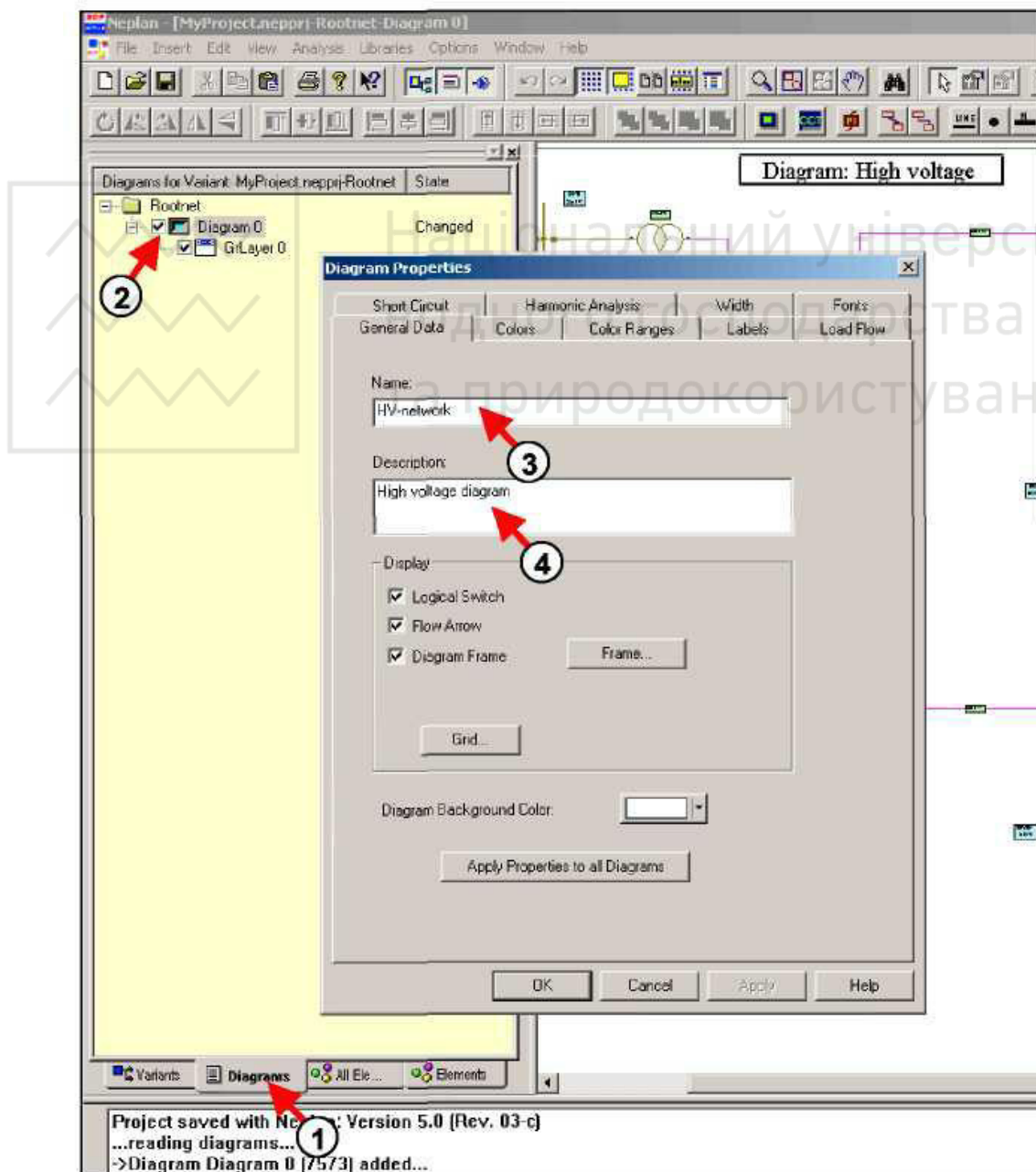


Рисунок 4.13 – Порядок зміни назви та опису схеми



Створення нової схеми. Низьковольтна мережа підстанції *STAT-LV* повинна бути включена в іншу схему. Для створення нової схеми необхідно здійснити натискання правою клавшею миші по менеджеру схем (*Diagram Manager*) та вибрати «*Insert new Diagram*» (цифра 1, рис. 4.14).

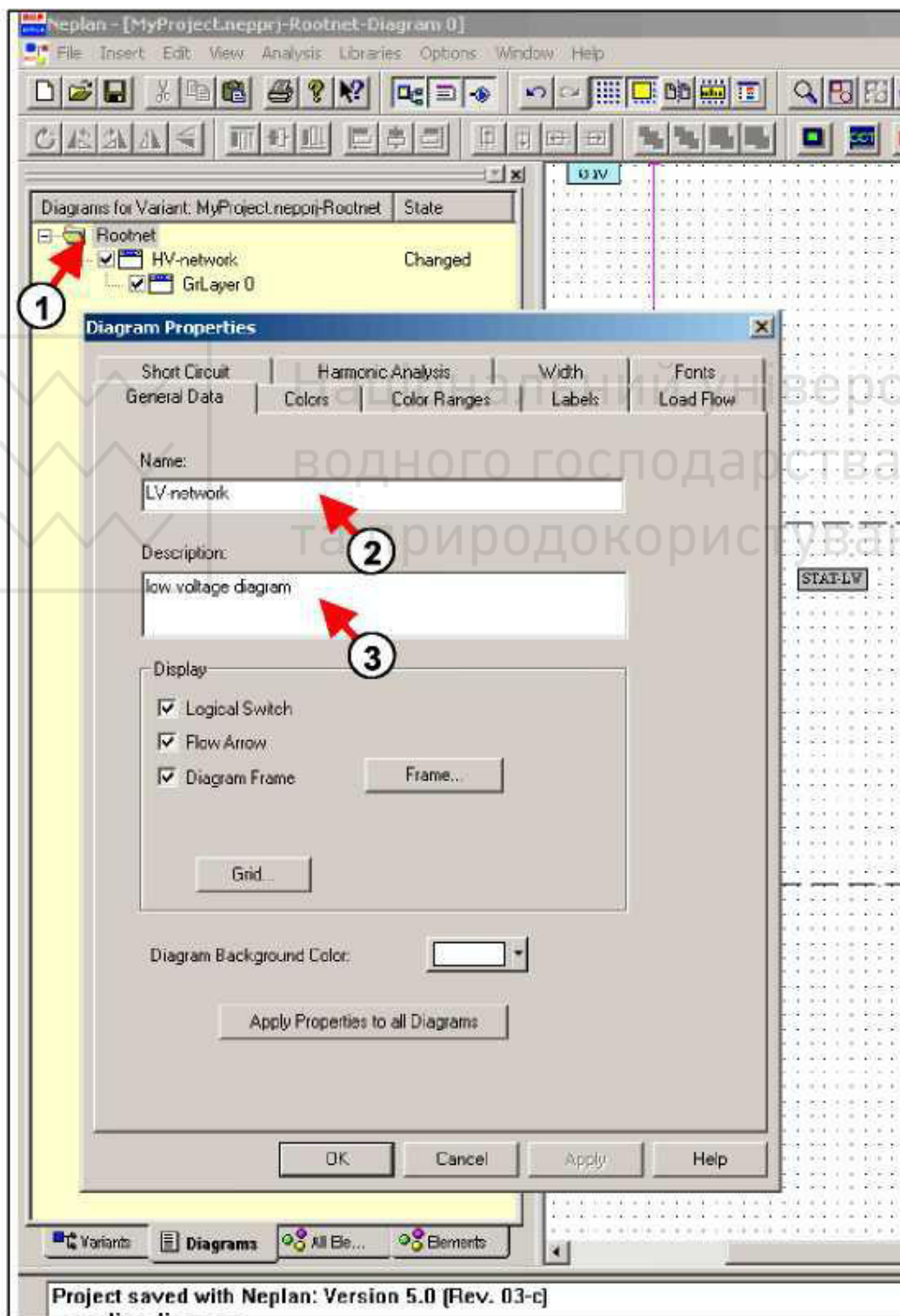


Рисунок 4.14 – Створення нової схеми



Після цього з'явиться діалогове вікно властивостей схем – *Diagram Properties*. Далі потрібно ввести ім'я нової схеми: *LV-Network* (цифра 2, рис. 4.14) та ввести її опис: *Low voltage diagram* (цифра 3, рис. 4.14). Для завершення створення нової схеми необхідно натиснути кнопку *Ok*.

Після закриття властивостей схем (*Diagram Properties*), відобразиться структура схем, що зображена на рис. 4.15.



Рисунок 4.15 – Основна мережа з двома схемами

Для відображення схеми необхідно поставити галочку навпроти неї та зняти галочку для закриття схеми. Остання відмічена галочкою схема є активною та може редагуватися.

Введення елемента більше одного разу в проект. Графічно елементи можуть бути представлені в одному проекті стільки разів, скільки є в цьому потреба. Як правило, це має сенс, якщо є необхідність в одному і тому ж елементі в різних схемах.

Підстанція *STAT-LV*, до якої приєднана низьковольтна мережа, повинна бути представлена в схемах електричних мереж низької та високої напруг для

забезпечення зв'язку двох мереж. Це стосується символу підстанції та вузла *TWELVE*.

Для відображення вузла *TWELVE* в другій схемі потрібно виконати ряд операцій. Спочатку необхідно натиснути кнопку вузла на панелі інструментів. Далі потрібно нарисувати вузол в необхідному місці схеми (цифра 1, рис. 4.16). Після появи діалогового вікна потрібно вибрати вкладку *Info* (цифра 2, рис. 4.16). Далі необхідно натиснути кнопку поряд з полем імені (цифра 3, рис. 4.16). Після появи діалогового вікна «*Element Selection Tool*» потрібно вибрати існуючий вузол зі списку (цифра 4, рис. 4.16). Для прийняття даних відповідного елемента необхідно натиснути кнопку *Ok* (цифра 5, рис. 4.16).

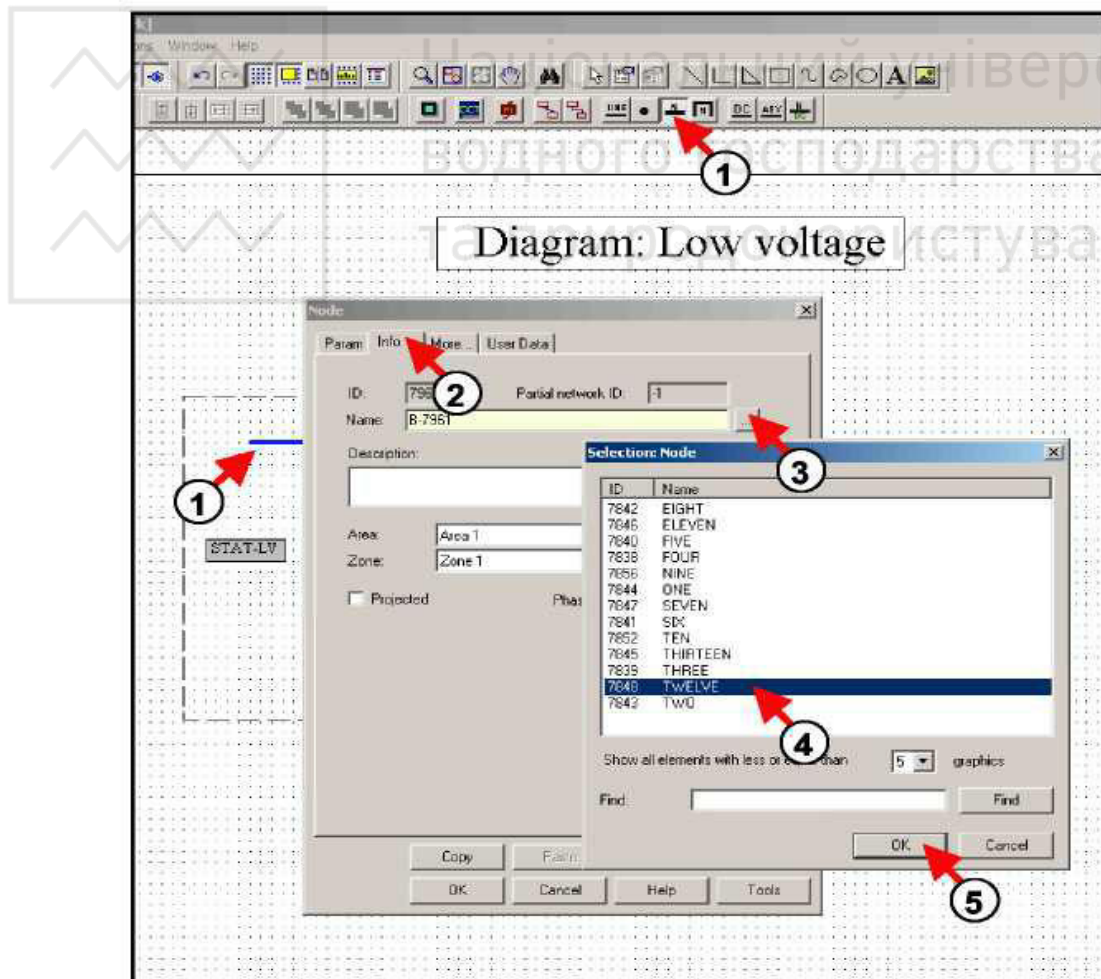


Рисунок 4.16 – Порядок введення вже існуючого елемента в той самий проект



На рис. 4.17 показано приклад електричної мережі низької напруги, побудованої в програмному комплексі *NEPLAN*.

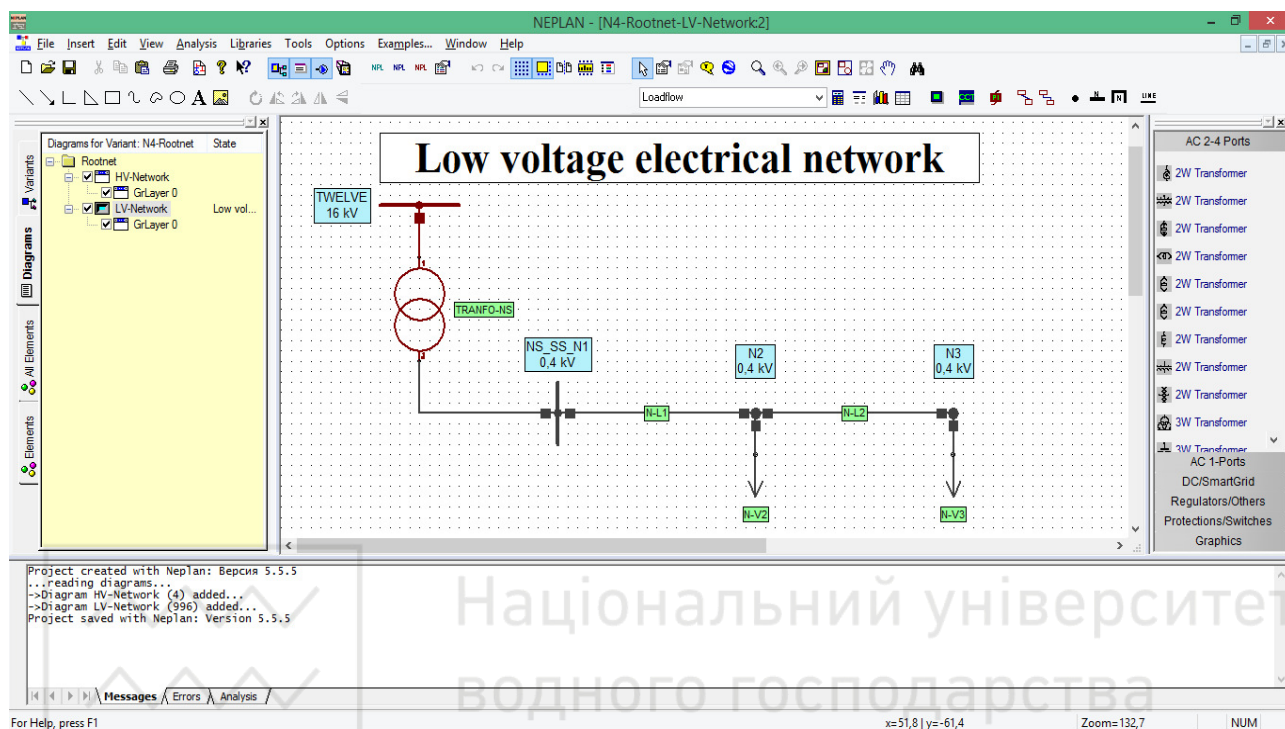


Рисунок 4.17 – Приклад електричної мережі низької напруги, побудованої в програмному комплексі *NEPLAN*

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Відкрити проект мережі *PR3_CDEPS* та зберегти його з новою назвою. Для цього використати панель меню *File: File/Save as* та ввести назву файлу: *PR4_CDEPS*.
2. Вставити заголовок на вільне місце схеми (правий нижній кут). Для цього використати панель меню *Insert: Insert/Header*.
3. Внести зміни в рядки тексту заголовку: в перший – *NUWEE*; в другий – *Soborna street 11*; в третій – *Rivne city, 33028, Ukraine*; в четвертий – *www.nuwm.edu.ua*, використавши панель меню *Options: Options/Header*.



4. Ввести опис проекту: *This is my third NEPLAN project*, використавши панель меню *Options: Options/Project Settings*.

5. В менеджері схем за допомогою діалогового вікна *Diagram Properties* перейменувати схему «*Diagram 0*» на «*HV-Network*» та ввести опис схеми: *High voltage diagram*.

6. Створити нову схему низьковольтної електромережі, вибравши пункт меню «*Insert new Diagram*» в менеджері схем.

7. Ввести ім'я нової схеми: *LV-Network* та її опис: *Low voltage diagram* в діалоговому вікні властивостей схем (*Diagram Properties*).

8. Побудувати електричну мережу низької напруги, зображену на рис. 4.18. При цьому, створення мережі необхідно почати з вузла «*TWELVE*», який повинен бути представлений в схемах електричних мереж як низької, так і високої напруг для забезпечення їх зв'язку. Для цього нарисувати новий вузол, в діалоговому вікні якого вибрати вкладку *Info*, де натиснути кнопку поряд з полем імені. Після цього вибрати вузол «*TWELVE*» в діалоговому вікні «*Element Selection Tool*» та натиснути кнопку *Ok*.

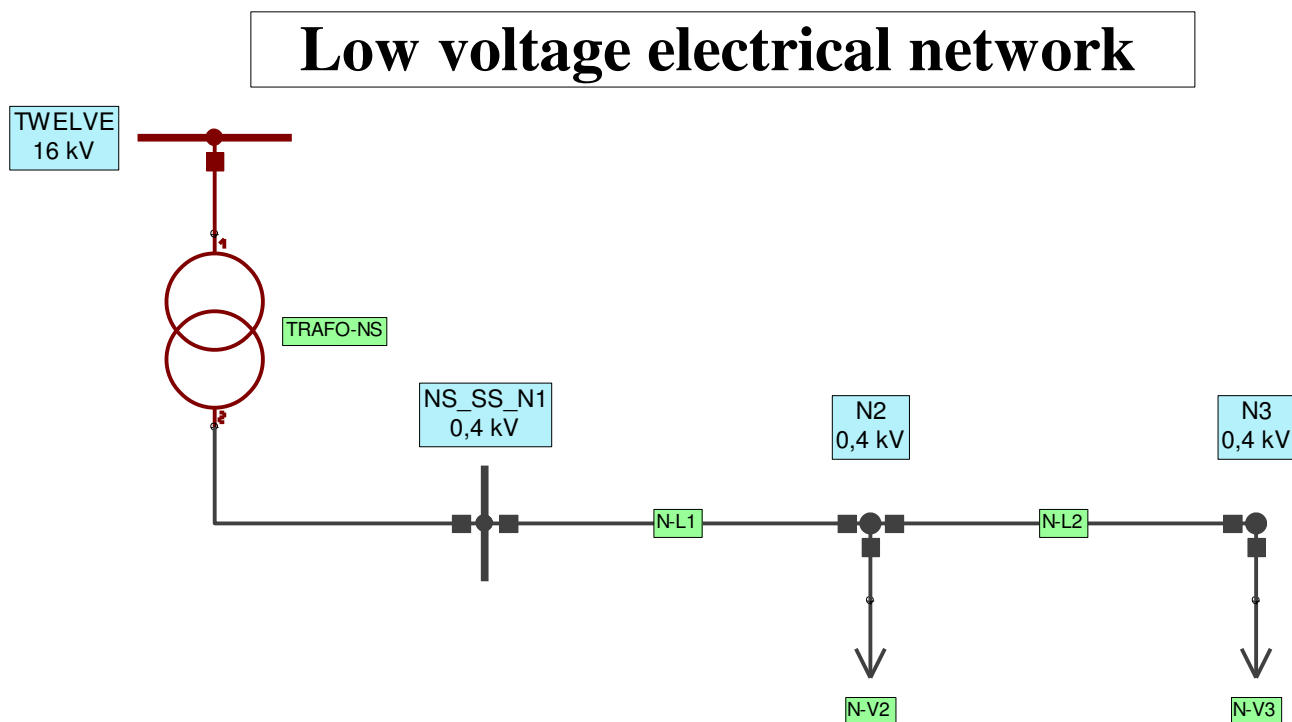


Рисунок 4.18 – Електрична мережа низької напруги



9. Підписати побудовану схему електричної мережі: *Low voltage electrical network*.

10. Змінити властивості текстового поля. Встановити такі параметри: шрифт – *Times New Roman*, насиченість – жирний (*Bold*), кегль – 20.

11. Задати параметри вузлів: *NS_SS_N1, N2, N3* (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Параметри вузлів

Назва	Node Type	U_n , кВ	f , Гц	U_{min} , %	U_{max} , %	I_r , А	I_{rmax} , кА
<i>NS_SS_N1</i>	<i>Busbar</i>	0,4	50	0	0	0	0
<i>N2</i>	<i>Sleeve</i>	0,4	50	0	0	0	0
<i>N3</i>	<i>Sleeve</i>	0,4	50	0	0	0	0

12. Задати параметри ліній: *N-L1, N-L2* (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Параметри ліній

Назва	l , км	Кількість ліній	Одиниці	R , Ом/км	X , Ом/км	C , мкФ/км	G , мкСм/км
<i>N-L1</i>	0,02	1	Ом/км	0,0754	0,072	0	0
<i>N-L2</i>	0,03	1	Ом/км	0,124	0,072	0	0
Назва	R , Ом/км	X , Ом/км	C , мкФ/км	I_{rmin} , А	I_{Ermax} , А	Red. factor	Q , мм ²
<i>N-L1</i>	0,308	0,119	0	0	470	1	240
<i>N-L2</i>	0,508	0,115	0	0	360	1	150

13. Задати параметри навантажень: *N-V2, N-V3* (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Параметри навантажень

Назва	From Node	LF Type	P , кВт	Q , кВАр	Domestic Units	Units
<i>N-V2</i>	<i>N2</i>	<i>PQ</i>	40	30	0	<i>LV</i>
<i>N-V3</i>	<i>N3</i>	<i>PQ</i>	20	10	0	<i>LV</i>

14. Задати параметри трансформатора: *TRAF0-NS* (табл. 4.4).



Таблиця 4.4 – Параметри трансформатора

Назва	Type	From Node	To Node	Vector Group
TRAFO-NS	16/0,4 kV 630 kVA	TWELVE	NS_SS_N1	$\Delta Y - 07$
Назва	Unit Transf.	Comp. Winding	S_r , MBA	U_{r1} , кВ
TRAFO-NS	0	0	0,63	16
Назва	U_{r2} , кВ	ukr , %	uRr , %	ukr , %
TRAFO-NS	0,4	5,24	1,12	5,24
Назва	uRr , %	$I0$, %	P_{fe} , кВт	$U01$, %
TRAFO-NS	1,12	0	0	0
Назва	$U02$, %	Earthing primary	RE1, Ом	XE1, Ом
TRAFO-NS	0	direct	0	0
Назва	$ZE1active$, %	Earthing secondary	RE2, Ом	XE2, Ом
TRAFO-NS	100	direct	0	0
Назва	$ZE2active$, %	On-load Tapchanger	Tap side	Controlled bus
TRAFO-NS	100	0	Primary	Secondary
Назва	Tap act	Tap min	Tapr	Tap max
TRAFO-NS	0	0	0	0
Назва	ΔU , %	βU , °	U_{set} , %	P_{set} , %
TRAFO-NS	0	0	0	0
Назва	S_{min} , MBA	S_{max} , MBA		
TRAFO-NS	0,63	0,63		

15. Виконати перевірку проектованої мережі, шляхом розрахунку поточкорозподілу використовуючи панель меню *Analysis: Analysis/Load Flow/Calculation*.

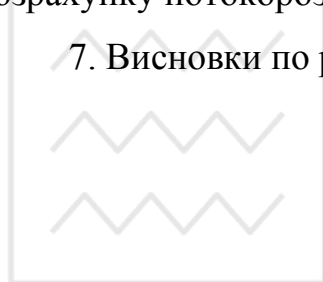
16. У разі виявлення помилки у вікні повідомлень, необхідно вносити виправлення в проектовану мережу до успішного здійснення розрахунку поточкорозподілу. Знайти елемент мережі, щодо якого виникла помилка можна використовуючи панель меню *Edit: Edit/Search* та ввівши ідентифікаційний номер *ID* шуканого елемента.

17. Сформувати висновки по роботі.



ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема, мета роботи.
2. Зображення високовольтної електричної мережі із заголовком в правому нижньому куті схеми.
3. Загальний вигляд проєктованої електромережі низької напруги.
4. Елементи проєктованої мережі низької напруги та їх параметри.
5. Розраховані значення втрат активної та реактивної потужностей проєктованої електричної мережі.
6. Зображення вікна програмного комплексу *NEPLAN* з результатом розрахунку поточкорозподілу проєктованої електромережі.
7. Висновки по роботі.





ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РІЗНИМИ ГРАФІЧНИМИ РІВНЯМИ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ NEPLAN

Мета роботи: навчитися проектувати електричні мережі з різними графічними рівнями, визначати райони та зони, призначати їх різним елементам мережі, розраховувати поточкорозподіл між районами, розфарбовувати схему відповідно до районів або зон.

ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ РІВНІВ

Для кожної схеми може бути призначено декілька графічних рівнів. Користувач може визначати, які графічні рівні схеми можуть відображатися одночасно. На рис. 5.1 показані правила для схем та графічних рівнів [6].

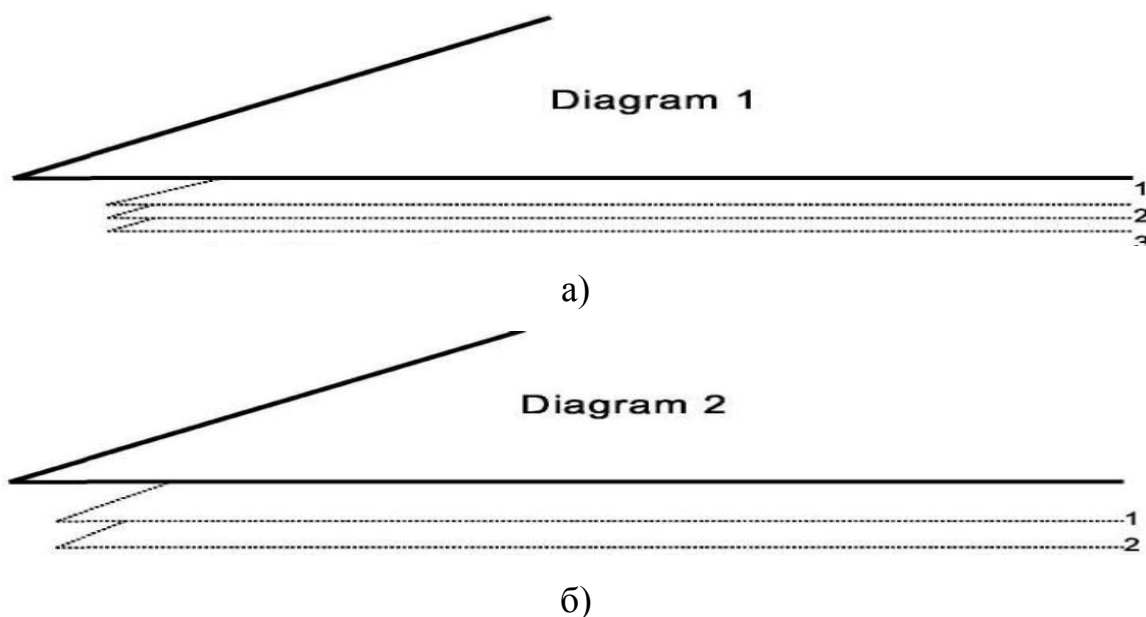


Рисунок 5.1 – Призначення графічних рівнів для схеми: а – графічні рівні 1 – 3 схеми 1; б – графічні рівні 1 – 2 схеми 2



В кожен графічний рівень можна ввести або імпортувати растрові зображення будь-якого числа графічних елементів, електричних елементів або вузлів. Перед включенням нового компонента, можна вибрати графічний рівень якому він буде належати. Графічні рівні можуть відображатися вибірково. Наприклад, можливе використання різних рівнів для трансформаторів струму та реле. Під час розрахунків поточкорозподілу, можна відокремити рівні. У разі розрахунків релейного захисту, можна підключити рівень реле. Можна ввести другий графічний рівень для високовольтної схеми (*HV-Network*) з допомогою імені району/зони. На новому графічному рівні можна відобразити область схеми району або зони. Тоді можна відображати ці графічні дані шляхом ввімкнення, або не відображати їх шляхом вимкнення відповідного рівня.

Введення нового графічного рівня. Для створення нового графічного рівня необхідно в менеджері схем натиснути правою клавішею миші на символі схеми «*HV-Network*» (цифра 1, рис. 5.2).

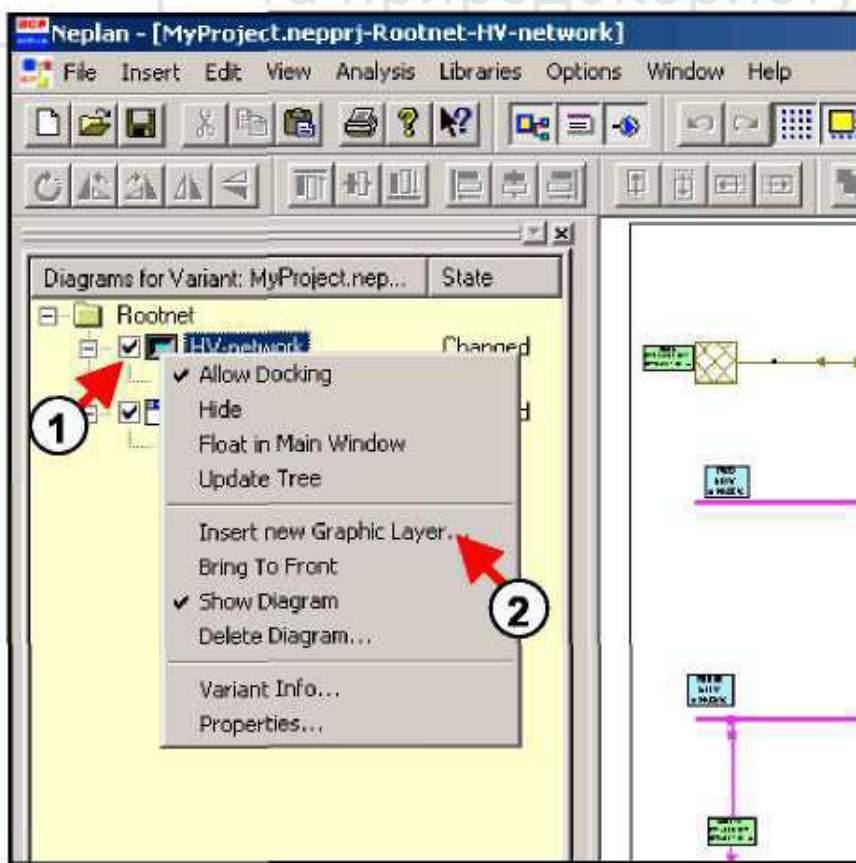


Рисунок 5.2 – Додавання нового графічного рівня в схему «*HV-Network*»

Далі в меню, що з'явилося необхідно вибрати «*Insert new Graphic Layer*» (цифра 2, рис. 5.2).

Після цього з'явиться діалогове вікно «*Graphic Layer Parameters*», в якому необхідно ввести ім'я нового графічного рівня (цифра 3, рис. 5.3) та його опис (цифра 4, рис. 5.3).

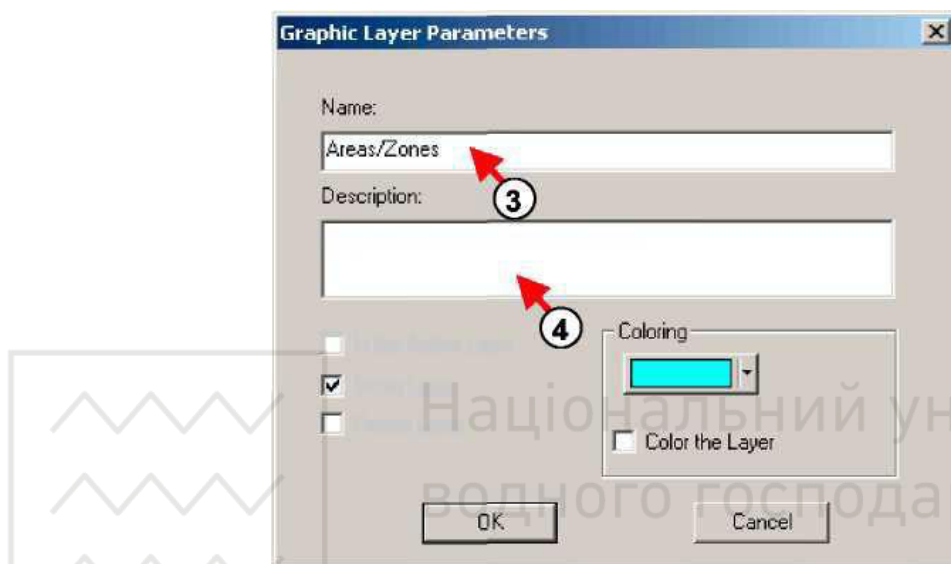


Рисунок 5.3 – Введення параметрів нового графічного рівня

Після створення нового графічного рівня менеджер схем буде мати вигляд, який зображено на рис. 5.4.

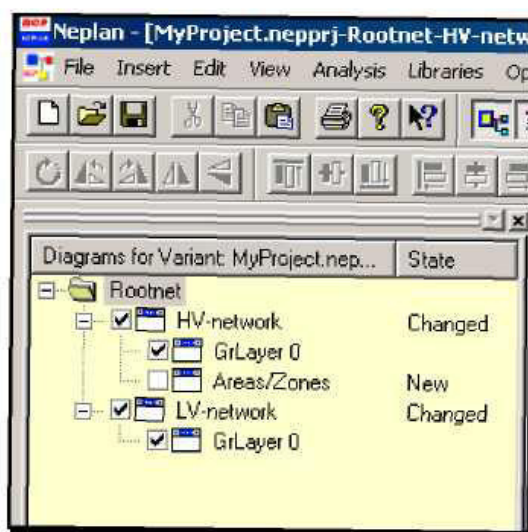


Рисунок 5.4 – Вигляд менеджера схем після створення нового графічного рівня

Введення зображень в новий графічний рівень. Для здійснення редагування графічного рівня, його необхідно активувати.

Активація нового графічного рівня *Areas/Zones* на схемі *HV-Network* здійснюється встановленням галочки навпроти графічного рівня, або натисканням правої клавіші миші на рівні та вибором *Set to Active Layer* в меню, що з'явилося (цифра 1, рис. 5.5).

Далі необхідно виділити область для району та зони, використовуючи графічні засоби панелі інструментів (цифра 2, рис. 5.5).

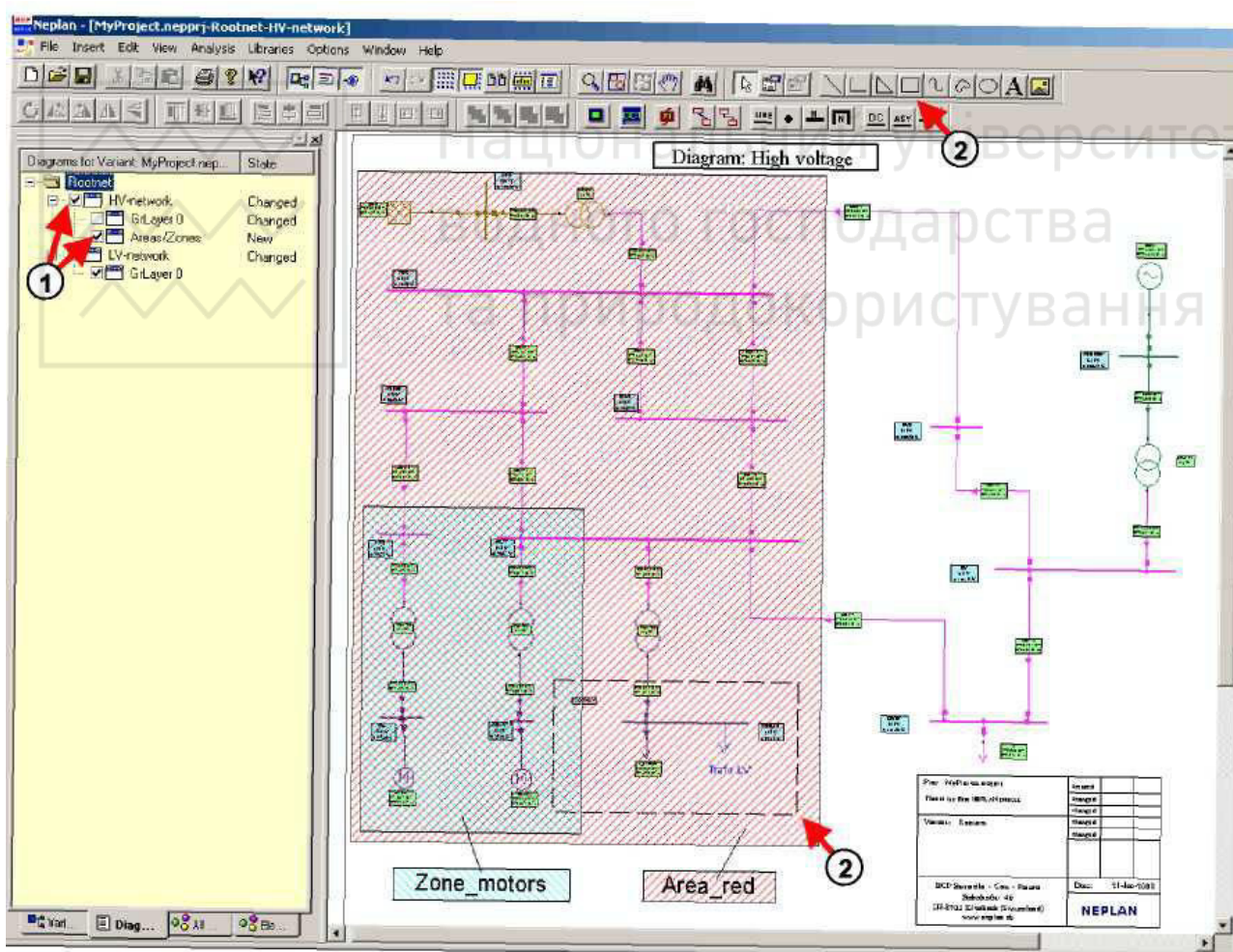


Рисунок 5.5 – Виділення області графічного рівня «*Areas/Zones*» схеми «*HV-Network*»

Після виконання даних операцій відображаються два графічних рівня (*GrLayer* та *Areas/Zones*). Вимкнувши графічний рівень «*Areas/Zones*», отримаємо відображення лише мережі.

Для вимкнення графічного рівня «*Areas/Zones*», він не повинен бути активним. Для цього необхідно активувати інший графічний рівень (цифра 1, рис. 5.6).

Далі потрібно натиснути правою клавішею миші по символу рівня «*Areas/Zones*» (цифра 2, рис. 5.6).

Тоді необхідно скасувати вибір опції «*Show Graphic Layer*» шляхом зняття галочки навпроти неї у меню, що з'явилося (цифра 3, рис. 5.6).

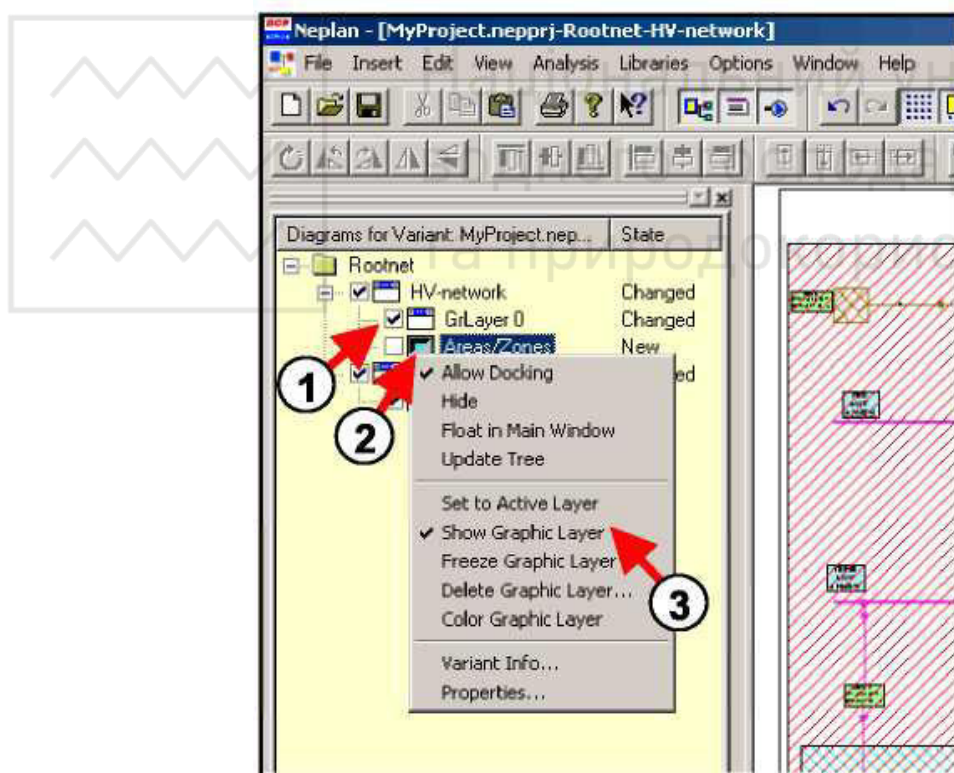


Рисунок 5.6 – Вимкнення графічного рівня «*Areas/Zones*»

Після вимкнення графічного рівня введені раніше графічні елементи стають невидимими, видимою залишається тільки мережа. Червоний хрест поверх символу графічного рівня показує, що рівень «*Areas/Zones*» не відображається внаслідок вимкнення (рис. 5.7).

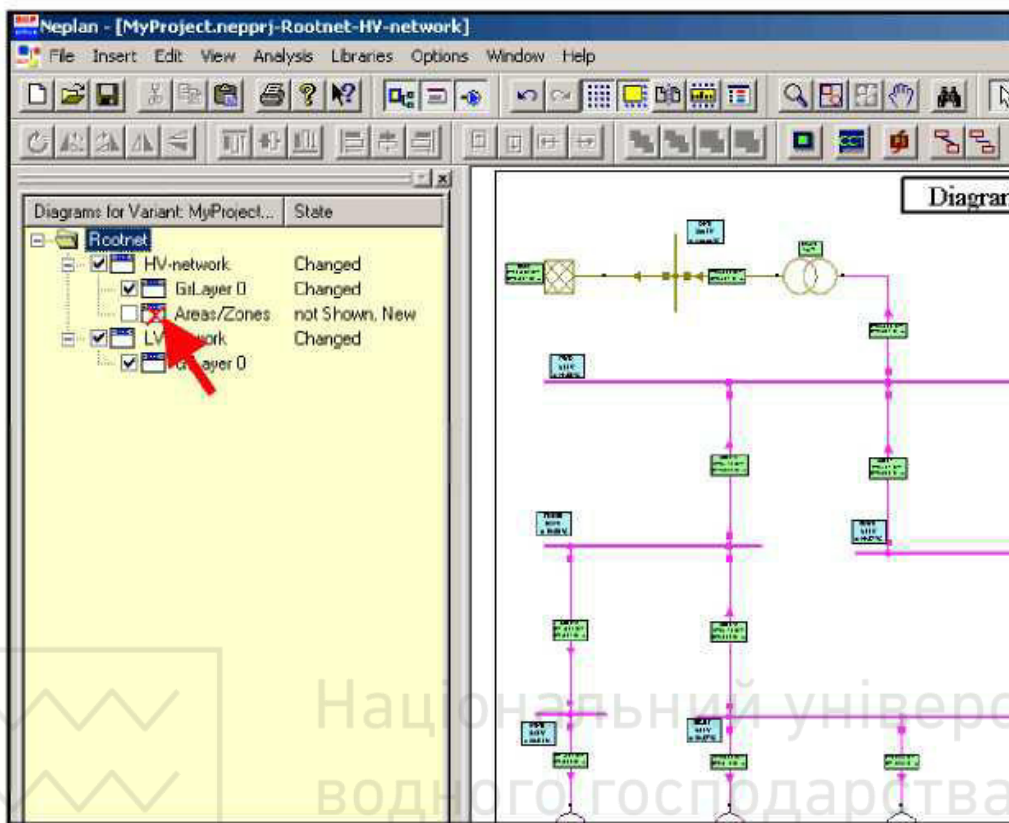


Рисунок 5.7 – Відображення рівня «GrLayer 0»

Визначення і призначення районів та зон. Райони та зони є мережевими групами і можуть бути визначені користувачем. Кожен елемент і вузол належать одній зоні та одному району. Як правило, район містить одну або декілька зон. Під час розрахунку поточкорозподілу можна визначити обміни між різними зонами та між різними районами.

Під час створення нового проекту наперед визначені одна зона та один район, і всі елементи, які вводяться відносяться до цих мережевих груп. Після введення елемента його зона та район можуть бути змінені.

Існують різні можливості для призначення району та/або зони елементам мережі. Як правило, спочатку визначаються зони та райони, перш ніж вони можуть бути призначені елементам.

Визначення районів та зон. Для визначення районів та зон необхідно вибрати «*Edit/Variant Properties*».



Далі потрібно перейти на вкладку «Areas» (цифра 1, рис. 5.8).

В списку знаходиться тільки наперед визначений район. Для додавання нового району необхідно натиснути на кнопку «Add new» (цифра 2, рис. 5.8).

Тоді потрібно ввести ім'я району (цифра 3, рис. 5.8), вибрати його колір (цифра 4, рис. 5.8) та натиснути кнопку *Ok* (цифра 5, рис. 5.8).

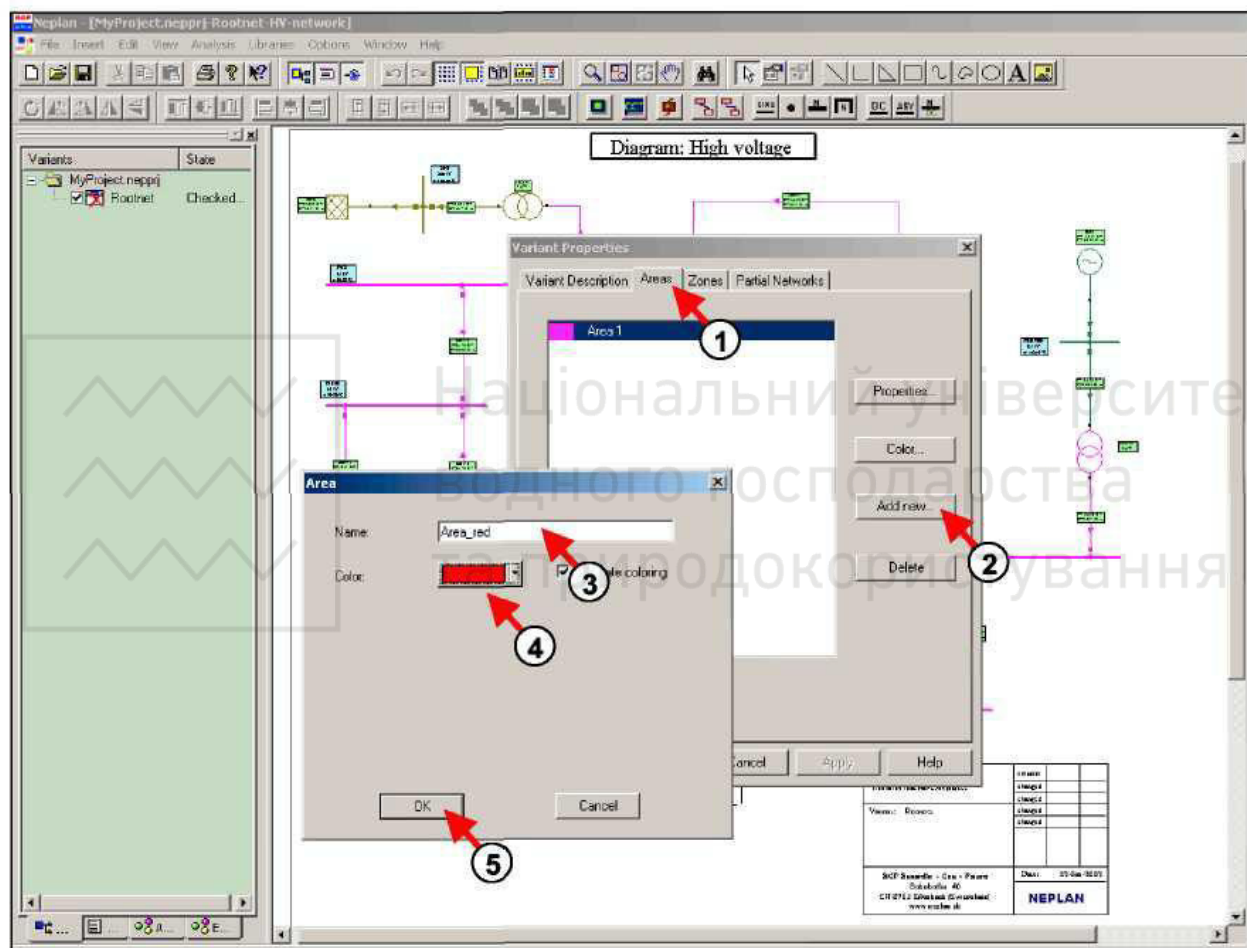


Рисунок 5.8 – Визначення нового району «Area_red»

В програмному комплексі *NEPLAN* можна змінити колір району *Area 1*. Для цього необхідно вибрати *Area 1* на вкладці *Area* (цифра 1, рис. 5.9).

Далі потрібно натиснути на кнопку *Properties* (цифра 2, рис. 5.9), змінити колір (цифра 3, рис. 5.9) та натиснути кнопку *Ok* (цифра 4, рис. 5.9).

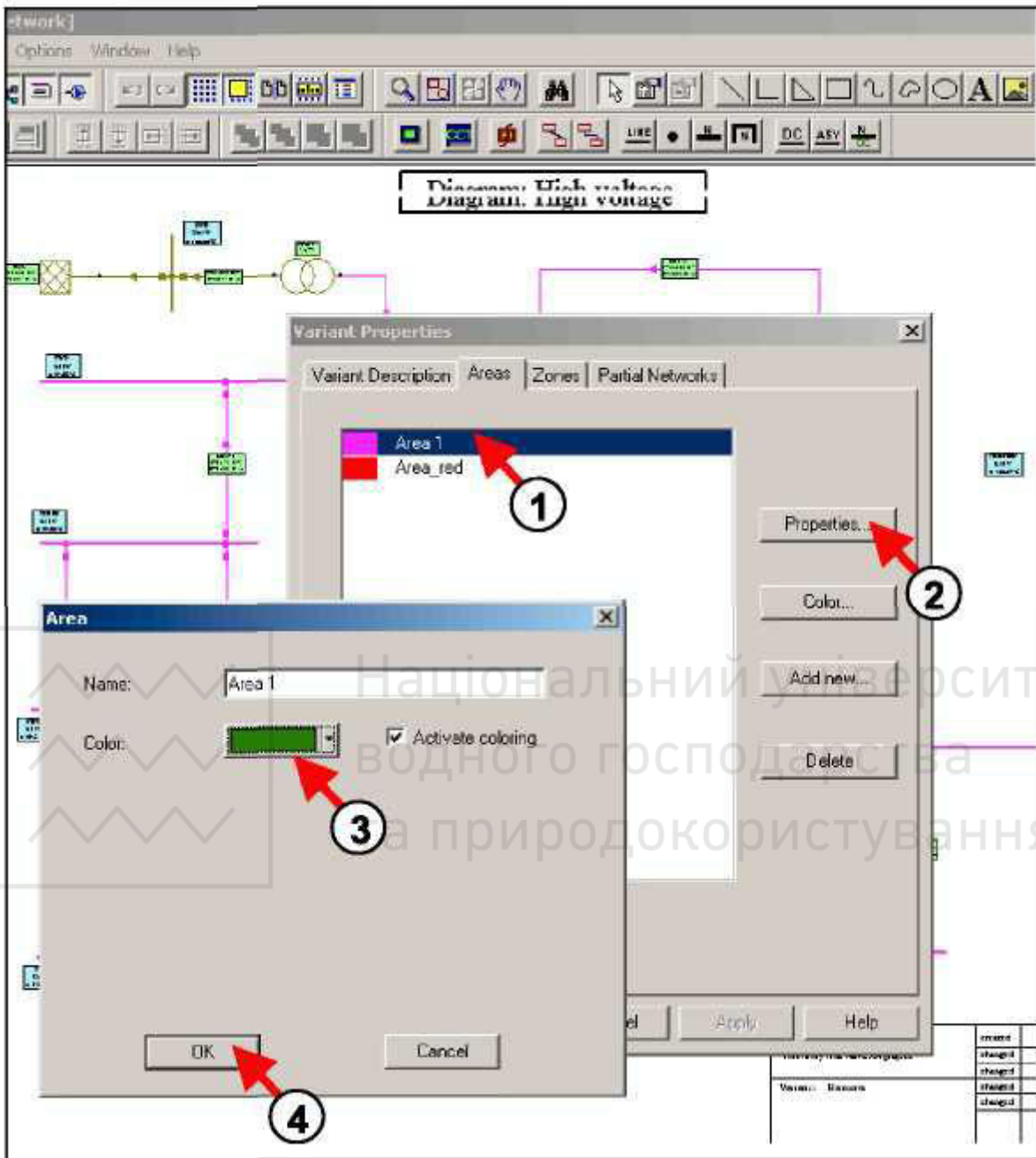


Рисунок 5.9 – Зміна властивостей району *Area 1*

В програмному комплексі *NEPLAN* можна визначити зону: *Zone_motors*.

Після виконання операцій *Edit/Variant Properties*, необхідно перейти на вкладку «*Zones*» (цифра 1, рис. 5.10).

Для додавання нової зони потрібно натиснути на кнопку «*Add new*» (цифра 2, рис. 5.10).

Далі необхідно ввести ім'я зони та її колір (цифра 3, рис. 5.10).

При цьому можна визначити різні коректувальні множники для зони (цифра 4, рис. 5.10) та натиснути кнопку *Ok* (цифра 5, рис. 5.10).

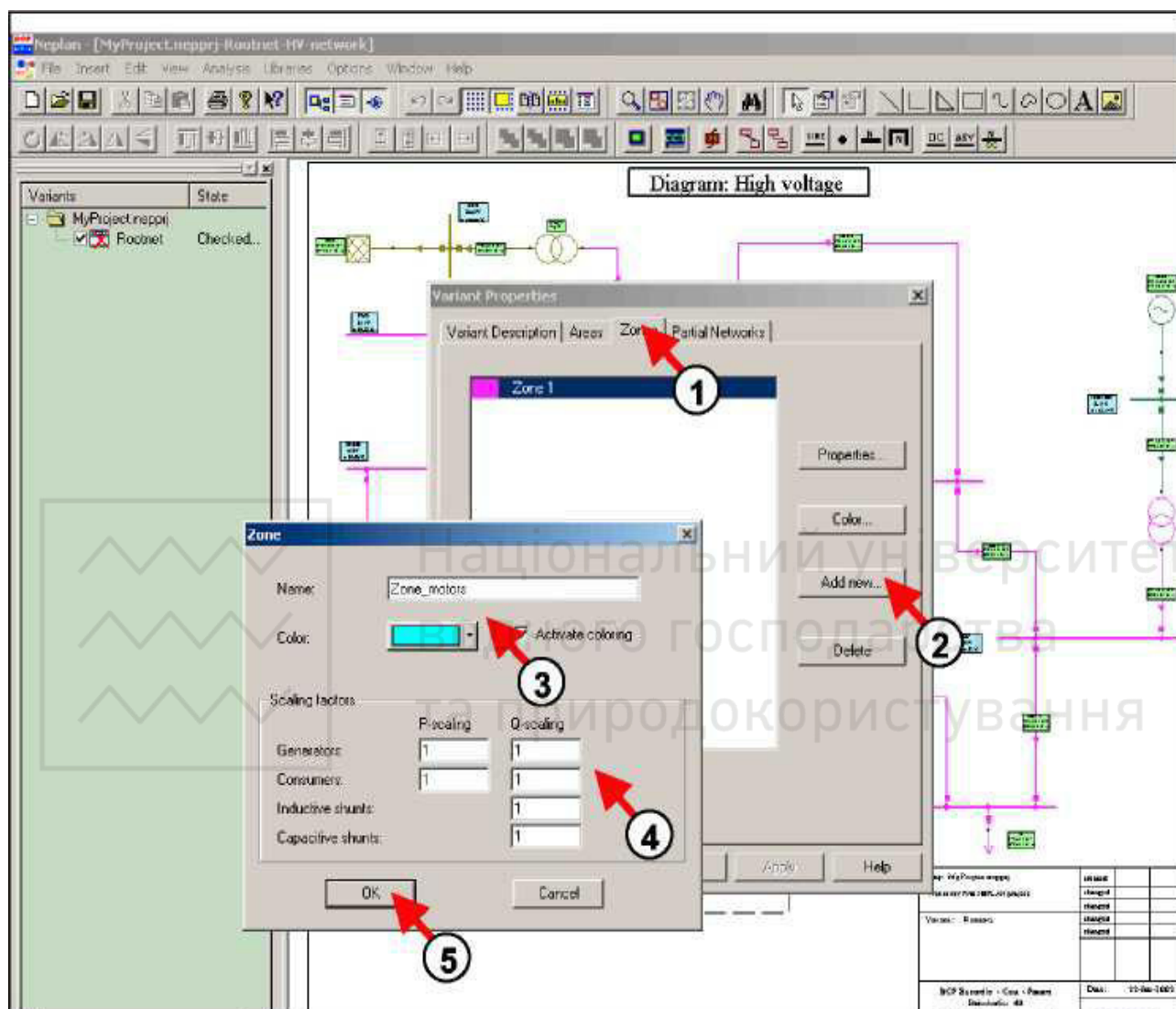


Рисунок 5.10 – Визначення зон

Після того як райони та зони визначені, їх можна призначати елементам. Це можна зробити кількома способами.

Призначення районів та зон елементам послідовно, один за одним. Кожному елементу можна самостійно вибрати зону та район, що були наперед визначені.

Для цього необхідно лівою клавішею миші двічі натиснути на потрібному елементі, перейти на вкладку *Info*, вибрати з відповідних переліків район та зону та натиснути кнопку *Ok* (рис. 5.11).



Feeder

Params | Info | More... | User Data

ID: 7827 Partial network ID: 1

Name: NETZ

Description:

Area: Area_red

Zone: Zone 1

Projected

Zone 1
Zone_motors

Connected nodes

Node

From ONE

Logical Switch

On / Off

Copy Paste Library Export

OK Cancel Help Tools

Рисунок 5.11 – Призначення району та зони окремому елементу

Призначення районів та зон групам елементів. Для цього необхідно виділити групу елементів та призначити їх до району або зони.

Спочатку потрібно виділити групу елементів за допомогою миші або/та натискаючи на необхідні елементи за натиснутої клавіші *Shift* (цифра 1, рис. 5.12). Тоді потрібно вибрати *Edit/Data/Assign Areas/Zones* (цифра 2, рис. 5.12). Після появи діалогового вікна «*Assign Properties*» необхідно встановити галочку навпроти поля *Area* для призначення району групі елементів. У разі потреби призначення групі елементів також (або тільки) зони, необхідно встановити галочку навпроти поля *Zone* (цифра 3, рис. 5.12). Далі можна вибрати ім'я району, до якого повинна належати група елементів (цифра 4, рис. 5.12). Оскільки для призначення виділялася група елементів, потрібно встановити галочку навпроти поля «*Assign to graphical selection*» (цифра 5, рис. 5.12) та натиснути кнопку *Ok* (цифра 6, рис. 5.12).

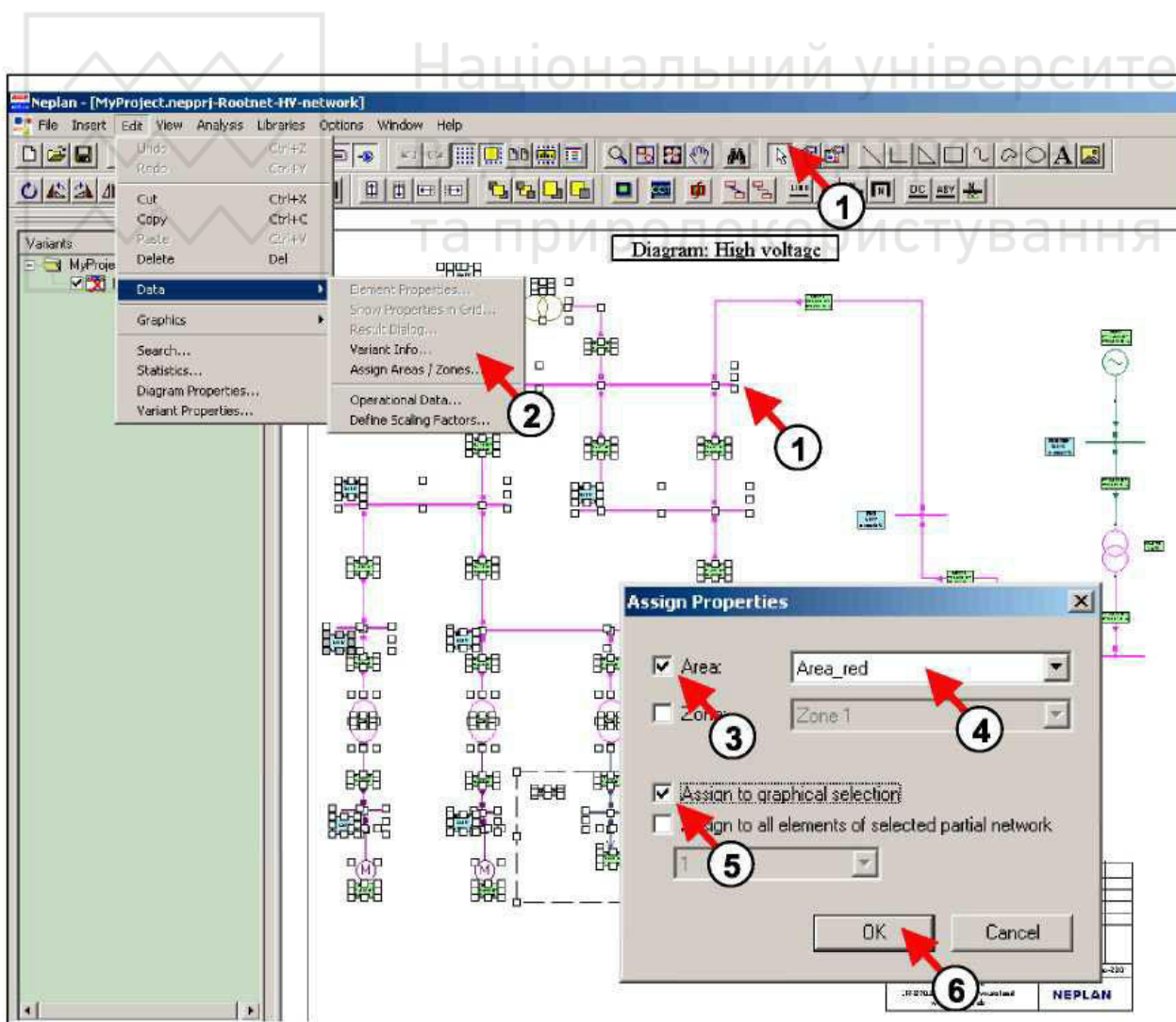


Рисунок 5.12 – Призначення району (або/та зони) групі елементів



Для перевірки можна відкрити вкладку *Info* в діалоговому вікні *Data Input* елемента, що належить даному району. При цьому буде видно, що ім'я району змінилося.

Призначення районів та зон всім елементам окремої мережі. Для цієї процедури необхідно створити спочатку окрему мережу. Це досягається вимкненням частини мережі від основної. Спочатку потрібно вимкнути частину мережі, яку необхідно призначити району або/та зоні. Це можна зробити виділивши потрібну лінію, і підвівши курсор до квадрата на початку або в кінці лінії, що необхідно вимкнути, натиснути на ньому лівою клавішею миші після появи хрестика (цифра 1, рис. 5.13). Тоді створюється окрема мережа. Далі потрібно перейти в діалогове вікно *Assign Properties* за допомогою панелі меню *Edit: Edit/Data/Assign Areas/Zones* (цифра 2, рис. 5.13).

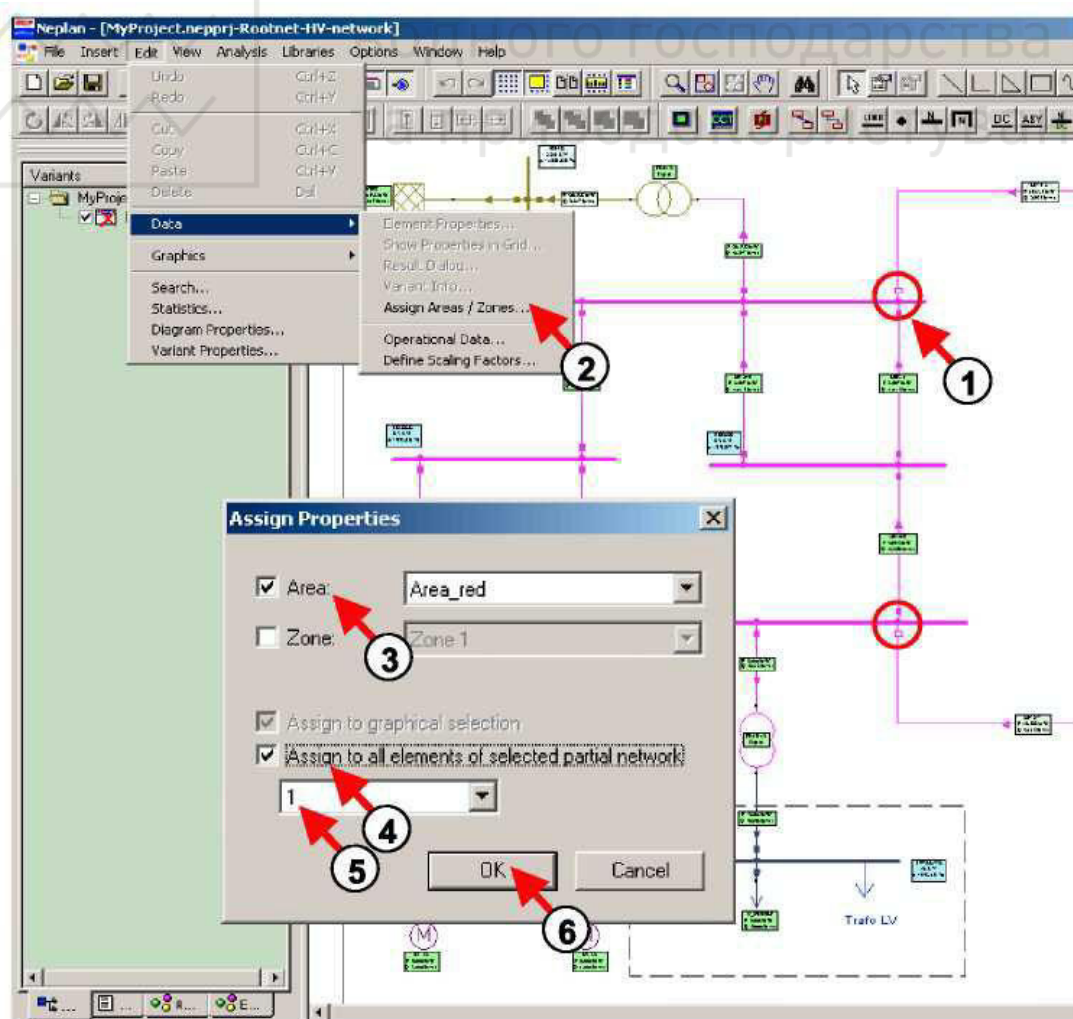


Рисунок 5.13 – Призначення району (або/та зони) фрагменту мережі

Тоді необхідно поставити галочку навпроти поля *Area* (або/та *Zone*) і вибрати відповідне ім'я (цифра 3, рис. 5.13). Після цього необхідно поставити галочку навпроти поля «Assign to all elements of partial network with ID» (цифра 4, рис. 5.13) та вибрати її *ID* для окремої мережі (цифра 5, рис. 5.13). Якщо невідомо *ID* окремої мережі, то потрібно відкрити діалогове вікно введення даних (*Data Input dialog*) для будь-якого елемента цієї окремої мережі, вибрати вкладку *Info* та подивитися номер окремої мережі у полі *Partial network ID*. Для закінчення призначення районів та зон необхідно натиснути кнопку *Ok* (цифра 6, рис. 5.13). Далі потрібно підключити окрему мережу.

Після призначення району (або/та зони) фрагменту мережі можна розфарбовувати мережу відповідно до районів або зон. Для цього необхідно перейти на вкладку *Colors* у властивостях схем за допомогою пункту панелі меню *Edit: Edit/Diagram Properties* (цифра 1, рис. 5.14). Тоді потрібно поставити галочку біля поля «Network Areas» для розфарбовування мережі відповідно до районів (цифра 2, рис. 5.14) та натиснути кнопку *Ok* (цифра 3, рис. 5.14) для завершення виконання операції. Після цього розфарбовування схеми зміниться.

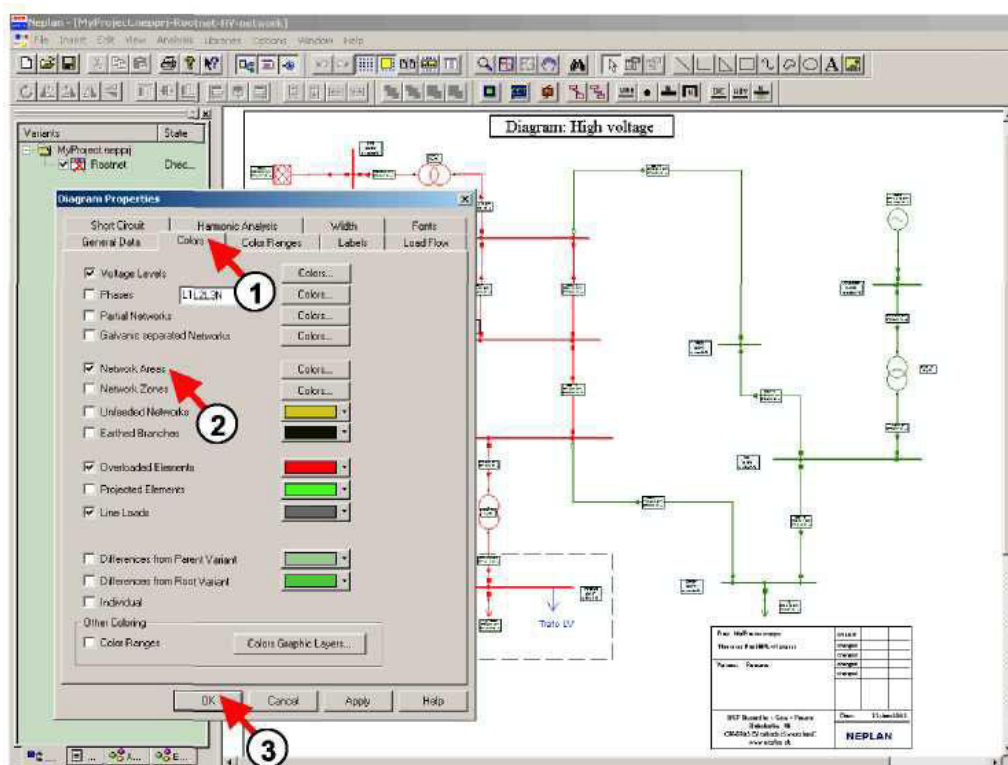


Рисунок 5.14 – Розфарбовування схеми відповідно до районів



ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Відкрити проект мережі *PR4_CDEPS* та зберегти його з новою назвою. Для цього використати панель меню *File: File/Save as* та ввести назву файлу: *PR5_CDEPS*.

2. Створити новий графічний рівень, ввести його ім'я та опис. Для цього в менеджері схем натиснути правою клавшею миші на символі схеми «*HV-Network*» і в меню, що з'явилося вибрати пункт «*Insert new Graphic Layer*». Після появи діалогового вікна «*Graphic Layer Parameters*», ввести ім'я нового графічного рівня: *Areas/Zones* та його опис: *This is a new Graphic Layer*.

3. Активувати новий графічний рівень шляхом встановлення галочки навпроти назви графічного рівня, або натискання правої клавіші миші на символі рівня та виборі *Set to Active Layer* в меню, що з'явилося.

4. Виділити області для району та зони, використовуючи графічні засоби панелі інструментів, як показано на рис. 5.5. Тоді двічі натиснути лівою клавшею миші на виділеній області. У діалоговому вікні *Graphic Properties*, що з'явилося, вибрати вкладку *Fill*, у полі *Foreground Color* вибрати червоний колір, у полі *Hatch* вибрати пункт *Downward Diagonal* та натиснути кнопку *Ok*. Після цього двічі натиснути лівою клавшею миші на виділеній зоні. У діалоговому вікні *Graphic Properties*, що з'явилося, вибрати вкладку *Fill*, у полі *Foreground Color* вибрати бірюзовий колір, у полі *Hatch* вибрати пункт *Diagonal Crosshatch* та натиснути кнопку *Ok*.

5. Підписати район «*Area_red*» в правому нижньому куті області району. Змінити властивості текстового поля. Встановити такі параметри: шрифт – *Times New Roman*, насиченість – жирний (*Bold*), кегль – 20.

6. Підписати зону «*Zone_motors*» посередині знизу області зони. Змінити властивості текстового поля. Встановити такі параметри: шрифт – *Times New Roman*, насиченість – жирний (*Bold*), кегль – 20.



7. Вимкнути графічний рівень «*Areas/Zones*». Для цього поставити галочку навпроти графічного рівня «*GrLayer 0*», натиснути правою клав'яшею миші по символу рівня «*Areas/Zones*» та скасувати вибір опції «*Show Graphic Layer*» шляхом зняття галочки навпроти неї у меню, що з'явилося.

8. Переіменувати район «Область 1» та змінити його колір. Для цього вибрати *Edit/Variant Properties*, перейти на вкладку «*Areas*», натиснути кнопку «*Properties*», у полі *Name* ввести нове ім'я району: *Area 1* та змінити його колір на зелений.

9. Визначити район з допомогою панелі меню *Edit*. Вибрати *Edit/Variant Properties*, перейти на вкладку «*Areas*», додати новий район натиснувши кнопку «*Add new*», ввести його ім'я: *Area_red*, вибрати червоний колір та натиснути кнопку *Ok*.

10. Переіменувати зону «Зона 1». Вибрати *Edit/Variant Properties*, перейти на вкладку «*Zones*», натиснути кнопку «*Properties*», у полі *Name* ввести нове ім'я зони: *Zone 1*.

11. Визначити зону з допомогою панелі меню *Edit*. Вибрати *Edit/Variant Properties*, перейти на вкладку «*Zones*», додати нову зону натиснувши кнопку «*Add new*», ввести її ім'я: *Zone_motors*, вибрати бірюзовий колір та натиснути кнопку *Ok*.

12. Призначити мережевому фідеру *NETZ* район «*Area_red*» та зону «*Zone 1*». Для цього двічі натиснути лівою клав'яшею миші на мережевому фідері *NETZ*, перейти на вкладку *Info* і вибрати вказані вище район та зону з відповідних переліків.

13. Призначити район групі елементів. Для цього виділити групу елементів, що повинні відповідати району «*Area_red*», вибрати *Edit/Data/Assign Areas/Zones* та після появи діалогового вікна «*Assign Properties*» поставити галочку навпроти поля *Area*, вибрати ім'я району «*Area_red*» і поставити галочку навпроти поля «*Assign to graphical selection*».

14. Призначити зону групі елементів. Для цього виділити групу елементів, що повинні відповідати зоні «*Zone_motors*», вибрати *Edit/Data/Assign*

Areas/Zones та після появи діалогового вікна «*Assign Properties*» поставити галочку навпроти поля *Area*, вибрати ім'я району «*Area_red*», поставити галочку навпроти поля *Zone*, вибрати ім'я зони «*Zone_motors*» і поставити галочку навпроти поля «*Assign to graphical selection*».

15. Розфарбувати мережу відповідно до районів. Для цього вибрати пункт *Diagram Properties* в панелі меню *Edit*, перейти на вкладку *Colors*, поставити галочку навпроти поля «*Network Areas*» та натиснути кнопку *Ok*.

16. Виконати перевірку проєктованої мережі, шляхом розрахунку поточкорозподілу між районами. Для цього використати панель меню *Analysis: Analysis/Load Flow/Parameters*. В діалоговому вікні *Load flow Parameters* у вкладці *Parameters* поставити галочку навпроти поля «*Area/Zone control*», перейти на вкладку *Area/Zone Control*, у полі *Control groups* вибрати «*Area Control*», у полі *From Area* вибрати «*Area_red*», у полі *To Area* вибрати «*Area 1*» та натиснути кнопку *Ok*. Після цього вибрати: *Analysis/Load Flow/Calculation*.

17. Розфарбувати мережу відповідно до зон. Для цього вибрати пункт *Diagram Properties* в панелі меню *Edit*, перейти на вкладку *Colors*, зняти галочку навпроти поля «*Network Areas*», поставити галочку навпроти поля «*Network Zones*» та натиснути кнопку *Ok*.

18. Сформувати висновки по роботі.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема, мета роботи.
2. Зображення високовольтної електричної мережі із заштрихованими районами і зонами та їх підписами.
3. Загальний вигляд розфарбованої відповідно до районів електричної мережі.



4. Розраховані значення втрат активної та реактивної потужностей проекрованої електричної мережі у разі виконання розрахунку поточкорозподілу між районами.

5. Зображення вікна програмного комплексу *NEPLAN* з результатом розрахунку поточкорозподілу між районами проекрованої електромережі.

6. Загальний вигляд розфарбованої відповідно до зон проекрованої електричної мережі.

7. Висновки по роботі.





ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. [Чинні від 2017-07-21]. Вид. офіц. Київ : ВП «НПЦР ОЕС України» ДП «НЕК «Укренерго», 2017. 617 с.
2. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 54 с.
3. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.
4. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015. Національний стандарт України. Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 84 с.
5. Родыгина С. В. Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения : учеб.-метод. пособ. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. 47 с.
6. NEPLAN. Electrical : User's Guide. Erlenbach : Busarello + Cott + Partner Inc., 2015. 575 p.