

RRF Antenna Editor

Посібник користувача

Створення, розрахунок і дослідження провідникових антен та антенних конструкцій

Rainbow RF Lab

Версія 0.163.0

Мова посібника: українська

Назви елементів інтерфейсу: English

Зміст

Призначення програми	6
Початкове вікно	7
Представлення Basic та Engineer	8
Меню Application у Basic	8
Перемикання представлення	9
Порожній проєкт у Engineer	9
Меню Application у Engineer	10
Майстер створення нової антени	11
Вибір шаблону	11
Кількість елементів спрямованої антени	11
Одна частота	12
Діапазон частот	12
Результат роботи майстра	13
Проєкти та історія редагування	14
Меню Edit	14
Шаблони та початкова геометрія	15
Меню Add у Basic	15
Прості антени	15
Рамкові антени	15
Спрямовані антени	16
Ручний провід у Engineer	16
Object Tree та Properties	17
Основні властивості у Basic	17

Властивості проєкту в Engineer	18
Середовище	19
Параметри симуляції	20
Повна картка компонента	21
Властивості елемента Yagi	22
Робоча область і види	23
Стандартні види у Basic	23
Розширені види у Engineer	23
Вибраний диполь	24
Точка живлення	25
Feed Point у Basic	26
Feed Point у Engineer	27
Фізичний розрахунок у Basic	28
Меню Simulation у Basic	28
Поточний фізичний результат	29
Частотний прохід	30
Вікно Frequency Sweep	30
КСХ у діапазоні	31
R та X у діапазоні	32
Overview і стани результату	33
Нефізичний приклад у Engineer	33
Імпедансні результати	34
Exact table	34
SWR для однієї частоти	35
R та X для однієї частоти	36

Діаграма Сміта	37
Sweep на діаграмі Сміта	38
Pattern 2D	39
Порожнє представлення	39
Горизонтальний зріз	40
Точкова інспекція	41
Вертикальний зріз	42
Pattern 3D та Currents	43
Порожній Pattern 3D	43
Порожній Currents	44
Фізична просторова діаграма	45
Розподіл струму	46
Розрахунок у Engineer	47
Меню Simulation у Engineer	47
Calculation Setup	47
Розширені результати Engineer	49
Power	49
Measurements	50
Optimization	51
Редагування Yagi	52
Початкова Yagi	52
Додавання директора	53
Інструмент Measure	54
Меню Tools	54
Активний режим Measure	54

Експорт результатів	55
Формати експорту	55
Налаштування і довідка	56
Settings	56
Меню Help	57
Посібники користувача	57
Ліцензії	58
Про програму	58
Типові робочі процеси	59
Швидкий диполь на одну частоту	59
Перевірка робочої смуги	59
Налаштування Yagi	59
Ручна геометрія	60
Діагностика та відновлення	61
Клавіатура та доступність	62
Робота разом із Rainbow RF Lab	63
Межі відповідального використання	64

Призначення програми

RRF Antenna Editor призначено для створення, редагування, розрахунку та дослідження провідникових антен та антенних конструкцій. У програмі можна почати з готового шаблону або зібрати геометрію вручну, задати частоту й умови встановлення, додати точку живлення, виконати фізичний розрахунок OpenNEC та переглянути імпеданс, коефіцієнт стоячої хвилі, діаграму випромінювання і розподіл струму.

Програма допомагає розв'язувати такі практичні задачі:

- швидко створити початкову модель диполя, вертикала, рамки або спрямованої антени;
- підібрати робочі розміри для заданої частоти як стартову оцінку;
- перевірити узгодження в одній точці або в заданому діапазоні частот;
- побачити активну й реактивну складові вхідного опору;
- дослідити горизонтальний і вертикальний зрізи діаграми випромінювання;
- переглянути просторову форму діаграми та струми на провідниках;
- порівняти варіанти геометрії через повторювані редагування й розрахунки;
- зберегти проєкт для подальшої роботи та експортувати числовий результат.

RRF Antenna Editor не замінює вимірювання готової антени. Розрахунок залежить від введеної геометрії, землі, матеріалів, сегментації та можливостей вибраного розрахункового засобу. Значення КСХ не доводить підсилення, ефективність, безпечність ВЧ-поля чи відповідність регуляторним вимогам.

Початкове вікно

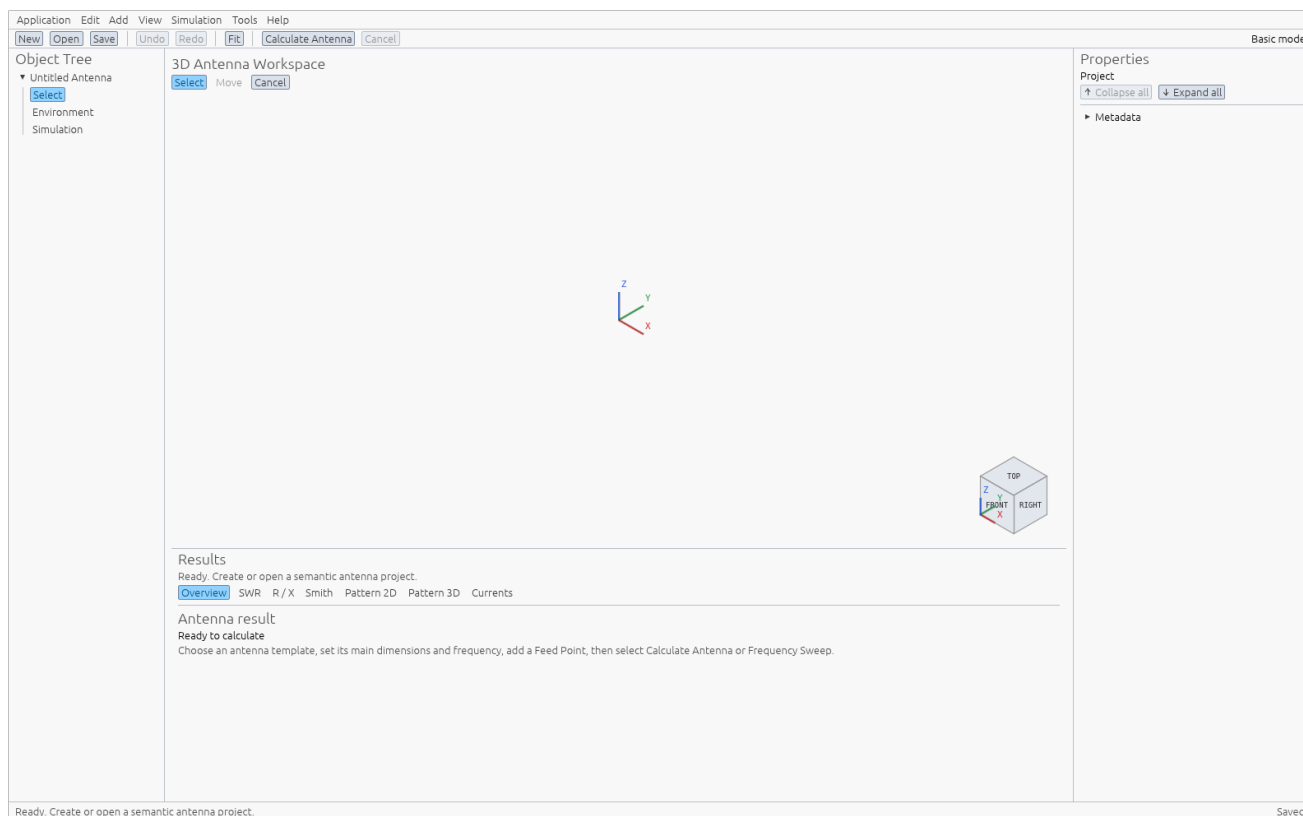


Рисунок 1. Початкове вікно RRF Antenna Editor у представленні Basic

Основне вікно містить меню й панель швидких дій, **Object Tree**, центральний **3D Antenna Workspace**, праву панель **Properties**, нижню область **Results** або **Messages / Results** і рядок стану. Напис **Basic mode** чи **Engineer mode** праворуч на панелі дій завжди показує поточне представлення.

Представлення Basic та Engineer

RRF Antenna Editor має два представлення одного й того самого проєкту. **Basic** показує потрібний для звичайного проєктування набір команд. **Engineer** відкриває повну інженерну поверхню. Це не два формати файлу й не дві копії антени. Перемикання не змінює геометрію, частоту, точку живлення, історію **Undo** та **Redo**, стан збереження або вже отриманий результат.

Можливість	Basic	Engineer
Початкове представлення	Відкривається за замовчуванням	Вибирається явно
Створення	Майстер New і готові шаблони	Той самий майстер, шаблони та Straight Wire
Редагування	Основна геометрія, орієнтація, масштабування, земля, частота, Feed Point	Усі секції, матеріали, ручні проводи, точна сегментація та додаткові дії
Розрахунок	Захищений фізичний OpenNEC, одна частота або sweep	Вибір backend, одиночний розрахунок, sweep та оптимізація
Результати	Overview, SWR, R / X, Smith, Pattern 2D, Pattern 3D, Currents	Усі результати, точні таблиці, потужність, історія вимірювань та оптимізація
Додаткові інструменти	Стандартні види та Fit All	Проекція, Design або Solver, точна таблиця сцени, Measure , експорт

Меню Application у Basic

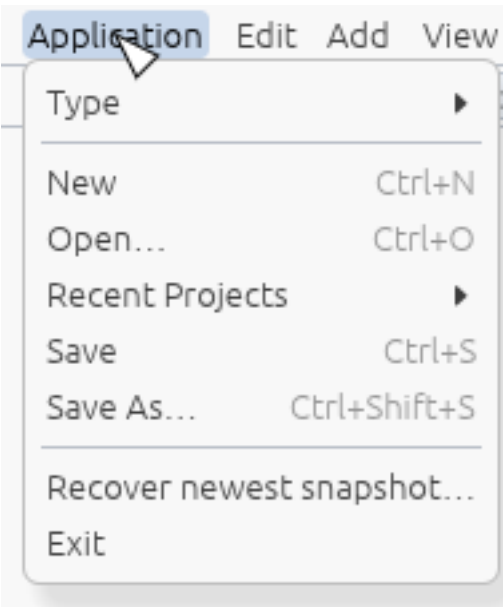


Рисунок 2. Команди Application у представленні Basic

Перемикання представлення

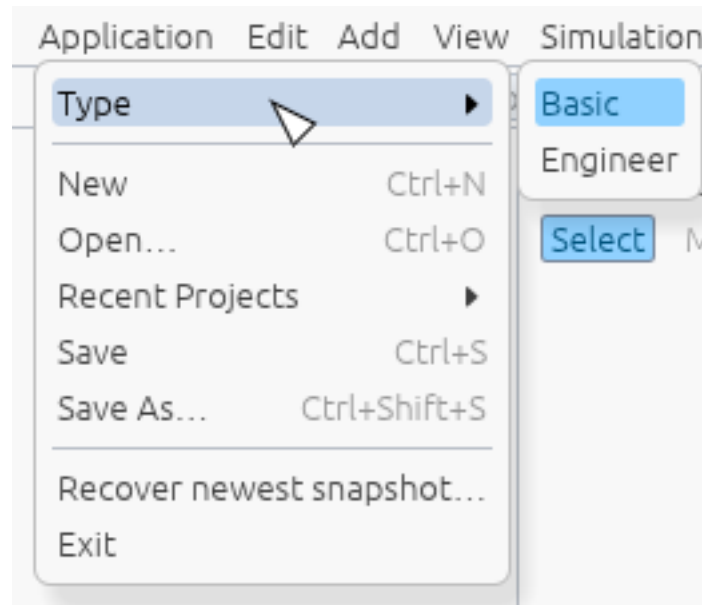


Рисунок 3. Вибір Basic або Engineer через Application Type

Щоб перейти до повної поверхні, виберіть **Application > Type > Engineer**. Щоб повернутися до спрощеної роботи, виберіть **Application > Type > Basic**. Після повернення складні секції лише приховуються. Дані не видаляються й не округлюються, а результат не запускається повторно.

Порожній проект у Engineer

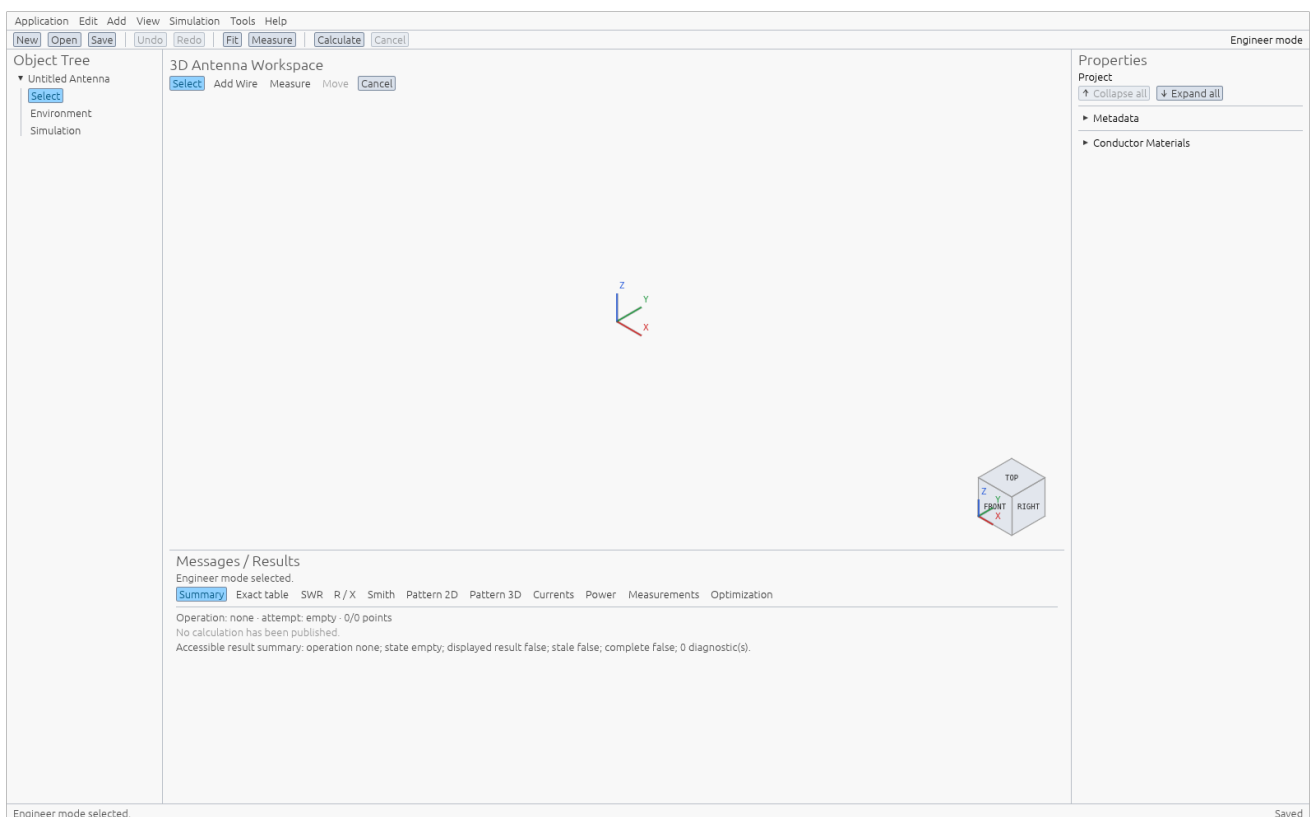


Рисунок 4. Повна інженерна поверхня порожнього проекту

У Engineer з'являються **Add Wire**, **Measure**, розширений набір вкладок результатів і додаткові властивості. Використовуйте це представлення, коли потрібні ручна геометрія, матеріали,

детальна сегментація, точні числові дані, експорт або оптимізація.

Меню Application у Engineer

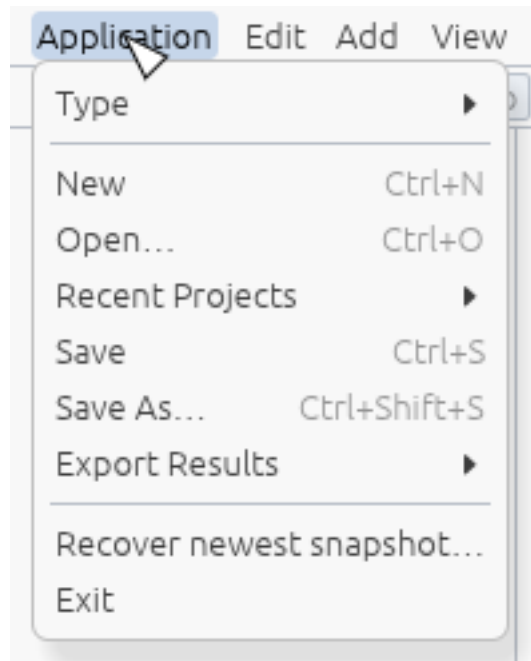


Рисунок 5. Команди Application та Export Results у представленні Engineer

Меню **Application** в обох представленнях керує життєвим циклом проєкту. У Engineer воно додатково містить **Export Results**. Вибір представлення не записується у файл `.rfaa`, тому після нового запуску програма знову починає в Basic.

Майстер створення нової антени

Команди **Application > New**, кнопка **New** і **Ctrl+N** відкривають майстер **New Antenna**. До натискання **Create Antenna** поточний проєкт не змінюється. Це дає змогу переглянути варіанти, повернутися назад або закрити майстер без втрати роботи.

Вибір шаблону

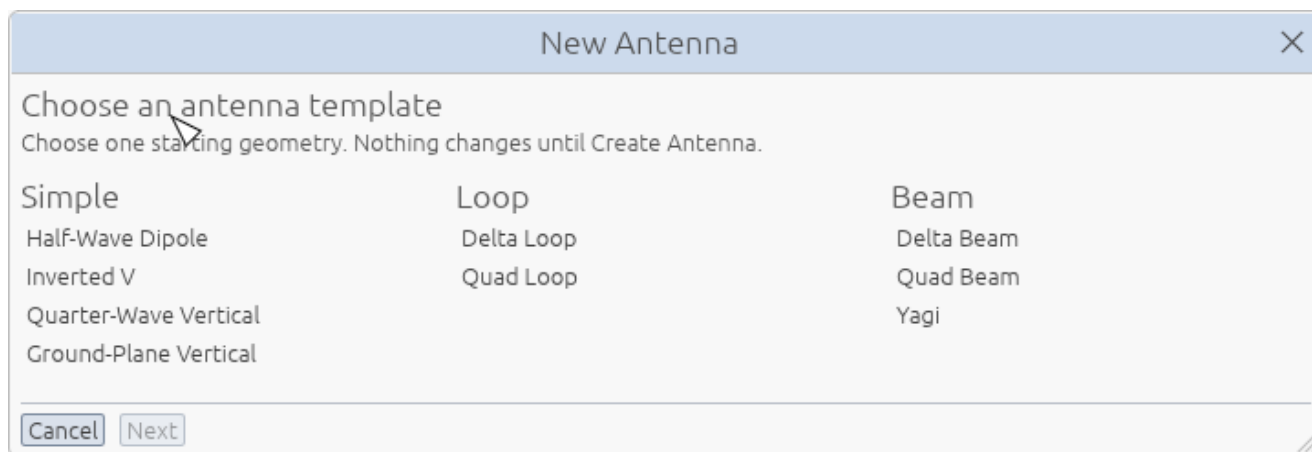


Рисунок 6. Перша сторінка майстра з усіма шаблонами

На першій сторінці шаблони розділено на три групи:

- **Simple** містить **Half-Wave Dipole**, **Inverted V**, **Quarter-Wave Vertical** і **Ground-Plane Vertical**;
- **Loop** містить **Delta Loop** і **Quad Loop**;
- **Beam** містить **Delta Beam**, **Quad Beam** і **Yagi**.

Виберіть одну назву. Кнопка **Next** стає доступною після вибору. **Cancel** закриває майстер і залишає поточний проєкт без змін.

Кількість елементів спрямованої антени

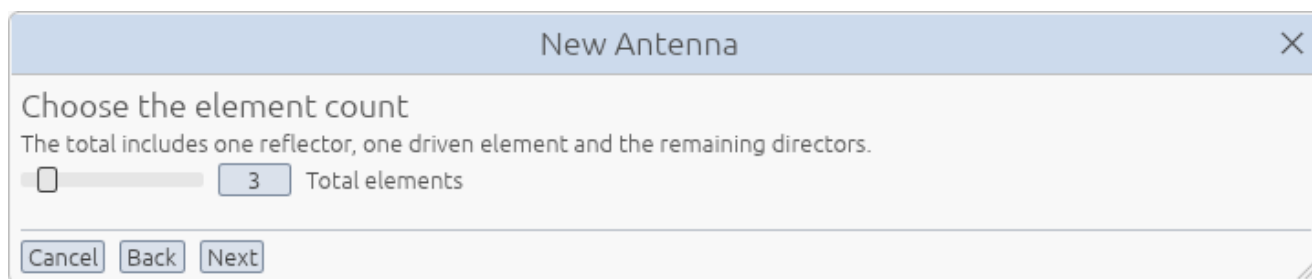


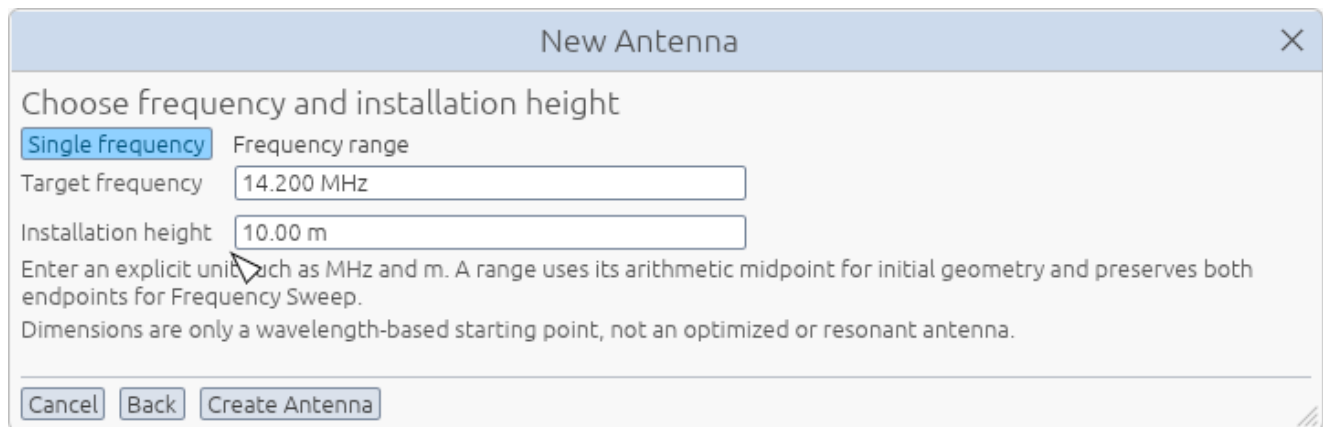
Рисунок 7. Сторінка Total elements для багатоелементної антени

Для **Delta Beam**, **Quad Beam** і **Yagi** майстер показує окрему сторінку **Choose the element count**. Значення **Total elements** може бути від 2 до

12. Воно включає один рефлектор, один активний елемент і директори, що залишилися. Для одиночних антен ця сторінка пропускається.

Back повертає до шаблонів, **Next** переходить до частоти й висоти, **Cancel** припиняє створення.

Одна частота



New Antenna

Choose frequency and installation height

Single frequency Frequency range

Target frequency 14.200 MHz

Installation height 10.00 m

Enter an explicit unit such as MHz and m. A range uses its arithmetic midpoint for initial geometry and preserves both endpoints for Frequency Sweep.

Dimensions are only a wavelength-based starting point, not an optimized or resonant antenna.

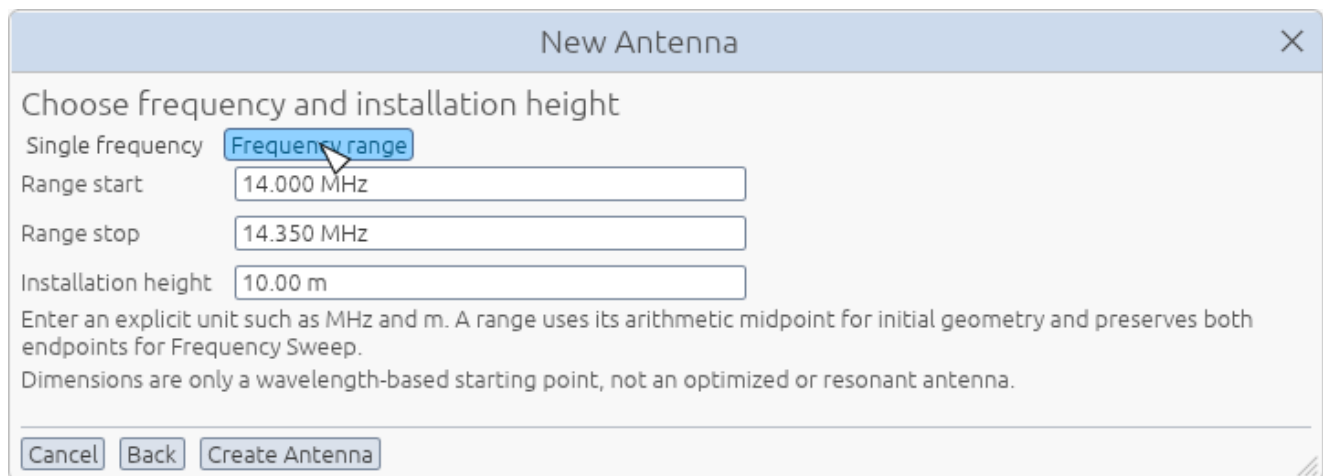
Cancel Back Create Antenna

Рисунок 8. Сторінка частоти та висоти з режимом Single frequency

Виберіть **Single frequency**, якщо модель має починатися з однієї робочої частоти. У **Target frequency** введіть число з явною одиницею, наприклад 14.200 MHz. У **Installation height** введіть не від'ємну висоту, наприклад 10.00 m.

Початкові розміри є оцінкою за довжиною хвилі. Майстер не запускає OpenNEC, не виконує оптимізацію й не гарантує резонанс, потрібний KCX або підсилення.

Діапазон частот



New Antenna

Choose frequency and installation height

Single frequency **Frequency range**

Range start 14.000 MHz

Range stop 14.350 MHz

Installation height 10.00 m

Enter an explicit unit such as MHz and m. A range uses its arithmetic midpoint for initial geometry and preserves both endpoints for Frequency Sweep.

Dimensions are only a wavelength-based starting point, not an optimized or resonant antenna.

Cancel Back Create Antenna

Рисунок 9. Сторінка частоти та висоти з режимом Frequency range

Виберіть **Frequency range**, якщо планується частотний прохід. Введіть зростаючі **Range start** і **Range stop**. Для початкової геометрії та активної частоти використовується середина діапазону. Обидві точні межі переносяться до наступного вікна **Frequency Sweep**.

Якщо текст неправильний, майстер залишає його видимим і показує діагностику. Виправте одиницю, знак або порядок меж і повторіть **Create Antenna**.

Результат роботи майстра

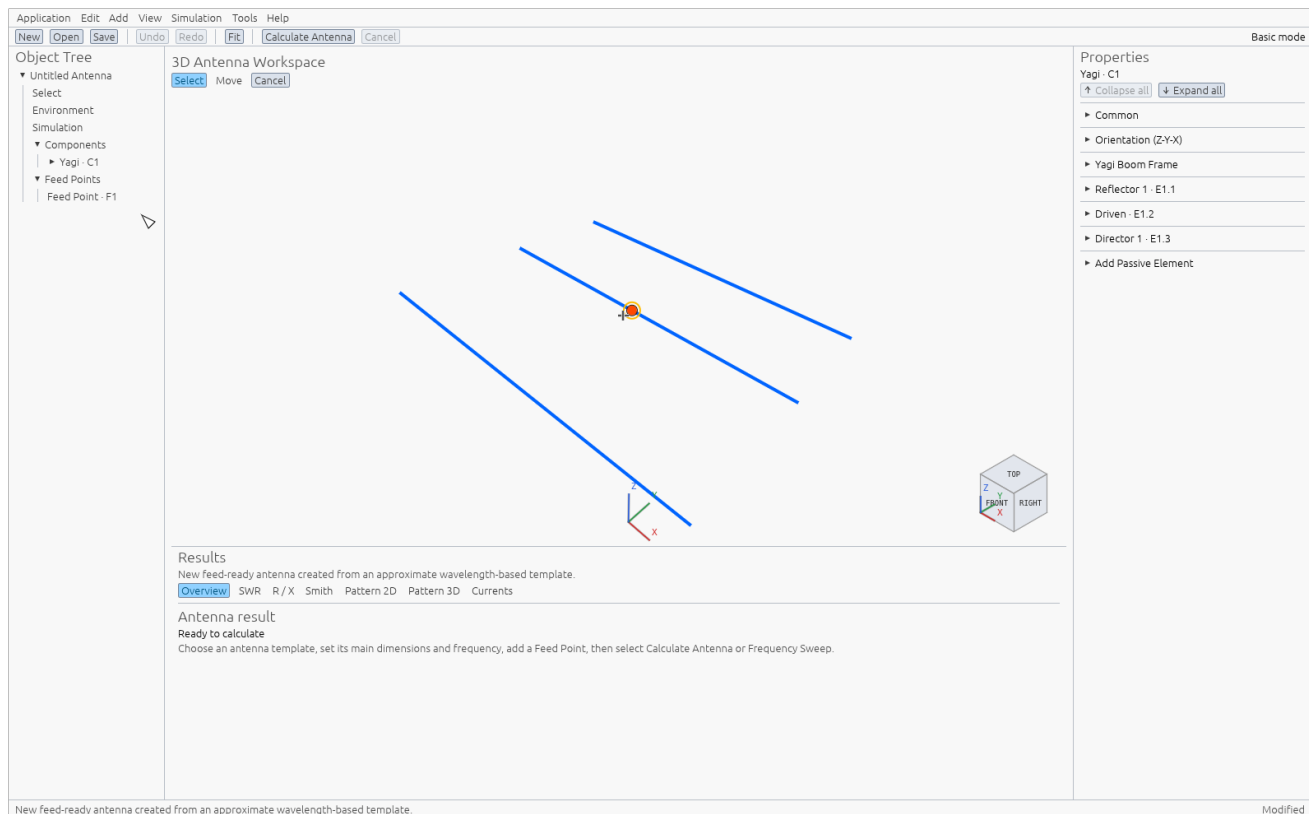


Рисунок 10. Створена майстром Yagi з Feed Point і початковими розмірами

Після **Create Antenna** створюється незбережений проєкт із вибраною антеною, активною частотою, однією ввімкненою точкою живлення 1 V і **Real Ground** із початковими значеннями відносної діелектричної проникності 13 та провідності 0.005 S/m. Це редаговані початкові припущення, а не виміряні параметри ґрунту. Розміри й параметри ґрунту можна змінювати у **Properties**. Для діапазону відкрийте **Simulation > Frequency Sweep...** і перевірте підставлені межі.

Якщо попередній проєкт змінено, програма спочатку просить **Save**, **Discard** або **Cancel**. **Cancel** повертає до попереднього проєкту. Помилка побудови нового кандидата також не замінює поточну роботу.

Проекти та історія редагування

Файл RRF Antenna Editor має розширення **.rfaa**. Він зберігає антену, її властивості, матеріали, середовище та параметри розрахунку. Поточне представлення Basic або Engineer, відкриті секції панелей, положення камери й тимчасові вікна у файл не входять.

Основні команди:

- **Application > Open...** або Ctrl+O відкриває **.rfaa** після повної перевірки;
- **Recent Projects** повторно відкриває один із нещодавніх файлів;
- **Save** або Ctrl+S записує поточний проєкт;
- **Save As...** або Ctrl+Shift+S вибирає інший файл;
- **Exit** закриває програму з попередженням про незбережені зміни;
- **Recover newest snapshot...** пропонує окреме відновлення найновішої доступної копії.

Під час редагування праворуч унизу видно **Modified**. Після успішного збереження з'являється **Saved**. Якщо запис не вдався, попередній файл не вважається успішно заміненим, а проєкт залишається зміненим.

Меню Edit

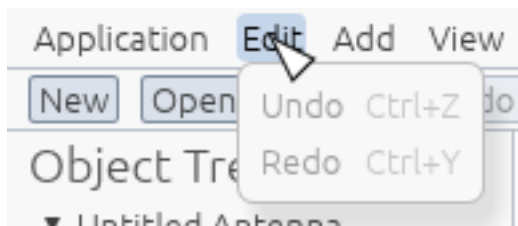


Рисунок 11. Команди Undo та Redo

Кожне підтверджене редагування проходить через історію. **Edit > Undo** або Ctrl+Z скасовує останню дію. **Edit > Redo** або Ctrl+Y повторює скасовану дію. Назва дії в меню допомагає перевірити, що саме буде скасовано.

Неправильне значення у полі залишається видимим для виправлення й не підмінює останнє коректне значення. Після зміни антени старий розрахунок може залишитися доступним як **Stale**, але його не слід вважати поточним.

Шаблони та початкова геометрія

Окрім майстра **New**, готову геометрію можна додати в поточний проєкт через **Add > Antenna Templates**. Ця дія корисна, коли треба додати ще один компонент або вручну зібрати складнішу модель. Додавання шаблону не змінює поточні параметри електромагнітного ґрунту проєкту.

Меню Add у Basic

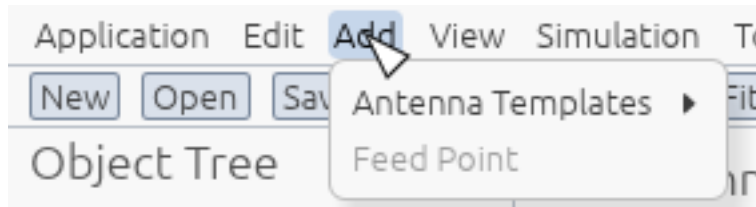


Рисунок 12. Меню Add із шаблонами та Feed Point

Прості антени

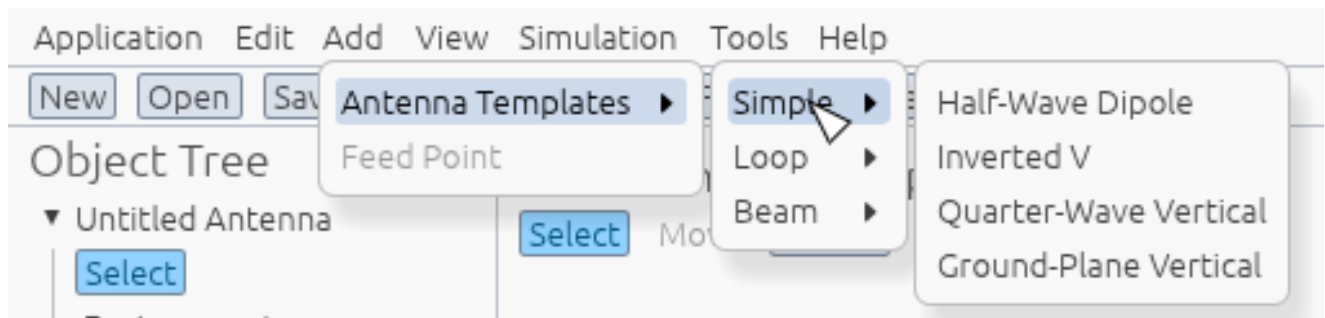


Рисунок 13. Група Simple у представленні Basic

Half-Wave Dipole створює прямий диполь, **Inverted V** створює диполь із кутом між плечима, **Quarter-Wave Vertical** створює вертикальний випромінювач, а **Ground-Plane Vertical** додає систему протиаг. Після вставлення вибраний компонент з'являється в **Object Tree**, а праворуч відкриваються його властивості.

Рамкові антени

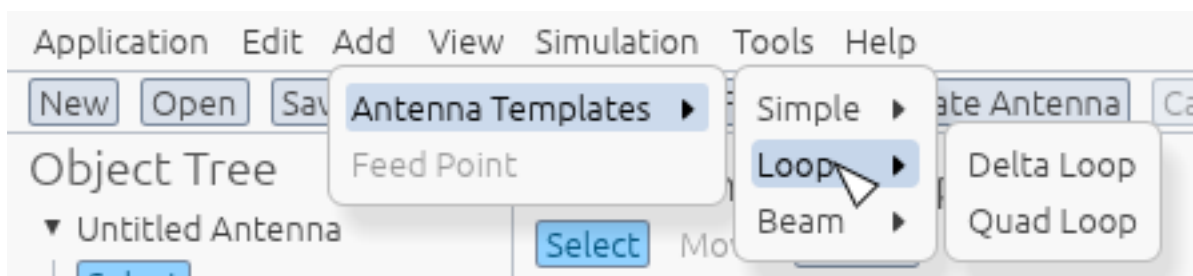


Рисунок 14. Група Loop у представленні Basic

Delta Loop створює трикутну рамку, а **Quad Loop** квадратну. Перевірте периметр, орієнтацію, висоту та місце живлення перед розрахунком.

Спрямовані антени

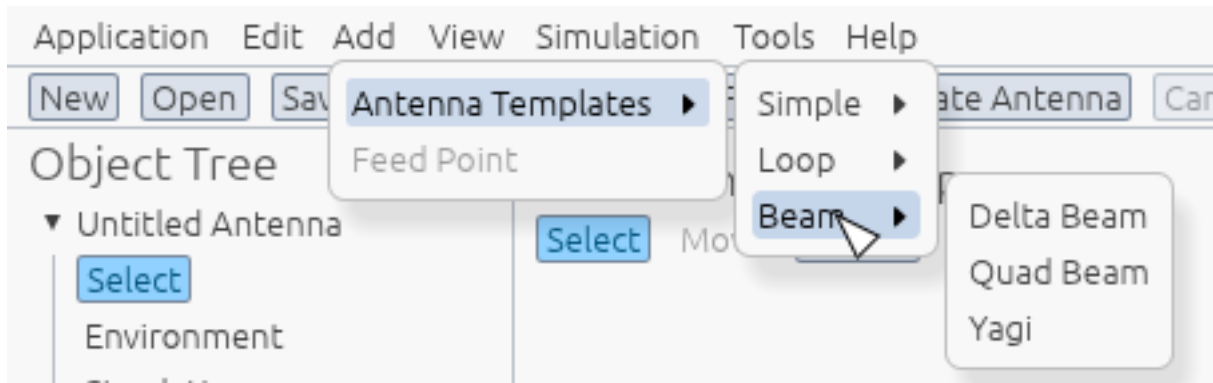


Рисунок 15. Група Beam у представленні Basic

Delta Beam і **Quad Beam** складаються з рамкових елементів на траверсі. **Yagi** використовує прямі елементи. Команди в меню додають початкову конструкцію; майстер **New** зручніший, коли треба одразу вибрати загальну кількість елементів, частоту й висоту.

Ручний провід у Engineer

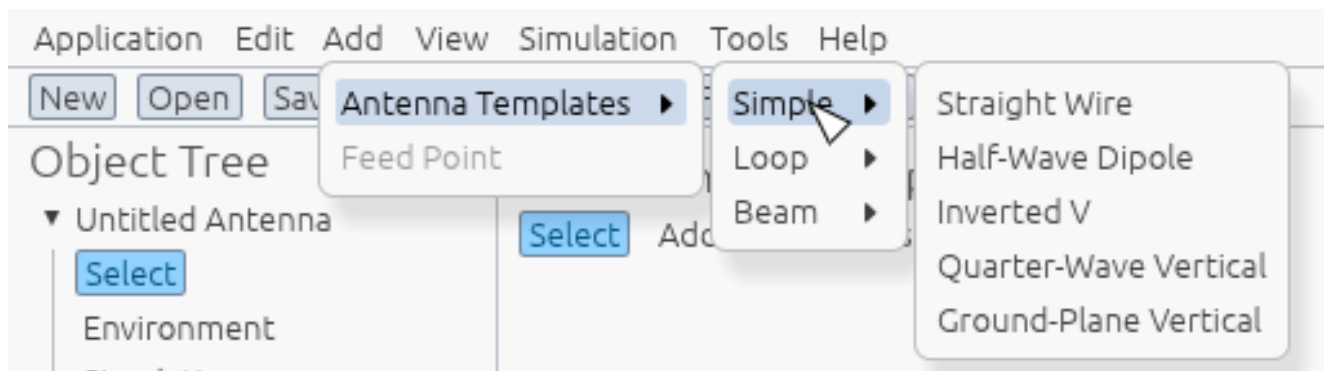


Рисунок 16. Група Simple у Engineer із командою Straight Wire

У Engineer група **Simple** додатково містить **Straight Wire**. Після вибору команди клацніть початкову й кінцеву точки в робочій області. Для зміни сирого проводу виберіть **Select** і перетягніть видимий квадрат S або E. Окремих кнопок для початкового й кінцевого маркерів немає.

Object Tree та Properties

Object Tree показує склад проєкту. Виберіть вузол, щоб відкрити відповідні поля у **Properties**. Короткі позначення допомагають розрізняти об'єкти: **C#** означає компонент, **E#.#** елемент компонента, **M#** матеріал, **F#** точку живлення, **L#** навантаження, **J#** з'єднання, **P#** параметр, **G#** групу.

Ці короткі номери відображають поточний порядок. Після видалення елементів номер може змінитися, тому не використовуйте його як зовнішній постійний ідентифікатор.

Основні властивості у Basic

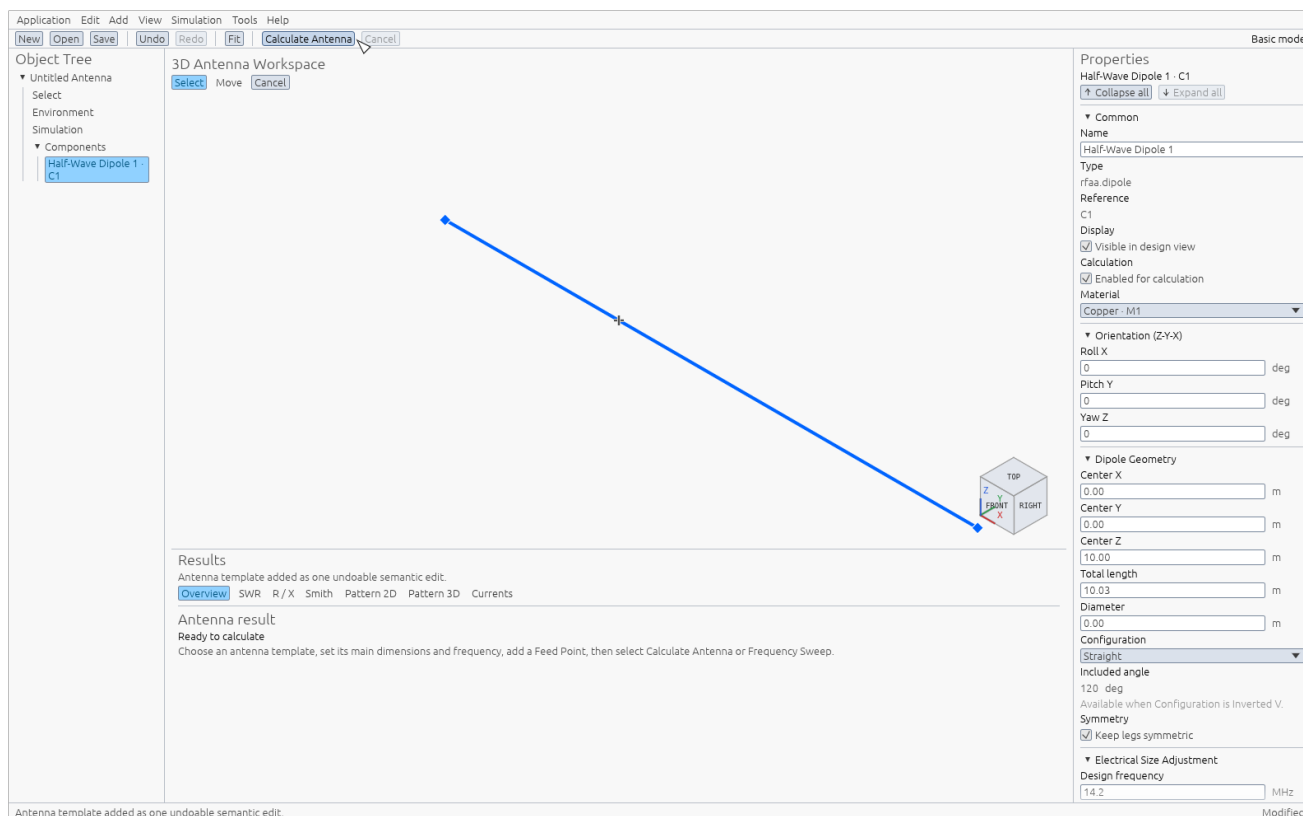


Рисунок 17. Розгорнуті звичайні властивості Half-Wave Dipole у Basic

Стрілки **Collapse all** і **Expand all** згортають або розгортають усі доступні секції. У Basic залишаються поля, потрібні для звичайного проєктування: назва, матеріал, орієнтація, основні розміри, параметри конструкції, активна частота й електричне масштабування.

Orientation (Z-Y-X) повертає антену послідовно навколо осей. Значення відображаються в одиниці кута, вибраній у **Settings**. **Electrical Size Adjustment** масштабує геометрію за вказаною частотою або відносним розміром. Це геометрична дія, а не гарантія резонансу.

Властивості проєкту в Engineer

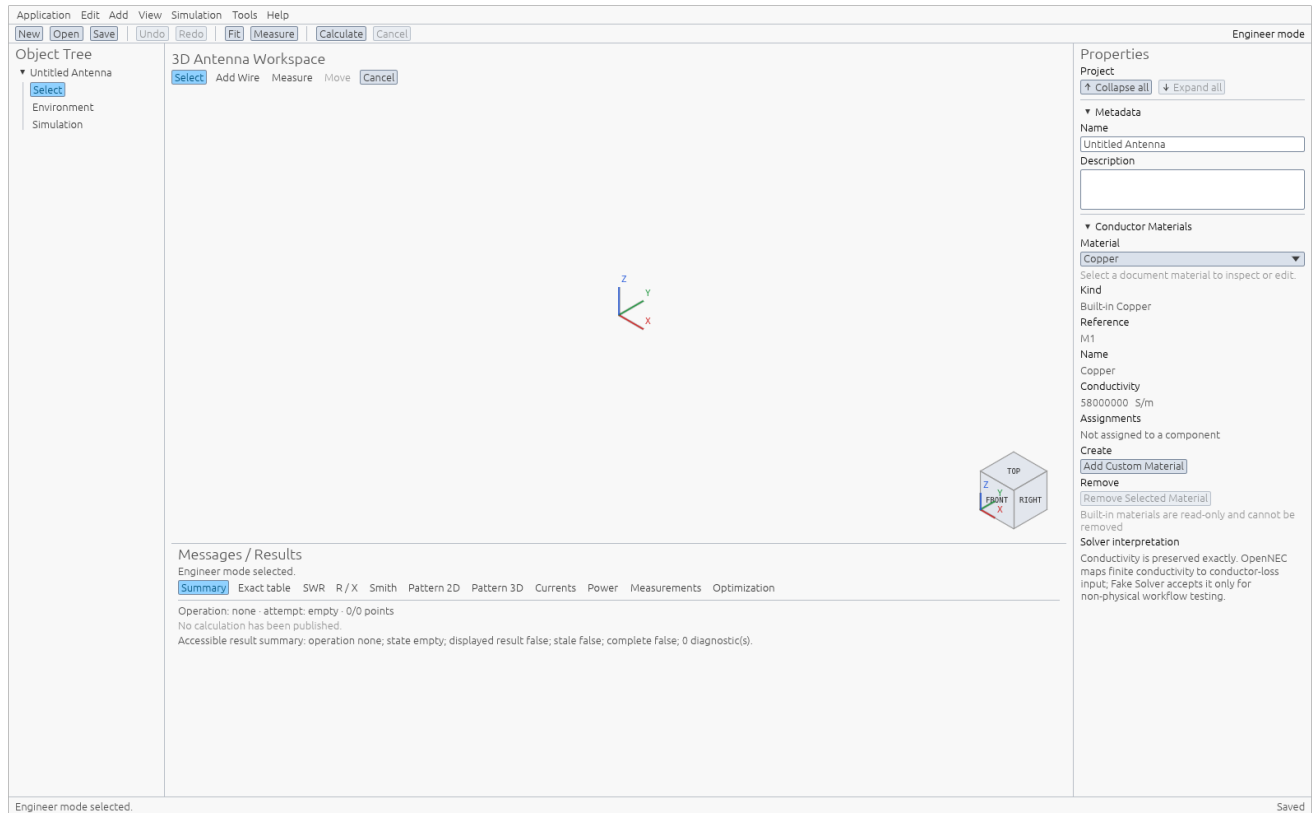


Рисунок 18. Метадані та матеріали проєкту в Engineer

На вузлі проєкту можна змінити **Name** і **Description**. Секція **Conductor Materials** показує матеріали та їхні параметри. **Add Custom Material** додає власний матеріал, а **Remove** видаляє вибраний, якщо він не потрібний чинній моделі. Перевіряйте провідність та інші значення за надійним джерелом.

Середовище

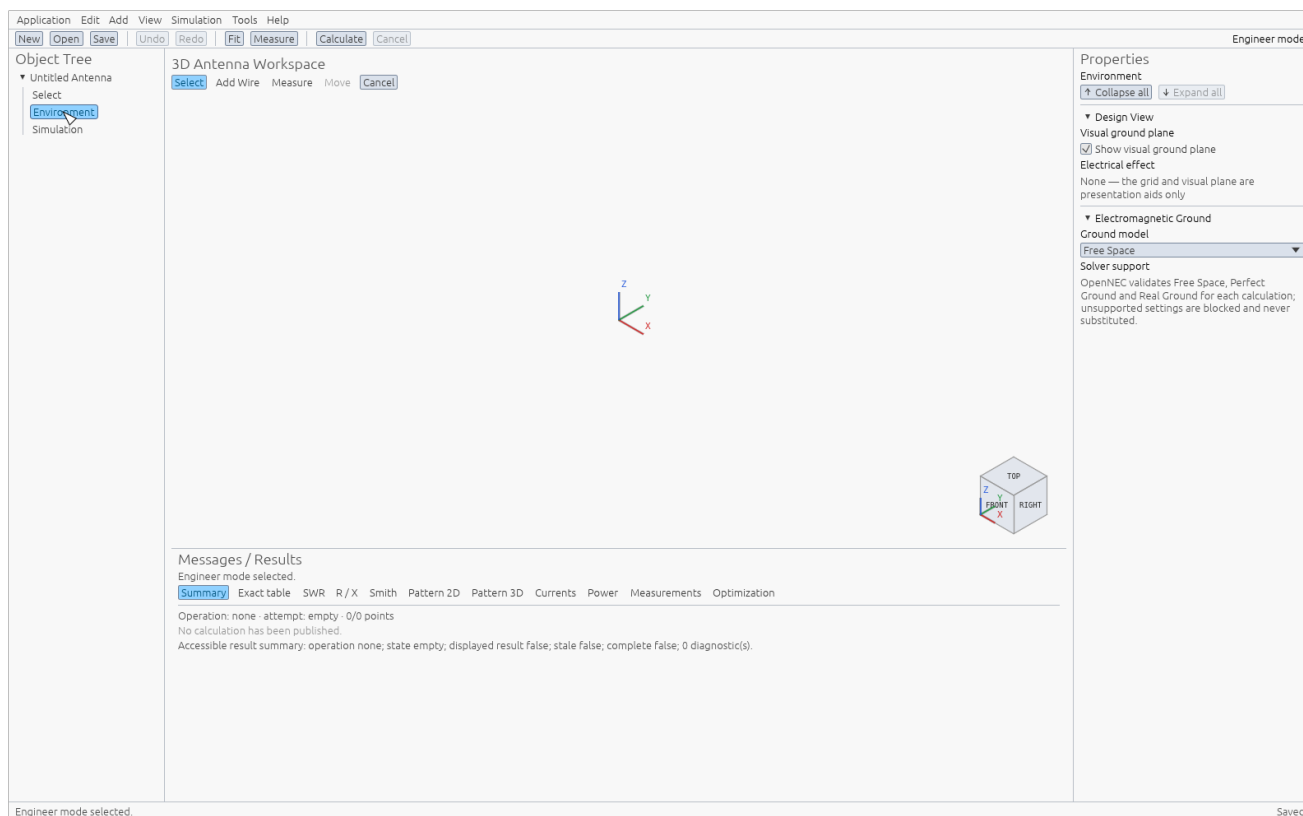


Рисунок 19. Властивості Environment у Engineer

Вузол **Environment** керує площиною землі та моделлю ґрунту. Вибір **Free Space** означає розрахунок без землі. Інші режими потребують коректних параметрів ґрунту. Якщо результати здаються фізично неправдоподібними, перевірте цю секцію разом із висотою та орієнтацією антени.

Параметри симуляції

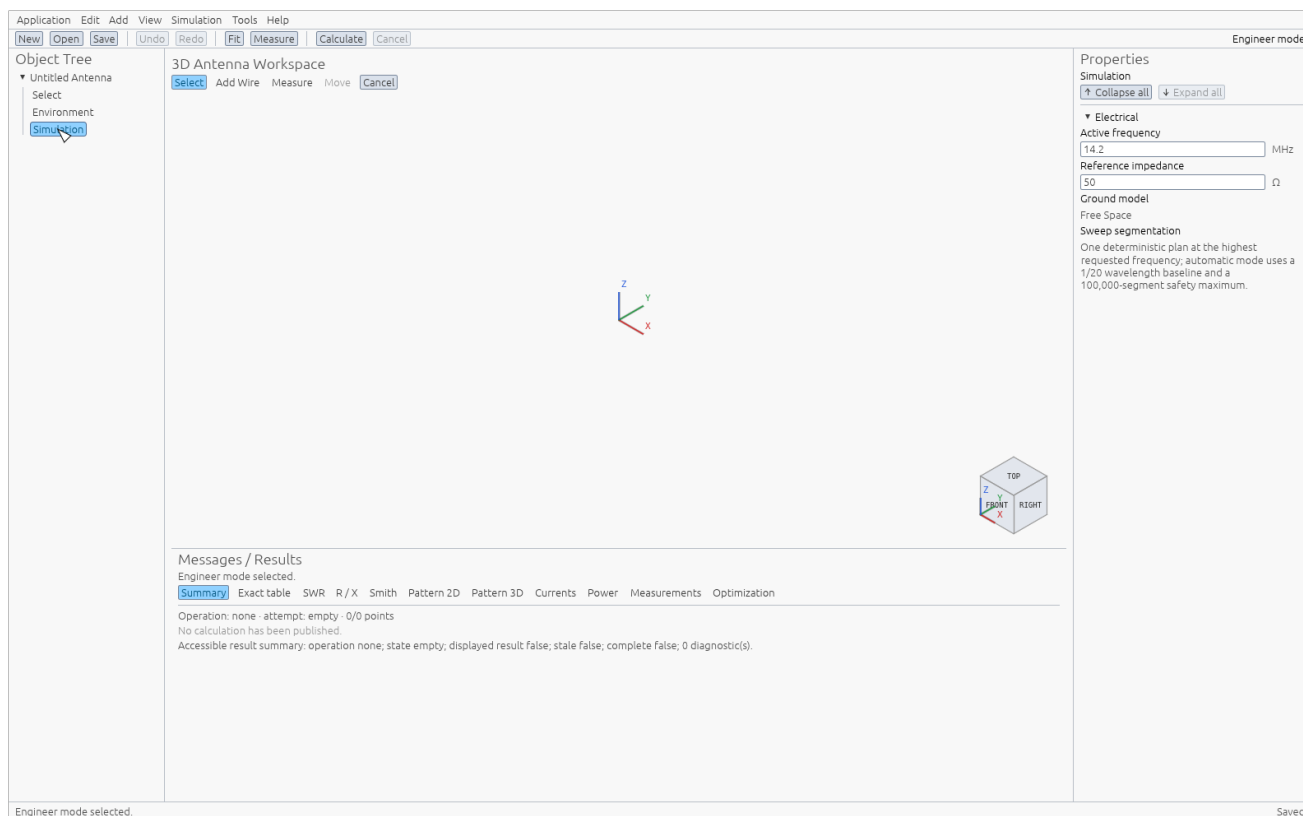


Рисунок 20. Властивості Simulation у Engineer

Вузол **Simulation** містить **Active frequency**, **Reference impedance**, модель землі та параметри вільного простору. Частота й опір мають бути додатними й відповідати задачі. Опорний імпеданс впливає на КСХ та діаграму Сміта, але не змінює саму геометрію антени.

Повна картка компонента

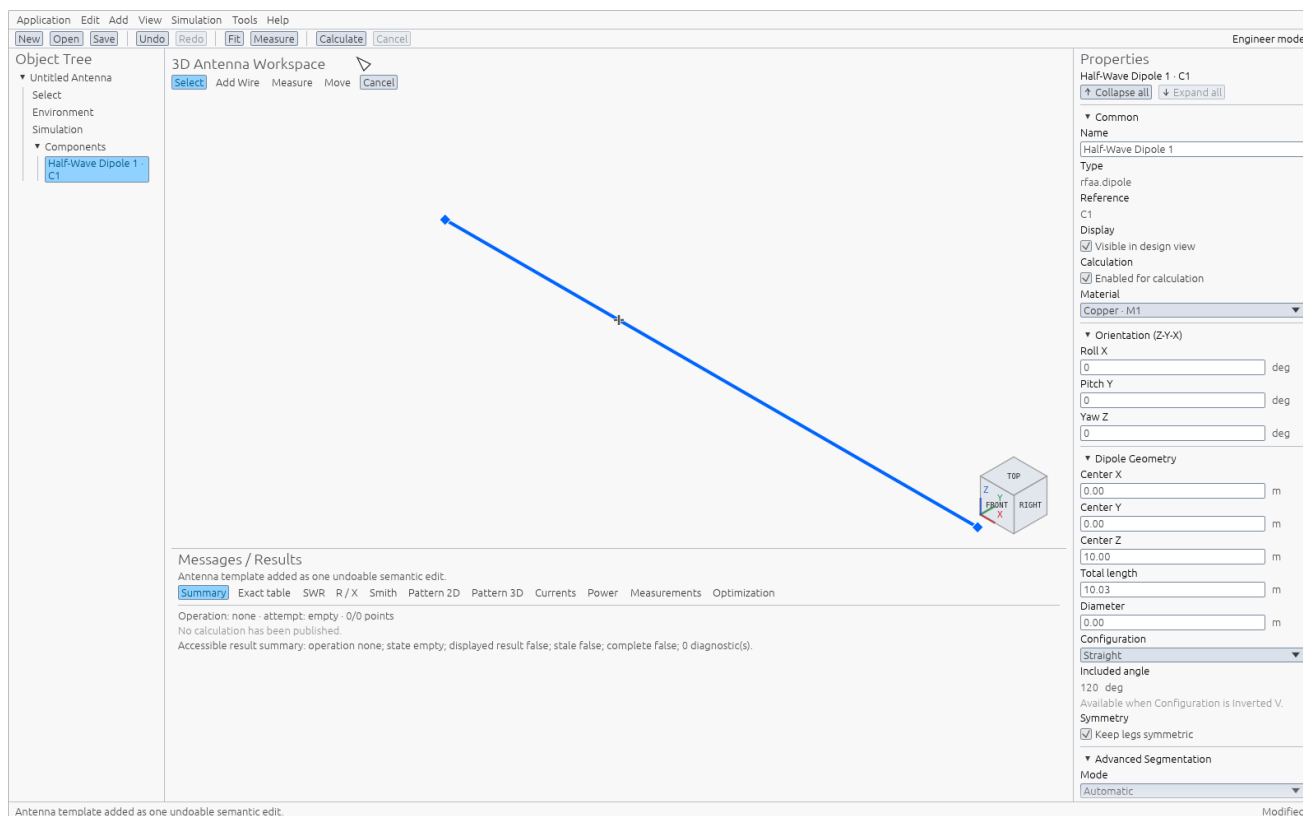


Рисунок 21. Розгорнуті властивості диполя в Engineer

Engineer показує додаткові секції, зокрема **Advanced Segmentation** і розрахункові параметри. Змінюйте сегментацію лише тоді, коли розумієте її вплив на точність і тривалість розрахунку. Надто груба сітка може спотворити результат, а надмірна кількість сегментів збільшить час роботи.

Властивості елемента Yagi

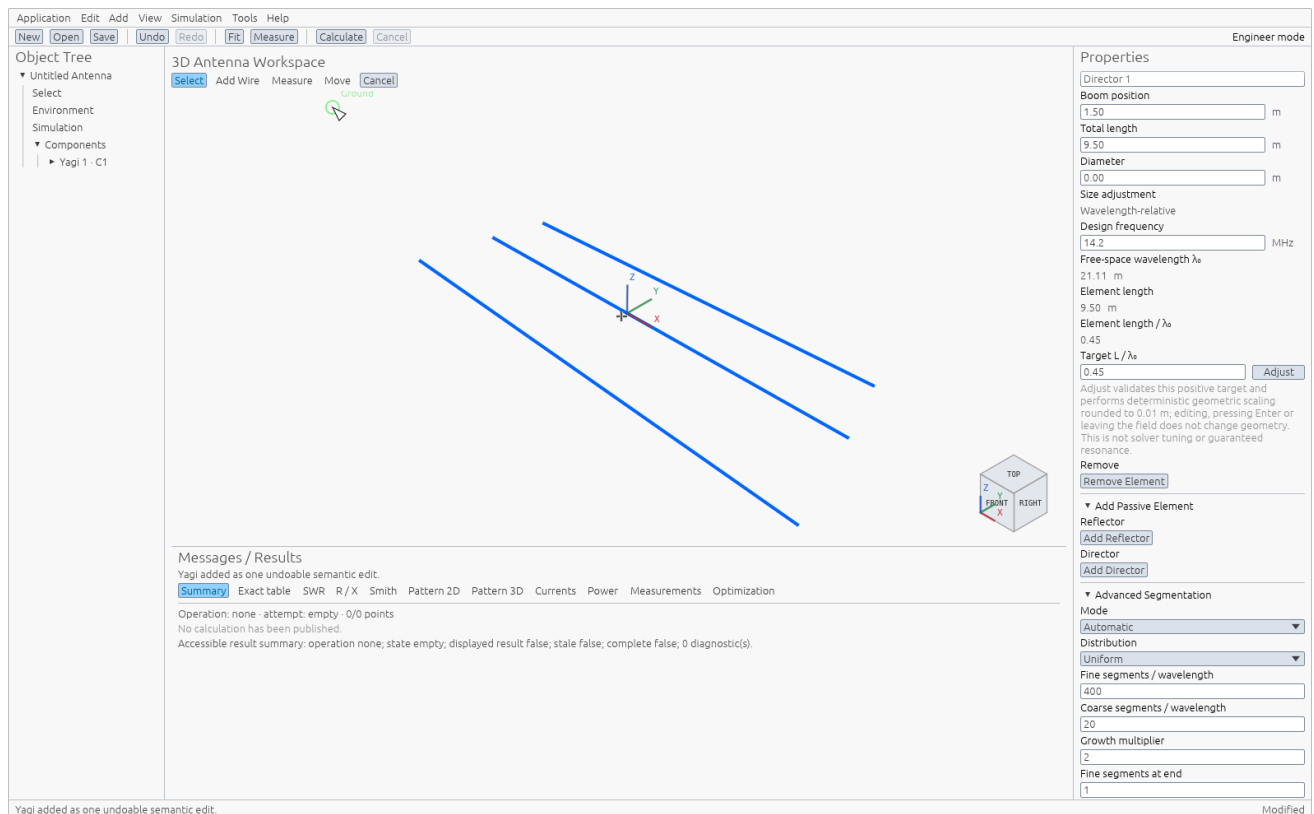


Рисунок 22. Властивості директора Yagi та дії з пасивними елементами

Для елемента Yagi доступні положення на траверсі, довжина, діаметр, електричне масштабування, видалення та додавання пасивних елементів. Після кожної геометричної зміни попередній результат стає застарілим.

Робоча область і види

У **3D Antenna Workspace** можна вибирати геометрію, змінювати вид і перевіряти розташування елементів. Кольоровий індикатор осей показує X, Y і Z, а куб у правому нижньому куті допомагає орієнтувати камеру.

Стандартні види у Basic

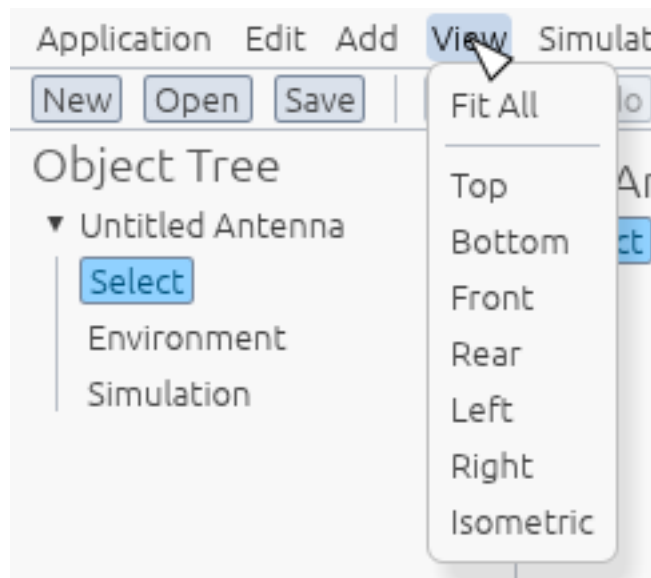


Рисунок 23. Команди Fit All та стандартних видів

View > Fit All або кнопка **Fit** підбирає масштаб так, щоб умістити всю антену. **Top**, **Bottom**, **Front**, **Rear**, **Left**, **Right** та **Isometric** встановлюють відтворюваний напрямок перегляду.

Розширені види у Engineer

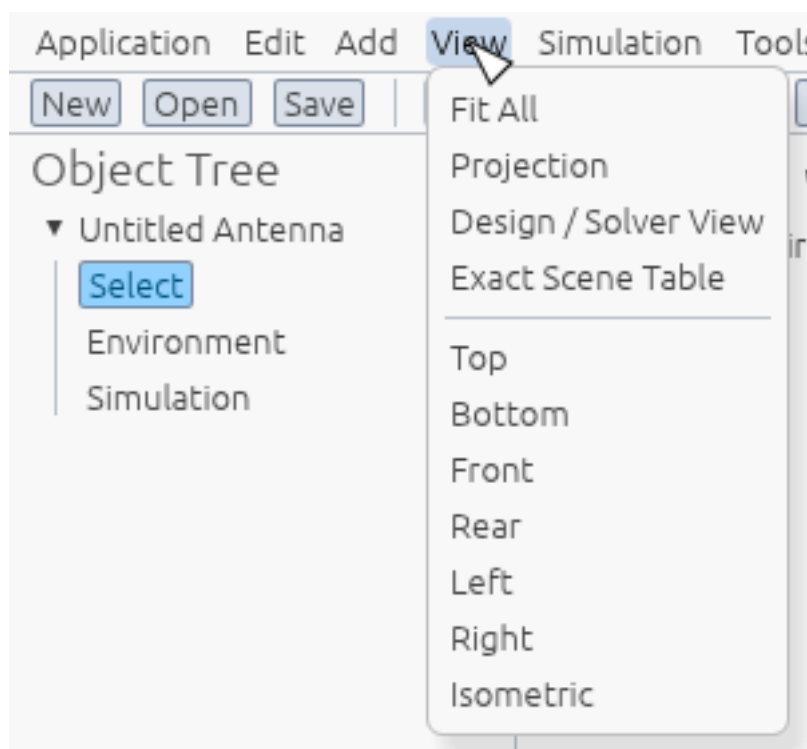


Рисунок 24. Projection Design Solver View та Exact Scene Table

У Engineer команда **Projection** перемикає спосіб проєктування. **Design / Solver View** перемикає між редагованою геометрією та представленням, підготовленим для розрахунку. **Exact Scene Table** відкриває точну текстову альтернативу сцени. Використовуйте її, коли потрібно перевірити координати, а не оцінювати положення лише за зображенням.

Вибраний диполь

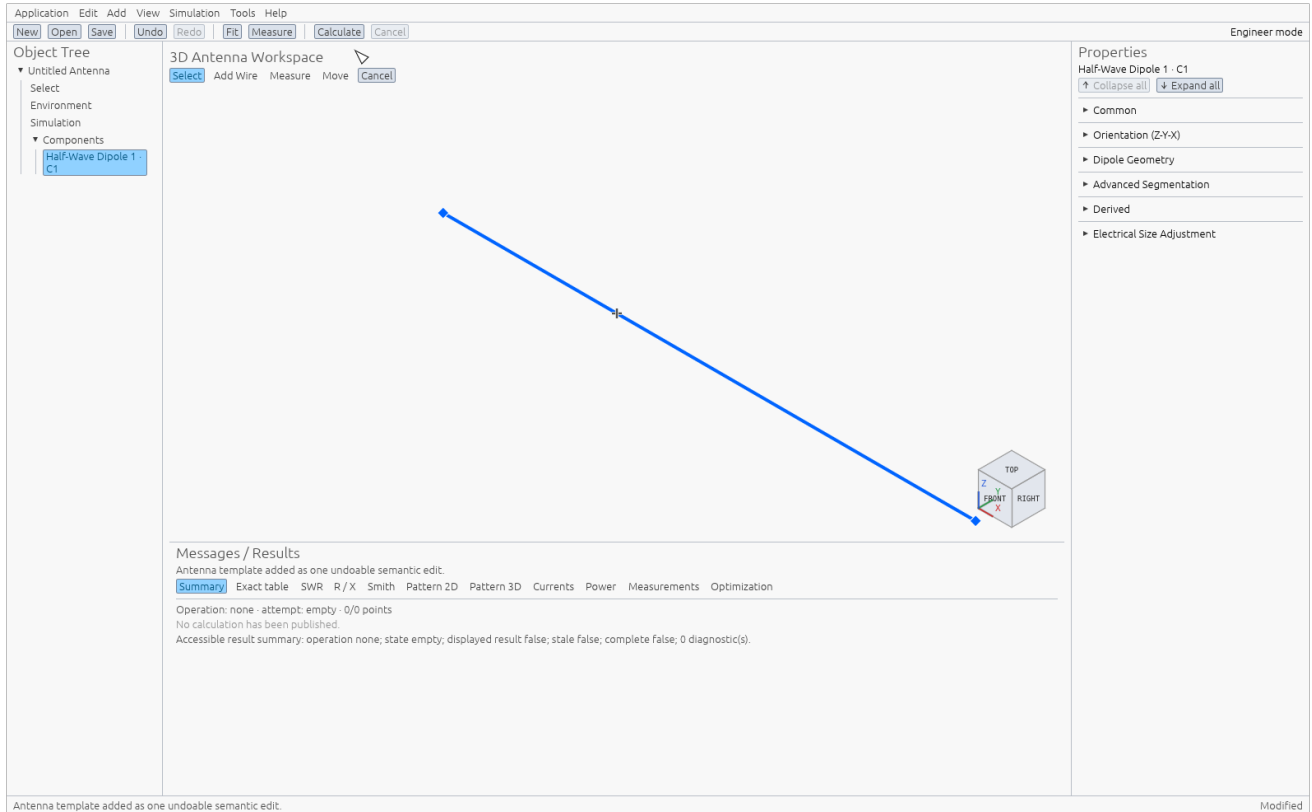


Рисунок 25. Диполь із видимими геометричними маркерами

Синій колір показує вибрану геометрію. У шаблонів зміни виконуються через їхні семантичні властивості та видимі маркери. Перед перетягуванням перевірте, який компонент вибрано в **Object Tree**.

Точка живлення

Фізичний розрахунок потребує ввімкненої точки живлення на підтримуваному провідному компоненті. Майстер **New** додає одну точку автоматично. Для шаблону, вставленого через **Add**, її можна додати вручну.

1. Виберіть провідний компонент в **Object Tree** або робочій області.
2. Виберіть **Add > Feed Point**.
3. Перевірте новий вузол у групі **Feed Points**.
4. Щоб перемістити точку, залиште активним **Select** і перетягніть помаранчевий маркер у потрібне місце будь-якого видимого провідника.
5. Над зеленим цільовим кільцем прочитайте поточний відсоток. Утримуйте **Ctrl**, щоб прив'язати позицію до найближчого значення, кратного 5 %, або не натискайте **Ctrl** для неперервного переміщення, після чого відпустіть маркер.
6. У **Properties > Placement** перевірте компонент і провідник. Для нормалізованої прив'язки введіть у полі **Position** точне значення, наприклад 25 або 25 %, а потім натисніть **Enter** або переведіть фокус.

Переміщення є однією зміною проєкту, тому **Undo** повертає попередню прив'язку. Якщо цільове кільце не з'явилося, відпускання не змінює проєкт; поверніть або наблизьте робочу область так, щоб потрібний провідник було видно, і повторіть дію.

Іменована прив'язка має напис **Named attachment**, бо вона не задає один відсоток уздовж провідника. Один раз перетягніть її на провідник, щоб отримати нормалізовану позицію, після чого користуйтеся точним полем. Порожній, неправильний або позамежний ввід залишається видимим для виправлення й не замінює поточну прив'язку.

Команда **Feed Point** недоступна, доки не вибрано один підтримуваний компонент. Якщо команда сіра, виберіть саме компонент, а не проєкт, середовище або симуляцію.

Feed Point y Basic

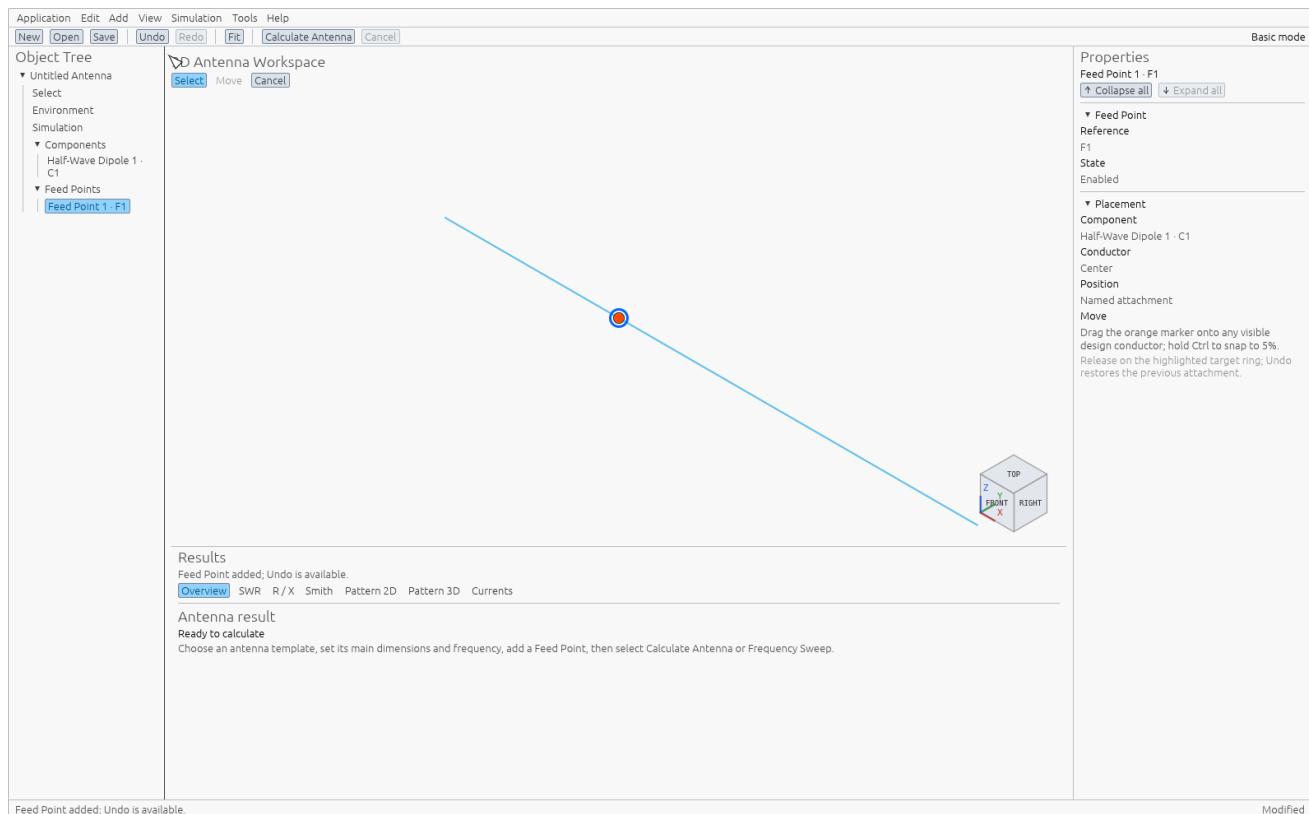


Рисунок 26. Помаранчевий маркер Feed Point у Basic

Точка живлення показана насиченим помаранчевим колом із контрастним кільцем. Для вибраної точки додатково видно синє кільце. Такий маркер залишається помітним на світлому тлі й не покладається лише на колір.

Feed Point y Engineer

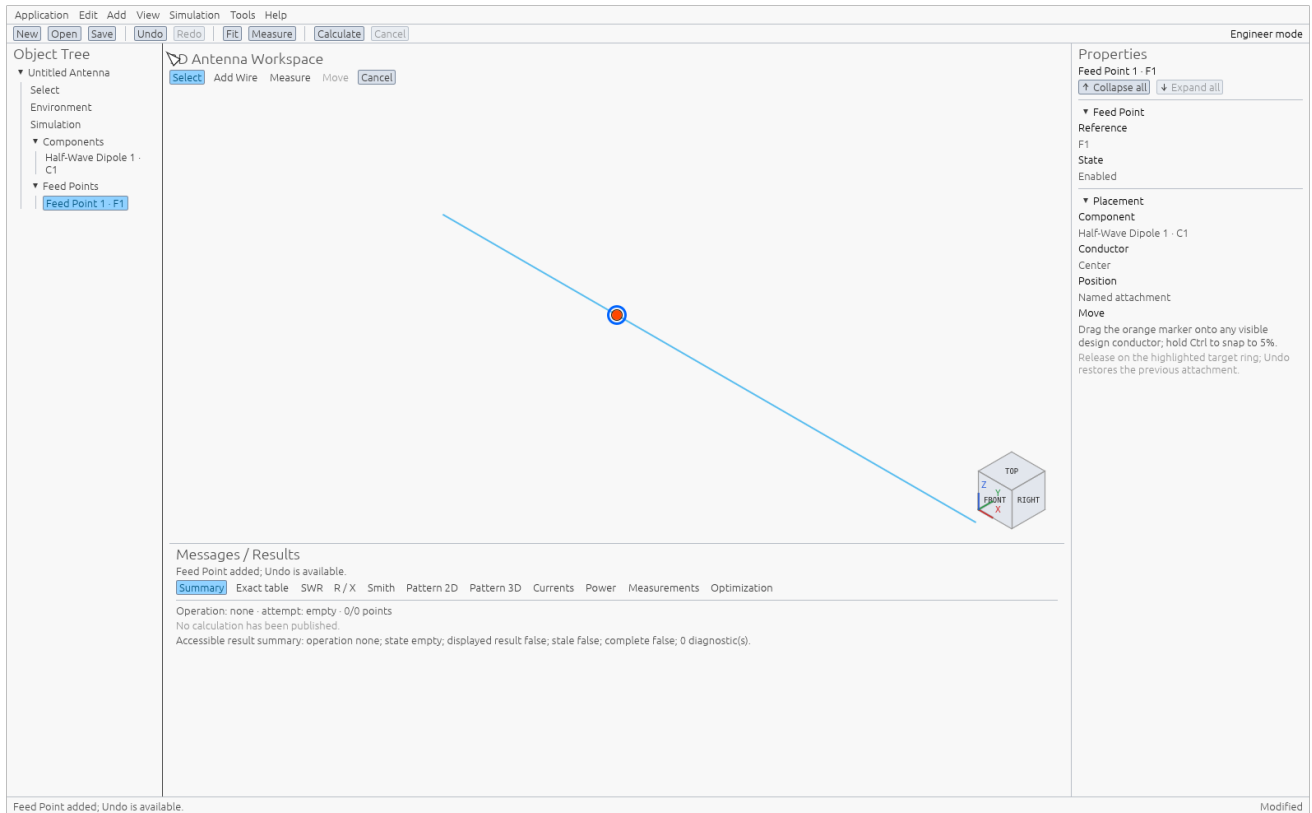


Рисунок 27. Точка живлення та її повна картка властивостей

У Engineer доступні те саме точне поле відсотка, оверлей під час перетягування, прив'язка Ctrl і пряме перетягування маркера. Після переміщення точки повторіть розрахунок, оскільки попередній результат зберігається як застарілий.

Фізичний розрахунок у Basic

Basic завжди використовує пакетний фізичний OpenNEC. Воно не переходить на **Fake Solver** і не використовує власний шлях до виконуваного файлу, вибраний у Engineer.

Перед розрахунком перевірте:

- у проєкті є видима провідна геометрія;
- додано й увімкнено **Feed Point**;
- **Active frequency** додатна й відповідає потрібній задачі;
- **Reference impedance** вибрано свідомо;
- середовище, земля, висота й орієнтація відповідають реальній установці;
- усі поля прийнято без діагностик.

Меню Simulation у Basic

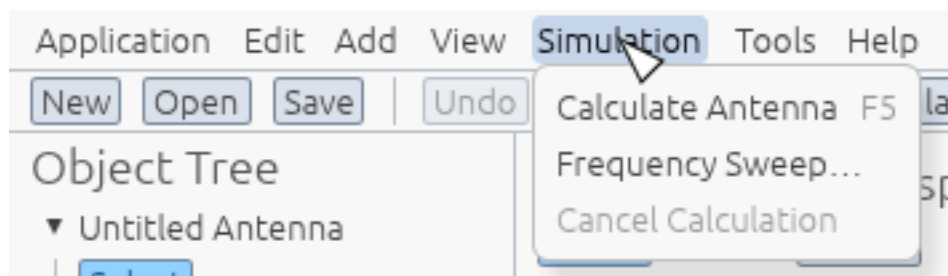


Рисунок 28. Команди Calculate Antenna Frequency Sweep та Cancel Calculation

Для однієї частоти натисніть **Calculate Antenna** на панелі, виберіть **Simulation > Calculate Antenna** або натисніть F5. Під час роботи доступні **Cancel** і **Simulation > Cancel Calculation**.

Якщо **Calculate Antenna** недоступна, наведіть вказівник на кнопку. Якщо бракує пакетного OpenNEC, використайте повну збірку або повний інсталяційний пакет. Перехід до Engineer не перетворює нефізичний backend на фізичний.

Поточний фізичний результат

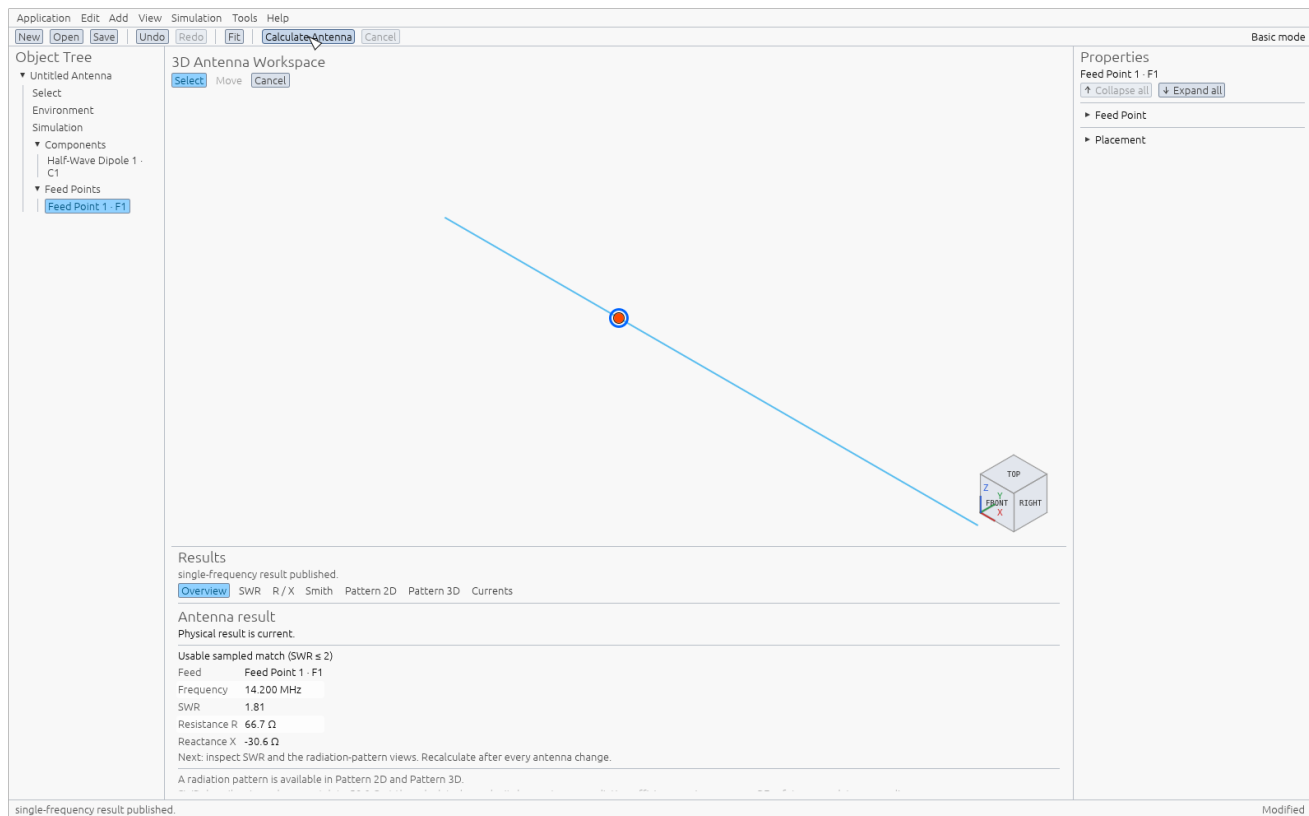


Рисунок 29. Overview після успішного одиночного розрахунку OpenNEC

Після успіху **Overview** показує, що результат фізичний і поточний, назву точки живлення, частоту, KCX, R та X. Якщо доступна діаграма випромінювання, інтерфейс пропонує вкладки **Pattern 2D** і **Pattern 3D**.

Після будь-якої зміни антени повторіть розрахунок. Позначення **Stale** означає, що старі значення збережено лише для порівняння й вони більше не відповідають чинній геометрії.

Частотний прохід

Частотний прохід обчислює вхідний імпеданс у впорядкованому наборі частот. Він потрібний, щоб побачити ширину робочої смуги, мінімальний КСХ серед вибраних точок і зміну R та X.

Вікно Frequency Sweep

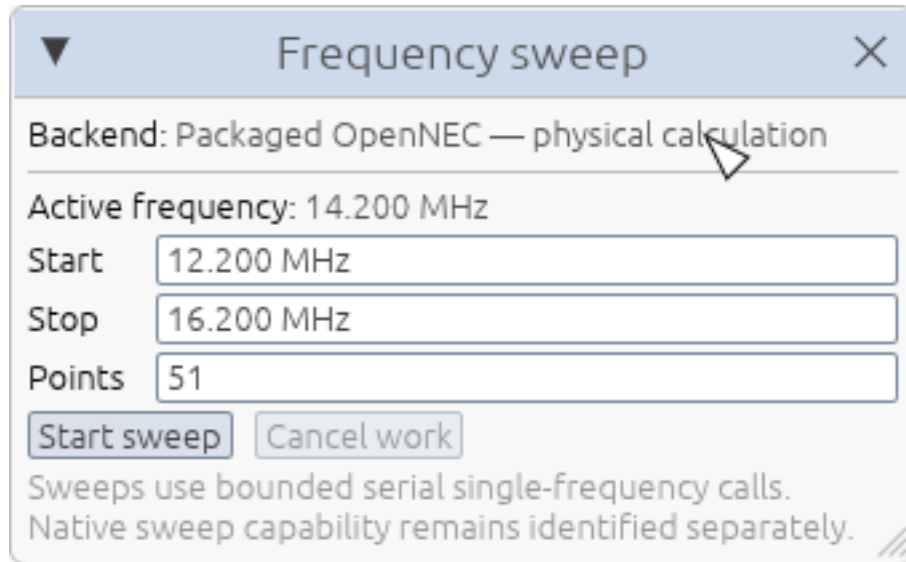


Рисунок 30. Налаштування Start Stop і Points у Basic

1. Виберіть **Simulation > Frequency Sweep....**
2. Введіть додатну **Start**.
3. Введіть **Stop**, що перевищує Start.
4. Виберіть від 2 до 201 у **Points**.
5. Натисніть **Start sweep**.

Початково пропонується діапазон приблизно по 2 MHz з обох боків активної частоти та 51 точка. Це не офіційний частотний план. Введіть межі, які відповідають вашій задачі й чинним правилам регіону.

Свеер збирає імпедансні точки. Після нього **Currents** може чесно показувати, що розподіл струму недоступний. Щоб отримати струми, встановіть потрібну активну частоту й виконайте одиночний **Calculate Antenna**.

КСХ у діапазоні

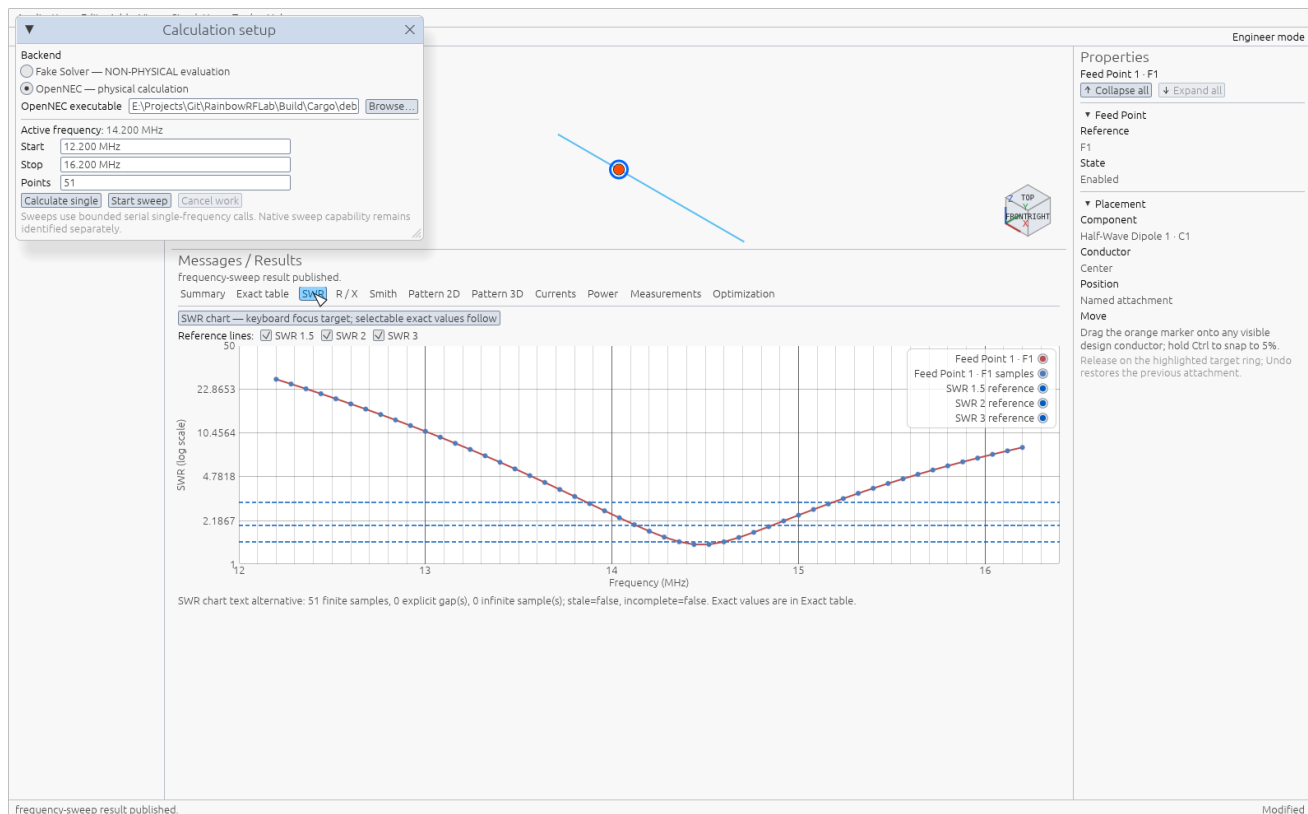


Рисунок 31. Приклад sweер на вкладці SWR

Крива показує точні обчислені точки та зв'язує їх для читання. Лінії 1.5, 2 і 3 допомагають оцінити узгодження. Найменше значення серед точок не є інтерпольованою оптимальною частотою.

R та X у діапазоні

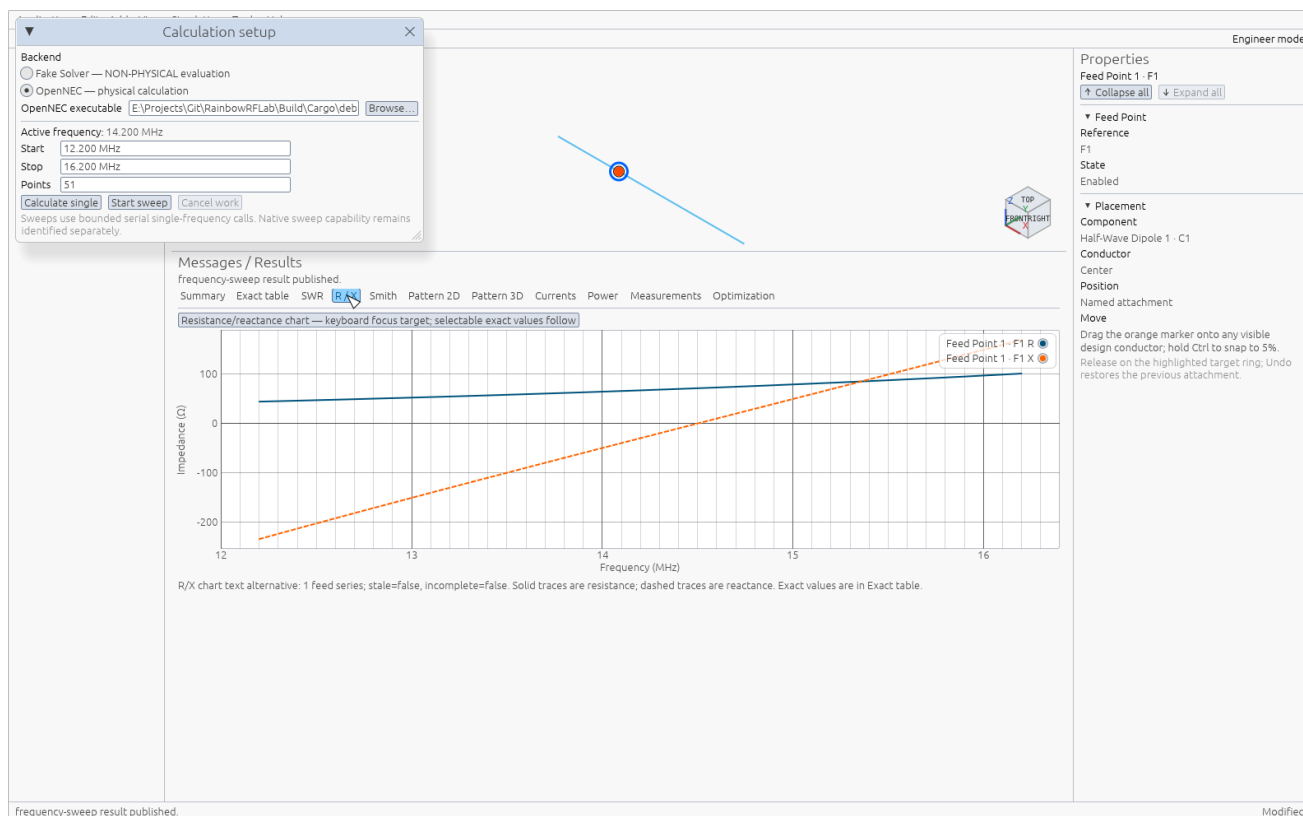


Рисунок 32. Приклад sweeper на вкладці R X

Суцільна крива показує опір R, пунктирна реактивність X. Перетин X поблизу нуля сам по собі не гарантує потрібного КСХ: одночасно перевірте R відносно опорного імпедансу.

Overview і стани результату

Overview є першою вкладкою Basic. Вона відповідає на запитання, чи існує поточний успішний фізичний результат, де серед обчислених точок найменший KCX і що робити далі.

Для скінченного результату показуються частота, SWR, R та X вибраної точки. Текстова оцінка використовує такі межі:

Оцінка	Умова
Good sampled match	SWR до 1.5 включно
Usable sampled match	SWR понад 1.5 і до 2 включно
High sampled mismatch	SWR понад 2 і до 3 включно
Poor sampled match	SWR понад 3

Ці назви лише пояснюють готове число. Вони не додають нового розрахунку й не доводять якість випромінювання.

Нефізичний приклад у Engineer

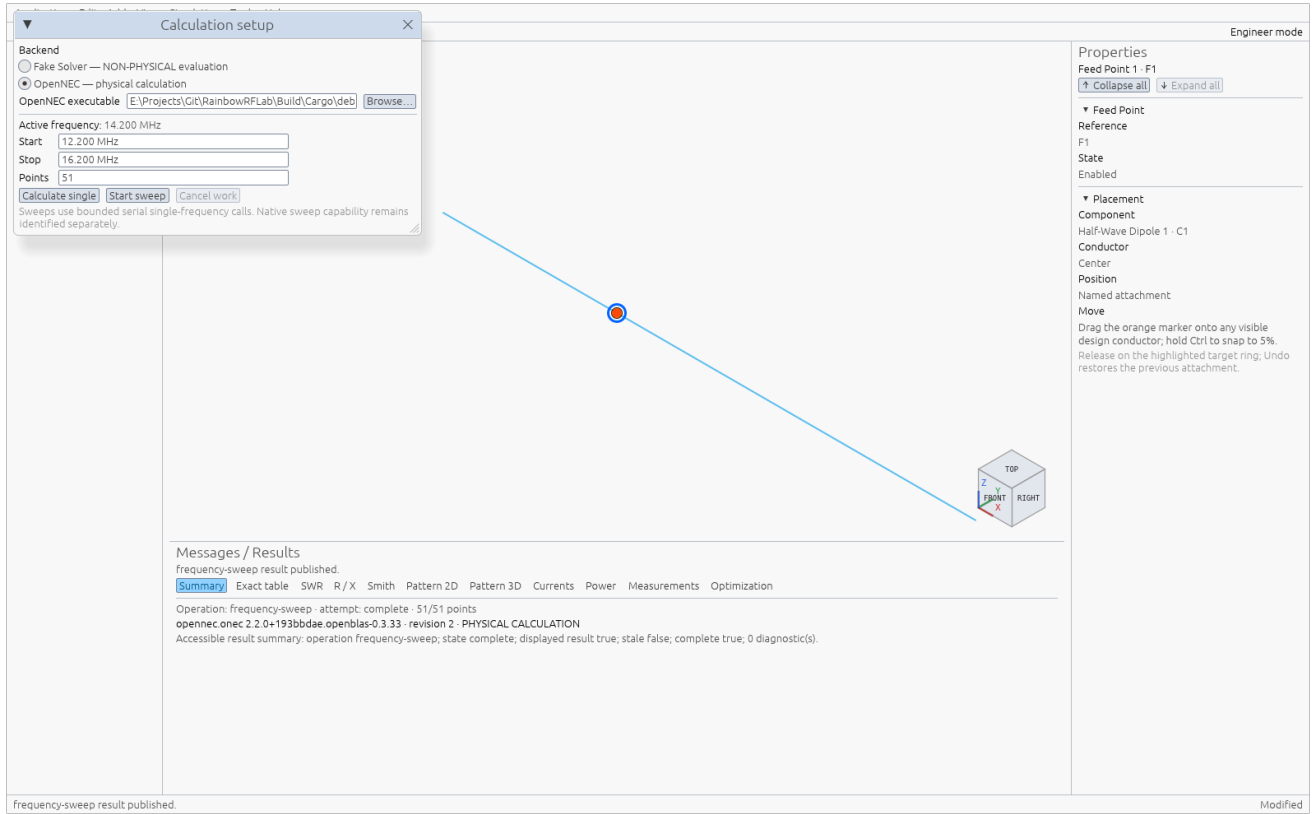


Рисунок 33. Overview після демонстраційного Fake Solver sweep

Engineer може явно використовувати **Fake Solver** як нефізичну демонстрацію. Такий результат позначено **FAKE / NON-PHYSICAL**. Не використовуйте його для будівництва, налаштування або тверджень про антену. Скріншоти з Fake Solver у цьому посібнику показують доступні представлення, а фізичні приклади OpenNEC наведено окремо.

Імпедансні результати

Basic містить **SWR**, **R / X** і **Smith**. Engineer додатково дає повну **Exact table**. Усі ці представлення походять з одного результату. Вибір вкладки не запускає повторний розрахунок.

Exact table

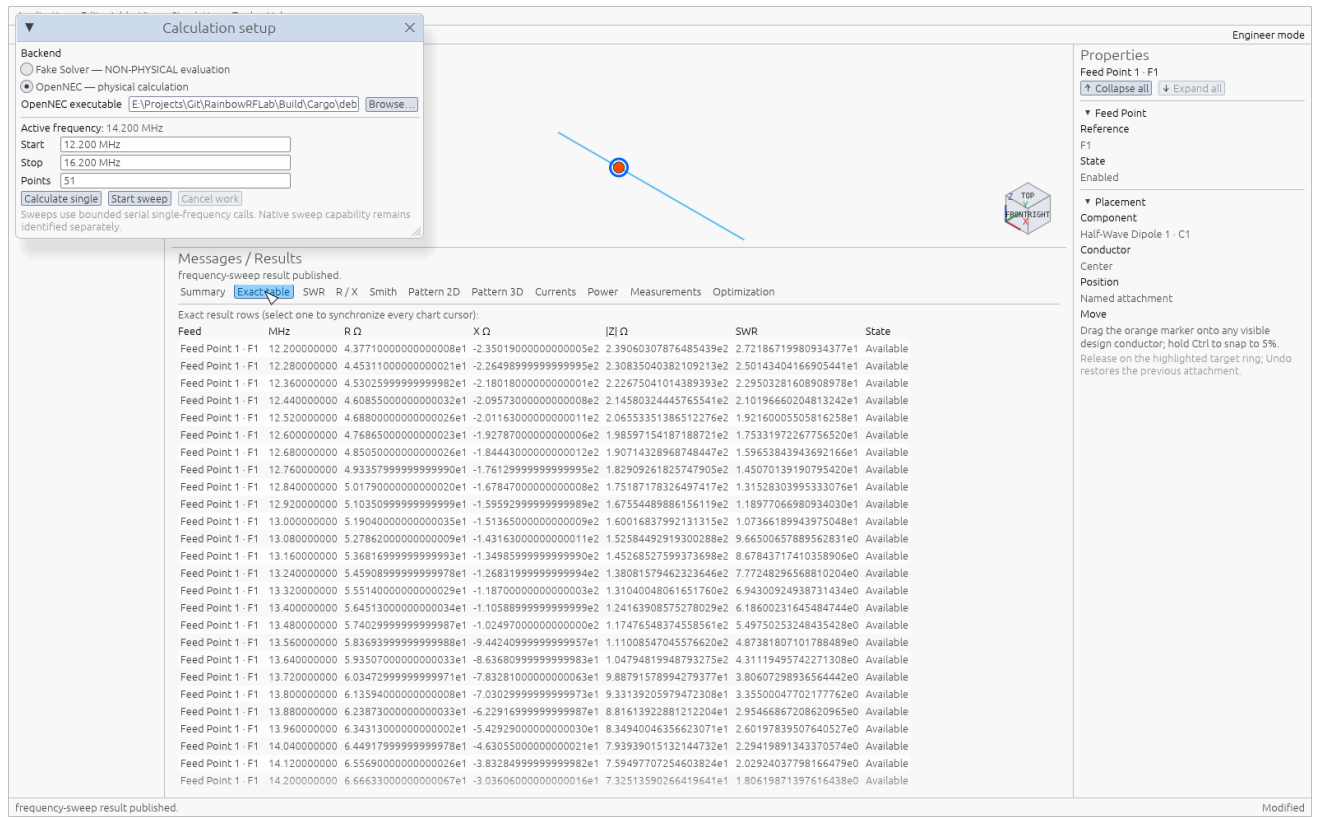


Рисунок 34. Точні числові рядки sweер у Engineer

Таблиця показує Feed, частоту, R, X, модуль імпедансу, SWR і стан точки. Її можна використовувати як точну текстову альтернативу графікам. Для числового аналізу та експорту віддавайте перевагу цим значенням, а не оцінці пікселів.

SWR для однієї частоти

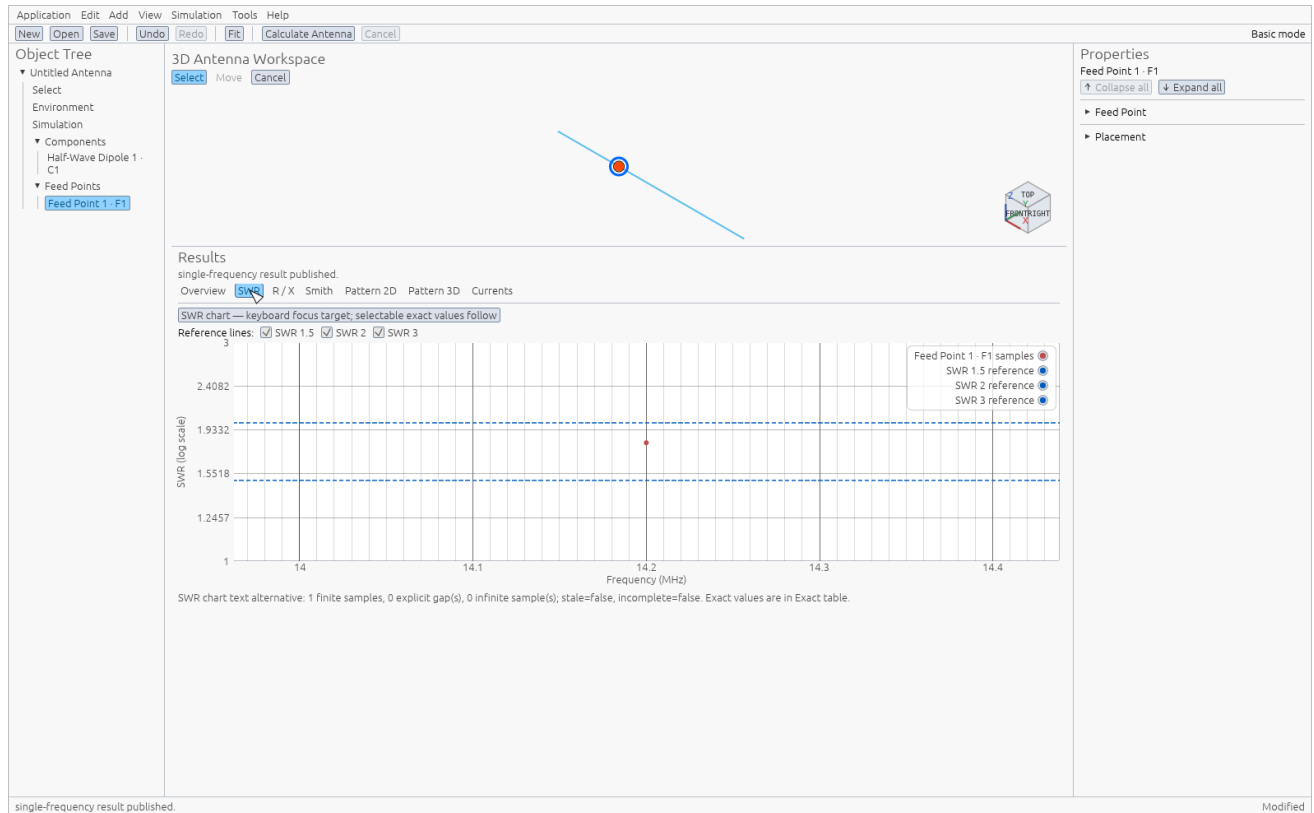


Рисунок 35. Фізична точка KCX на активній частоті

KCX порівнює вхідний імпеданс із показаним **Reference impedance**. Шкала підкреслює корисну нижню частину діапазону. Значення на видимій верхній межі не означає, що точне число було змінено: точний рядок залишається доступним.

R та X для однієї частоти

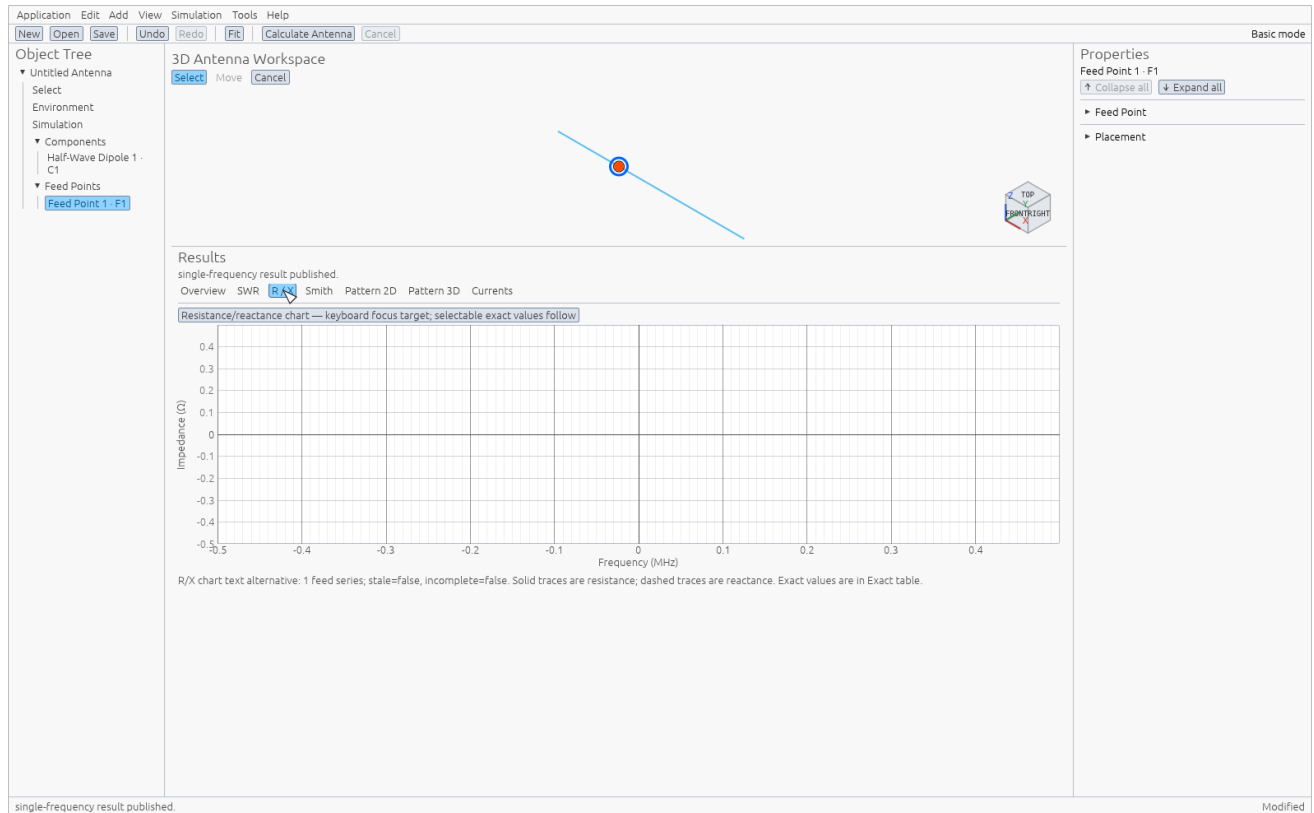


Рисунок 36. Вкладка R / X після фізичного розрахунку однієї частоти

R вимірюється в омах і відповідає активній складовій. X є реактивною складовою: знак допомагає відрізнити переважно індуктивний або ємнісний стан. Графік **R / X** малює лінії між сусідніми частотними точками, тому одиночний результат не утворює видимої кривої. Для однієї частоти прочитайте точні R і X в **Overview**, а в Engineer - також в **Exact table**. Щоб побачити залежність, виконайте **Frequency Sweep** щонайменше з двома точками.

Діаграма Сміта

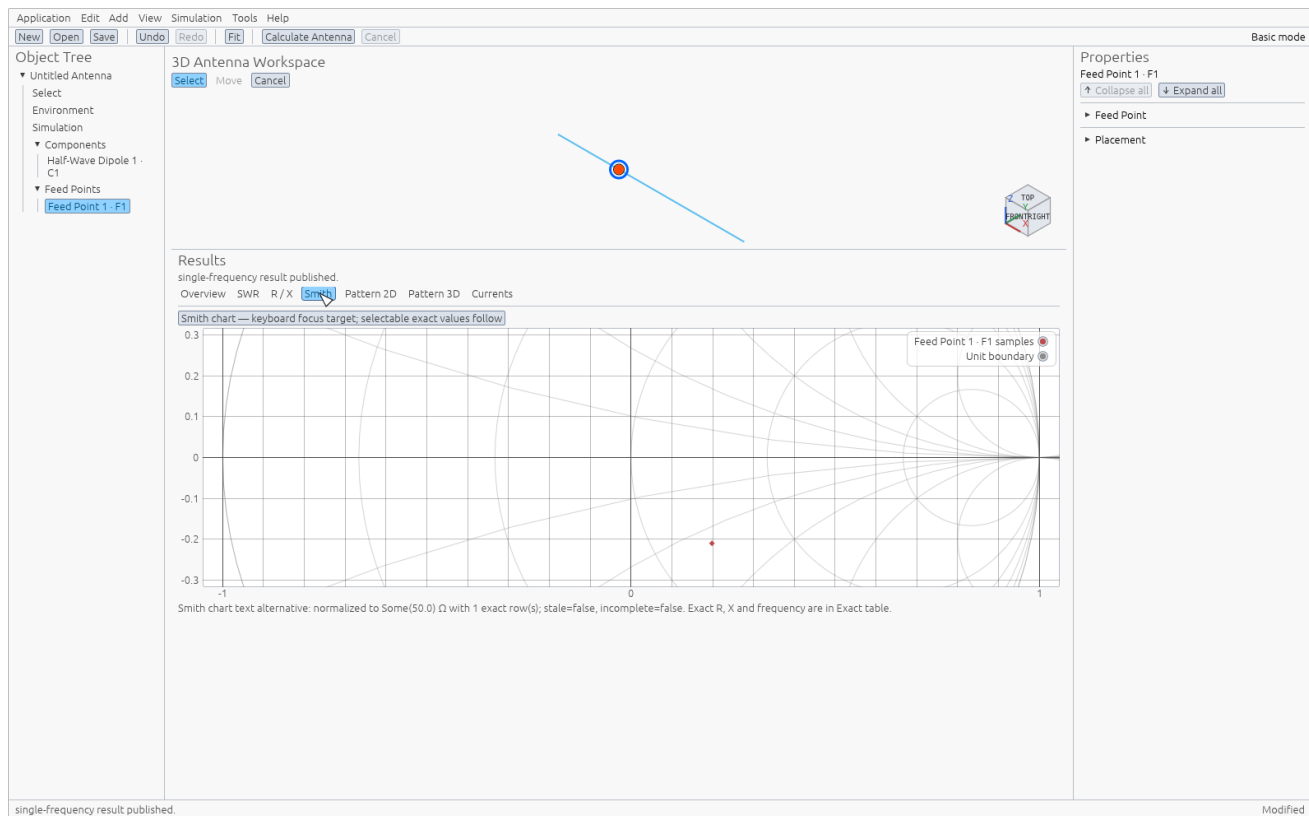


Рисунок 37. Фізична точка на діаграмі Сміта

Smith нормалізує імпеданс до опорного значення. Центр відповідає узгодженню з цим опором. Якщо змінити **Reference impedance**, положення точки зміниться навіть за того самого R та X.

Сweep на діаграмі Сміта

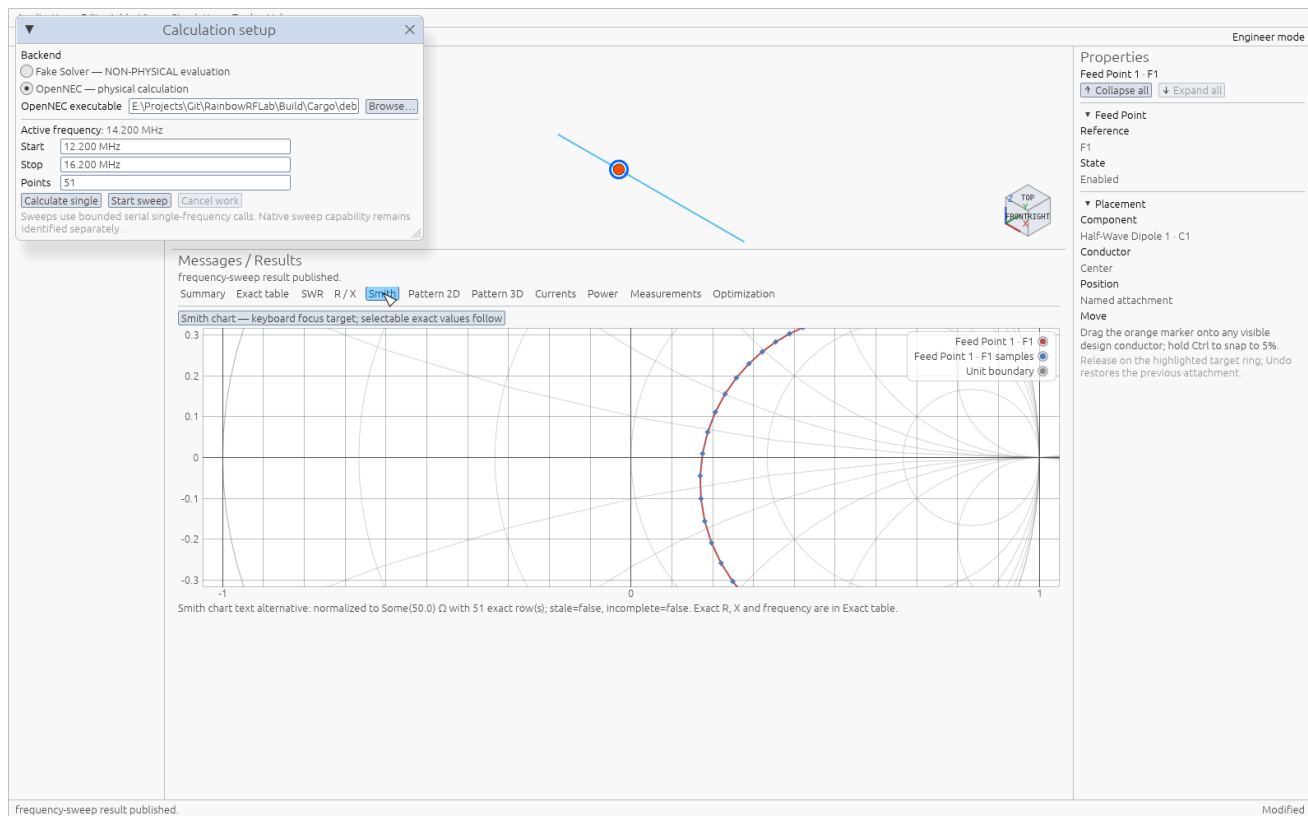


Рисунок 38. Траєкторія демонстраційного sweep на діаграмі Сміта

Траєкторія допомагає побачити, як імпеданс рухається з частотою. Для точних частот і значень використовуйте **Exact table**.

Pattern 2D

Pattern 2D показує полярний зріз діаграми випромінювання, коли backend повернув відповідні дані. **Horizontal** використовує азимут, **Vertical** висоту. Значення відносного рівня у dB уже є логарифмічним і не логарифмується повторно.

Порожнє представлення

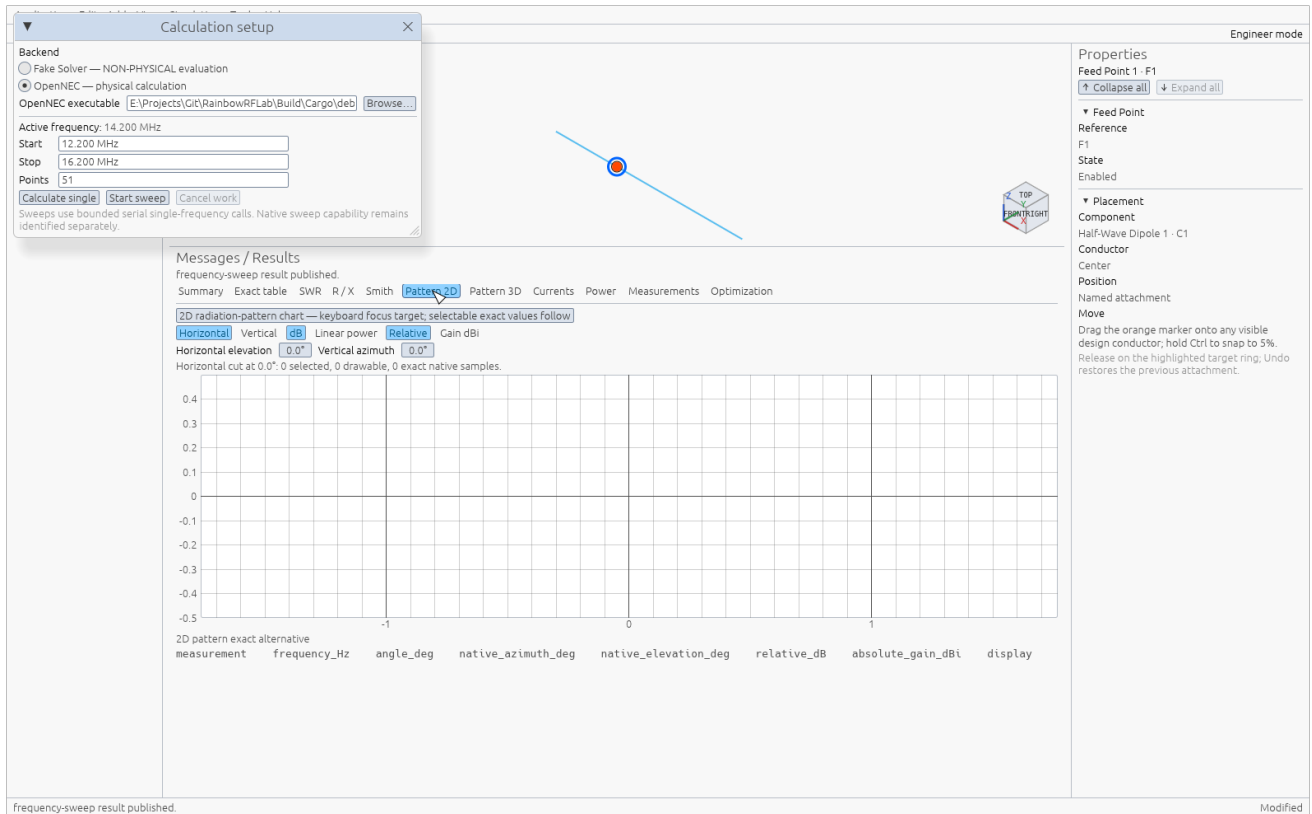


Рисунок 39. Pattern 2D без доступної діаграми у демонстраційному sweep

Частотний прохід імпедансу може не містити діаграми. Повідомлення про відсутність даних є нормальним. Виконайте одиночний фізичний розрахунок на потрібній частоті.

Горизонтальний зріз

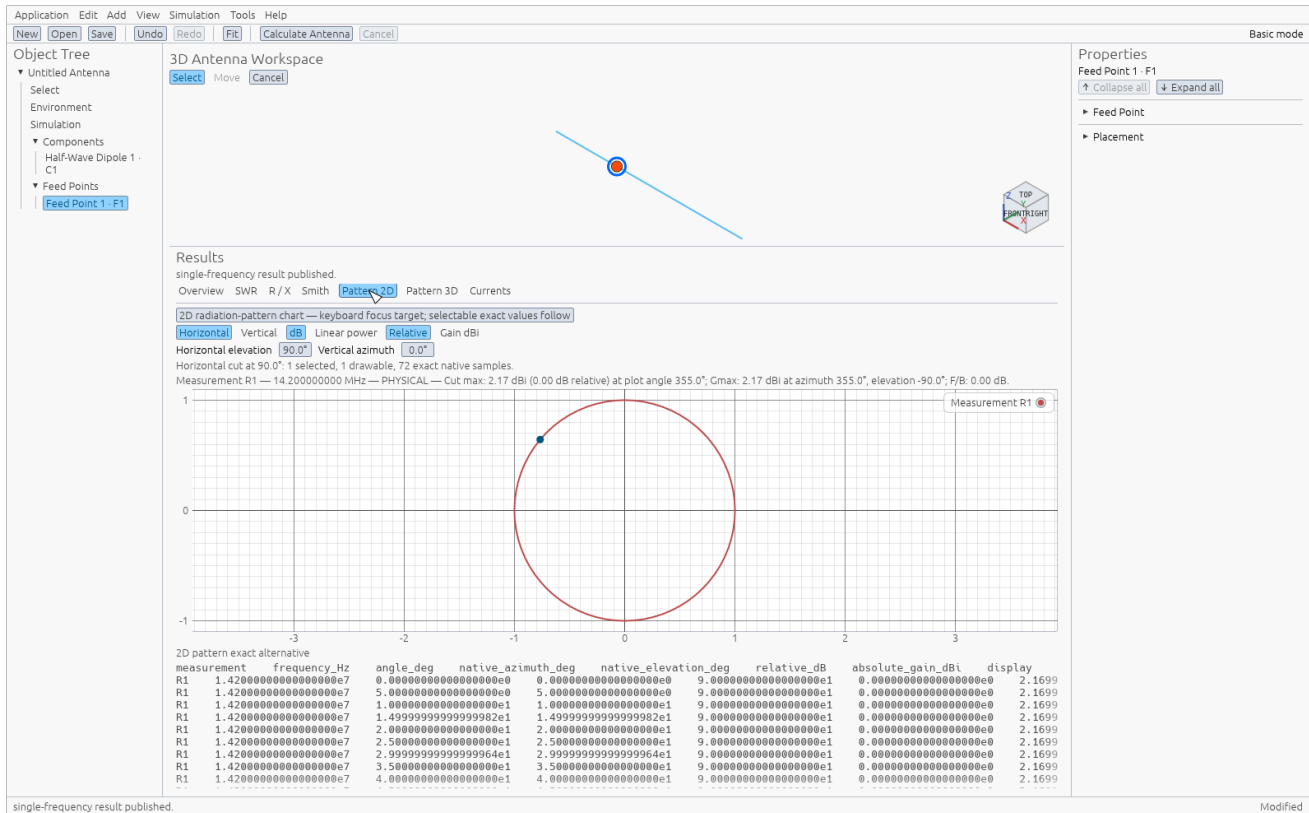


Рисунок 40. Фізичний горизонтальний зріз Pattern 2D

Червона й синя криві розрізняють доступні частини представлення, а текст під керуванням пояснює частоту та межі. Повні точні точки наведено в **2D pattern exact alternative** нижче графіка.

Точкова інспекція

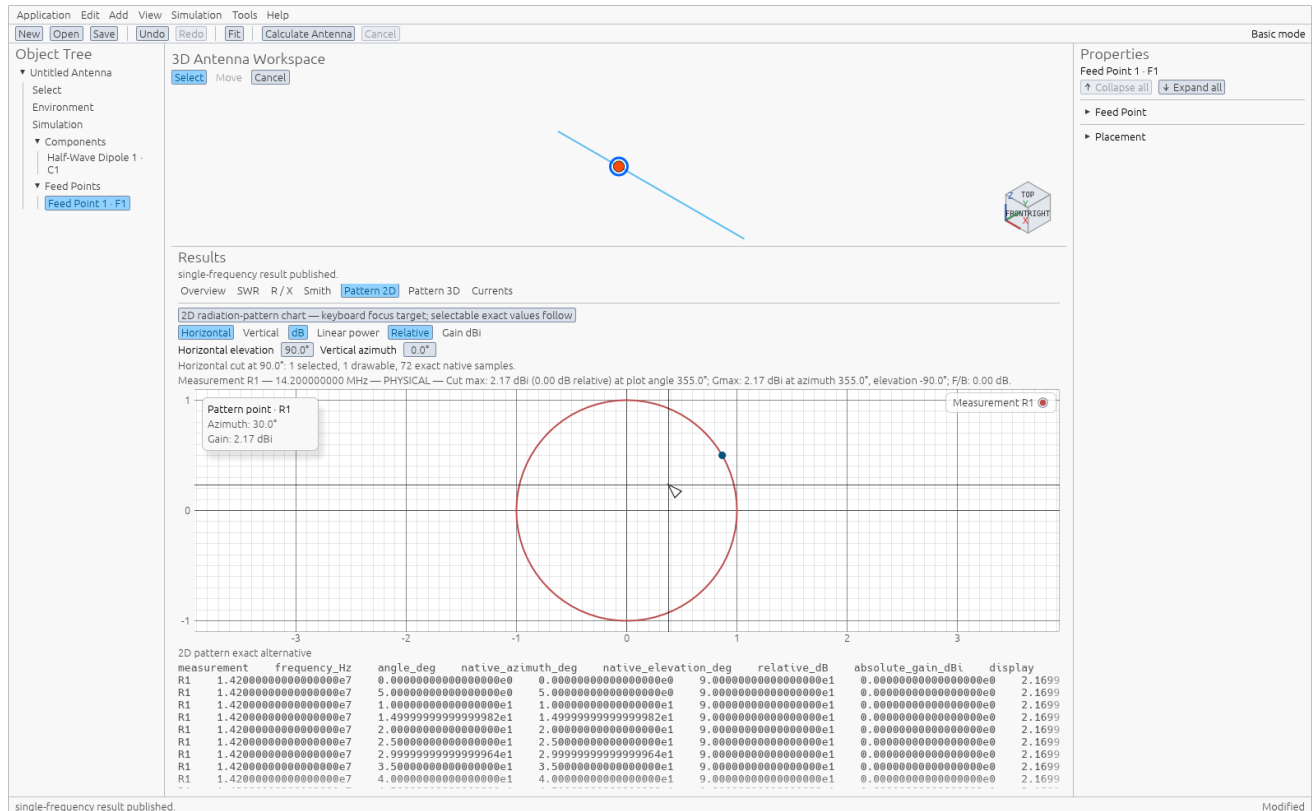


Рисунок 41. Панель Pattern point із точними Azimuth і Gain

Перемістіть вказівник усередині графіка. Невелика панель у верхньому лівому куті показує найближчу точну намальовану точку та позначає її на кривій. Для горизонтального зрізу відображається **Azimuth**, для вертикального **Elevation**. **Gain** показує загальне абсолютне підсилення в dBi, якщо OpenNEC його надав.

Панель не інтерполює значення між точками. **Unavailable** означає відсутність абсолютного підсилення, а не нуль. Для копіювання й повної точності використовуйте числову альтернативу під графіком.

Вертикальний зріз

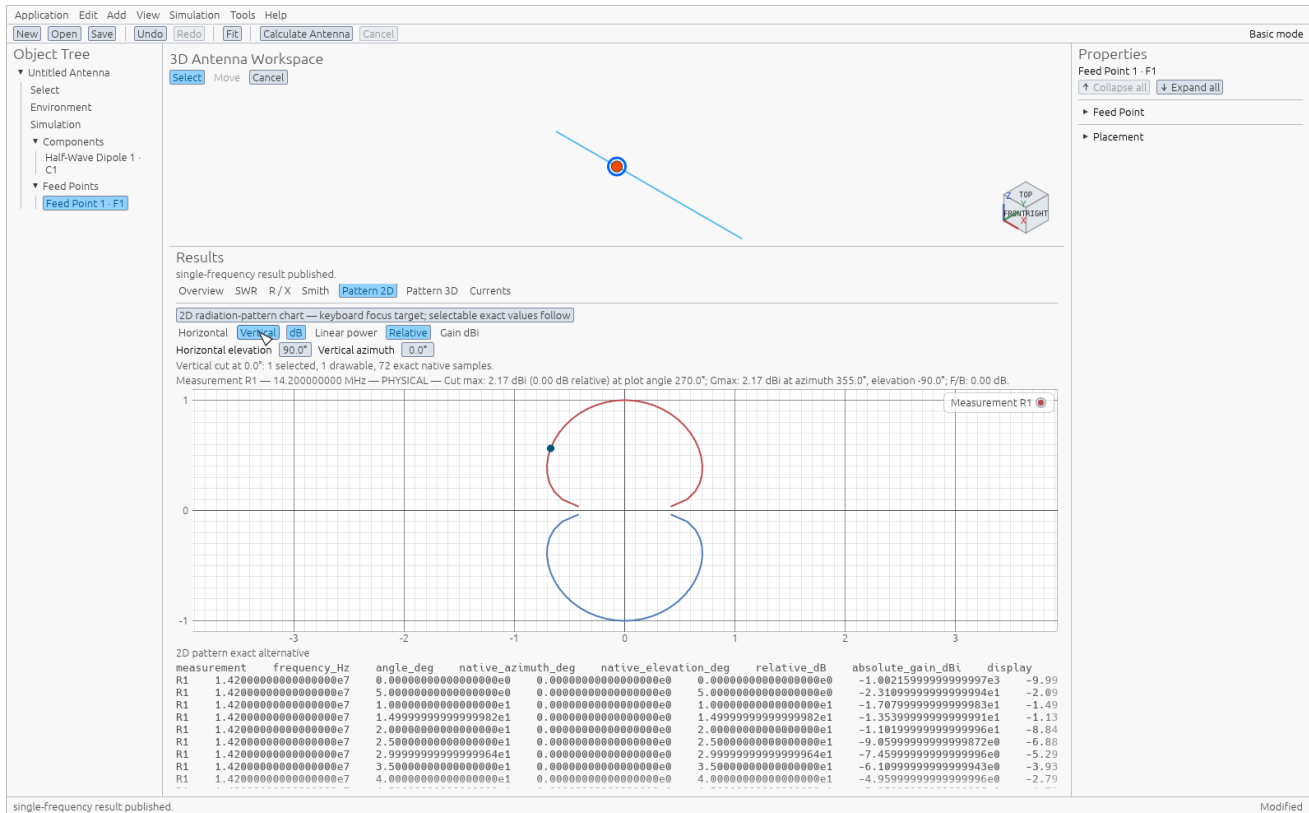


Рисунок 42. Фізичний вертикальний зріз Pattern 2D

Під час переходу між **Horizontal** і **Vertical** вибір стосується того самого результату. Якщо один зріз відсутній, інтерфейс не вигадує його з іншого.

Pattern 3D та Currents

Порожній Pattern 3D

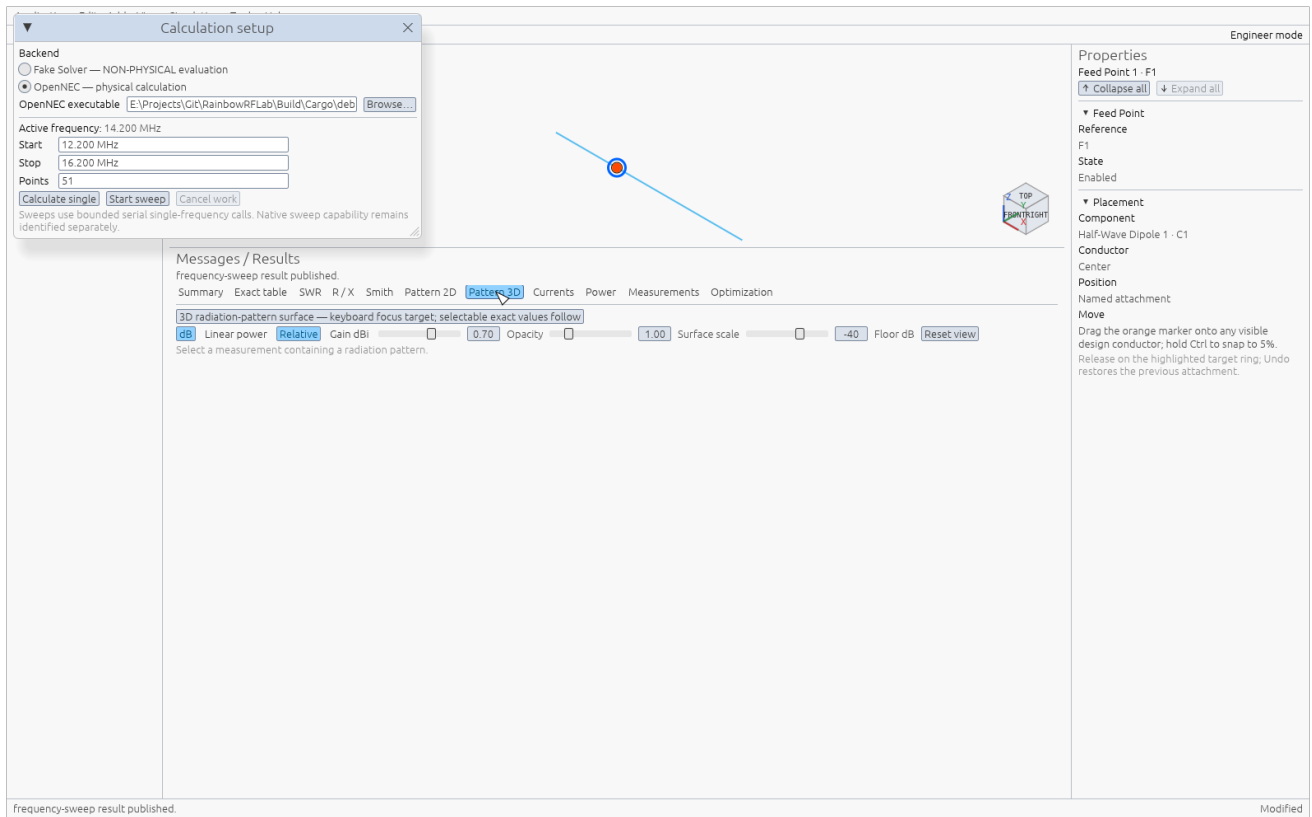


Рисунок 43. Pattern 3D без даних після демонстраційного sweep

Якщо результат не містить просторової діаграми, вкладка показує відповідне повідомлення. Це не помилка графіка. Запустіть одиночний Open NEC-розрахунок, який запитує діаграму випромінювання.

Порожній Currents

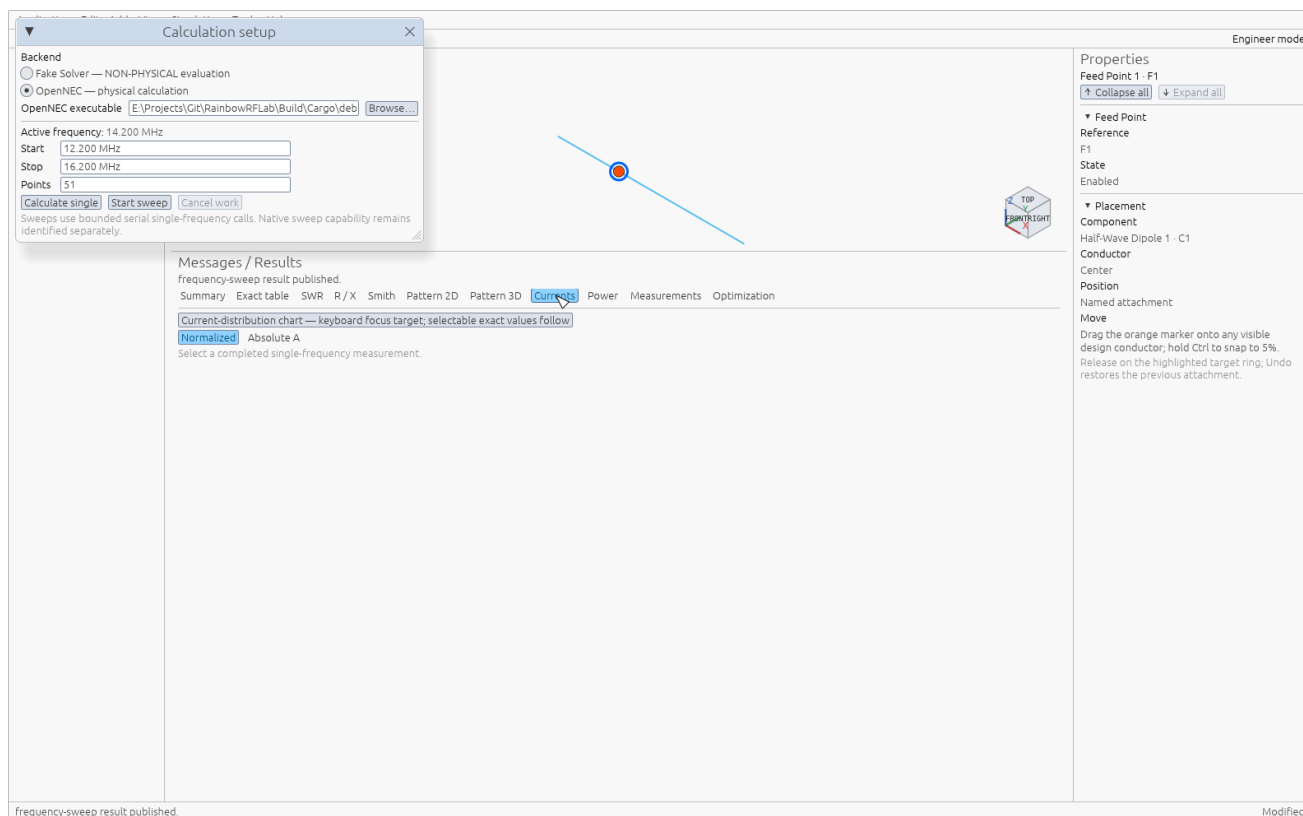


Рисунок 44. Currents без даних після sweep

Сweep імпедансу не зобов'язаний повертати струми. Виберіть потрібну частоту як активну й виконайте одиночний розрахунок.

Фізична просторова діаграма

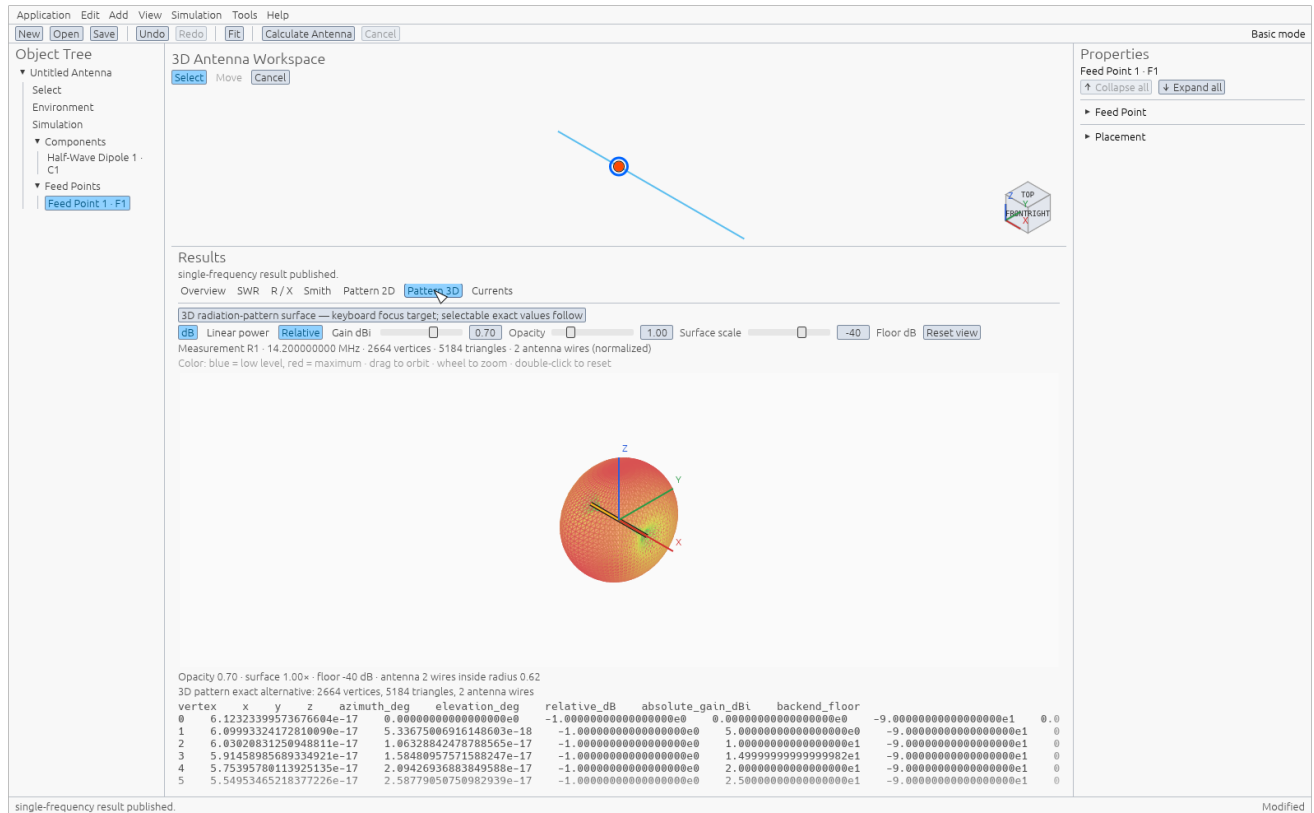


Рисунок 45. Pattern 3D із фізичним OpenNEC результатом

Pattern 3D показує просторову поверхню та, коли можливо, положення антени. Керування **Opacity**, **Surface scale** і **Floor dB** змінюють лише відображення. **Reset view** повертає початковий ракурс. Ці дії не змінюють розрахунок і не входять до Undo.

Для дуже щільної поверхні програма може спростити лише зображення. Точні обмежені дані залишаються в текстовій альтернативі.

Розподіл струму

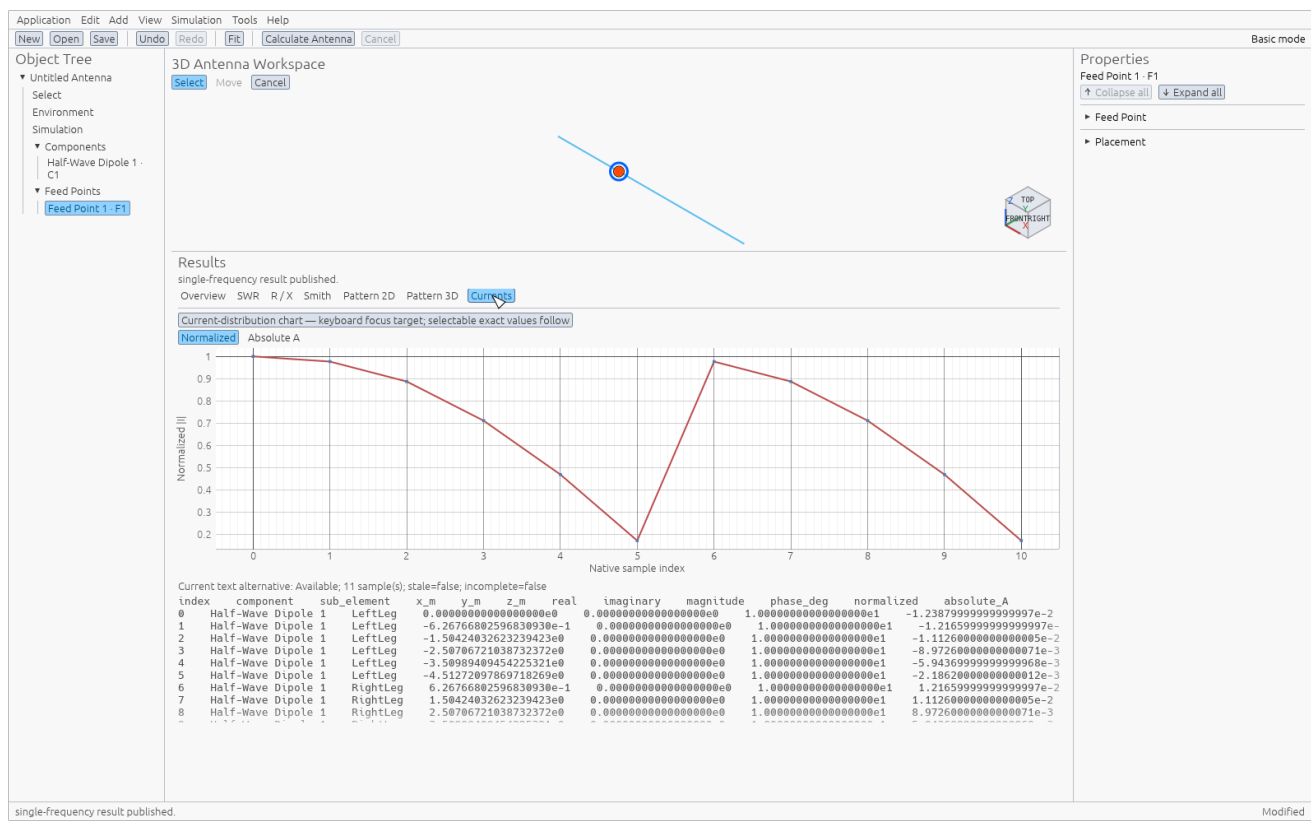


Рисунок 46. Currents із фізичним розподілом на диполі

Графік **Normalized ||I|** показує нормований модуль струму вздовж доступних сегментів. Точні рядки під графіком містять складові струму й фазу, якщо вони є в результаті. Нормована крива не є прямим вимірюванням ампер у фізичній антені.

Розрахунок у Engineer

Engineer відкриває **Calculation Setup...**, **Calculate Single**, **Frequency Sweep...**, **Cancel Calculation** і **Optimization**. Використовуйте цей набір, коли треба явно перевірити backend або працювати з інженерними функціями.

Меню Simulation у Engineer

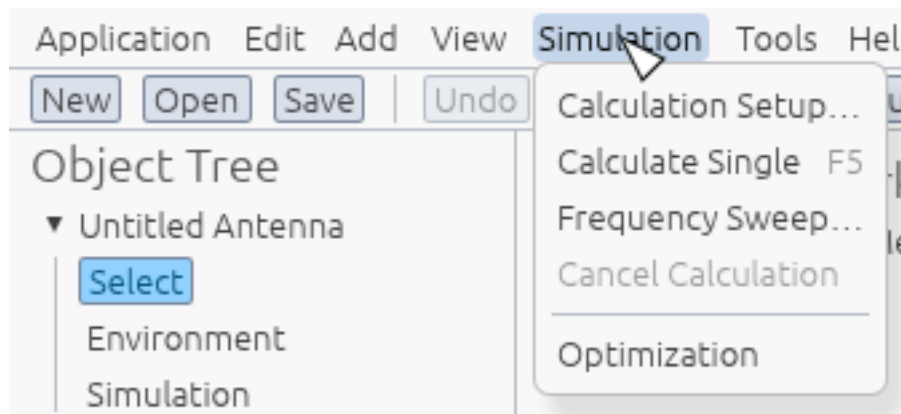


Рисунок 47. Повне меню Simulation у Engineer

Calculate Single запускає одну активну частоту. **Frequency Sweep...** відкриває діапазон. **Cancel Calculation** доступна лише під час роботи. **Optimization** переходить до вкладки оптимізації.

Calculation Setup

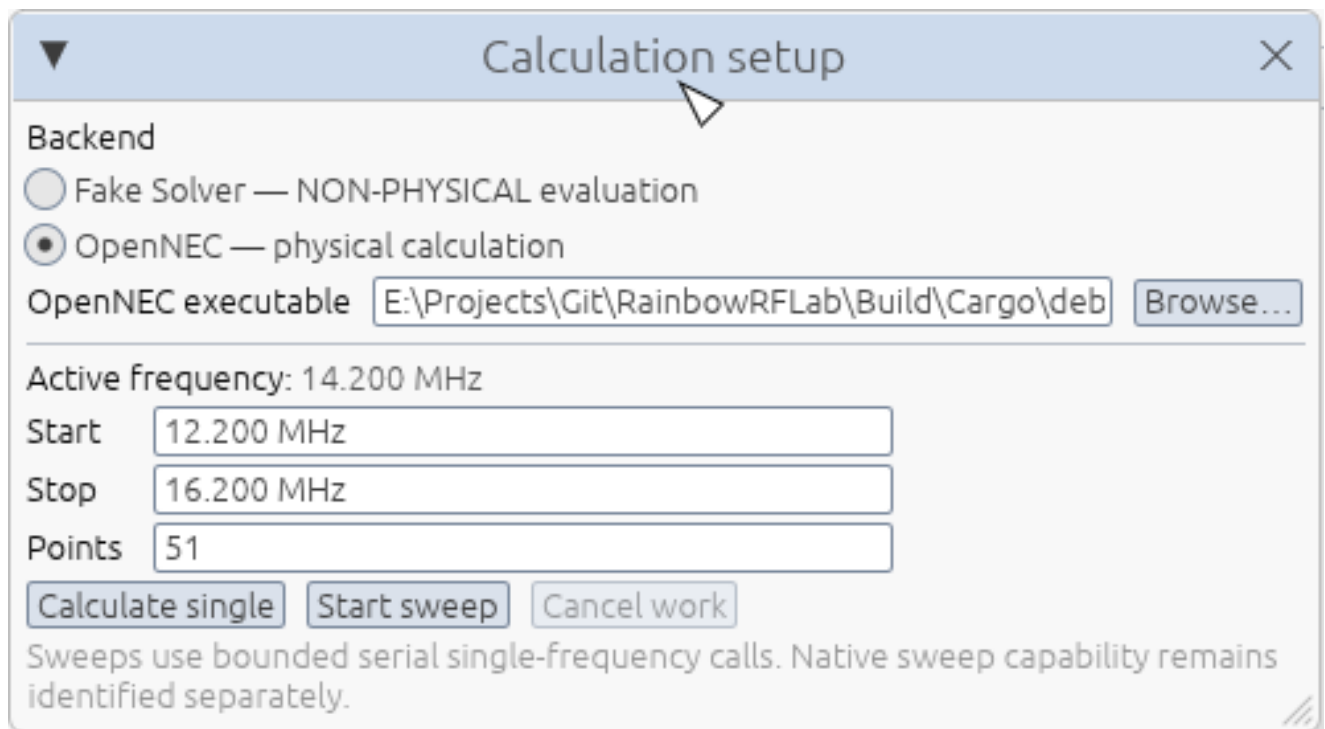


Рисунок 48. Вікно вибору backend та параметрів sweep

У **Calculation Setup** доступний явний вибір backend. **OpenNEC** призначено для фізичного розрахунку в межах його моделі. **Fake Solver** має жовте попередження **NON-PHYSICAL EVALUATION** і служить лише для демонстрації інтерфейсу. Не приймайте його значення за

характеристики антени.

Якщо вибрано OpenNEC і він недоступний, перевірте повноту пакета. Власний шлях у Engineer є розширеною дією та не змінює захищений OpenNEC, яким користується Basic.

Розширені результати Engineer

Power

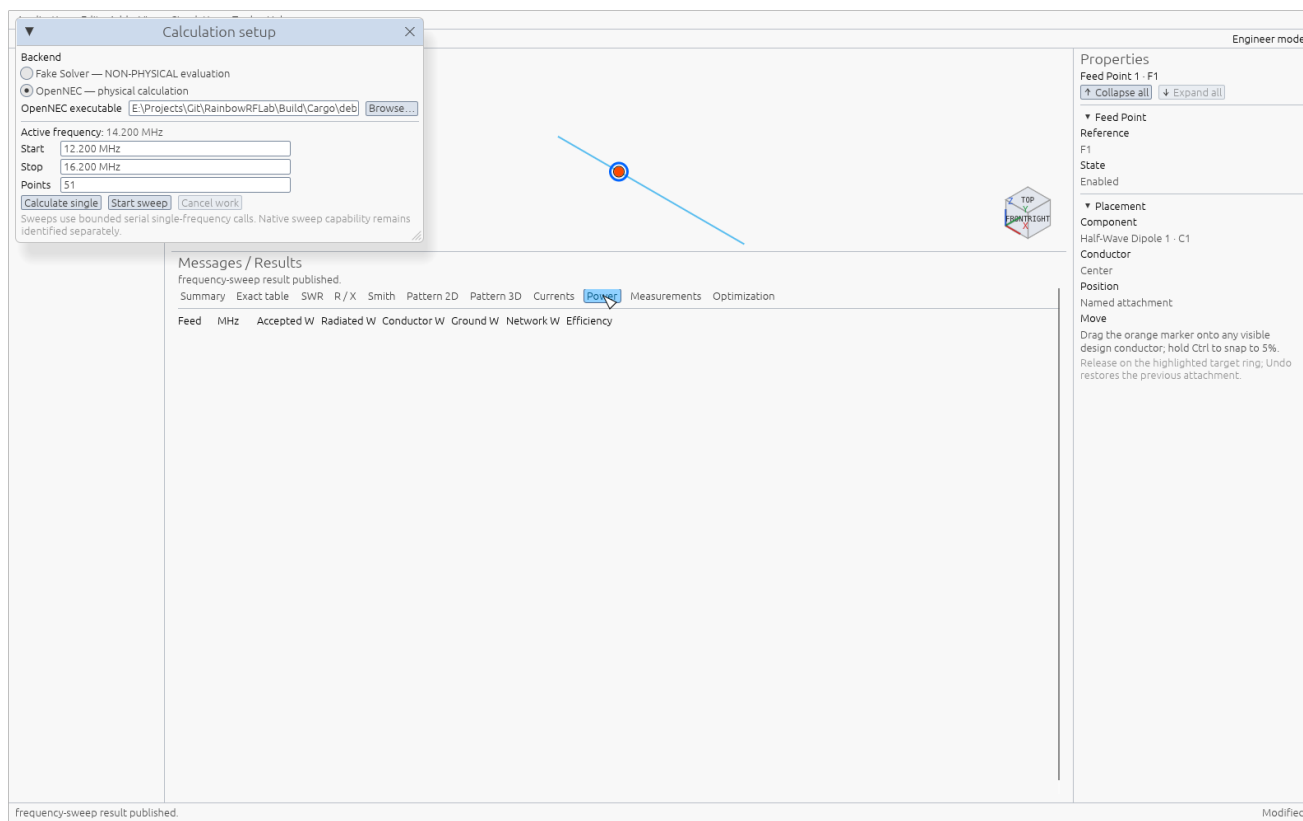


Рисунок 49. Вкладка Power та її точна альтернатива

Power показує потужність або ефективність лише тоді, коли backend повернув потрібні складові. Відсутні втрати не виводяться як нулі й не відновлюються з припущень.

Measurements

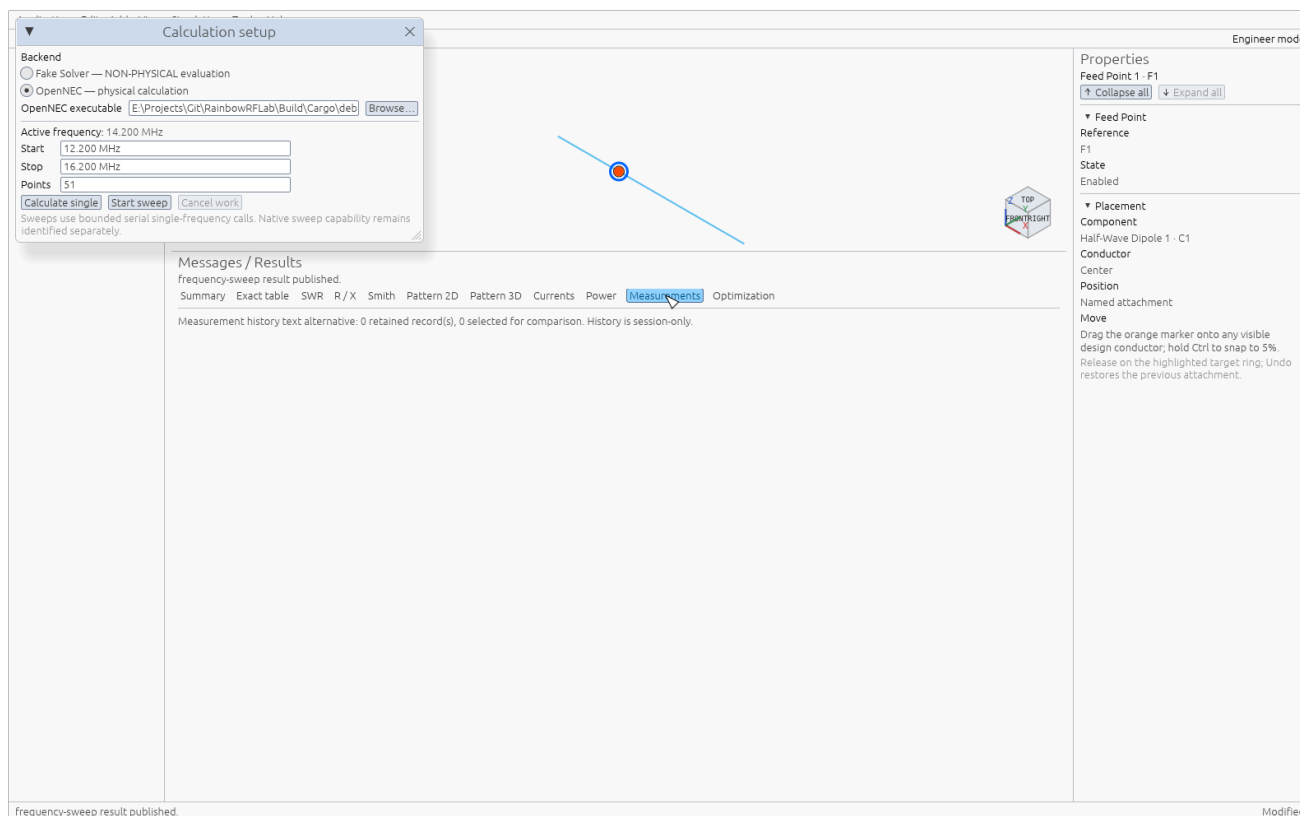


Рисунок 50. Вкладка Measurements

Measurements зберігає доступні в поточному сеансі результати для порівняння та, де це підтримано, дає відновити відповідну модель як одну скасовувану дію. Порожня вкладка означає, що збережених вимірювань у сеансі немає.

Optimization

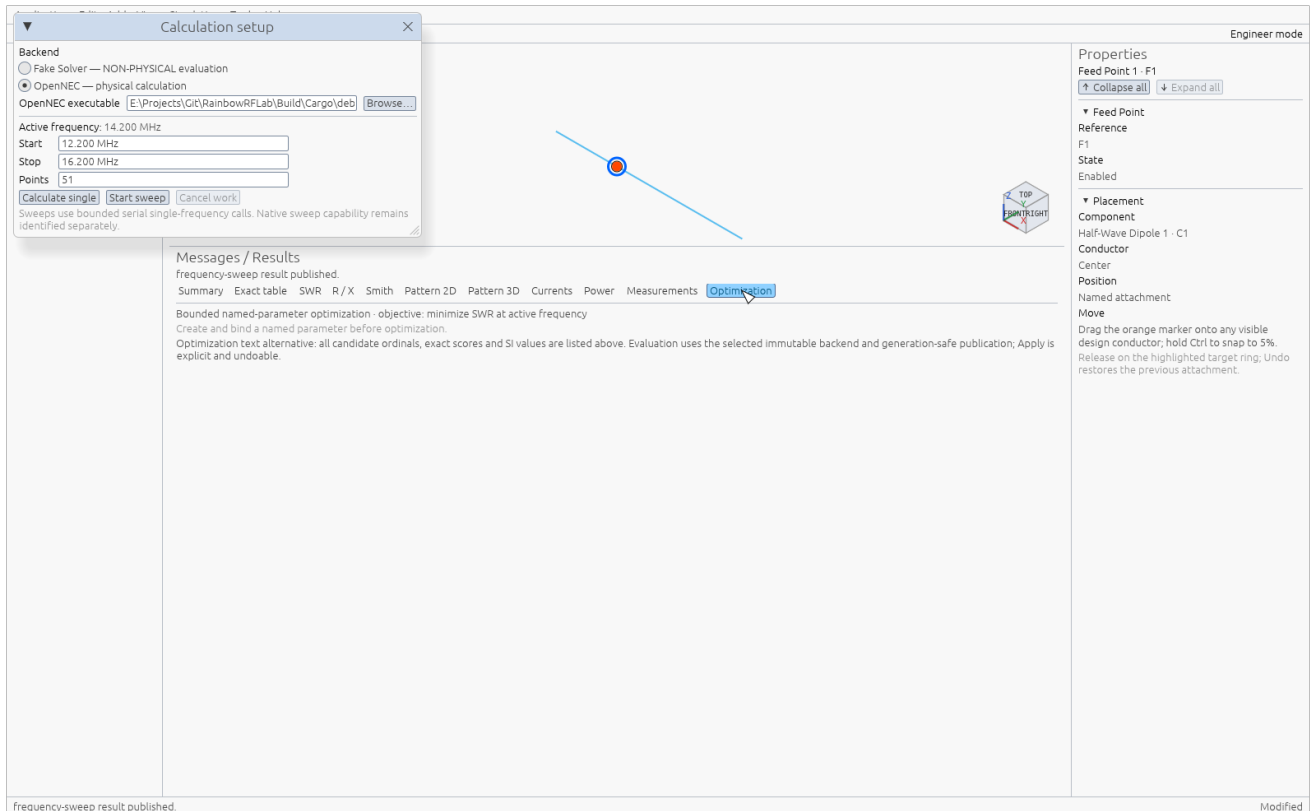


Рисунок 51. Вкладка Optimization до створення параметра

Оптимізація змінює один прив'язаний іменований параметр у заданих межах і мінімізує SWR на активній частоті. Для роботи потрібні іменований параметр, прив'язка до геометрії, ввімкнений Feed Point і придатний backend.

1. Створіть і прив'яжіть іменований параметр.
2. Виберіть його у списку.
3. Задайте **Minimum, Maximum, Step** та **Max evaluations**.
4. Натисніть **Start optimization**.
5. Після завершення перегляньте кандидатів і точні оцінки.
6. Виберіть кандидат і натисніть **Apply candidate (one Undo step)**.

Результат оптимізації не застосовується автоматично. Явне **Apply** створює один крок **Undo**. Перевірте застосовану геометрію повторним фізичним розрахунком.

Редагування Yagi

Початкова Yagi

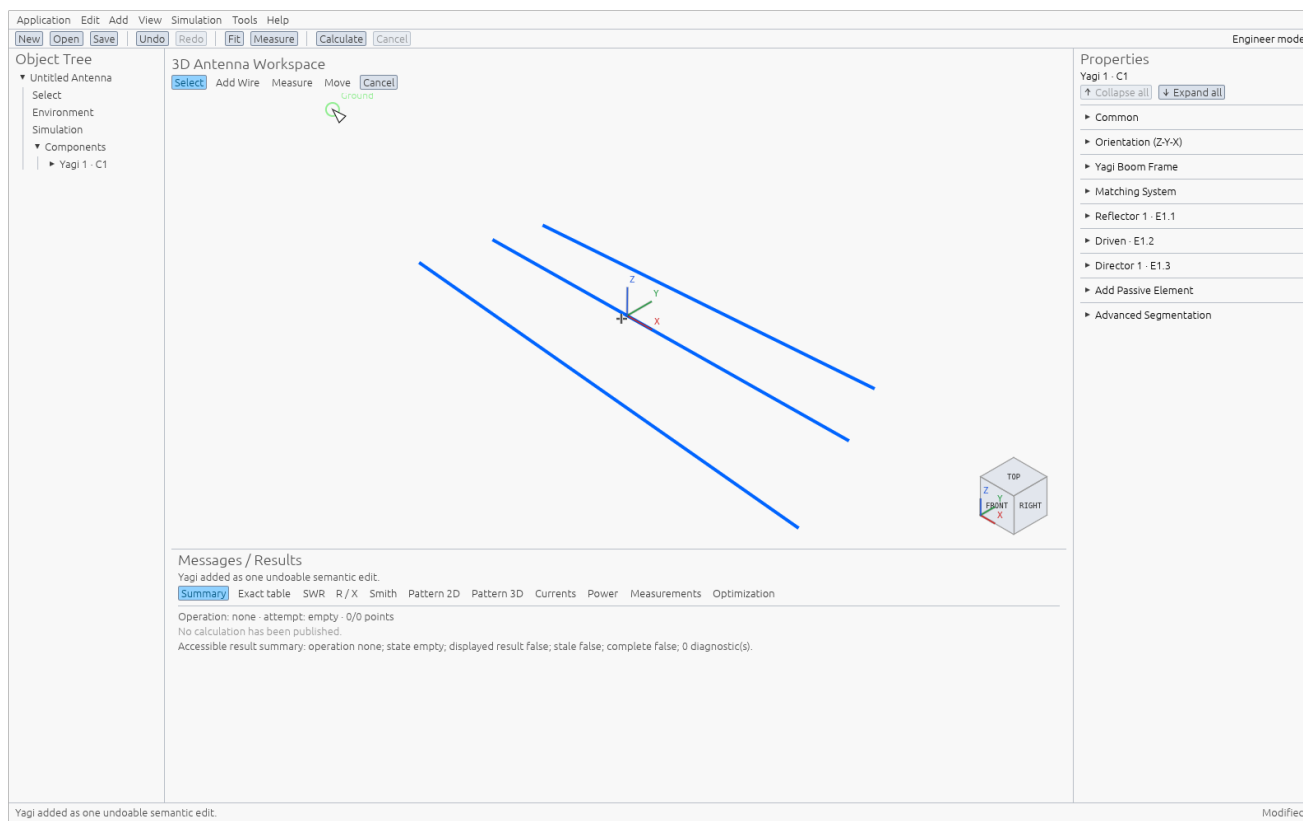


Рисунок 52. Шаблон Yagi в Engineer

Шаблон містить активний елемент і пасивні елементи на траверсі. Виберіть потрібний елемент у **Object Tree** або у властивостях компонента.

Додавання директора

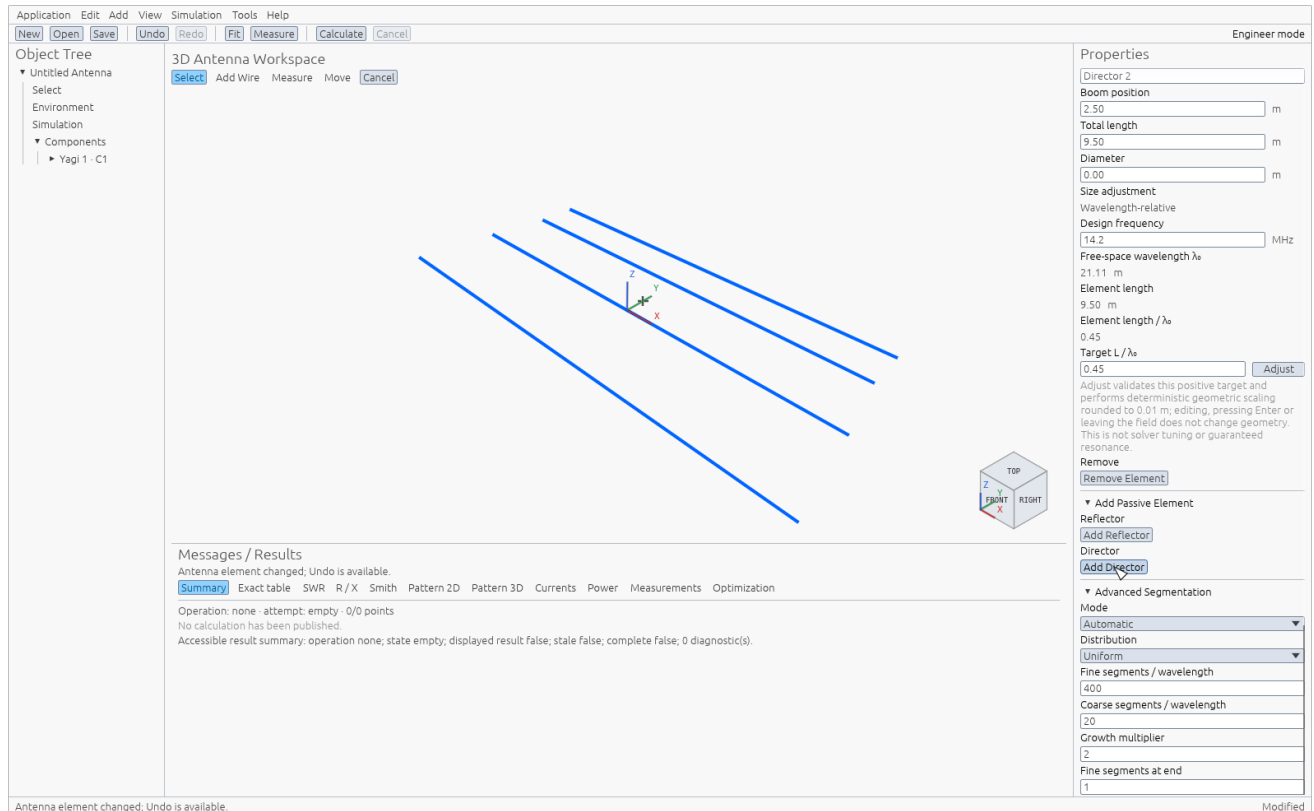


Рисунок 53. Yagi після Add Director зі збереженим вибором

Add Director додає директор, **Add Reflector** рефлєктор, а **Remove Element** видаляє вибраний пасивний елемент. Після дії вибір зберігається так, щоб можна було одразу перевірити нові поля. Переконайтеся, що boom position, довжина й діаметр не створюють випадкових перетинів.

Для практичного варіанта змінюйте один параметр за раз, виконуйте sweep, порівнюйте SWR та R/X, потім перевіряйте діаграму на потрібній частоті.

Інструмент Measure

Measure доступний у Engineer. Він вимірює геометричну відстань між двома вибраними точками у робочій області.

Меню Tools

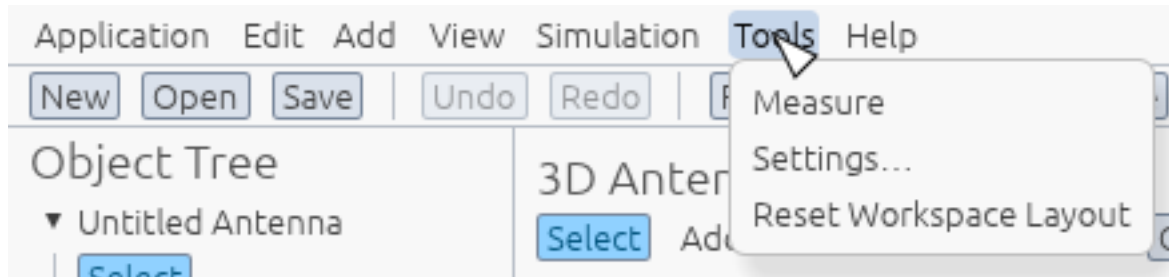


Рисунок 54. Measure Settings та Reset Workspace Layout

Виберіть **Tools > Measure** або кнопку **Measure**. Клацніть початкову й кінцеву точки. У плаваючому вікні **Measurement** з'являться **Distance**, ΔX , ΔY і ΔZ на окремих рядках.

Активний режим Measure

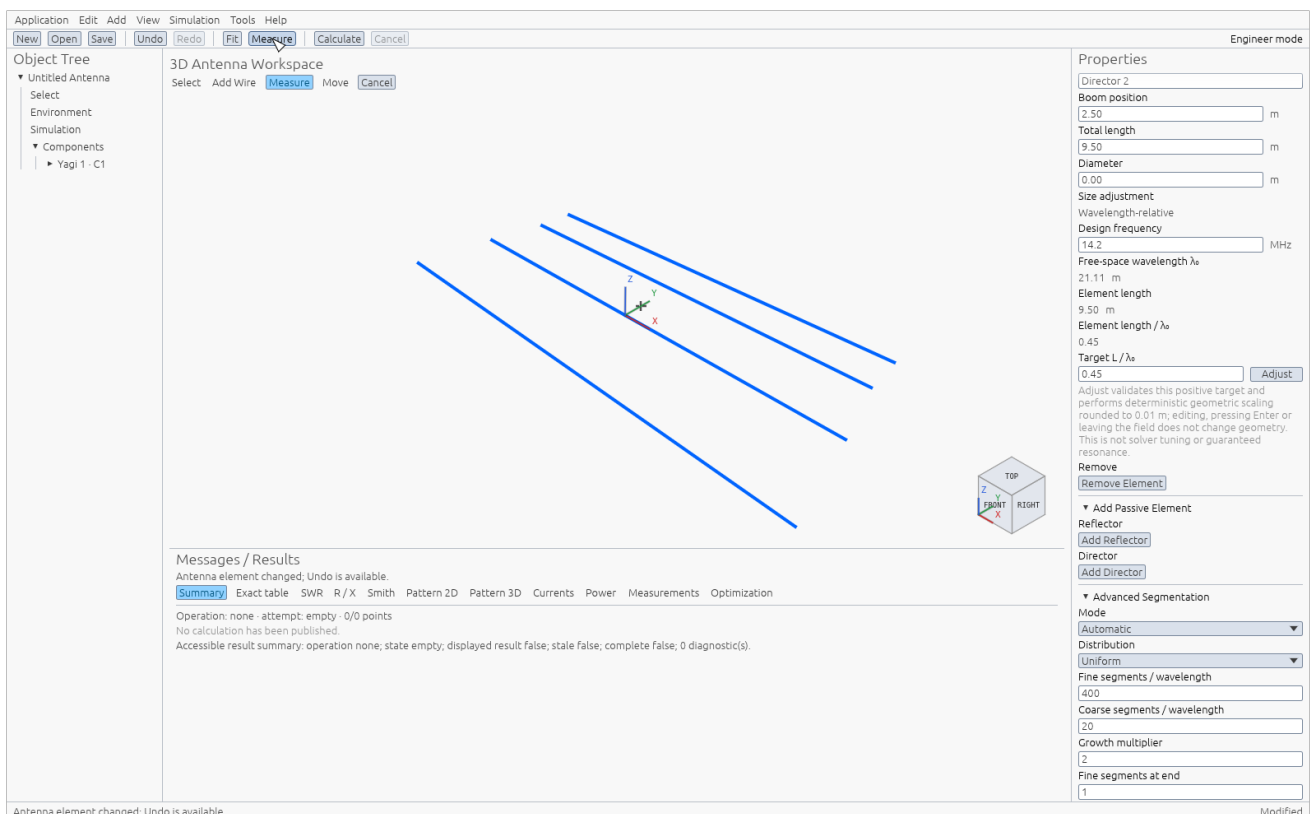


Рисунок 55. Yagi з активним інструментом Measure

Лінія вимірювання залишається видимою, доки відкрите вікно результату. Закрийте його кнопкою **x** у правому верхньому куті. Це тимчасова перевірка: вона не змінює антену й не входить до файлу **.rfaa**.

Якщо панелі стали незручними, виберіть **Tools > Reset Workspace Layout**. Команда повертає початкове розташування без зміни проекту.

Експорт результатів

Application > Export Results доступне в Engineer. Спочатку виконайте розрахунок і переконайтеся, що показаний результат є потрібним та актуальним.

Формати експорту

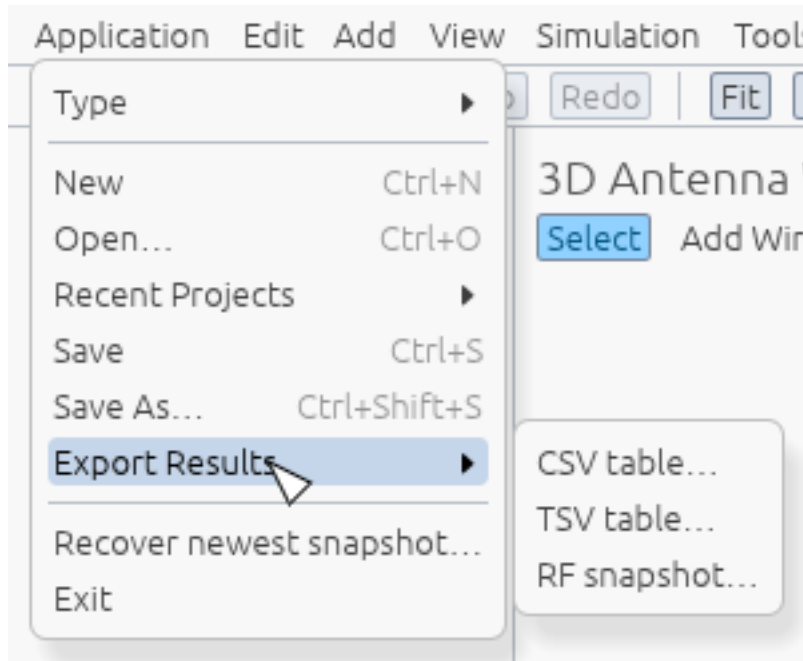


Рисунок 56. CSV TSV та RF snapshot у меню Export Results

- **CSV table...** записує числову таблицю з комами як роздільниками;
- **TSV table...** записує таку саму таблицю з табуляцією;
- **RF snapshot...** записує JSON-знімок вибраного результату Feed для подальшого машинного використання.

Експорт не змінює проєкт. Скасування діалогу не змінює файл призначення. Якщо результат відсутній, програма повідомляє, що експортувати нічого. Для RF snapshot має існувати Feed у поточному результаті.

Перед передаванням файла перевірте одиниці, опорний імпеданс, частотну сітку, актуальність і позначення нефізичного результату. Не видавайте Fake Solver експорт за вимірювання чи OpenNEC-розрахунок.

Налаштування і довідка

Settings

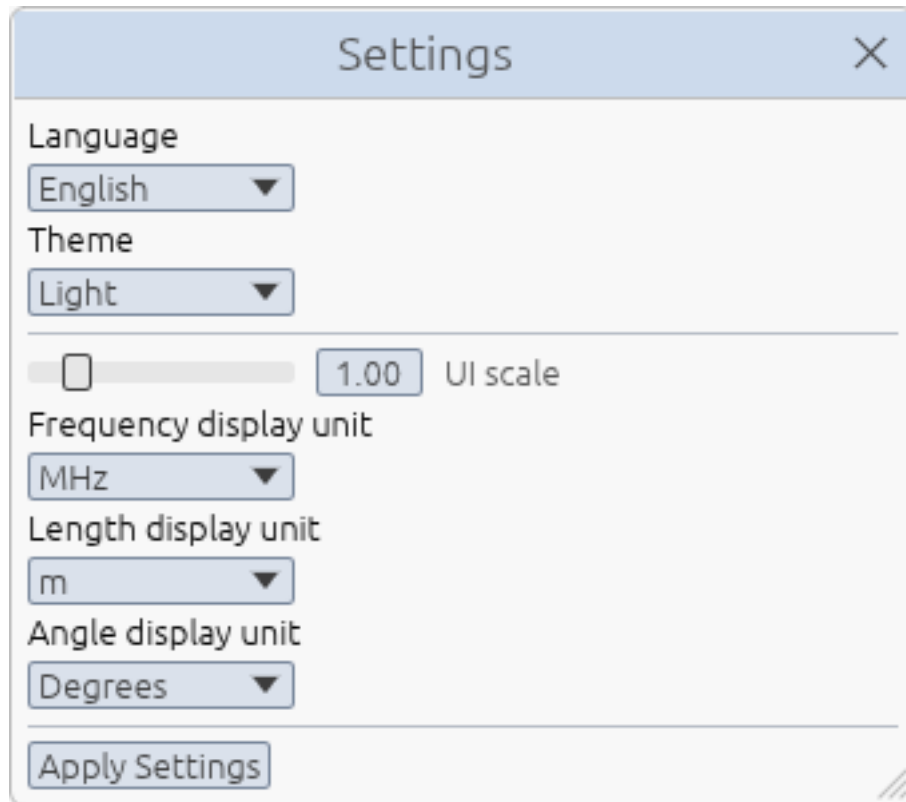


Рисунок 57. Мова тема масштаб та спільні одиниці

Виберіть **Tools > Settings....** Тут доступні:

- **Language** для англійської або української мови інтерфейсу;
- **Theme** для світлої або темної теми;
- **UI scale** для збільшення чи зменшення елементів;
- **Frequency display unit**;
- **Length display unit**;
- **Angle display unit**.

Натисніть **Apply Settings**. Зміна одиниць впливає на представлення, а не на точні внутрішні значення проєкту. Вона не створює крок **Undo**, не робить .rfaa зміненим і не скасовує результат. Спільні масштаб та одиниці переходять до інших відкритих програм Rainbow RF Lab. Мова й тема стосуються цього редактора.

Меню Help

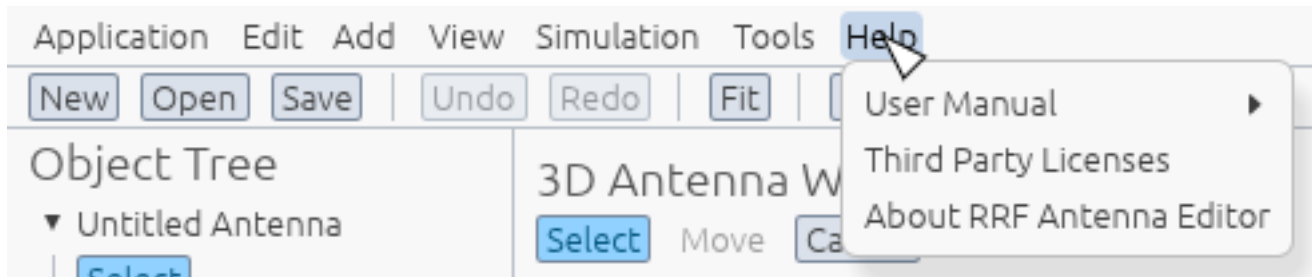


Рисунок 58. Команди User Manual Third Party Licenses та About

Посібники користувача

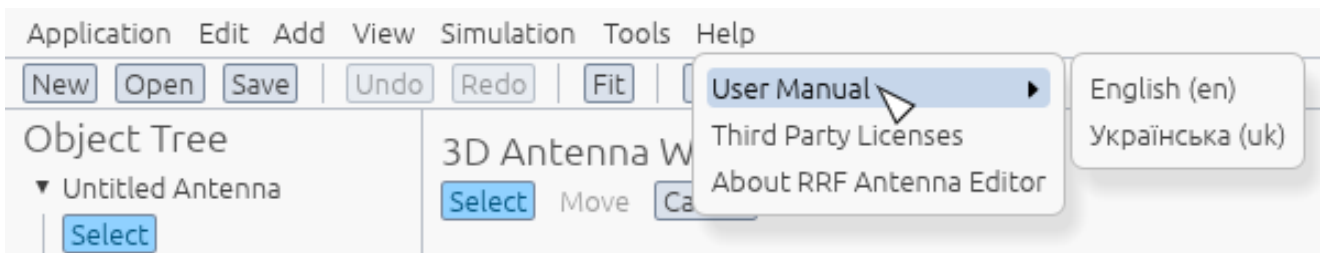


Рисунок 59. Англійський та український посібники в підменю User Manual

Help > User Manual містить пункти **English (en)** та **Українська (uk)** для всіх мов інтерфейсу. Виберіть потрібну мову, щоб відкрити відповідний PDF у стандартному засобі перегляду. Файли мають назви `RRFAntennaEditor.en.pdf` і `RRFAntennaEditor.uk.pdf`.

Якщо вибраного локалізованого файла немає, програма відкриває англійський посібник і повідомляє про fallback у рядку стану. Англійський PDF є обов'язковим. Якщо його також немає, нічого іншого не відкривається, а рядок стану пояснює помилку. Перевстановіть або розпакуйте повний пакет разом із каталогом `Manuals`.

Ліцензії

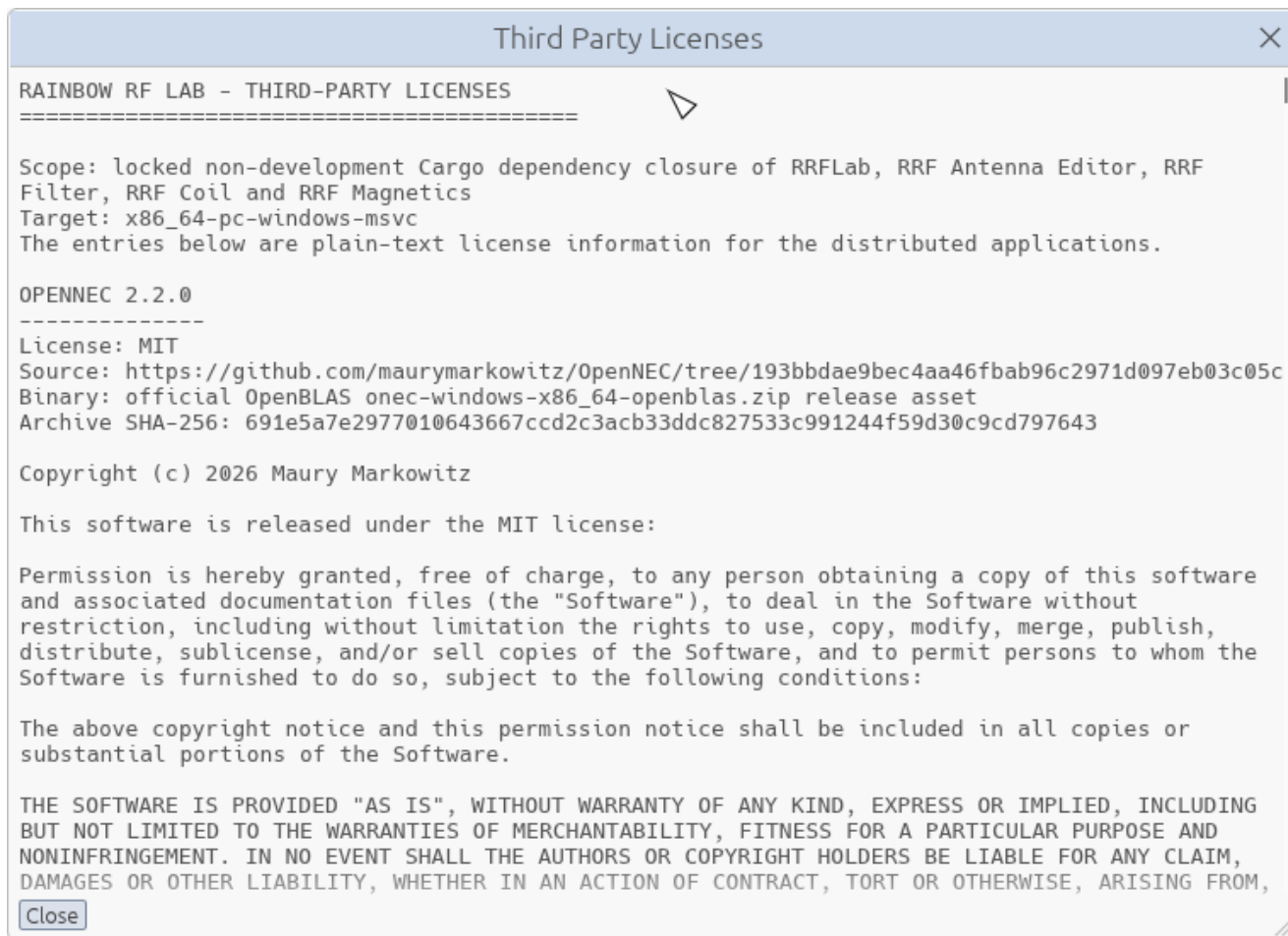


Рисунок 60. Вікно Third Party Licenses

Help > Third Party Licenses показує повідомлення про сторонні компоненти, зокрема розрахункові засоби. Використовуйте це вікно для перевірки умов поширення програми.

Про програму

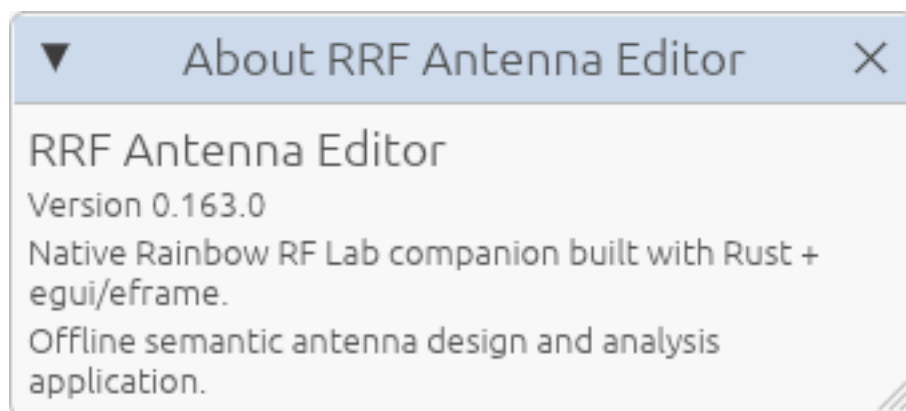


Рисунок 61. Вікно About RRF Antenna Editor поточної версії

Help > About RRF Antenna Editor показує назву та спільну версію Rainbow RF Lab. Під час обміну проєктом або повідомлення про проблему вкажіть цю версію.

Типові робочі процеси

Швидкий диполь на одну частоту

1. Натисніть **New**.
2. Виберіть **Half-Wave Dipole** і **Next**.
3. Введіть **Target frequency** та **Installation height**.
4. Натисніть **Create Antenna**.
5. Перевірте розміри, землю та **Reference impedance**.
6. Натисніть **Calculate Antenna**.
7. Прочитайте **Overview**, **SWR**, **R / X** і **Smith**.
8. Перегляньте **Pattern 2D**, **Pattern 3D** та **Currents**, якщо вони доступні.
9. Внесіть одну зміну, повторіть розрахунок і порівняйте результат.
10. Збережіть проєкт через **Save As....**

Перевірка робочої смуги

1. Створіть або відкрийте антену з **Feed Point**.
2. Виберіть **Simulation > Frequency Sweep....**
3. Введіть дозволені для задачі **Start** і **Stop**.
4. Виберіть достатню кількість **Points**.
5. Натисніть **Start sweep**.
6. Знайдіть найменший sampled SWR у **Overview** і **Exact table**.
7. Перевірте **R / X** та **Smith** по всьому діапазону.
8. Встановіть важливу частоту як активну й виконайте одиночний розрахунок для діаграми та струмів.

Налаштування Yagi

1. Створіть **Yagi** через майстер і задайте **Total elements**.
2. Перейдіть до **Engineer**.
3. Виберіть активний елемент, рефлектор або директор.
4. Змініть довжину чи положення одного елемента.
5. Виконайте sweep і перевірте узгодження.
6. Виконайте одиночний розрахунок на цільовій частоті.
7. Наведіть вказівник у **Pattern 2D** і перевірте точні **Azimuth** або **Elevation** та **Gain**.
8. Повторіть для наступної зміни й збережіть прийнятий варіант.

Ручна геометрія

1. Перейдіть до Engineer.
2. Виберіть **Add > Antenna Templates > Simple > Straight Wire**.
3. Задайте початок і кінець у робочій області.
4. У **Properties** перевірте координати, діаметр, матеріал і сегментацію.
5. Додайте інші проводи та потрібні з'єднання.
6. Додайте **Feed Point** до правильного компонента.
7. Перевірте точну сцену через **View > Exact Scene Table**.
8. Виконайте фізичний розрахунок і усуньте кожну видиму діагностику.

Діагностика та відновлення

Ознака	Що зробити
Next у майстрі недоступна	Виберіть один шаблон
Cannot create antenna	Виправте видиме поле, одиницю, знак або порядок меж; поточний проєкт не змінено
Feed Point недоступна	Виберіть один провідний компонент
Calculate Antenna недоступна	Перевірте Feed Point і наявність пакетного OpenNEC; використайте повну збірку або пакет
Start sweep недоступна	Введіть додатні зростаючі Start і Stop та від 2 до 201 Points
Результат Stale	Повторіть розрахунок після зміни антени
Currents недоступні після sweep	Виконайте одиночний розрахунок на потрібній активній частоті
Pattern 2D або Pattern 3D порожні	Перевірте, чи одиночний backend повернув діаграму випромінювання
Gain Unavailable	Абсолютне підсилення відсутнє; не замінійте його відносним рівнем
Експорт не починається	Спочатку отримайте доступний результат і Feed
Оптимізація не починається	Створіть і прив'яжіть іменований параметр, додайте Feed та перевірте backend
Панелі незручні	Змініть UI scale або виберіть Reset Workspace Layout
Збереження не вдалося	Прочитайте рядок стану, перевірте доступ до папки; змінений проєкт не вважається збереженим
Проєкт не відкрився	Поточний проєкт збережено; перевірте розширення, файл і повідомлення, потім повторіть
Після аварійного завершення є копія	Виберіть Recover newest snapshot... , перевірте кандидата й збережіть його явно

Не видаляйте останній коректний файл, доки відновлена або перетворена копія не відкрилася й не пройшла перевірку. Recovery не замінює звичайне **Save**.

Клавіатура та доступність

Основні скорочення:

Скорочення	Дія
Ctrl+N	Відкрити майстер New
Ctrl+O	Open
Ctrl+S	Save
Ctrl+Shift+S	Save As
Ctrl+Z	Undo
Ctrl+Y	Redo
F5	Розрахунок на активній частоті

Підписи елементів і точні числові альтернативи дають змогу працювати без висновків лише за кольором або формою графіка. Для точних значень вибирайте таблицю чи текстову альтернативу. Якщо текст замалий, збільште **UI scale**; не змінюйте інженерні одиниці лише заради розміру шрифту.

Робота разом із Rainbow RF Lab

У Rainbow RF Lab модуль RRF Antenna можна відкрити у візуальному редакторі через **Open visual editor....** Редактор працює з тим самим змістом антени. Після **Save** і закриття прийнята зміна повертається до вибраного модуля.

У модулі також можна використати **Load from file...** для `.rfaa`. Після успішного завантаження мініатюра **Antenna preview** допомагає впізнати геометрію. Вона не означає, що OpenNEC уже виконав розрахунок.

Якщо редагування скасовано, редактор завершився з помилкою або повернув непридатний файл, модуль у Rainbow RF Lab лишається без змін. Якщо за час роботи редактора цільовий модуль змінився, відкрийте актуальну версію й повторіть редагування замість припущення про автоматичне злиття.

Результат імпедансу можна передати сумісному модулю через **Project Flow**. Перед з'єднанням перевірте частотну сітку, опорний імпеданс, площину відліку, актуальність і походження результату.

Межі відповідального використання

RRF Antenna Editor є інженерним розрахунковим засобом. Перед виготовленням перевірте механічну міцність, матеріали, ізоляцію, відстані до людей і споруд, безпечну потужність, заземлення, блискавкозахист і регуляторні обмеження.

Використовуйте вимірювання на готовій конструкції, щоб підтвердити модель. Калібрування, кабель, перехідники, висота, ґрунт і навколишні предмети можуть істотно змінити результат. Не передавайте в ефір лише тому, що обчислений КСХ виглядає прийнятним.

Зберігайте разом із проєктом частоту, опорний імпеданс, умови встановлення, версію програми й пояснення прийнятих припущень. Це робить повторний аналіз і порівняння з вимірюванням зрозумілими.