

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА НАФТОГАЗОВОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА БУРІННЯ

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Комп'ютерне моделювання та проектування технології видобування вуглеводнів : лабораторний практикум для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології / Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаєв, О.А. Пащенко, В.В. Яворська; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 224 с.

Автори:

Є.А. Коровяка, канд. техн. наук, доцент, (лабораторна робота 1-3);

В.О. Расцветаєв, канд. техн. наук, доцент, (лабораторна робота 4-7);

О.А. Пащенко, канд. техн. наук, доцент, (лабораторна робота 8-10);

В.В. Яворська, асистент, зав. лабораторії, (лабораторна робота 11-13);

Рекомендовано до видання науково-методичною комісією спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» (протокол № 5 від 04.07.2023).

Методичні матеріали призначені для виконання лабораторних робіт студентами спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології з дисципліни «Комп'ютерне моделювання та проектування технології видобування вуглеводнів».

Рекомендації орієнтовані на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності здобувачів вищої освіти.

Відповідальний за випуск д-р техн. наук, професор кафедри нафтогазової інженерії та буріння Судаков А.К.

ПЕРЕДМОВА

Моделювання використовуються нафтогазовими компаніями при розробці нових родовищ. Крім того, моделі використовуються в розвинених областях, де прогнози виробництва необхідні для прийняття інвестиційних рішень. Оскільки побудова і підтримка міцної та надійної моделі родовища часто займає багато часу і коштів, моделі, зазвичай, створюються тільки там, де задіяні великі інвестиційні рішення. Покращення в симуляції програмного забезпечення заощаджує час розробки моделі.

Для нових родовищ моделі можуть допомогти в розробці, визначаючи кількість свердловин, оптимальне заповнення свердловин, справжні і майбутні потреби в штучному підйомі і очікуваний вихід нафти, води і газу.

Управління пластами моделі можуть допомогти в поліпшенні видобутку нафти шляхом гідравлічного розриву пласта. Також можуть бути представлені сильно нахилені або горизонтальні свердловини. Спеціалізоване програмне забезпечення може бути використане при проектуванні гідравлічного розриву. Також можна оцінити майбутні поліпшення видобутку нафти з підтриманням тиску шляхом повторного закачування видобутого газу або закачування води в водоносний горизонт. Заповнення водою, що приводить до поліпшення витіснення нафти, зазвичай оцінюється за допомогою моделювання колектора.

Застосування процесів з підвищення нафтовіддачі вимагає, щоб родовище мало необхідні характеристики для успішного застосування. В цій оцінці можуть допомогти модельні дослідження.

Моделювання колектора також широко використовується для визначення можливостей збільшення видобутку на родовищах важкої нафти. Видобуток поліпшується за рахунок зниження в'язкості нафти шляхом уприскування пари або гарячої води. Типовими процесами є вбирання паром і нагнітання пари. Ці процеси вимагають застосування імітаторів з особливими характеристиками для обліку теплообміну з присутніми текучими середовищами і формацією, наступними змінами властивостей і тепловими втратами поза пластом.

Перспективним застосуванням моделювання пласта є моделювання видобутку метану вугільних пластів. Це передбачає розробки спеціалізованого стимулятора, зокрема додаток до нормальних даних тріщин, подібне моделювання вимагає значень даних за вмістом газу при початковому тиску, ізотермах сорбції, коефіцієнті дифузії і інших параметрах для оцінки змін абсолютної проникності в залежності від виснаження порового тиску і газової десорбції.

Співробітники кафедри нафтогазової інженерії та буріння Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» висловлюють подяку компанії PETROLEUM EXPERTS LIMITED за надання гранту щодо програмного забезпечення для підвищення якості підготовки студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» та інших споріднених.

ЗМІСТ

1. Моделювання видобутку сухого та вологого газу.....	4
2. Моделювання нафтової свердловини з природною течією.....	31
3. Моделювання нафтової свердловини з урахуванням PVT для чорної нафти.....	57
4. Моделювання горизонтальної нафтової свердловини.....	83
5. Моделювання багатостороннього видобутку сухого газу.....	101
6. Моделювання похилої нафтової свердловини.....	132
7. Моделювання нафтової свердловини з гравійною набивкою.....	149
8. Моделювання свердловини за допомогою Pre-Packed Screen.....	156
9. Моделювання свердловини зі щілинними вкладишами.....	162
10. Моделювання свердловини за допомогою Wire Wrapped Screen.....	168
11. Моделювання візуальних робочих процесів для дослідження при видобутку вуглеводнів.....	174
12. Моделювання візуальних робочих процесів у межах геометричного аналізу двовимірної інтерпретації.....	192
13. Моделювання візуальних робочих процесів при виконанні обчислень у RESOLVE.....	210

Лабораторна робота 1

Моделювання видобутку сухого та вологого газу

Файл: [~/samples/PROSPER/T01_DryAndWetGasWell.OUT](#)

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель PROSPER для сухої та вологої газової свердловини,
- Як ввести базові дані PVT для нафти,
- Як ввести дані IPR,
- Як описати свердловинне обладнання,
- Як виконати розрахунок системи (VLP + IPR) для оцінки дебіту свердловини для даного WHFP,
 - Як створити криву продуктивності свердловини,
 - Як створити та експортувати криві підйому в GAP / MBAL / REVEAL або будь-який інший програмне забезпечення для вечірок (Eclipse, VIP тощо).

Постановка проблеми

Для видобутку газу з газового пласта необхідно пробурити свердловину.

Дані рідини (PVT), дані пласта (IPR) і опис свердловинного обладнання (VLP) надається.

Необхідно:

- Оцініть початковий дебіт газу за тиском в гирлі свердловини 500 psig
- Створення кривої продуктивності свердловини (дебіт проти тиску, що протікає у свердловині)
- Створення кривих підйому для використання в симуляторі (Reveal, GAP, MBAL, Eclipse, VIP, і так далі)

Вхідні дані PVT

Вага газу: 0,65 (повітря =1)

Тиск у сепараторі: 250 psig

Співвідношення конденсат/газ: 5 stb/MMscf

Густність конденсату: 50 API

Солоність води: 10000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- відхилення опитування
- поверхнєве обладнання
- свердловинне обладнання
- Геотермічний градієнт і
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свердловини, морське дно, платформа, середній рівень моря, морське дно тощо.

Головне описати все обладнання в свердловині послідовним чином щодо вибраного походження.

Глибина гирла свердловини не обов'язково повинна бути джерелом дослідження відхилення.

Виміряна глибина у футах	Справжня вертикальна глибина у футах
0	0
5000	5000

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свердловини, є частиною поверхневого обладнання.

До поверхневого обладнання можна віднести: дроселі гирла свердловини, стояки, потокові лінії, арматуру тощо.

У цьому прикладі поверхнєве обладнання не моделюватиметься.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани і так далі.

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	4800	2.441	0.0018	1
Casing	5000	6.1	0.0018	1

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини.

Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свердловини.

При використанні методу прогнозування температури грубого наближення геотерм градієнт вводиться в порівнянні з виміряною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює виміряну глибину в справжню вертикальну глибину. Це градієнт температури на основі справжньої вертикальної глибини, яка використовується під час розрахунку.

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	60
5000	180

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 3 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складним числом, яке фіксує різні механізми теплопередачі, що відбуваються: провідність, конвекцію і радіацію. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточення стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Необхідно використовувати середню теплову потужність за замовчуванням:

Теплоємність фази в BTU/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Вхідні дані пласта

PROSPER має близько 20 різних моделей притоку для газових свердловин. Модель IPR вибір залежить від мети дослідження, придатності конкретної моделі і дані, доступні для дослідження.

Модель IPR: Petroleum Experts

Статичний пластовий тиск: 2500 psig

Температура в резервуарі: 180 градусів F

Співвідношення водяного газу: 0 stb/MMscf

Модель зменшення проникності ущільнення: Ні

Модель кожуха: введіть кожух вручну

Проникність: 25 мД

Товщина пласта (справжня стратиграфічна потужність): 80 футів

Площа водовідведення: 240 га

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 фута

Інтервал перфорації: 60 футів

Час з моменту виготовлення: 0,1 дня

Пористість пласта: 0,2

Споріднена водонасиченість: 0,2

Фактор потоку не за Дарсі: розраховано

Введена проникність: Загальна проникність

Механічний кожух: +5

Примітка. Метод IPR від Petroleum Experts використовує псевдотиск. Це минуше і враховує ефекти відносної проникності. Щоб дізнатися більше, зверніться до онлайн-довідки.

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми проблема:

- побудувати модель PROSPER для продуктивної свердловини сухого газу
- використовуйте модель свердловини PROSPER, щоб оцінити швидкість потоку порівняно з WHFP 500 psig
- генерувати криву продуктивності свердловини
- генерувати свердловину VLP для чисельного симулятора

Системні параметри

Тут просто потрібно запустити PROSPER, якщо це ще не зроблено.

Після цього просто виберіть | Параметри | Параметри та зробіть наступні варіанти

Рідина: сухий і вологий газ

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Щоб ввести дані PVT, просто виберіть | PVT | Введіть дані та заповніть екран як показано нижче:

Вага газу: 0,65 (повітря =1)

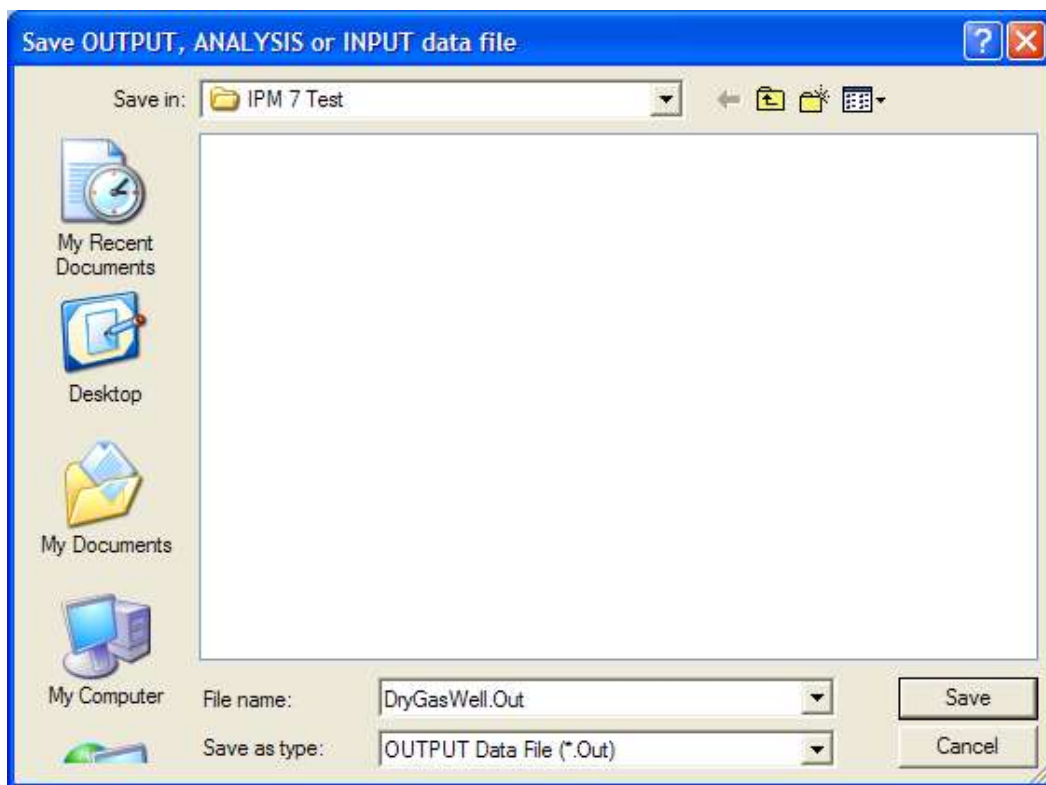
Тиск у сепараторі: 250 psig
Співвідношення конденсат/газ: 5 stb/MMscf
Густність конденсату: 50 API
Співвідношення вода/газ: 0 stb/MMscf
Солоність води: 10000 ppm
Домішки (CO₂, N₂, H₂S) Немає

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Збереження файлу

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Зберегти як ...
Після цього просто перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

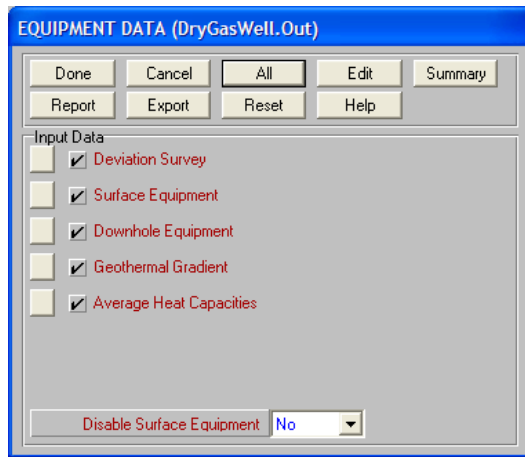
Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.



Решта пояснюється само собою.

Опис системного обладнання

Щоб описати обладнання системи (тобто обладнання в свердловині та навколо неї отвір), просто виберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | Все



Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Ось дані:

Виміряна глибина у футах

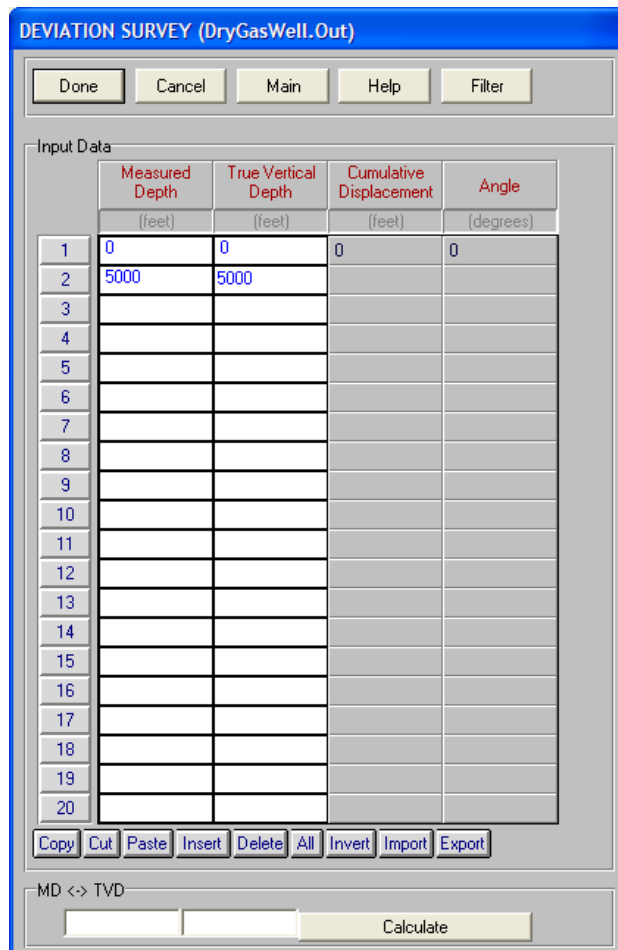
0

5000

Справжня вертикальна глибина у футах

0

5000



Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних точки, що описують траєкторію свердловини.

Для цього | Використовується кнопка фільтра, розташована у верхньому правому куті цього екрана.

Щоб продовжити цей приклад, виберіть | Готово та позначено наступний екран Далі буде наземне обладнання.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання. Тому просто необхідно вибрати | Скасуйте, щоб пропустити цей крок:

	Label	Type	Pipe Length (feet)	True Vertical Depth (feet)	Pipe Inside Diameter (inches)	Pipe Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1		Manifold		0			
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Choke Method: ELF Choke Data: Temperature of Surroundings: deg F
Co-ordinate System: TVD, Length Overall Heat Transfer Coefficient: BTU/h/ft2/F

Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, буде прийнято користувача на наступний екран: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Свердловинне обладнання включає в себе насосно-компресорні труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани, ...

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	4800	2.441	0.0018	1
Casing	5000	6.1	0.0018	1

DOWNHOLE EQUIPMENT (DryGasWell.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing

Input Data

	Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1	Well Head	Xmas Tree	0							
2	Tubg.	Tubing	4800	2.441	0.0018					1
3	Casing	Casing	5000					6.1	0.0018	1
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Найглибший запис у секції свердловинного обладнання є базовою глибиною для статички пластового тиску, який буде введено в розділ IPR.

Рекомендується брати верхню перфорацію як базову глибину для статички пластового тиску. Це означає, що опис свердловинного обладнання закінчується на верхню частину перфорації. Це також вірно для багатозонного завершення, оскільки падіння тиску між зонами буде враховано відповідним припливом модель (багатошарова модель IPR з dP або багатостороння модель IPR).

Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Доступні дані:

Вимірjana глибина у футах

0

5000

Статична температура у градусах F

60

180

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 3 BTU/h/ft²/F.

	Formation Measured Depth (feet)	Formation Temperature (deg F)
1	0	60
2	5000	180
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

Overall Heat Transfer Coefficient: 3 BTU/h/ft²/F

Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

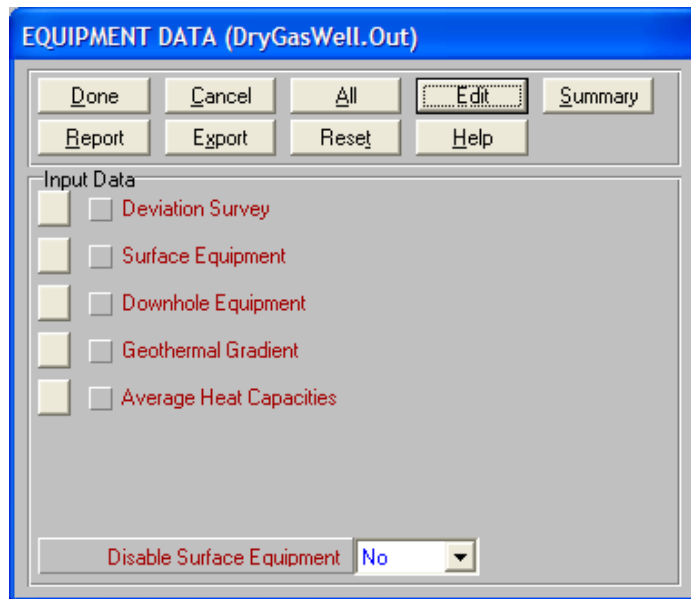
Середні теплоємності

Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням.

Parameter	Value	Unit
Cp Oil	0.53	BTU/lb/F
Cp Gas	0.51	BTU/lb/F
Cp Water	1	BTU/lb/F

Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього доступ до екрана введення розділу даних про обладнання доступний:



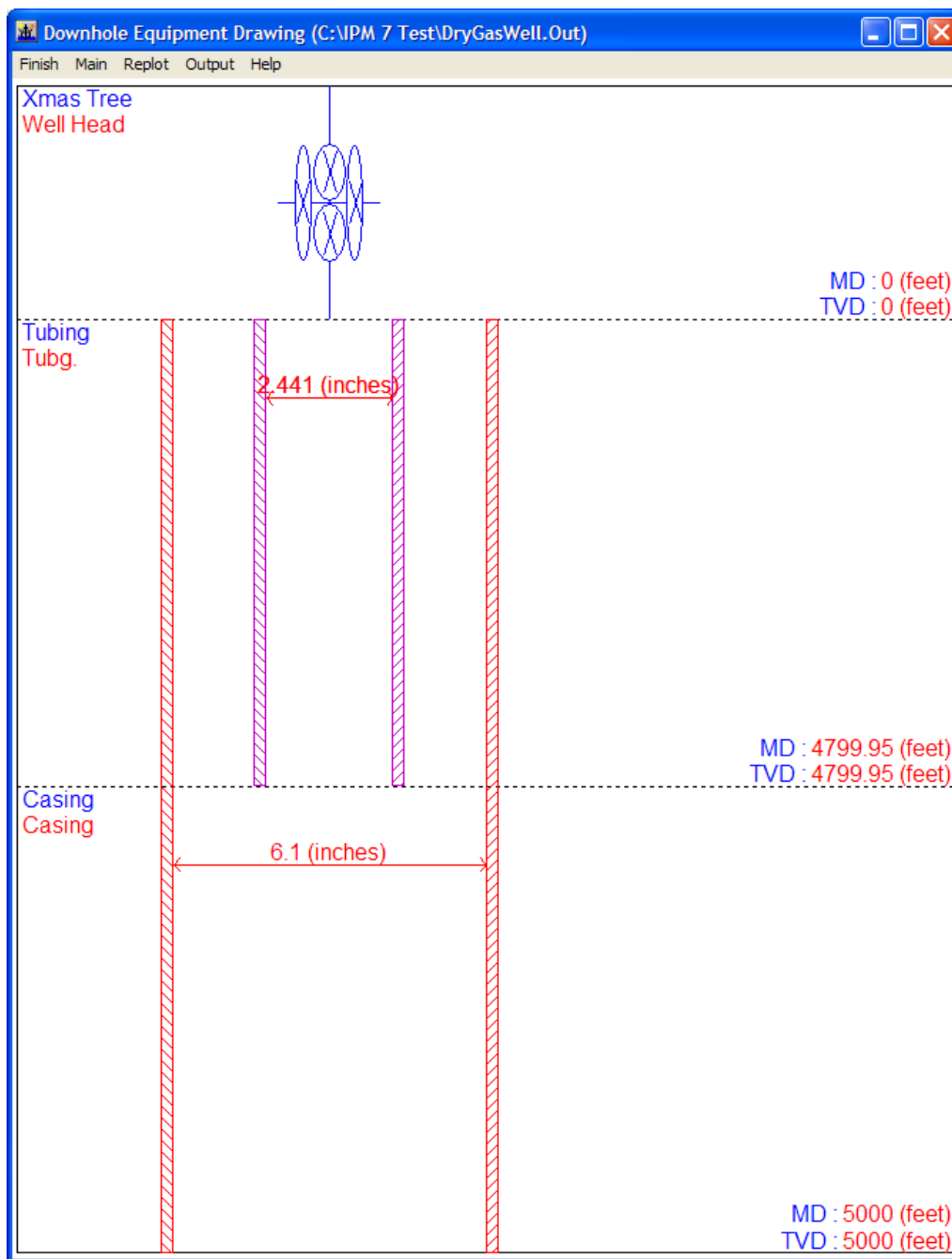
Далі можна буде візуалізувати ескіз стовбура свердловини за допомогою | Резюме | Малюй отвір вниз.

Коротка інформація про обладнання

На екрані даних про обладнання виберіть | Резюме та наступна таблиця з переліком з'являються різні апаратні компоненти:

	Type	Label	Rate Multiplier	Measured Depth	True Vertical Depth	Pipe Length	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter
				(feet)	(feet)	(feet)	(inches)	(inches)	(inches)
1	Xmas Tree	Well Head	1	0	0				
2	Tubing	Tubg.	1	4799.95	4799.95	4799.95	2.441	0.0018	
3	Casing	Casing	1	5000	5000	200.05			

Якщо потім вибрати | Намалюйте свердловину, це з'явиться ескіз свердловини:



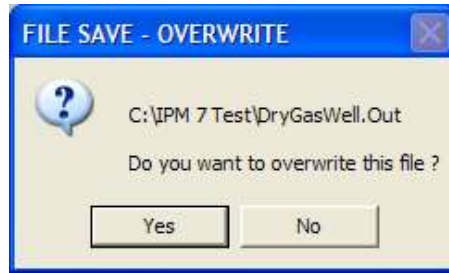
Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Збереження файлу PROSPER

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі, наприклад, збою комп'ютера.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Збережіть і просто дайте відповідь ТАК на запитання

"Ви хочете перезаписати цей файл?"



Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Для вибору моделі IPR просто виберіть | Система | Продуктивність припливу та зробіть відповідний вибір наступним чином:

Вибір моделі IPR

Модель IPR: Petroleum Experts

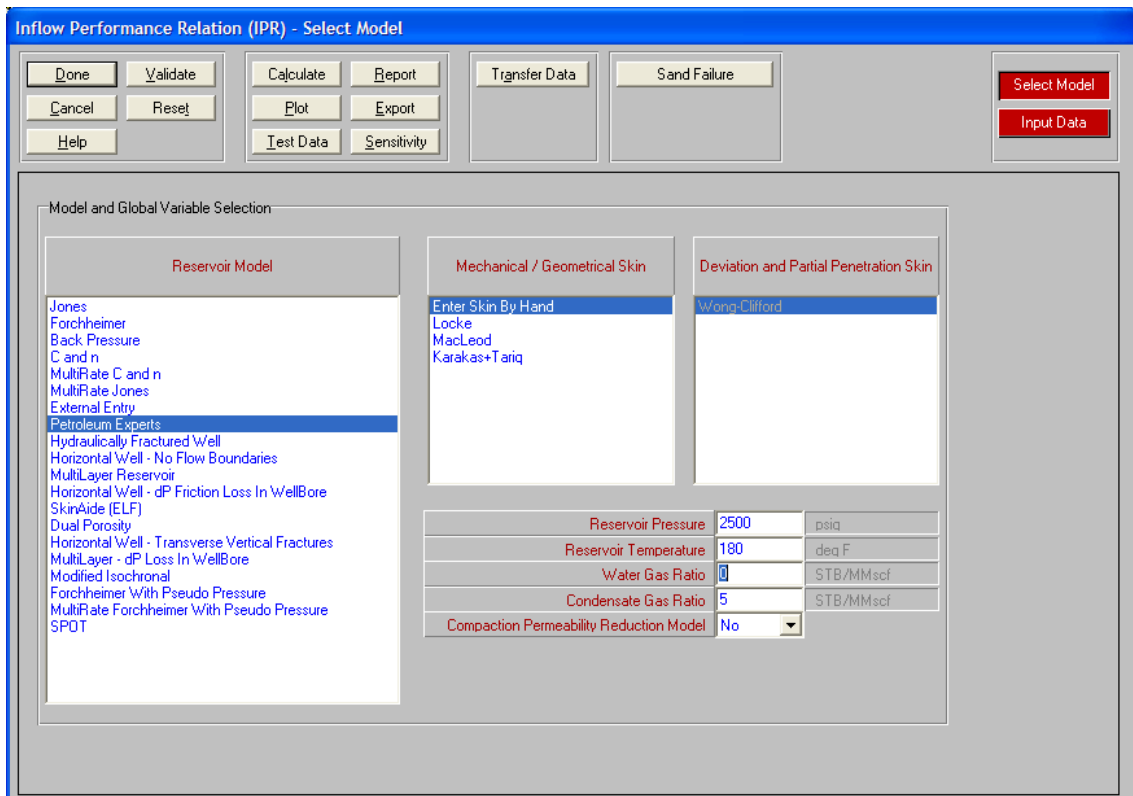
Статичний пластовий тиск: 2500 psig

Температура в резервуарі: 180 градусів F

Співвідношення водяного газу: 0 stb/MMscf

Проникність ущільнення модель: ні

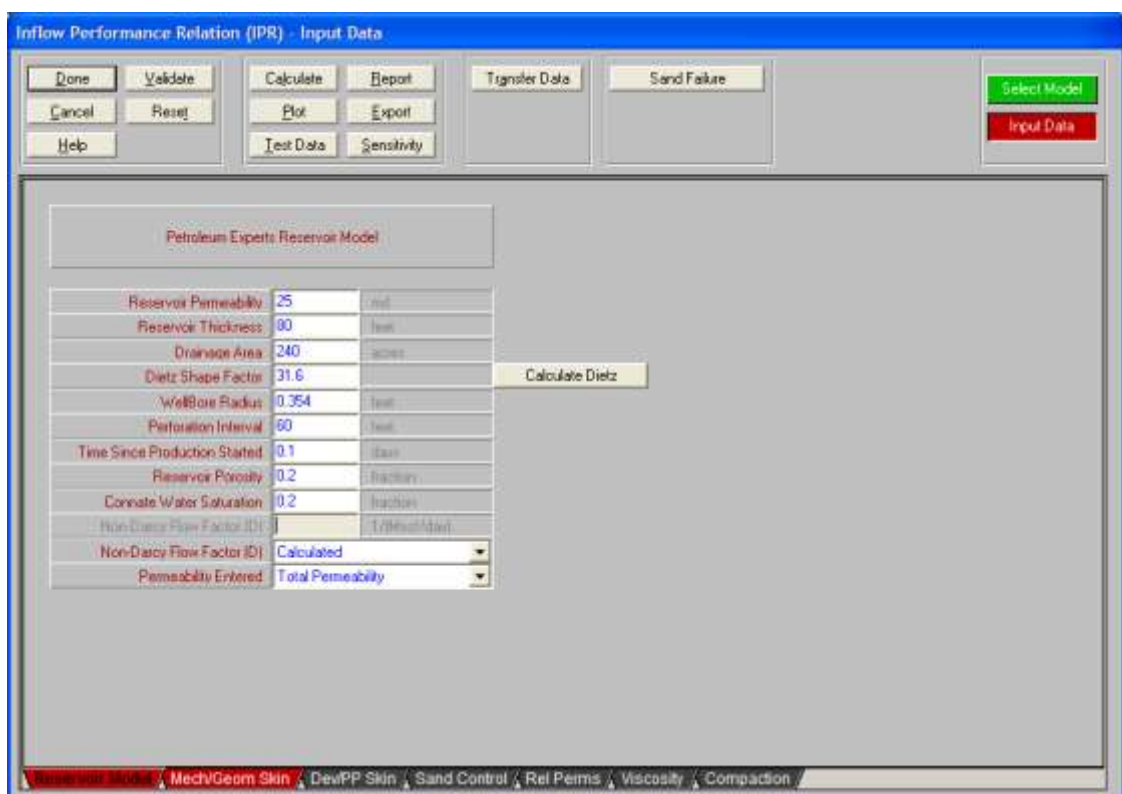
Модель кожуха: введіть кожух вручну



Щоб продовжити, просто натисніть кнопку «Ввести дані» (червону, якщо недійсні) у верхньому правому куті екрану вище:

Введення даних IPR

Проникність: 25 мД
 Потужність колектора (справжня стратиграфічна товщина): 80 футів
 Площа водовідведення: 240 га
 Коефіцієнт форми Dietz: 31,6
 Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 фута
 Інтервал перфорації: 60 футів
 Час з моменту виготовлення: 0,1 дня
 Пористість пласта: 0,2
 Споріднена водонасиченість: 0,2
 Фактор потоку не за Дарсі: розраховано
 Введена проникність: Загальна проникність

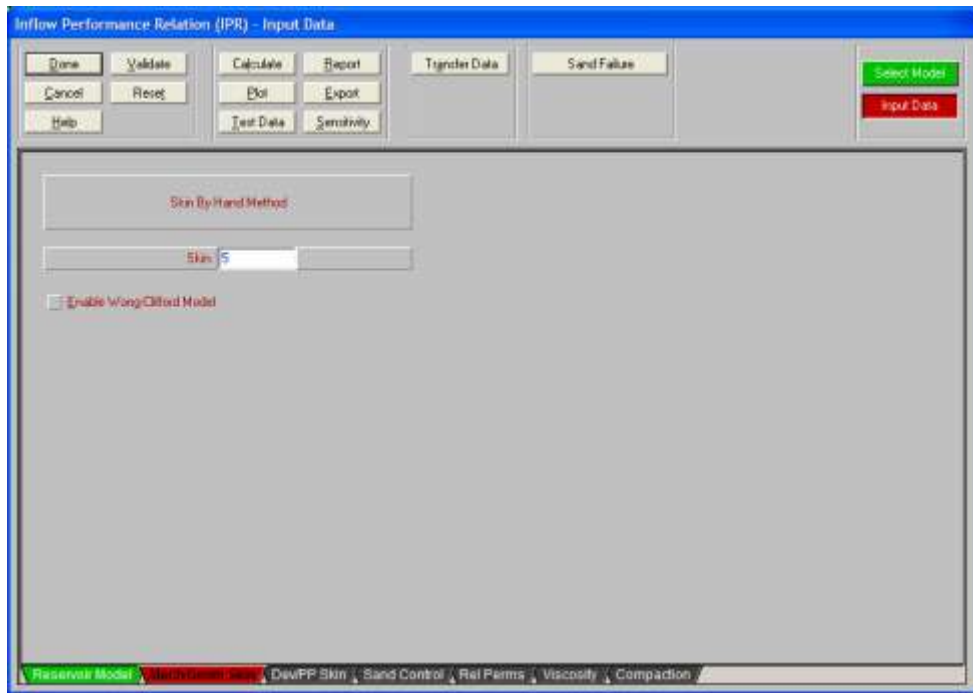


Примітка. Оскільки для фактора потоку D , що не відповідає Дарсі, встановлено значення «Розрахований», PROSPER автоматично обчислить коефіцієнт потоку не за Дарсі D . В іншому випадку користувач повинен це зробити власноруч.

На екрані вище виберіть вкладку «Mech/Geom Skin» у нижньому лівому куті екрану, щоб увійти в механічний кожух:

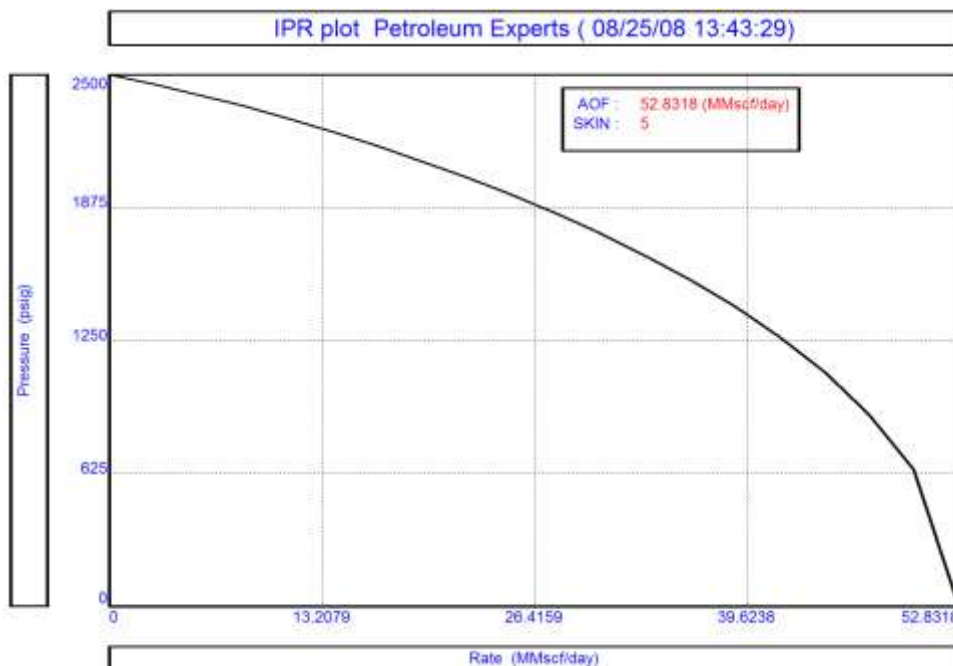
IPR : введення значення кожух

Механічний кожух: +5



IPR : Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки що все має сенс. Для цього просто виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення зробить це створе та відобразить такий графік:



Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

Оцінка дебіту свердловини

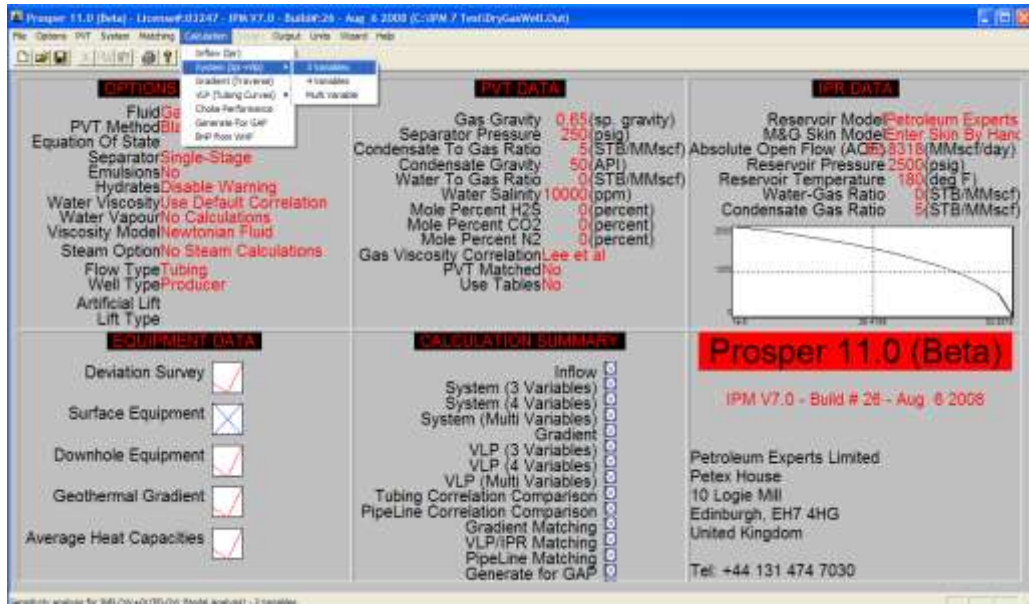
Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані

пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP).

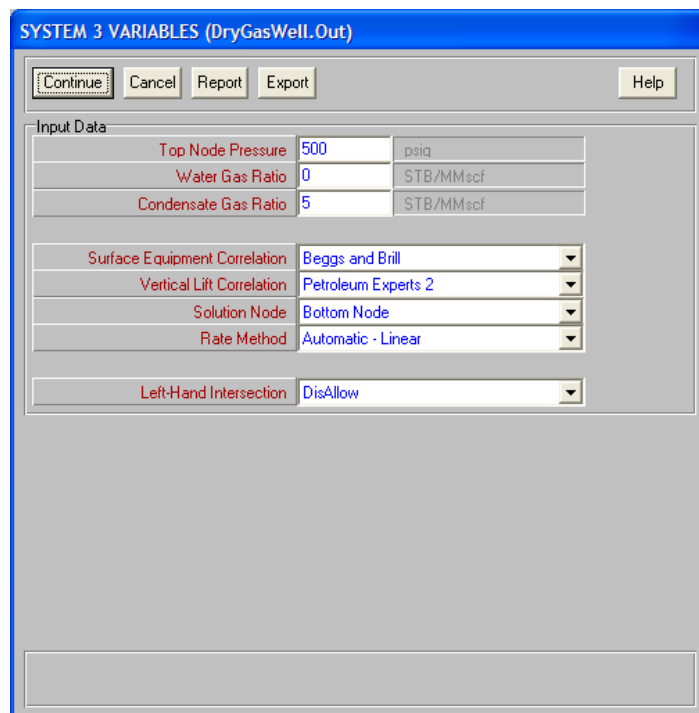
Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і відповідь (VLP).

Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловинного тиску), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система (Ipr + Vlp) | з змінні відповідно до знімка екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки тут у модель не входить трубопровід, тиск у верхньому вузлі є тиском потоку в гирлі свердловини.

Введено параметри водо-газовий коефіцієнт (WGR) і конденсат-газовий коефіцієнт (CGR) раніше на екрані PVT, а також на екрані IPR.

Однак протягом життя свердловини будь-який з цих двох параметрів може змінюватися. Тому цей екран дозволяє відображати до WGR та CGR.

Під час сенсibiliзації на WGR та/або CGR PROSPER використовуватиме нову чутливість значення для розрахунків. Він більше не використовуватиме значення WGR і CGR, введені в IPR або PVT екран. Той самий принцип застосовується до будь-яких інших змінних чутливості.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає конвеєр, вибір кореляції конвеєра не має значення.

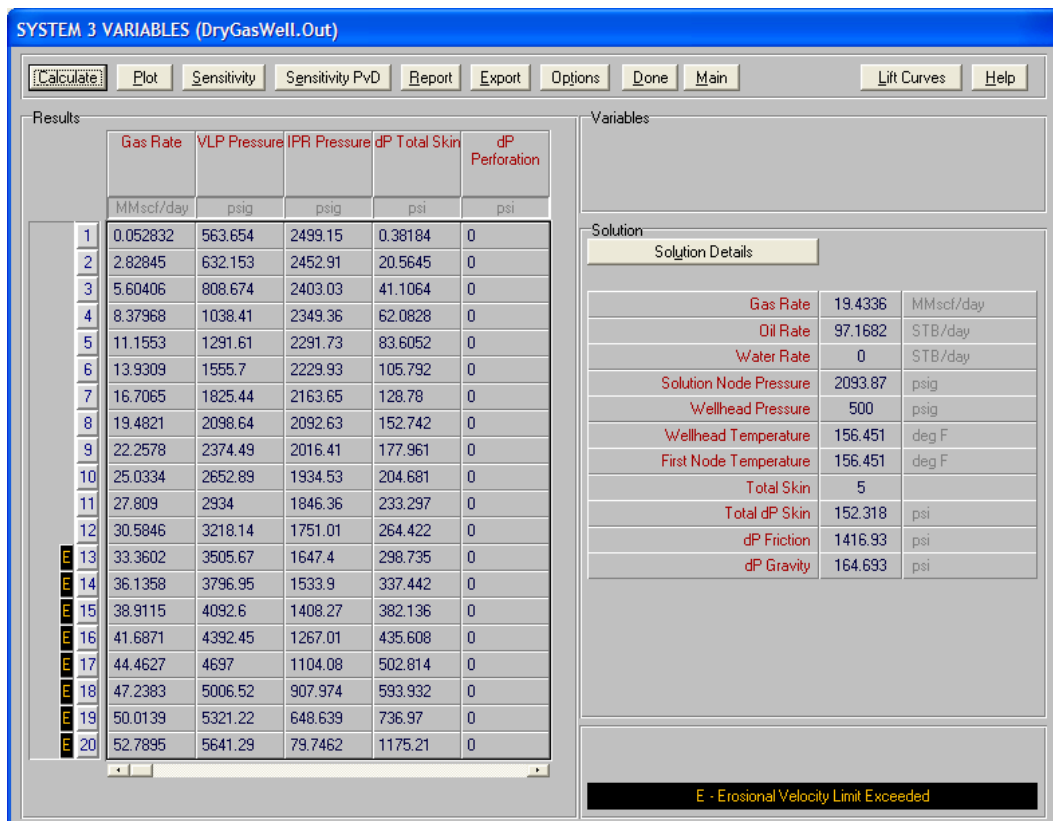
Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Тут виберіть | Продовжити | Продовжити і | Обчисліть з такими результатами:



Можна прочитати витрату газу 19,4 MMscf/d як швидкість розчину в правій частині екрану під | Рішення. Відповідний ВНFP читає: 2093,9 psig.

Якщо вибрати | Ділянка | Системний графік, системний графік (VLP + IPR) відображається таким чином:



Примітка: «E» на кривих VLP вказує на перевищення обмеження швидкості ерозії за відповідними ставками.

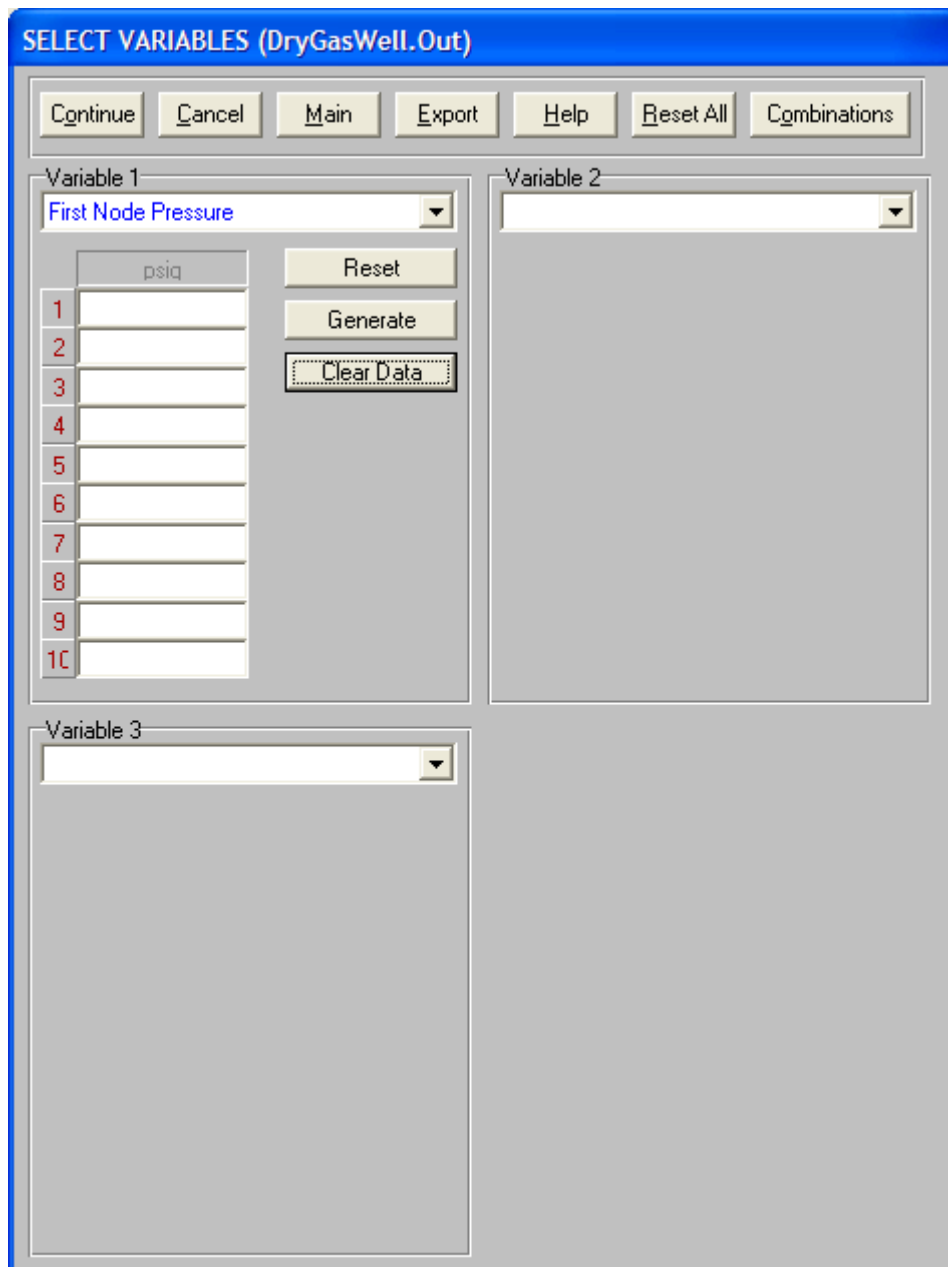
Виберіть | Головне, щоб повернутися до головного екрану PROSPER і зберегти файл, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

Створення кривої продуктивності свердловини

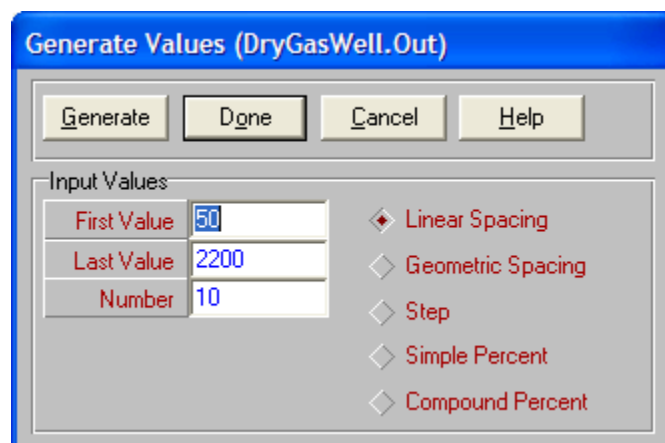
Продуктивність свердловини – це графік залежності дебіту від упорного тиску в даному пласті. Таким чином, генерування продуктивності свердловини - це просто перевірка чутливості на гирлі свердловини поточного тиску.

У цьому прикладі ми будемо змінювати тиск у гирлі свердловини від досить низького напірного тиску свердловини до найвищого очікуваного тиску на голові свердловини: від 50 psig до 2200 psig.

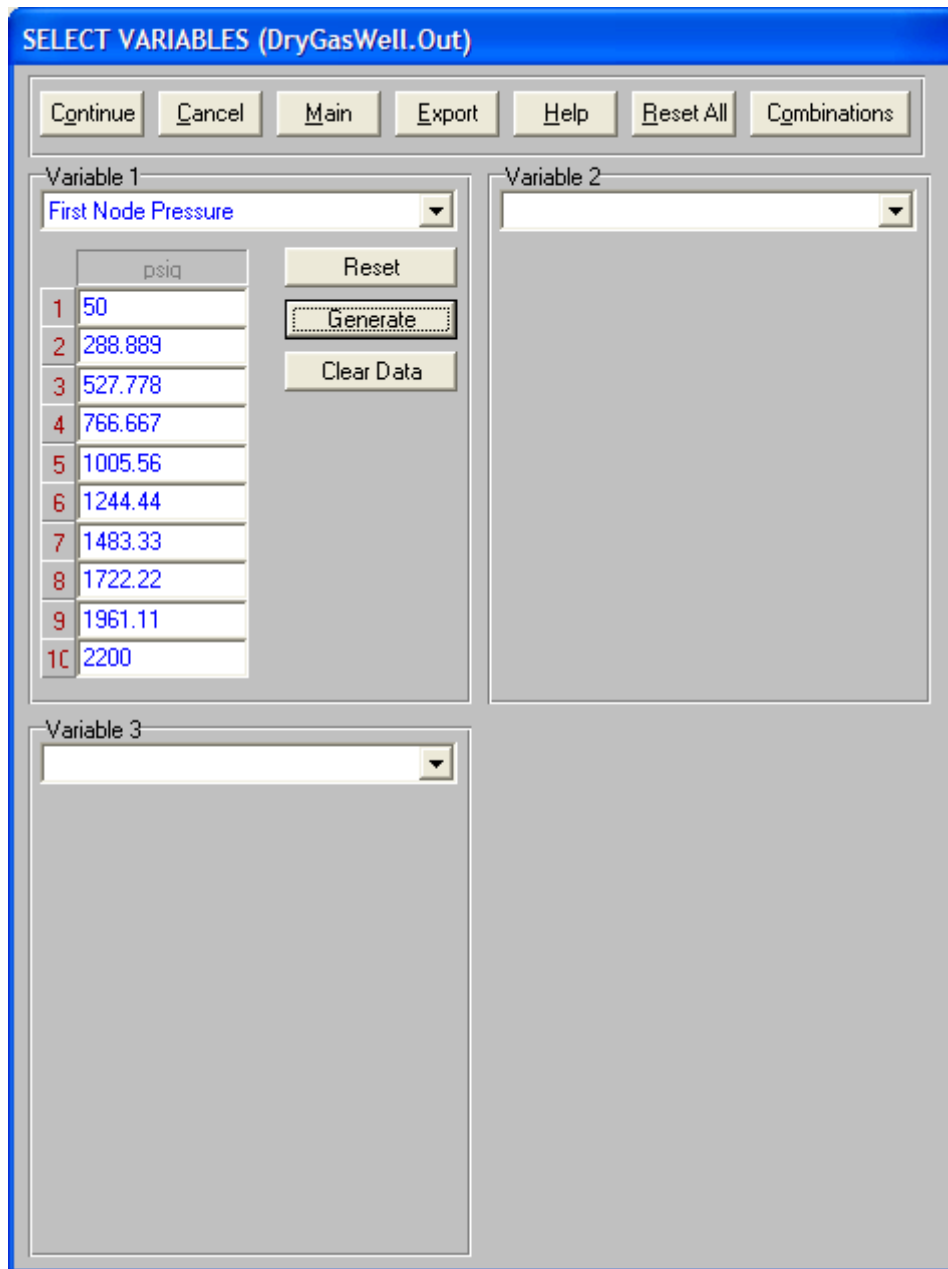
Для цього просто виберіть | Розрахунок | Система (IPR + VLP) | 3 Змінні | Продовжуйте і тут виберіть змінну чутливості «Тиск першого вузла»:



Можна вручну заповнити комірки потрібними значеннями або згенерувати їх автоматично з | Generate і тут потрібно ввести перше значення, останнє значення, кількість значень і вибрати алгоритм генерації значень:



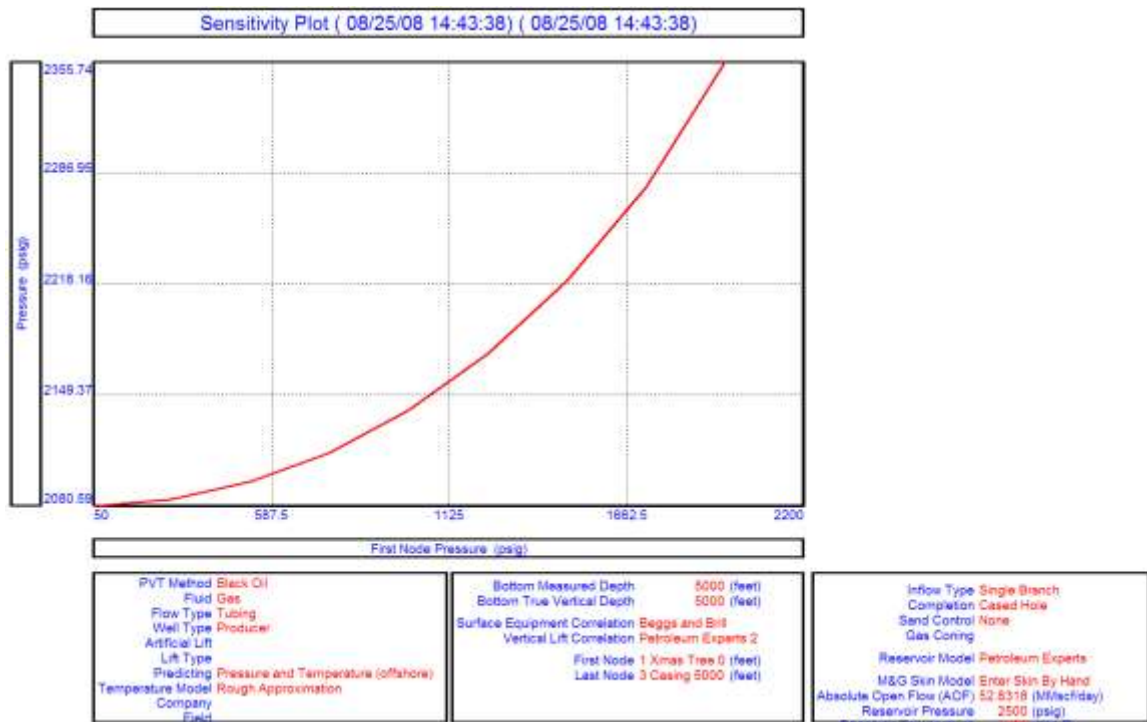
Щоб завершити процес, просто виберіть | Створіть, а потім клітинки введення заповнюється відповідно:



Можна побачити, що на цьому екрані можна чутливо активувати до 3 змінних одночасно. Загалом можна сенсibilізувати будь-яку кількість параметрів.

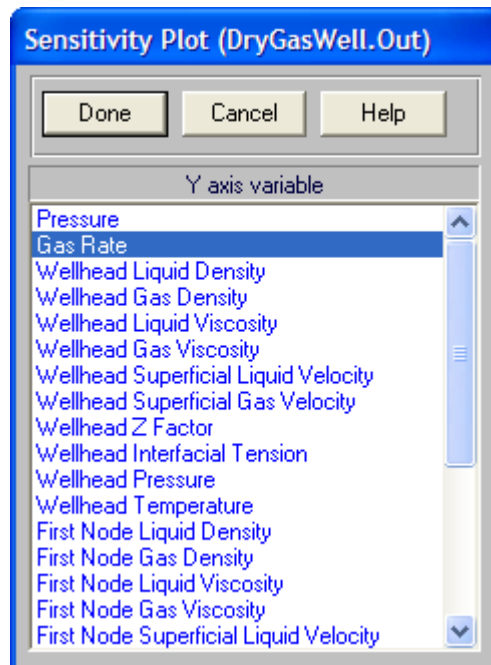
3 | Продовжити, а потім | Обчисліть, обчислюється десять (10) наборів VLP та IPR.

Щоб побачити криву продуктивності свердловини, виберіть | Чутливість. Тепер це можливо виберіть змінні та побудуйте будь-який із перерахованих параметрів у залежності від тиску першого вузла (= тиск у свердловині).



Це графік залежності вибійного тиску від тиску в першому вузлі є гирлом свердловини (прочитайте для вісі Y).

Щоб побудувати графік залежності швидкості потоку газу від тиску в першому вузлі, виберіть | Змінні і потім | Витрата газу для змінної вісі Y:



3 | Готово, крива продуктивності свердловини виглядає так:



Це завершує цей розділ.

Виберіть | Main, щоб повернутися до головного екрана PROSPER.

Створення кривої підйому для інших застосувань

Криві підйому виражають перепад тиску в трубі для заданого набору змінних. Різні постачальники програмного забезпечення використовують різні формати та аббревіатури для кривих підйому.

Найпоширеніші акроніми:

- VLP для продуктивності вертикального підйому
- TRD для даних про продуктивність труб
- TRC для кривих продуктивності труб
- VFP для продуктивності вертикального потоку тощо.

Для природних газових свердловин змінні, що беруть участь у формуванні кривої підйому:

- Норма газу
- Тиск потоку на свердловині (= тиск першого вузла)
- Співвідношення водяного газу (WGR) і
- Конденсатно-газовий коефіцієнт (CGR).

Незважаючи на те, що використовуються чотири (4) змінні, криві підйому для газових свердловин є умовними і називається 3-Variables VLP. Змінна швидкість сприймається як належне, оскільки не може розрахувати падіння тиску без витрати. 3-Variables для моделі природної газової свердловини: WHFP, CGR та WGR.

Рекомендація:

У цьому прикладі ми продемонструємо, як створити криві підйому за допомогою PROSPER з моменту підйому. Генерація кривої є ключовим завданням, для виконання якого розроблено PROSPER. Однак, якщо проект передбачає створення кривих підйому для кількох свердловин, більш ефективний підходом є використання GAP, інструменту мережевого моделювання та оптимізації, розробленого Petroleum Experts.

Ось чому:

- GAP накаже PROSPER створити криві підйому за допомогою того самого PROSPER моделі свердловини, що створена користувачем і пов'язана зі значком свердловини в GAP

- GAP використовуватиме PROSPER для створення та збереження кривих підйому для будь-якої кількості свердловин. Це можна зробити, наприклад, на ніч, щоб заощадити час.

- GAP запитає введення правильних змінних VLP залежно від вибраного типу в GAP. Вибір змінних для кривих підйому іноді може бути делікатним, оскільки різні симулятори використовують різні назви для однієї і тієї ж величини (приклад газліфт. GLR введений).

Послідовність роботи

Щоб створити VLP, спочатку потрібно визначити задіяні змінні. Тут цими змінними є витрата газу, WHFP, CGR і WGR.

Другим кроком є вибір значень для змінних таким чином, щоб хост програма (GAP, MBAL, REVEAL, Eclipse, ..) може розумно інтерполювати щоб знайти потрібне рішення. Має бути екстраполяція та дуже великий інтервал між змінними.

У цьому прикладі будуть використані такі значення:

- Витрата газу: від 0,1 MMscf/d до 30 MMscf/d. Раніше згенерована крива продуктивності показує, що свердловина може виробляти максимум 20 MMscf/d.

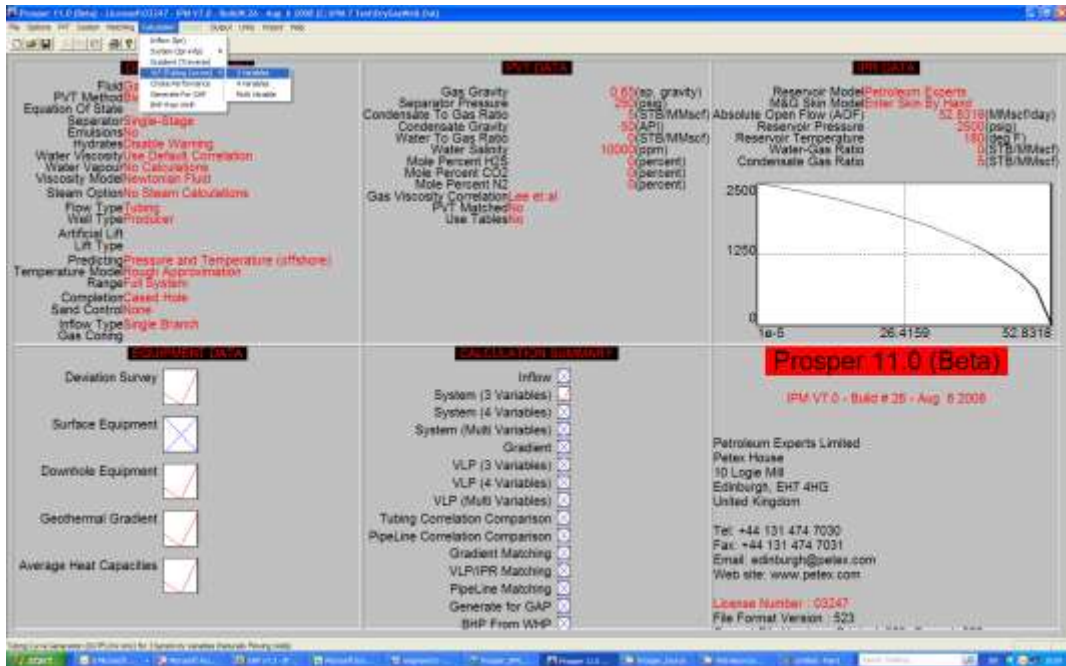
- WHFP: від 50 psig до 2200 psig; Ці значення будуть охоплювати всю відповідь, як це видно на кривій продуктивності, згенерованій раніше.

- WGR: у цьому прикладі від 0 до 300 stb/MMscf. Правильний вибір значень WGR будуть потрібні додаткові знання про механізми приводу резервуара. Для водного приводу газового пласта, очікується високий WGR.

- CGR: для сухого та вологого газу очікується, що CGR залишатиметься постійним за визначенням.

Примітка. Користувач повинен розглянути можливість використання ретроградної моделі рідини конденсату, якщо CGR не очікується, що він залишатиметься постійним протягом усього часу. Окрім повністю композиційного підходу, PROSPER також має модель чорного масла для ретроградного конденсату з повністю ретроградною поведінкою.

Щоб ввести дані для створення кривої підйому, виберіть | Розрахунок | VLP (Трубки Криві) | 3-Variables



Наступний знімок екрана можна використовувати для введення діапазону ставок для використання:

VLP (TUBING CURVE) CALCULATIONS (DryGasWell.Out)

Continue Cancel Export Insert Delete All Generate Help

Input Data

Top Node Pressure 100 psig

Water Gas Ratio 0 STB/MMscf

Condensate Gas Ratio 5 STB/MMscf

Surface Equipment Correlation Beggs and Brill

Vertical Lift Correlation Petroleum Experts 2

Rate Method User Selected

Rate Type Gas Rates

First Node 1 Xmas Tree 0 (feet)

Last Node 3 Casing 5000 (feet)

Enter Rates

	Rates	Rates	Rates	Rates
	MMscf/day	MMscf/day	MMscf/day	MMscf/day
1	0.1	7	11	12
2	0.5	8	12	13
3	1	9	13	14
4	3	10	14	15
5	5	11	15	17
			16	19
			17	20
			18	22
			19	25
			20	30

Gauge Data

Gauge 1 (Measured) Depth _____ feet

Gauge 2 (Measured) Depth _____ feet

Зауваження:

На цьому екрані відображаються значення тиску у верхньому вузлі, співвідношення води та газу та конденсату буде перезаписано через змінні чутливості. Користувач повинен переконатися, що вибрано відповідну кореляцію VLP. Буде використано кореляцію Petroleum Experts 2. Тип ставки «Вибраний користувачем» надає користувачеві контроль над ставками, які, на його думку, будуть найкраще описувати реакцію свердловини. Користувач також повинен переконатися, що перший і останній вузол обрано правильно.

Щоб продовжити, виберіть | Продовжте, виберіть відповідні змінні та заповніть записи відповідно до знімка екрана нижче:

SELECT VARIABLES (DryGasWell.Out)

Continue Cancel Main Export Help Reset All Combinations

Variable 1
First Node Pressure

	psia	Reset
1	50	Generate Clear Data
2	150	
3	200	
4	300	
5	500	
6	700	
7	1000	
8	1300	
9	1500	
10	2200	

Variable 2
Condensate Gas Ratio

	STB/MMscf	Reset
1	5	Generate Clear Data
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Variable 3
Water Gas Ratio

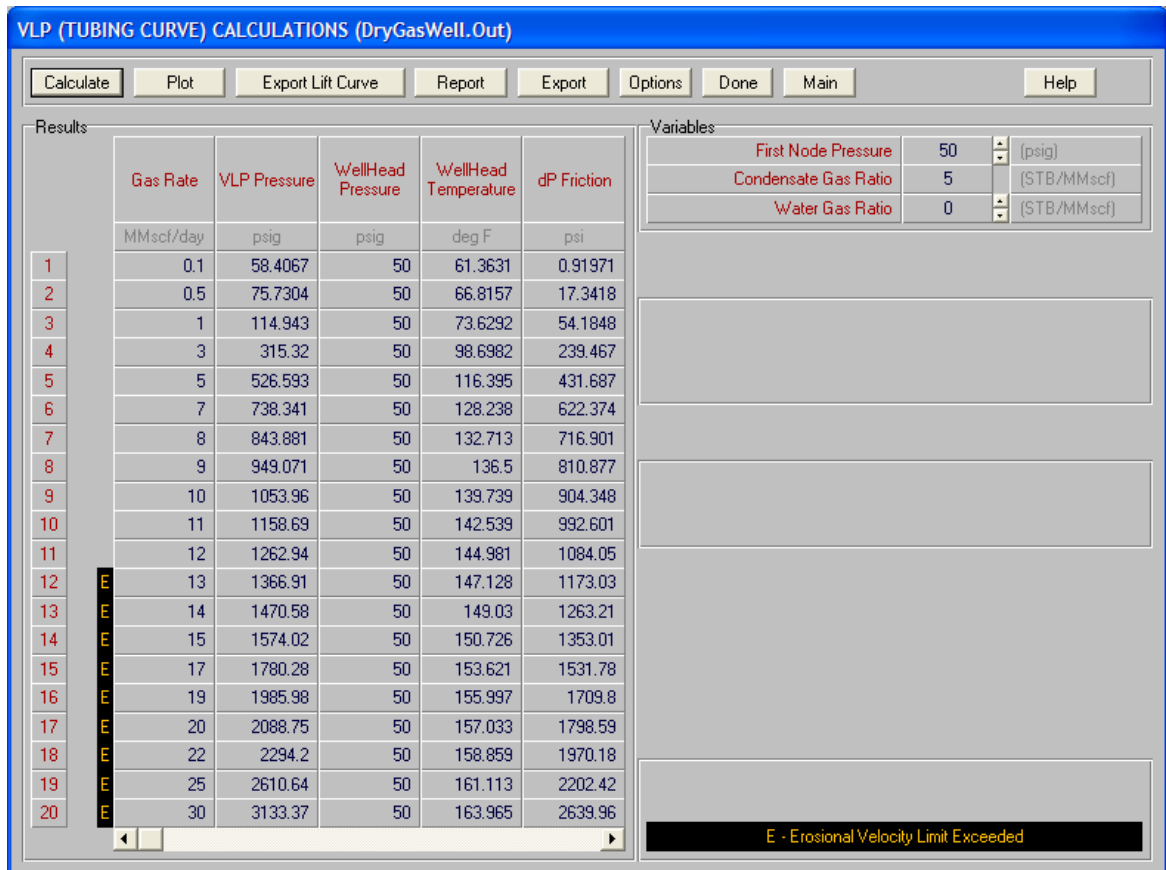
	STB/MMscf	Reset
1	0	Generate Clear Data
2	0.5	
3	1	
4	5	
5	10	
6	15	
7	30	
8	50	
9	100	
10	300	

Тепер потрібно вибрати | Продовжуйте.

Розрахунок кривої підйому запускається за допомогою | Продовжити | Обчислити.

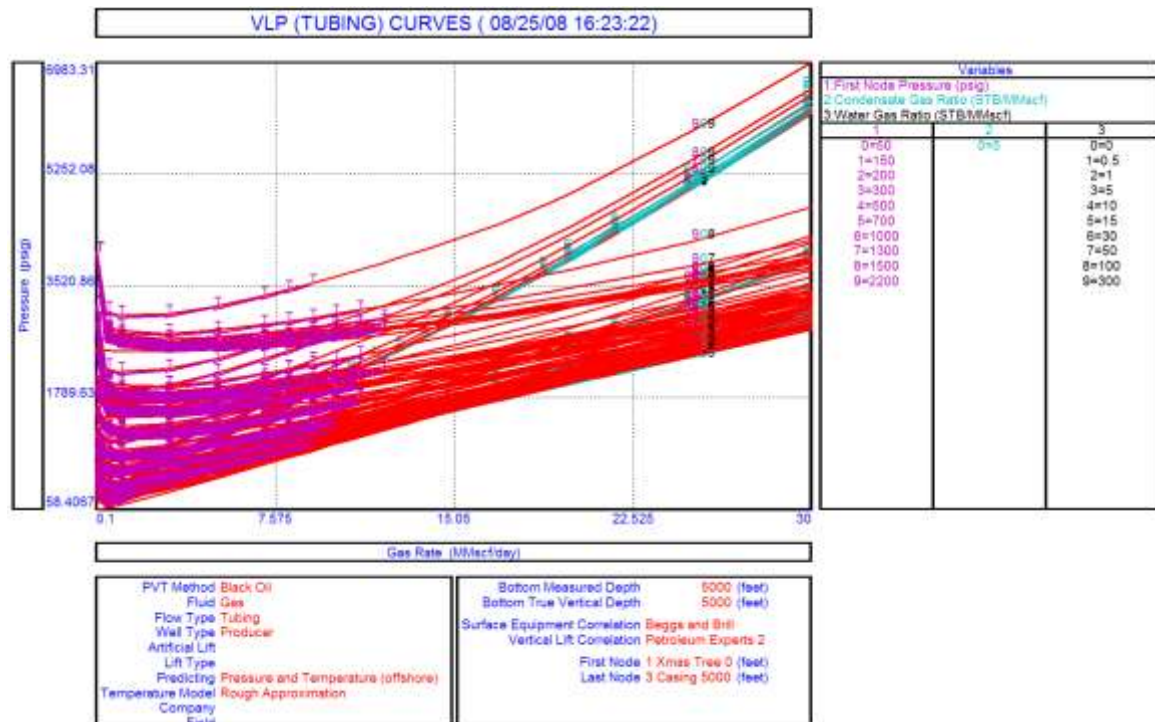
Наберіться терпіння, оскільки це може зайняти деякий час!

Наприкінці з'явиться повідомлення про завершення розрахунку.



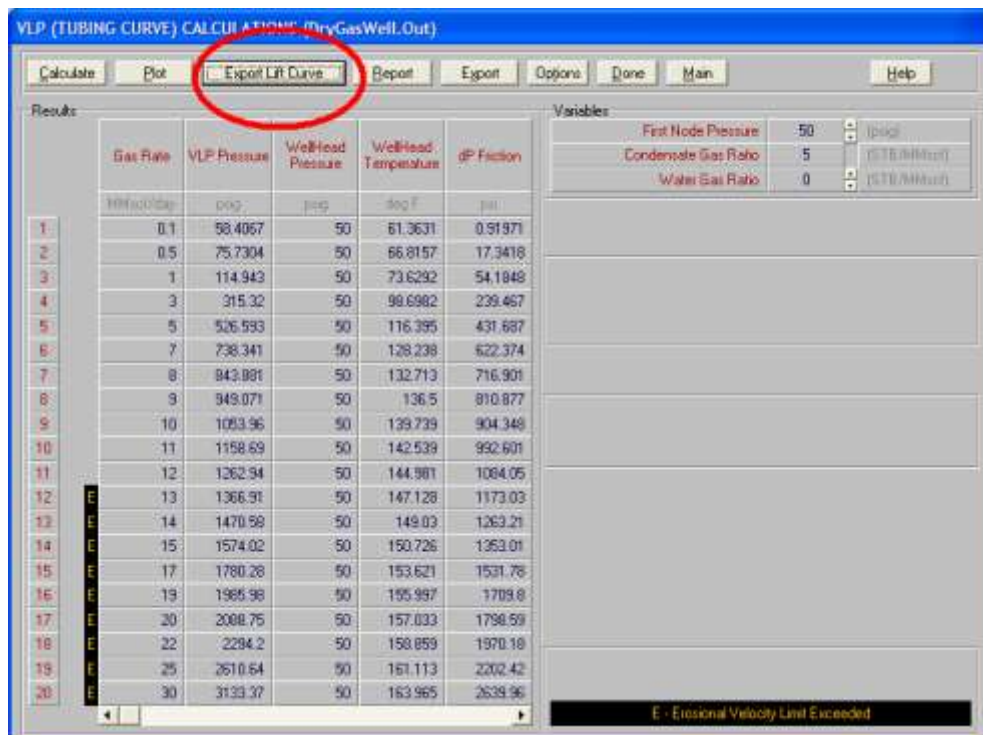
Завжди корисно побудувати та візуалізувати криву підйому перед їх експортом.

У цьому прикладі просто виберіть | Plot і ось що з'явиться:

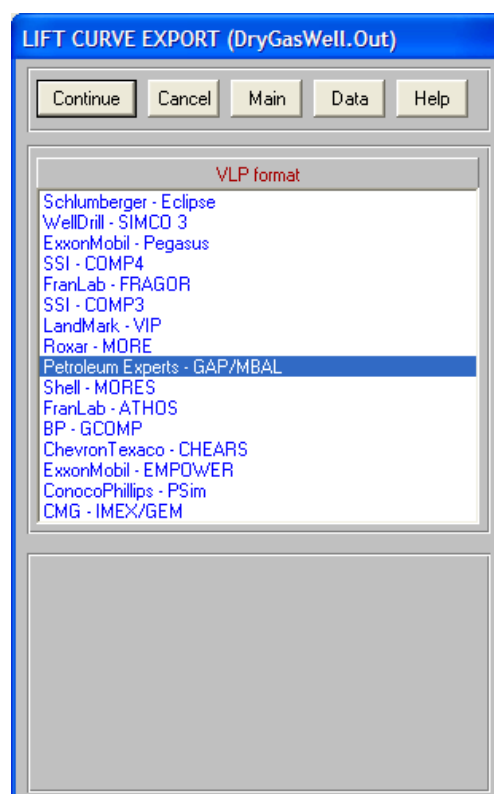


Примітка: «Т» на кривій означає, що швидкість нижча від мінімальної швидкості Тернера тоді як "Е" означає, що межа швидкості ерозії перевищена.

Видно, що криві підйому мають правильну форму (J-крива) і виглядають плавними. Повернутися до попереднього екрана можна за допомогою | Закінчити. Щоб експортувати криву підйому, виберіть кнопку «Експортувати криву підйому».



З'явиться наступний екран, де потрібно вибрати формат для хосту застосування:



Процес завершується за допомогою | Продовжити | Збережіть, і файл буде збережено та відредаговано автоматично для перегляду:



Виберіть | Файл | Вихід | Основний і цей крок завершує цю вправу.

Лабораторна робота 2

Моделювання нафтової свердловини з природною течією

Файл: [~/samples/PROSPER/T02_SimpleOilWell.OUT](#)

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель PROSPER для природної нафтової свердловини
- Як ввести дані PVT
- Як ввести дані IPR
- Як описати свердловинне обладнання
- Як виконати розрахунок системи (VLP + IPR) для оцінки дебіту свердловини для WHFP.
- Як створити криву продуктивності свердловини
- Як створити та експортувати криві підйому в GAP/MBAL/REVEAL або будь-яке інше програмне забезпечення (Eclipse, VIP і так далі)

Постановка проблеми

Для видобутку нафти з нафтового пласта необхідно пробурити свердловину. Дані рідини (PVT), дані пласта (IPR) і опис свердловинного обладнання (VLP) надається.

Необхідно:

- Оцініть початкову швидкість потоку за тиску в гирлі свердловини 250 psig
- Створення кривої продуктивності свердловини (дебіт проти тиску, що протікає у свердловині)
- Створення кривих підйому для використання в симуляторі (Reveal, GAP, MBAL, Eclipse, VIP, і так далі.)

Основні доступні дані PVT:

Параметр Значення

GOR розчину: 400 scf/stb

Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)

Солоність води: 80000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- Опитування відхилень
- Поверхнєве обладнання
- Свердловинне обладнання
- Геотермічний градієнт і
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свердловини, морське дно, платформа, РКВ тощо.

Головне описати все обладнання в свердловині відповідно до вибраного походження.

Глибина гирла свердловини не повинна збігатися з початком огляду відхилення.

Виміряна глибина у футах	Справжня вертикальна глибина у футах
0	0
8000	8000

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свердловини, є частиною поверхневого обладнання.

До поверхневого обладнання можна віднести: дроселі гирла свердловини, стояки, потокові лінії, арматуру тощо.

У цьому прикладі поверхнєве обладнання не моделюватиметься.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку, клапани, ...

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8000	8.3	0.0018	1

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини. Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свердловини. При використанні методу прогнозування температури грубого наближення градієнт вводиться в порівнянні з виміряною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює виміряну глибину в справжню вертикальну глибину. Це градієнт температури на основі реальної вертикальної глибини, яка використовується під час розрахунку.

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
8000	200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складним числом, яке фіксує різні механізми теплопередачі, що відбуваються: провідність, конвекцію і радіацію. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточенні стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Нижче наведено середню теплову потужність за умовчанням:

Теплоємність фази в btu/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Вхідні дані пласта

PROSPER має більше 20 різних моделей притоку для нафтових свердловин. Модель IPR вибір залежить від мети дослідження, придатності конкретної моделі і дані, доступні для дослідження.

Модель IPR: Darcy / Enter Skin вручну

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 градусів F

Обводнення: 0 %

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Немає

Відносна проникність: Ні

Проникність колектора: 150 мД

Товщина пласта (стратиграфічна потужність): 100 футів

Площа водовідведення: 340 га

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 футів

Механічний кожух: +2

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедуру, яка призведе до вирішення проблеми:

- Побудуйте модель PROSPER для видобувної нафтової свердловини
- Використовуйте модель свердловини PROSPER, щоб оцінити швидкість потоку порівняно з WHFP 250 psig
- Створення кривої продуктивності свердловини
- Генеруйте добре VLP для чисельного симулятора

Системні параметри

Просто виберіть | Файл | Новий, якщо файл PROSPER уже відкрито.

В іншому випадку виберіть | Параметри | Параметри та зробіть наступні варіанти.

Рідина: нафта і вода

System Summary (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Report Export Help Datestamp

Fluid Description

Fluid: Oil and Water
Method: Black Oil
Separator: Single-Stage Separator
Emulsions: No
Hydrates: Disable Warning
Water Viscosity: Use Default Correlation
Viscosity Model: Newtonian Fluid

Calculation Type

Predict: Pressure and Temperature (offshore)
Model: Rough Approximation
Range: Full System
Output: Show calculating data

Well

Flow Type: Tubing Flow
Well Type: Producer

Well Completion

Type: Cased Hole
Sand Control: None

Artificial Lift

Method: None

Reservoir

Inflow Type: Single Branch
Gas Coning: No

User information

Company: _____
Field: _____
Location: _____
Well: _____
Platform: _____
Analyst: _____
Date: 26 August 2008

Comments (Ctrl-Enter for new line)

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Щоб ввести дані PVT, просто виберіть |PVT|Вхідні дані та заповніть екран як показано нижче:

Параметр Значення
GOR розчину: 400 scf/stb
Вага нафти: 30 API
Вага газу: 0,75 (повітря =1)
Солоність води: 80000 ppm
Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

PVT - INPUT DATA (Oil Well Nat Flowing.Out) (Oil - Black Oil)

Done Cancel Tables Match Data Regression Correlations Calculate Save Open Composition Help

Use Tables

Input Parameters

Solution GOR: 400 scf/STB
Oil Gravity: 30 API
Gas Gravity: 0.75 sp. gravity
Water Salinity: 80000 ppm

Correlations

Pb, Rs, Bo: Glasco
Oil Viscosity: Beal et al

Impurities

Mole Percent H2S: 0 percent
Mole Percent CO2: 0 percent
Mole Percent N2: 0 percent

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

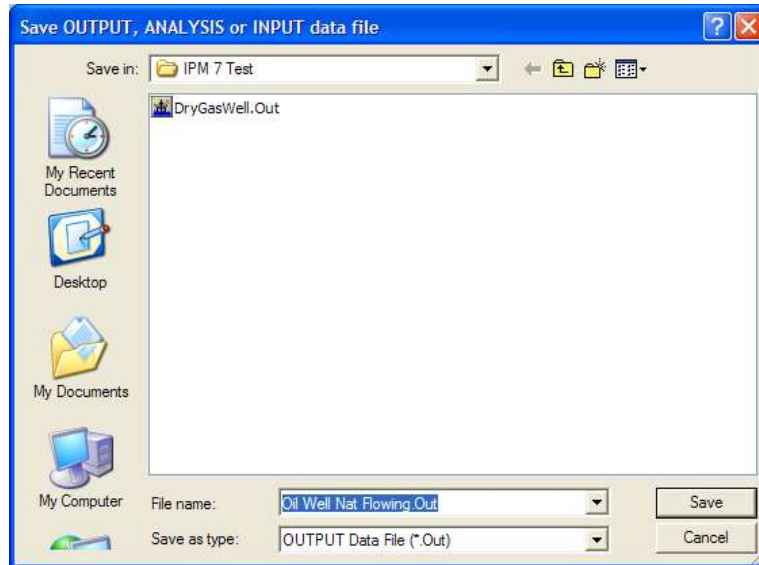
Збереження файлу

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі, наприклад, збою комп'ютера.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Зберегти як ...

Після цього просто перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

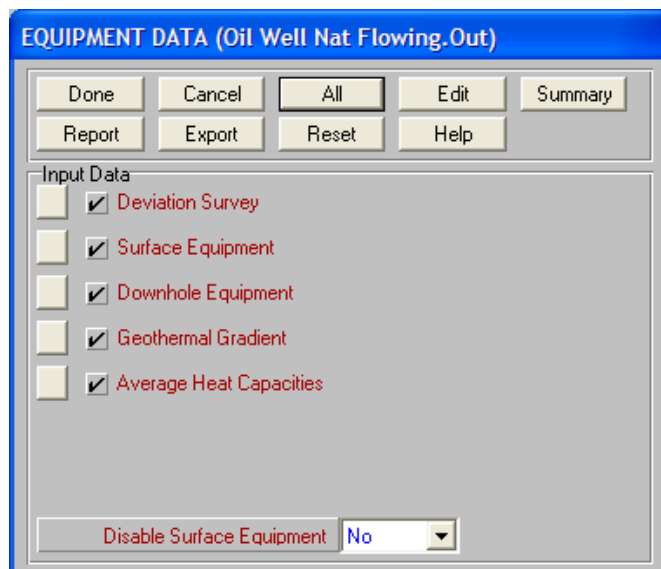
Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.



Решта пояснюється само собою.

Опис системного обладнання

Щоб описати обладнання в / навколо стовбура свердловини (це те, що система обладнання), просто виберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | все



Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Вимірjana глибина у футах
0
8000

Справжня вертикальна глибина у футах
0
8000

	Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)	Cumulative Displacement (feet)	Angle (degrees)
1	0	0	0	0
2	8000	8000	0	0
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних точки, що описують траєкторію свердловини. Для цього | Потрібно використовувати кнопку фільтра, розташовану у верхньому правому куті цього екрана.

Виберіть | Готово, і з'явиться наступний екран із написом Surface Equipment.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання. Тому потрібно просто вибрати | Скасуйте, щоб пропустити цей крок:

Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, користувач перейде до наступного екрану: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани і так далі.

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8000	8.3	0.0018	1

DOWNHOLE EQUIPMENT (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing

Input Data

	Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1	Well Head	Xmas Tree	0							
2	Tubing	Tubing	7800	3.992	0.0018					1
3	Casing	Casing	8000					8.3	0.0018	1
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Найглибший запис у секції свердловинного обладнання є базовою глибиною для статички пластового тиску, який буде введено в розділ IPR.

Рекомендується брати верхню перфорацію як базову глибину для статички пластового тиску. Це означало б, що опис свердловинного обладнання повинен зупинитися на верхній частині перфорації. Це також вірно для багатозонного завершення, оскільки перепад тиску між зонами буде враховано відповідним припливом (багатошарова модель IPR з dP або багатостороння модель IPR).

Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Виміряна глибина у футах
0
8000

Статична температура у градусах F
70
200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

GEOTHERMAL GRADIENT (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Main Help Import Plot
Insert Delete Copy Cut Paste All

Input Data

	Formation Measured Depth (feet)	Formation Temperature (deg F)	Overall Heat Transfer Coefficient BTU/h/ft ² /F
1	0	70	
2	8000	200	8
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

Середні теплоємності

Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням.

Average Heat Capacities (Oil Well Nat Flowi...

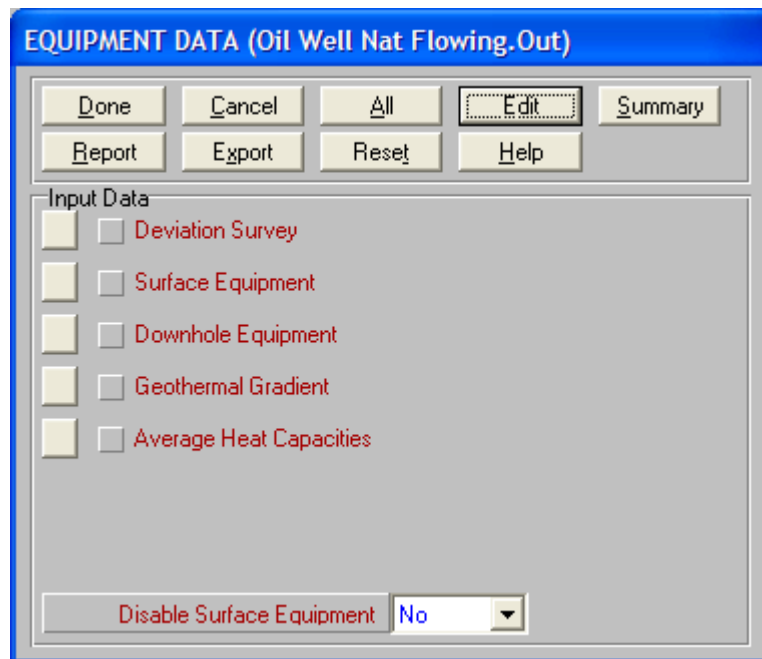
Done Cancel Main Help Default

Input Parameters

Cp Oil	0.53	BTU/lb/F
Cp Gas	0.51	BTU/lb/F
Cp Water	1	BTU/lb/F

Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього відкриється екран введення розділу даних про обладнання:



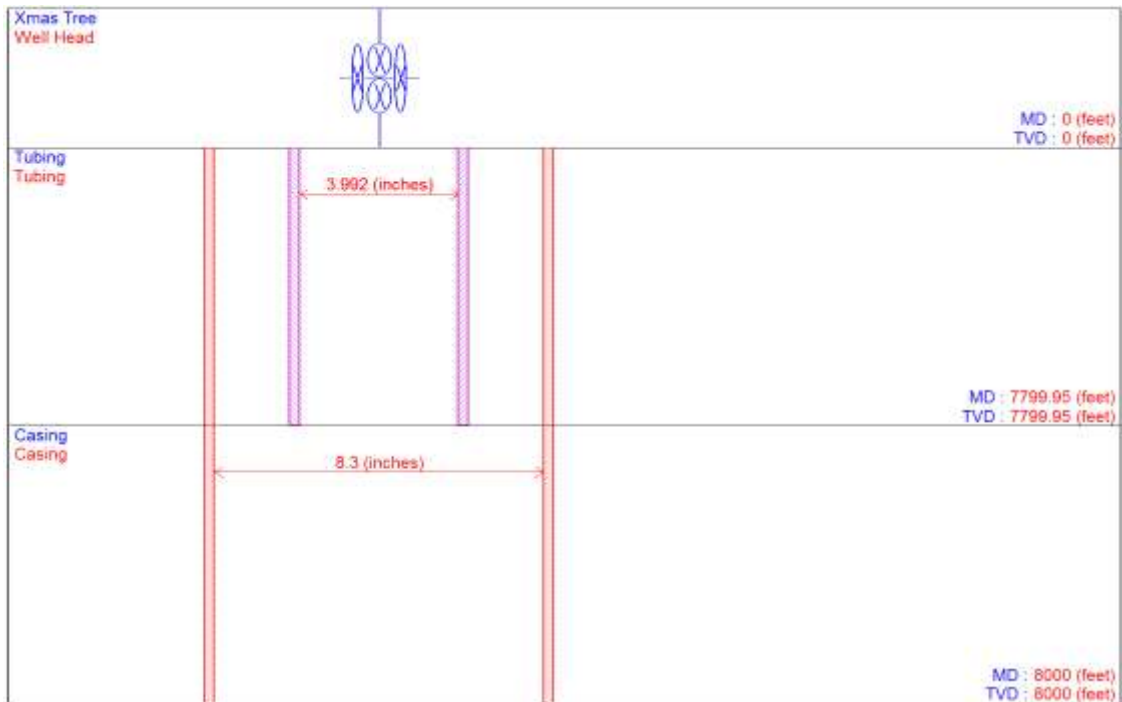
Далі можна буде візуалізувати ескіз стовбура свердловини.

Коротка інформація про обладнання

На екрані «Дані обладнання» можна створити ескіз стовбура свердловини за допомогою | Підсумок і ось що з'явиться:

	Type	Label	Rate Multiplier	Measured Depth	True Vertical Depth	Pipe Length	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter
				(feet)	(feet)	(feet)	(inches)	(inches)	(inches)
1	Xmas Tree	Well Head	1	0	0				
2	Tubing	Tubing	1	7799.95	7799.95	7799.95	3.992	0.0018	
3	Casing	Casing	1	8000	8000	200.05			

Якщо потім вибрати | Намалюйте свердловину, тоді з'являється ескіз свердловини:

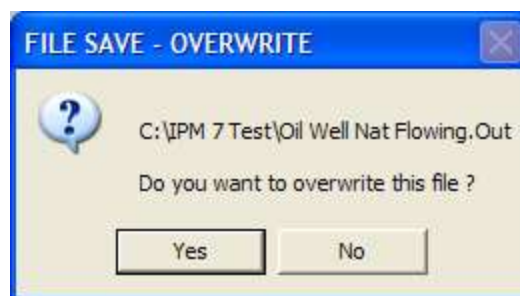


Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Збереження файлу PROSPER

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі збою комп'ютера.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Збережіть і просто дайте відповідь ТАК, щоб перезаписати файл.



Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Для вибору моделі IPR просто виберіть | Система | Продуктивність припливу та зробіть відповідний вибір наступним чином:

Вибір моделі IPR

Модель IPR: Дарсі

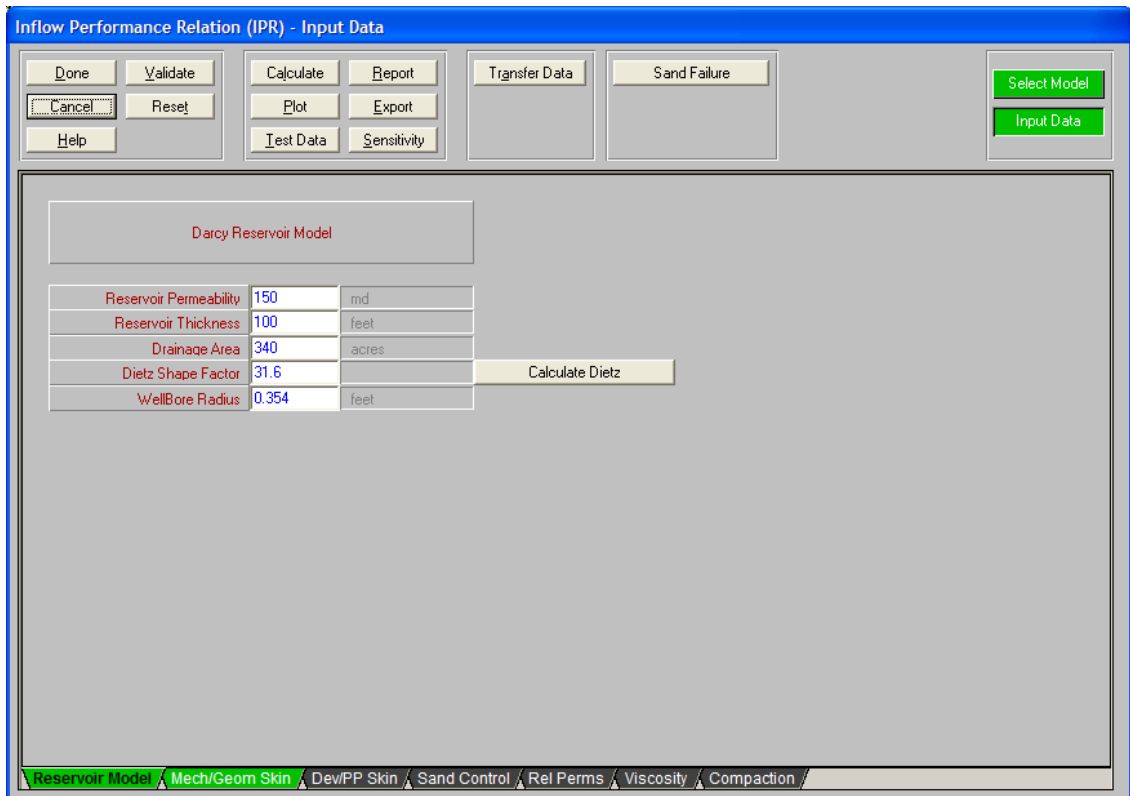
Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 degF
Обводнення: 0 %
Загальний GOR: 400 scf/stb
Модель зменшення проникності ущільнення: Немає
Корекція відносної проникності: Ні
Модель кожуха: введіть кожух вручну

Щоб продовжити, натисніть кнопку «Ввести дані» (червону, якщо недійсні) у верхньому правому куті екран вище:

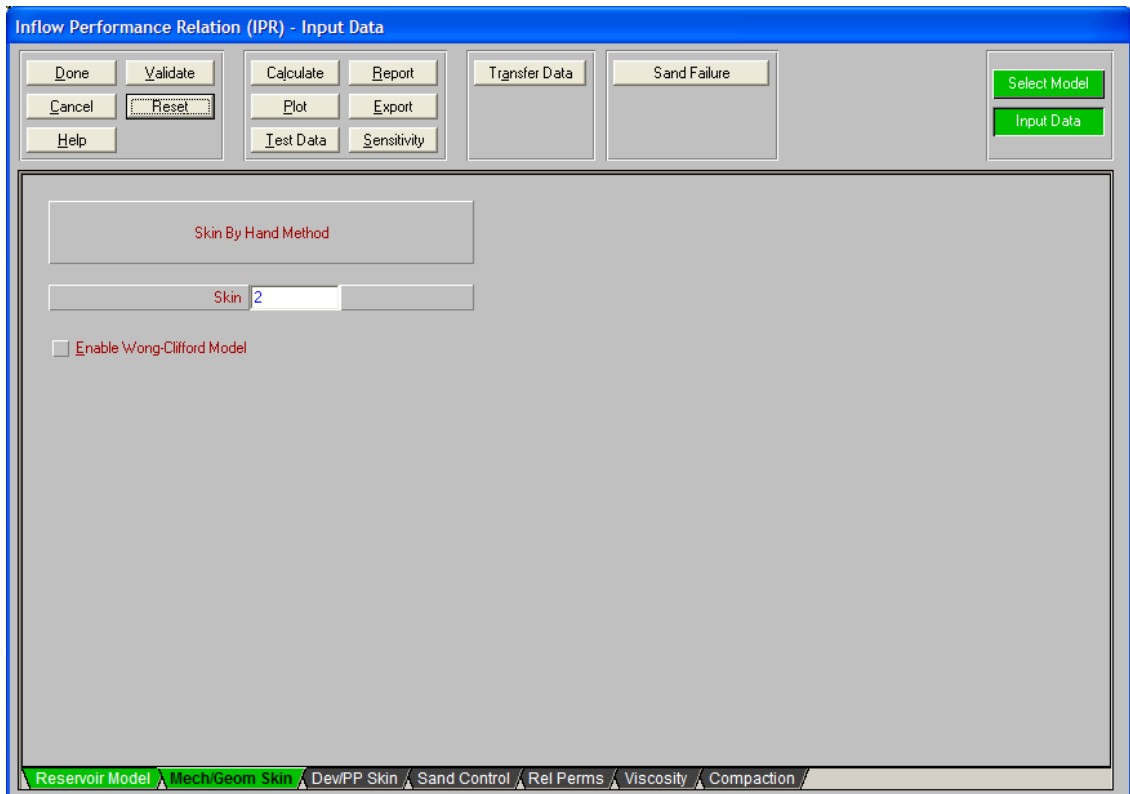
Введення даних IPR

Проникність: 150 mD
Товщина пласта (стратиграфічна товщина): 100 футів
Площа водовідведення: 340 га
Коефіцієнт форми Dietz: 31,6
Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 фута



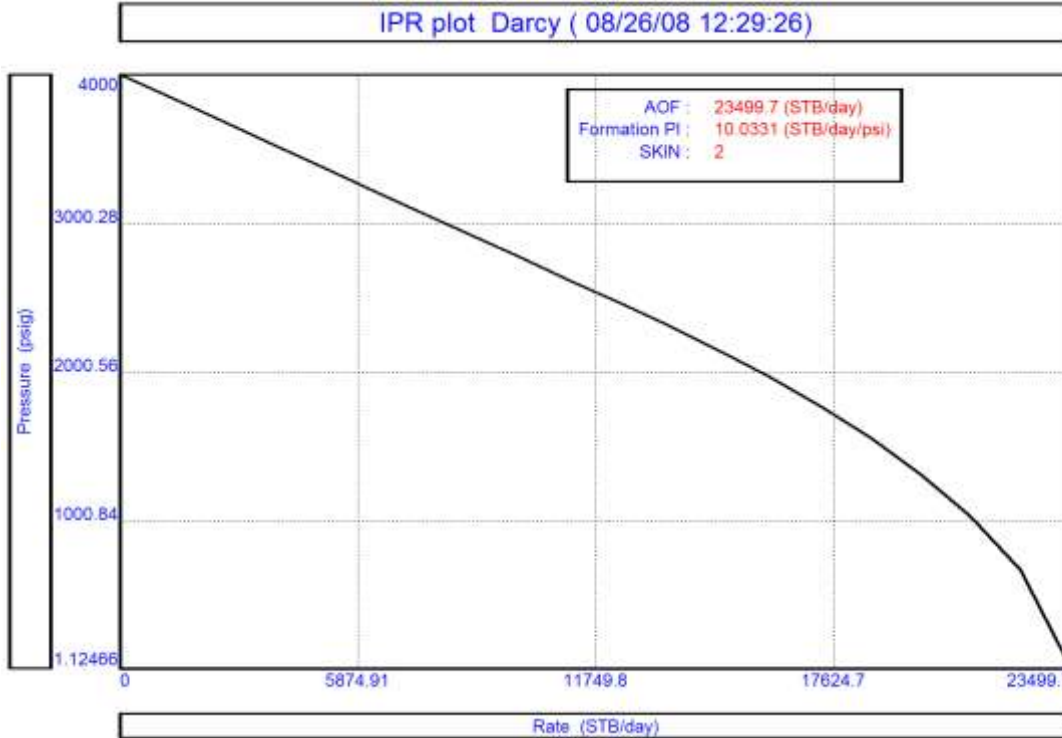
На екрані вище виберіть вкладку «Mech/Geom Skin» у нижньому лівому куті екрану, щоб увійти в механічну оболонку:

IPR : введення значення кожуха
Механічна оболонка: +2



IPR: Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки. Для цього виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення створить і відобразить такий графік:



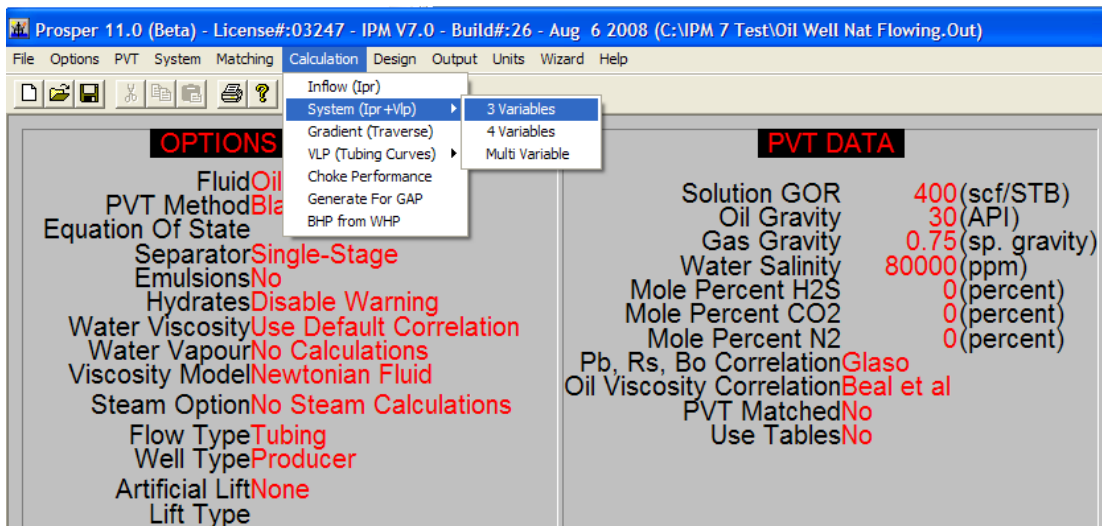
Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі внесені зміни.

Оцінка дебіту свердловини

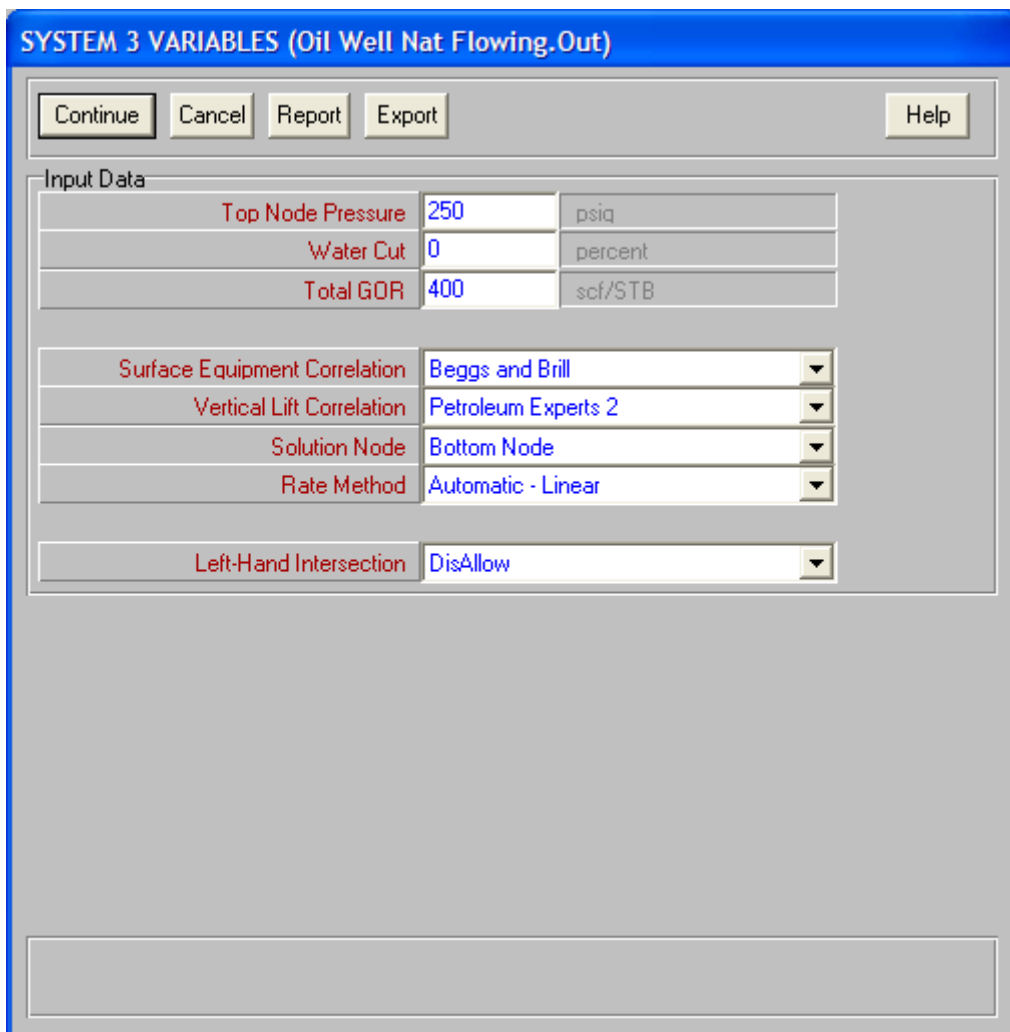
Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідність труби (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і відповідь (VLP).

Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система (Ipr + Vlp) | з змінні відповідно до знімка екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини.

Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT.

Однак протягом життя свердловини будь-який з цих двох параметрів може змінюватися. Тому цей екран дозволяє відображати чутливість до обох змінних.

Під час сенсibiliзації щодо обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме GOR і значення обводненості, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:

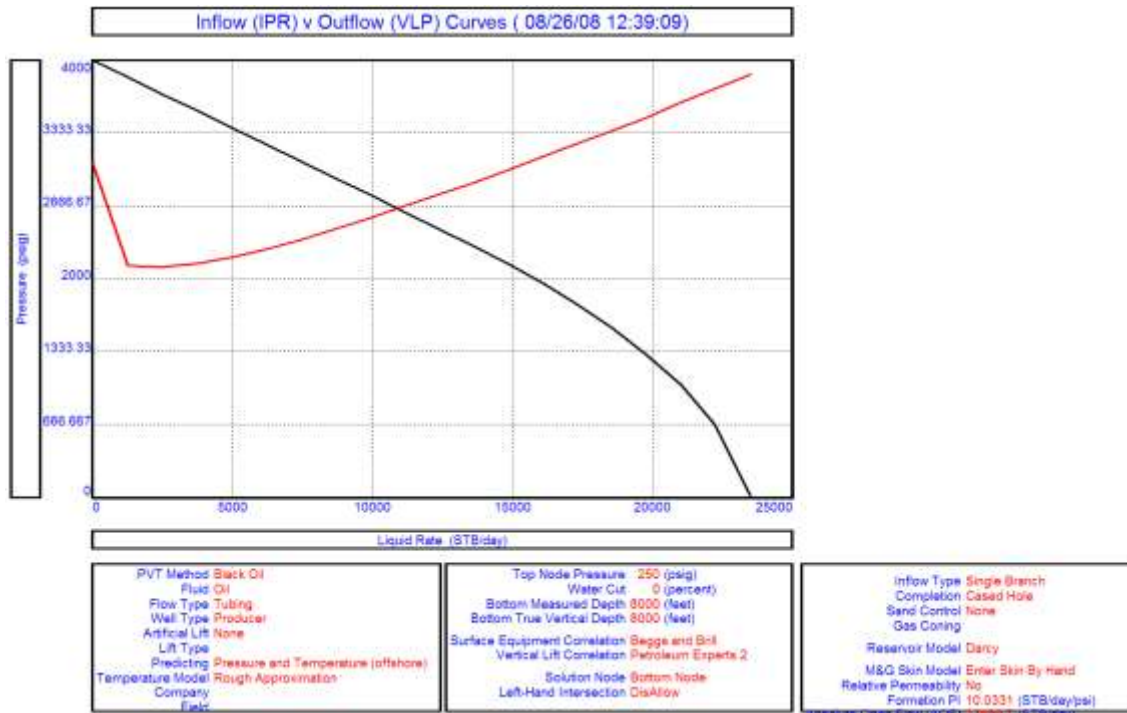
The screenshot shows the 'SYSTEM 3 VARIABLES (Oil Well Nat Flowing Out)' window. It features a menu bar with options like Calculate, Plot, Sensitivity, etc. The main area is divided into 'Results' and 'Variables' sections. The 'Results' section contains a table with 20 rows of data for various parameters. The 'Variables' section shows 'Solution Details' with values for Liquid Rate, Gas Rate, Oil Rate, Water Rate, Solution Node Pressure, Wellhead Pressure, Wellhead Temperature, First Node Temperature, Total Skin, Total dP Skin, dP Friction, and dP Gravity.

	Liquid Rate	Oil Rate	VLP Pressure	IPR Pressure	dP Total Skin
	STB/day	STB/day	psig	psig	psi
1	23.4987	23.4987	3059.97	3997.07	0.58765
2	1258.05	1258.05	2119.01	3843.15	31.458
3	2492.6	2492.6	2106.23	3689.24	62.3284
4	3727.14	3727.14	2135.76	3535.32	93.1987
5	4961.69	4961.69	2194.44	3381.4	124.069
6	6196.24	6196.24	2269.75	3227.48	154.939
7	7430.79	7430.79	2358.99	3073.57	185.81
8	8665.34	8665.34	2453.27	2919.65	216.68
9	9899.89	9899.89	2553.14	2765.73	247.551
10	11134.4	11134.4	2662.31	2611.81	278.421
11	12369	12369	2769.65	2457.9	309.291
12	13603.5	13603.5	2879.57	2301.9	342.235
13	14838.1	14838.1	2991.86	2136.46	384.63
14	16072.6	16072.6	3115.21	1958.94	439.087
15	17307.2	17307.2	3232.36	1766.23	505.338
16	18541.7	18541.7	3351.93	1553.6	584.961
17	19776.3	19776.3	3473.98	1313.2	684.67
18	21010.8	21010.8	3611.64	1030.08	817.92
19	22245.4	22245.4	3738.06	667.434	1019.41
20	23479.9	23479.9	3868.13	21.4331	1490

Solution Details		
Liquid Rate	10897.5	STB/day
Gas Rate	4.35899	MMscf/day
Oil Rate	10897.5	STB/day
Water Rate	0	STB/day
Solution Node Pressure	2641.36	psig
Wellhead Pressure	250	psig
Wellhead Temperature	157.606	deg F
First Node Temperature	157.606	deg F
Total Skin	2	
Total dP Skin	272.496	psi
dP Friction	339.387	psi
dP Gravity	2030.72	psi

Можна прочитати швидкість розчинення нафти 10 897,5 stb/d. Відповідний ВНФР читає: 2641,36 psig.

Якщо вибрати | Ділянка | System Plot, системний графік (VLP + IPR plot) відображається як слідувати:



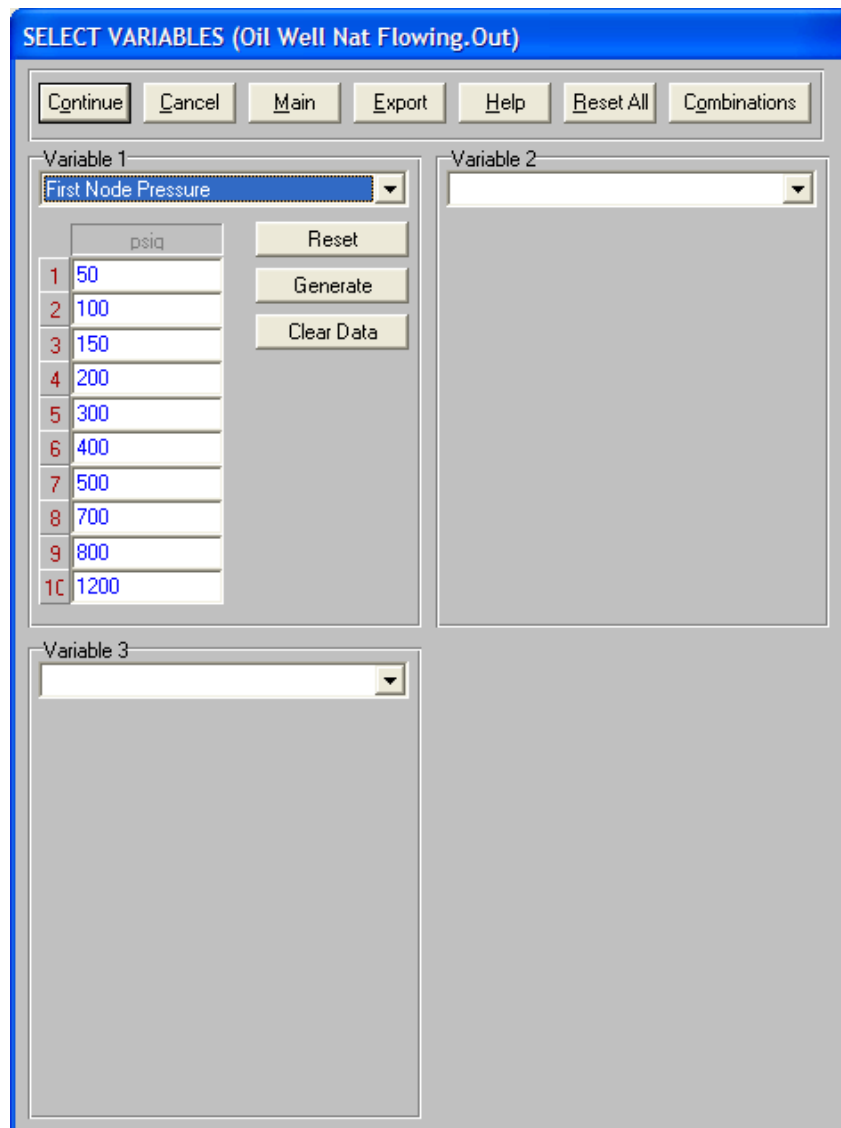
Виберіть | Головне, щоб повернутися до головного екрана PROSPER і зберегти файл, щоб захистити всі внесені зміни.

Створення кривої продуктивності свердловини

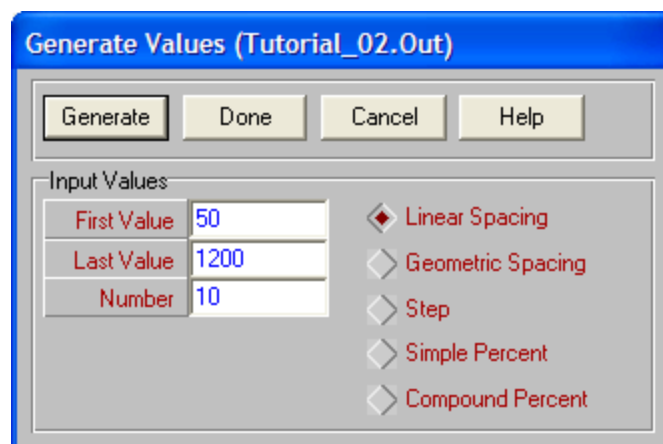
Продуктивність свердловини – це графік залежності дебіту від упорного тиску в даному пласті. Таким чином, генерування продуктивності свердловини - це просто перевірка чутливості на гирлі свердловини тиску потоку, від дуже низького тиску у гирлі свердловини до максимально можливого, який закрий свердловину.

У цьому прикладі ми будемо змінювати тиск у гирлі свердловини від 50 psig до 1200 psig.

Для цього просто виберіть | Розрахунок | Система (IPR VLP) | 3 Змінні | Продовжуйте і тут виберіть змінну чутливості «First Node Pressure»:



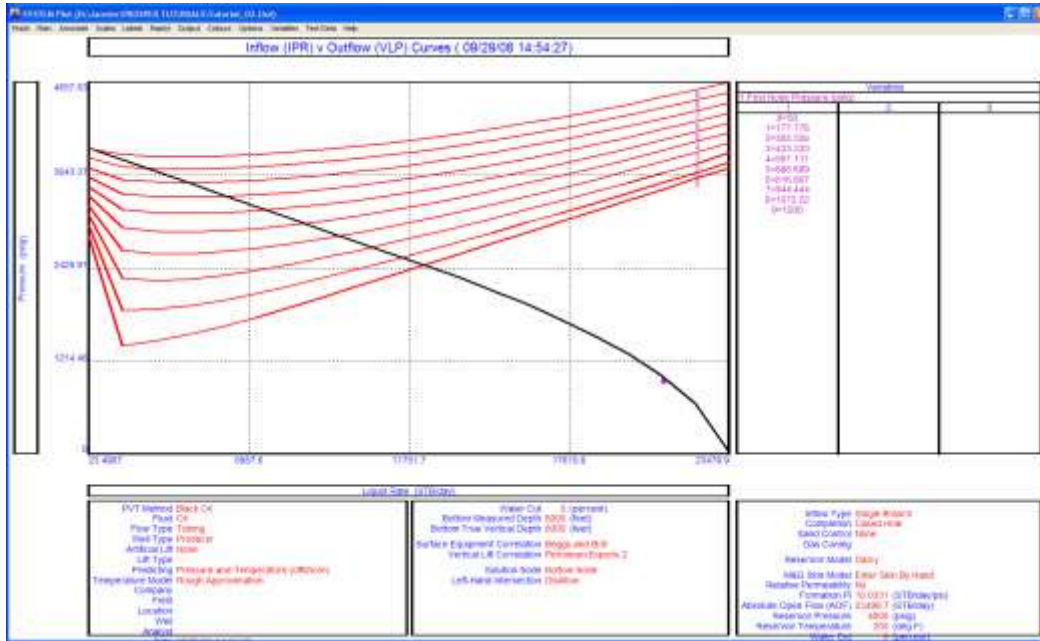
Можна вручну заповнити комірки потрібними значеннями або згенерувати їх автоматично з | Generate і тут потрібно ввести перше значення, останнє значення, кількість значень і алгоритм секвенування:



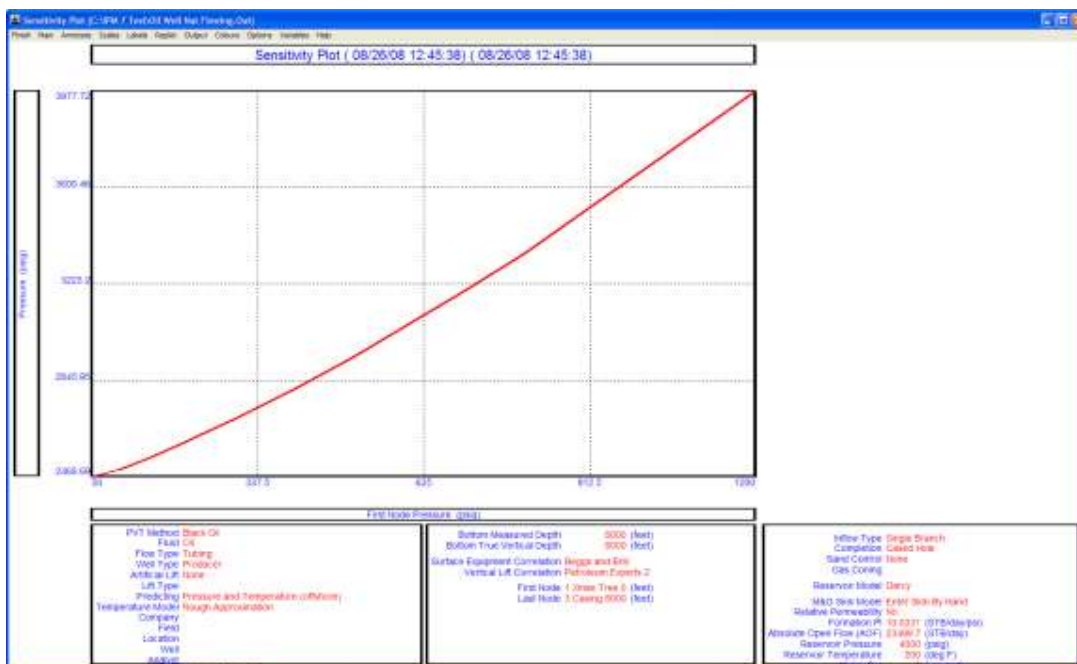
Щоб завершити процес, просто виберіть | Створіть, а потім введені клітинки заповнюється відповідно:

Можна побачити, що на цьому екрані можна чутливість активувати до 3 змінних одночасно. Це, як правило, можливо сенсibiliзувати будь-яку кількість параметрів.

3 | Продовжити | Обчисліть, десять (10) наборів VLP та IPR обчислюються та можуть бути нанесені з | Plot | System Plot:

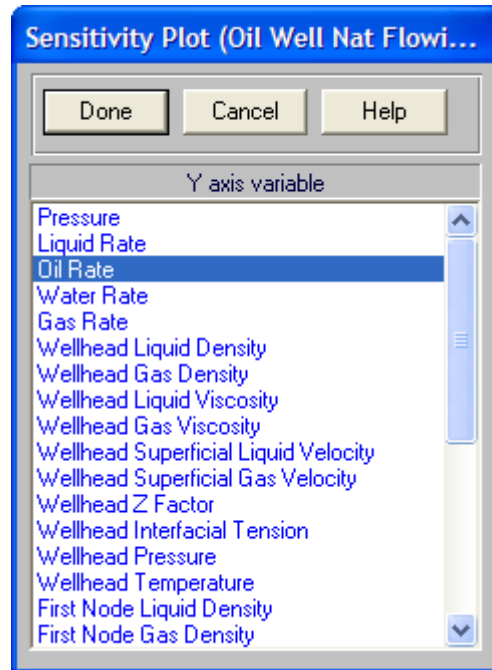


Альтернативним способом представлення результатів є побудова графіка швидкості потоку розчинів від напірного тиску свердловини. Для цього виберіть | Закінчити | Чутливість і ось екран, який може з'явитися:

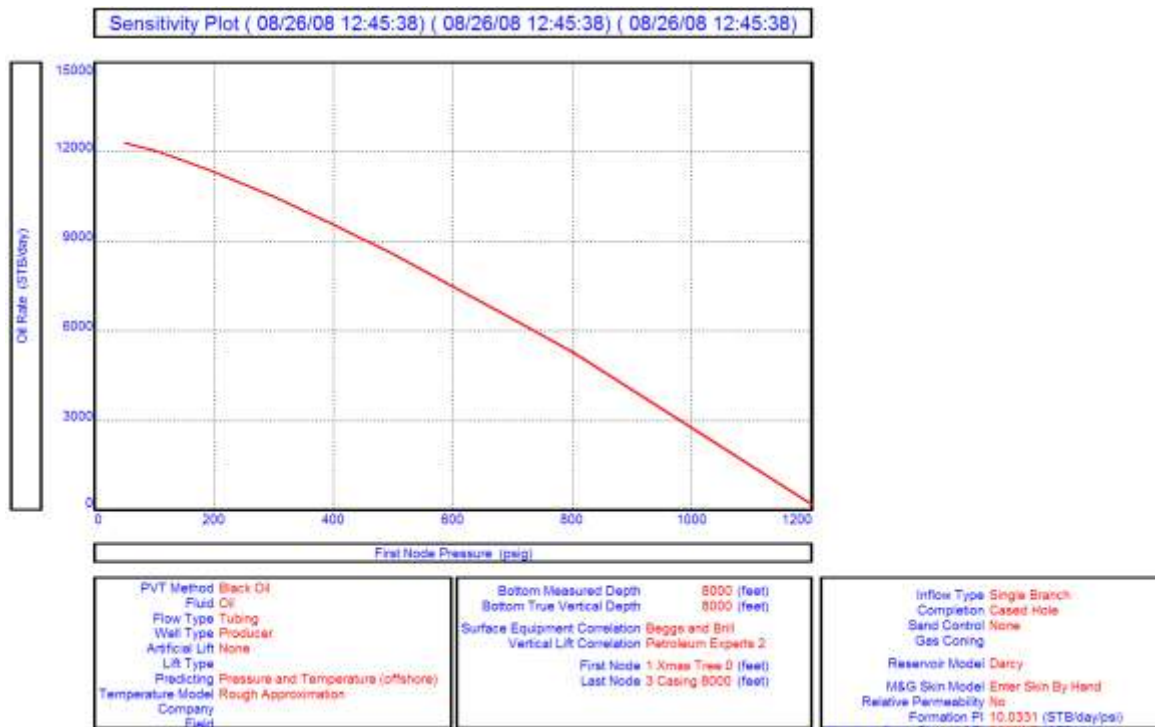


Це графік залежності вибійного тиску від тиску в першому вузлі, де першим вузлом є гирло свердловини.

Щоб побудувати графік залежності витрати нафти від тиску в першому вузлі, потрібно просто вибрати | Змінні, а потім | Витрата нафта для змінної вісі Y:



3 | Готово, крива продуктивності свердловини виглядає так:



Це крива продуктивності свердловини, яка завершує цей розділ.

Виберіть | Main, щоб повернутися до головного екрана PROSPER.

Створення кривої підйому для інших програм

Криві підйому виражають перепад тиску в трубі для заданого набору змінних. Різні постачальники програмного забезпечення використовують різні формати та аббревіатури для кривих підйому.

Найпоширеніші акроніми:

- VLP для продуктивності вертикального підйому
- TRD для даних про продуктивність труб
- TRC для кривих продуктивності труб
- VFP для продуктивності вертикального потоку тощо.

Для нафтових свердловин з природним потоком змінні, залучені до створення кривої підйому:

- Ставка рідини
- Тиск потоку на свердловині (= тиск першого вузла)
- Обводнення і
- GOR

Незважаючи на те, що в цьому випадку зміниться чотири (4) змінні, криві підйому називаються 3-Variables VLP. Змінна швидкість сприймається як належне, оскільки неможливо обчислити падіння тиску без витрати.

3-Variables VLP для нафтової свердловини з природним потоком ϵ : WHFP, GOR і обводненість (Water Cut).

Рекомендація:

У цьому прикладі ми продемонструємо, як створити криві підйому за допомогою PROSPER з моменту підйому. Однак якщо в проекті генерація кривих є ключовим завданням, для виконання якого використовується PROSPER передбачає створення кривих підйому для кількох свердловин та ефективнішим підходом буде використання GAP, цей інструмент моделювання та оптимізації мережі, розроблений Petroleum Experts.

Ось чому:

- GAP накаже PROSPER створити криві підйому за допомогою того самого моделювання свердловини PROSPER, що , створена користувачем і пов'язана зі значком свердловини в GAP

- GAP використовуватиме PROSPER для створення та збереження кривих підйому для будь-якої кількості свердловин.

- GAP вимагатиме введення правильних змінних VLP залежно від типу лунки, визначеного користувачем. Вибір змінних для створення VLP іноді може бути делікатним, оскільки різні симулятори використовують різні назви для однієї і тієї ж величини (наприклад газліфтова ін'єкція швидкості. GLR введений).

Послідовність роботи

Для того, щоб створити VLP свердловин, спочатку потрібно опрацювати задіяні змінні. Тут цими змінними є витрата рідини, WHFP, GOR та обводненість.

Другим кроком є вибір значень для змінних таким чином, щоб хост додаток (GAP, MBAL, REVEAL, Eclipse тощо) може розумно інтерполювати між ними, щоб знайти потрібне рішення. Екстраполяцію та дуже великий інтервал між змінними слід уникати.

У цьому прикладі будуть використані такі значення:

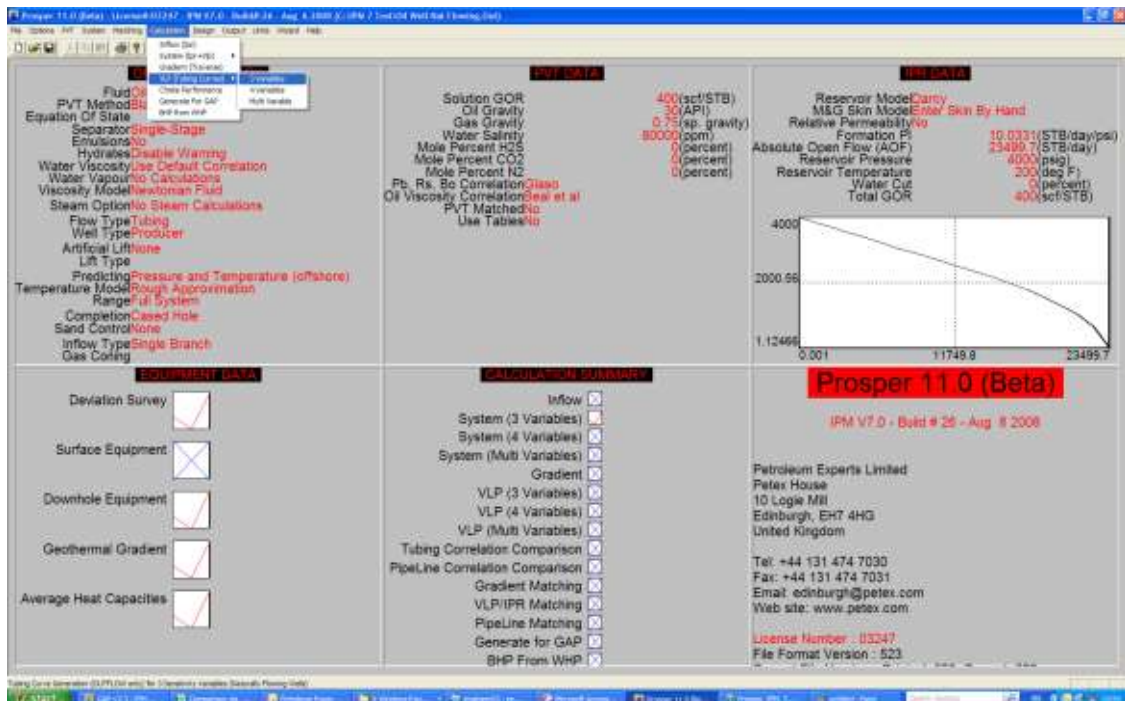
- Норма рідини: від 100 stb/d до 15000 stb/d. Раніше згенерована крива продуктивності показує, що свердловина може виробляти максимум 12000 stb/d без штучного підйому.

- WHFP: від 50 psig до 1500 psig; Ці значення охоплюють такі ситуації: від майже повністю відкритої свердловини до повної зупинки (див. криву продуктивності, згенеровану раніше).

- Обводненість: від 0 до 90%.

- GOR: від 300 scf/stb до 15000 scf/stb.

Щоб ввести дані для створення кривої підйому, виберіть | Розрахунок | VLP (Трубки Криві) | 3 Variables



Наступний знімок екрана можна використовувати для введення діапазону ставок для використання:

VLP (TUBING CURVE) CALCULATIONS (Oil Well Nat Flowing Out)

Continue Cancel Export Insert Delete All Generate Help

Input Data

Top Node Pressure	250	psig
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB

Surface Equipment Correlation	Beggs and Brill
Vertical Lift Correlation	Petroleum Experts 2
Rate Method	User Selected
Rate Type	Liquid Rates

First Node	1 Xmas Tree 0 (feet)
Last Node	3 Casing 8000 (feet)

Enter Rates

	Rates	Rates	Rates	Rates			
	STB/day	STB/day	STB/day	STB/day			
1	100	6	4021.05	11	7942.1	16	11863.2
2	884.211	7	4805.26	12	8726.32	17	12647.4
3	1668.42	8	5589.47	13	9510.53	18	13431.6
4	2452.63	9	6373.68	14	10294.7	19	14215.8
5	3236.84	10	7157.89	15	11078.9	20	15000

Gauge Data

Gauge 1 (Measured) Depth		feet
Gauge 2 (Measured) Depth		feet

Кілька зауважень:

Значення тиску у верхньому вузлі, обводненості та газового фактора будуть перезаписані через змінні чутливості.

Користувач повинен переконатися, що обрано правильну кореляцію VLP. Тут буде використано кореляцію Petroleum Experts 2.

Метод ставок «Вибрані користувачем» дозволяє користувачеві вводити тарифи, які найкраще опише очікувані робочі діапазони свердловини.

Користувач повинен переконатися, що перший і останній вузол вибрано вірно.

Щоб продовжити, просто виберіть | Продовжте, виберіть відповідні змінні та заповніть записи відповідно до знімка екрана нижче:

SELECT VARIABLES (Oil Well Nat Flowing.Out)

Continue Cancel Main Export Help Reset All Combinations

Variable 1: First Node Pressure (psig)

1	50
2	211.111
3	372.222
4	533.333
5	694.444
6	855.556
7	1016.67
8	1177.78
9	1338.89
10	1500

Variable 2: Gas Oil Ratio (scf/STB)

1	300
2	400
3	700
4	1000
5	1500
6	2000
7	3000
8	5000
9	10000
10	15000

Variable 3: Water Cut (percent)

1	0
2	10
3	20
4	30
5	40
6	50
7	60
8	70
9	80
10	90

Тепер потрібно вибрати | Продовжуйте.
 Розрахунок кривої підйому запускається за допомогою | Продовжити |
 Обчислити.

Наберіться терпіння, оскільки це може зайняти деякий час!
 Наприкінці з'явиться повідомлення про завершення розрахунку.

VLP (TUBING CURVE) CALCULATIONS (Oil Well Nat Flowing.Out)

Calculate Plot Export Lift Curve Report Export Options Done Main Help

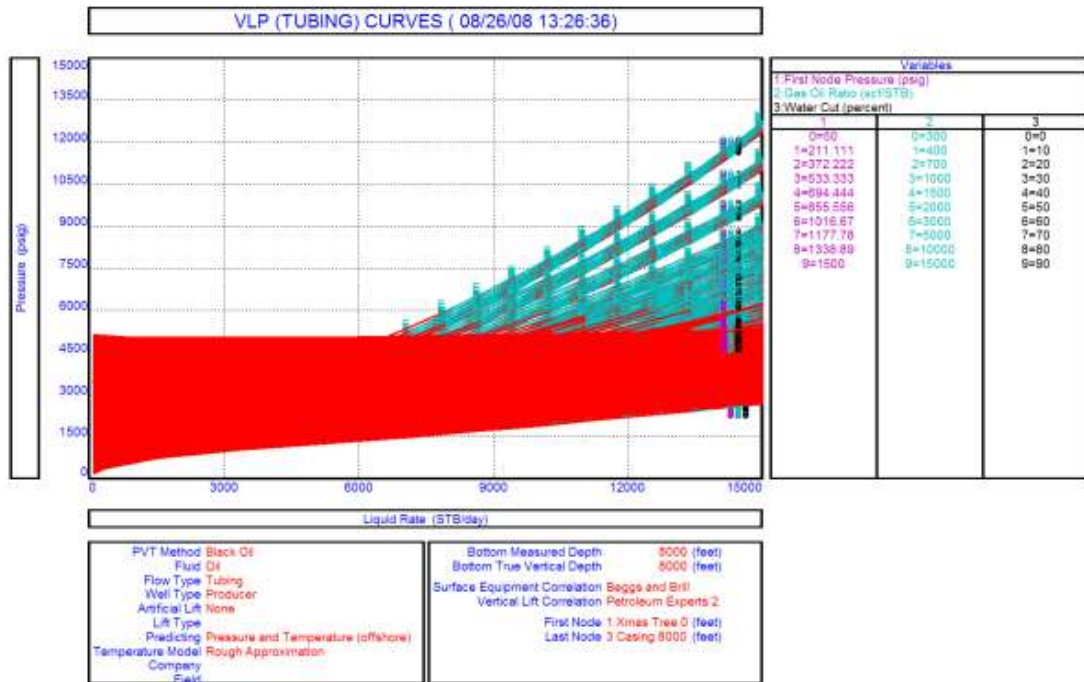
Results

	Liquid Rate	Oil Rate	VLP Pressure	WellHead Pressure	WellHead Temperature
	STB/day	STB/day	psig	psig	deg F
1	100	100	2634.8	50	71.384
2	884.211	884.211	1807.93	50	82.2375
3	1668.42	1668.42	1783.54	50	93.0079
4	2452.63	2452.63	1811.08	50	103.205
5	3236.84	3236.84	1847.29	50	112.332
6	4021.05	4021.05	1892.57	50	120.26
7	4805.26	4805.26	1946.13	50	127.077
8	5589.47	5589.47	2008.12	50	132.935
9	6373.68	6373.68	2071.76	50	137.991
10	7157.89	7157.89	2138.58	50	142.382
11	7942.1	7942.1	2210.41	50	146.219
12	8726.32	8726.32	2280.1	50	149.596
13	9510.53	9510.53	2355.52	50	152.986
14	10294.7	10294.7	2427.04	50	155.251
15	11078.9	11078.9	2498.65	50	157.639
16	11863.2	11863.2	2576.73	50	159.789
17	12647.4	12647.4	2649.26	50	161.736
18	13431.6	13431.6	2721.67	50	163.505
19	14215.8	14215.8	2802.67	50	165.12
20	15000	15000	2875.61	50	166.6

Variables

First Node Pressure	50	(psig)
Gas Oil Ratio	300	(scf/STB)
Water Cut	0	(percent)

Завжди корисно побудувати та візуалізувати криву підйому перед їх експортом. У цьому прикладі просто виберіть | Сюжет і ось що з'явиться:



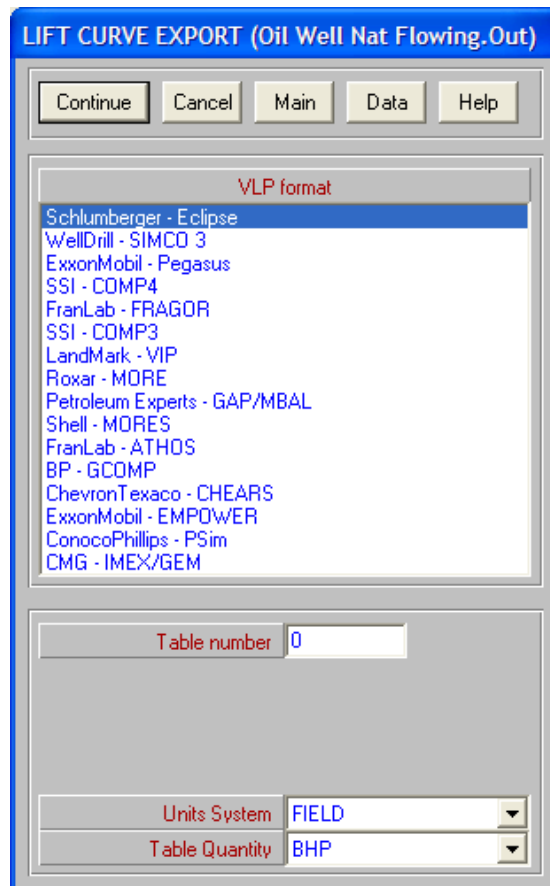
Можна побачити, що всі криві підйому мають правильну форму (J-крива) і виглядають гладкими. Повернутися до попереднього екрана можна за допомогою | Закінчити.

Щоб експортувати криву підйому, просто виберіть кнопку «Експортувати криву підйому» (Export Lift Curve).

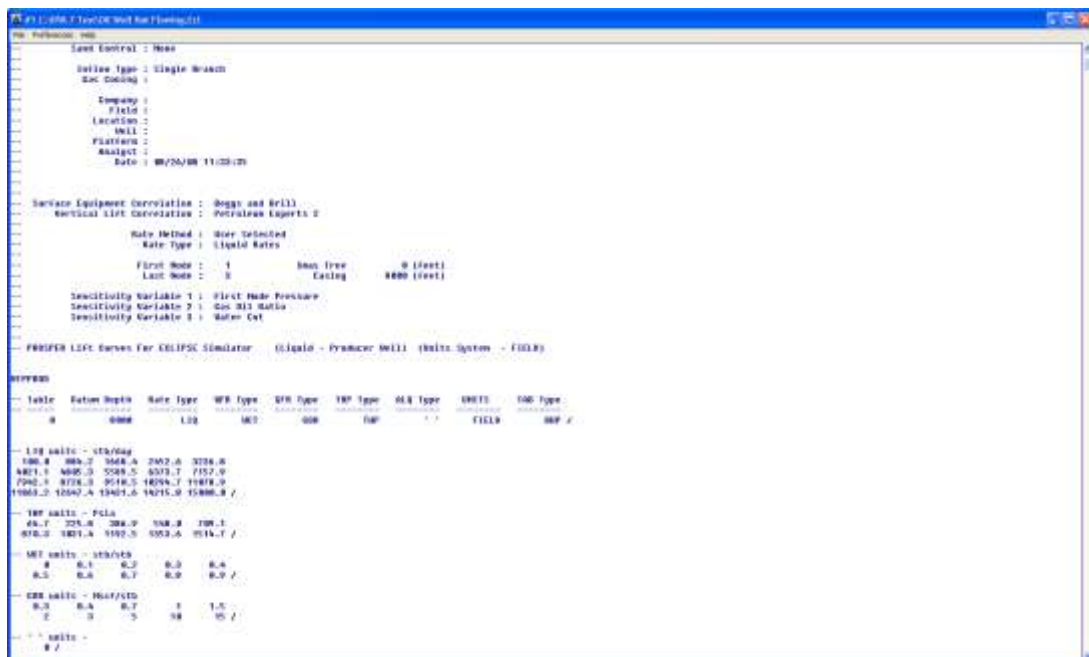
The screenshot shows the 'VLP (TUBING CURVE) CALCULATIONS (Oil Well Nat Flowing Out)' window. It includes a menu bar with 'Calculate', 'Plot', 'Export Lift Curve', 'Report', 'Export', 'Options', 'Done', 'Main', and 'Help'. The 'Results' section contains a table with 20 rows of data. The 'Variables' section on the right shows input values for First Node Pressure (50 psig), Gas Oil Ratio (300 scf/STB), and Water Cut (0 percent).

	Liquid Rate	Oil Rate	VLP Pressure	WellHead Pressure	WellHead Temperature
	STB/day	STB/day	psig	psig	deg F
1	100	100	2634.8	50	71.384
2	884.211	884.211	1807.93	50	82.2375
3	1668.42	1668.42	1783.54	50	93.0079
4	2452.63	2452.63	1811.08	50	103.205
5	3236.84	3236.84	1847.29	50	112.332
6	4021.05	4021.05	1892.57	50	120.26
7	4805.26	4805.26	1946.13	50	127.077
8	5589.47	5589.47	2008.12	50	132.935
9	6373.68	6373.68	2071.76	50	137.991
10	7157.89	7157.89	2138.58	50	142.382
11	7942.1	7942.1	2210.41	50	146.219
12	8726.32	8726.32	2280.1	50	149.596
13	9510.53	9510.53	2355.52	50	152.586
14	10294.7	10294.7	2427.04	50	155.251
15	11078.9	11078.9	2498.65	50	157.639
16	11863.2	11863.2	2576.73	50	159.789
17	12647.4	12647.4	2649.26	50	161.736
18	13431.6	13431.6	2721.67	50	163.505
19	14215.8	14215.8	2802.67	50	165.12
20	15000	15000	2875.61	50	166.6

З'явиться наступний екран, де потрібно вибрати формат для хосту додатку (тут Eclipse):



Процес завершується за допомогою | Продовжити | Збережіть, і файл буде збережено та відредаговано автоматично для перегляду:



Виберіть | Файл | Вихід | Головне, і на цьому вправа завершена.

Лабораторна робота 3

Моделювання нафтової свердловини з урахуванням PVT для чорної нафти

Файл: [~/samples/PROSPER/T03_OilWellPVTMatching.OUT](#)

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель PROSPER для нафтовидобувної свердловини
- Як зіставити калібрування кореляції нафти з фактичною лабораторією PVT вимірювань
- Як ввести дані IPR
- Як описати свердловинне обладнання
- Як виконати розрахунок системи (VLP + IPR) для оцінки дебіту свердловини для даного WHFP.
- Як створити криву продуктивності свердловини
- Як створити та експортувати криві підйому в GAP/MBAL/REVEAL або будь-якого іншого програмного забезпечення (Eclipse, VIP тощо)

Постановка проблеми

Для видобутку нафти з нафтового пласта необхідно пробурити свердловину. Дані рідини (PVT), дані пласта (IPR) і опис свердловинного обладнання (VLP) надається.

Необхідно:

- Побудуйте модель свердловини PROSPER для нафтовидобувної свердловини
- Відкалібруйте кореляції нафти з лабораторними даними
- Використовуйте модель для оцінки початкового дебіту проти тиску течії в гирлі свердловини 250 psig
- Створення кривої продуктивності свердловини (дебіт проти тиску, що протікає у свердловині)
- Створення кривих підйому для використання в симуляторі (Reveal, GAP, MBAL, Eclipse, VIP, тощо)

Вхідні дані PVT

GOR розчину: 400 scf/stb

Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)

Солоність води: 80000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Тиск у точці кипіння: 2500 psig при 200 degF

Подальші дані PVT наведені у вигляді таблиці нижче при 200 degF:

Pressure in psig	Gas Oil Ratio in scf/stb	Oil FVF in rb/stb	Oil Viscosity in centipoises
1500	237	1.138	1.34
2000	324	1.178	1.15
2500	400	1.214	1.01
3000	400	1.207	1.05
4000	400	1.198	1.11

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- Опитування відхилень
- Поверхнєве обладнання
- Свєрдловинне обладнання
- Геотермічний градієнт і
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свєрдловини, морське дно, платформа, РКБ та ін. Головне описати все обладнання в свєрдловині відповідно до обраного походження. Глибина гирла свєрдловини не повинна збігатися з початком огляду відхилення.

Вимірjana глибина у футах	Справжня вертикальна глибина у футах
0	0
8000	8000

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свєрдловини, є частиною поверхнєвого обладнання.

До поверхнєвого обладнання можна віднести: дроселі гирла свєрдловини, стояки, потокові лінії, арматуру тощо. У цьому прикладі поверхнєве обладнання не моделюватиметься.

Свєрдловинне обладнання

Обладнання для свєрдловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхнєву безпеку клапани і так далі.

Equipment type	Measured depth in ft (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8000	8.3	0.0018	1

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини. Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свєрдловини.

При використанні методу прогнозування температури грубого наближення

геотермічного градієнту вводиться в порівнянні з вимірною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює вимірну глибину в справжню вертикальну глибину. Це градієнт температури на основі справжньої вертикальної глибини, яка використовується під час розрахунку.

Вимірня глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
8000	200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складним числом, яке фіксує різні механізми теплопередачі, що відбуваються: провідність, конвекцію і радіація. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточення стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Середня теплова потужність за умовчанням, яка буде використана:

Теплоємність фази в btu/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Вхідні дані пласта

PROSPER має більше 20 різних моделей притоку для нафтових свердловин. Вибір Моделі IPR залежить від мети дослідження, придатності конкретної моделі та параметрів, доступні для дослідження.

Модель IPR: Darcy/Enter Skin вручну

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 degF

Обводнення: 0 %

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Немає

Відносна проникність: Ні

Проникність колектора: 150 mD

Потужність колектора (справжня стратиграфічна товщина): 100 футів

Площа водовідведення: 340 га

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 фута

Механічний кожух: +2

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка

приведе до вирішення проблеми:

- Побудуйте модель свердловини PROSPER для нафтовидобувної свердловини
- Відкалібруйте кореляції нафти з лабораторними даними
- Використовуйте модель для оцінки початкового дебіту проти тиску течії в гирлі свердловини 250 psig
- Створення кривої продуктивності свердловини (дебіт проти тиску, що протікає у свердловині)
- Створення кривих підйому для використання в симуляторі (Reveal, GAP, MBAL, Eclipse, VIP, тощо)

Системні параметри

Просто виберіть | Файл | Новий, якщо файл PROSPER уже відкрито.

В іншому випадку виберіть | Параметри | Параметри та зробіть такі варіанти:

Рідина: нафта і вода. Усі інші параметри можна залишити без змін.

The screenshot shows the 'System Summary (Oil Well Nat Flowing Out)' dialog box. It contains the following settings:

- Fluid Description:** Fluid: Oil and Water, Method: Black Oil
- Calculation Type:** Predict: Pressure and Temperature (offshore), Model: Rough Approximation, Range: Full System, Output: Show calculating data
- Well:** Flow Type: Tubing Flow, Well Type: Producer
- Well Completion:** Type: Cased Hole, Sand Control: None
- Artificial Lift:** Method: None
- Reservoir:** Inflow Type: Single Branch, Gas Coning: No
- User information:** Company, Field, Location, Well, Platform, Analyst, Date: 26 August 2008
- Comments:** (Empty text area)

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Щоб ввести дані PVT, просто виберіть | PVT | Введіть дані та заповніть екран, як показано нижче:

GOR розчину: 400 scf/stb

Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)
 Солоність води: 80000 ppm
 Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

PVT - INPUT DATA (Oil Well Nat Flowing.Out) (Oil - Black Oil)

Done Cancel Tables Match Data Regression Correlations Calculate Save Open Composition Help

Use Tables

Input Parameters

Solution GOR	400	scf/STB
Oil Gravity	30	API
Gas Gravity	0.75	sp. gravity
Water Salinity	80000	ppm

Correlations

Pb, Rs, Bo	Glaso
Oil Viscosity	Beal et al

Impurities

Mole Percent H2S	0	percent
Mole Percent CO2	0	percent
Mole Percent N2	0	percent

Щоб ввести лабораторні вимірювання при різних тисках, виберіть | Дані відповідності і заповніть таблицю наступним чином:

PVT - Match Data (Oil Well Nat Flowing.Out) (Oil - Black Oil matched)

Done Main Cancel Reset Copy Clip Import FVIP Import Transfer Plot Help

PVT Match data

Table 1

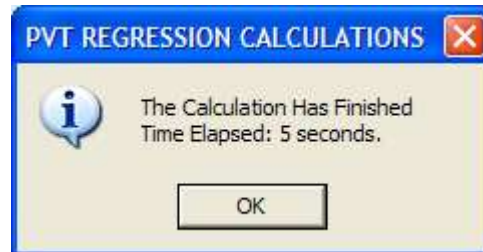
Temperature	200	deg F
Bubble Point	2500	psia

	Pressure	Gas Oil Ratio	Oil FVF	Oil Viscosity
	psia	scf/STB	RB/STB	centipoise
1	1500	237	1.138	1.34
2	2000	324	1.178	1.15
3	2500	400	1.214	1.01
4	3000	400	1.207	1.05
5	4000	400	1.198	1.11
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Виберіть | Готово, щоб повернутися до екрана введення PVT

PVT регресія

Тепер виберіть |Регресія | Зіставте все, щоб задіяти алгоритм нелінійної регресії. Наступний екран підтвердить, коли регресію буде завершено.

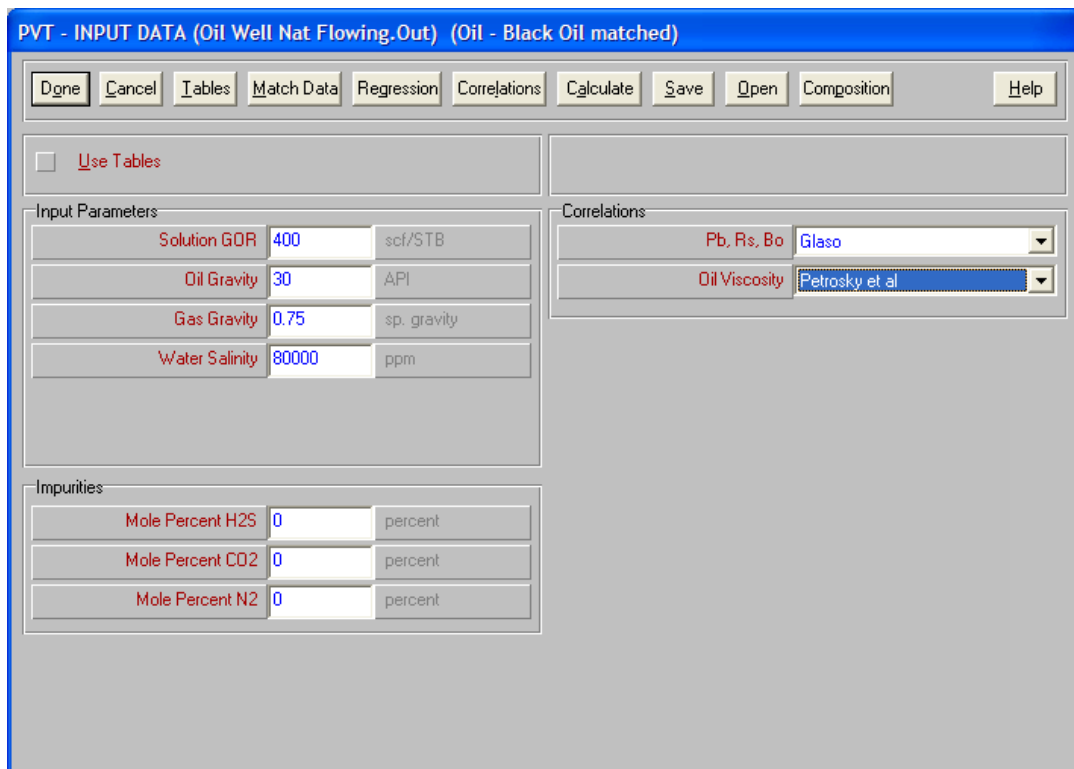


Щоб перевірити якість регресії, виберіть | ОК | Параметри і ось що може бути:

PVT - Correlation Parameters (Oil Well Nat Flowing.Out) (Oil - Black Oil matched)						
Done Cancel Main Export Report Reset All Help						
Bubble Point						
	Glaso	Standing	Lasater	Vazquez-Beqqs	Petrosky et al	Al-Marhoun
Parameter 1	1.01907	1.09489	1.2009	1.01642	1.01632	1.01738
Parameter 2	45.9137	199.182	357.464	39.7442	39.4951	41.9877
Std deviation						
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Solution GOR						
	Glaso	Standing	Lasater	Vazquez-Beqqs	Petrosky et al	Al-Marhoun
Parameter 1	0.98686	0.83152	0.76066	0.97858	1.38222	0.96707
Parameter 2	-3.16749	2.65689	-12.0662	0.61345	-119.123	14.3954
Std deviation	5.88865	7.55642	0.088238	3.72417	6.59647	14.6964
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Oil FVF						
	Glaso	Standing	Lasater	Vazquez-Beqqs	Petrosky et al	Al-Marhoun
Parameter 1	1.01401	0.85723	0.96111	1.15831	0.93026	0.87742
Parameter 2	-0.017231	0.1365	0.009578	-0.23851	0.055135	0.10256
Parameter 3	1	1	1	1	1	1
Parameter 4	0.082196	1e-8	1e-8	1e-8	1e-8	1e-8
Std deviation	0.0034458	0.0022864	0.00023165	0.0027352	0.0026538	0.0037142
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Oil Viscosity						
	Beal et al	Beqqs et al	Petrosky et al	Eqboqah et al	Berman	
Parameter 1	0.89754	1.07272	0.94954	-0.049909	1	
Parameter 2	0.11666	0.13215	-0.015411	1.32041	0	
Std deviation	0.004633	0.026872	0.045886			
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	

Зверніться до довідки, щоб отримати докладну інформацію про алгоритм регресії. В ідеалі параметр 1, який є множником, має бути близьким до одиниці, тоді як зсув (Параметр 2) очікується приблизно на нуль. На основі отриманих тут результатів ми перейдемо до комбінації Glaso/ Petrosky.

Для цього виберіть | Виконано | Готово та виберіть відповідні кореляції чорної нафти відповідно до знімку екрану нижче:



Виберіть | Готово. На цьому цей крок завершено.

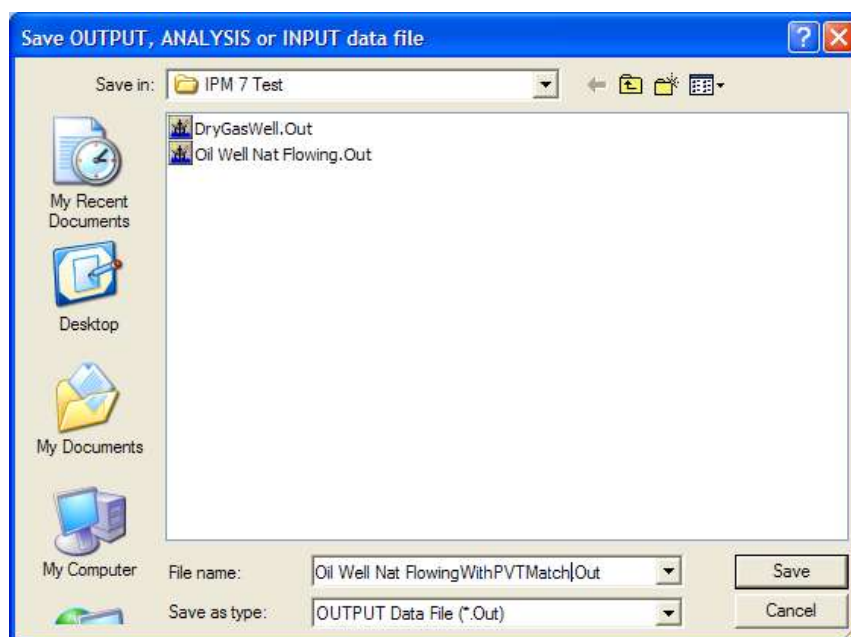
Збереження файлу

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі збою комп'ютера.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Зберегти як.

Після цього просто перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

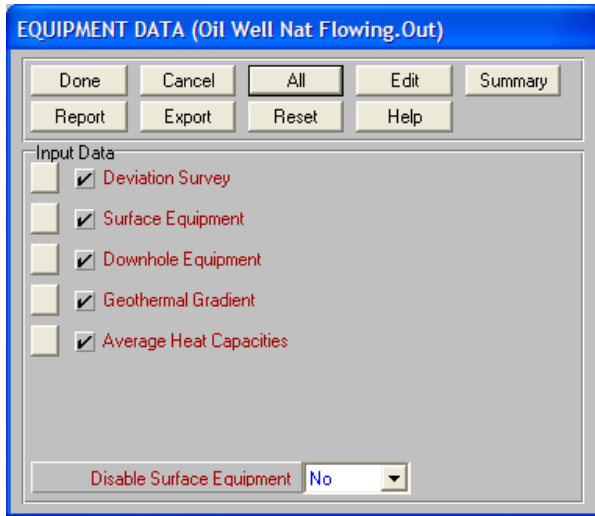
Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.



Решта пояснюється само собою.

Опис системного обладнання

Щоб описати обладнання системи (тобто обладнання в свердловині та навколо неї), просто оберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | все



Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Вимірня глибина у футах

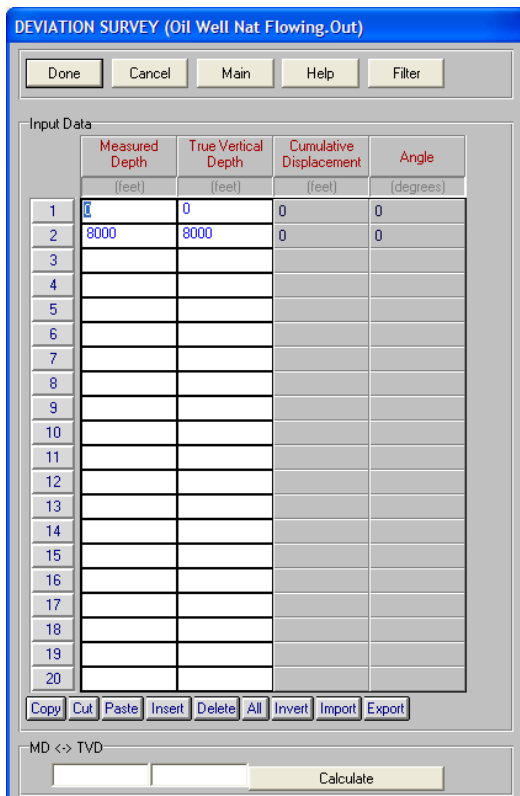
0

8000

Справжня вертикальна глибина у футах

0

8000



Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних точки, що описують траєкторію свердловини.

Для цього | Потрібно використовувати кнопку фільтра, розташовану у верхньому правому куті цього екрана.

Виберіть | Готово, і з'явиться екран із написом Surface Equipment.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання.

Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, користувач перейде до наступного екрану: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Свердловинне обладнання включає в себе насосно-компресорні труби, обсадні труби, ніпелі, клапани безпеки і так далі.

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in ft inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8000	8.3	0.0018	1

DOWNHOLE EQUIPMENT (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing

Input Data

	Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1	Well Head	Xmas Tree	0							
2	Tubing	Tubing	7800	3.992	0.0018					1
3	Casing	Casing	8000					8.3	0.0018	1
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Найглибший запис у розділі свердловинного обладнання є базовою глибиною для статичного пластового тиску, який буде введено в розділ IPR.

Рекомендується брати верхню перфорацію як базову глибину для статички пластового тиску. Це означає, що опис свердловинного обладнання має зупинятися на верхній частині перфорації. Це також вірно для багатозонного завершення, оскільки падіння тиску між зонами буде враховано відповідним припливом (багат шарова модель IPR з dP або багатостороння модель IPR).

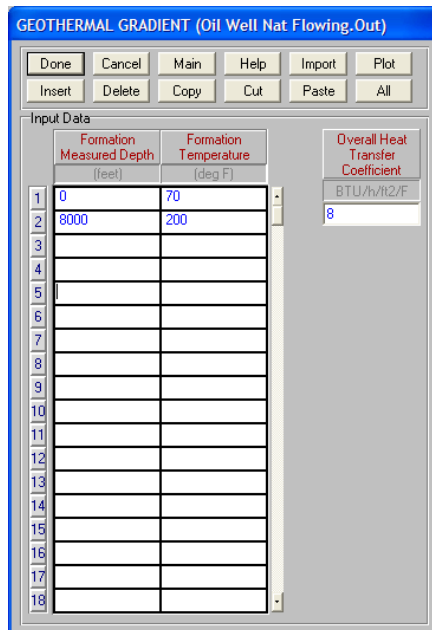
Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Доступні дані:

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
8000	200

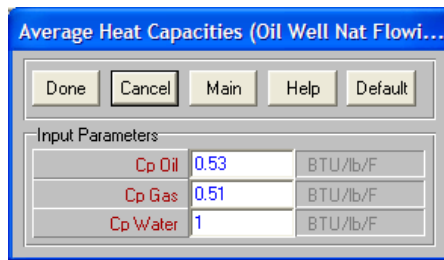
Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.



Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

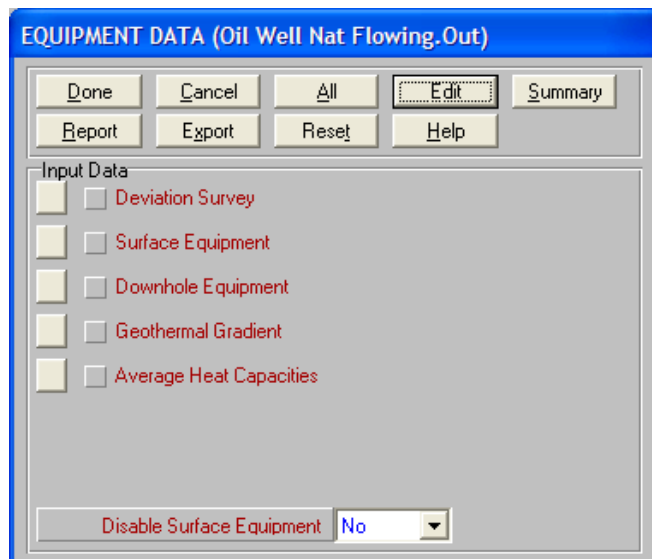
Середні теплоємності

Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням.



Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього відкриється екран введення розділу даних про обладнання:



Коротка інформація про обладнання

На екрані «Дані обладнання» можна створити ескіз стовбура свердловини за допомогою | Підсумок і вісь що з'явиться:

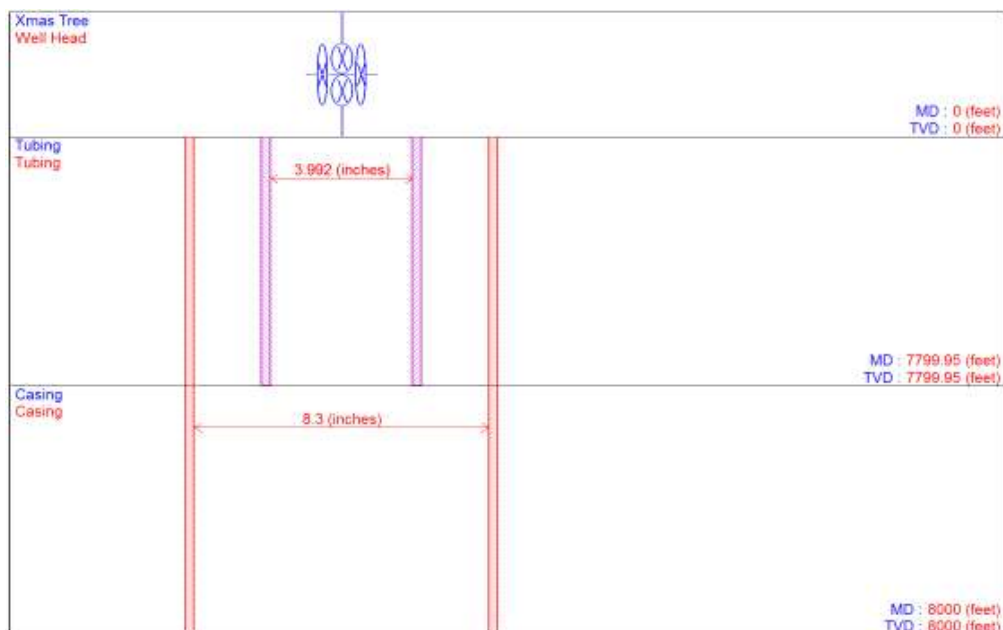
Equipment Summary (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Main Help Draw Surface Draw Downhole Report Export

Equipment Summary

	Type	Label	Rate Multiplier	Measured Depth	True Vertical Depth	Pipe Length	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter
				(feet)	(feet)	(feet)	(inches)	(inches)	(inches)
1	Xmas Tree	Well Head	1	0	0				
2	Tubing	Tubing	1	7799.95	7799.95	7799.95	3.992	0.0018	
3	Casing	Casing	1	8000	8000	200.05			

Якщо потім вибрати | Намалюйте свердловину, це ескіз свердловини, який з'являється:



Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Збереження файлу PROSPER

Рекомендується зберегти / перезаписати файл на цьому етапі.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Збережіть і просто дайте відповідь ТАК на перезапис файлу.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Щоб вибрати модель IPR, просто виберіть | Система | Приплив продуктивності та зробити відповідний вибір наступним чином:

Модель IPR: Дарсі

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 degF

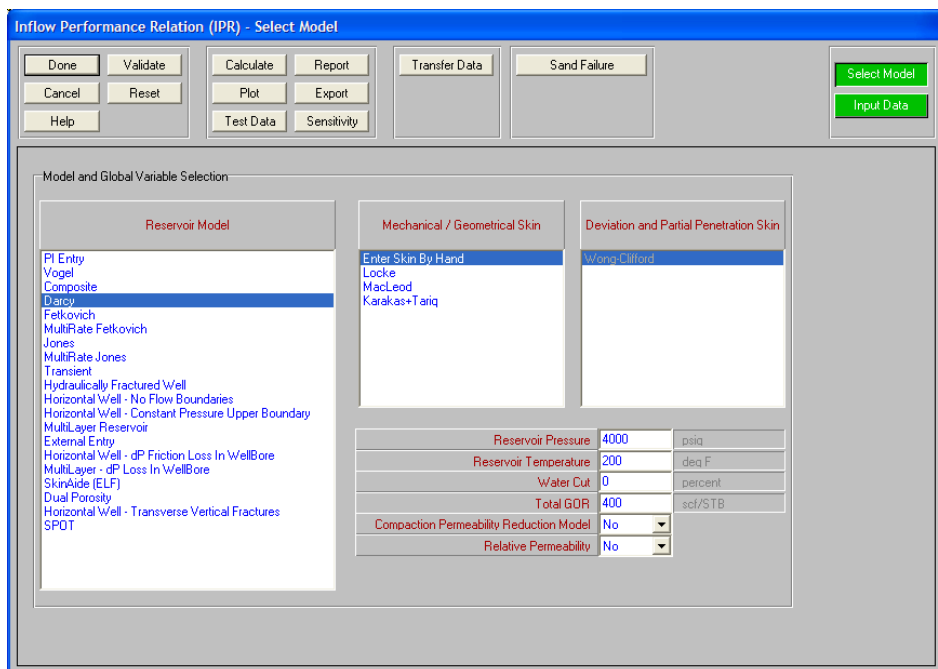
Обводнення: 0 %

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Немає

Корекція відносної проникності: Ні

Модель кожуха: введіть кожух вручну



Щоб продовжити, просто натисніть кнопку «Ввести дані» (червону, якщо недійсні) у верхньому правому куті екран вище:

Введення даних IPR

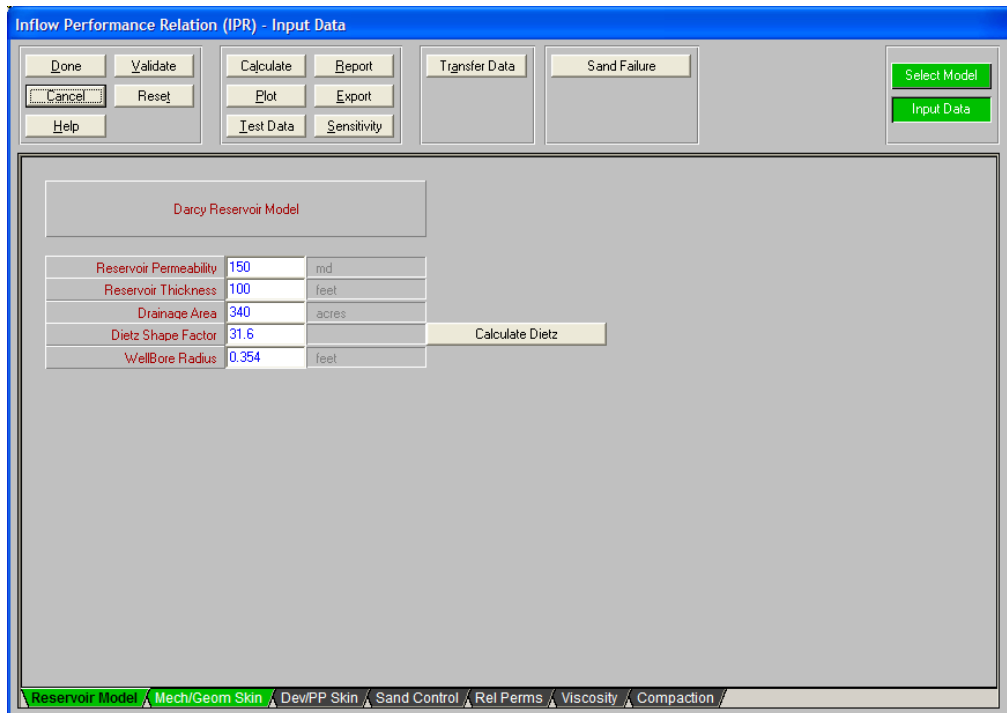
Проникність колектора: 150 мД

Потужність колектора (справжня стратиграфічна товщина): 100 футів

Площа водовідведення: 340 га

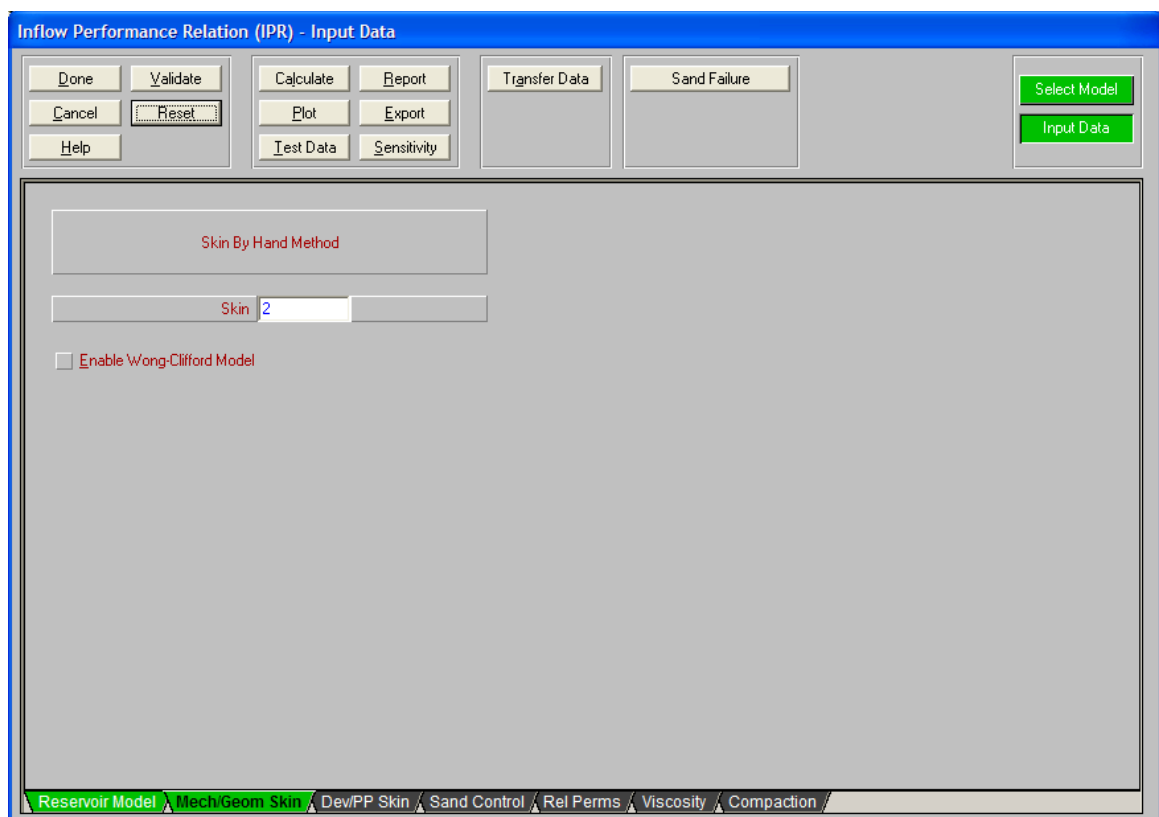
Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Радіус свердловини (радіус бурового долота): 0,354 фута



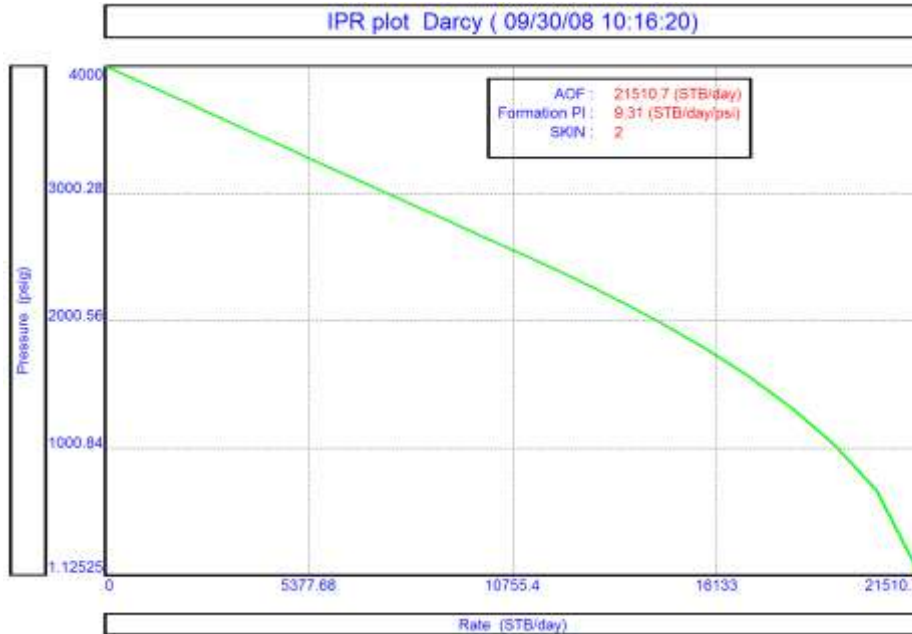
На екрані вище виберіть вкладку «Mech/Geom Skin» у нижньому лівому куті екрану для входу в механічну оболонку:

IPR : введення значення кожуха
 Механічний кожух: +2



IPR : Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки. Для цього просто виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення зробить це, створить та відобразить такий графік:



Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

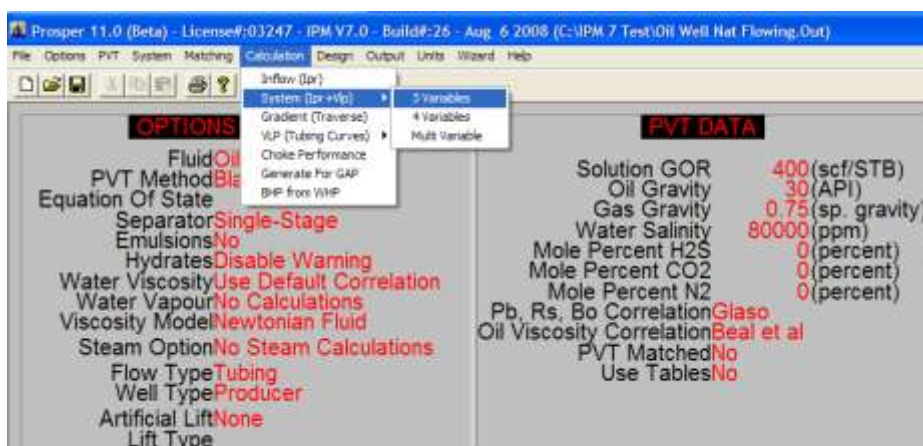
Оцінка дебіту свердловини

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь труби (VLP).

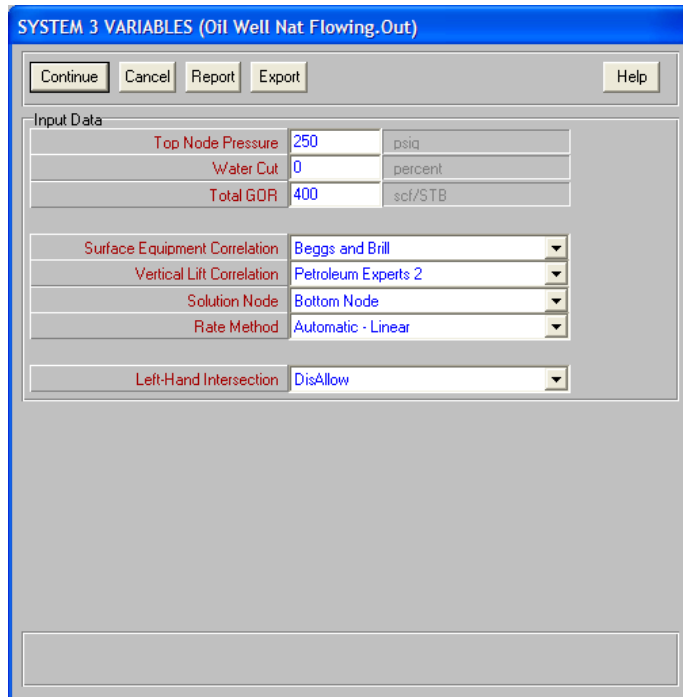
Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і відповідь (VLP).

Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система | 3 Variables відповідно до знімка екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



SYSTEM 3 VARIABLES (Oil Well Nat Flowing Out)		
Continue	Cancel	Report
Export	Help	
Input Data		
Top Node Pressure	250	psia
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB
Surface Equipment Correlation	Beggs and Brill	
Vertical Lift Correlation	Petroleum Experts 2	
Solution Node	Bottom Node	
Rate Method	Automatic - Linear	
Left-Hand Intersection	DisAllow	

Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини.

Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT.

Однак протягом життя свердловини будь-який параметр може змінюватися. Тому цей екран дозволить користувачеві підвищити чутливість до обох.

Під час сенсibilізації щодо обводненості та/або GOR, PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків. Він більше не використовуватиме GOR і значення обводненості, які введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

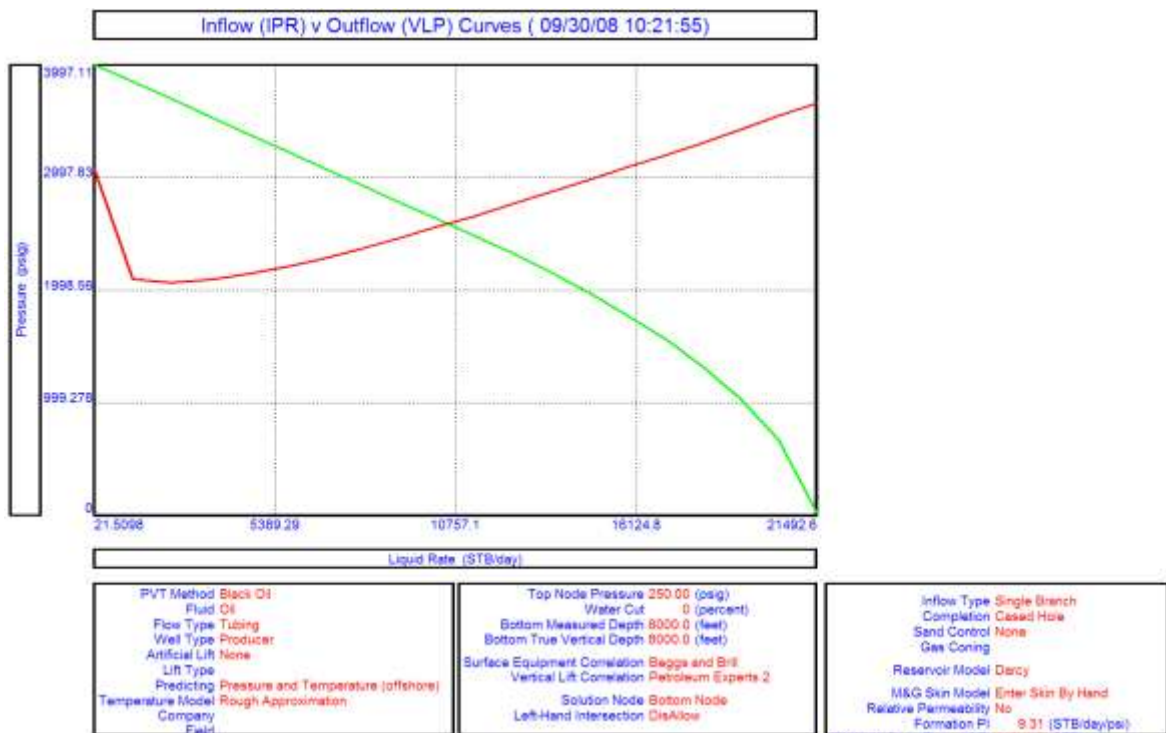
Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:



Можна прочитати витрату нафти 10500 stb/d як швидкість розчинення. Відповідний ВНФР читається: 2584 psig.

Якщо вибрати | Ділянка | System Plot, системний графік (VLP + IPR plot) відображається як:



Виберіть | Головне, щоб повернутися до головного екрана PROSPER і зберегти файл, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

Створення кривої продуктивності свердловини

Продуктивність свердловини – це графік залежності дебіту від упорного тиску в даному пласті.

Таким чином, створення продуктивності свердловини просто означає перевірку чутливості на свердловині напірного тиску, від дуже низького напору свердловини до максимально можливого тиску, який закриє свердловину.

У цьому прикладі ми будемо змінювати тиск у гирлі свердловини від 50 psig до 1200 psig.

Для цього просто виберіть | Розрахунок | Система (IPR VLP) | 3 Variables | Продовжуйте і тут виберіть змінну чутливості «Тиск першого вузла» (First Node Pressure):

SELECT VARIABLES (Oil Well Nat Flowing.Out)

Continue Cancel Main Export Help Reset All Combinations

Variable 1
First Node Pressure

	psig
1	50
2	100
3	150
4	200
5	300
6	400
7	500
8	700
9	800
10	1200

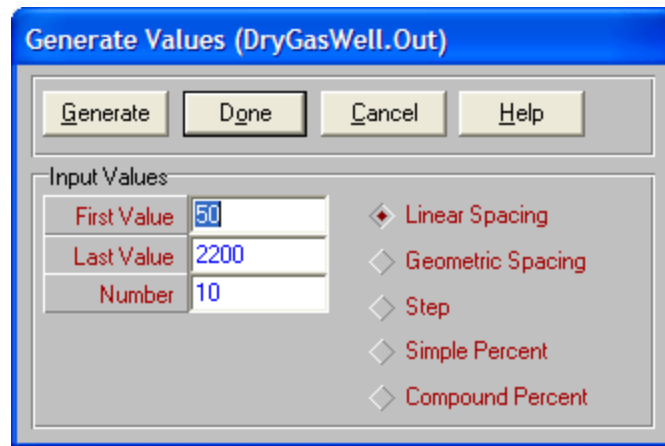
Reset
Generate
Clear Data

Variable 2

Variable 3

Можна вручну заповнити комірки потрібними значеннями або згенерувати їх автоматично з | Генерувати. Після цього потрібно ввести перше значення,

останнє значення, кількість значень і алгоритм послідовності:

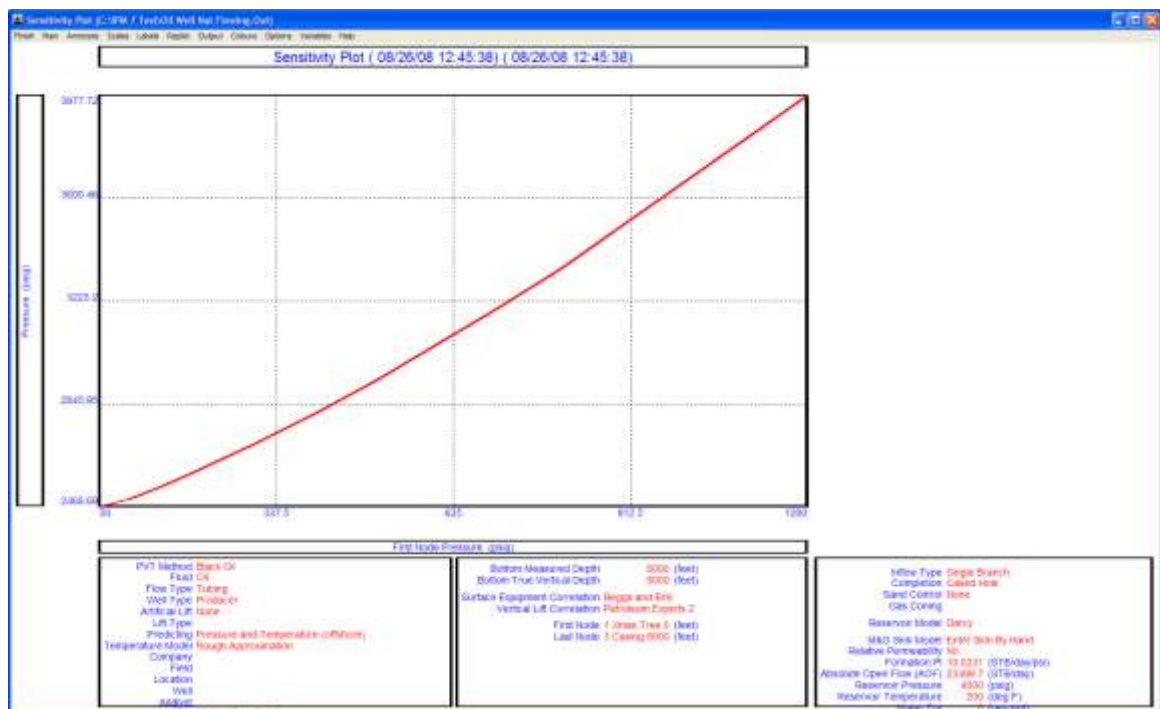


Щоб завершити процес, просто виберіть | Створіть, а потім клітинки заповнюється відповідно:

Можна побачити, що на цьому екрані одночасно можна активувати до 3 змінних. Це, як правило, можливо сенсibiliзувати будь-яку кількість параметрів.

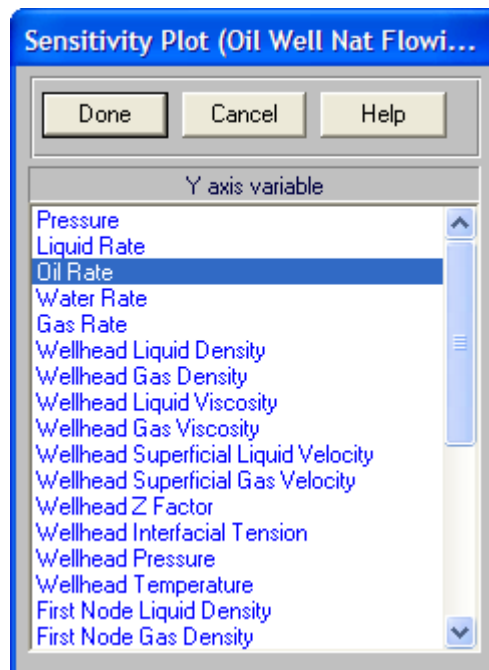
3 | Продовжити | Обчисліть, десять (10) наборів VLP та IPR.

Щоб візуалізувати графік залежності швидкості розчину від тиску в першому вузлі, виберіть | Чутливість (Sensitivity).

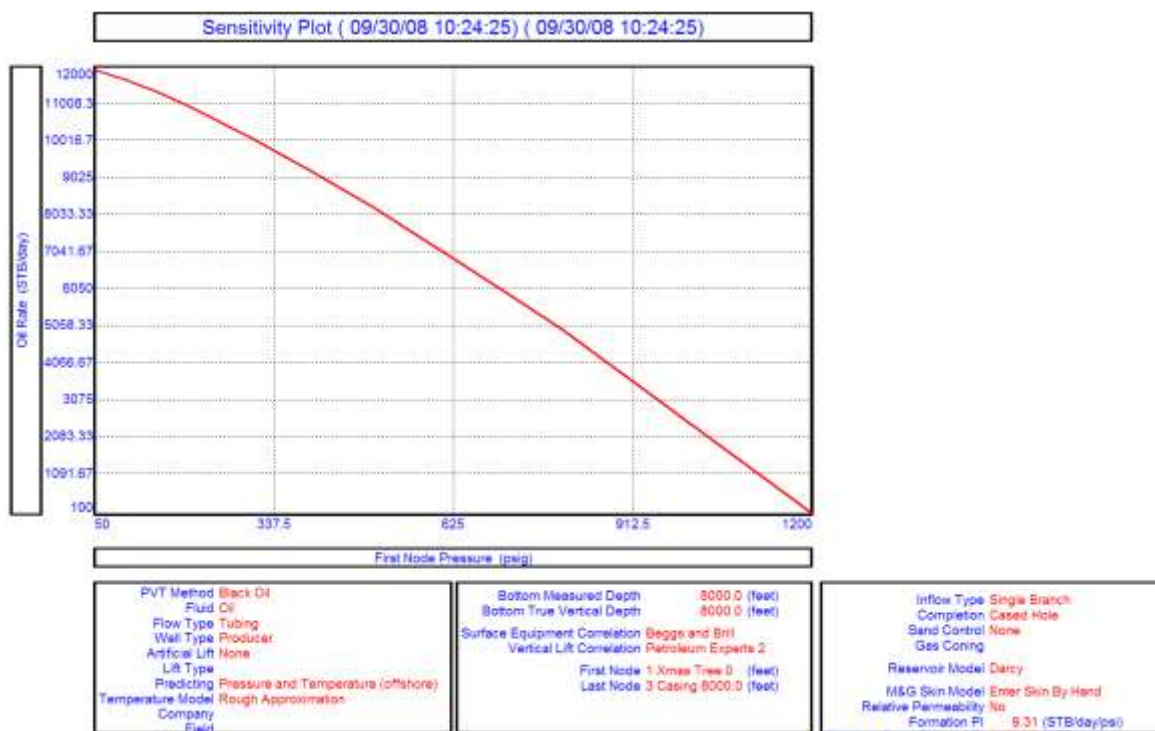


Це графік залежності вибійного тиску від тиску в першому вузлі, де першим вузлом є гирлом свердловини.

Щоб побудувати графік залежності витрати масла від тиску в першому вузлі, потрібно просто вибрати | Змінні, а потім | Витрата газу для змінної вісі Y:



3 | Готово, крива продуктивності свердловини виглядає так:



Це завершує цей розділ.

Виберіть | Main, щоб повернутися до головного екрана PROSPER.

Створення кривої підйому для інших програм

Криві підйому виражають перепад тиску в трубі для заданого набору змінних.

Різні постачальники програмного забезпечення використовують різні формати та аббревіатури для кривих підйому.

Найпоширеніші акроніми:

- VLP для продуктивності вертикального підйому
- TRD для даних про продуктивність труб
- TRC для кривих продуктивності труб
- VFP для продуктивності вертикального потоку тощо.

Для нафтових свердловин з природним потоком змінні, залучені до створення кривої підйому:

- норма рідини
- Тиск потоку на свердловині (= тиск першого вузла)
- Обводнення
- GOR

Незважаючи на те, що в цьому випадку зміниться чотири (4) змінні, криві підйому називаються

3-Variables VLP. Змінна швидкість сприймається як належне, оскільки неможливо обчислити падіння тиску без витрати.

3 VLP variables для нафтової свердловини з природним потоком: WHFP, GOR і обводненість.

Рекомендація:

У цьому прикладі ми продемонструємо, як створити криві підйому за допомогою PROSPER з моменту підйому. Генерація кривої є ключовим завданням, для виконання якого використовується PROSPER. Однак якщо проект передбачає створення кривих підйому для кількох свердловин, ефективнішим підходом буде використовувати GAP, інструмент моделювання та оптимізації мережі, розроблений Petroleum Experts.

Ось чому:

- GAP накаже PROSPER створити криві підйому за допомогою того самого PROSPER моделі свердловини, яка створена користувачем і пов'язана зі значком свердловини в GAP

- GAP використовує PROSPER для створення та збереження кривої підйому для будь-якої кількості свердловин у пакетному режимі.

- GAP вимагатиме введення правильних змінних VLP залежно від типу свердловини. Вибір змінних для кривих підйому іноді може бути делікатним через різні стимулятори використовуйте різні назви для однієї і тієї ж кількості (приклад: швидкість газліфту порівняно з GLR вводять).

Послідовність роботи

Для того, щоб створити VLP свердловин, спочатку потрібно опрацювати задіяні змінні. Цими змінними є витрата рідини, WHFP, GOR та обводненість.

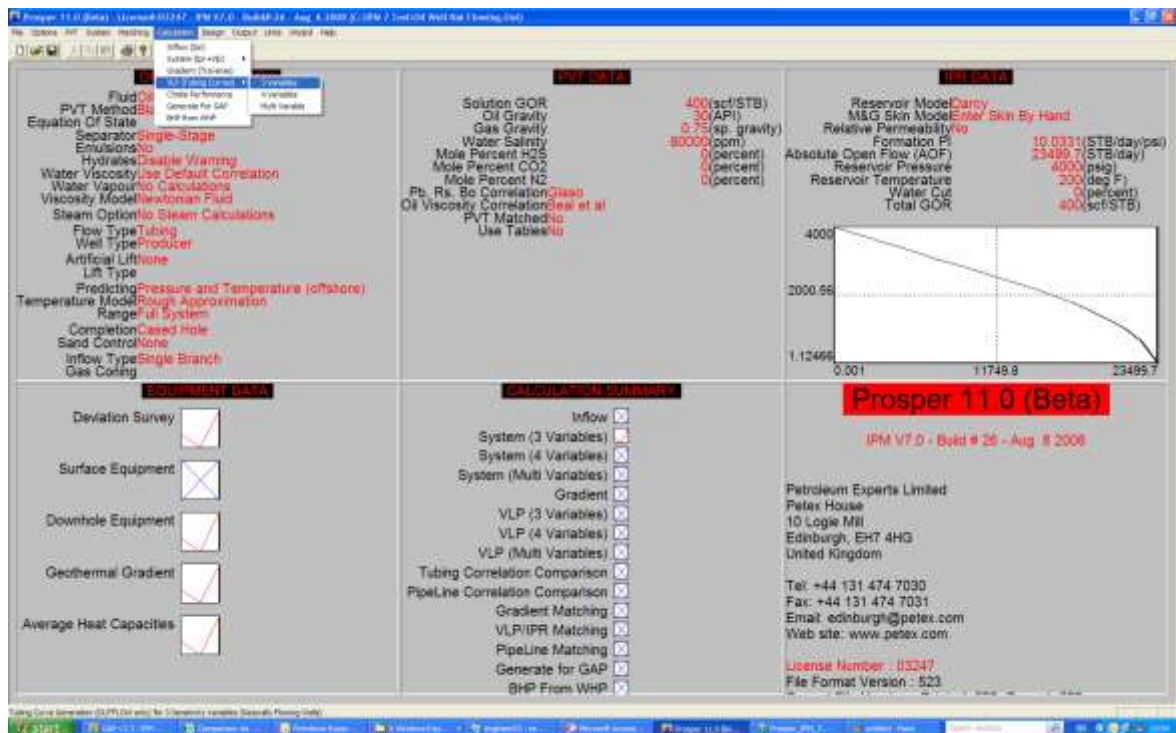
Другим кроком є вибір значень для змінних таким чином, щоб хост додаток (GAP, MBAL, REVEAL, Eclipse тощо) може розумно інтерполювати щоб знайти

потрібне рішення. Має бути екстраполяція та дуже великий інтервал між змінними.

У цьому прикладі будуть використані такі значення:

- Норма рідини: від 100 stb/d до 15000 stb/d. Раніше згенерована крива продуктивності показує, що свердловина може виробляти максимум 12 000 stb/d без штучного підйому.
- WHFP: від 50 psig до 1500 psig; Ці значення охоплюють такі ситуації: від майже повністю відкритої свердловини до повної зупинки (див. криву продуктивності, згенеровану раніше).
- Обводненість: від 0 до 100%.
- GOR: від 300 scf/stb до 15000 scf/stb.

Щоб ввести дані для створення кривої підйому, виберіть | Розрахунок | VLP (труби криві) | 3 Variables



Наступний знімок екрана можна використовувати для введення діапазону ставок для використання:

VLP (TUBING CURVE) CALCULATIONS (Oil Well Nat Flowing.Out)

Continue Cancel Export Insert Delete All Generate Help

Input Data

Top Node Pressure	250	psig
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB

Surface Equipment Correlation: Beggs and Brill

Vertical Lift Correlation: Petroleum Experts 2

Rate Method: User Selected

Rate Type: Liquid Rates

First Node: 1 Xmas Tree 0 (feet)

Last Node: 3 Casing 8000 (feet)

Enter Rates

	Rates	Rates	Rates	Rates			
	STB/day	STB/day	STB/day	STB/day			
1	100	6	4021.05	11	7942.1	16	11863.2
2	884.211	7	4805.26	12	8726.32	17	12647.4
3	1668.42	8	5589.47	13	9510.53	18	13431.6
4	2452.63	9	6373.68	14	10294.7	19	14215.8
5	3236.84	10	7157.89	15	11078.9	20	15000

Gauge Data

Gauge 1 (Measured) Depth		feet
Gauge 2 (Measured) Depth		feet

Кілька зауважень:

Значення тиску у верхньому вузлі, обводненості та газового фактора будуть перезаписані через змінні чутливості.

Потрібно переконатися, що вибрано правильну кореляцію VLP. Тут буде використано кореляцію Petroleum Experts 2.

Метод тарифу «Вибраний користувачем» дає користувачеві можливість вводити тариф, що найкраще опише очікувані робочі діапазони свердловини.

Слід також переконатися, що перший і останній вузол вибрані правильно.

Щоб продовжити, просто виберіть | Продовжте, виберіть відповідні змінні та заповніть записи відповідно до знімка екрана нижче:

SELECT VARIABLES (Oil Well Nat Flowing Out)

Continue Cancel Main Export Help Reset All Combinations

Variable 1
First Node Pressure

	psia	Reset
1	50	Generate Clear Data
2	211.111	
3	372.222	
4	533.333	
5	694.444	
6	855.556	
7	1016.67	
8	1177.78	
9	1338.89	
10	1500	

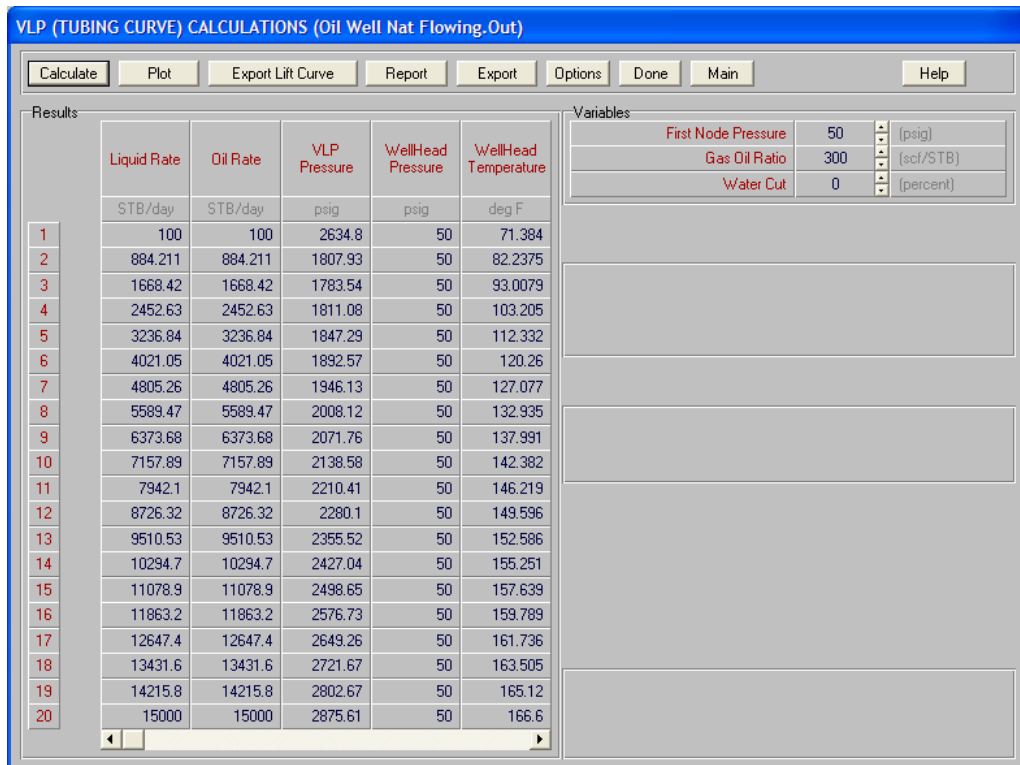
Variable 2
Gas Oil Ratio

	scf/STB	Reset
1	300	Generate Clear Data
2	400	
3	700	
4	1000	
5	1500	
6	2000	
7	3000	
8	5000	
9	10000	
10	15000	

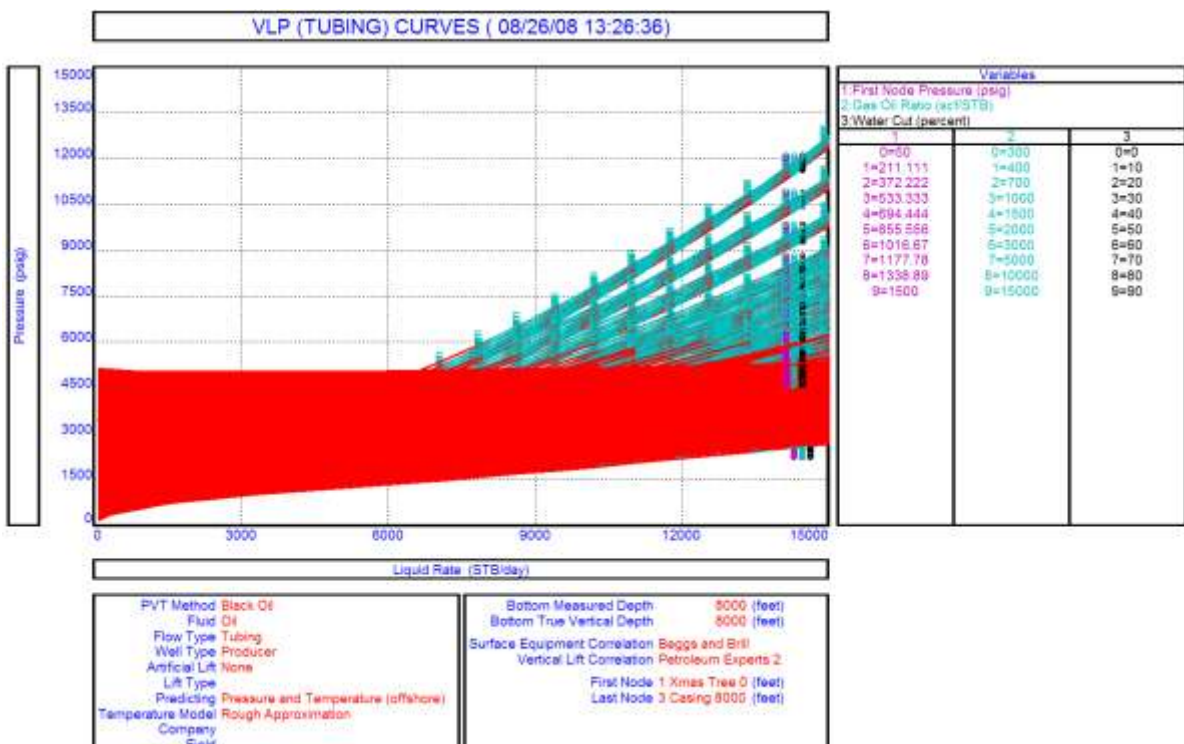
Variable 3
Water Cut

	percent	Reset
1	0	Generate Clear Data
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	
6	50	
7	60	
8	70	
9	80	
10	90	

Тепер просто виберіть | Продовжувати.
 Розрахунок кривої підйому запускається за допомогою | Обчислити.
 Наберіться терпіння, оскільки це може зайняти деякий час!
 В кінці з'явиться повідомлення про завершення розрахунку.

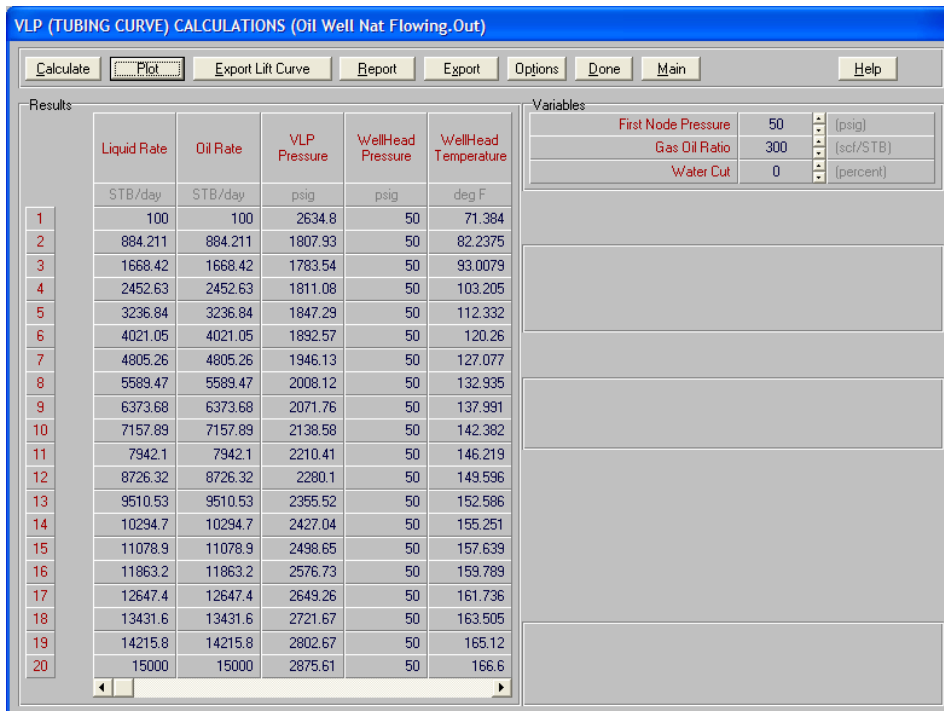


Завжди корисно побудувати та візуалізувати криві підйому перед їх експортом. У цьому прикладі просто виберіть | Сюжет і ось що з'являється:

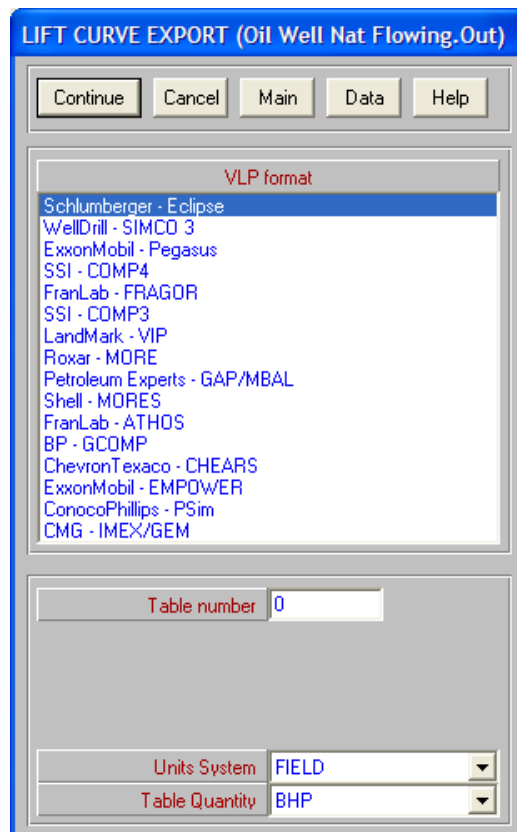


Можна побачити, що всі криві підйому мають правильну форму (J-крива) і виглядають гладкими. Повернутися до попереднього екрана можна за допомогою | Закінчити.

Щоб експортувати криву підйому, просто виберіть кнопку «Експортувати криву підйому» (Export Lift Curve).



З'явиться наступний екран, де потрібно вибрати формат для хосту додаток (тут Eclipse):



Процес завершується за допомогою | Продовжити | Збережіть, і файл буде збережено та відредаговано автоматично для перегляду:

Виберіть | Файл | Вихід | Головне, і на цьому вправа завершена.

Лабораторна робота 4 Моделювання горизонтальної нафтової свердловини

Файл: [~/samples/PROSPER/T04_HorizontalOilWell.out](#)

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель PROSPER для горизонтальної нафтової свердловини
- Як ввести базові дані PVT для нафти
- Як ввести дані IPR
- Як описати свердловинне обладнання
- Як виконати розрахунок системи (VLP + IPR) для оцінки дебіту свердловини для даного WHFP 250 psig.
- Як створити криву продуктивності свердловини
- Як створити та експортувати криві підйому в GAP/MBAL/REVEAL або будь-яке інше програмне забезпечення (Eclipse, VIP тощо)

Постановка проблеми

Для видобутку нафти планується пробурити горизонтальну свердловину.

Дані рідини (PVT), дані пласта (IPR) і опис свердловинного обладнання (VLP) надається.

Необхідно:

- Оцініть початковий дебіт нафти за тиску в гирлі свердловини 250 psig
- Виконайте вимірювання чутливості на довжині горизонтальної свердловини на 500 футів, 1000 футів, 1500 футів, 2000 футів, 2500 футів і 3000 футів.
- Одночасно сенсibiliзувати при обводненні 0%, 10%, 20%, 30%, 40% і 50%.

Вхідні дані PVT

GOR розчину: 400 scf/stb

Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)

Солоність води: 80000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Тиск у точці кипіння: 2500 psig при 200 degF

Подальші дані PVT наведені у вигляді таблиці нижче при 200 degF:

Pressure in psig	Gas Oil Ratio in scf/stb	Oil FVF in rb/stb	Oil Viscosity in centipoises
1500	237	1.138	1.34
2000	324	1.178	1.15
2500	400	1.214	1.01
3000	400	1.207	1.05
4000	400	1.198	1.11

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- Опитування відхилень
- Поверхневе обладнання
- Свердловинне обладнання
- Геотермічний градієнт
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свердловини, морське дно, платформа, РКВ і так далі. Головне описати все обладнання в свердловині відповідно до вибрано походження. Глибина гирла свердловини не повинна збігатися з початком огляду відхилення.

Виміряна глибина у футах	Справжня вертикальна глибина у футах
0	0
8050	8050
10050	8050

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свердловини, є частиною поверхневого обладнання. До поверхневого обладнання можна віднести: дроселі гирла свердловини, стояки, потокові лінії, арматуру тощо. У цьому прикладі поверхневе обладнання не моделюватиметься.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани і так далі.

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8050	8.3	0.0018	1

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини. Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свердловини. При використанні методу прогнозування температури грубого наближення геотермічний градієнт вводиться в порівнянні з виміряною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює виміряну глибину в справжню вертикальну глибину. Це градієнт температури на основі справжньої вертикальної глибини, яка використовується під час розрахунку.

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
8050	200
10050	200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складеним числом, яке фіксує різні механізми теплообміну: провідність, конвекція і випромінювання. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточенні стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Це середня теплова потужність за умовчанням, яка буде використана:

Теплоємність фази в btu/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Вхідні дані пласта

Це дані, що описують співвідношення продуктивності притоку для свердловини:

Модель IPR: Горизонтальна свердловина - межа потоку відсутня

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 градусів F

Обводнення: 0%

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Ні

Модель кожуха: введіть кожух вручну

Корекція відносної проникності: Ні

Проникність: 150 мД

Товщина колектора (Справжня стратиграфічна потужність): 100 футів

Радіус свердловини: 0,354 фута

Горизонтальна анізотропія: 1 (частка)

Вертикальна анізотропія: 0,1 (частка)

Виробнича довжина: 2000 футів

Довжина водосховища: 5000 футів

Ширина водойми: 5000 футів

Відстань уздовж краю довжини до центру свердловини: 2500 футів

Відстань від дна до центру свердловини: 50 футів

Механічний кожух: +5

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Побудуйте модель PROSPER для горизонтальної нафтової свердловини
- Використовуйте модель свердловини PROSPER, щоб оцінити швидкість потоку порівняно з WHFP 250 psig
- Виконайте чутливість до довжини свердловини та обводнення

Системні параметри

Тут просто виберіть | Файл | Новий, якщо файл PROSPER уже відкрито.

Після цього виберіть | Параметри | Параметри та зробіть наступні варіанти

Рідина: нафта і вода. Для всіх інших параметрів можна залишити значення за замовчуванням.

The screenshot shows the 'System Summary' dialog box in the PROSPER software. The window title is 'System Summary (untitled)'. At the top, there are buttons for 'Done', 'Cancel', 'Report', 'Export', 'Help', and 'Datestamp'. The main area is divided into several sections:

- Fluid Description:** Fluid: Oil and Water, Method: Black Oil.
- Calculation Type:** Predict: Pressure and Temperature (offshore), Model: Rough Approximation, Range: Full System, Output: Show calculating data.
- Separator:** Single-Stage Separator.
- Emulsions:** No.
- Hydrates:** Disable Warning.
- Water Viscosity:** Use Default Correlation.
- Viscosity Model:** Newtonian Fluid.
- Well:** Flow Type: Tubing Flow, Well Type: Producer.
- Well Completion:** Type: Cased Hole, Sand Control: None.
- Artificial Lift:** Method: None.
- Reservoir:** Inflow Type: Single Branch, Gas Coning: No.
- User information:** Company, Field, Location, Well, Platform, Analyst, Date: 11 September 2008.
- Comments:** (Ctrl-Enter for new line)

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Щоб ввести дані PVT, просто виберіть | PVT | Введіть дані та заповніть екран як показано нижче:

GOR розчину: 400 scf/stb

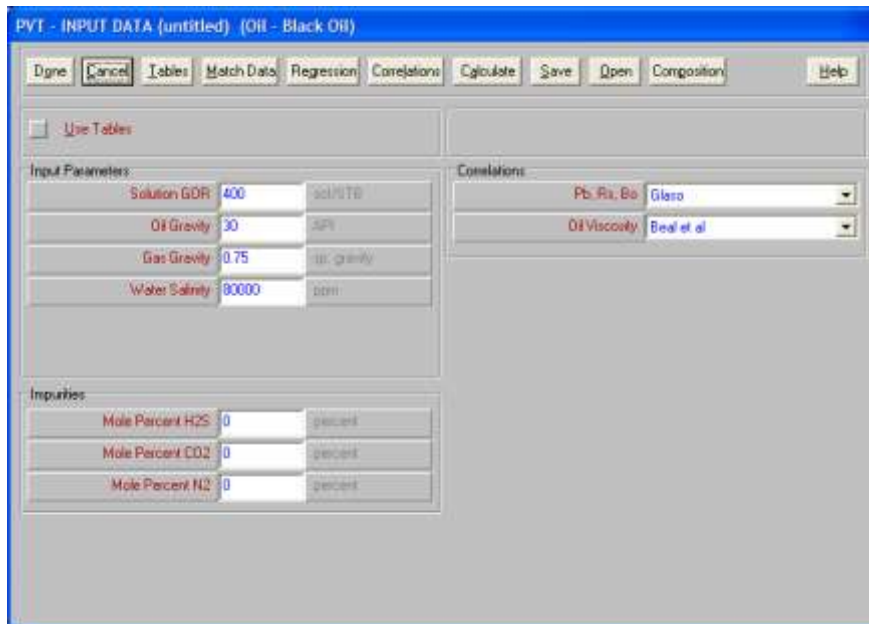
Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)

Солоність води: 80000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Тиск у точці кипіння: 2500 psig при 200 degF

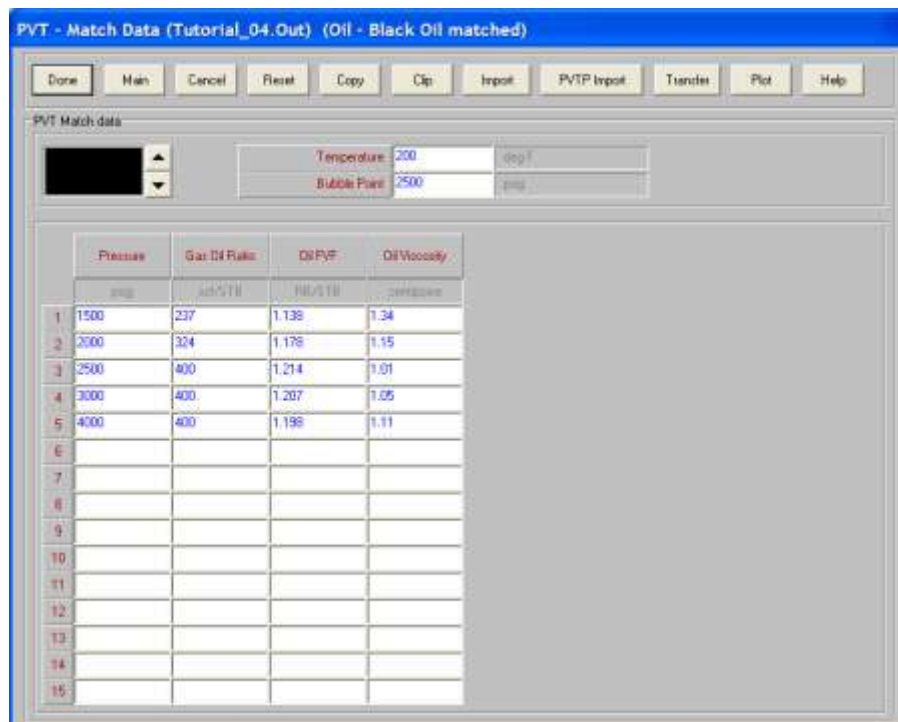


Тепер виберіть | Зіставте дані, щоб ввести лабораторні дані, наведені в таблиці нижче:

Еталонна температура: 200 градусів F

Pressure in psig	Gas Oil Ratio in scf/stb	Oil FVF in rb/stb	Oil Viscosity in centipoises
1500	237	1.138	1.34
2000	324	1.178	1.15
2500	400	1.214	1.01
3000	400	1.207	1.05
4000	400	1.198	1.11

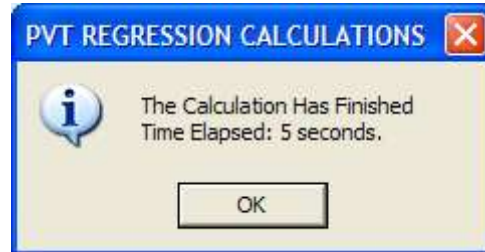
Щоб ввести дані лабораторії PVT, виберіть | Зіставте дані та заповніть екран як наведено:



PVT регресія

Після цього виберіть | Готово, а потім | Регресія | Збіги всі.

Це запустить алгоритм нелінійної регресії. Наступний екран підтвердить, коли регресія завершена.



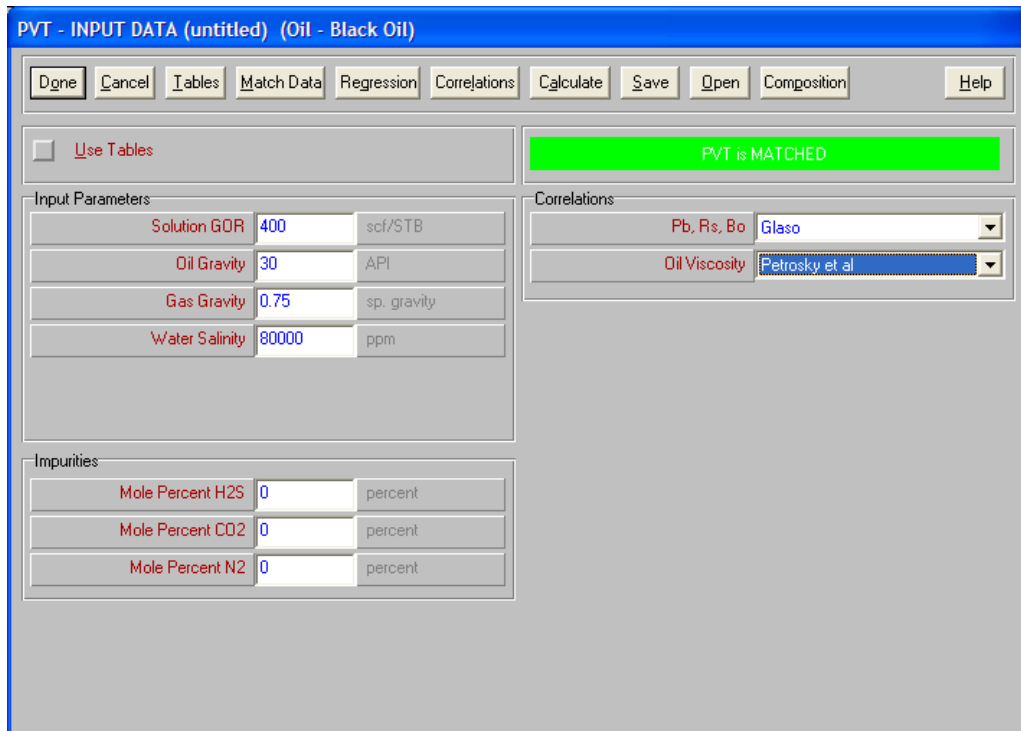
Щоб перевірити якість регресії, виберіть | ОК | Параметри і ось що можемо бачив:



	Glaso	Standing	Lasore	Vazquez-Beggs	Petrosky et al	AlMarhoun
Bubble Point						
Parameter 1	1.01937	1.08489	1.2009	1.01642	1.01632	1.01738
Parameter 2	45.9137	199.182	357.464	39.7442	33.4951	41.9877
Std deviation						
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Solution GOR						
Parameter 1	0.88696	0.03152	0.75066	0.97658	1.38222	0.96707
Parameter 2	-3.16749	2.65689	-12.0642	0.61345	-119.123	14.3954
Std deviation	5.88825	7.55642	0.088238	3.72417	6.55647	14.6964
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Oil FVF						
Parameter 1	1.01401	0.95723	0.96111	1.15831	0.93026	0.87742
Parameter 2	-0.017231	0.1365	0.009578	-0.23951	0.055135	0.10296
Parameter 3	1	1	1	1	1	1
Parameter 4	0.082196	1e-8	1e-8	1e-8	1e-8	1e-8
Std deviation	0.0034458	0.0022864	0.00023165	0.0002352	0.0006538	0.0037142
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset
Oil Viscosity						
Parameter 1	0.89754	1.07272	0.94954	-0.049809	1	
Parameter 2	0.11666	0.13215	-0.015411	1.32041	0	
Std deviation	0.004633	0.026872	0.045886			
	Reset	Reset	Reset	Reset	Reset	

По суті, алгоритм регресії використовує множник (параметр 1) і зсув (Параметр 2). В ідеалі параметр 1 має бути близьким до одиниці, тоді як зсув (параметр 2) має бути близько нуля. На основі отриманих тут результатів ми перейдемо до комбінації Glaso / Petrosky.

Для цього виберіть | Виконано | Готово та виберіть відповідні кореляції чорної нафти відповідно до знімку екрана нижче:



Виберіть | Готово, і на цьому крок завершено.

Збереження файлу

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі збою комп'ютера.

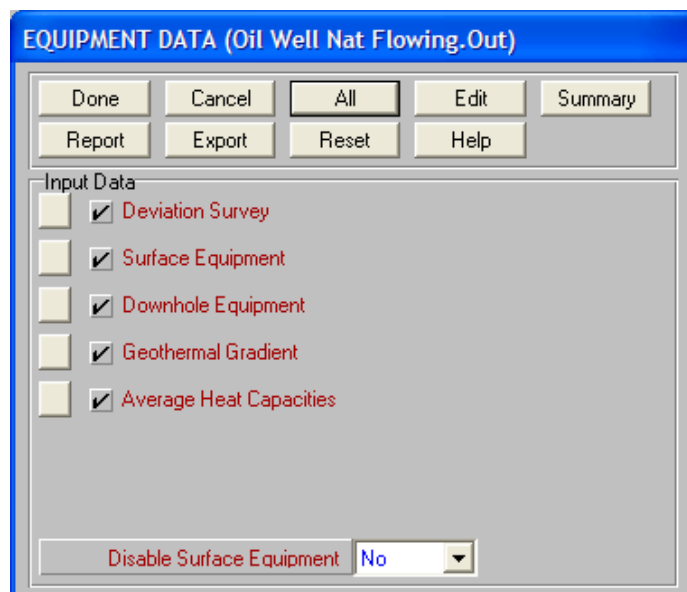
Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Зберегти як.

Після цього просто перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.

Опис системного обладнання

Щоб описати обладнання системи (тобто обладнання в свердловині та навколо неї), просто виберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | все



Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Вимірjana глибина у футах
0
8050
10050

Справжня вертикальна глибина у футах
0
8050
8050

	Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)	Cumulative Displacement (feet)	Angle (degrees)
1	0	0	0	0
2	8050	8050	0	0
3	10050	8050	2000	90
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних точки, що описують траєкторію свердловини. Для цього використовуйте | Кнопка фільтра, розташована у верхньому правому куті цього екрана.

Виберіть | Готово, і з'явиться екран із написом Surface Equipment.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання.

Переконайтеся, що для параметра Choke Method встановлено значення ELF (див. нижній лівий кут екрана). Обрана модель дроселів використовується для обчислення тиску на поверхневих дроселях і в кінцевому підсумку обмеження свердловину. Лише з метою перевірки слід ввести температуру навколишнього середовища 70 degF і загальний коефіцієнт теплопередачі 8 Btu/h/ft²/F. Зверніть увагу, що в цьому прикладі введені температура навколишнього середовища та загальний коефіцієнт теплопередачі не будуть впливати на результати, оскільки в моделі немає труби.

Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, користувач перейде до наступного екрану: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Свердловинне обладнання включає в себе насосно-компресорні труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани і так далі.

Equipment type	Measured depth in ft (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)		N/A	N/A	N/A
Tubing	7800	3.992	0.0018	1
Casing	8050	8.3	0.0018	1

DOWNHOLE EQUIPMENT (HorizontalWell.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing DB

Input Data

	Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1	Well head	Xmas Tree	0							
2	L-80 H-40	Tubing	7800	3.992	0.0018					1
3	Casing	Casing	8050					8.3	0.0018	1
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Найглибший запис у розділі свердловинного обладнання є базовою глибиною для статичного пластового тиску, який буде введено в розділ IPR.

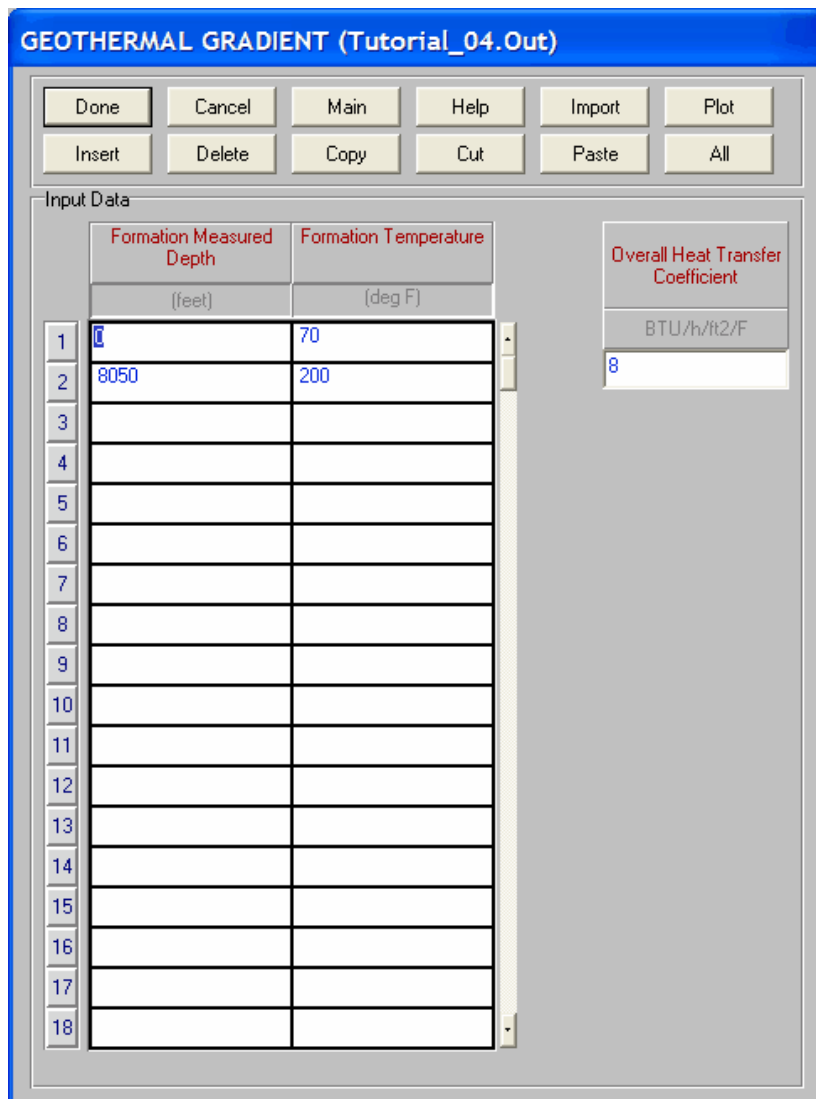
Рекомендується брати верхню перфорацію як базову глибину для статички пластового тиску. Це означає, що опис свердловинного обладнання зупиниться на верхній частині перфорації. Це також вірно для багатозонного завершення, оскільки перепад тиску між зонами буде враховано відповідним припливом (багатошарова модель IPR з dP або багатостороння модель IPR).

Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
8050	200

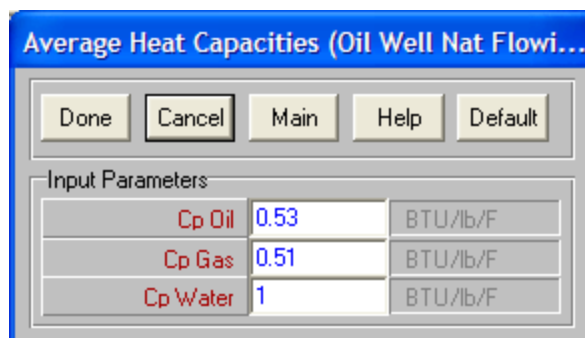
Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.



Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

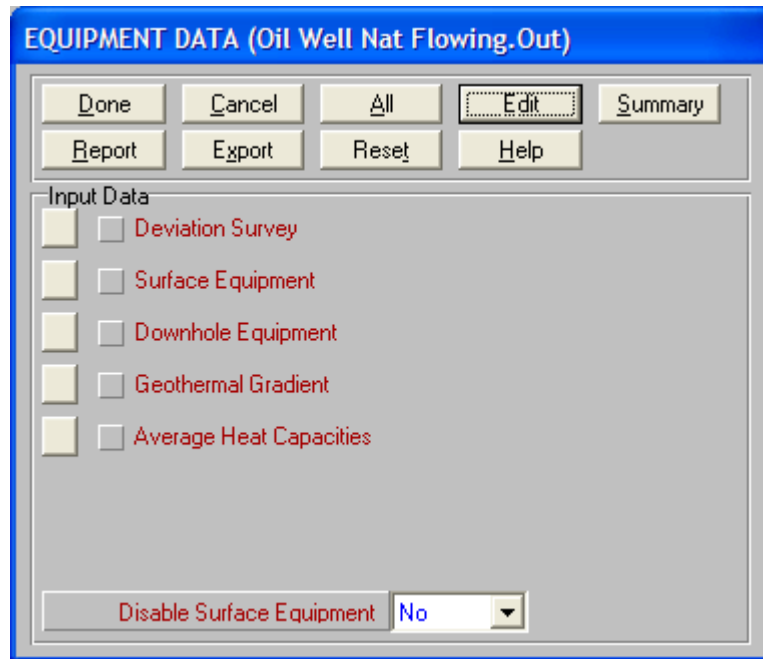
Середні теплоємності

Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням



Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього відкриється екран введення розділу даних про обладнання:

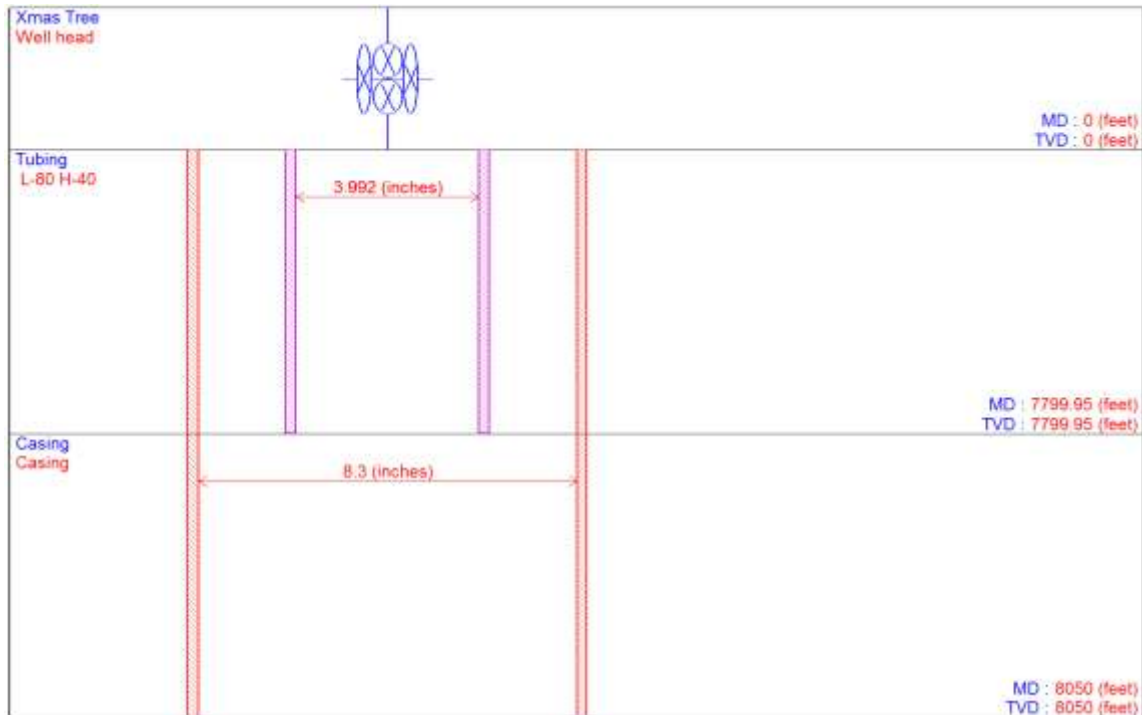


Коротка інформація про обладнання

На екрані «Дані обладнання» можна створити ескіз стовбура свердловини за допомогою | Підсумок і ось що з'явиться:

	Type	Label	Rate Multiplier	Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)	Pipe Length (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)
1	Xmas Tree	Well head	1	0	0				
2	Tubing	L-80 H-40	1	7799.95	7799.95	7799.95	3.992	0.0018	
3	Casing	Casing	1	8050	8050	250.05			

Якщо потім вибрати | Намалюйте свердловину, це ескіз свердловини, який з'являється:



Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Збереження файлу PROSPER

Рекомендується зберегти / перезаписати файл на цьому етапі.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Збережіть і просто дайте відповідь ТАК на перезапис файлу.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Щоб вибрати модель IPR, просто виберіть | Система | Приплив продуктивності та зробити відповідний вибір наступним чином:

Вибір моделі IPR

Модель IPR: Горизонтальна свердловина - межа потоку відсутня

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 градусів F

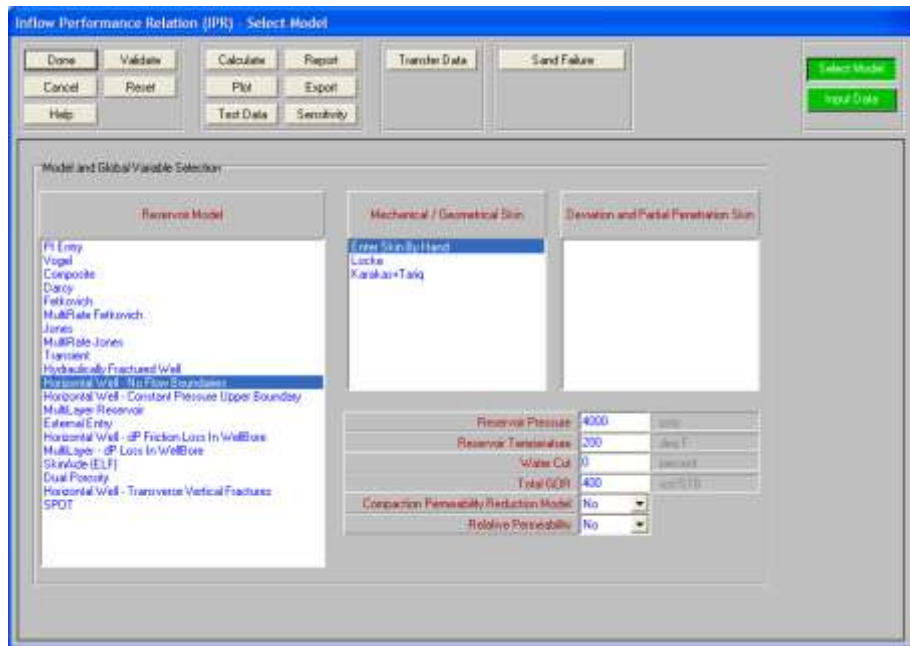
Обводнення: 0 %

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель проникності ущільнення: Ні

Корекція відносної проникності: Ні

Модель кожуха: введіть кожух вручну



Щоб продовжити, просто натисніть кнопку «Ввести дані» у верхньому правому куті екрана вище:

Введення даних IPR

Проникність: 150 мД

Товщина колектора (Справжня стратиграфічна потужність): 100 футів

Радіус свердловини: 0,354 фута

Горизонтальна анізотропія: 1 (частка)

Вертикальна анізотропія: 0,1 (частка)

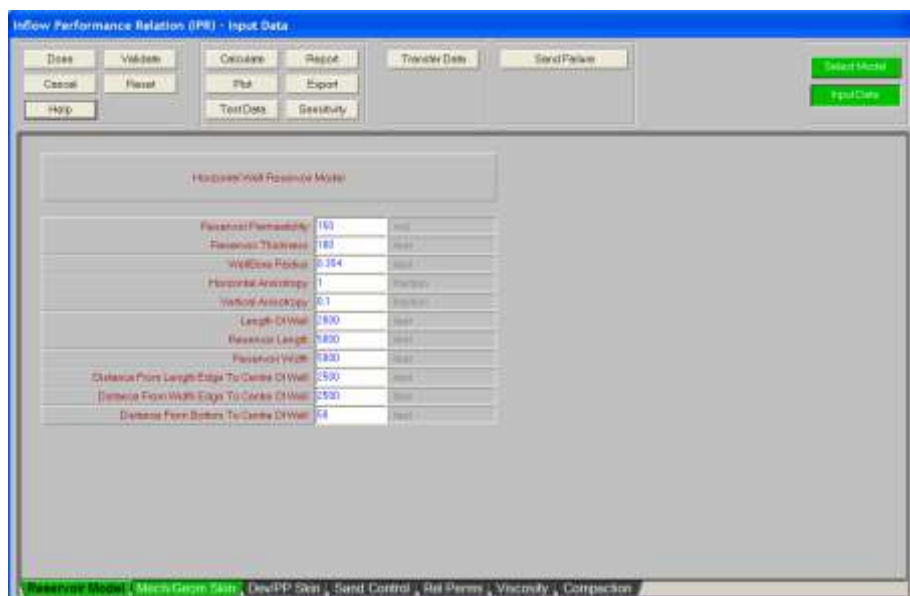
Виробнича довжина: 2000 футів

Довжина водосховища: 5000 футів

Ширина водойми: 5000 футів

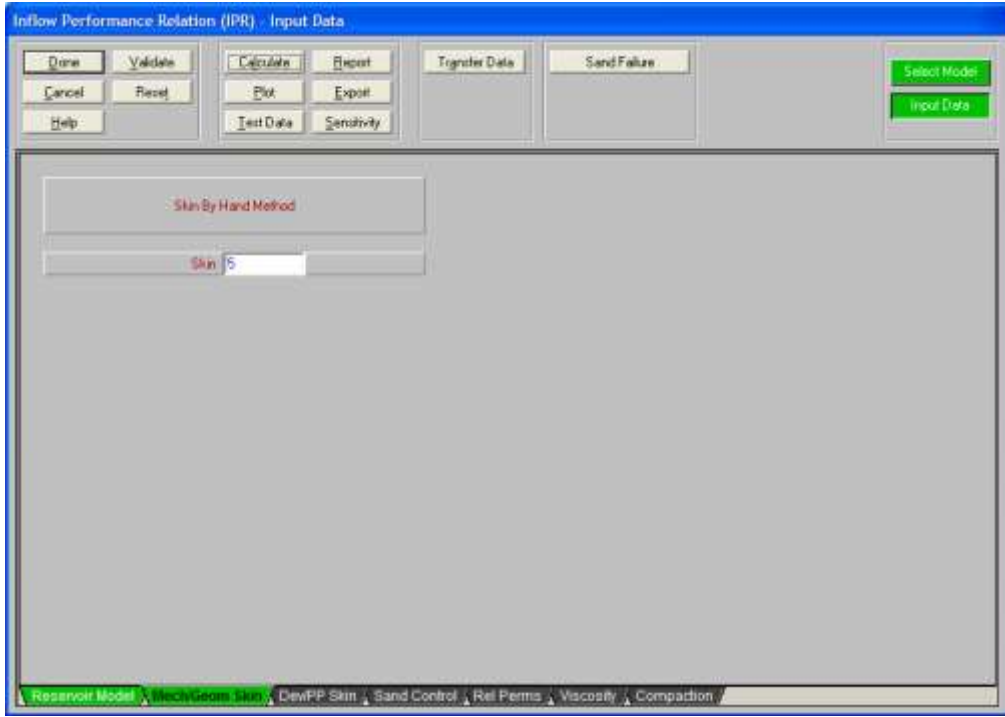
Відстань уздовж краю довжини до центру свердловини: 2500 футів

Відстань від дна до центру свердловини: 50 футів



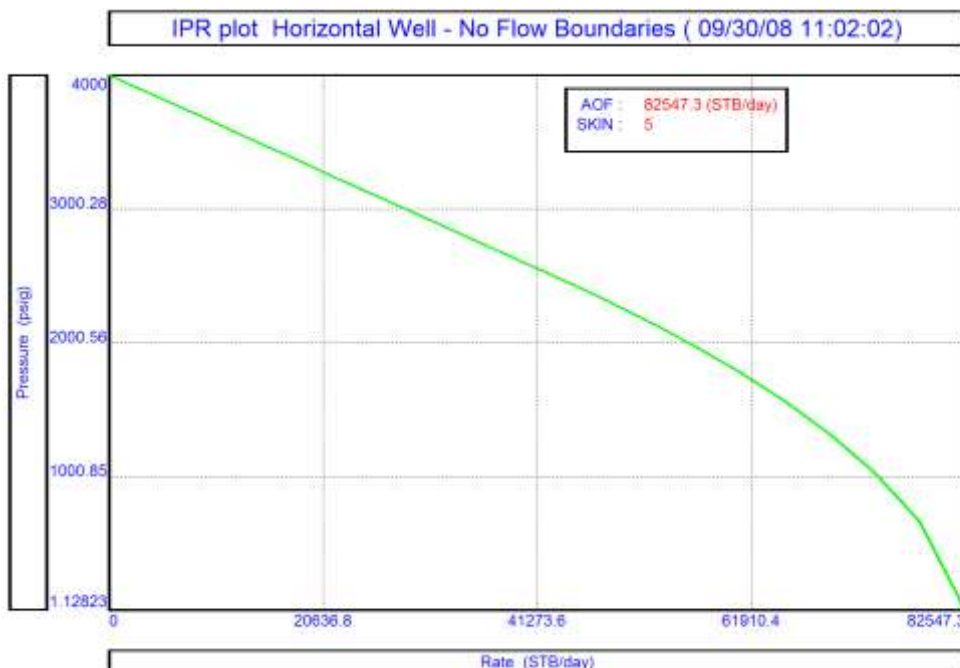
На екрані вище виберіть вкладку «Mech/Geom Skin» у нижньому лівому куті екрану для входу в механічну оболонку:

IPR : введення значення кожуха
Механічний кожух: +5



IPR : Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки. Для цього просто виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення зробить це та відобразить такий графік:

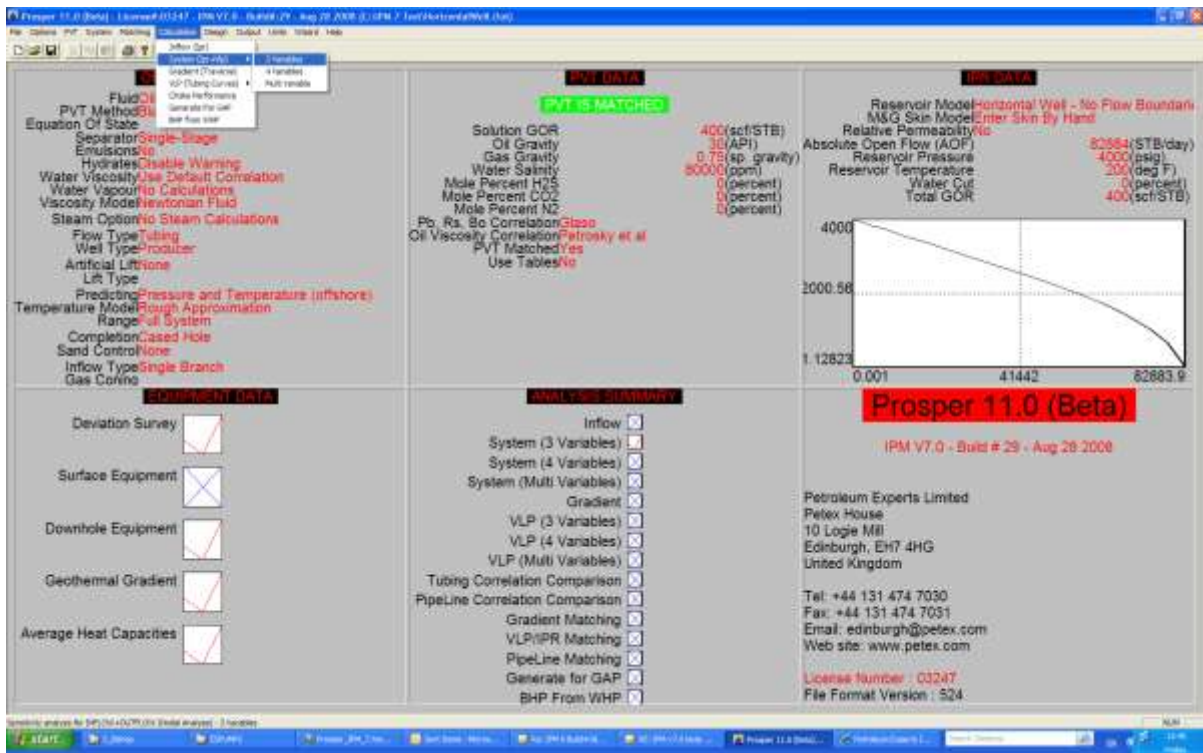


Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі внесені зміни.

Чутливість до довжини свердловини та обводненості

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і труби (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і труби (VLP). Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система (Ipr + Vlp) | 3 Variables відповідно до знімка екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:

SYSTEM 3 VARIABLES (HorizontalWell.Out) (Matched PVT)

Continue Cancel Report Export Help

Input Data

Top Node Pressure	250	psia
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB

Surface Equipment Correlation: Beggs and Brill

Vertical Lift Correlation: Petroleum Experts 2

Solution Node: Bottom Node

Rate Method: Automatic - Linear

Left-Hand Intersection: DisAllow

Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини.

Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT.

Однак протягом терміну експлуатації свердловини будь-який із цих параметрів може змінюватися. Тому цей екран дозволяє користувачеві сенсibilізувати GOR та обводнення.

Під час сенсibilізації щодо обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нові значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме значення GOR і обводненість, що введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжте, а потім виберіть довжину лунки змінної чутливості і обводнення наступним чином:

SELECT VARIABLES (HorizontalWell.Out)

Continue Cancel Main Export Help Reset All Combinations

Variable 1
Well Length

feet

Reset

Generate

Clear Data

1	500
2	1000
3	1500
4	2000
5	2500
6	3000
7	
8	
9	
10	

Variable 2
Water Cut

percent

Reset

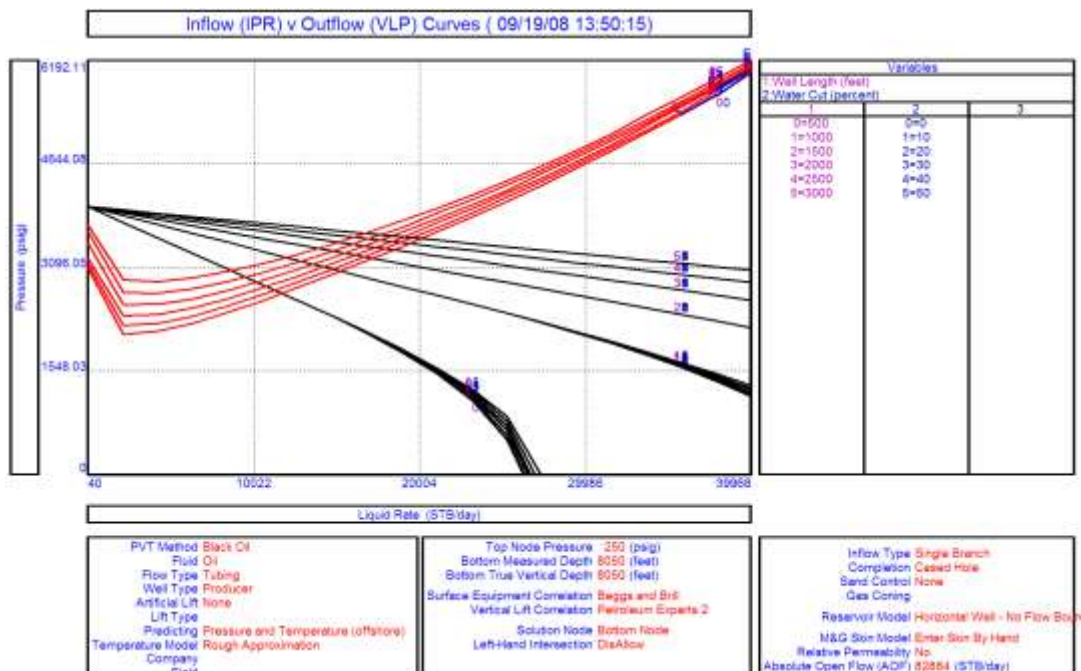
Generate

Clear Data

1	0
2	10
3	20
4	30
5	40
6	50
7	
8	
9	
10	

Variable 3

Після введення значень довжини свердловини та обводненості виберіть | Продовжити | Розрахувати і | Plot | Системний графік для візуалізації графіків IPR + VLP:



Виберіть | Main, щоб повернутися до головного екрана PROSPER. На цьому ця вправа завершена.

5. Моделювання багатостороннього видобутку сухого газу	101
6. Моделювання похилої нафтової свердловини	166
7. Моделювання нафтової свердловини з гравійною набивкою	199
8. Моделювання свердловини за допомогою Pre-Packed Screen	266
9. Моделювання свердловини зі щілинними вкладишами	309
10. Моделювання свердловини за допомогою Wire Wrapped Screen	339
11. Моделювання візуальних робочих процесів для дослідження при видобутку вуглеводнів	369
12. Моделювання візуальних робочих процесів у межах геометричного аналізу двовимірної інтерпретації	389
13. Моделювання візуальних робочих процесів при виконанні обчислень у RESOLVE	447

Лабораторна робота 5

Моделювання багатостороннього видобутку сухого газу

Файл: [~/samples/PROSPER/T05_MultilateralGasWell.Out](#)

Багатоствольна свердловина - це свердловина, яка має більше одного бічного виходу зі свердловини і з'єднує свердловину з одним або декількома пластами.

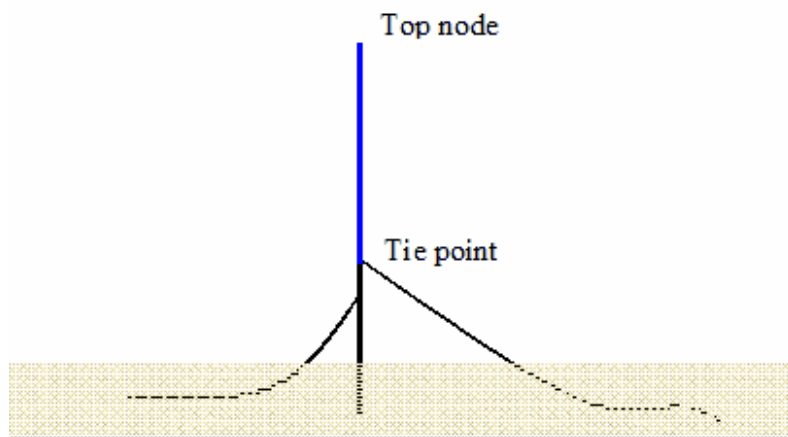
Цілями багатосторонніх труб є або створення більшої площі дренажу, ніж одиночний моноствол, або доступ до кількох резервуарів з однієї основної свердловини.

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель багатоствольної свердловини в PROSPER
- Як використовувати модель для прогнозування дебіту газу зі свердловини проти тиск у свердловині 200 psig.
- Визначити внесок кожної складової.
- Визначити перепад тиску кожної складової.

Постановка проблеми

Передбачено буріння багатозабійної газової свердловини з 2-ма стовбурами, що випускають однаковий газ, як показано на знімку екрана нижче:



Для свердловини передбачається побудувати модель PROSPER.

Коли модель свердловини буде побудована, вона буде використовуватися для прогнозування дебіту в свердловині з напірним тиском 200 psig.

Зверніть увагу, що PROSPER також може моделювати конфігурацію, де кожна сторона проникає в різні резервуари.

Вхідні дані PVT

Інформація в наступній таблиці описує PVT властивості рідини.

Reservoir Fluid :	Dry and Wet Gas	
Gas Gravity :	0.63	(sp. gravity)
Separator Pressure :	500	(psig)
Condensate To Gas Ratio :	0	(STB/MMscf)
Condensate Gravity :	50	(API)
Water To Gas Ratio :	2	(STB/MMscf)
Water Salinity :	100000	(ppm)
Mole Percent H ₂ S :	0	(percent)
Mole Percent CO ₂ :	0.15	(percent)
Mole Percent N ₂ :	3.6	(percent)
Gas Viscosity Correlation :	Lee et al	

Також доступні наступні лабораторні вимірювання:
Лабораторні дані PVT при еталонній температурі 65 degF:

Pressure [psig]	Z Factor	Gas viscosity [cP]	Gas FVF [ft ³ /scf]
100	0.9815	0.0109	0.1271
225	0.9613	0.01109	0.0595
350	0.9412	0.01127	0.0383
475	0.9213	0.01147	0.0279
600	0.9017	0.01171	0.0218

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- Опитування відхилень
- Поверхнєве обладнання
- Свердловинне обладнання
- Геотермічний градієнт і
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свердловини, морське дно, платформа, середній рівень моря, РКВ тощо.

Головне описати все обладнання в свердловині відповідно до вибрано походження.

Глибина гирла свердловини не повинна збігатися з початком огляду відхилення.

Виміряна глибина, фути

0

900

1068

1188

1285

1360

1516

1578

Справжня вертикаль (глибина), фути

0

900

1062,3

1164,1

1237,7

1288,8

1374,1

1398,4

Дослідження відхилень тут має зупинитися на зв'язувальній точці: вузлі, який з'єднує трубу з свердловинною мережею бічних труб. Це відхилення вплине на падіння тиску змішаного потоку, який надходить до поверхні. Внесок кожної складової та його вплив падіння тиску в отвір буде враховувати багатостороння модель IPR.

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свердловини, є частиною поверхневого обладнання. Поверхнєве обладнання може включати дроселі у свердловині, стояки, потокові лінії, фітинги тощо. У цьому прикладі поверхнєве обладнання не моделюватиметься.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку клапани і так далі.

Відповідно до огляду відхилень, у цьому розділі буде описано все обладнання між гирлом свердловини та зв'язувальною точкою.

Equipment Type	Measured Depth in ft	Tubing Internal Diameter in inches
Xmas Tree	0	N/A
Tubing	280	6
SSSV	N/A	4.5
Tubing	1577	6

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини. Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свердловини. При використанні методу прогнозування температури грубого наближення геотермічний градієнт вводиться в порівнянні з виміряною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює виміряну глибину в справжню вертикальну глибину, і це температурний градієнт на основі справжньої вертикальної глибини, яка використовується під час розрахунку.

Виміряна глибина пласта у футах	Температура пласта в degF
0	40
1578	62

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 3 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складним числом, яке фіксує різні механізми теплопередачі, що мають місце: провідність, конвекція та випромінювання. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточенні стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Тут будуть використані середні теплові потужності за замовчуванням:

Теплоємність фази в btu/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Багатосторонні дані IPR

Доступні дані від точки прив'язки до сховища:

Дані зв'язувальних точок

Виміряна глибина: 1577 (футів)

Справжня вертикальна глибина: 1398,4 (футів)

Для обладнання T1, тобто труби між даними точки з'єднання та з'єднанням 1:

Огляд відхилень:

Measured Depth in ft	True Vertical Depth in ft	Azimuth in degrees
1577	1398.4	0
1650	1424.3	230.6

Дані обладнання:

Equipment Type	Measured Depth (feet)	Inside Diameter (inches)	Inside Roughness (inches)
Tubing	1650	7	0.0006

Спільні дані

Виміряна глибина: 1650 (футів)

Справжня вертикальна глибина: 1424,3 (футів)

Бічні дані1

Радіус свердловини: 0,354 фута

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Огляд відхилення Lateral 1:

Measured Depth in ft	True Vertical Depth in ft	Azimuth in degrees
1650	1424.3	230.6
1701	1437	243
1840	1449.3	264.9
1940	1450.9	269.8

Дані обладнання Lateral 1:

Equipment Type	Measured Depth in ft	Tubing ID in inches	Tubing Roughness in inches
Tubing	1900	3.5	0.0006

Дані перфорації Lateral 1:

Perforation Interval (MD) Start in ft	Perforation Interval (MD) End in ft	Perforation Interval (TVD) Start in ft	Perforation Interval (TVD) End in ft	Local (Mechanical) Skin Value	Non-Darcy Flow Factor
1650	1900	1424.3	1450.3	0	2.80E-10

Дані Lateral 2:

Радіус свердловини: 0,354 фута

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Огляд відхилення Lateral 2:

Measured Depth in ft	True Vertical Depth in ft	Azimuth in degrees
1650	1424.3	230.6
1710	1430.1	231.3
1784	1432.7	230.2
1908	1432.2	257.6
2024	1438.5	267.1
2155	1447.9	256.6
2290	1445.8	248.1
2395	1449.8	238.8
2438	1449.9	235
2483	1449.8	231

Дані обладнання Lateral 2:

Equipment Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)
Tubing	2483	4	0.0006

Дані перфорації Lateral 2:

Perforation Interval (MD) Start in ft	Perforation Interval (MD) End in ft	Perforation Interval (TVD) Start in ft	Perforation Interval (TVD) End in ft	Local (Mechanical) Skin Value	Non-Darcy Flow Factor
1670	2483	1426.23	1449.8	0	2.80E-10

Дані пласта

Модель пласта: Petroleum Experts

Дані PVT:

Reservoir Pressure	557	(psig)
Reservoir Temperature	65	(deg F)
Condensate Gravity	45	(API)
Reservoir Gas Gravity	0.63	(sp. gravity)
Reservoir Water Salinity	10000	(ppm)
Water Gas Ratio	2	(STB/MMscf)
Condensate Gas Ratio	0	(STB/MMscf)

Петрофізичні параметри:

Reservoir Permeability	244	(md)
Reservoir Thickness	50	(feet)
Drainage Area	500	(acres)
Reservoir Top Depth (TVD)	1400	(feet)
Reservoir Vertical Permeability	25	(md)
Reservoir Porosity	0.28	(fraction)
Connate Water Saturation	0.25	(fraction)

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Налаштувати модель багатоствольної свердловини для видобутку сухого газу в PROSPER
- Використовуйте модель для прогнозування дебіту видобутку газу зі свердловини порівняно з гирловим тиском свердловини 200 psig.
- Визначити внесок кожної складової.
- Визначити перепад тиску в кожному боці.

Системні параметри

Тут просто виберіть | Файл | Новий, якщо файл PROSPER уже відкрито. Виберіть | Параметри | Параметри та зробіть наступні варіанти

Рідина: сухий і вологий газ

Тип притоку: багатоствольна свердловина

System Summary (Multilateral Gas Well.Out)

Done Cancel Report Export Help Datestamp

Fluid Description

Fluid: Dry and Wet Gas
Method: Black Oil
Separator: Single-Stage Separator
Hydrates: Disable Warning
Water Viscosity: Use Default Correlation
Water Vapour: No Calculations

Calculation Type

Predict: Pressure and Temperature (offshore)
Model: Rough Approximation
Range: Full System
Output: Show calculating data

Well

Flow Type: Tubing Flow
Well Type: Producer

Well Completion

Type: Cased Hole
Sand Control: None

Artificial Lift

Reservoir

Inflow Type: MultiLateral Well

User information

Company: _____
Field: _____
Location: _____
Well: _____
Platform: _____
Analyst: _____
Date: 27 August 2008

Comments (Ctrl-Enter for new line)

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Інформація описує PVT властивості рідини.

Пластовий флюїд: сухий і вологий газ

Гравітація газу (повітря=1): 0,63

Тиск у сепараторі в psig: 200

Співвідношення конденсат/газ у stb/MMscf: 0

Густина конденсату в API: 50

Співвідношення вода/газ у stb/MMscf: 2

Солоність води в ppm: 100000

Мольний відсоток H₂S у мольних відсотках: 0

Мольний відсоток CO₂ у мольних відсотках: 0,15

Мольний відсоток N₂ у мольних відсотках: 3,6

Кореляція в'язкості газу: Lee et al

Наступні лабораторні вимірювання також доступні для калібрування PVT за еталонної температури 65 градусів F:

Pressure	Z Factor	Gas viscosity	Gas FVF
[psig]	-	[cP]	[ft ³ /scf]
100	0.9815	0.0109	0.1271
225	0.9813	0.01109	0.0595
350	0.9412	0.01127	0.0383
475	0.9213	0.01147	0.0279
600	0.9017	0.01171	0.0218

Виберіть | Введіть дані, а потім введіть параметри рідини за умов резервуару:

PVT - INPUT DATA (Multilateral Gas Well.Out) (Gas - Black Oil matched)

Done Cancel Tables Match Data Regression Correlations Calculate Save Open Composition Help

Use Tables

Input Parameters

Gas Gravity	0.63	sp. gravity
Separator Pressure	500	psig
Condensate to Gas Ratio	0	STB/MMscf
Condensate Gravity	50	API
Water to Gas Ratio	2	STB/MMscf
Water Salinity	100000	ppm

Impurities

Mole Percent H2S	0	percent
Mole Percent CO2	0.15	percent
Mole Percent N2	3.6	percent

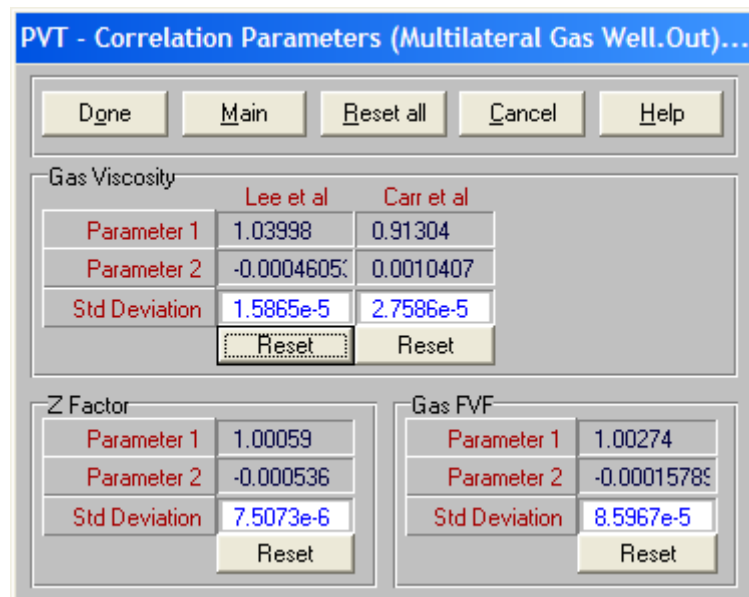
Correlations

Gas Viscosity Lee et al

Щоб ввести лабораторні дані, виберіть | Зіставте дані та заповніть таблицю даними за умови:



Тут виберіть | Готово, а потім | Регресія | Зіставте всі та | Параметри для перегляду діалогового вікно нижче:



Для всіх даних PVT параметр 1 близький до одиниці, а параметр 2 практично дорівнює нулю. Це вказує на те, що дані PVT хорошої якості та використовуватимуться для цієї моделі. Модель в'язкості Lee et al потребує найменшої корекції, і тому її обрано.

Зауважте, що зелене повідомлення блимає, щоб нагадати про те, що дані PVT зіставлено.

Виберіть | Виконано | Головне завершити це.

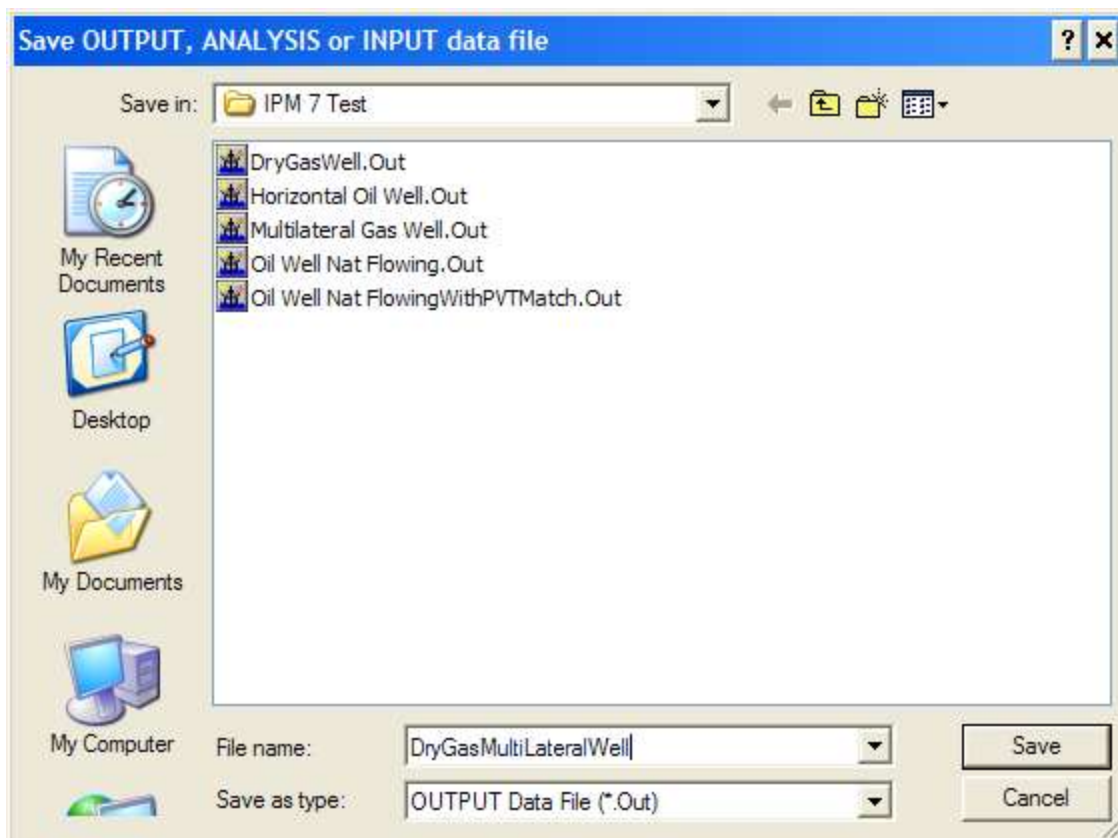
Збереження файлу

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі, наприклад, збою комп'ютера.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Зберегти як.

Після цього просто перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

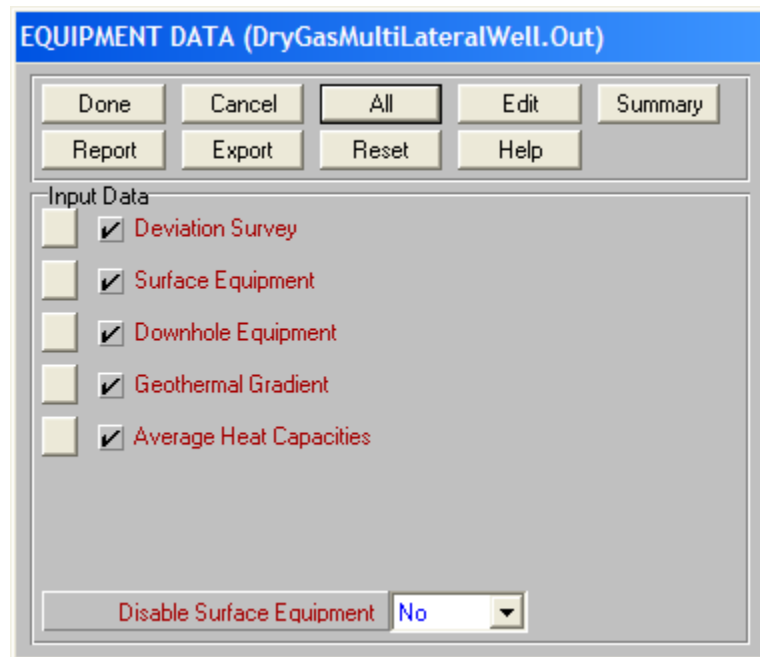
Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.



Решта пояснюється само собою.

Опис системного обладнання

Щоб описати системне обладнання (тобто обладнання в свердловині та навколо неї), просто виберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | все



Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)
0	0
900	900
1068	1062.3
1188	1164.1
1285	1237.7
1360	1288.8
1516	1374.1
1578	1398.4

3 | Редагувати, слід заповнити екран огляду відхилень наступним чином:

DEVIATION SURVEY (Tutorial_05.Out)

Done Cancel Main Help Filter

Input Data

	Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)	Cumulative Displacement (feet)	Angle (degrees)
1	0	0	0	0
2	900	900	0	0
3	1068	1062.3	43.3902	14.9677
4	1188	1164.1	63.5355	31.9691
5	1285	1237.7	63.1826	40.6447
6	1360	1288.8	54.898	47.0521
7	1516	1374.1	130.614	56.8526
8	1578	1398.4	57.0395	66.925
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Copy Cut Paste Insert Delete All Invert Import Export

MD <-> TVD

Calculate

Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних, що описують траєкторію свердловини.

Для цього використовуйте | Кнопка фільтра, розташована у верхньому правому куті цього екрана.

Виберіть | Готово, і з'явиться наступний екран із написом Surface Equipment.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання. Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, буде прийнято користувача на наступний екран: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Свердловинне обладнання включає в себе насосно-компресорні труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку, клапани і так далі.

Equipment type	Measured Depth in ft	Tubing Inside Diameter in inches
Xmas Tree	0	
Tubing	260	6
SSSV	N/A	4.5
Tubing	1577	6

DOWNHOLE EQUIPMENT (DryGasMultiLateralWell.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing

Input Data

Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
	Xmas Tree	0							
	Tubing	260	6	0.0006					1
	SSSV		4.5						1
	Tubing	1577	6	0.0006					1

Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Виміряна глибина пласта у футах

0

1578

Пласт у градусах Фаренгейта

40

62

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 3 BTU/h/ft²/F.

	Formation Measured Depth (feet)	Formation Temperature (deg F)
1	0	40
2	1578	62
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

Overall Heat Transfer Coefficient
BTU/h/ft²/F
3

Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

Середні теплоємності

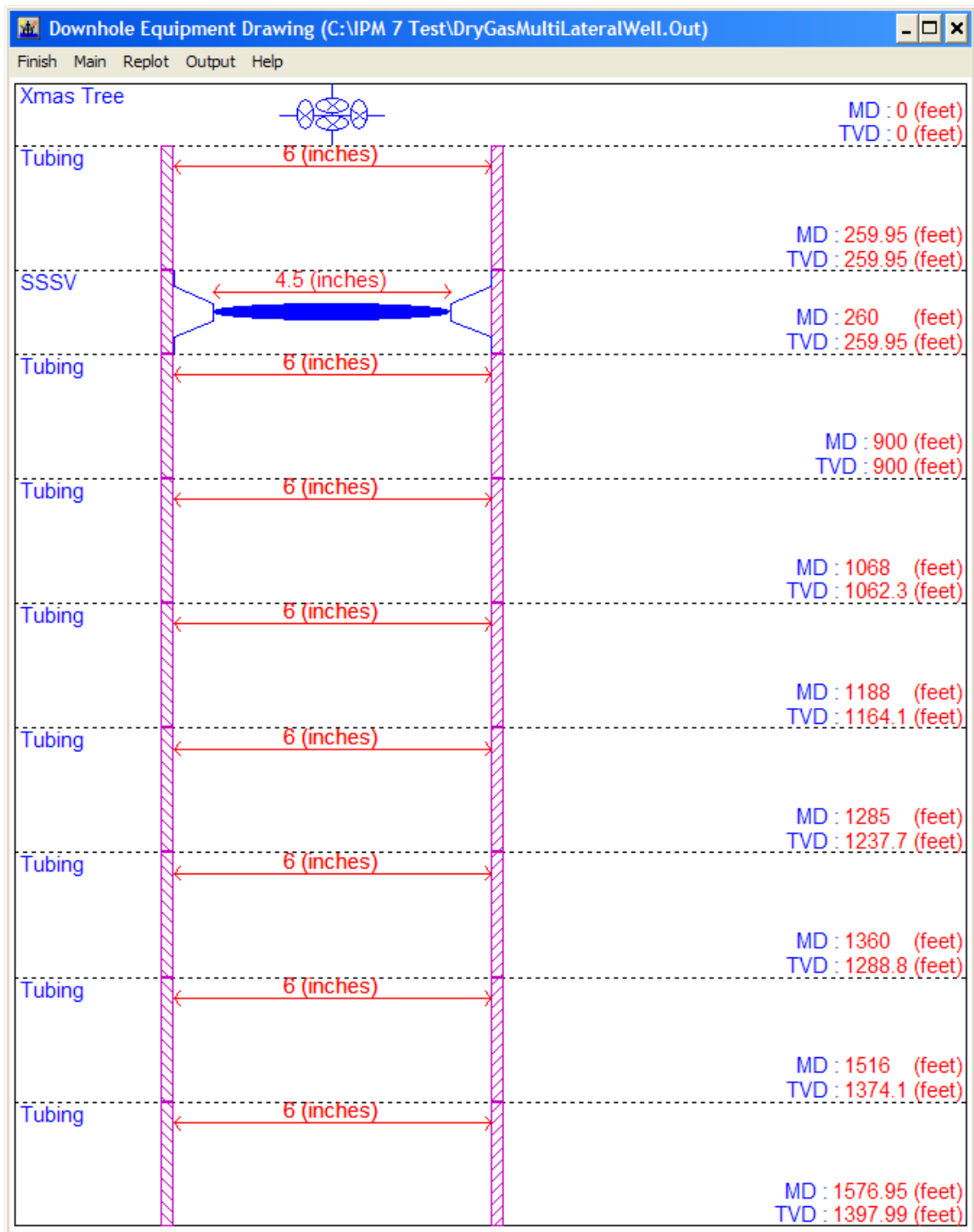
Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням

Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього відкриється екран введення розділу даних про обладнання.

Коротка інформація про обладнання

На екрані «Дані обладнання» можна створити ескіз стовбура свердловини за допомогою | Резюме | Намалюйте свердловину, і ось ескіз свердловини, який з'явиться:



Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Збереження файлу PROSPER

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути можливої втрати даних.

Щоб зберегти файл, просто виберіть | Файл | Збережіть і просто дайте відповідь ТАК на запитання "Ви хочете перезаписати цей файл?"

Розділ багатостороннього введення IPR

Креслення моделі

Щоб отримати доступ до інтерфейсу, де потрібно описати багатостороннє IPR, виберіть | System I Inflow Performance.

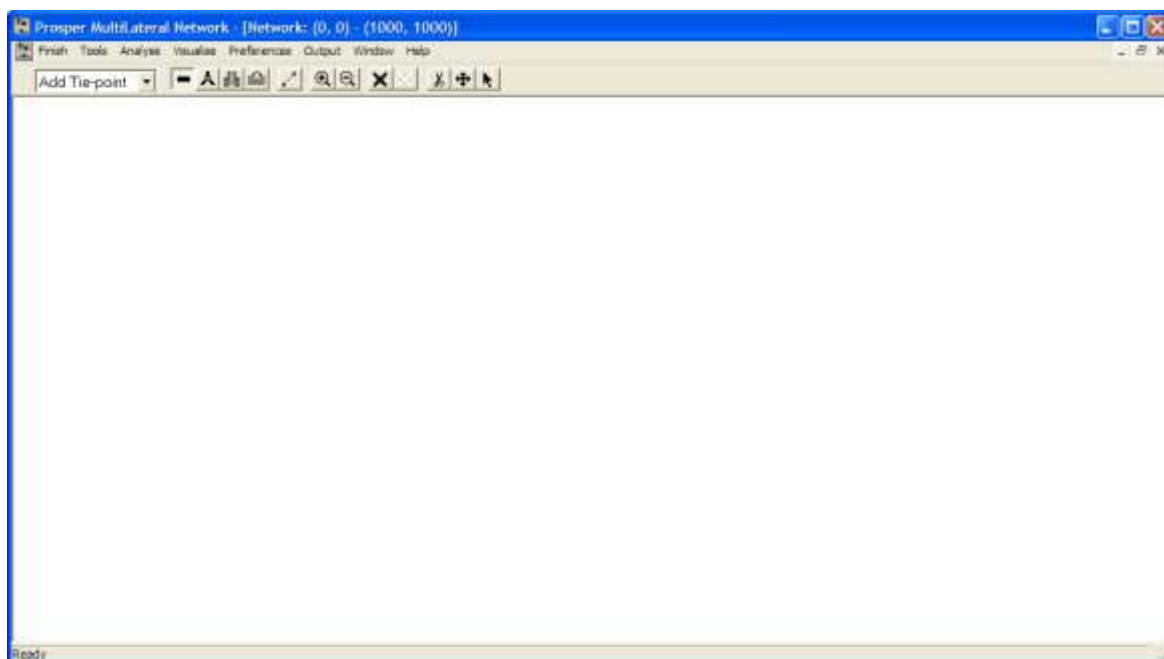
Інтерфейс IPR складається з розділу мережі, де ми можемо намалювати ситуацію використання піктограм скорочення.



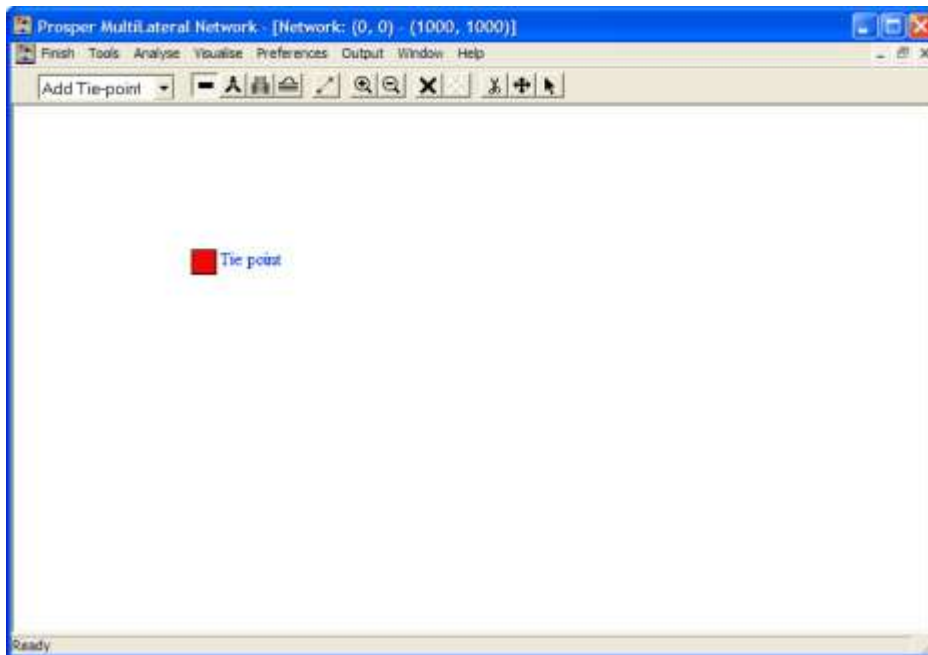
Зліва направо піктограми позначають:

- Tie-Point: це глибина, на якій обчислюється комбінований IPR.
- З'єднання: це вузол, звідки може розгалужуватися бічний.
- Завершення: описує деталі перфорації
- Пластовий резервуар: містить відповідні дані пласта, такі як тиск, проникність, форма Dietz-фактор і так далі.

Виберіть перший значок скорочення, починаючи зліва, або натисніть меню та виберіть «Add Tie-point», як показано на наступному знімку екрана.



Клацніть будь-де на порожньому екрані, щоб додати зв'язувальну точку та призначити їй мітку «Зв'язувальна точка» (Tie point).



Клацання правою кнопкою миші на червоному квадраті зв'язувальної точки дозволяє користувачеві змінити мітку та видалити значок.

Наступний ярлик (іде зліва направо) – це Додати перехрестя.

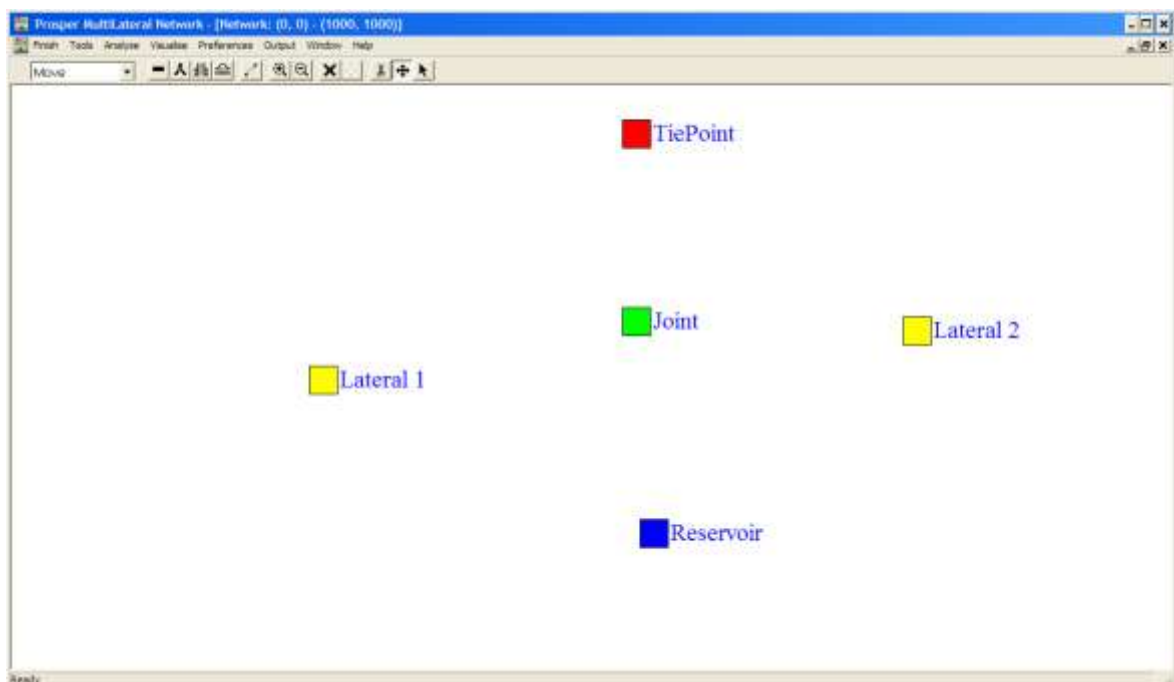
Виберіть «Додати перехрестя» та клацніть деінде на екрані, щоб додати перехрестя, позначте його «Спільне» (Joint).

Потім виберіть «Додати завершення» поруч із «Додати з'єднання» та клацніть на екрані, щоб додати завершення, позначте його "Lateral 1".

Клацніть деінде на екрані, щоб додати друге завершення під назвою «Lateral 2».

Потім виберіть Додати резервуар з меню та натисніть на екрані, щоб додати піктограму резервуара. Позначте його "Резервуар" (Reservoir).

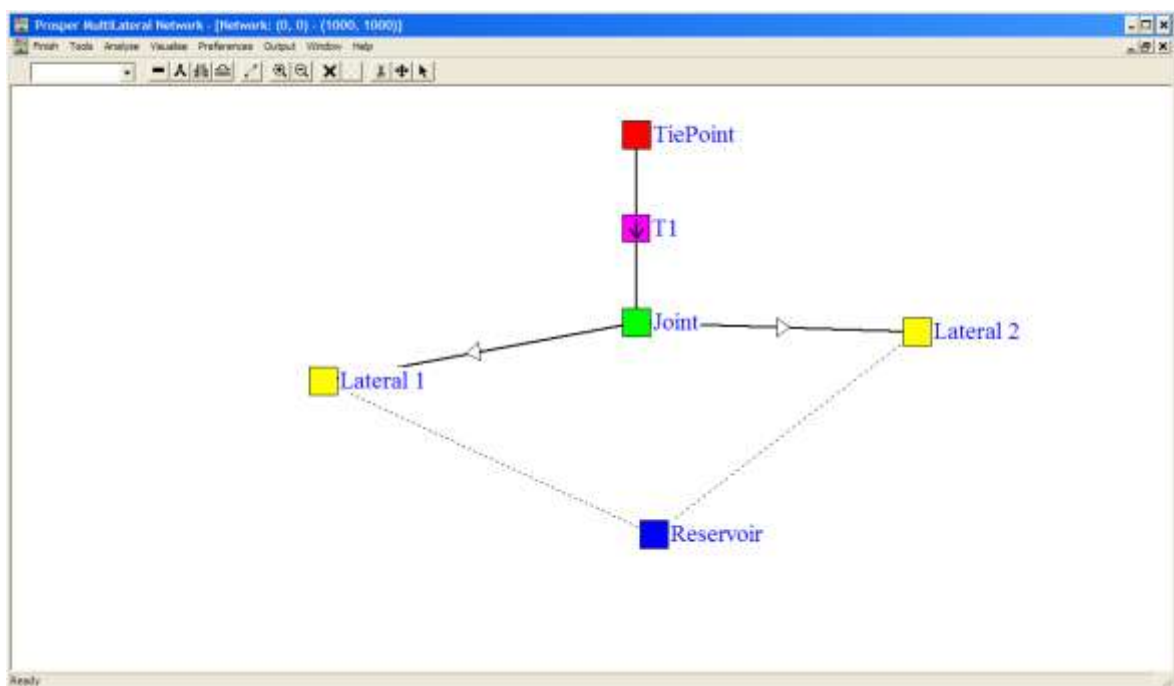
Потрібно мати схему, подібну до наступного знімка екрана.



У меню користувач може вибрати команду «Перемістити», а потім вибрати будь-який предмет, щоб його пересувати. Наступним кроком є з'єднання різних об'єктів разом, щоб ми могли вибрати команду «Додати посилання» з меню. Потім клацніть точку зв'язку та перетягніть її до точки з'єднання, це створить з'єднання між ними.

Повторіть процес зв'язування наступних елементів:

- З'єднання з Lateral 1
- Lateral 1 до сховища
- З'єднання з Lateral 2
- Lateral 2 до сховища



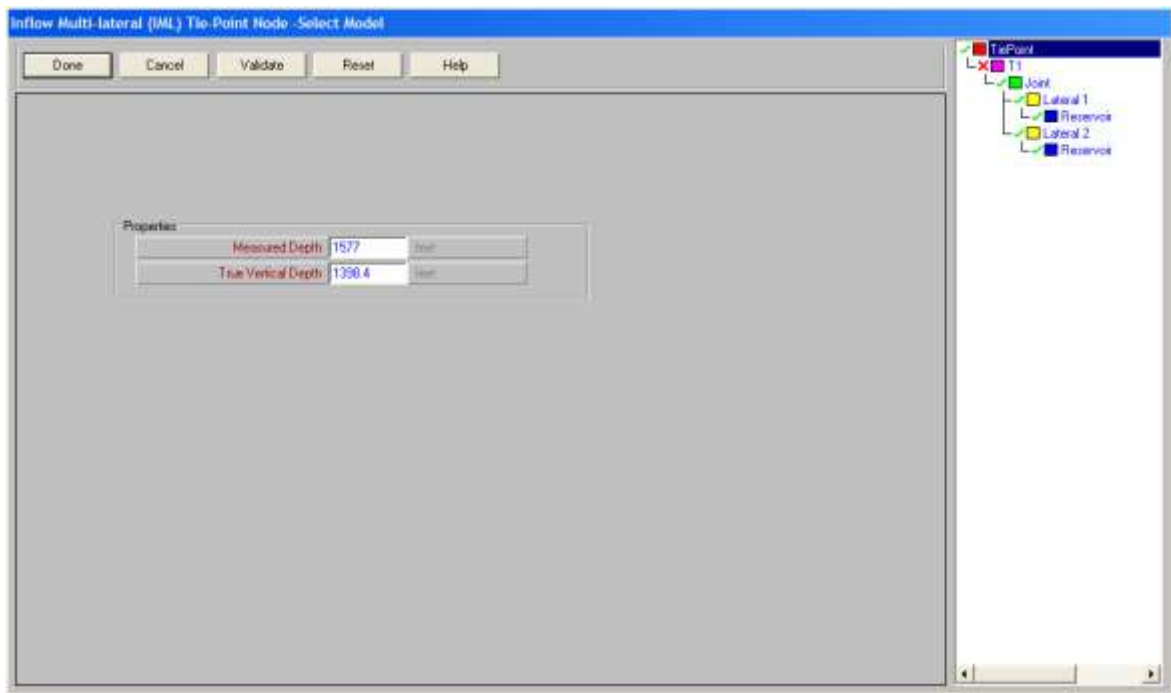
Введення даних

Сполучна точка: виміряна глибина = 1577 футів і справжня вертикальна глибина = 1398,4 футів

На цьому етапі нам потрібно почати вводити дані для різних розділів.

Двічі клацніть піктограму доданої зв'язувальної точки, щоб отримати доступ до панелі введення.

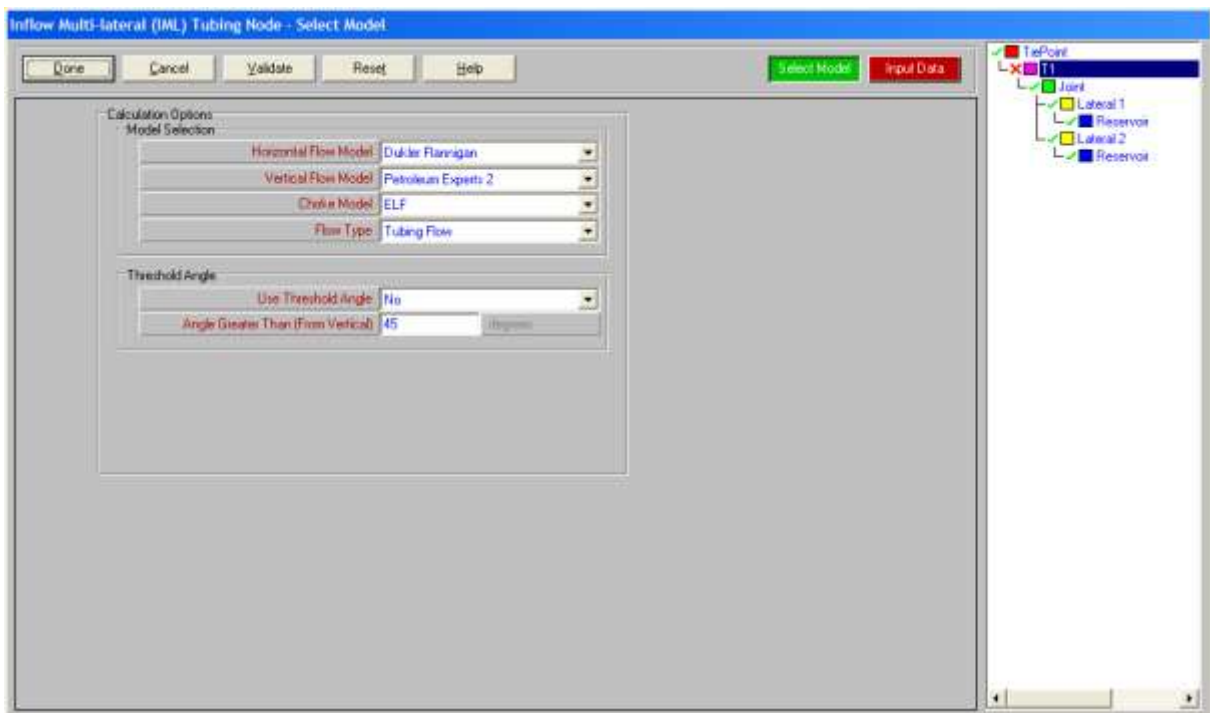
Введіть глибину зв'язувальної точки, як показано на наступному знімку.



Натисніть «Готово», щоб вийти з цього розділу та зберегти зміни.

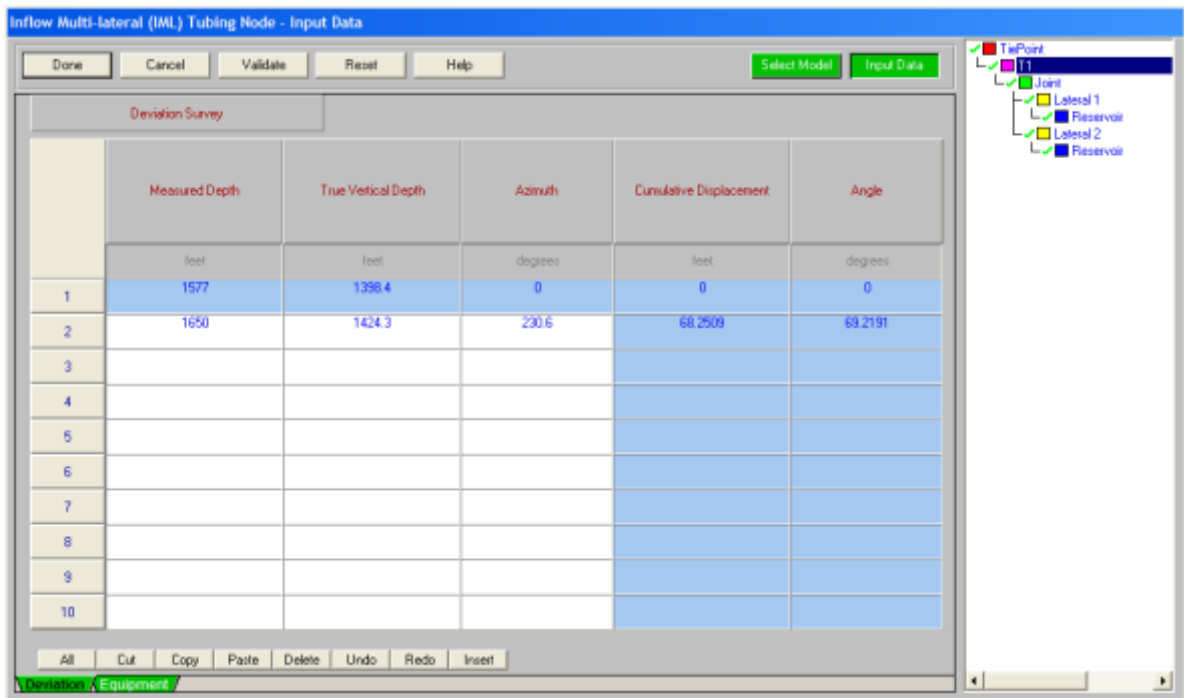
Обсадна труба від точки з'єднання до змін

Двічі клацніть на наступному елементі під назвою "T1", який є шматком корпусу, що йде від точки до з'єднання, де бічні сторони розділені.

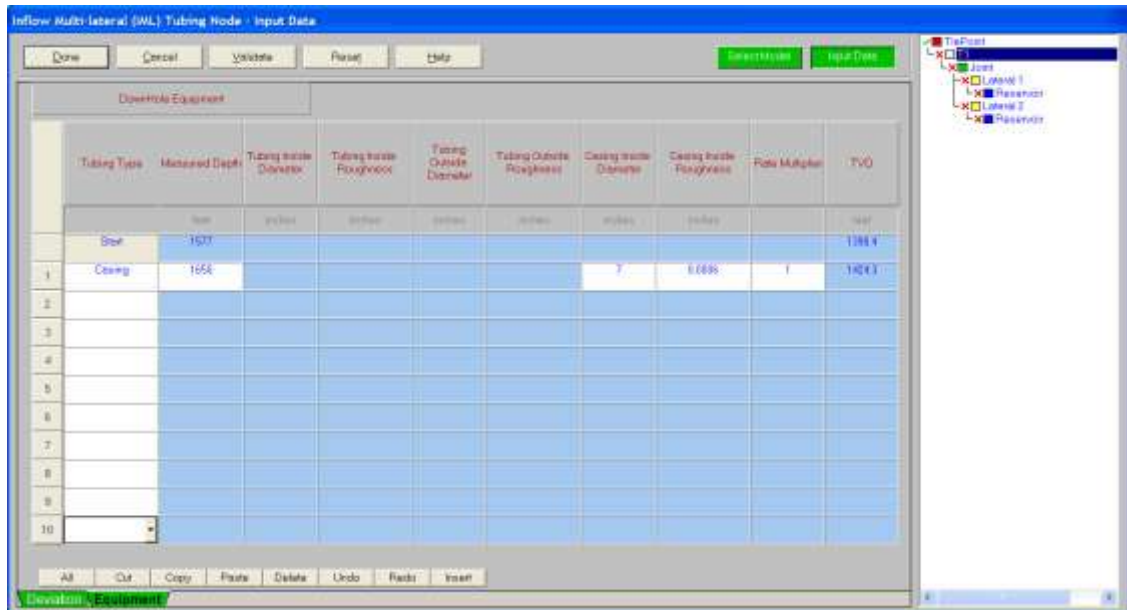


Виберіть вкладку «Вхідні дані», щоб отримати доступ до екрана введення відхилень і вкладки обладнання:

Вкладка огляду відхилень:



Вкладка обладнання:

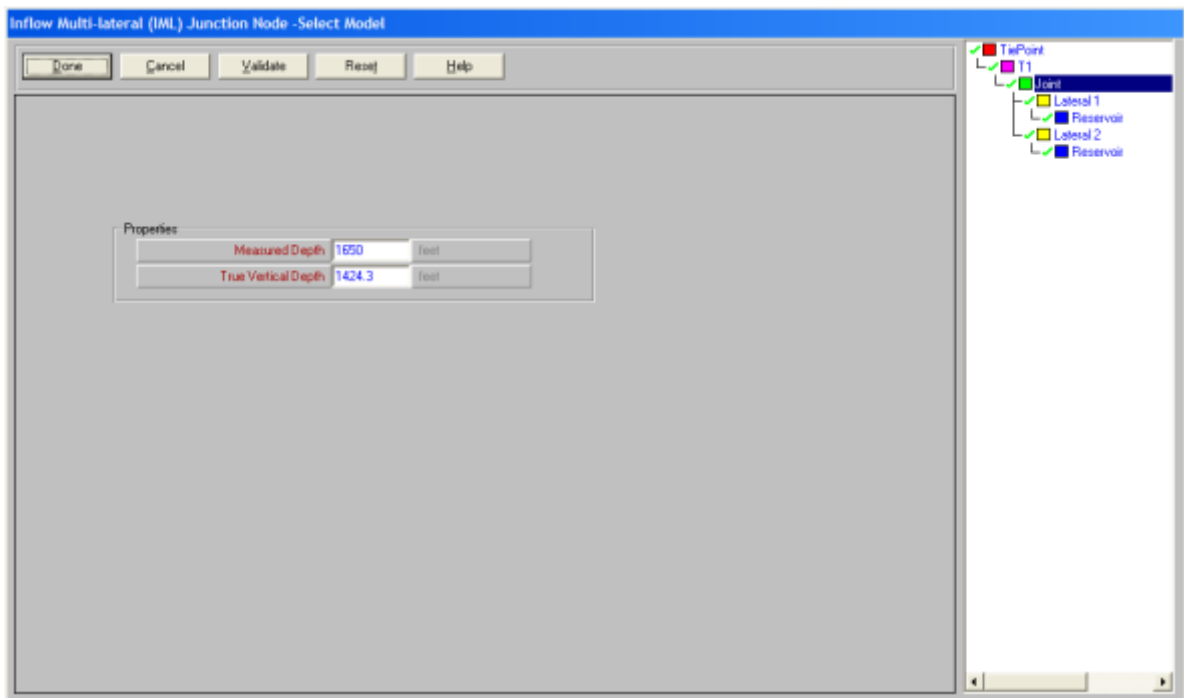


Після завершення двох вкладок натисніть Готово.

Спільне: Двічі клацніть піктограму Joint.

У цьому розділі дані передаються автоматично з найглибшої точки попереднього елемента.

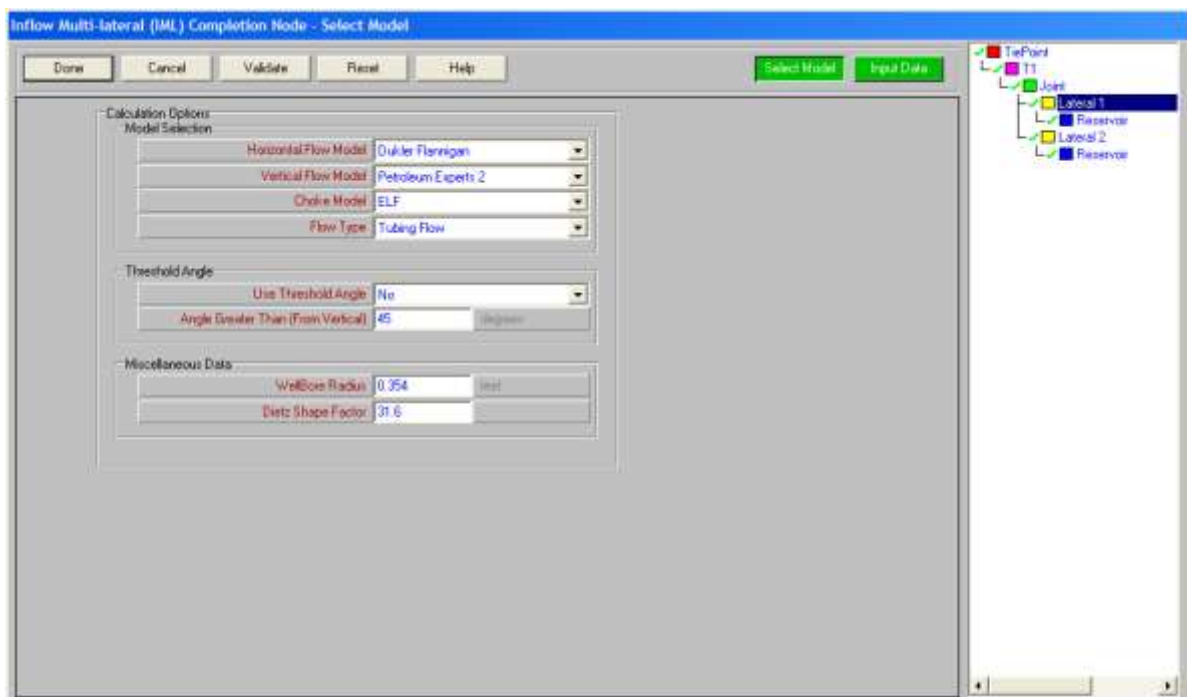
Праворуч ми бачимо елементи, які потрібно завершити і позначено червоним x.



Натисніть Готово.

Lateral 1

Двічі клацніть на Lateral 1, щоб отримати доступ до панелі введення елемента завершення. Введіть радіус свердловини та коефіцієнт форми Dietz, як показано нижче. Клацніть Вхідні дані (Input Data).



Виберіть вкладку «Вхідні дані» у верхньому правому куті екрана, щоб продовжити. У розділі «Вхідні дані» є 3 вкладки для заповнення (Відхилення,

Обладнання, Деталі перфорації). Ці розділи показано нижче на наступних знімках екрана:

Відхилення:

The screenshot shows the 'Deviation Survey' section of the software interface. It contains a table with the following data:

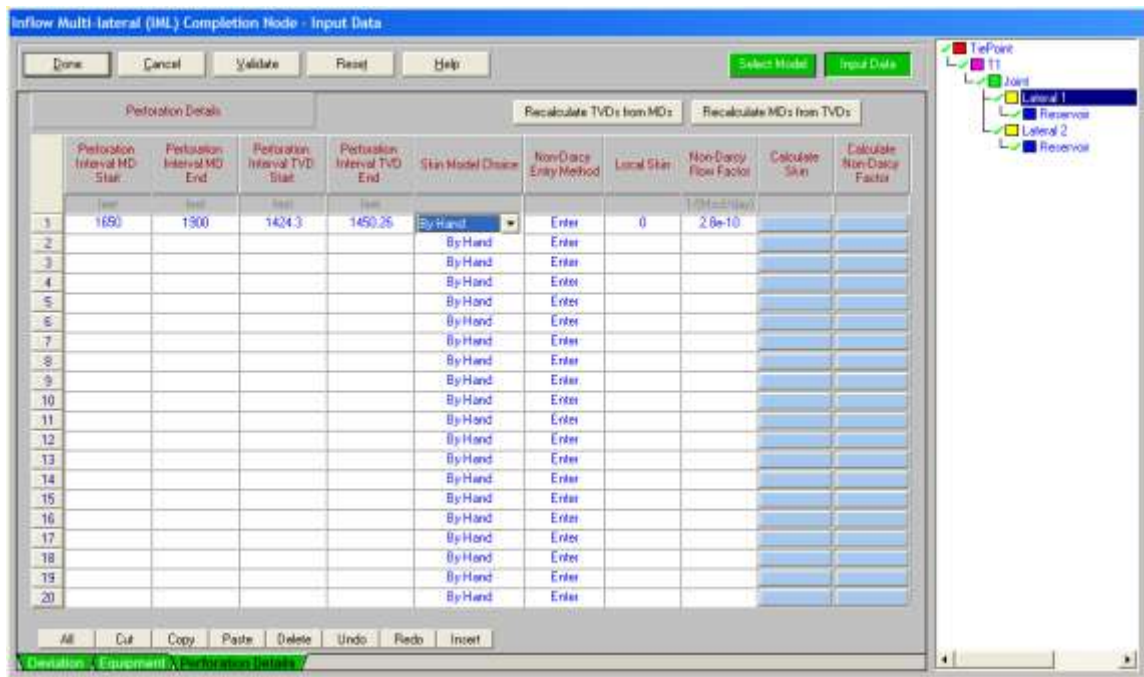
	Measured Depth	True Vertical Depth	Azimuth	Cumulative Displacement	Angle
	feet	feet	degrees	feet	degrees
1	1650	1424.3	230.5	65.2509	63.2191
2	1701	1437	243	117.544	75.5806
3	1840	1449.3	264.9	256.099	84.9232
4	1940	1450.9	269.8	356.006	89.0832
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Обладнання:

The screenshot shows the 'Downhole Equipment' section of the software interface. It contains a table with the following data:

	Tubing Type	Measured Depth	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter	Tubing Outside Roughness	Casing Inside Diameter	Casing Inside Roughness	Rate Multiplier	TVD
		feet	inches	inches	inches	inches	inches	inches		feet
	Start	1650								1424.3
1	Tubing	1900	3.5	0.000E					1	1450.26
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

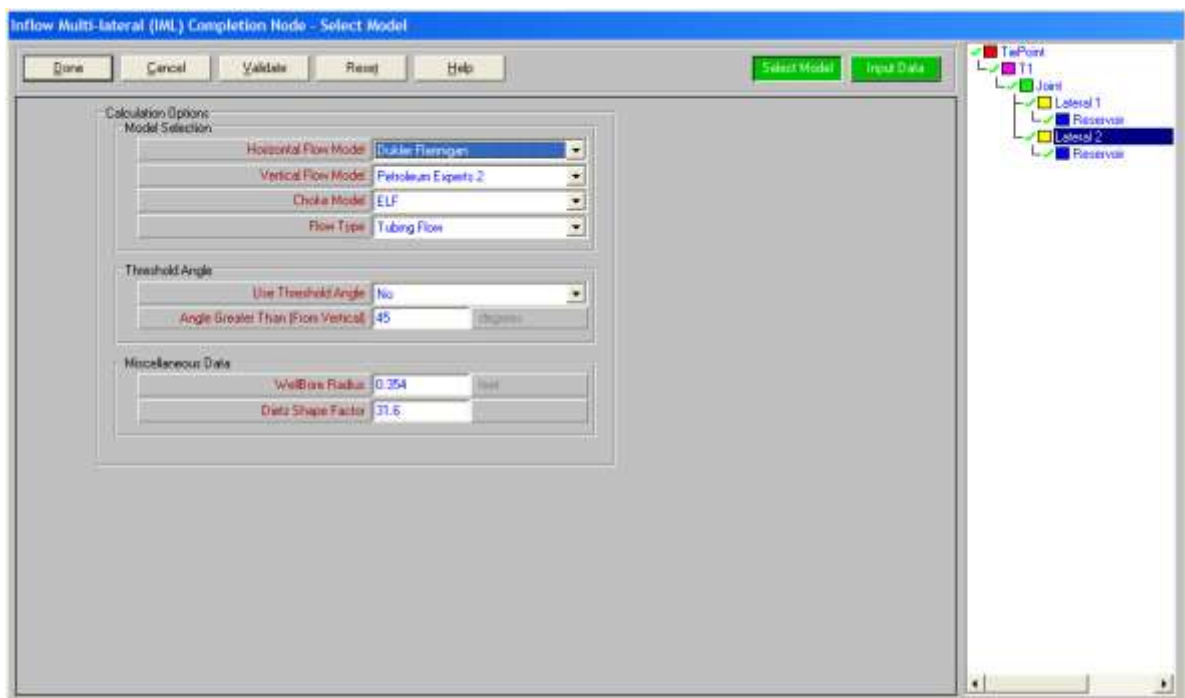
Деталі перфорації:



Натисніть «Готово», щоб вийти та зберегти зміни в цьому розділі.

Lateral 2:

Двічі клацніть на Lateral 2, щоб почати вводити інформацію для цього значка. Введіть радіус свердловини та коефіцієнт форми Dietz, а потім натисніть «Ввести дані», щоб перейти до наступного розділу.



У розділі Вхідні дані є 3 вкладки для введення даних:

Lateral 2 відхилення:

Inflow Multi-lateral (IML) Completion Mode - Input Data

Done Cancel Validate Reset Help Select Model Input Data

Deviation Survey

	Measured Depth	True Vertical Depth	Azimuth	Cumulative Displacement	Angle
	feet	feet	degrees	feet	degrees
1	1650	1424.3	230.0	68.2509	69.2191
2	1710	1430.1	231.3	127.97	64.4528
3	1784	1432.7	233.2	201.924	67.9685
4	1908	1432.2	257.6	325.923	90.2311
5	2024	1438.5	267.1	441.752	86.8967
6	2199	1447.9	256.6	572.414	85.8851
7	2280	1446.8	248.1	707.399	90.8913
8	2395	1449.8	238.8	812.322	87.0167
9	2436	1449.9	235	853.322	89.9603
10	2483	1449.8	231	900.322	90.1219

All Cut Copy Paste Delete Undo Redo Insert

Deviation, Equipment, Perforation Details

Lateral 2 обладнання:

Inflow Multi-lateral (IML) Completion Mode - Input Data

Done Cancel Validate Reset Help Select Model Input Data

Downhole Equipment

	Tubing Type	Measured Depth	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter	Tubing Outside Roughness	Casing Inside Diameter	Casing Inside Roughness	Rate Multiplier	TVD
		feet	inches	inches	inches	inches	inches	inches		feet
Start		1650								1424.3
1	Tubing	2483	4	0.0006					1	1449.8
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

All Cut Copy Paste Delete Undo Redo Insert

Deviation, Equipment, Perforation Details

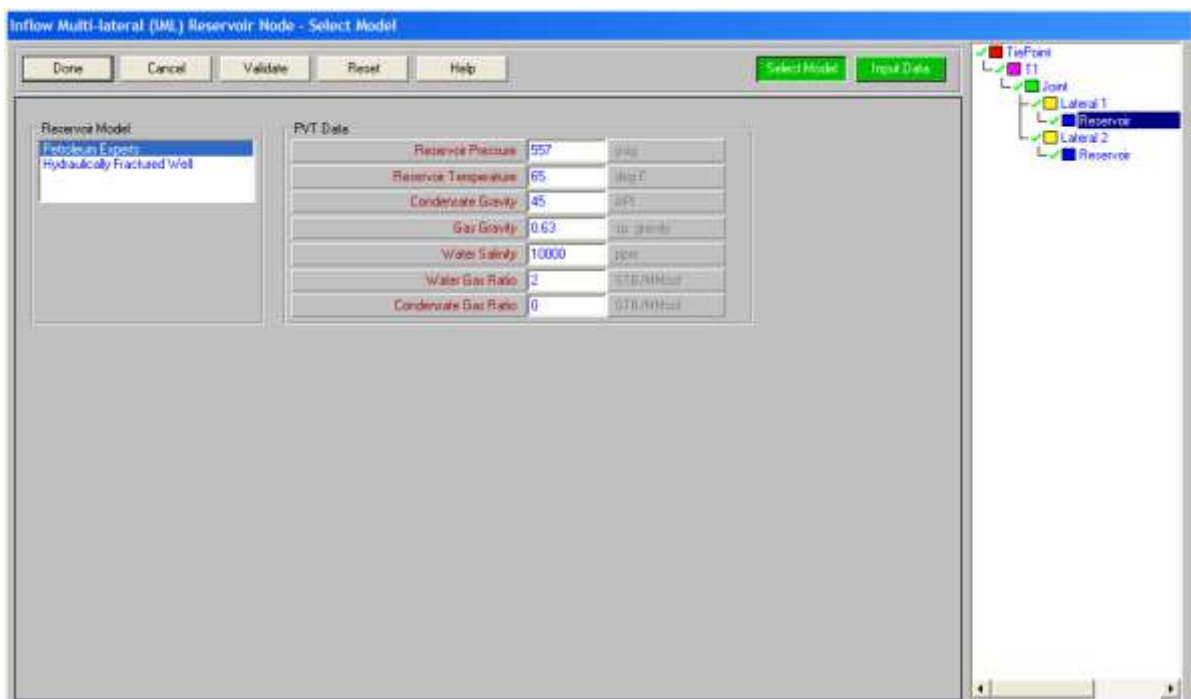
Lateral 2 перфорація:



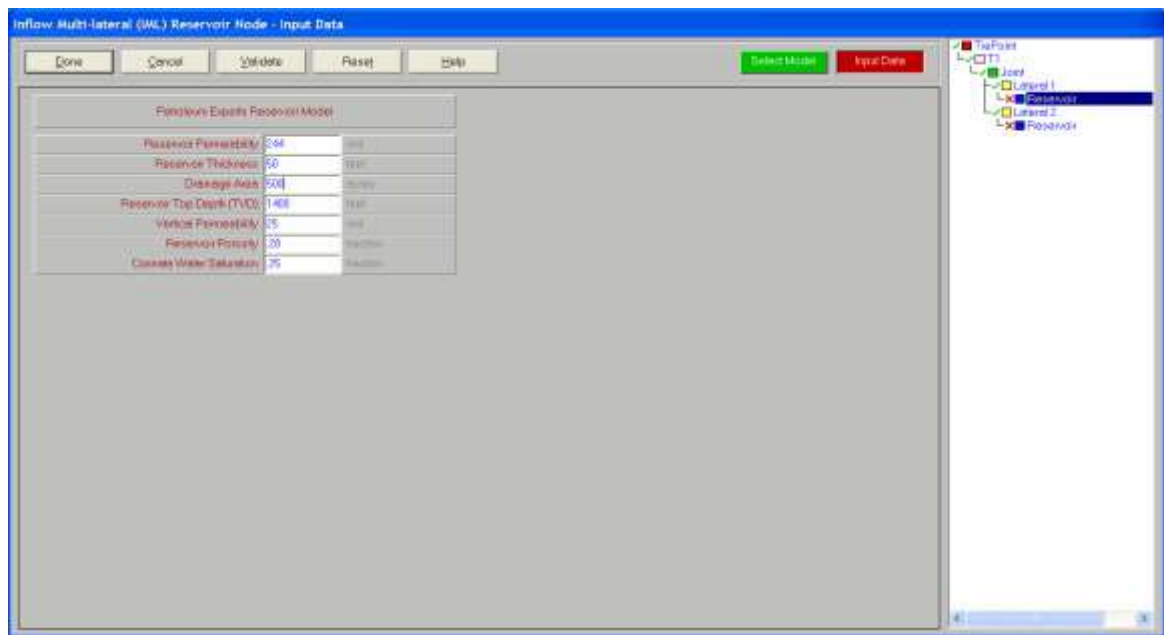
Натисніть «Готово», щоб вийти та зберегти результати.

Сховище

Двічі клацніть на синьому значку резервуара, щоб ввести дані для резервуара. Виберіть модель Petroleum Experts Reservoir зліва, введіть PVT дані для резервуара та клацніть «Вхідні дані» (Input Data).



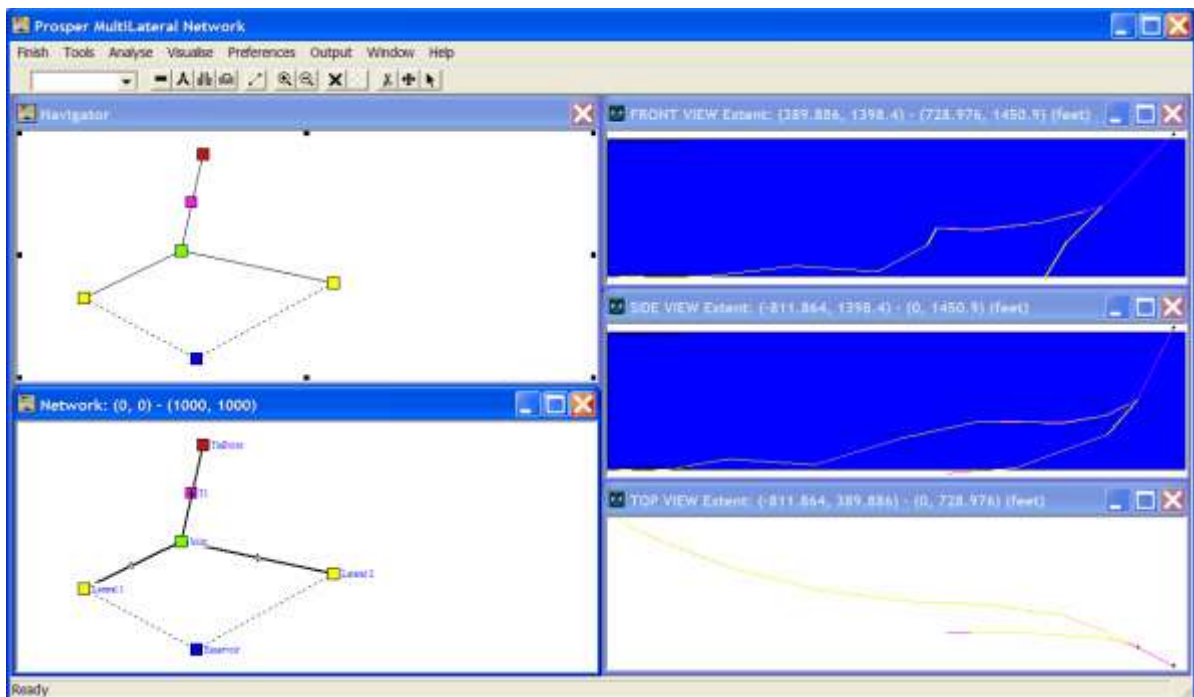
У розділі «Вхідні дані» введіть параметри пласта, як показано на наступному знімку.



Виберіть | Готово, щоб вийти з цього екрана.

Перш ніж продовжити, рекомендується перевірити вхідні дані, візуалізуючи ескіз мережі.

Для цього виберіть | Візуалізуйте | З'являються всі та наступні ескізи:



| Аналізувати | Обчисліть для створення складеного IPR для обох боків:
Виберіть Криву як параметр розрахунку.

MultiLateral Calculation

Done Calculate Plot Report Export Help

Calculation Options

Point or Curve: Curve

Conductivity Switch: Finite Conductivity

Allow CrossFlow: No

(ALWAYS initially disallow CrossFlow to verify model stability)

One Point Results

Pressure: psig

Rate: MMscf/day

Details

Curve Calculation Options

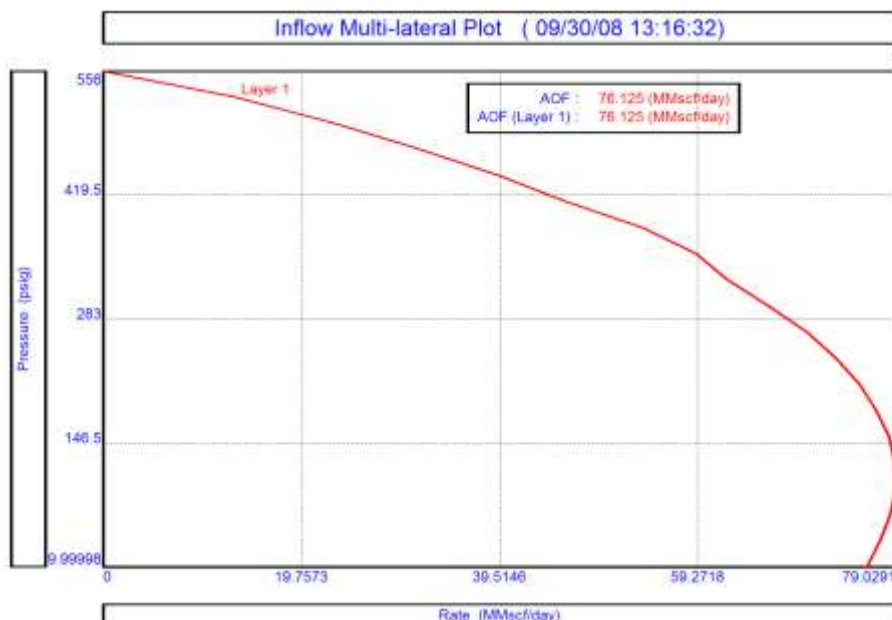
Minimum Pressure: 10 psig

Maximum Pressure: 557 psig

Number of Points: 20

Point	Total Gas Rate	Pressure	Total PI	Total Oil Rate	Total Water Rate	Layer 1 Gas Rate

Розрахунок запускається натисканням кнопки «Розрахувати». Наприкінці розрахунку відображається такий графік IPR:



Примітка. Отриманий графік IPR посилається на зв'язувальну точку та враховує падіння тиску в свердловинній мережі обсадних труб, насосно-компресорних труб і штуцерів та перемикач кінцевої провідності активується. Іншими словами, крива IPR це співвідношення між швидкістю потоку газу та зв'язуючою точкою тиску.

Крива IPR розраховується для 20 значень тиску з відповідними 20 значеннями. На цьому графіку IPR ми бачимо, що при дуже високих витратах (близьких до AOF) крива IPR йде назад. Причину цю поведінку можна пояснити тим, що при низькій зв'язувальній точці під тиском, розширення газу в стовбурі свердловини викликає високі швидкості газу, що у свою чергу, створюють високі перепади тиску вздовж свердловини. Високі перепади тиску викликають скорочення самого виробництва, отже, «коліно» на кривій.

Зазвичай така поведінка не вплине на продуктивність свердловини як перетину VLP/IPR рідко наближається до AOF.

Натисніть «Готово» на діаграмі.

Натисніть | Виконано | Фініш | Готово для переходу в головний розділ PROSPER.

Оцінка дебіту свердловини та перевірка детальних результатів

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані про пласт (IPR) і реакцію труби (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і відгуку труб (VLP). Для заданого набору граничних умов (заданого пластового тиску та тиску на гирлі свердловини) дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR та VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система (Ipr +Vlp) | 3 Variables.

Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск верхнього вузла є тиском нижнього за течією системи. Оскільки у цій моделі немає трубопроводу, тиск у верхньому вузлі є тиском потоку в гирлі свердловини.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого

трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжити і | Обчисліть з такими результатами:



Можна прочитати швидкість газу близько 56 млн куб.футів/добу.

Якщо вибрати | Ділянка | Системний графік, системний графік (VLP + IPR) відображається таким чином:



Виберіть | Завершити, щоб повернутися до попереднього екрана:

SYSTEM 3 VARIABLES (Tutorial_05.Out) (Matched PVT)

Calculate Plot Sensitivity Sensitivity Pvd Report Export Options Done Main LPI Curves Help

Result

	Gas Rate	VLP Pressure	IPR Pressure	Wellhead Pressure	Wellhead Temperature
	MMscf/day	psig	psig	psig	deg F
1	0.079021	202.34	555.829	200	40.27
2	4.23095	208.214	546.864	200	51.2161
3	8.38207	222.694	537.898	200	55.3155
4	12.5336	227.528	528.932	200	57.284
5	16.6851	237.51	517.315	200	58.2788
6	20.8367	248.374	505.091	200	58.9503
7	24.9882	260.125	492.051	200	59.4138
8	29.1397	272.641	478.063	200	59.7548
9	33.2912	285.804	463.904	200	60.0164
10	37.4426	299.686	448.117	200	60.2232
11	41.5943	314.512	431.561	200	60.3803
12	45.7458	330.388	414.013	200	60.5296
13	49.8973	346.581	396.175	200	60.6461
14	54.0489	363.124	382.078	200	60.7495
15	58.2004	379.972	369.863	200	60.8313
16	62.3519	397.057	325.728	200	60.9059
17	66.5035	414.358	296.397	200	60.9716
18	70.6551	431.827	263.932	200	61.0298
19	74.8066	449.489	218.373	200	61.0817
20	78.9581	467.213	9.99998	200	61.1283

Variables

Solution

Solution Details

Gas Rate	56.143	MMscf/day
Oil Rate	0	STB/day
Water Rate	112.9	STB/day
Solution Node Pressure	371.30	psig
Wellhead Pressure	200.00	psig
Wellhead Temperature	-60.79	deg F
First Node Temperature	-60.75	deg F
Total Skin	-6.33	psig
Total IP Skin	-371.45	psig
IP Friction	148.61	psig
IP Gravity	10.27	psig

Тепер виберіть | Деталі рішення | Деталі припливного шару. Тут швидкість і тиск розподілено по кожній стороні і відображається:

MultiLateral Branch And Layer Results

Done Plot Report Export Help

Branch Summary

	Label	Rate Constant	Pressure
		MMscf/day	psig
1	T1	0	371.37
2	Lateral 1	12.863	374.79
3	Lateral 2	40.286	374.79

Layer Summary

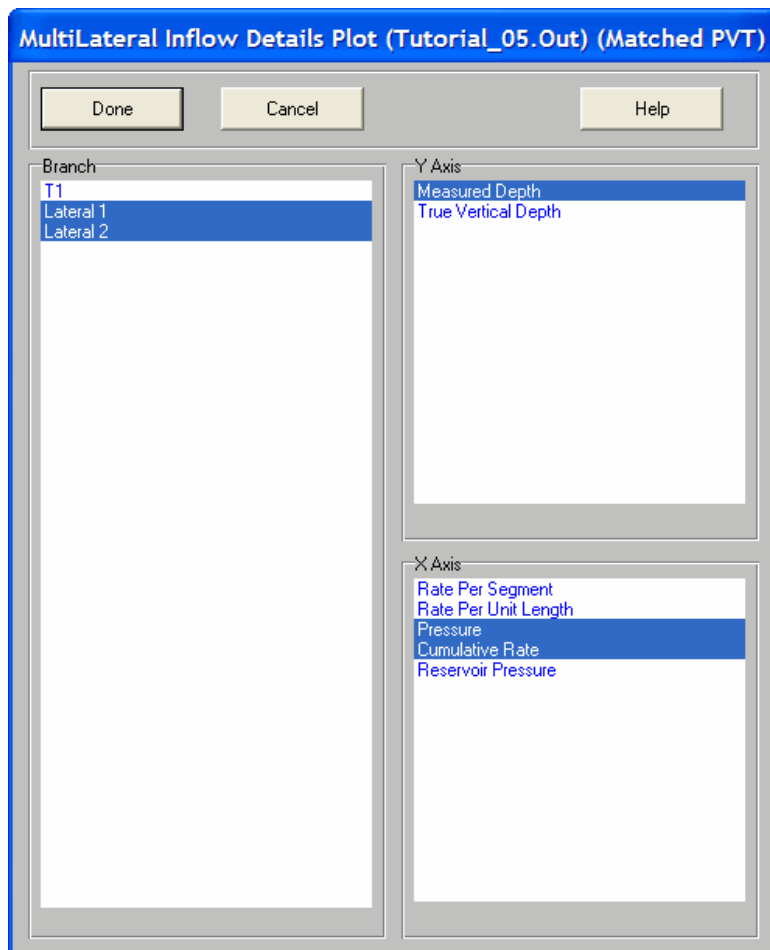
	Label	Productivity Index	Composite Skin	Layer Top	Layer Bottom
		MMscf/psig-ft	psig	feet	feet
1	Reservoir	0.0045682	-6.30	1400.0	1450.0

Segment Details By Branch

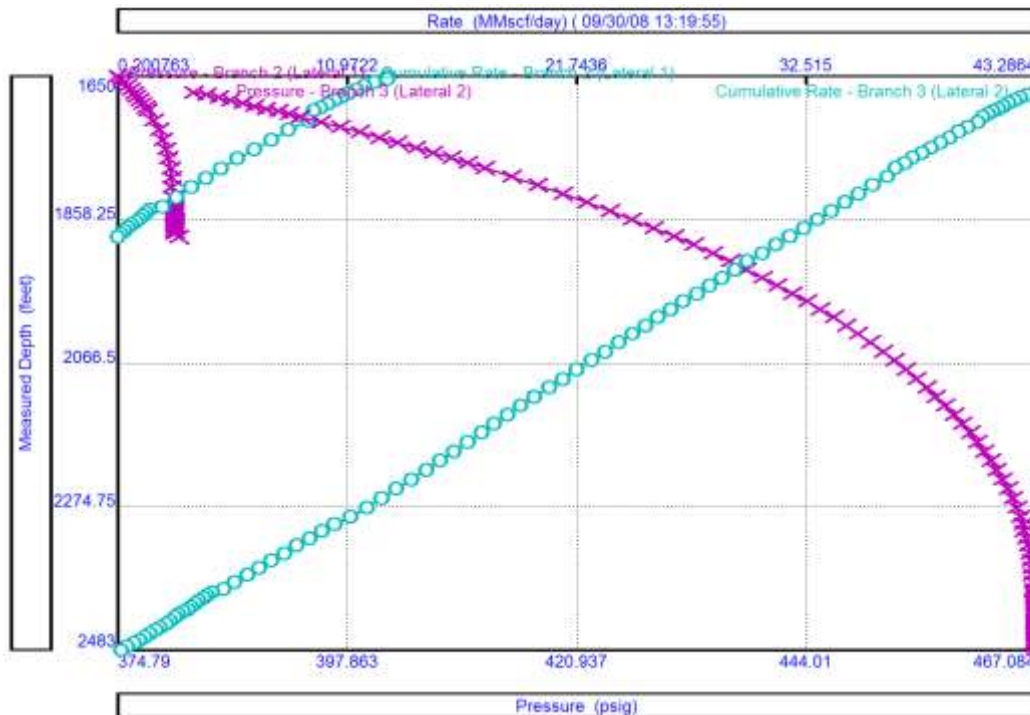
Selected Branch: Lateral 1

	Measured Depth Top	Measured Depth Bottom	Vertical Depth	Rate Per Segment	Rate Per Unit Length	Pressure	Cumulative Rate	Reservoir Pressure
	feet	feet	feet	MMscf/segment	MMscf/feet	psig	MMscf/day	psig
1	1650.0	1650.0	1424.3			374.79	12.863	557.36
2	1650.0	1655.1	1425.6	0.58897	0.11547	375.87	12.863	557.38
3	1655.1	1660.2	1426.8	0.45814	0.08944	375.44	12.274	557.38
4	1660.2	1665.3	1428.1	0.48071	0.07987	375.79	11.818	557.46
5	1665.3	1670.4	1429.4	0.35701	0.070003	376.13	11.417	557.42
6	1670.4	1675.5	1430.7	0.3167	0.05682	376.45	11.050	557.44
7	1675.5	1680.6	1431.8	0.32758	0.064227	376.75	10.723	557.45
8	1680.6	1685.7	1433.2	0.32128	0.052993	377.04	10.396	557.47
9	1685.7	1690.8	1434.5	0.31559	0.0461879	377.32	10.074	557.48
10	1690.8	1695.9	1435.7	0.30957	0.04007	377.59	9.759	557.51

Їх можна побудувати за допомогою | Побудуйте та виберіть цікаві змінні за допомогою | Змінні (Variables).



3 | Готово, буде створено такий графік:



Графік вище показує розподіл тиску та швидкості в залежності від глибини для обох боків.

Лабораторна робота 6

Моделювання похилої нафтової свердловини

Файл: [~/samples/PROSPER/T07_SlantedOilWell.Out](#)

Основні цілі цього прикладу – показати:

- Як налаштувати модель PROSPER для похилої нафтової свердловини
- Як ввести базові дані PVT для нафти
- Як ввести дані IPR
- Як описати свердловинне обладнання
- Як виконати розрахунок системи (VLP + IPR) для оцінки дебіту свердловини для даного WHFP.

Постановка проблеми

Для видобутку нафти передбачається буріння похилої свердловини.

Дані рідини (PVT), дані пласта (IPR) і опис свердловинного обладнання (VLP) надається.

Необхідно:

- Налаштувати модель свердловини PROSPER для похилої/нахиленої нафтової свердловини.
- Оцініть початковий дебіт нафти за тиску в гирлі свердловини 250 psig

Вхідні дані PVT

GOR розчину: 400 scf/stb

Вага нафти: 30 API

Вага газу: 0,75 (повітря =1)

Солоність води: 80000 ppm

Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Тиск у точці кипіння: 2500 psig при 200 degF

Вхідні дані системного обладнання

Розділ введення обладнання системи підрозділяється на 5 підрозділів:

- Опитування відхилень
- Поверхнєве обладнання
- Свердловинне обладнання
- Геотермічний градієнт і
- Середні теплоємності

Огляд відхилень

У PROSPER обстеження відхилення може відбуватися де завгодно: гирло свердловини, морське дно, платформа, РКВ тощо.

Головне описати все обладнання в свердловині послідовним чином з вибраним джерелом.

Глибина гирла свердловини не повинна збігатися з початком огляду відхилення.

Виміряна глибина у футах	Справжня вертикальна глибина у футах
0	0
2000	2000
5000	4500
9500	8000

Наземне обладнання

Все обладнання, розташоване нижче за течією від гирла свердловини, є частиною поверхневого обладнання.

До поверхневого обладнання можна віднести: дроселі гирла свердловини, стояки, потокові лінії, арматуру тощо.

У цьому прикладі поверхнєве обладнання не моделюватиметься.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку, клапани, тощо.

Equipment type	Measured depth in (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	9000	3.992	0.0018	1
Casing	9500	8.3	0.0018	1

Статичний геотермальний градієнт

Геотермічний градієнт виражає швидкість підвищення температури на одиницю глибини. Геотермічний градієнт не залежить від дебіту свердловини.

При використанні методу прогнозування температури грубого наближення геотермічний градієнт вводиться в порівнянні з виміряною глибиною. PROSPER внутрішньо перетворює виміряну глибину в справжню вертикальну. Це градієнт температури на основі справжньої вертикальної глибина, яка використовується під час розрахунку.

Виміряна глибина у футах	Статична температура у градусах F
0	70
9500	200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

Примітка. Загальна теплопередача (також називається значенням U) є складеним числом, яке фіксує різні механізми теплообміну: провідність, конвекція і випромінювання. Його можна розглядати як величину, зворотну тепловому опору в оточенні стовбура свердловини.

Середні теплоємності

Тут буде використана середня теплова потужність за замовчуванням:

Теплоємність фази в btu/lb/F

Нафта: 0,53

Газ: 0,51

Вода: 1

Вхідні дані пласта

Модель IPR: Darcy / Wong-Clifford*

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 градусів F

Обводнення: 0%

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Ні

Модель кожуха: Введіть кожух вручну / Wong-Clifford

Корекція відносної проникності: Ні

Проникність: 150 мД

Товщина пласта (Справжня стратиграфічна потужність): 100 футів

Площа водовідведення: 340 га

Радіус свердловини: 0,354 фута

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Вертикальна анізотропія пласта: 0,1 (фракція)

Локальна вертикальна анізотропія: 0,1 (частка)

Горизонтальна довжина до краю резервуару: 2150 футів

Вертикальна глибина до верхньої частини резервуару
(починаючи від джерела огляду відхилень): 8000 футів

Інтервал перфорації на вимірній глибині: 9500-9800 футів

Глибина перфорації в справжній вертикальній глибині: 8000-8100 футів

Механічний кожух: +5

У цьому прикладі використовується модель відхилення Wong-Clifford та часткового проникнення кожуха. У PROSPER існують альтернативні моделі для похилих свердловин: модель багатостороннього припливу, яка розроблена Petroleum Experts і модель Cinco-Leu, доступна в комбінації з моделлю Karakas & Tariq skin.

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Побудуйте модель PROSPER для похилої нафтовидобувної свердловини
- Використовуйте модель свердловини PROSPER, щоб оцінити швидкість потоку порівняно з WHFP 250 psig

Системні параметри

Тут виберіть | Файл | Створити, якщо файл PROSPER уже відкрито. Потім виберіть | Параметри | Параметри та зробіть наступні варіанти

Рідина: нафта і вода

System Summary (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Report Export Help Datestamp

Fluid Description

Fluid Oil and Water

Method Black Oil

Separator Single-Stage Separator

Emulsions No

Hydrates Disable Warning

Water Viscosity Use Default Correlation

Viscosity Model Newtonian Fluid

Calculation Type

Predict Pressure and Temperature (offshore)

Model Rough Approximation

Range Full System

Output Show calculating data

Well

Flow Type Tubing Flow

Well Type Producer

Well Completion

Type Cased Hole

Sand Control None

Artificial Lift

Method None

Reservoir

Inflow Type Single Branch

Gas Coning No

User information

Company

Field

Location

Well

Platform

Analyst

Date 26 August 2008

Comments (Ctrl-Enter for new line)

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Введення даних PVT

Щоб ввести дані PVT, просто виберіть |PVT|Вхідні дані та заповніть екран як показано нижче:

GOR розчину: 400 scf/stb
Вага нафти: 30 API
Вага газу: 0,75 (повітря =1)
Солоність води: 80000 ppm
Домішки (CO₂, N₂, H₂S): немає

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Збереження файлу

Як і при роботі з будь-якою іншою комп'ютерною програмою, корисно зберегти файл часто, щоб уникнути втрати даних у разі, наприклад, збою комп'ютера. Щоб зберегти файл, виберіть | Файл | Зберегти як ...

Після цього перейдіть до місця, де потрібно зберегти файл.

Рекомендується зберегти файл як файл *.OUT.

Опис системного обладнання

Щоб описати обладнання системи (тобто обладнання в свердловині та навколо неї), виберіть | Система | Обладнання (Трубки тощо) | все

Тепер, вибравши | Редагувати, програмне забезпечення проведе користувача через усі необхідні екрани для введення даних обладнання, починаючи з обстеження відхилень

Огляд відхилень

Виміряна глибина у футах

0

2000

5000

9500

Справжня вертикальна глибина у футах

0

2000

4500

8000

DEVIATION SURVEY (Tutorial_07.Out)

Done Cancel Main Help Filter

Input Data

	Measured Depth (feet)	True Vertical Depth (feet)	Cumulative Displacement (feet)	Angle (degrees)
1	0	0	0	0
2	2000	2000	0	0
3	5000	4500	1658.31	33.5573
4	9500	8000	4486.74	38.9424
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Copy Cut Paste Insert Delete All Invert Import Export

MD <-> TVD

Calculate

Примітка. У PROSPER можна ввести або імпортувати таблицю огляду великих відхилень. Реалізовано алгоритм фільтрації, який вибере до 20 найбільш релевантних даних, що описують траєкторію свердловини. Для цього | Потрібно використовувати кнопку фільтра, розташовану у верхньому правому куті цього екрана.

Виберіть | Готово, і з'явиться екран із написом Surface Equipment.

Наземне обладнання

Ця модель не включатиме жодного наземного обладнання.



Вибравши кнопку «Скасувати», розташовану у верхньому лівому куті екрана, користувач перейде до наступного екрану: екран опису свердловинного обладнання.

Свердловинне обладнання

Обладнання для свердловини включає труби, обсадні труби, ніпелі, підповерхневу безпеку, клапани, ...

Equipment type	Measured depth in ft (down to)	Internal diameter in inches	Roughness in inches	Rate multiplier
Xmas Tree (Well Head)	0	N/A	N/A	N/A
Tubing	9000	3.992	0.0018	1
Casing	9500	8.3	0.0018	1

DOWNHOLE EQUIPMENT (Tutorial_07.Out)

Done Cancel Main Help Insert Delete Copy Cut Paste All Import Export Report Tubing DB

Input Data

	Label	Type	Measured Depth (feet)	Tubing Inside Diameter (inches)	Tubing Inside Roughness (inches)	Tubing Outside Diameter (inches)	Tubing Outside Roughness (inches)	Casing Inside Diameter (inches)	Casing Inside Roughness (inches)	Rate Multiplier
1	Well Head	Xmas Tree	0							
2	Tubing	Tubing	9000	3.992	0.0018					1
3	Casing	Casing	9500					8.3	0.0018	1
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

Найглибший запис у розділі свердловинного обладнання є базовою глибиною для статичного пластового тиску, який буде введено в розділ IPR.

Рекомендується використовувати верхню перфорацію як еталонну глибину для статичного пластового тиску. Це означає, що опис свердловинного обладнання має зупинитися на верхній частині перфорації. Це також вірно для багатозонного завершення, оскільки падіння тиску між зонами буде враховано відповідним припливом (багатозонна модель IPR з dP або багатостороння модель IPR).

Виберіть | Готово, щоб перейти до наступного екрана: геотермальний градієнт.

Геотермічний градієнт

Доступні дані:

Вимірjana глибина у футах

0

9500

Статична температура у градусах F

70

200

Загальний коефіцієнт теплопередачі становить 8 BTU/h/ft²/F.

GEOTHERMAL GRADIENT (Tutorial_07.Out)

Done Cancel Main Help Import Plot
 Insert Delete Copy Cut Paste All

Input Data

	Formation Measured Depth (feet)	Formation Temperature (deg F)
1	0	70
2	9500	200
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		

Overall Heat Transfer Coefficient
 BTU/h/ft²/F
 8

Виберіть | Готово, щоб перейти до екрана середньої теплоємності.

Середні теплоємності

Для цього прикладу будуть використані середні значення теплоємності за замовчуванням

Average Heat Capacities (Oil Well Nat Flowi...

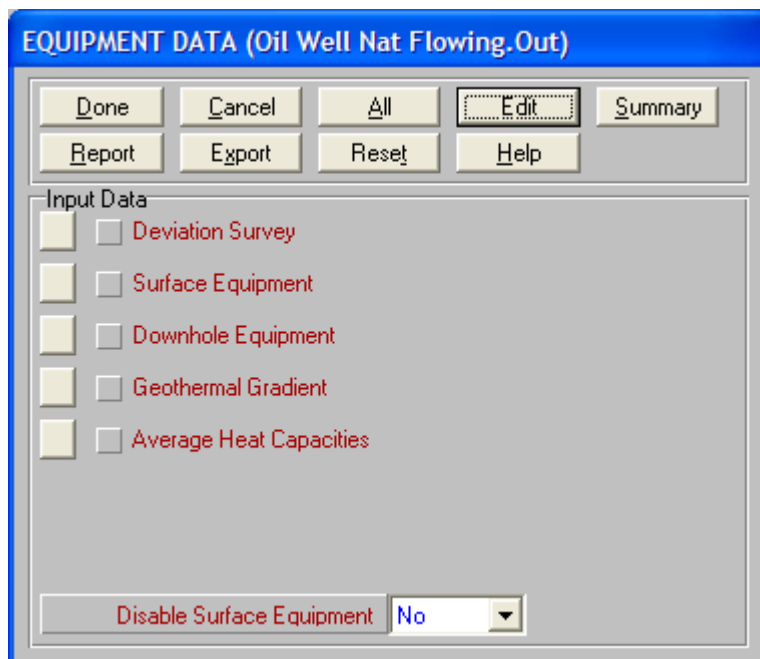
Done Cancel Main Help Default

Input Parameters

Cp Oil	0.53	BTU/lb/F
Cp Gas	0.51	BTU/lb/F
Cp Water	1	BTU/lb/F

Примітка: | Кнопка за замовчуванням скине будь-які введені користувачем значення.

3 | Після цього відкриється екран введення розділу даних про обладнання:



Коротка інформація про обладнання

На екрані «Дані обладнання» можна створити ескіз стовбура свердловини за допомогою | Summary і це з'являється:

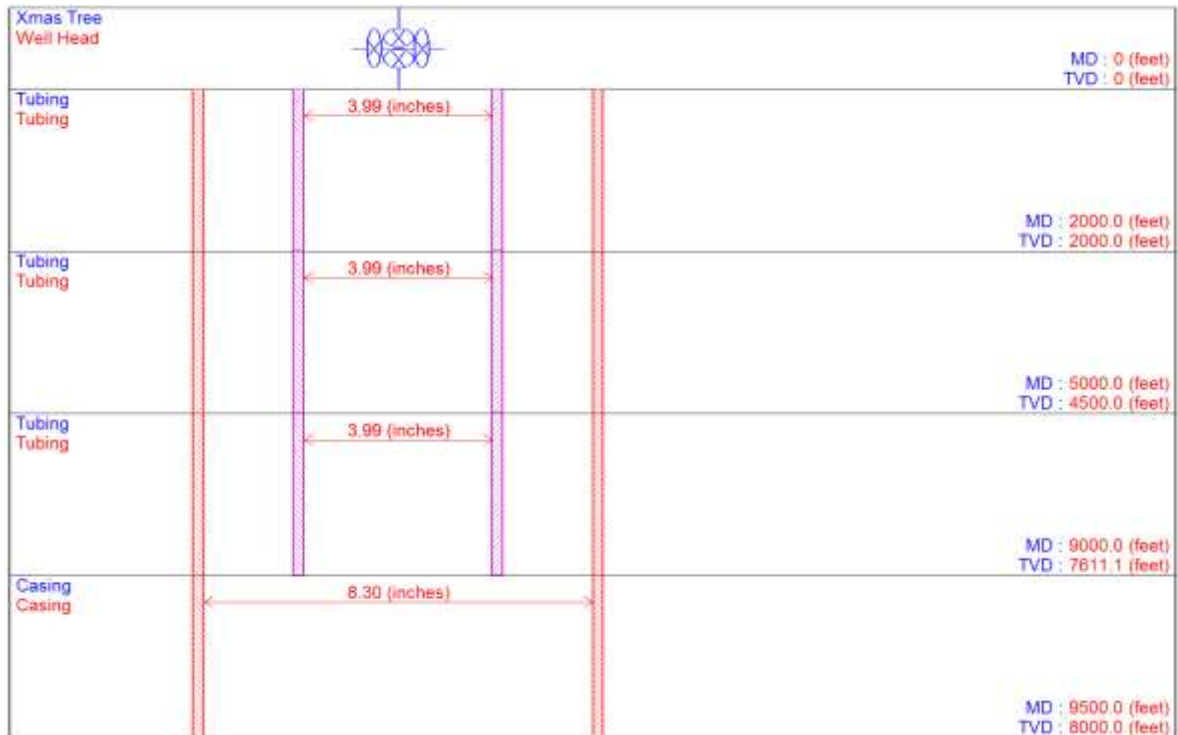
Equipment Summary (Tutorial_07.Out)

Done Main Help Draw Surface Draw Downhole Report Export

Equipment Summary

Type	Label	Rate Multiplier	Measured Depth	True Vertical Depth	Pipe Length	Tubing Inside Diameter	Tubing Inside Roughness	Tubing Outside Diameter
			(feet)	(feet)	(feet)	(inches)	(inches)	(inches)
1	Xmas Tree	Well Head	0	0				
2	Tubing	Tubing	2000	2000	2000	3.992	0.0018	
3	Tubing	Tubing	5000	4500	3000	3.992	0.0018	
4	Tubing	Tubing	8999.95	7611.07	3999.95	3.992	0.0018	
5	Casing	Casing	9500	8000	500.05			

Якщо потім вибрати | Намалуйте свердловину, це ескіз свердловини, який з'являється:



Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Для вибору моделі IPR просто виберіть | Система | Продуктивність припливу та зробіть відповідний вибір наступним чином:

Вибір моделі IPR

Модель IPR: Darcy / Wong-Clifford*

Статичний пластовий тиск: 4000 psig

Температура в резервуарі: 200 градусів F

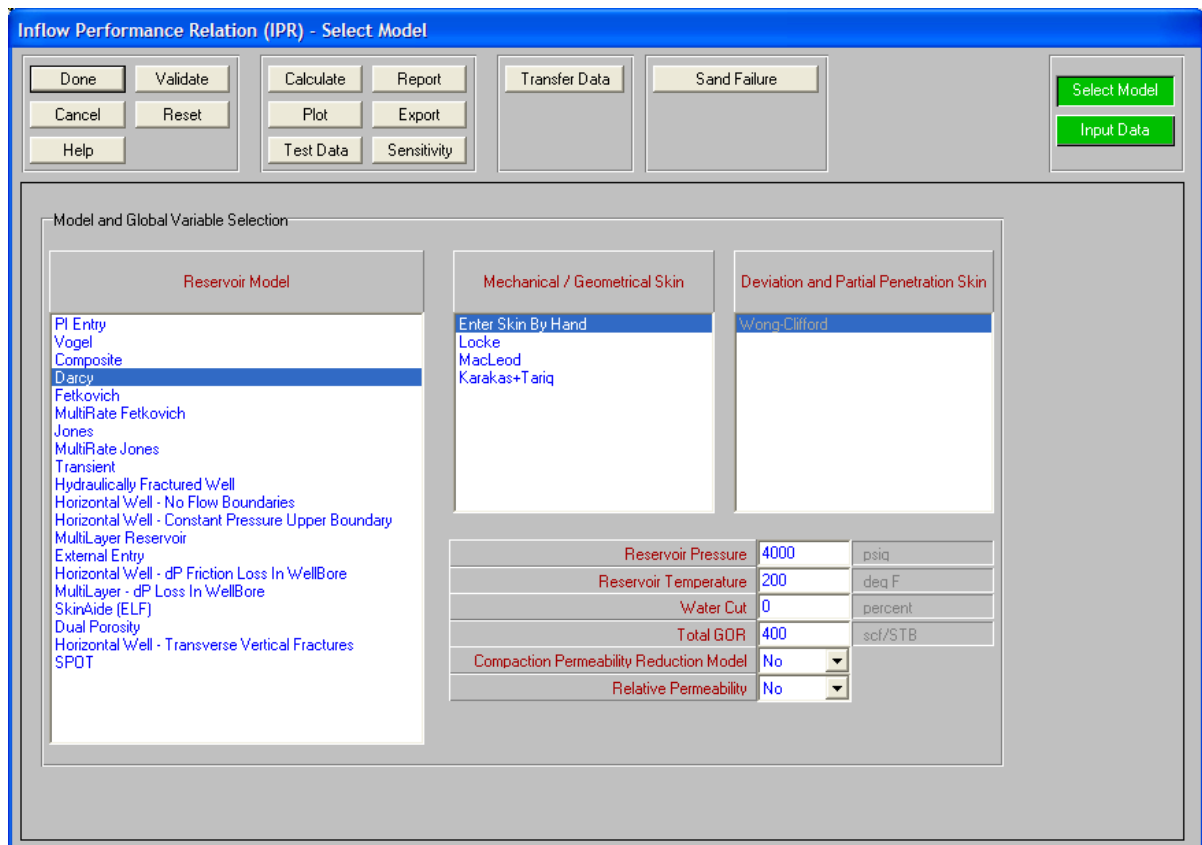
Обводнення: 0%

Загальний GOR: 400 scf/stb

Модель зменшення проникності ущільнення: Ні

Модель кожуха: Введіть кожух вручну / Wong-Clifford

Корекція відносної проникності: Ні



Щоб продовжити, просто натисніть кнопку «Ввести дані» у верхньому правому куті екрана вище:

Введення даних IPR

Модель кожуха: Введіть кожух вручну / Wong-Clifford

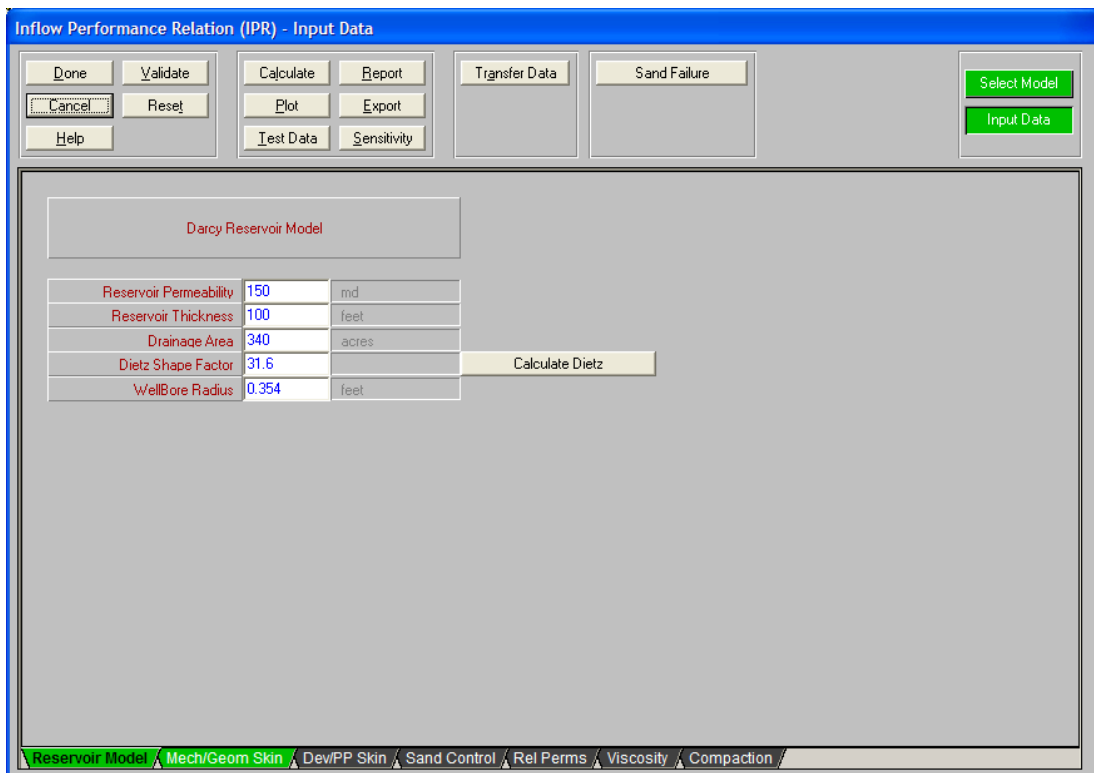
Корекція відносної проникності: Ні

Проникність: 150 мД

Товщина пласта (Справжня стратиграфічна потужність): 100 футів

Площа водовідведення: 340 га

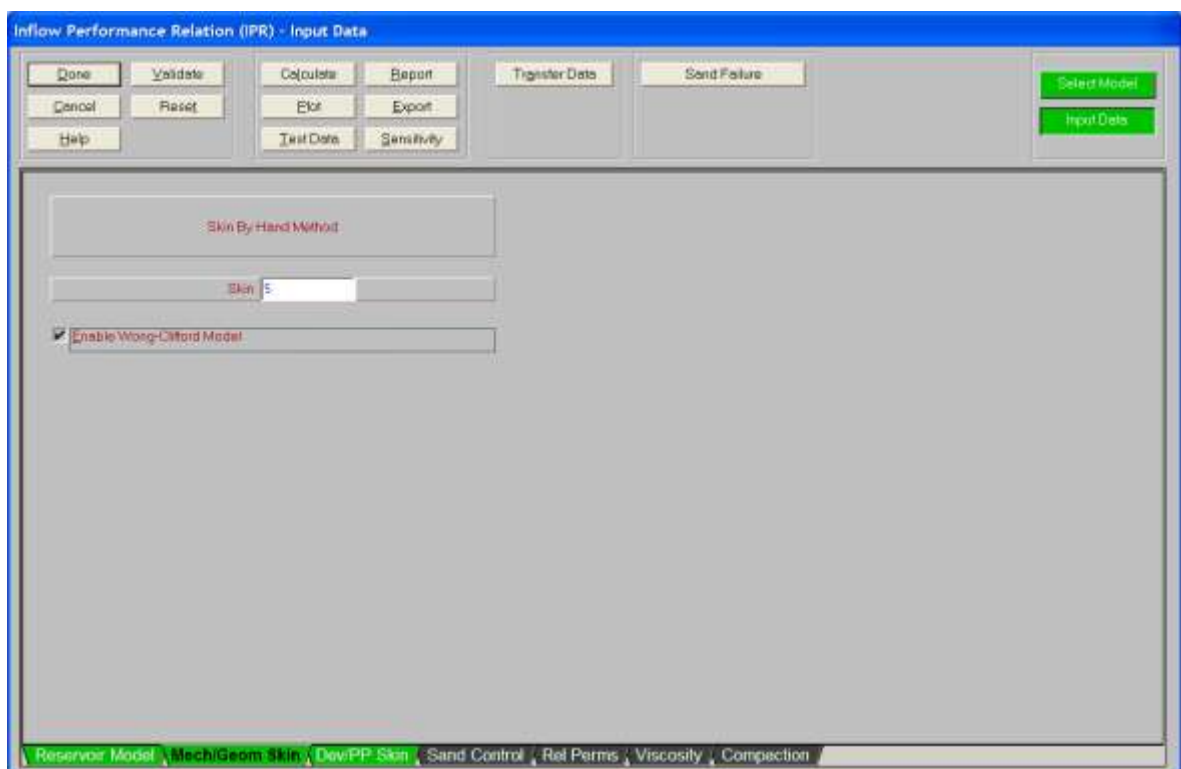
Радіус свердловини: 0,354 фута



На екрані вище можна вибрати вкладку «Mech/Geom Skin» унизу ліворуч екрану, щоб увійти в механічний кожух:

IPR: введення значення шкіни, і тут ПОТРІБНО ввімкнути модель Wong-Clifford!

Механічний кожух: +5



Тепер виберіть вкладку Dev/PP Skin у нижній частині екрана, щоб ввести відповідні дані до моделі Wong-Clifford.

Параметри Wong-Clifford для відхилення та часткового проникнення кожуха

Товщина пласта (Справжня стратиграфічна потужність): 100 футів

Радіус свердловини: 0,354 фута

Площа водовідведення: 340 га

Коефіцієнт форми Dietz: 31,6

Вертикальна анізотропія пласта: 0,1 (частка)

Локальна вертикальна анізотропія: 0,1 (частка)

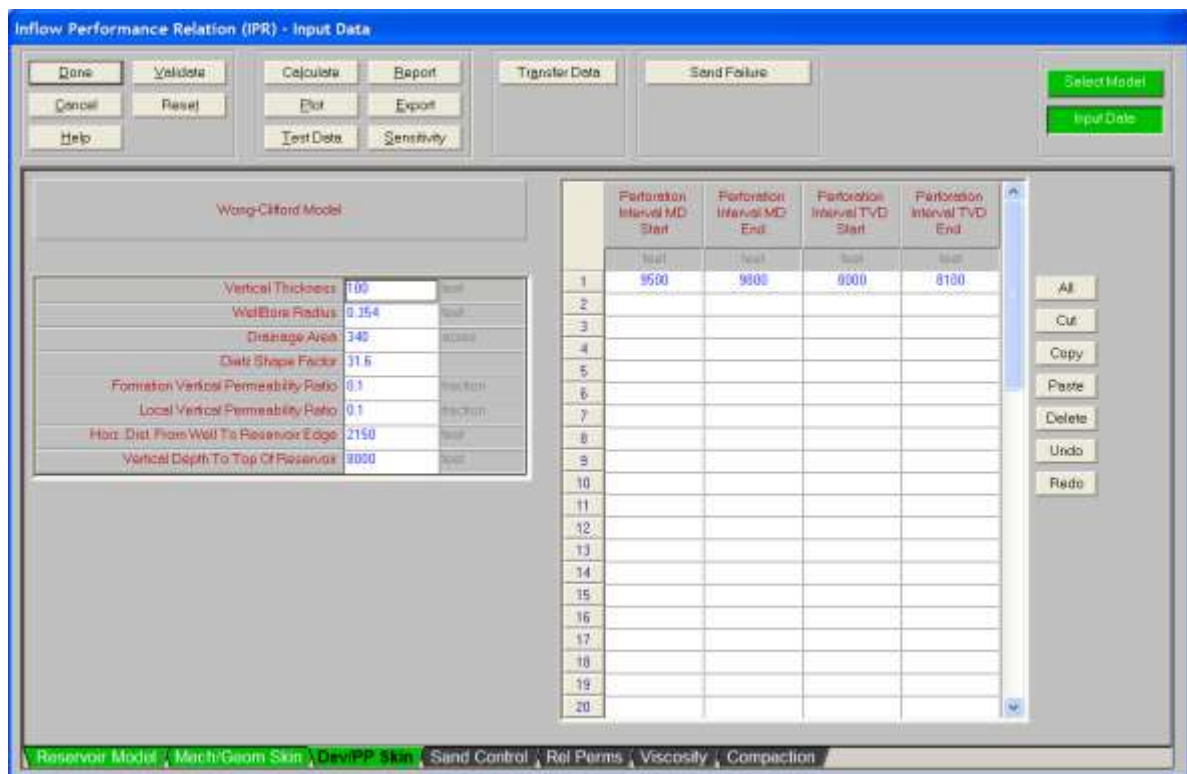
Горизонтальна довжина до краю резервуару: 2150 футів

Вертикальна глибина до верхньої частини резервуару
(починаючи від джерела огляду відхилень): 8000 футів

Інтервал перфорації на вимірній глибині: 9500-9800 футів

Глибина перфорації в справжній вертикальній глибині: 8000-8100 футів

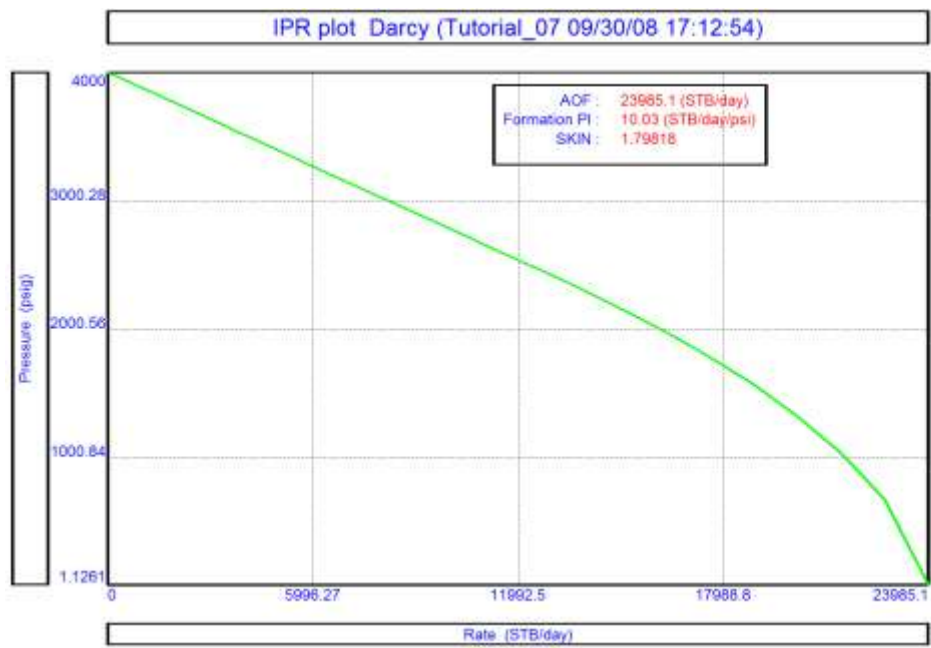
Механічний кожух: +5



Це означає, що на справжній вертикальній чистій відстані 100 футів перфорований чистий інтервал отвору становить 300 футів.

IPR : Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки. Для цього просто виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення зробить це та відобразить такий графік:



Можна побачити, що девіаційний кожух врівноважує механічний. Зрештою було досягнуто загальний рівень кожуха менше 2.

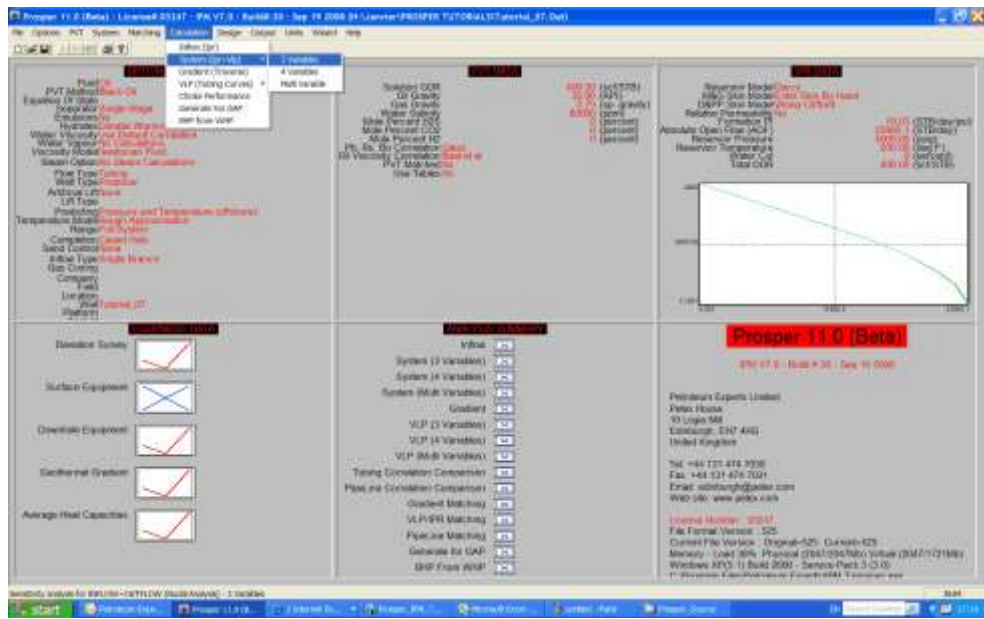
Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

Оцінка дебіту свердловини

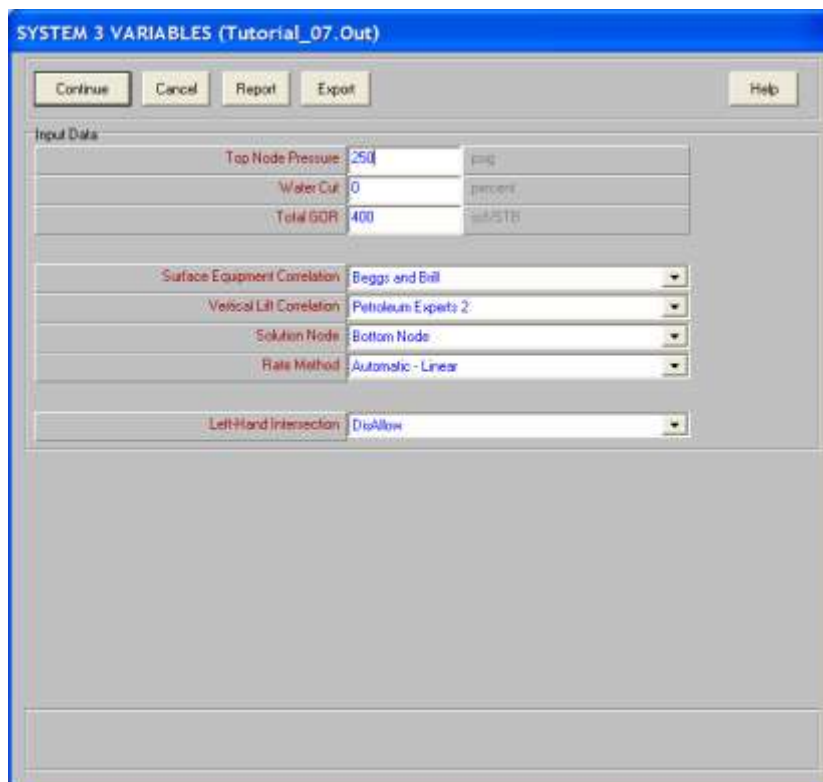
Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і (VLP).

Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система (Ipr + Vlp) | 3 Variables відповідно до знімка екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



SYSTEM 3 VARIABLES (Tutorial_07.Out)		
Continue	Cancel	Report
Export	Help	
Input Data		
Top Node Pressure	250	psig
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB
Surface Equipment Correlation	Beggs and Brill	
Vertical Lift Correlation	Petroleum Experts 2	
Solution Node	Bottom Node	
Rate Method	Automatic - Linear	
Left-Hand Intersection	Disallow	

Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини.

Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT.

Однак протягом життя свердловини будь-який параметр може змінюватися. Тому цей екран дозволяє користувачеві сенсibilізувати обидва.

Під час сенсibilізації щодо обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме GOR і обводненість, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених будь-де в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції конвеєра не має значення.

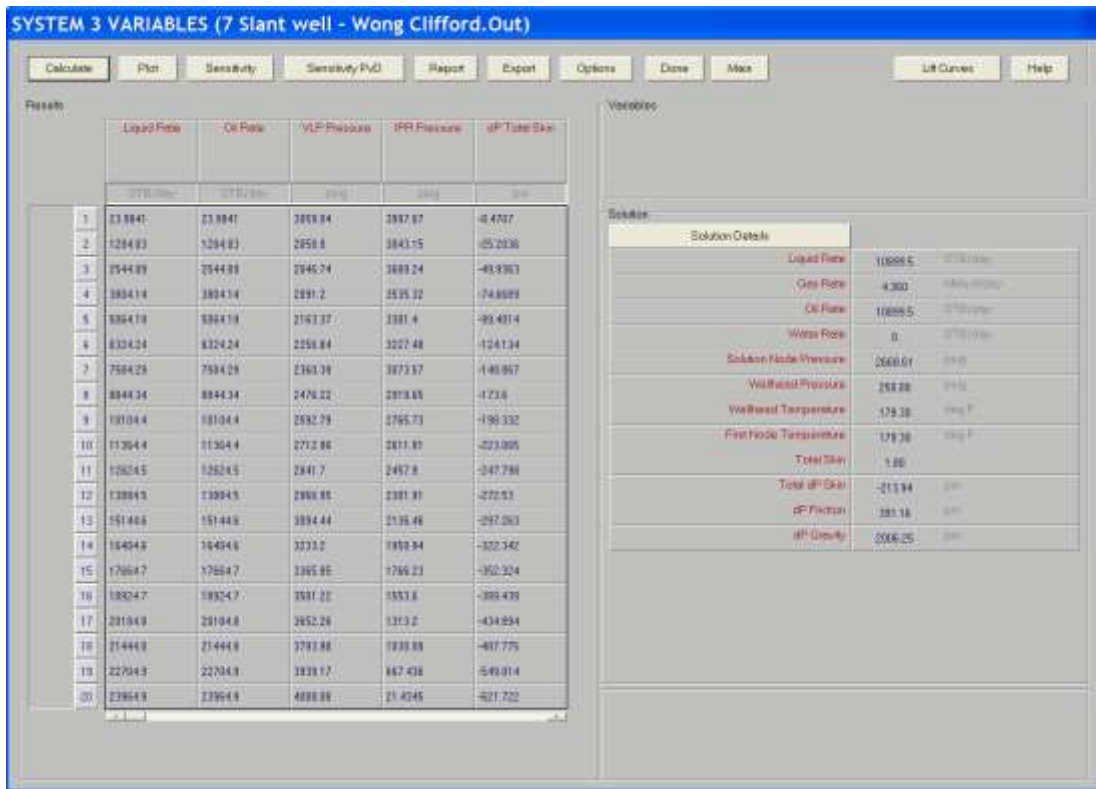
Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

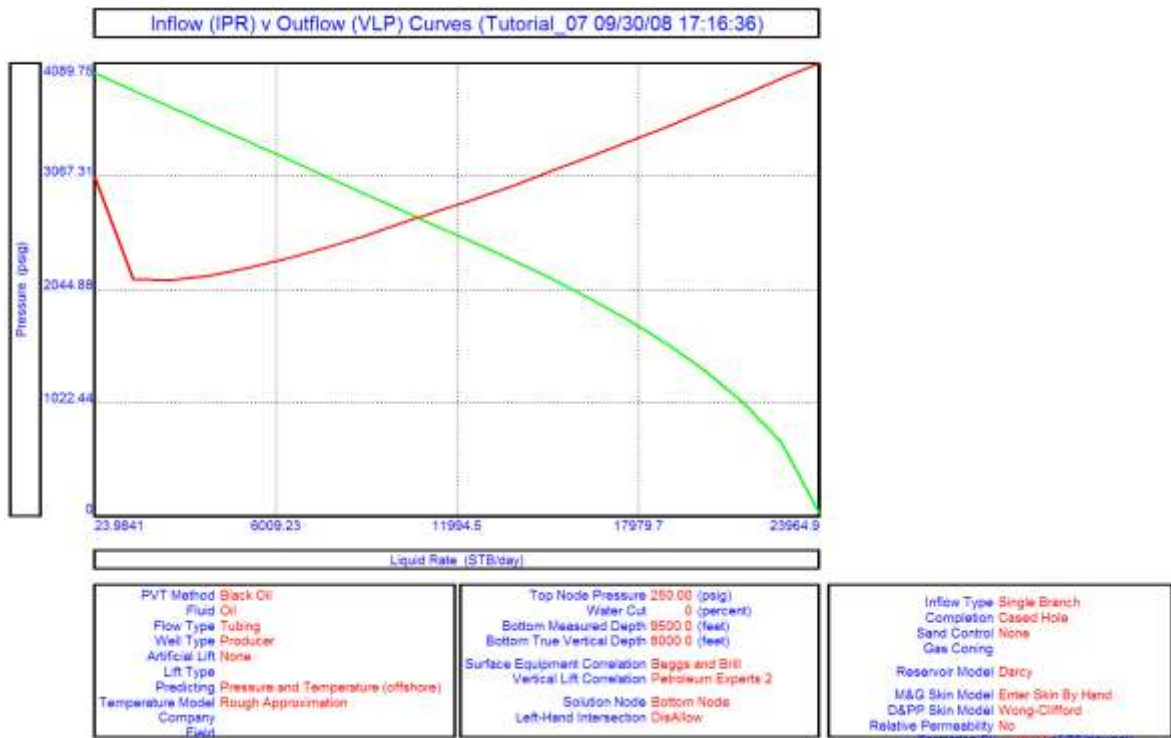
Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:



Якщо вибрати | Ділянка | System Plot, системний графік (VLP + IPR plot) відображається як показано:



Виберіть | Головне, щоб повернутися до головного екрана PROSPER і зберегти файл, щоб захистити всі внесені зміни.
На цьому ця вправа завершена.

Лабораторна робота 7

Моделювання нафтової свердловини з гравійною набивкою

Файл: [~/samples/PROSPER/T12_GravelPackedOilWell.OUT](#)

Передумови та постановка проблеми

Основна мета цього прикладу – показати, як створити модель PROSPER для свердловини з гравійною набивкою.

Дані гравійної набивки

Проникність гравійної набивки: 35 000 мД

Діаметр перфорації: 1 дюйм

Щільність перфорації: 6 перфорацій на фут

Довжина гравію: 2 дюйми

Інтервал перфорації: 100 футів

Ефективність перфорації: 50%

Бета-фактор: розраховано

Метод розрахунку DP Gravel Pack: Багатофазний

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Активуйте опцію гравійної упаковки в PROSPER
- Опишіть гравійну набивку в розділі IPR
- Оцініть дебіт свердловини в порівнянні з заданим тиском потоку в гирлі свердловини

Системні параметри

Відкрийте файл PROSPER, створений для роботи 2 (Tutorial_02.out).

Виберіть | Параметри | Параметри та зробіть такі варіанти:

Боротьба з піском: набивка гравію

System Summary (Oil Well Nat Flowing.Out)

Done Cancel Report Export Help Datestamp

Fluid Description		Calculation Type	
Fluid	Oil and Water	Predict	Pressure and Temperature (offshore)
Method	Black Oil	Model	Rough Approximation
Separator	Single-Stage Separator	Range	Full System
Emulsions	No	Output	Show calculating data
Hydrates	Disable Warning		
Water Viscosity	Use Default Correlation		
Viscosity Model	Newtonian Fluid		
Well		Well Completion	
Flow Type	Tubing Flow	Type	Cased Hole
Well Type	Producer	Sand Control	Gravel Pack
Artificial Lift		Reservoir	
Method	None	Inflow Type	Single Branch
		Gas Coning	No
User information		Comments (Ctrl-Enter for new line)	
Company			
Field			
Location			
Well			
Platform			
Analyst			
Date	26 August 2008		

Зауважте, що для моделювання відкритої свердловини можна змінити тип заканчування свердловини на «Open Hole» варіант гравійної набивки.

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Гравійна набивка впливає на співвідношення продуктивності припливу.

Тому виберіть | Система | Продуктивність притоку | Вхідні дані | Пісок Контроль і зробити наступні записи:

IPR: Дані контролю піску

Проникність гравійної набивки: 35 000 мД

Діаметр перфорації: 1 дюйм

Щільність перфорації: 6 перфорацій на фут

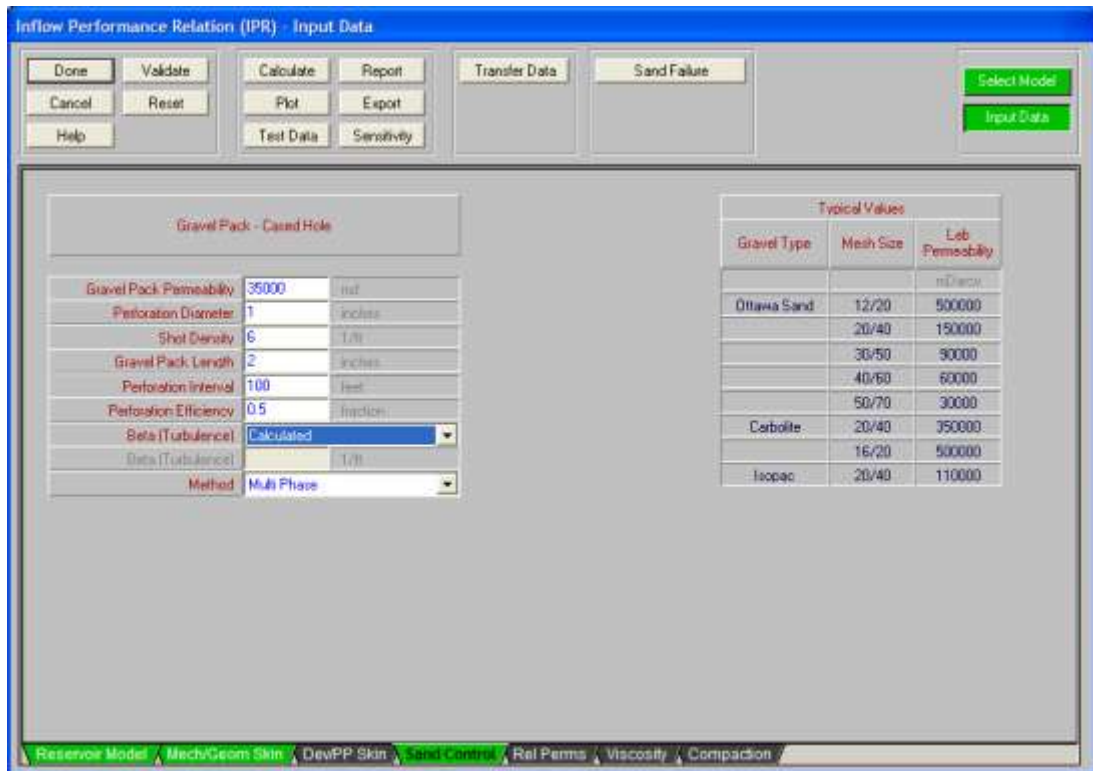
Довжина гравію: 2 дюйми

Інтервал перфорації: 100 футів

Ефективність перфорації: 50%

Бета-фактор: розраховано

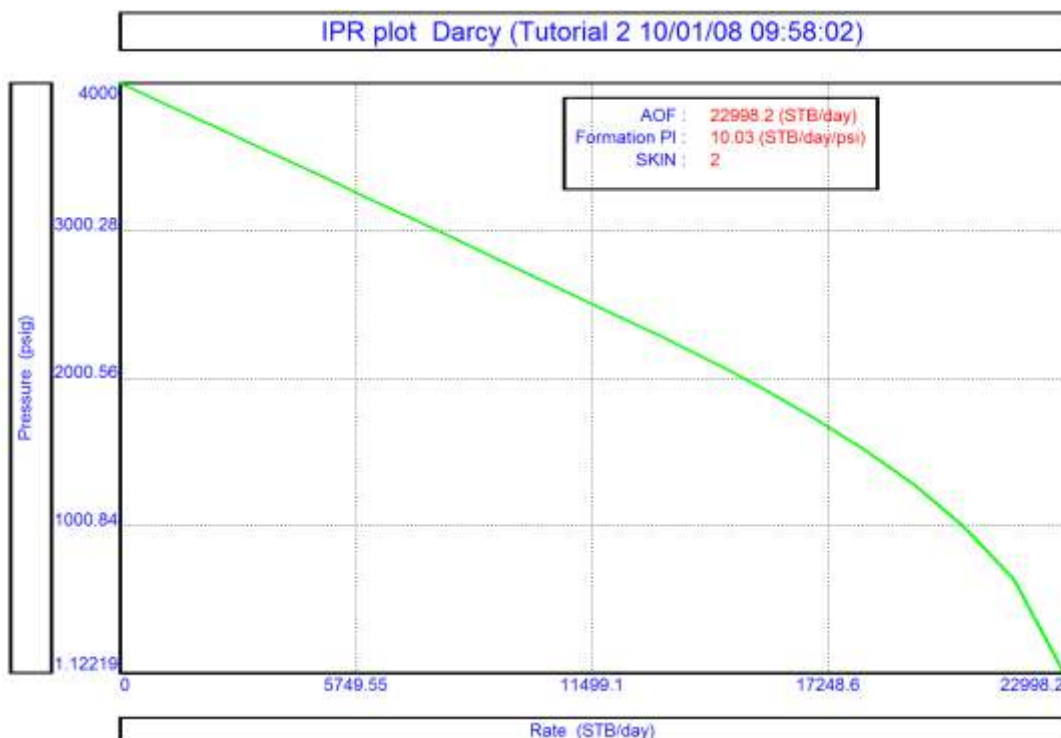
Метод розрахунку DP Gravel Pack: Багатофазний



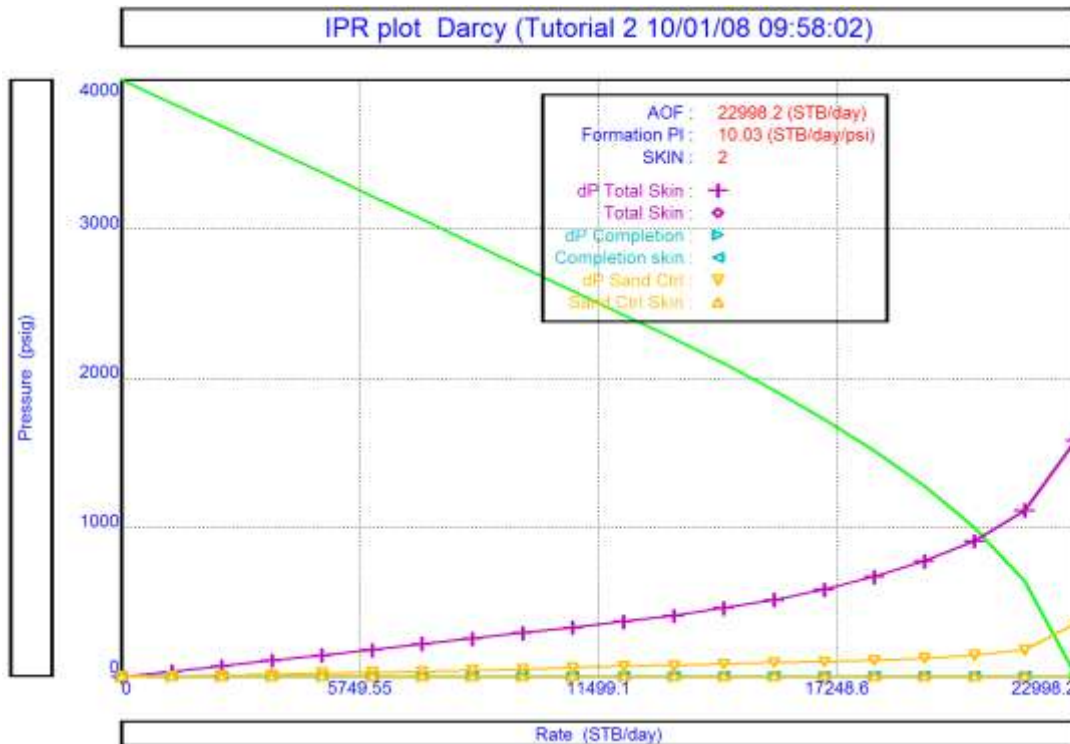
Виберіть вкладку «Контроль піску» для опису гравійної набивки.

IPR : Створення діаграми IPR

Після завершення введення даних IPR рекомендовано створити діаграму IPR для перевірки. Для цього просто виберіть | Розрахуйте, і програмне забезпечення зробить це та відобразить такий графік:



Щоб накласти графіки оболонок і пов'язаного dP, виберіть |Змінні | Набір | Готово і зображення оновиться наступним чином:



Можна також візуалізувати числові значення за графіками за допомогою | Результати:

IPR Calculation Results (Tutorial_12.Out)

Done Main Export

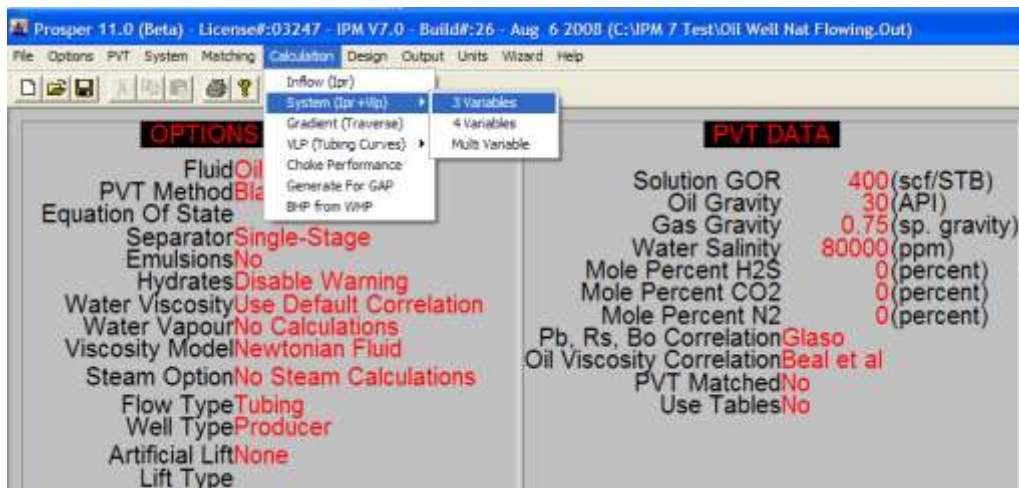
Rate	Pressure	dP Total skin	Total skin	dP Completion Skin	Completion Skin	dP Sand Control Skin	Sand Control Skin	dP Perforation Skin	IP Damage Skin	IP Perforation Skin	IP Deviation Skin
(STB/day)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)	(psig)
1	0.001	4000.00	0	2.27427	0	2.27427	0	0.27427	0	0	0
2	1210.4	3844.70	34.66	2.29015	0	2.29015	4.39	0.29015	0	0	0
3	2420.9	3699.92	69.90	2.30607	0	2.30607	8.76	0.30607	0	0	0
4	3631.3	3552.65	105.42	2.32205	0	2.32205	14.62	0.32205	0	0	0
5	4841.7	3375.90	141.53	2.33809	0	2.33809	20.46	0.33809	0	0	0
6	6052.2	3218.65	178.13	2.3542	0	2.3542	26.79	0.3542	0	0	0
7	7262.6	3060.91	215.23	2.37036	0	2.37036	33.62	0.37036	0	0	0
8	8473.0	2902.68	252.82	2.38666	0	2.38666	40.95	0.38666	0	0	0
9	9683.5	2743.93	290.92	2.40303	0	2.40303	48.79	0.40303	0	0	0
10	10893.9	2584.68	329.53	2.41954	0	2.41954	57.12	0.41954	0	0	0
11	12104.3	2424.90	368.66	2.43618	0	2.43618	65.99	0.43618	0	0	0
12	13314.8	2264.51	408.41	2.44827	0	2.44827	74.60	0.44827	0	0	0
13	14525.2	2099.89	448.38	2.45473	0	2.45473	82.96	0.45473	0	0	0
14	15735.6	1917.95	488.69	2.46195	0	2.46195	90.94	0.46195	0	0	0
15	16946.1	1724.79	529.41	2.47064	0	2.47064	99.68	0.47064	0	0	0
16	18156.5	1512.32	567.92	2.48327	0	2.48327	109.67	0.48327	0	0	0
17	19366.9	1274.71	770.79	2.50472	0	2.50472	122.18	0.50472	0	0	0
18	20577.4	966.25	906.58	2.54795	0	2.54795	140.30	0.54795	0	0	0
19	21787.8	637.06	1111.88	2.65759	0	2.65759	179.08	0.65759	0	0	0
20	22998.2	1.12	1580.93	3.2312	0	3.2312	353.91	1.2312	0	0	0

Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі внесені зміни.

Оцінка дебіту свердловини

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і (VLP). Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система, як на знімку екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:

The screenshot shows the 'SYSTEM 3 VARIABLES (Oil Well Nat Flowing.Out)' dialog box. It contains several input fields and dropdown menus:

Field	Value	Units
Top Node Pressure	250	psia
Water Cut	0	percent
Total GOR	400	scf/STB
Surface Equipment Correlation	Beggs and Brill	
Vertical Lift Correlation	Petroleum Experts 2	
Solution Node	Bottom Node	
Rate Method	Automatic - Linear	
Left-Hand Intersection	Disallow	

Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини. Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT. Однак протягом життя свердловини будь-який параметр може змінюватися. Тому цей екран дозволяють сенсibilізувати обидва.

Під час сенсibilізації на обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нові значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме GOR і обводненість, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених будь-де в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:

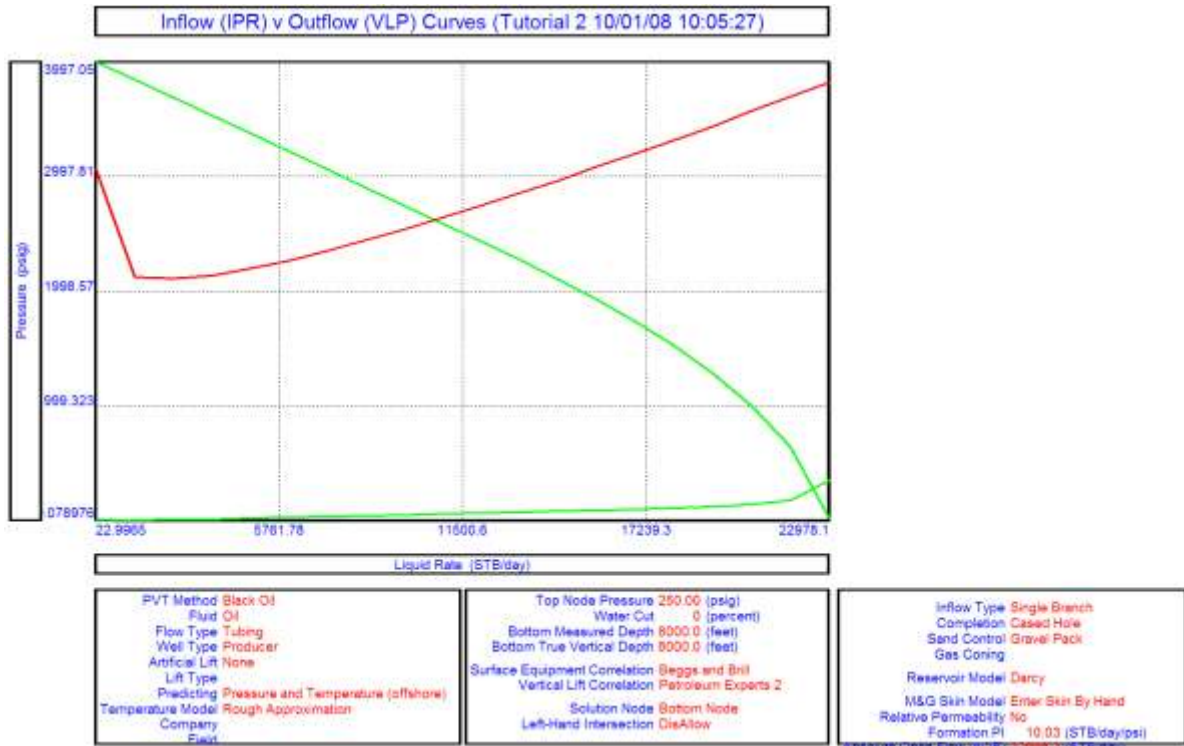
The screenshot shows the 'SYSTEM 3 VARIABLES (Tutorial_12.Out)' window. The 'Results' section contains a table with 20 rows and 5 columns: Liquid Rate, Oil Rate, NLP Pressure, IPR Pressure, and dP Total Skin. The 'Solution' section on the right shows 'Solution Details' with various parameters and their values.

	Liquid Rate	Oil Rate	NLP Pressure	IPR Pressure	dP Total Skin
	STB/Day	STB/Day	psia	psia	psi
1	22.9965	22.9965	3060.49	3997.05	0.65405
2	1231.16	1231.16	2118.94	3842.03	35.2576
3	2439.33	2439.33	2105.66	3686.53	70.3416
4	3647.49	3647.49	2132.71	3530.55	105.908
5	4855.66	4855.66	2189.55	3374.08	141.958
6	6063.82	6063.82	2261.02	3217.12	178.499
7	7271.99	7271.99	2347.32	3059.67	215.532
8	8480.15	8480.15	2438.61	2901.72	253.062
9	9688.32	9688.32	2535.66	2743.27	291.095
10	10896.5	10896.5	2638.53	2594.31	329.638
11	12104.6	12104.6	2746.34	2454.83	368.701
12	13312.8	13312.8	2853.37	2324.74	408.375
13	14521	14521	2962.73	2197.46	449.239
14	15729.1	15729.1	3083.01	1918.89	513.39
15	16937.3	16937.3	3192.09	1726.16	583.936
16	18145.5	18145.5	3313.43	1514.82	667.21
17	19353.6	19353.6	3431.61	1277.3	769.688
18	20561.8	20561.8	3565.45	999.679	904.809
19	21770	21770	3689.05	642.745	1107.66
20	22978.1	22978.1	3815.41	18.3755	1566.32

Solution Details:		
Liquid Rate	10653.7	STB/Day
Gas Rate	4.261	MMscf/Day
Oil Rate	10653.7	STB/Day
Water Rate	0	STB/Day
Solution Node Pressure	2616.26	psia
Wellhead Pressure	290.00	psia
Wellhead Temperature	156.00	deg F
Flow Node Temperature	156.88	deg F
Total Skin	2.42	
Total dP Skin	321.85	psi
dP Friction	327.23	psi
dP Gravity	2020.85	psi
dP Sand Control	55.45	psi
Sand Control Skin	0.41643	
Gravel Pack Vc	0.51268	ft/m

Зауважте, що PROSPER відображає під деталями розчину загальний кожух, dP через пісок контроль, пісок контроль кожуха і швидкість рідини в обсадній трубі (Vc).

3 | Plot | Системний графік, генерується такий графік VLP + IPR:



Примітка. Нижня крива на цьому графіку відображає перепад тиску на гравійній набивці завершення.

Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана. На цьому роботу завершено.

Лабораторна робота 8

Моделювання свердловини за допомогою Pre-Packed Screen

Файл: [~/samples/PROSPER/T14_OilWellwithPre-PackedScreen.OUT](#)

Передумови та постановка проблеми

Основна мета цієї роботи – показати, як побудувати модель PROSPER для свердловини, яка укомплектована екраном, обмотаним дротом.

Цей приклад побудовано на роботі 2. Тому його рекомендується початківцям перш ніж розв'язувати цей приклад, виконайте роботу 2.

Попередньо запаковані дані екрана

Для готових екранів доступні наступні параметри:

Внутрішній радіус екрана: 0,3 фути

Зовнішній радіус екрана: 0,33 фути

Проникність екрана: 50 000 мД

Ширина щілини: 0,02 дюйма

Коефіцієнт турбулентності екрана: розраховано

Зовнішня проникність екрана: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності зовнішнього екрана (Бета): Розраховано

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Активуйте опцію попередньо упакованого екрана в PROSPER
- Опишіть попередньо упакований у розділі IPR
- Оцініть дебіт свердловини в порівнянні з заданим тиском потоку в гирлі свердловини

Системні параметри

Відкрийте файл PROSPER, створений для роботи 2 (Tutorial_02.out).

Виберіть | Параметри | Параметри та зробіть такі варіанти:

Тип закриття свердловини: відкритий

Контроль піску: попередньо упакований екран

Зауважте, що потрібно просто змінити тип закриття свердловини на «Обсажена свердловина» (Cased Hole) та змоделювати незавершену свердловину.

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Тип завершення "попередньо упакований екран" ("Pre-Packed Screen") впливає в першу чергу на продуктивність притоку (Inflow Performance Relation).

Тому виберіть | Система | Продуктивність притоку | Вхідні дані | Пісок Контроль і зробити зміни, описані нижче:

Виберіть | Система | Продуктивність притоку | Вхідні дані | Sand Control і зробіть наступне записи:

Дані для типу завершення "Pre-Packed Screen"

Інтервал перфорації: 100 футів

Внутрішній радіус екрана: 0,3 фута

Зовнішній радіус екрана: 0,33 фута

Проникність екрана: 50 000 мД

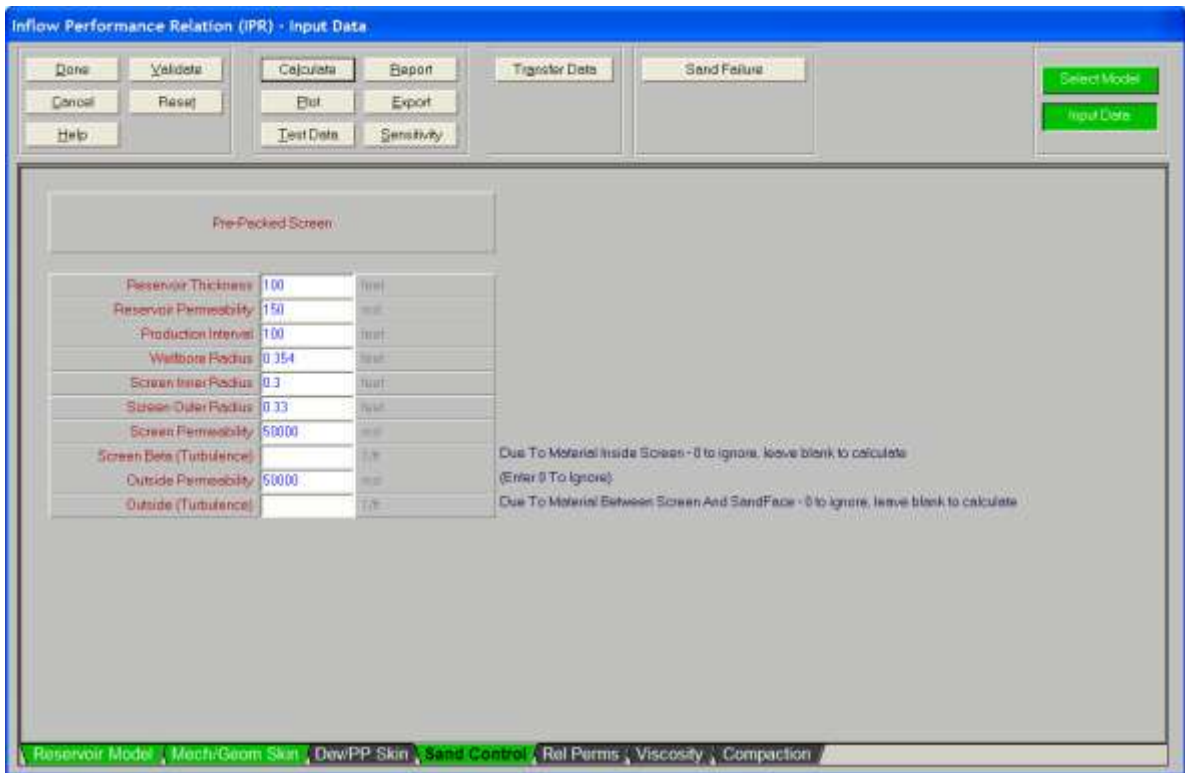
Ширина щілини: 0,02 дюйма

Коефіцієнт турбулентності екрана: залиште пустим, і Prosper обчислить його

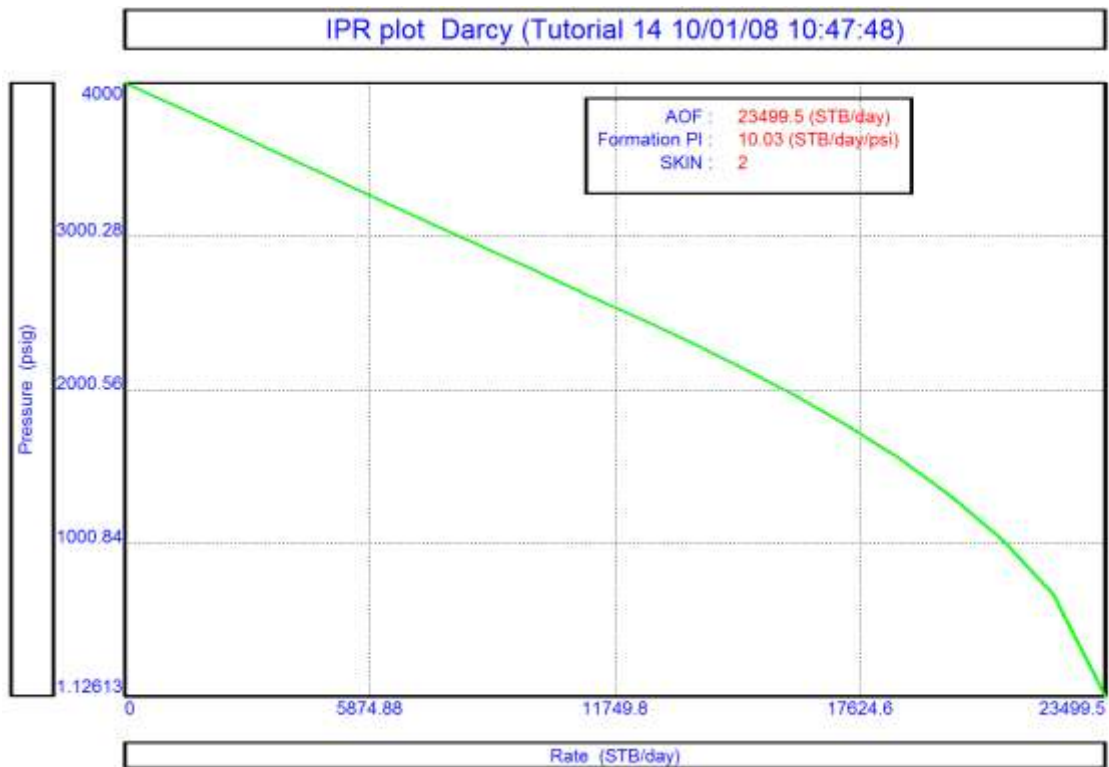
Зовнішня проникність екрана: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності

зовнішнього екрана (Бета): залиште пустим, і Prosper обчислить його



Щоб створити діаграму IPR, виберіть | Розрахуйте і приплив свердловини генерується як:

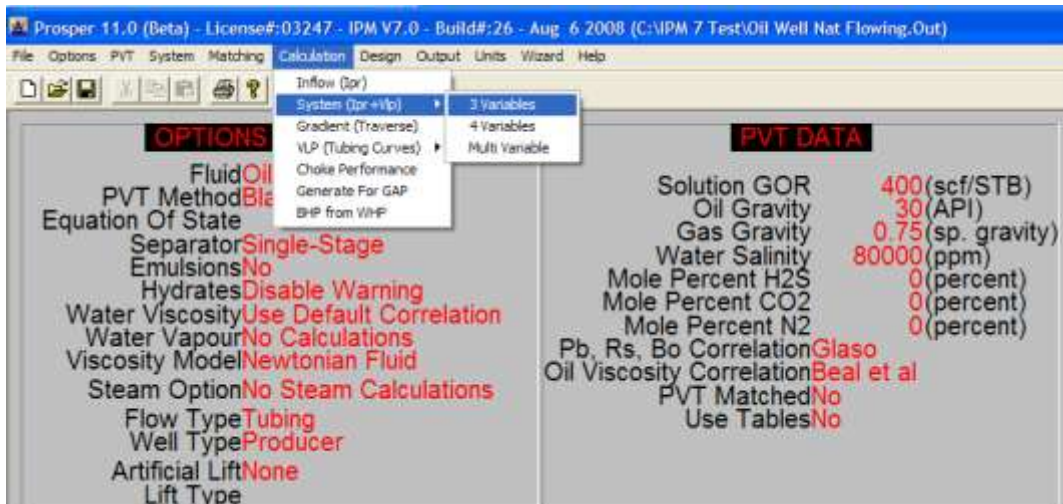


Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі зміни.

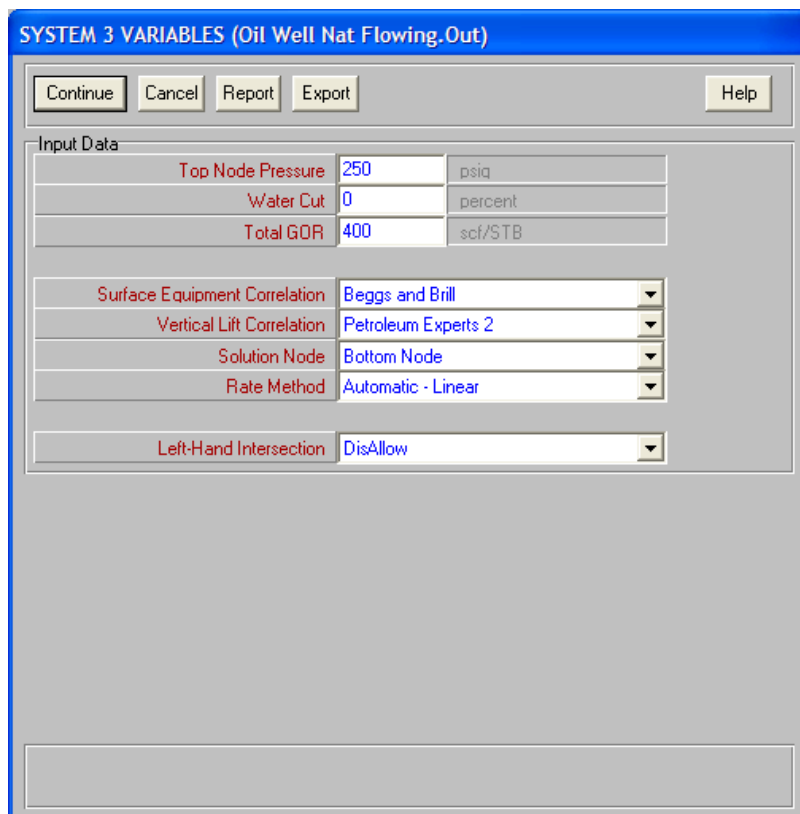
Оцінка дебіту свердловини

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і (VLP). Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система, як на знімку екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини. Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT. Однак протягом життя свердловини будь-який параметр може змінюватися. Тому цей екран дозволяє сенсibilізувати обидва. Під час сенсibilізації на обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків. Він більше не використовуватиме GOR і обводненість, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених будь-де в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:

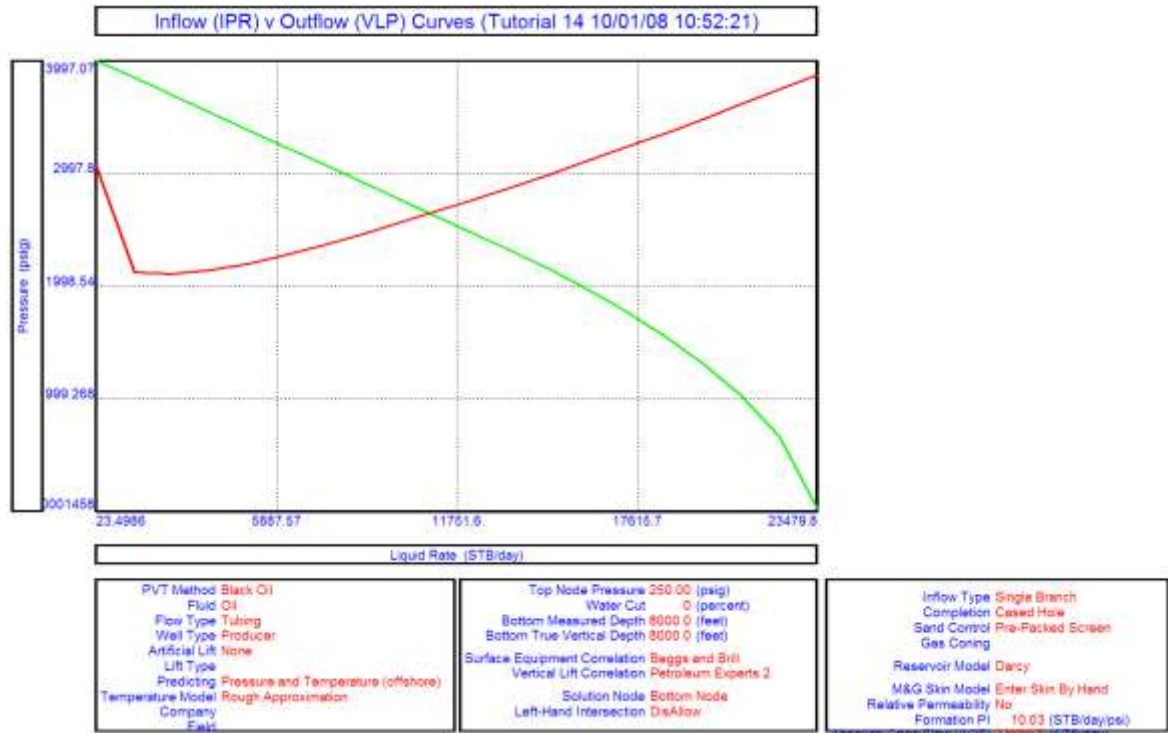
The screenshot shows the PROSPER software interface with the following data:

SYSTEM 3 VARIABLES (Tutorial_14.Out)					
Results					
	Liquid Rate	Oil Rate	WFP Pressure	IPR Pressure	dP Total Skin
	STB/day	STB/day	psig	psig	psi
1	23.4386	23.4386	3059.97	3987.07	0.58789
2	1258.04	1258.04	2119.01	3843.15	31.4656
3	2492.58	2492.58	2106.23	3689.22	62.3435
4	3727.12	3727.12	2135.76	3535.3	93.2214
5	4961.66	4961.66	2194.44	3381.37	124.099
6	6196.21	6196.21	2269.74	3227.45	154.977
7	7430.75	7430.75	2358.99	3073.52	185.855
8	8665.29	8665.29	2453.27	2919.6	216.733
9	9899.83	9899.83	2553.13	2765.68	247.611
10	11134.4	11134.4	2662.31	2611.75	278.489
11	12368.9	12368.9	2769.64	2457.83	309.367
12	13603.5	13603.5	2879.57	2303.89	342.217
13	14838	14838	2991.85	2150.38	384.719
14	16072.5	16072.5	3115.21	1996.65	435.183
15	17307.1	17307.1	3232.35	1766.14	505.44
16	18541.6	18541.6	3351.92	1553.51	585.069
17	19776.2	19776.2	3473.97	1313.1	684.783
18	21010.7	21010.7	3611.63	1029.98	818.036
19	22245.2	22245.2	3738.04	667.341	1019.52
20	23479.8	23479.8	3868.11	21.4243	1490.02

Variables		
Solution		
Solution Details		
Liquid Rate	10897.2	STB/day
Gas Rate	4.359	MMscf/day
Oil Rate	10897.2	STB/day
Water Rate	0	STB/day
Solution Node Pressure	2641.33	psig
Wellhead Pressure	250.00	psig
Wellhead Temperature	157.63	deg F
First Node Temperature	157.63	deg F
Total Skin	2.00	
Total dP Skin	272.56	psi
dP Friction	138.17	psi
dP Gravity	2030.71	psi
dP Sand Control	0.068006	psi
Sand Control Skin	0.0004993	

Зауважте, що PROSPER відображає під деталями розчину загальний кожух, dP через пісок контроль і пісок контроль кожуха.

Щоб візуалізувати діаграму IPR-VLP, виберіть | Ділянка | Системний сюжет і наступний сюжет створено:



Виберіть | Головне, щоб вийти з екрана.
Цей крок завершує вправо.

Лабораторна робота 9

Моделювання свердловини зі щілинними вкладишами

Файл: [~/samples/PROSPER/T15_OilWellwithslottedLiner.OUT](#)

Передумови та постановка проблеми

Основна мета цієї роботи – показати, як побудувати модель PROSPER для свердловини, яка укомплектована екраном, обмотаним дротом.

Цей приклад побудовано на роботі 2. Тому його рекомендується початківцям перш ніж розв’язувати цей приклад, виконайте роботу 2.

Дані вкладиша з прорізами

Внутрішній радіус вкладиша: 0,3 фута

Зовнішній радіус вкладиша: 0,34 фута

Висота слота: 4 дюйми

Ширина щілини: 0,01 дюйма

Щільність щілин: 3 щілини на фут

Товщина зовнішнього екрана: не застосовується -0 футів

Зовнішня проникність вкладиша: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності вкладиша (бета): не застосовується -0 футів

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедури, яка призведе до вирішення проблеми:

- Активуйте опцію прорізного вкладиша в PROSPER
- Опишіть вкладиш із щілинами в розділі IPR
- Створіть ділянку IPR
- Оцініть дебіт свердловини проти заданого тиску течії на гирлі свердловини

Системні параметри

Відкрийте файл PROSPER, створений для роботи 2 (Tutorial_02.out).

Виберіть | Параметри | Параметри та зробіть такі варіанти:

Тип закриття свердловини: відкритий

Боротьба з піском: прорізний вкладиш

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Тип заканчування «щілинний вкладиш» (slotted liner) впливає насамперед на співвідношення продуктивності припливу.

Тому виберіть | Система | Продуктивність притоку | Вхідні дані | Пісок Контроль і зробити зміни, описані нижче:

Інтервал виробництва 100 футів

Внутрішній радіус вкладиша: 0,3 фута

Зовнішній радіус вкладиша: 0,34 фута

Висота слота: 4 дюйми

Ширина щілини: 0,01 дюйма

Щільність щілин: 3 щілини на фут

Товщина зовнішнього екрана: не застосовується -0 футів

Зовнішня проникність вкладиша: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності вкладиша (бета): не застосовується -0 футів

Inflow Performance Relation (IPR) - Input Data

Done Validate Calculate Report Transfer Data Sand Failure

Cancel Reset Plot Export

Help Test Data Sensitivity

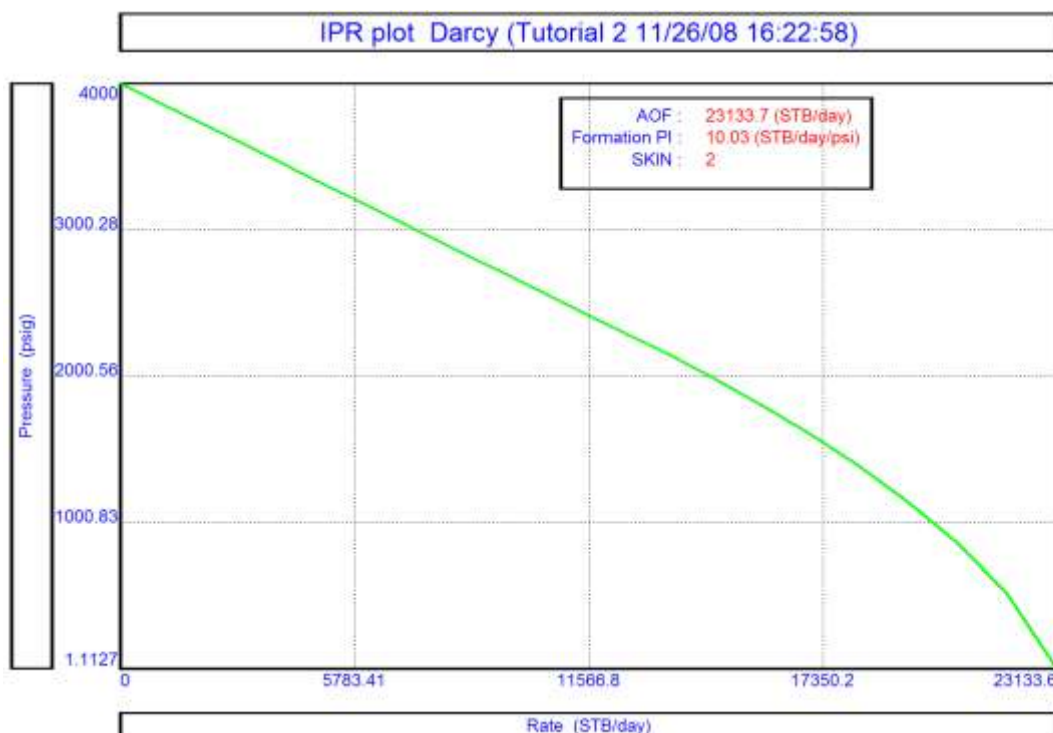
Select Model
Input Data

Slotted Liner

Reservoir Thickness	100	feet	
Reservoir Permeability	150	md	
Production Interval	100	feet	
Wellbore Radius	0.354	feet	
Liner Inner Radius	0.3	feet	
Liner Outer Radius	0.34	feet	
Slot Height	4	inches	
Slot Width	0.01	inches	
Slot Density	3	1/ft	
Screen Outer Radius	0	feet	(Only required For Screen - blank or 0 to ignore)
Outside Permeability	50000	md	(Enter 0 To Ignore)
Outside (Turbulence)	0	1/ft	Due To Material Between Screen And SandFace - 0 to ignore, leave blank to calculate

Reservoir Model
Mech/Geom Skin
Dev/PP Skin
Sand Control
Rel Perms
Viscosity
Compaction

Щоб продовжити, просто виберіть | Обчисліть, і IPR буде створено залежно від ставки кожуха завдяки вкладишу з прорізами включає:

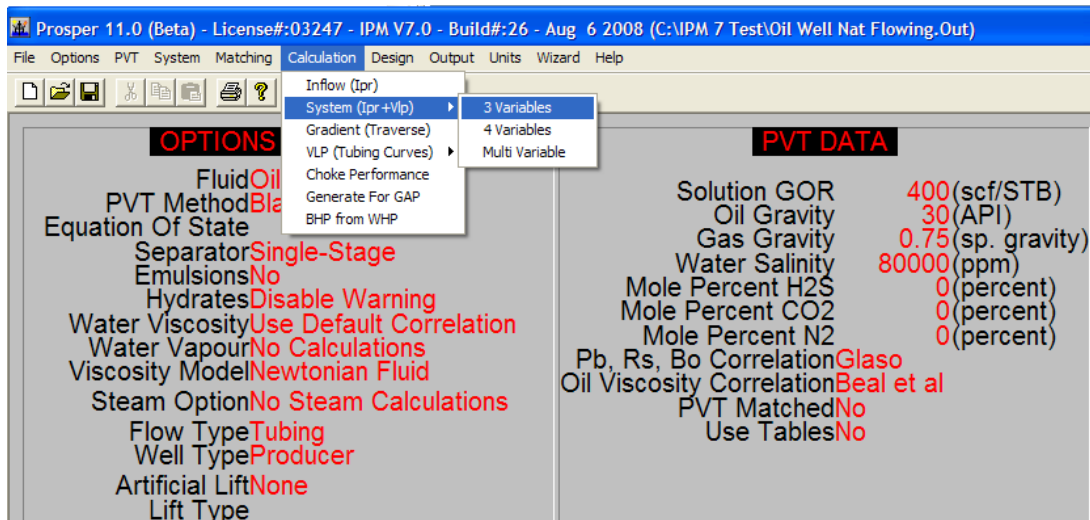


Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі зміни, внесені до цього часу.

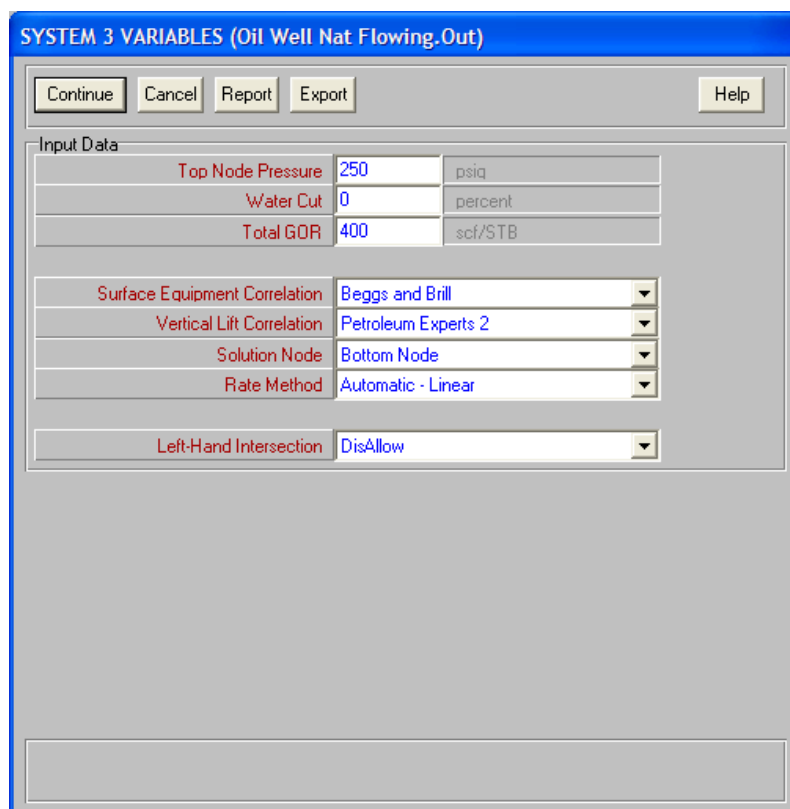
Оцінка дебіту свердловини

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і (VLP). Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система, як на знімку екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини. Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT. Однак протягом життя свердловини будь-який з цих двох параметрів може змінюватися. Тому цей екран дозволяє сенсibilізувати обидва. Під час сенсibilізації на обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме GOR і обводненість, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених будь-де в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає жодної труби, вибір будь-якої кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

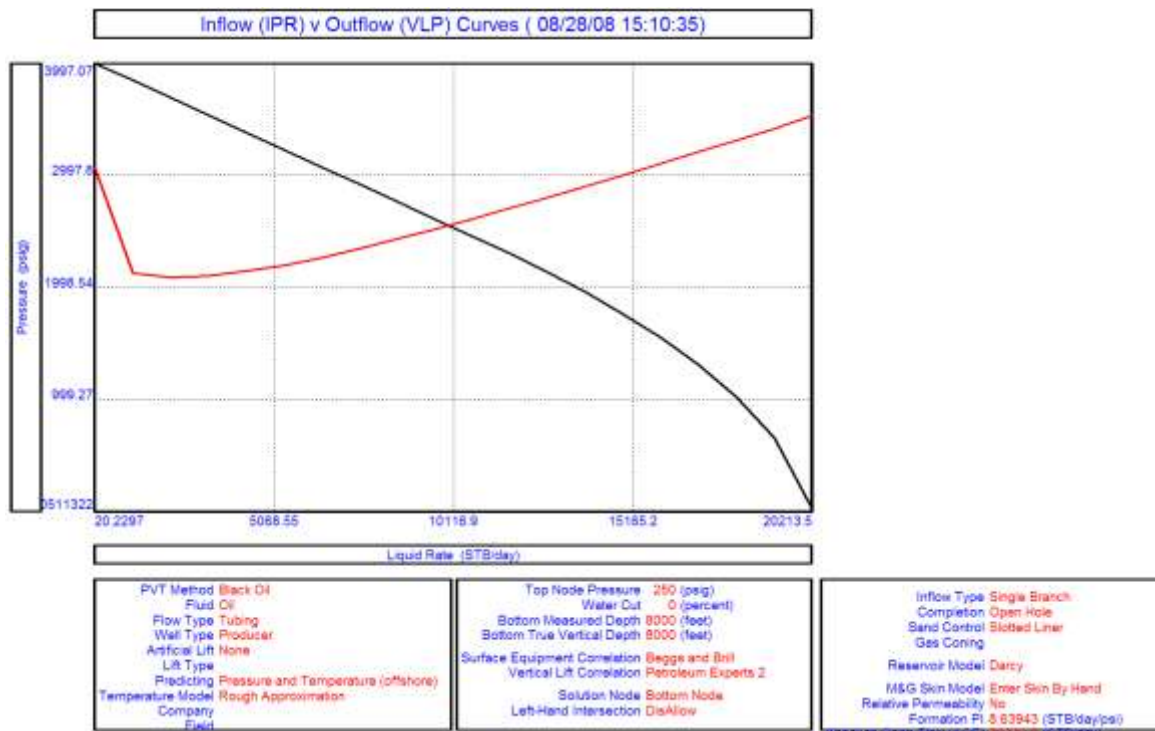
Лівостороннє перехрестя: заборонити

Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:

SYSTEM 3 VARIABLES (15 - oil well slotted liner.Out)					
Calculate Plot Sensitivity Sensitivity PVD Report Export Options Data Main L&C Curves Help					
Results					
	Liquid Rate	Oil Rate	W.P.Pressure	OP.Pressure	dP Total Skin
	STB/day	STB/day	psig	psig	psi
1	231527	231527	2060.32	2998.05	0.84652
2	123952	123952	2119.36	2831.32	45.3406
3	2455.9	2455.9	2105.46	2865.39	89.8147
4	3672.27	3672.27	2133.2	2499.66	134.328
5	4888.64	4888.64	2189.88	2333.93	178.822
6	6105.01	6105.01	2253.27	2168.2	223.316
7	7321.38	7321.38	2330.66	2002.47	267.81
8	8537.75	8537.75	2412.02	1836.74	312.304
9	9754.12	9754.12	2500.0	1671.01	356.798
10	10970.5	10970.5	2593.98	1505.28	401.292
11	12186.8	12186.8	2703.38	1339.55	445.785
12	13403.2	13403.2	2817.34	1173.84	491.464
13	14619.6	14619.6	2937.64	1008.14	545.524
14	15836	15836	3062.92	842.45	600.88
15	17052.3	17052.3	3207.97	676.76	666.884
16	18268.7	18268.7	3365.33	511.07	737.362
17	19485.1	19485.1	3445.11	345.38	814.319
18	20701.5	20701.5	3579.52	179.69	899.73
19	21917.8	21917.8	3704.24	13.90	1208.5
20	23134.2	23134.2	3831.75	-121.841	1550.63

Variables		
Solution		
Solution Details		
Liquid Rate	18334.5	STB/day
Gas Rate	4.134	MMscf/day
Oil Rate	18334.5	STB/day
Water Rate	0	STB/day
Solution Node Pressure	2591.94	psig
Wellhead Pressure	2500.0	psig
Wellhead Temperature	155.36	deg F
First Node Temperature	155.98	deg F
Total Skin	-2.93	
Total dP Skin	378.03	psi
dP Friction	310.96	psi
dP Gravity	2611.62	psi
dP Sand Control	118.01	psi
Sand Control Skin	0.92598	

Зауважте, що PROSPER відображає під деталями розчину загальний кожух, dP через пісок контроль і пісок контроль кожуха. Зберігаються всі доступні раніше можливості чутливості. Також PROSPER дає можливість змінити чутливості та параметри гравійної набивки.



На цьому ця вправа завершена.

Лабораторна робота 10

Моделювання свердловини за допомогою Wire Wrapped Screen

Файл: [~/samples/PROSPER/T16_OilWellwithWireWrappedScreens.OUT](#)

Передумови та постановка проблеми

Основна мета цієї роботи – показати, як побудувати модель PROSPER для свердловини, яка укомплектована екраном, обмотаним дротом. Цей приклад побудовано на роботі 2. Тому його рекомендується початківцям перш ніж розв’язувати цей приклад, виконайте роботу 2.

Дані екрана (обмотування дротом)

Зовнішній радіус екрана: 0,33 фути

Проникність екрана: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності колони (бета): розраховано

Послідовність роботи

На наступних сторінках наведено Послідовність роботи процедуру, яка призведе до вирішення проблеми:

- Активуйте опцію екрану з дротом у PROSPER
- Опишіть екран, обмотаний дротом, у розділі IPR
- Оцініть дебіт свердловини в порівнянні з заданим тиском потоку в гирлі свердловини

Системні параметри

Відкрийте файл Tutorial_02.OUT, виберіть | Параметри | Варіанти і зробити наступне:

Тип закриття свердловини: відкритий

Боротьба з піском: екран, обмотаний дротом

Виберіть | Готово, щоб завершити цей крок.

Співвідношення продуктивності притоку (IPR)

Тип заповнення "Wire-Wrapped Screen" впливає в першу чергу на продуктивність притоку.

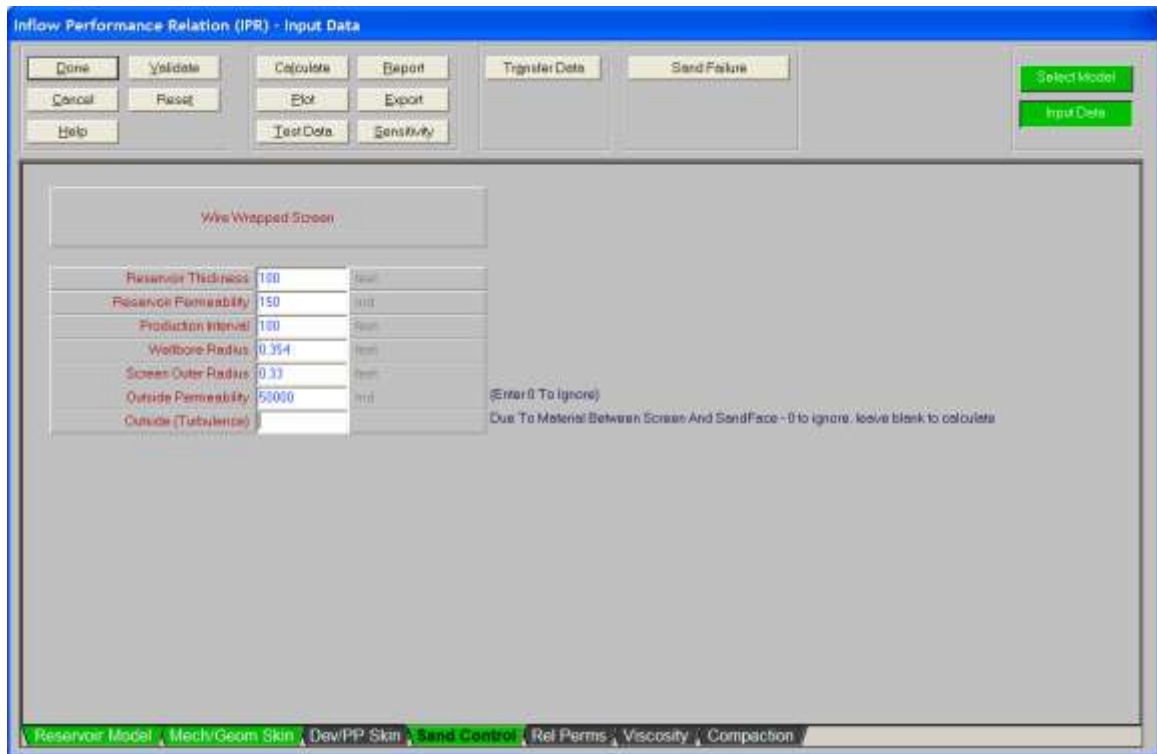
Тому виберіть | Система | Продуктивність притоку | Вхідні дані | Пісок Контроль і зробити зміни, описані нижче:

Інтервал перфорації: 100 футів

Зовнішній радіус екрана: 0,33 фута

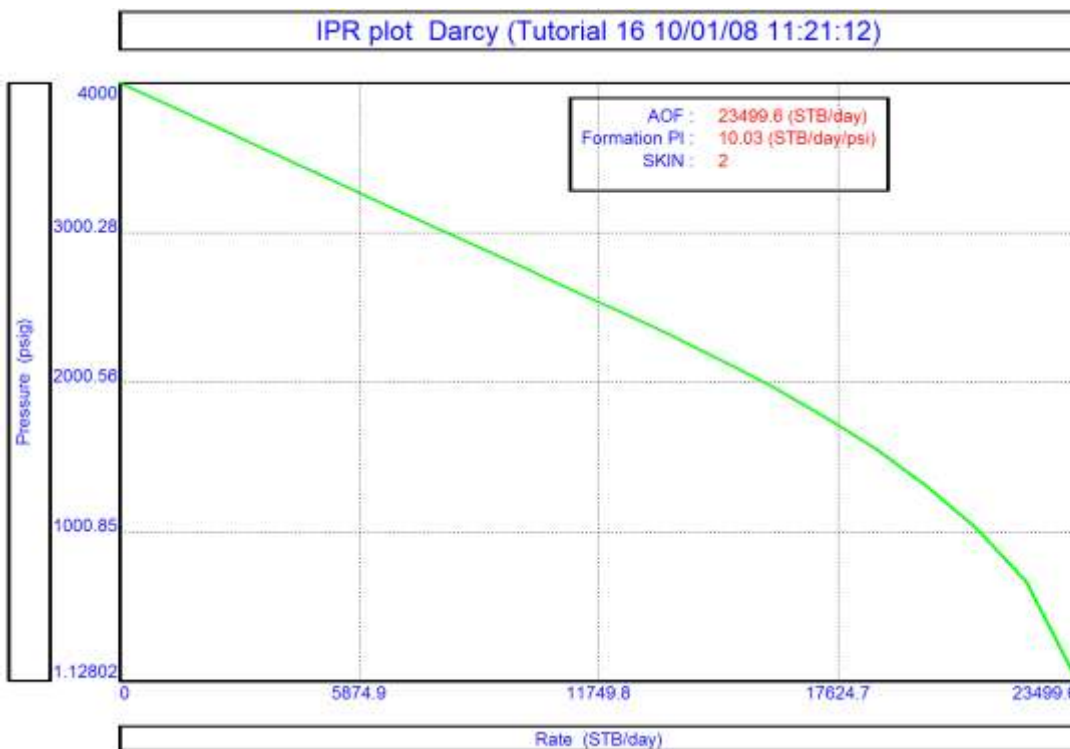
Проникність екрана: 50 000 мД

Коефіцієнт турбулентності колони (бета): розраховано



IPR : Створення діаграми IPR

Після введення даних контролю над піском рекомендується створити Plot IPR, щоб переконатися, що все добре. Для цього просто виберіть | Обчисліть і програмне забезпечення створить і відобразить такий графік:

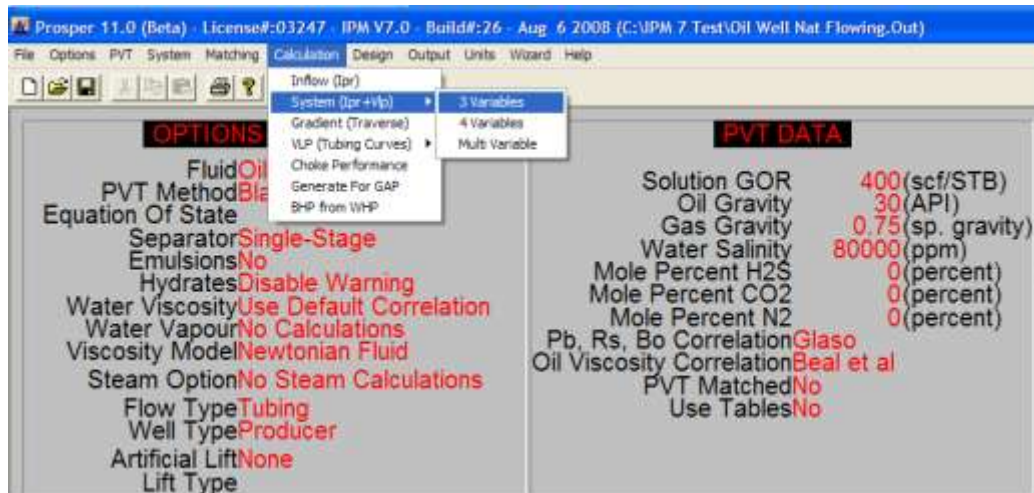


Виберіть | Main, а потім збережіть файл PROSPER за допомогою | Файл | Збережіть, щоб захистити всі внесені зміни.

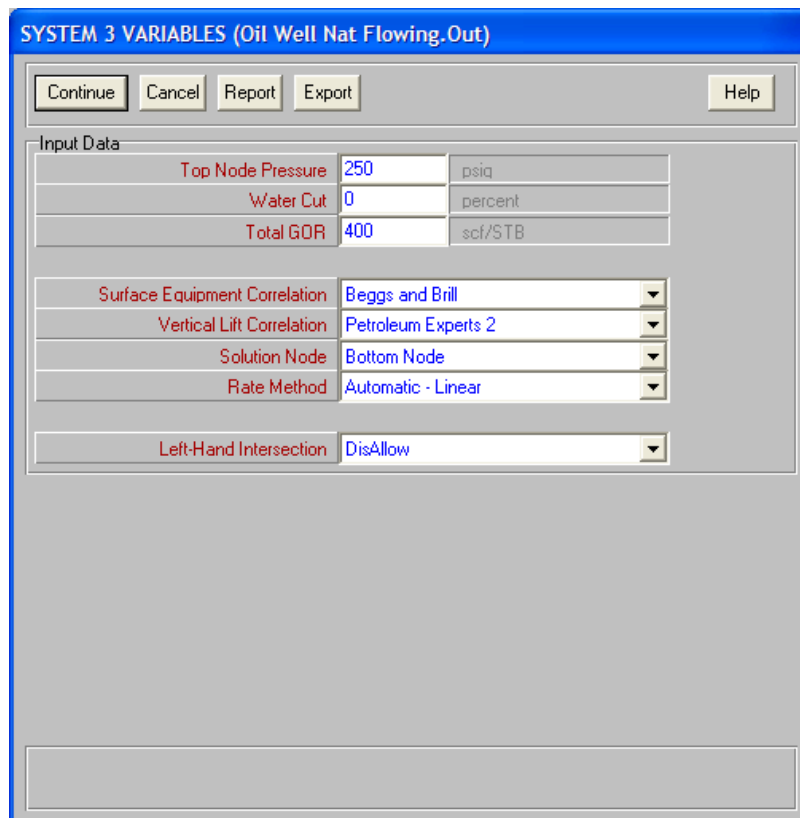
Оцінка дебіту свердловини

Реакція стовбура свердловини поєднує в собі властивості рідини (PVT), дані пласта (IPR) і відповідь трубки (VLP). Властивості рідини використовуються для обчислення відгуку пласта (IPR) і (VLP). Для заданого набору граничних умов (даного пластового тиску та напору свердловини), дебіт свердловини є точкою перетину між кривими IPR і VLP.

Щоб обчислити цю точку перетину за допомогою PROSPER, просто виберіть | Розрахунок | Система, як на знімку екрана нижче:



Після вибору розрахунку системи необхідно ввести тиск у гирлі свердловини як на знімку екрана нижче:



Тиск у верхньому вузлі – це тиск за системою. Оскільки у цій моделі PROSPER немає трубопроводу, тиск верхнього вузла є потоком гирла свердловини. Параметри Water Cut і GOR були введені раніше на екрані IPR. Для опису рідини, також виникла потреба ввести GOR на екрані PVT. Однак протягом життя свердловини будь-який параметр може змінюватися. Тому цей екран дозволяє сенсibilізувати обидва. Під час сенсibilізації на обводненості та/або GOR PROSPER використовуватиме нове значення чутливості для розрахунків Він більше не використовуватиме GOR і обводненість, введені на екрані IPR або GOR з екрана PVT. Той самий принцип застосовується до всіх змінних чутливості, зазначених будь-де в іншому місці.

Кореляція поверхневого обладнання: це стосується будь-якого трубопроводу в моделі. З цього часу модель не включає трубу, вибір кореляції труби не має значення.

Кореляція вертикального підйому: Petroleum Experts 2.

Вузол рішення: Нижній вузол

Метод ставки: Автоматичний - Лінійний

Лівостороннє перехрестя: заборонити

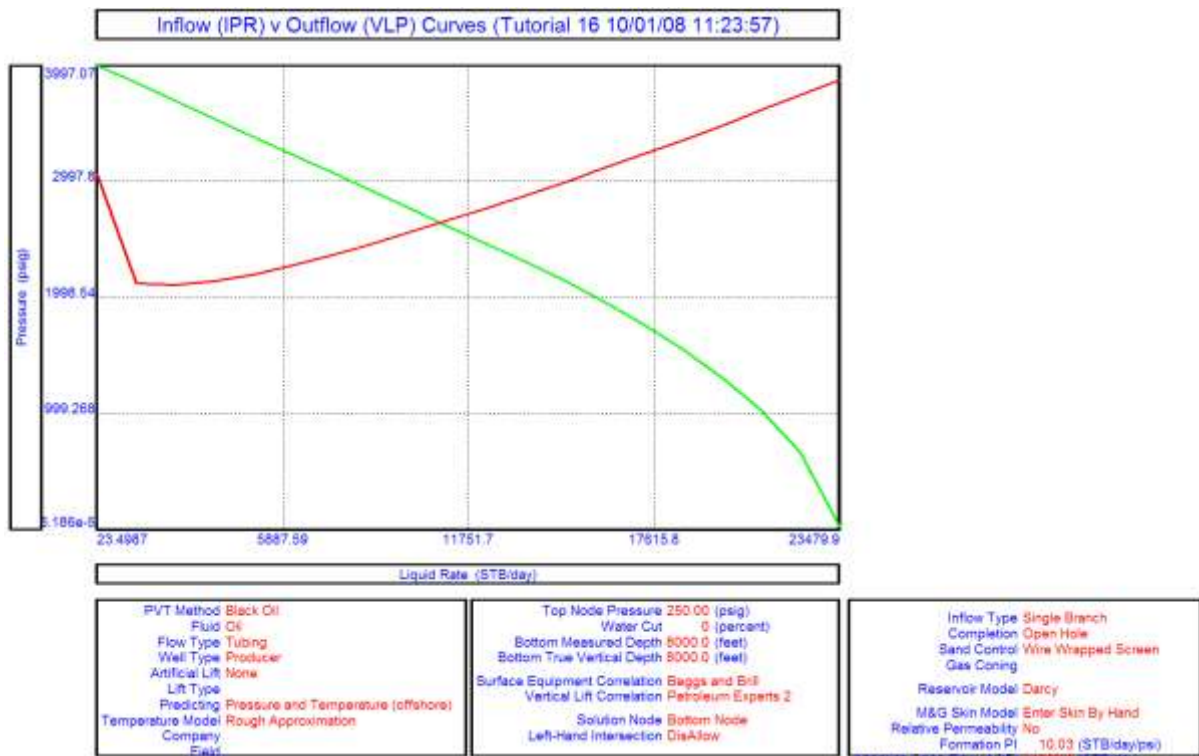
Можна продовжити | Продовжити | Продовжте і обчисліть з такими результатами:

SYSTEM 3 VARIABLES (Tutorial_16.Out)					
Calculate Plot Sensitivity Sensitivity PVD Report Export Options Done Main LUT Curves Help					
Results	Liquid Rate	Oil Rate	MUP Pressure	IPR Pressure	dP Total Skin
	STB/day	STB/day	psig	psig	psi
1	23.4997	23.4997	3059.97	3997.07	0.58765
2	1258.04	1258.04	2119.01	3843.15	31.4614
3	2492.59	2492.59	2106.23	3689.23	62.3347
4	3727.14	3727.14	2135.76	3535.31	93.208
5	4961.68	4961.68	2194.44	3381.39	124.082
6	6196.23	6196.23	2263.75	3227.47	154.955
7	7430.77	7430.77	2358.99	3073.55	185.829
8	8665.32	8665.32	2453.27	2919.63	216.703
9	9899.86	9899.86	2553.14	2765.71	247.576
10	11134.4	11134.4	2662.31	2611.79	278.45
11	12369	12369	2769.64	2457.87	309.323
12	13603.5	13603.5	2879.57	2303.97	342.27
13	14838	14838	2991.96	2150.03	374.688
14	16072.6	16072.6	3115.21	1996.9	409.128
15	17307.1	17307.1	3232.36	1766.19	505.382
16	18541.7	18541.7	3351.92	1553.96	595.007
17	19776.2	19776.2	3473.97	1313.16	684.718
18	21010.8	21010.8	3611.63	1030.03	817.969
19	22245.3	22245.3	3738.05	667.395	1019.46
20	23479.9	23479.9	3868.12	21.4276	1490.01

Solution		
Solution Details		
Liquid Rate	10897.3	STB/day
Gas Rate	4.359	MMscf/day
Oil Rate	10897.3	STB/day
Water Rate	0	STB/day
Solution Node Pressure	2641.34	psig
Wellhead Pressure	250.00	psig
Wellhead Temperature	157.61	deg F
Fast Node Temperature	157.61	deg F
Total Skin	2.00	psi
Total dP-Skin	272.52	psi
dP Friction	339.38	psi
dP Gravity	2030.72	psi
dP Sand Control	0.028836	psi
Sand Control Skin	0.0002173	psi

Зауважте, що PROSPER відображає під деталями розчину загальний кожух, dP через пісок контроль і пісок контроль кожуха.

Щоб візуалізувати системний графік, виберіть | Ділянка | Системний сюжет і наступний сюжет створено:



Виберіть | Main, щоб повернутися до головного екрана PROSPER.
На цьому ця вправа завершена.

Лабораторна робота 11

Моделювання візуальних робочих процесів для дослідження при видобутку вуглеводнів

Завдання

- Щоб створити візуальні робочі процеси в RESOLVE, які автоматизують функції в MOVE.
- Щоб перенести результати з MOVE в RESOLVE, а потім проаналізувати результати за допомогою інструментів, доступних у RESOLVE.

Примітка. Для цього навчального посібника потрібна одна ліцензія на модуль MOVE Core і модуль 2D Kinematic Modeling починаючи з MOVE 2019 і вище, а також одну ліцензію на RESOLVE починаючи з версії 12 IPM. Старіші версії MOVE або RESOLVE несумісні.

Вступ

Завдання моделювання можна узагальнити в три компоненти: 1) алгоритми і прийоми; 2) логічні кроки, і; 3) оператор (наприклад, людина або комп'ютер). Робочий процес – це комбінація алгоритмів і методів у серії логічних кроків оператора.

MOVE надає доступ до багатьох інструментів структурного моделювання та аналізу. Програмним забезпеченням керує користувач, а робочі процеси виконуються вручну користувачем, який передає дані (наприклад, інтерпретації горизонту) в операції, доступні в інструментах MOVE. У цьому сенсі MOVE – це палітра інструментів, які доступні користувачеві, який організовує робочі процеси вручну. Інструменти використовуються як обчислювальні механізми або функції – дані передаються в інструмент, а результати повертаються користувачеві для візуального перегляду.

Цей ручний підхід вимагає від користувача глибоких знань моделювання та аналізу структурної геології, а також знання MOVE. Крім того, підхід займає багато часу, вразливий до суб'єктивності та централізує знання та досвід з конкретними особами.

Альтернативою ручному підходу є дозволити MOVE керувати комп'ютером і чітко окреслити кроки та алгоритми, які будуть використовуватися в робочому процесі. Цього можна досягти за допомогою Visual Workflows – графічного методу створення обчислювальних робочих процесів. Візуальні робочі процеси дозволяють узагальнити звичайні завдання моделювання в послідовність логічних кроків і алгоритмів/метод, які окреслені обчислювальним шляхом.

Це забезпечує автоматизацію, яка стандартизує процеси, підвищить ефективність і зменшить суб'єктивність.

Візуальні робочі процеси можуть бути написані експертами домену, поширені всередині організації та використані неекспертами. Крім того, інкапсуляція трудомістких ручних процесів у візуальний робочий процес, який можна повторно використовувати, означатиме, що більше часу можна витратити

на технічну роботу, а не на ручне виконання завдань моделювання.

RESOLVE надає платформу для створення візуальних робочих процесів і керування ними. Крім того, RESOLVE спілкується з кількома програмними додатками, полегшуючи інтеграцію моделювання з багатьох дисциплін.

Щоб створити візуальний робочий процес, користувачеві надається набір попередньо визначених будівельних блоків (бібліотек).

Користувач створює поля, використовуючи комбінацію спадних меню та тексту, і з'єднує поля в потрібному порядку для створення робочого процесу – кодування не потрібне.

Візуальні робочі процеси:

- Можна багаторазово використовувати, що підвищує ефективність і продуктивність.

- Стандартизуйте робочі процеси для підвищення узгодженості.

- Може представляти будь-який процес, який можна виконати за допомогою MOVE.

- Інкапсулює предметні знання, які можна поширювати в організації – неспеціалісти можуть скористатися знаннями та досвідом експертів із домену.

- Надає користувачам MOVE свободу розробляти індивідуальні інструменти – користувачі не обмежені планами розробки програмного забезпечення Petex.

Завдання моделювання можна розбити на логічні кроки, а різноманітні рішення для моделювання можна сформулювати шляхом поєднання функціональних можливостей у кількох пакетах програмного забезпечення з інструментами та функціональними можливостями, які входять до складу RESOLVE. Крім того, внутрішні бібліотеки RESOLVE містять математичні функції, інструменти для глобальної оптимізації, інструменти для моделювання чутливості та інструменти для обробки сценаріїв. Завдяки RESOLVE MOVE можна включити в міждисциплінарні робочі процеси та як частину інтегрованих моделей. Як приклад, аналізи в MOVE можна поєднати з пакетом моделювання колектора, таким як REVEAL, що забезпечує доступ до динамічних даних і симуляцій, які можна використовувати для перевірки геологічної моделі.

Мета цієї роботи є надання користувачеві основних навичок, що необхідні для створення та керування візуальними робочими процесами, які включають функції, доступні в MOVE. Спочатку у роботі 11 буде створено дуже простий робочий процес, щоб ознайомити користувачів із тим, як MOVE можна підключити до RESOLVE і як можна створювати робочі цикли. У другій вправі буде розроблено другий робочий процес для виконання аналізу в MOVE. У третій вправі результати аналізів, виконаних у роботі 12, будуть додатково проаналізовані за допомогою функцій, доступних у RESOLVE. Це підкреслить, як за допомогою RESOLVE структурне моделювання в MOVE можна поєднати з функціональністю інших пакетів програмного забезпечення (наприклад, пакетів моделювання колекторів).

Мета

- Дізнайтеся, як створити екземпляр MOVE у RESOLVE.
- Вміти створити простий візуальний робочий процес, щоб організувати деякі функції MOVE.
- Знати, як перевірити, що робочий процес не містить помилок і є функціонально правильним.

У цій вправі програмне забезпечення MOVE буде підключено до програмного забезпечення RESOLVE. Модель MOVE буде додано до файлу RESOLVE, і просту операцію буде автоматизовано шляхом створення візуального робочого процесу в RESOLVE. Мета вправи полягає в тому, щоб продемонструвати основні попередні кроки, необхідні для використання MOVE з RESOLVE, а також дуже простий вступ до створення візуальних робочих процесів.

1. Відкрийте RESOLVE.

Для того, щоб RESOLVE спілкувався з MOVE, потрібно створити зв'язок між MOVE і RESOLVE.

Для цього в RESOLVE потрібно вказати розташування програмного забезпечення *MOVE*.

2. Перейдіть до пункту Драйвери – Зареєструвати драйвери. 3. Виберіть MOVE зі списку шляхів DLL і натисніть «Налаштувати» (Рисунок 1).

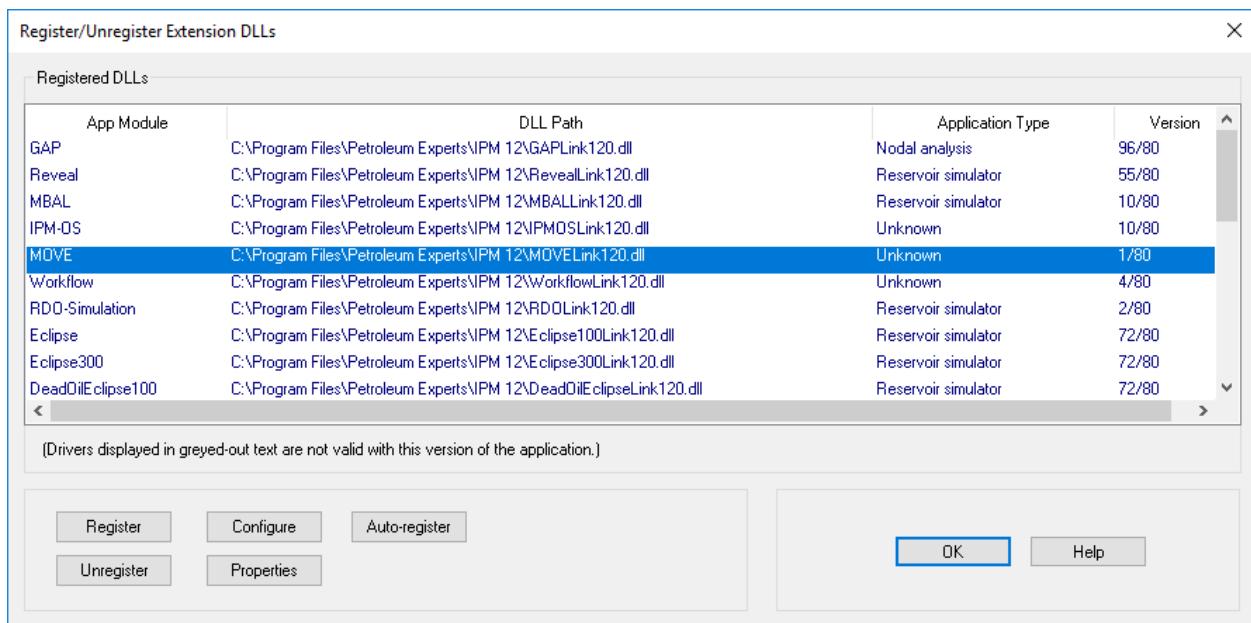


Рисунок 1: Вікно «Реєстрація/скасування реєстрації DLL-файлів розширення» в RESOLVE з вибраним параметром «ПЕРЕМІСТИТИ».

4. У діалоговому вікні MOVE Configuration натисніть Browse  (Рис. 2).

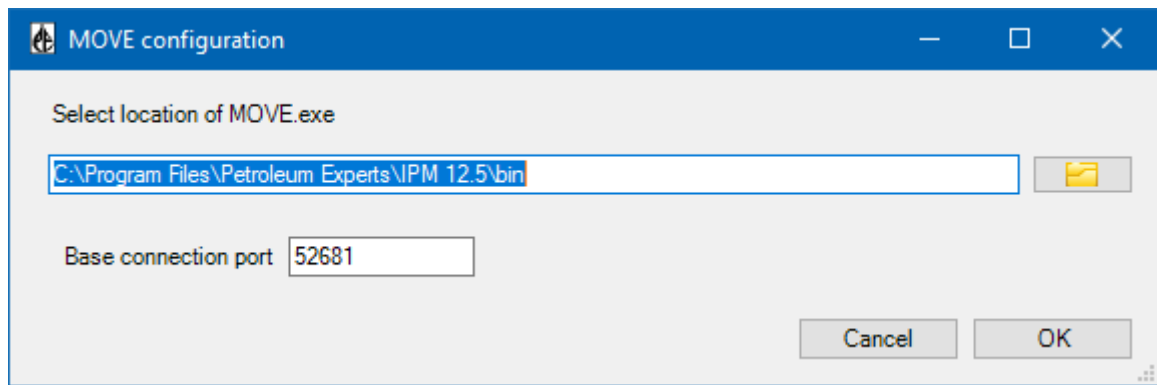


Рисунок 2: Діалогове вікно конфігурації MOVE у RESOLVE. Кнопка «Огляд» виділена.

5. Перейдіть до папки, що містить файл *Move.exe* на вашому комп'ютері. У IPM 12.5 виконуваний файл MOVE знаходиться у двійковій папці (bin) у папці Petroleum Experts/IPM 12.5 програмних файлів (наприклад, C:\Program Files\Petroleum Experts\IPM 12.5\bin).

Визначення розташування *Move.exe* у RESOLVE дозволить отримати доступ до MOVE і використовувати його RESOLVE. Після запуску виконуваний файл запускає програму MOVE.

6. Натисніть ОК.


7. Натисніть ОК у вікні конфігурації MOVE. 8. Натисніть «ОК» у вікні «Реєстрація/скасування реєстрації DLL-файлів розширення».

Тепер встановлено зв'язок між RESOLVE і MOVE. Тепер MOVE можна викликати та отримати доступ як частину візуального робочого процесу RESOLVE. Цей параметр назавжди записується RESOLVE - щоразу, коли відкривається RESOLVE, драйвер буде визначено заздалегідь.

Ці кроки потрібно буде повторити, лише якщо іншу версію MOVE інстальовано в іншій папці або якщо місце поточної версії змінено.

9. Перейдіть у меню «Файл» – «Новий» (або натисніть «Новий» у верхньому лівому куті головного вікна РІШЕННЯ).

Щоб використовувати MOVE у візуальному робочому процесі, потрібно створити екземпляр, призначений як екземпляр MOVE і який можна викликати в робочих циклах. Ми називатимемо це екземпляром програми MOVE. Екземпляр програми MOVE потрібно створити та додати у вікно RESOLVE.

10. Перейдіть до Редагувати систему - Додати клієнтську програму (або натисніть Додати програму ).

11. Виберіть MOVE зі списку програм.

12. Клацніть лівою кнопкою миші десь у вікні RESOLVE.

З'явиться діалогове вікно із запитом надати ім'я екземпляра MOVE.

13. Збережіть назву екземпляра за замовчуванням (тобто *MOVE*), як показано на рисунку 3.

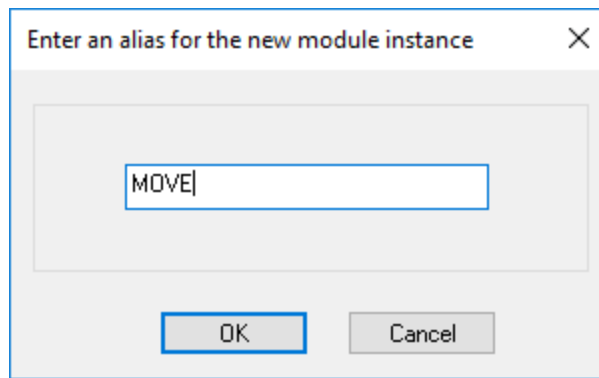


Рисунок 3: діалогове вікно «Введіть псевдонім для нового екземпляра модуля» в RESOLVE.

14. Натисніть ОК.

Екземпляр MOVE під назвою MOVE буде додано до вікна RESOLVE (Рис. 4).

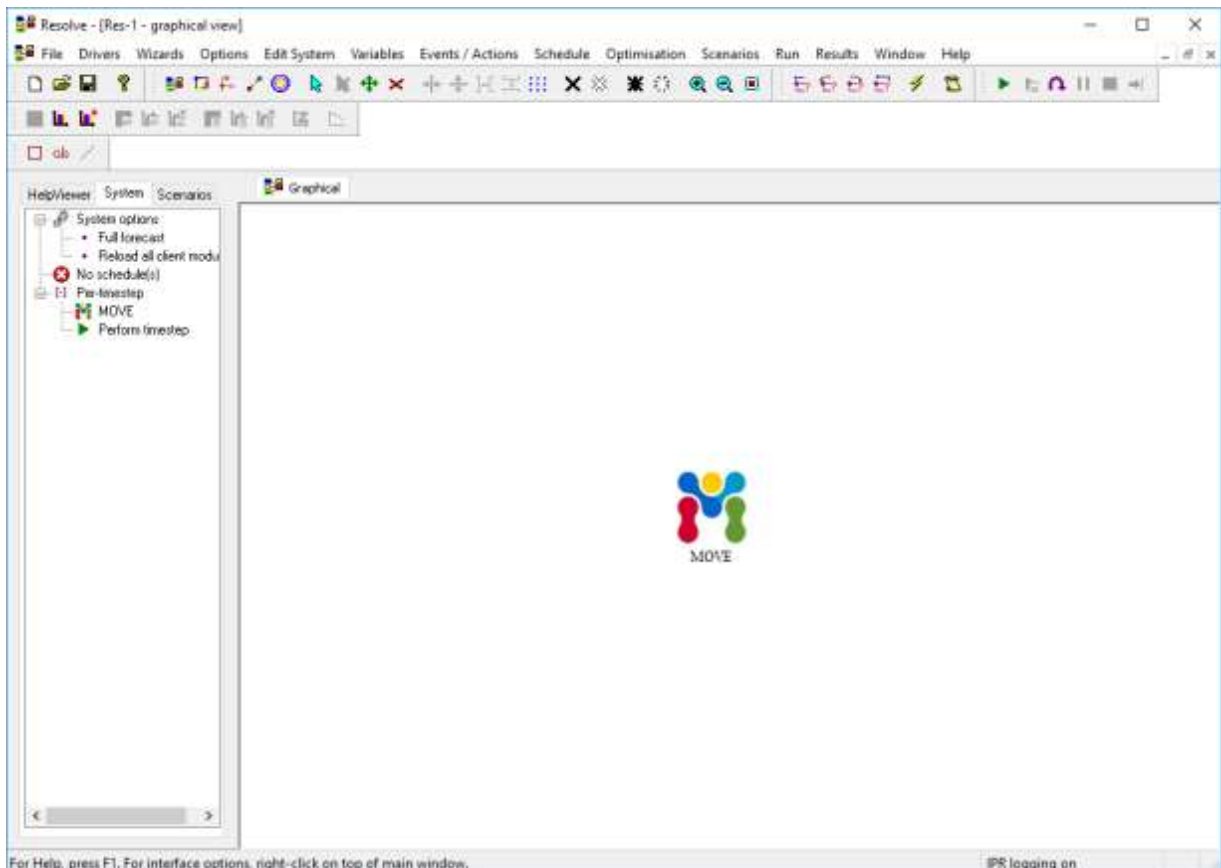


Рисунок 4: Вікно RESOLVE після створення екземпляра *MOVE*.

Примітка. Екземпляру MOVE можна дати будь-яке ім'я. Усі операції, які посилаються на екземпляр MOVE у RESOLVE, використовуватимуть це ім'я. У цьому підручнику ми використали назву за замовчуванням *MOVE*, і всі посилання на цей екземпляр починатимуться з *MOVE*. Однак, якби ім'я екземпляра *MOVE* було іншим, наприклад *MOVE_Project*, усі посилання на

екземпляр *MOVE* починалися б з імені *MOVE_Project*.

Наразі екземпляр *MOVE* порожній – він не пов'язаний з жодним файлом *MOVE*.

15. Щоб підтвердити це, наведіть курсор миші на екземпляр *MOVE* у вікні *RESOLVE* – ви побачите, що з'явиться рожева спливаюча підказка з написом *<No file>*.

Потрібно вказати розташування проекту *MOVE*, який буде використовуватися в робочому процесі.

16. Двічі клацніть екземпляр *MOVE*, який було створено у вікні *RESOLVE*. З'явиться вікно під назвою *MOVE* (Рис. 5).

17. Натисніть Огляд .

18. У файловому провіднику перейдіть до розташування файлів посібника *MOVE* на вашому комп'ютері. 19. Розгорніть папку *38_Visual_Workflows*.

20. Виберіть *01_Sheep_Mountain.move*.

21. Натисніть Відкрити.

22. Натисніть «Застосувати» у вікні «ПЕРЕМІСТИТИ».

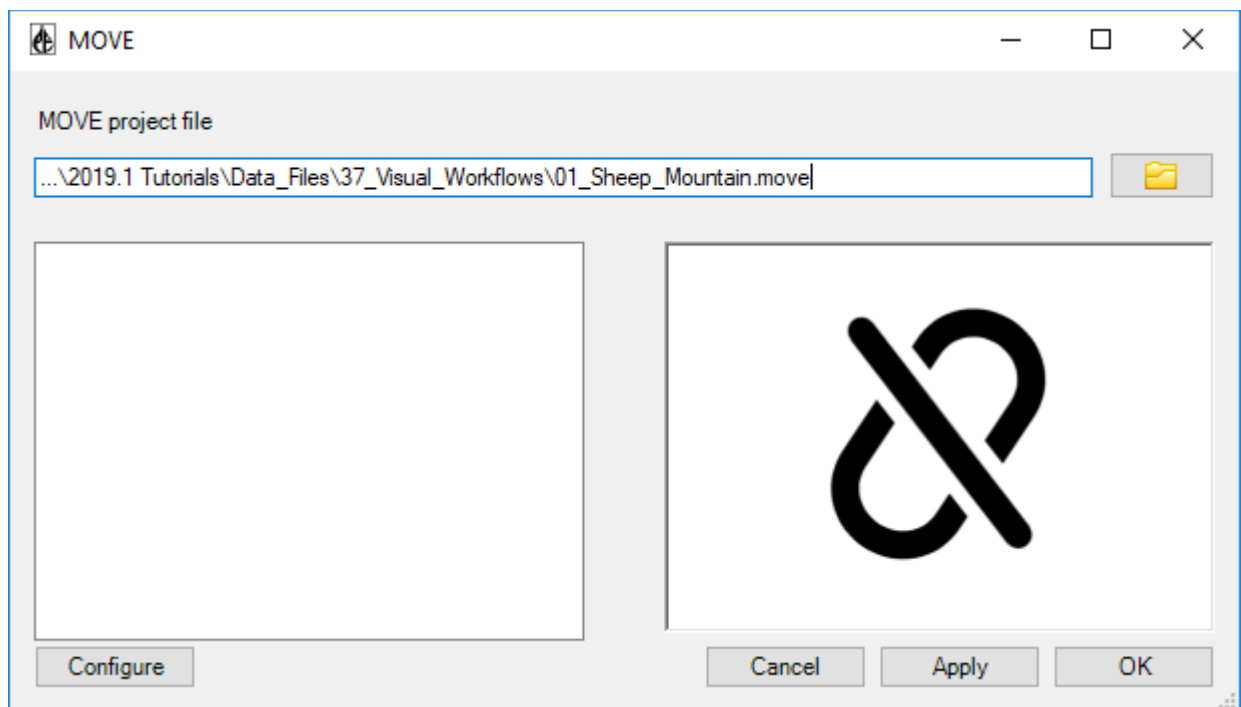


Рисунок 5: Вікно *MOVE* із *01_Sheep_Mountain.move*, введеним як файл проекту *MOVE*.

Коли клацнути «Застосувати», РІШЕННЯ відкриє вибраний файл *MOVE*. Це може зайняти деякий час. Якщо з'являється вікно з повідомленням «Не вдається запустити «filepath.exe» – перевірте конфігурацію та наявність цього файлу», драйвер *MOVE* не було успішно визначено. Вам потрібно буде правильно

визначити драйвер MOVE (повторіть кроки 2-8). Якщо з'являються інші повідомлення про помилки (наприклад, «MOVE не запущено вчасно, тому відкриття було перервано»), переконайтеся, що ви використовуєте відповідну версію MOVE (версія 2019.1 і вище) і чи є доступні ліцензії MOVE.

23. Дочекайтеся успішного відкриття проекту MOVE.

24. Переконайтеся, що *01_Sheep_Mountain.move* відкрито правильно.

Після того як *01_Sheep_Mountain.move* успішно відкрився в MOVE, файл і його вміст було зареєстровано RESOLVE. Тепер вікно MOVE можна закрити.

25. Закрийте програму MOVE.

Ви побачите, що вміст *01_Sheep_Mountain.move* перераховано у вікні MOVE і показано 3D попередній перегляд проекту (рис. 6).

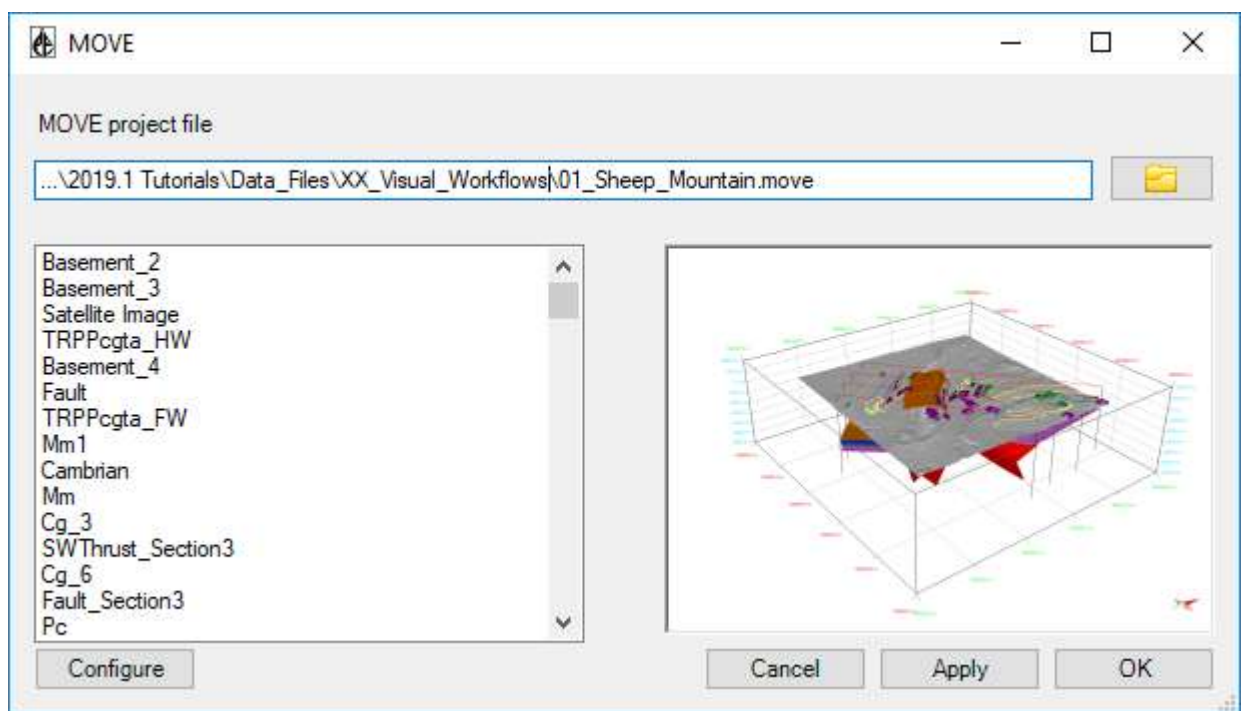



Рисунок 6. Вікно налаштування екземпляра *MOVE* з успішно підключеним файлом *01_Sheep_Mountain.move*.

26. Натисніть ОК, щоб закрити вікно файлу проекту MOVE.

Тепер у вікні RESOLVE є екземпляр MOVE, підключений до проекту MOVE. Це можна підтвердити, навівши курсор миші на екземпляр *MOVE* – з'явиться рожева підказка, що показує шлях до проекту MOVE.

Тепер ми створимо екземпляр об'єкта візуального робочого процесу. Це дозволить нам створювати та оркеструвати робочі процеси MOVE за допомогою RESOLVE.

27. Перейдіть до Редагувати систему - Додати клієнтську програму (або натисніть Додати програму ).

28. Виберіть Workflow зі списку програм.

29. Клацніть лівою кнопкою миші десь у головному вікні RESOLVE.

З'явиться діалогове вікно із запитом надати ім'я екземпляру Workflow.

30. Збережіть назву екземпляра за замовчуванням (тобто робочий процес (*Workflow*)), як показано на рисунку 7.

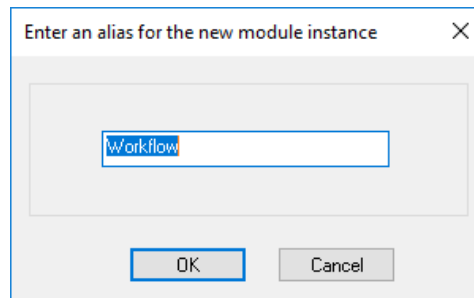


Рисунок 7: Діалогове вікно «Введіть псевдонім для нового екземпляра модуля» в RESOLVE.

31. Натисніть ОК.

Екземпляр візуального робочого процесу під назвою *Workflow* буде додано до вікна RESOLVE (Рис. 8).

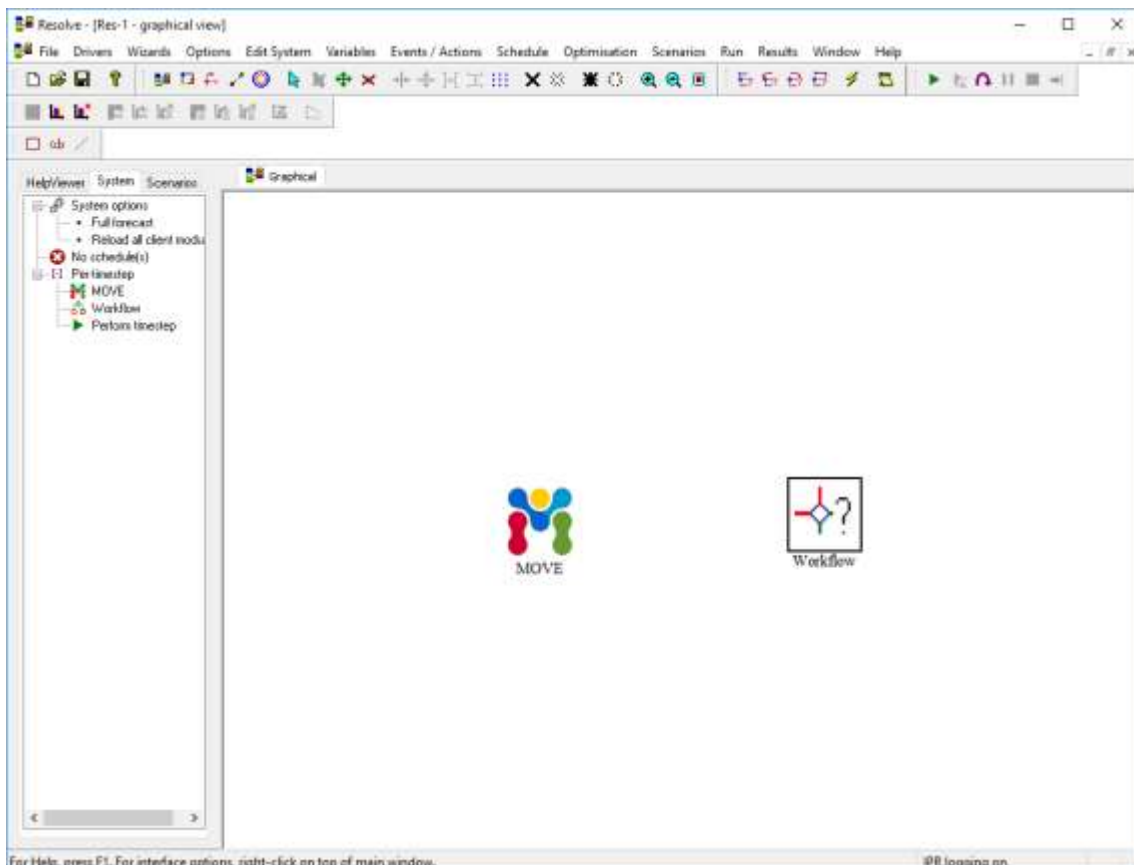


Рисунок 8: Вікно RESOLVE після створення екземплярів *MOVE* та *Workflow*.

Наразі екземпляр візуального робочого циклу порожній. Це можна підтвердити, навівши курсор миші на візуальний екземпляр робочого процесу –

з'явиться рожева спливаюча підказка з написом «Немає термінаторів», що вказує на те, що робочий процес не закінчений і що він не завершений.

Зараз ми створимо простий робочий процес.

32. Двічі клацніть екземпляр *Workflow* у вікні RESOLVE.

З'явиться візуальний редактор робочого процесу. Наразі він порожній і містить лише вікно «Пуск» (Рисунок 9).

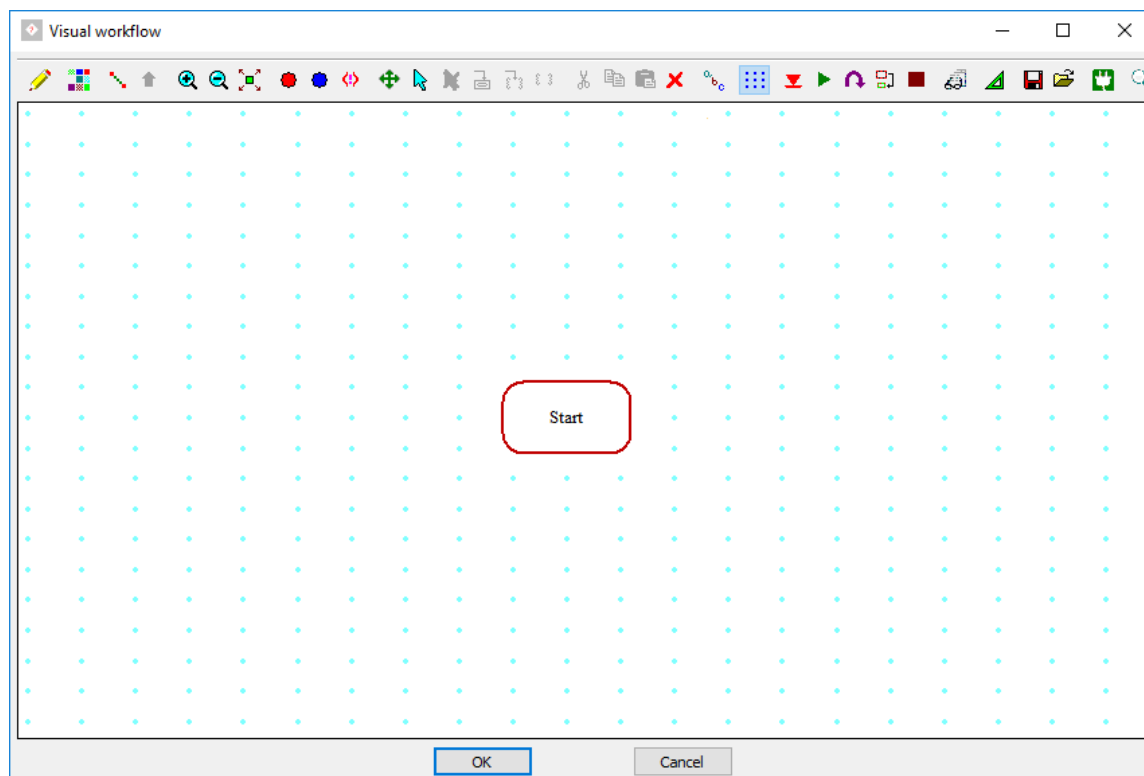



Рисунок 9: Візуальний редактор робочого циклу для екземпляра *Workflow*, який було додано до RESOLVE. Наразі робочий процес містить лише елемент «Пуск» і є порожнім.

Існують різні елементи, доступні для використання у візуальних робочих процесах, зокрема Анотації, Якщо...тоді, Призначення, Якщо.. else if.. else, Операція, Цикл і Термінатор (див. Посібник користувача PETEX Visual Worklfow, Розділ 4.3, щоб отримати додаткову інформацію про елементи робочого процесу.).

Щоб ознайомитися зі створенням і використанням елементів візуального робочого процесу, ми створимо дуже простий робочий процес, який відкриває та закриває проект MOVE. Буде використано елементи Operation і Terminator.

33. У верхньому лівому куті візуального редактора робочого процесу клацніть «Палітра відображення» (Display palette ). Палітра елементів WF (рис. 10) – це місце, де доступні всі елементи робочого процесу.

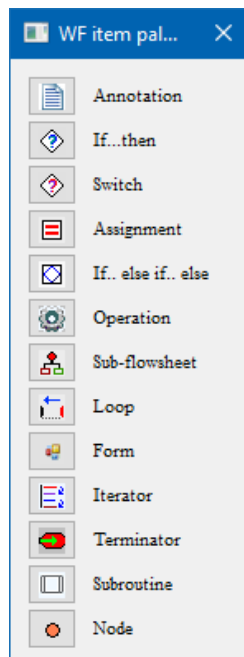


Рисунок 10:
Палітра елементів WF.

34. Виберіть Операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму «Операція».



35. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента «Пуск». У вікні з'явиться пункт операції (рис. 11).

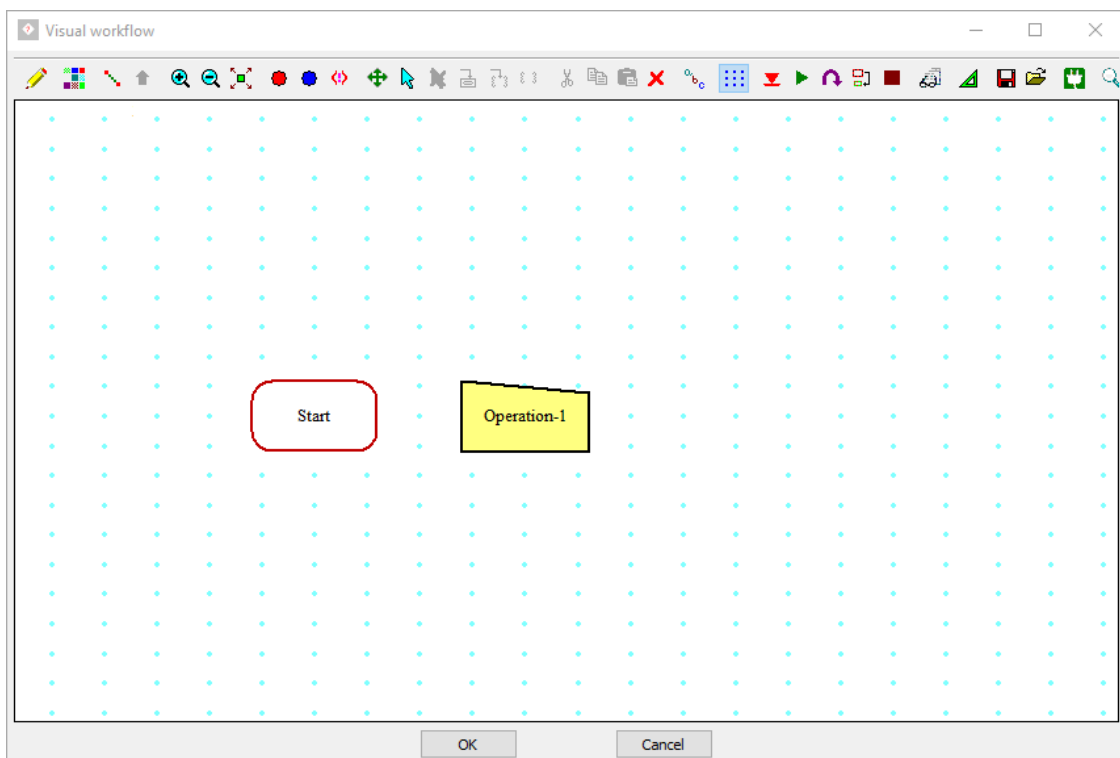





Рисунок 11: Візуальний редактор робочого процесу після створення *Operation-1*.

Примітка. Положення елементів у візуальному редакторі робочого циклу можна налаштувати за допомогою кнопки «Перемістити елемент робочого циклу»



. За потреби використовуйте кнопки «Збільшити» , «Зменшити»  та «Збільшити все» , щоб налаштувати перегляд.

Елемент операції отримав назву за замовчуванням (*Operation-1*) і наразі порожній. У цьому можна переконатися, навівши курсор миші на пункт Рисунок – нічого не з'явиться. Щоб було легше зрозуміти візуальний робочий процес, кожному елементу слід дати описову назву.

Необхідно також визначити операцію, яку має виконати елемент операції.

36. Двічі клацніть по пункту *Operation-1*.

37. У вікні «Виконання операцій», що з'явиться, визначте назву елемента робочого циклу як *OpenMOVE* (Рисунок 12).

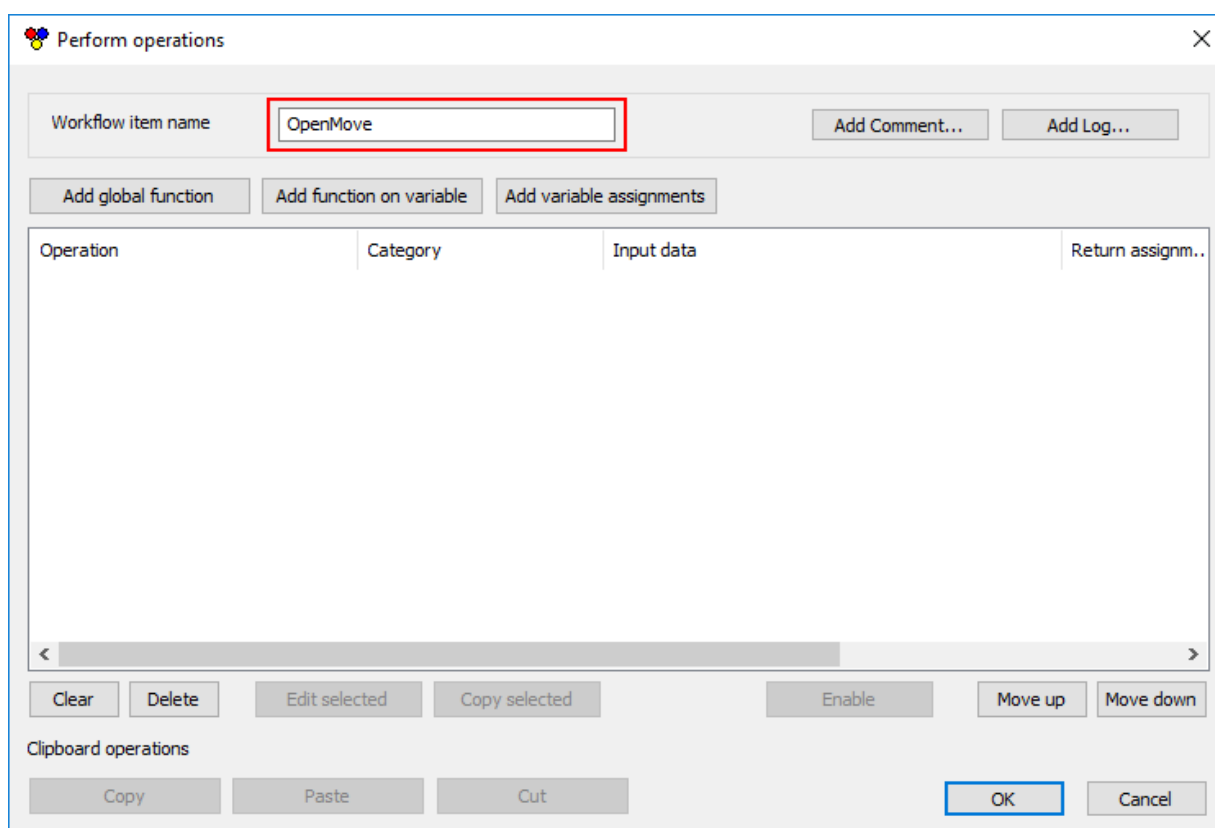


Рисунок 12: Вікно виконання операцій, яке з'являється після подвійного клацання *Операція-1*. Ім'я елемента робочого циклу встановлено на *OpenMOVE*.

38. Натисніть Додати глобальну функцію.

З'явиться вікно створення/редагування операції. Вікно надає доступ до кількох бібліотек, що містять попередньо визначені операції, які можна використовувати у візуальних робочих процесах. Бібліотеки класифікуються за функціональними можливостями. Як приклад, бібліотека попередньо визначених операцій MOVE називається *MOVE structural geology*.

Серед іншого бібліотеки включають аналіз даних (*Data Analysis*), бібліотечні

функції математики (*Maths library functions*) та стохастичну оптимізацію (*Stochastic Optimisation*), усі які містять багато операцій, які можна викликати та використовувати як частину візуального робочого процесу.

39. З розкритого списку Виберіть категорію операції виберіть *MOVE structural geology*.

40. З розкритого списку Вибрати операцію виберіть Відкрити поточний проект MOVE.

Таблиця вхідних і/або вихідних параметрів операції у вікні створення/редагування операції ((a) на рисунку 13 нижче) оновиться, щоб перелічити всі вхідні дані, необхідні для вибраної операції.

У цьому випадку потрібен один вхід під назвою MOVE і немає виходів (Рисунок 13).

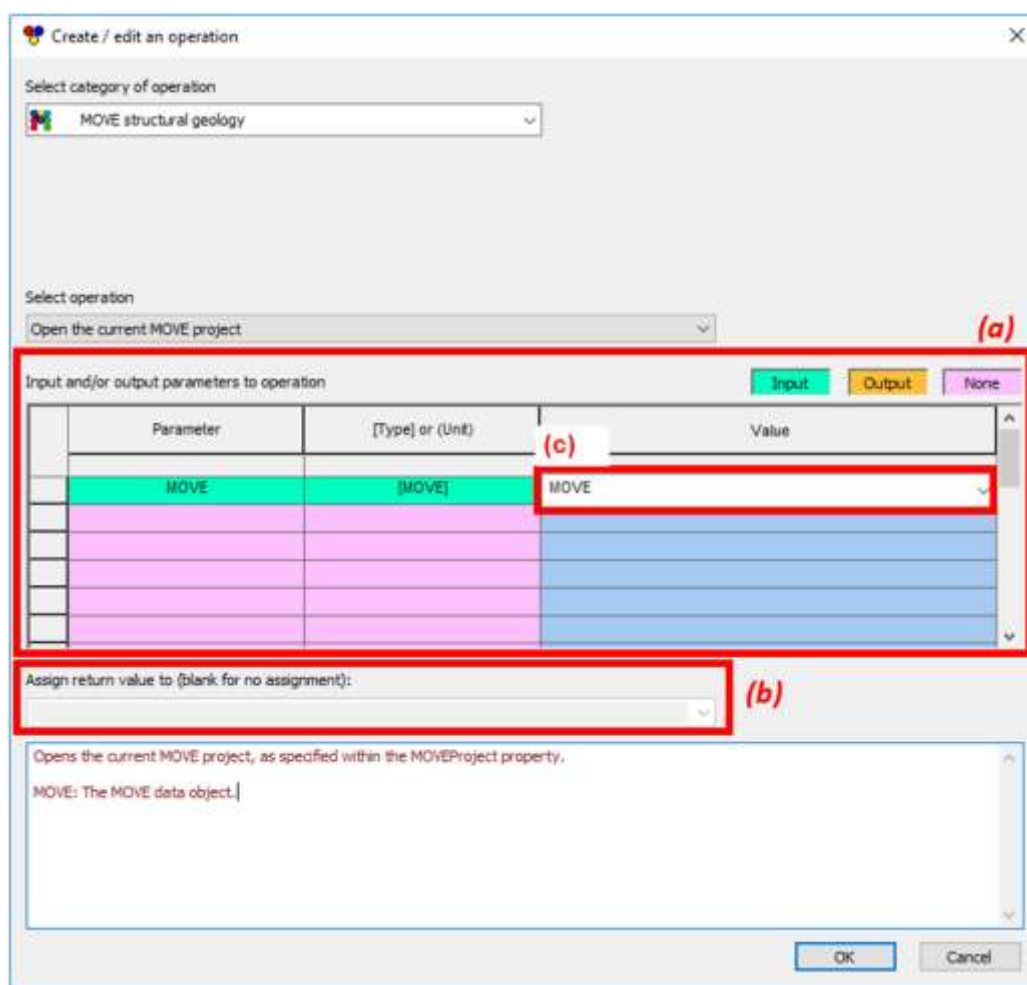


Рисунок 13: Налаштування вікна створення/редагування операції для операції *OpenMOVE*. а) Вхідні та/або вихідні параметри до операційної таблиці. б) спадне меню «Призначити значення, що повертається» (порожнє, якщо призначення не призначається). с) Комірка значення рядка *MOVE*.

Необхідно визначити значення вхідного параметра MOVE. У цьому випадку нам потрібно підключити операцію до екземпляра MOVE, який ми створили

раніше у вправі (кроки 10-27).

41. Клацніть лівою кнопкою миші всередині комірки значення рядка *MOVE* таблиці вхідних та/або вихідних параметрів до операцій ((с) на рисунку 13).

42. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – клацніть її.

43. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser*.

44. Це міститиме примірник *MOVE*, створений раніше у вправі – виберіть це.

45. Натисніть ОК.

Операція буде перерахована у вікні «Виконати операцію» (Рисунок 14). Кілька операцій можна додати до одного елемента операції у візуальному робочому процесі. Операції у списку можна редагувати, копіювати, вимикати та переміщувати вгору чи вниз за допомогою кнопок у нижній частині вікна.

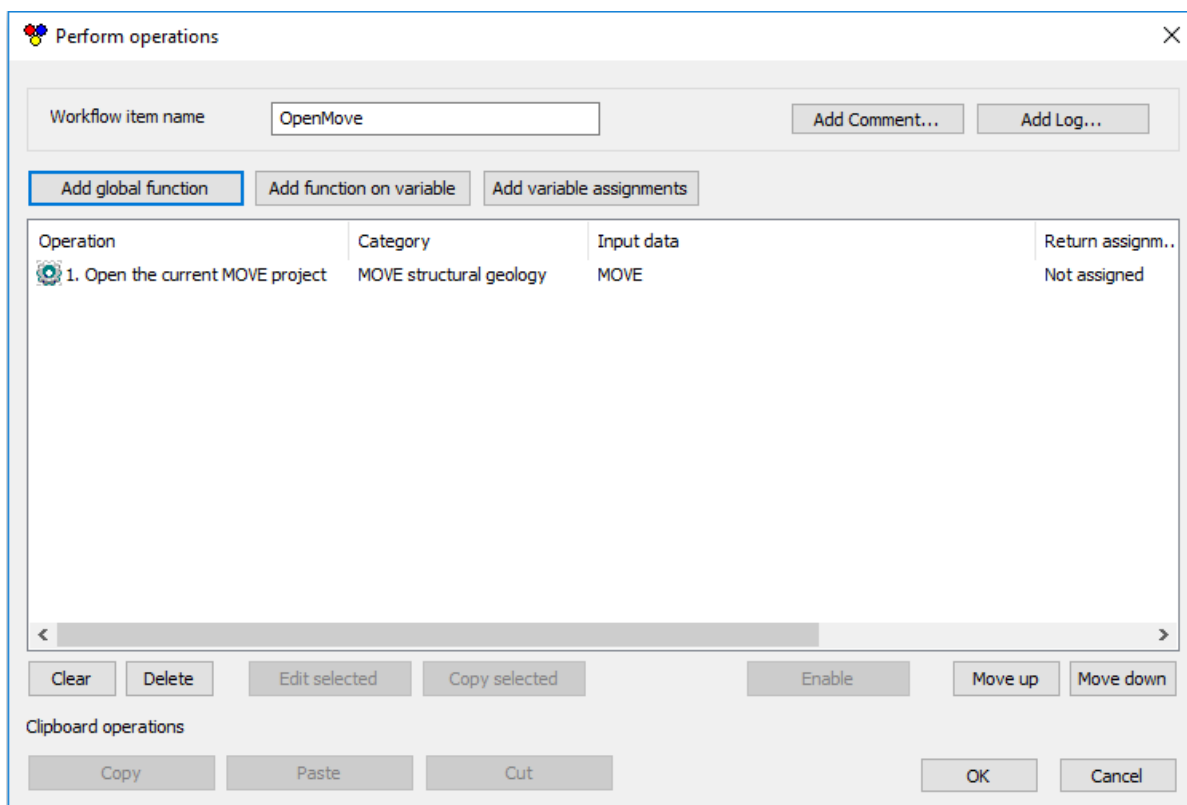



Рисунок 14: Вікно виконання операцій із доданою функцією відкриття MOVE.

46. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Щоб швидко оцінити операцію, яку виконує поле операції, наведіть курсор миші на елемент. З'явиться спливаюча підказка зі списком операцій, які містяться в елементі операції.

Ми створили елемент операції для відкриття проекту MOVE. Тепер ми створимо другий елемент операції, щоб закрити проект MOVE.

47. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

48. Виберіть операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму

операції .

49. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента *OpenMOVE*. Другий елемент операції з'явиться у вікні під назвою *Operation-1* (Рисунок 15).

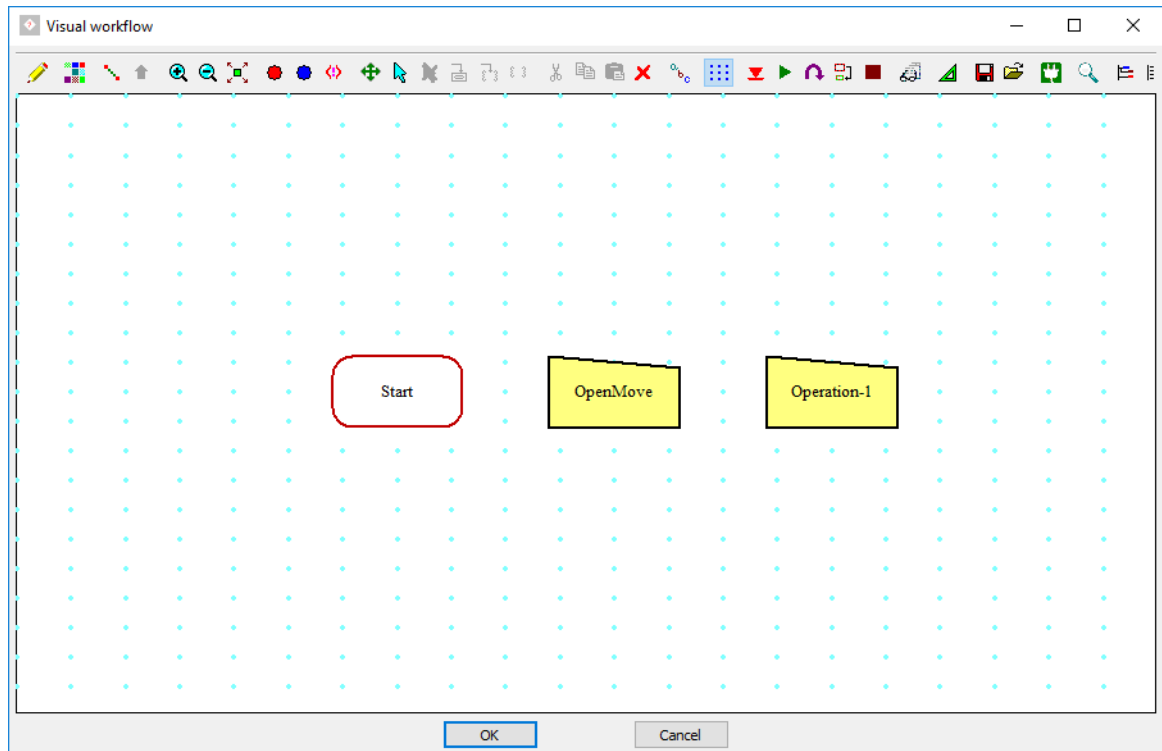


Рисунок 15: Візуальний редактор робочого процесу зі створеними операціями *OpenMOVE* та *Operation-1*.

50. Двічі клацніть на елементі *Operation-1*.

51. У вікні Виконання операцій, що з'явиться, визначте ім'я елемента робочого процесу як *CloseMOVE*.

52. Натисніть кнопку Додати глобальну функцію.

53. З розкривного списку Виберіть категорію операції виберіть *MOVE structural geology*.

54. З розкривного списку Вибрати операцію виберіть Закрити поточний проект MOVE.

55. Клацніть лівою кнопкою миші в комірці Значення рядка *MOVE* вхідних та/або вихідних параметрів до таблиці операцій.

56. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – натисніть її.

57. У розкривному списку знайдіть список елементів *ResolveUser*.

58. Це міститиме примірник MOVE, створений раніше у вправі – виберіть це. Має з'явитися вікно, як на рисунку 16.

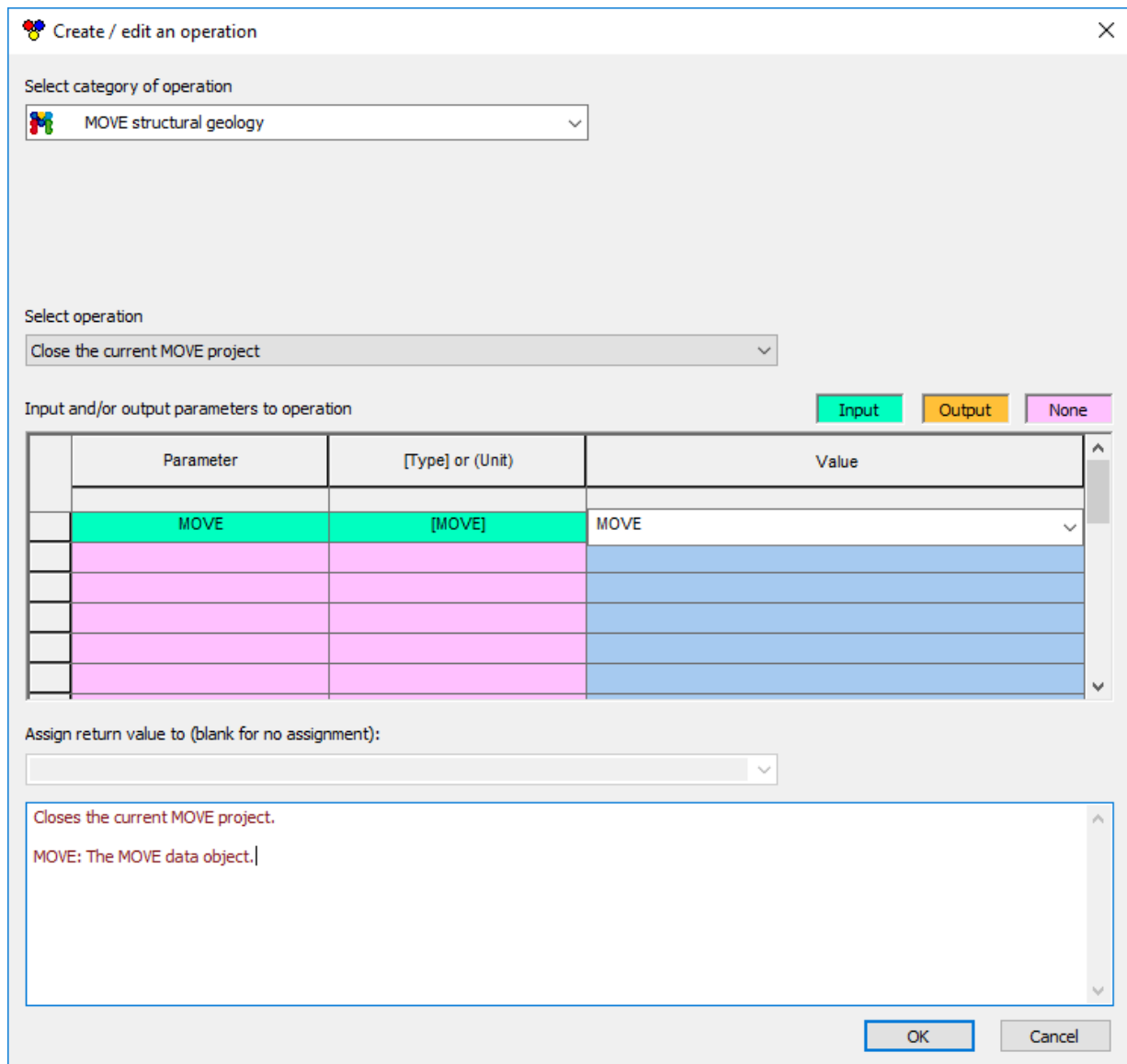




Рисунок 16: Налаштування вікна створення/редагування операції для операції *CloseMOVE*.

59. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.
60. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Візуальний редактор робочого циклу *Workflow* тепер має містити елемент «Пуск», елемент операції «*OpenMOVE*» та елемент операції «*CloseMOVE*». Щоб завершити робочий процес, потрібно додати елемент «Terminator».

61. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

62. Виберіть Термінатор зі списку елементів, клацнувши піктограму Термінатора .

63. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента *CloseMOVE*. У вікні під назвою «*Terminator-1*» з'явиться елемент «Terminator» (рис. 17).

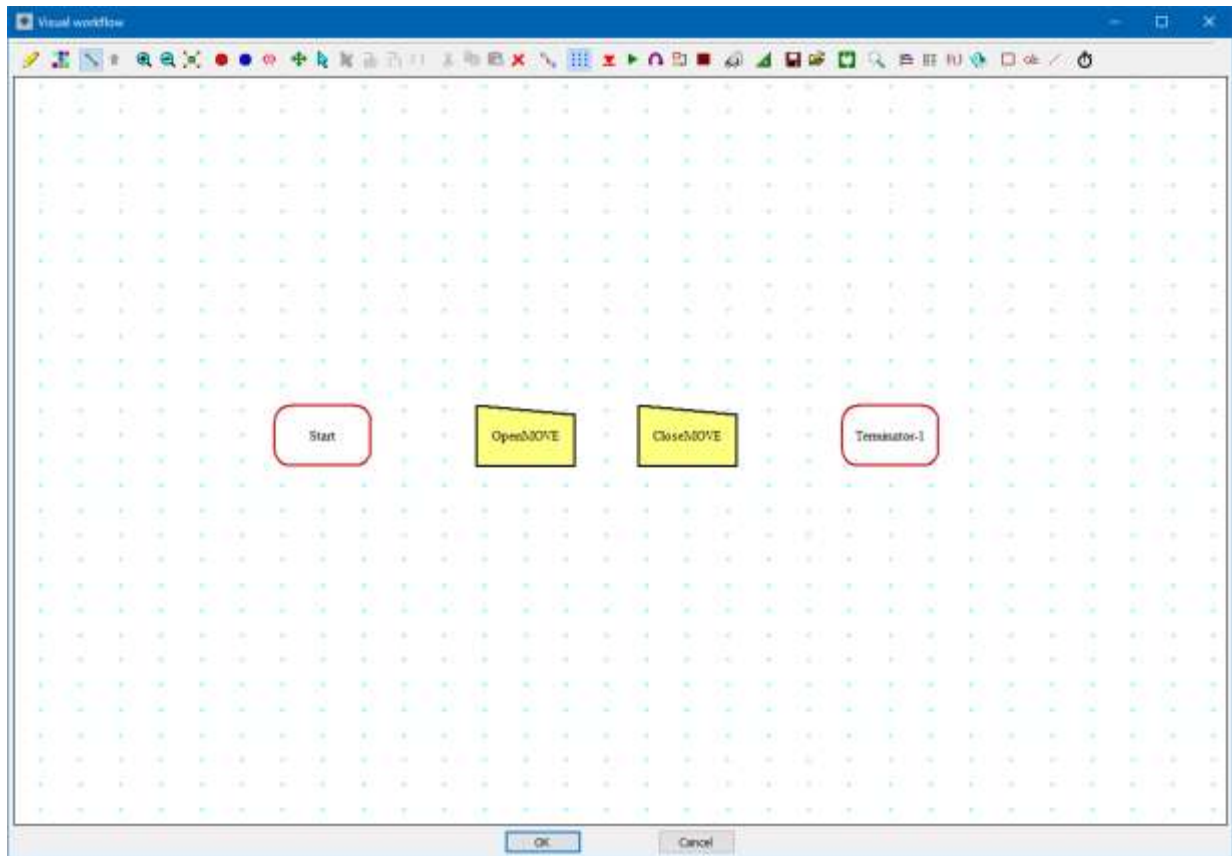


Рисунок 17: Візуальний редактор робочого циклу з двома операціями (*OpenMOVE* та *CloseMOVE*) і створеним термінатором (*Terminator-1*).

Тепер ми створили всі елементи, необхідні для виконання бажаного робочого процесу. Елементи візуально вирівнюються у вибраному порядку. Однак нам потрібно чітко визначити порядок, у якому ми маємо намір виконувати операції.

Для цього ми з'єднаємо елементи в робочому процесі разом у правильному порядку виконання.

64. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «З'єднати об'єкти робочого циклу разом».

65. Клацніть лівою кнопкою миші на елементі «Пуск» і, продовжуючи утримувати ліву кнопку миші, перетягніть курсор до елемента *OpenMOVE*.

66. Відпустіть ліву кнопку миші, коли курсор знаходиться над елементом *OpenMOVE*.

Повинна бути створена лінія, що з'єднує елемент «Пуск» з елементом «*OpenMOVE*» (Рисунок 18).

67. Повторіть, щоб підключити:

- елемент *OpenMOVE* до елемента *CloseMOVE*.
- елемент *CloseMOVE* до елемента *Terminator-1*.

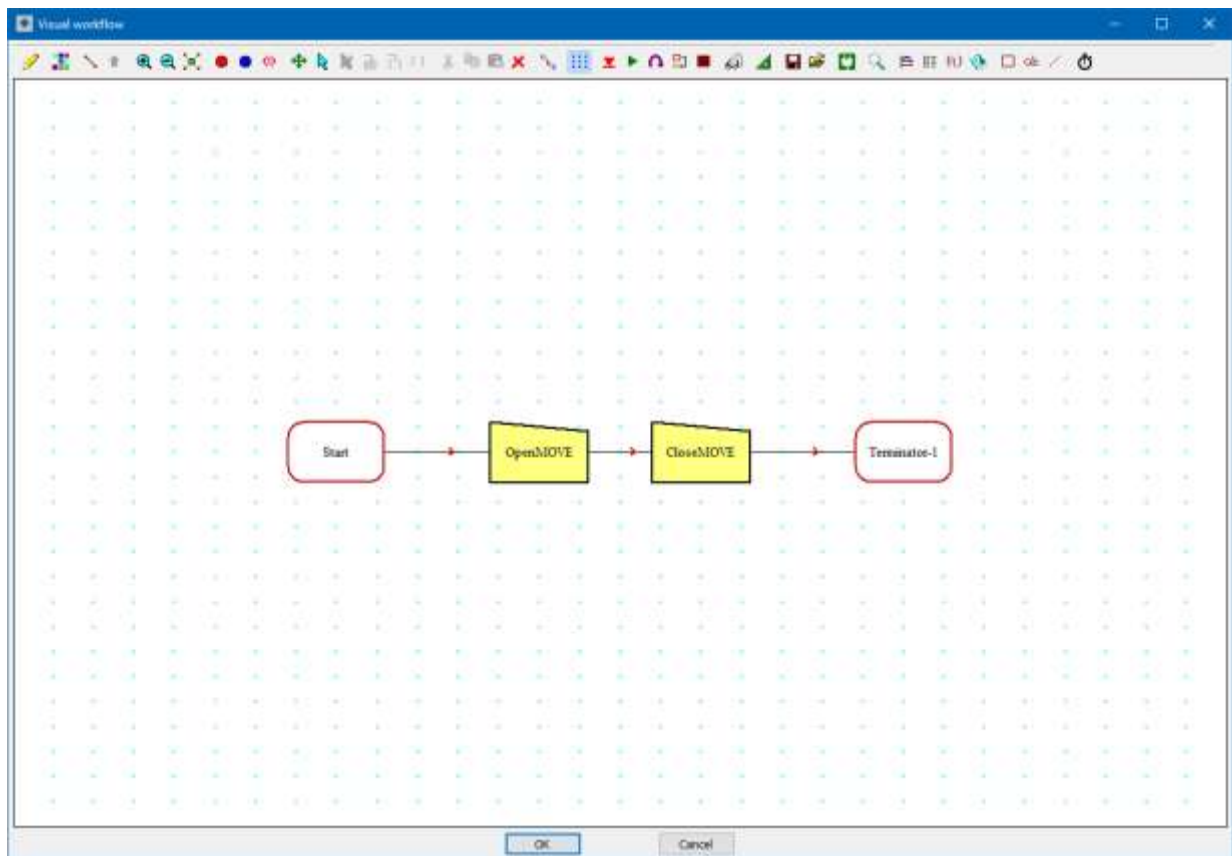



Рисунок 18: Візуальний редактор робочого процесу з підключеними *Start*, *OpenMOVE*, *CloseMOVE* та *Terminator-1*.

Компоненти візуального робочого процесу створено та підключено в потрібному порядку. Процес, представлений робочим процесом, тепер можна автоматизувати. Однак перед автоматизацією робочого циклу бажано протестувати робочий процес, щоб переконатися, що немає помилок (або помилок) і що робочий процес функціонує належним чином.

Це буде зроблено шляхом послідовного тестування кожного елемента у візуальному робочому процесі. Важливо знати, який очікуваний результат для кожного елемента в робочому процесі. Після виконання кожного елемента слід перевірити результат і переконатися, що він правильний, перш ніж перейти до тестування наступного елемента в робочому процесі.

68. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть Тестовий запуск на один крок .

Елемент «Пуск» буде виділено, щоб вказати поточний активний етап робочого процесу.

69. Клацніть Тестовий запуск  ще два рази.

Під час першого натискання піктограми активний етап переходить від елемента «Пуск» до елемента «OpenMOVE». Під час другого натискання піктограми активний етап переходить від пункту *OpenMOVE* до пункту *CloseMOVE*. Щоб перейти


від елемента *OpenMOVE* до елемента *CloseMOVE*, необхідно виконати операцію *OpenMOVE*.

Має відкритися MOVE і завантажити такий файл:

... \37_Visual_Workflows\01_Sheep_Mountain.move


70. Переконайтеся, що на вашому комп'ютері відкрито новий екземпляр *01_Sheep_Mountain.move*.

Якщо MOVE не відкривається або з'являється повідомлення про помилку, скористайтеся інформацією, наданою в повідомленні про помилку, щоб вирішити проблему. Крім того, перегляньте всі попередні кроки, щоб переконатися, що візуальний робочий процес створено правильно.

71. Переконавшись, що новий екземпляр *01_Sheep_Mountain.move* відкрито на вашому комп'ютері, клацніть Тестовий запуск на один крок .

Якщо натиснути кнопку Тестовий запуск на один крок, робочий процес просувається від елемента *CloseMOVE* до елемента *Terminator-1*. Для прогресу необхідно виконати пункт *CloseMOVE*. Таким чином, MOVE має закритися, а елемент *Terminator-1* має стати активним у візуальному редакторі робочого процесу.

72. Переконайтеся, що примірник *01_Sheep_Mountain.move*, відкритий робочим процесом, закрито.

73. Після підтвердження того, що екземпляр *01_Sheep_Mountain.move* закрито, клацніть «Тестовий запуск»  в останній раз, щоб завершити тестування робочого циклу.

У цій вправі ми маємо:

- Підключили MOVE до RESOLVE.
- Створено екземпляр MOVE у RESOLVE.
- Створено простий візуальний робочий процес для організації деяких функцій MOVE.
- Перевірено, що робочий процес не містить помилок і є функціонально правильним.

На цьому етапі робочий процес готовий до розповсюдження та автоматизації. Функціональність наведеного тут прикладу тривіальна. Однак процес створення компонентів візуального робочого процесу та об'єднання компонентів у серію кроків було розглянуто детально.

Вибраний підхід можна використовувати для розробки більших робочих процесів, або повністю використовуючи MOVE, або використовуючи інші інструменти, доступні для RESOLVE (наприклад, набір IPM).

Лабораторна робота 12

Моделювання візуальних робочих процесів у межах геометричного аналізу двовимірної інтерпретації



Мета

- Вміти створювати робочий процес для автоматизації геометричного аналізу двовимірної інтерпретації.
- Зрозумійте, як перевірити, чи робочий процес працює успішно.
- Дізнайтеся, як візуалізувати результати геометричного аналізу в RESOLVE.

У цій вправі базові навички, отримані у вправі 1, будуть розширені для розробки повного робочого процесу. Робочий процес автоматизує простий геометричний аналіз довжини лінії інтерпретації 2D сейсмічного розрізу та передає результати в RESOLVE. Робочий процес простий, але є реальним прикладом того, як звичайний процес можна автоматизувати за допомогою RESOLVE.

Примітка. Візуальні робочі процеси написані таким чином, що імітують кроки, які виконувалися б, якби завдання виконувалося вручну за допомогою інтерфейсу користувача MOVE. На практиці це означає, що візуальні робочі процеси визначають послідовність кнопок, які слід натискати, і параметрів, які будуть встановлені.

Примітка. Усім компонентам MOVE, які були доступні для RESOLVE, надано унікальний ідентифікатор, відомий як рядок OpenServer. Ідентифікатори відповідають наступному шаблону [MOVE instance name]. [MOVE Tool].[Tool Parameter]. Прикладом рядка OpenServer є MOVE.SectionAnalysis.Calculate, який надає унікальний ідентифікатор для кнопки «Обчислити» в інструменті 2D Section Analysis. Простий спосіб знайти рядок OpenServer для компонента інтерфейсу – утримувати Ctrl і клацнути правою кнопкою миші на потрібному компоненті.

1. Відкрийте RESOLVE.
 2. Переконайтеся, що драйвер MOVE визначено правильно (див. кроки 2-8 вправи 1).
 3. У верхньому лівому куті головного вікна РІШЕННЯ клацніть «Створити»  (або перейдіть до «Файл – Створити»).
 4. Перейдіть до Редагувати систему - Додати клієнтську програму (або натисніть Додати програму ).
 5. Виберіть MOVE зі списку програм.
 6. Клацніть лівою кнопкою миші десь у головному вікні RESOLVE. З'явиться вікно із запитом надати ім'я екземпляру MOVE.
 7. Збережіть назву екземпляра за замовчуванням (тобто *MOVE*).
 8. Натисніть ОК.
- Екземпляр MOVE під назвою *MOVE* тепер буде додано до вікна RESOLVE

(Рис. 19).

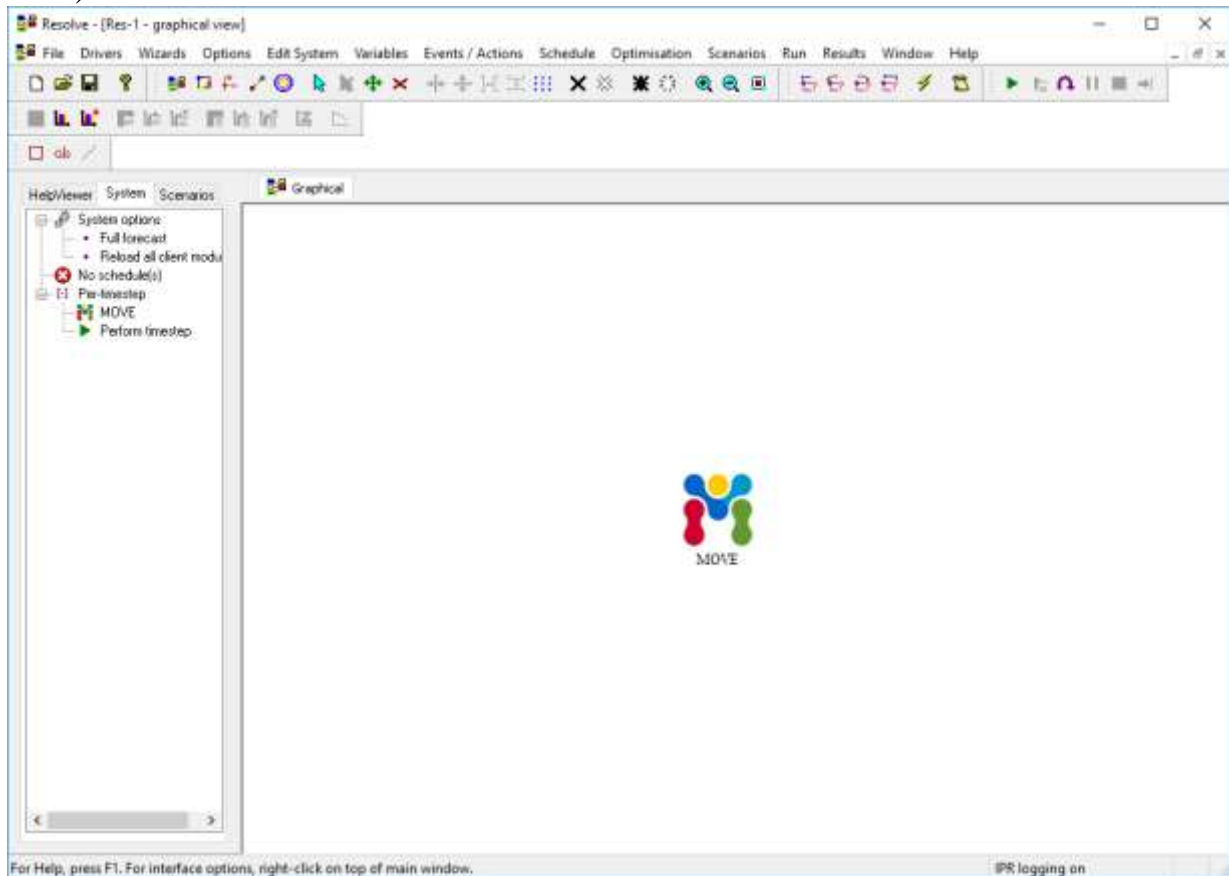


Рисунок 19: Вікно RESOLVE з екземпляром *MOVE*.

9. Двічі клацніть екземпляр *MOVE*, створений у головному вікні RESOLVE. З'явиться вікно з назвою ПЕРЕМІСТИТИ.
 10. Натисніть Огляд.
 11. У файловому провіднику перейдіть до розташування файлів посібника *MOVE* на вашому комп'ютері.
 12. Розгорніть папку Data Files. 13. Розгорніть папку 38_Visual_Workflows.
 14. Виберіть *02_Rockall_Fault-Related_Folding.move*.
 15. Натисніть Відкрити. 16. Натисніть «Застосувати» у вікні «ПЕРЕМІСТИТИ».
 17. Зачекайте, поки *02_Rockall_Fault-Related_Folding.move* успішно відкриється.
 18. Переконайтеся, що проект *02_Rockall_Fault-Related_Folding.move* *MOVE* відкрито.
 19. Закрийте програму *MOVE*, коли проект *MOVE* успішно відкриється (Рисунок 20).
 20. Натисніть ОК, щоб закрити вікно *MOVE*.
- Тепер ми створимо екземпляр екземпляра FlexDataStore, який використовуватиметься для зберігання результатів аналізу довжини рядків.
21. Перейдіть до Редагувати систему – Додати дані (або натисніть Додати об'єкт даних, а потім виберіть Сховище даних).
 22. Виберіть FlexDataStore.

23. Клацніть лівою кнопкою миші десь у вікні RESOLVE.

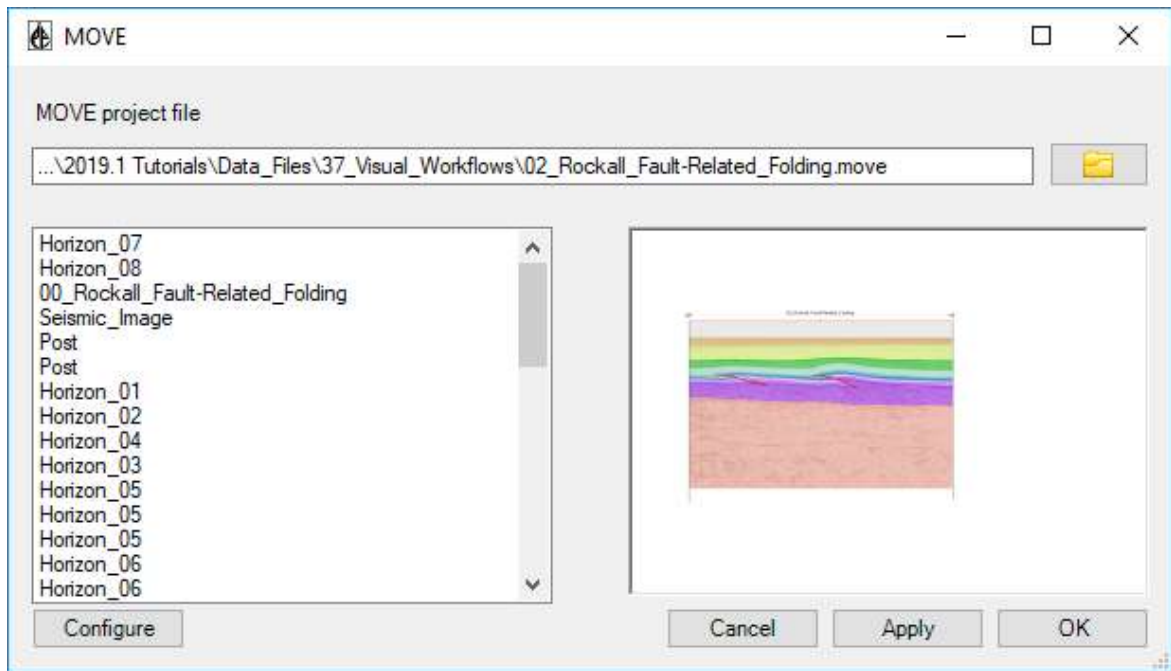


Рисунок 20. Вікно налаштування екземпляра *MOVE* з *02_Rockall_Fault-Related_Folding.move* підключений.

З'явиться вікно із запитом надати ім'я екземпляру FlexDataStore.

24. Назвіть примірник FlexDataStore *AnalysisResults* і натисніть ОК. екземпляр FlexDataStore під назвою *AnalysisResults* тепер з'явиться у вікні RESOLVE (Рис. 21).

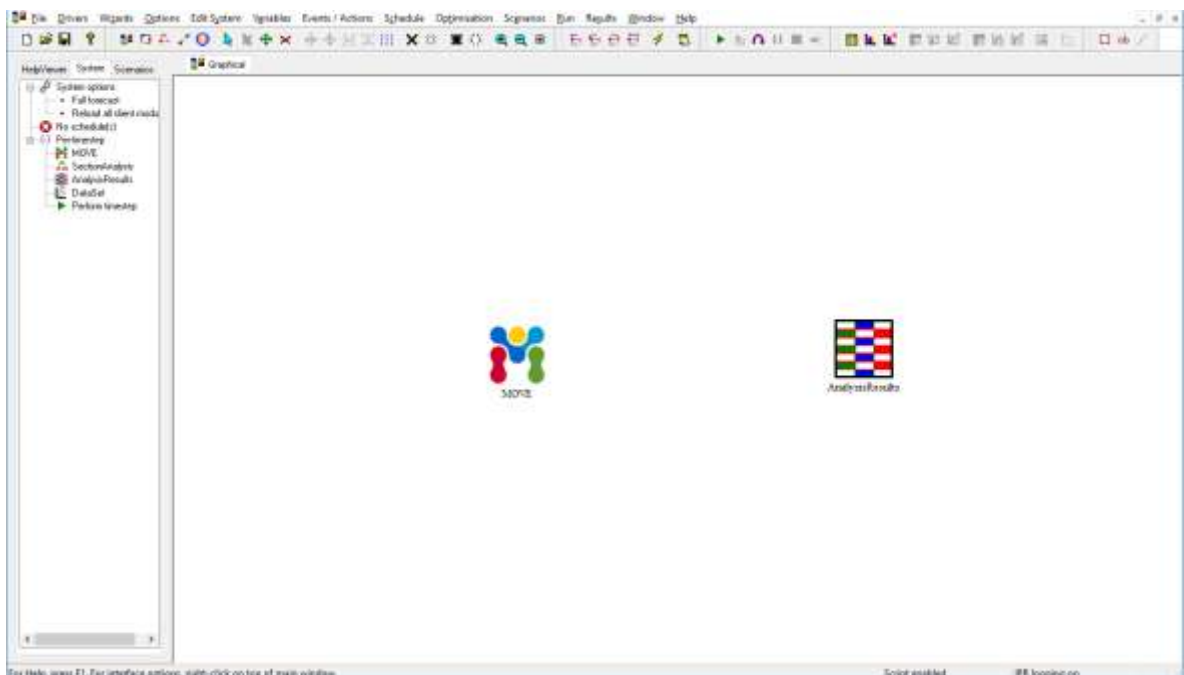



Рисунок 21: Вікно RESOLVE зі створеними екземплярами *MOVE* та *AnalysisResults*.

25. Перейдіть до Редагувати систему - Додати клієнтську програму (або натисніть Додати програму ).
26. Виберіть Workflow зі списку програм.
27. Клацніть лівою кнопкою миші десь у вікні RESOLVE.
- З'явиться вікно із запитом надати ім'я екземпляру Workflow.
28. Назвіть екземпляр Workflow *SectionAnalysis*.
29. Натисніть ОК.
- Екземпляр Workflow під назвою *SectionAnalysis* з'явиться у вікні RESOLVE (Рис. 22).

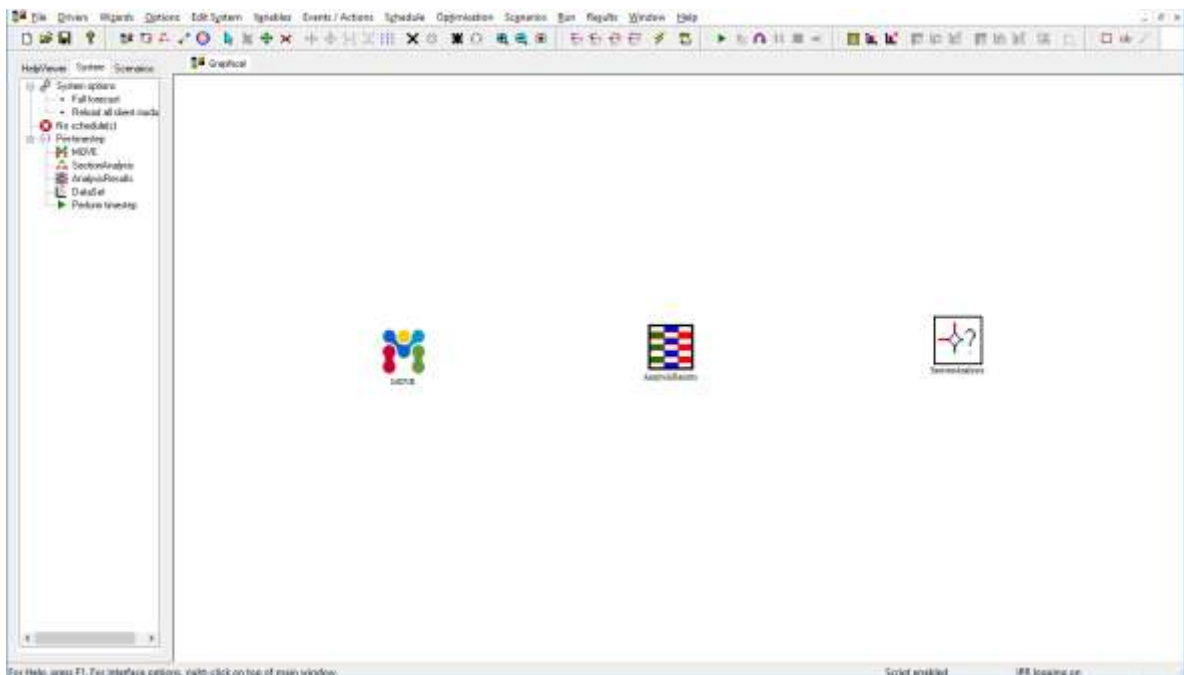





Рисунок 22: Вікно RESOLVE зі створеними екземплярами *MOVE*, *AnalysisResults* і *SectionAnalysis*.

Тепер у вікні RESOLVE є три об'єкти, які можна використовувати як частину робочого процесу RESOLVE: 1) екземпляр MOVE; 2) екземпляр FlexDataStore і; 3) візуальний екземпляр робочого процесу. Тепер ми створимо робочий процес.

30. Двічі клацніть екземпляр *SectionAnalysis* Workflow , який було створено в головному вікні RESOLVE, щоб відкрити візуальний редактор робочого процесу (Рисунок 23).

Спочатку ми створимо операцію під назвою ClearData, щоб видалити будь-які дані, які залишилися в екземплярі AnalysisResults FlexDataStore від попереднього запуску робочого процесу.

31. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

32. Виберіть операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму операції .

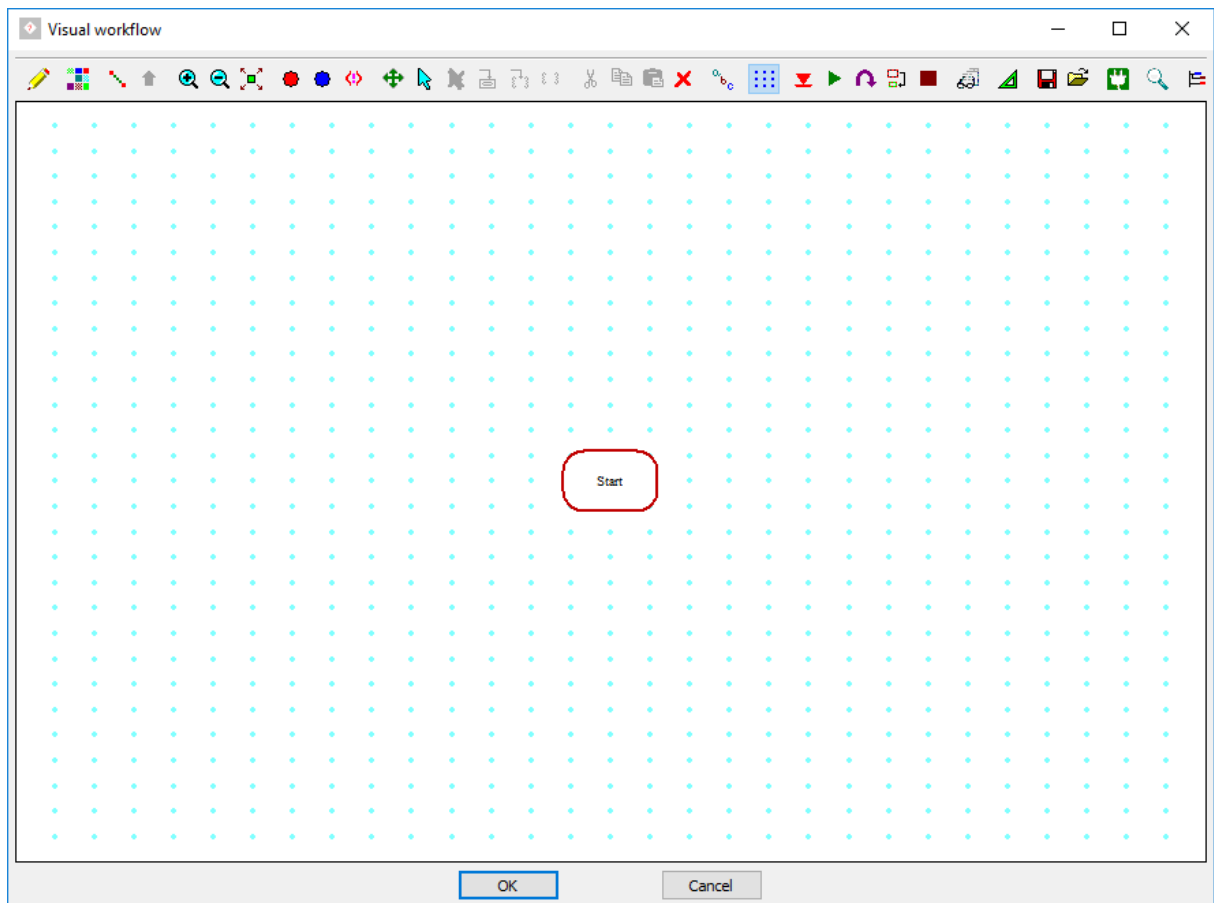


Рисунок 23: Візуальний редактор робочого циклу для екземпляра *SectionAnalysis* додано до RESOLVE. Як показано, робочий процес містить лише елемент «Start» і є порожнім.

33. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента *Start*. У вікні з'явиться елемент операції *Operation-1* (рис. 24).

34. Двічі клацніть по пункту *Operation-1*.

35. У вікні Виконання операцій, що з'явиться, визначте назву елемента робочого циклу як Очистити дані.

36. Натисніть Додати глобальну функцію.

37. У розкритому списку Виберіть категорію операції виберіть *DataStore functions*.

38. У спадному списку Вибрати операцію розгорніть список операцій FlexDataStore та виберіть Очистити дані та стовпці з *FlexDataStore*.

39. Клацніть лівою кнопкою миші всередині комірки Значення рядка *DataStore* таблиці вхідних і/або вихідних параметрів для операції.

40. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – клацніть її.

41. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser*. Він містить екземпляр *AnalysisResults [FlexDataStore]*, створений раніше у вправі – виберіть це (Рисунок 25).

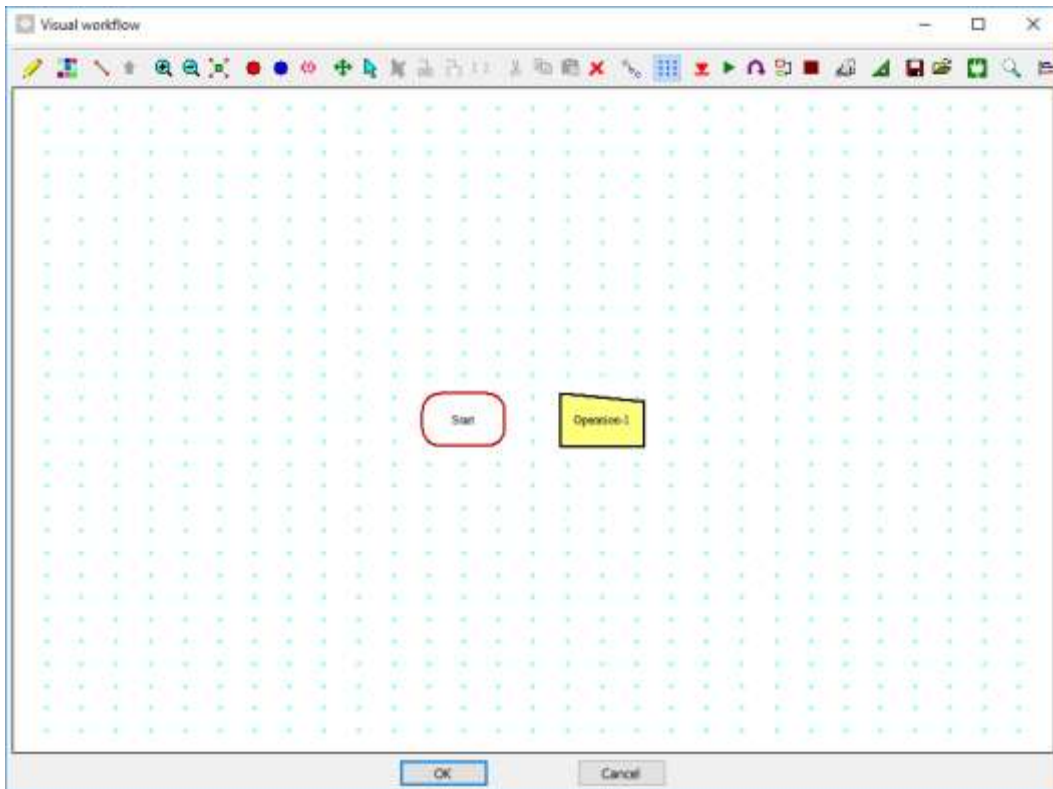


Рисунок 24: Візуальний редактор робочого процесу зі створеним *Operation-1*.

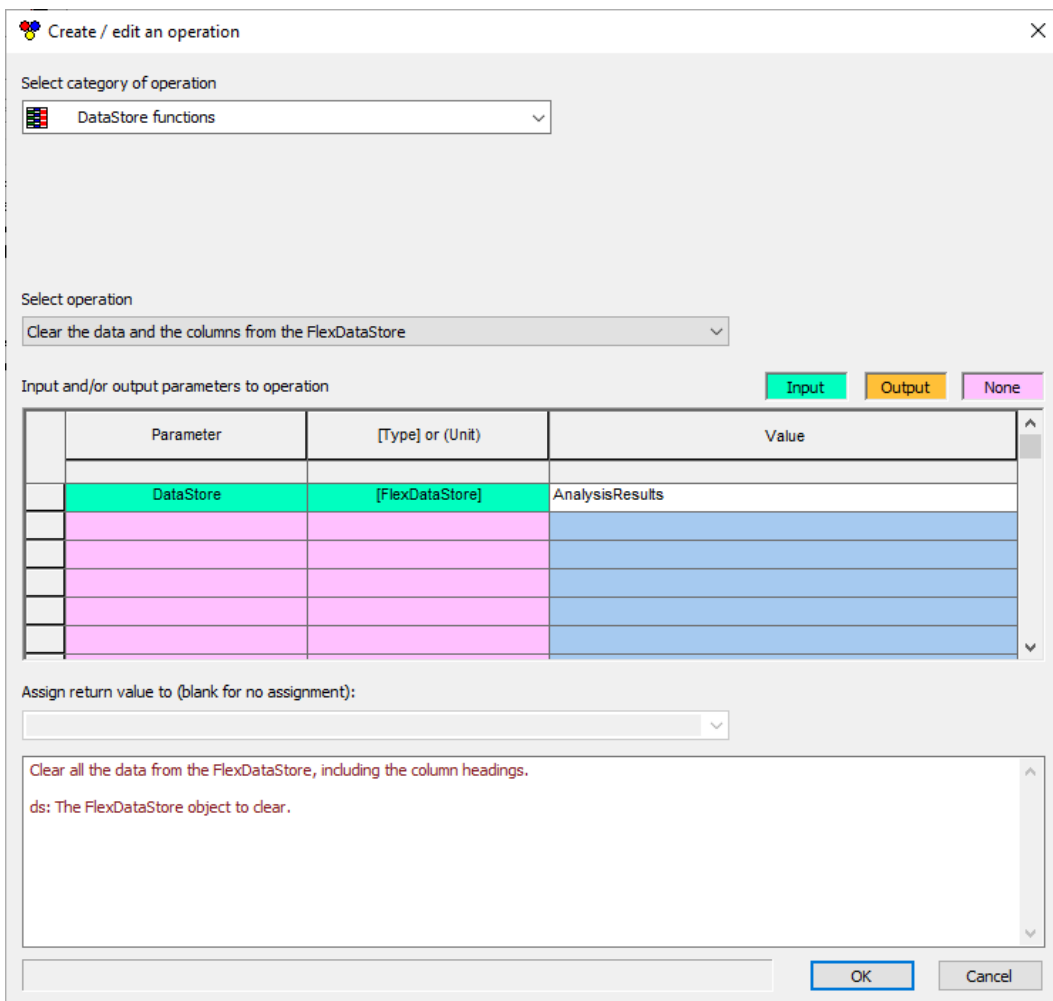



Рисунок 25: Вікно створення/редагування операції для операції *ClearData*.


42. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

43. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Якщо тепер навести курсор миші на елемент *ClearData*, з'явиться зелена підказка під назвою *1. ResetAll*.

Тепер ми створимо операцію для відкриття *02_Rockall_Fault-Related_Folding.move* та панелі інструментів Section Analysis.

44. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

45. Виберіть операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму операції .

46. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента операції *ClearData*. У вікні з'явиться елемент операції *Operation-1* (рис. 26).

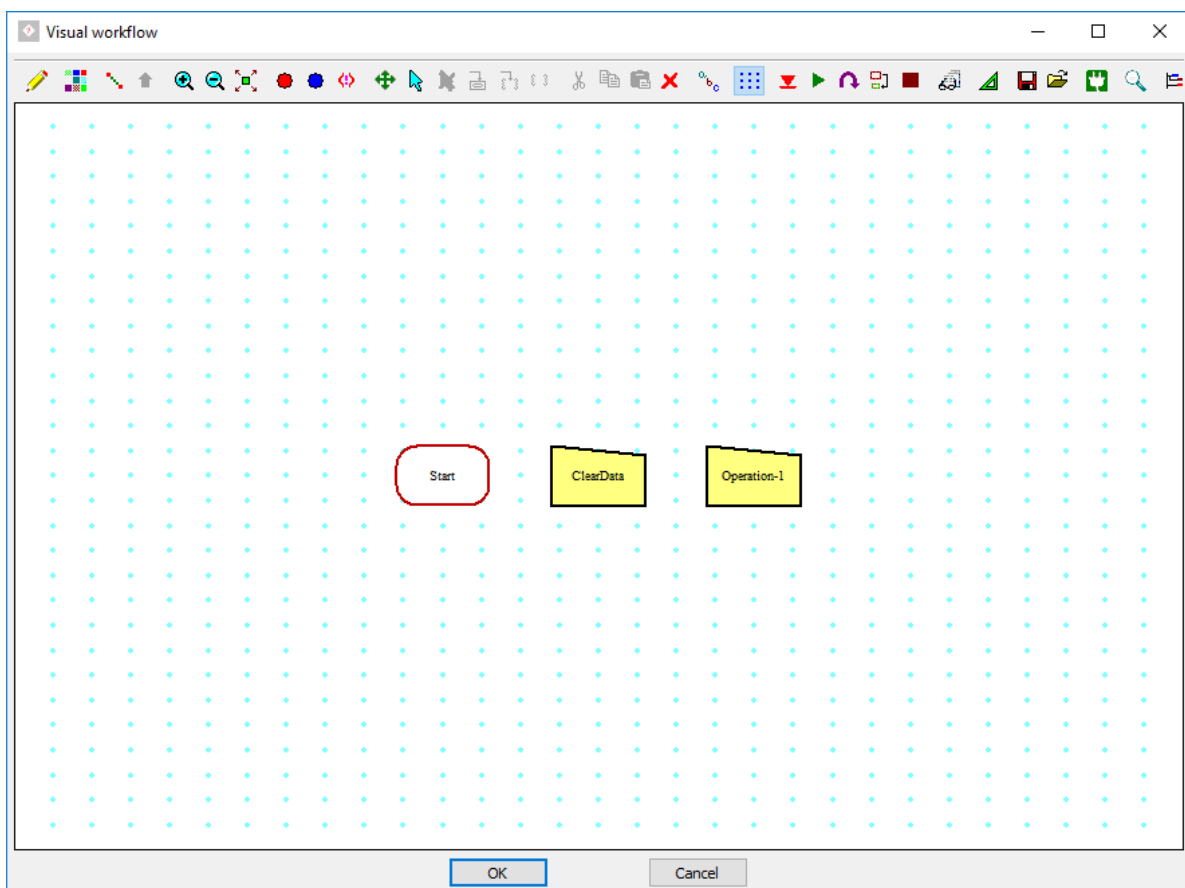


Рисунок 26: Візуальний редактор робочого процесу зі створеними операціями *ClearData* та *Operation-1*.

47. Двічі клацніть щойно створений елемент *Operation-1*.

48. У вікні Виконання операцій, що з'явиться, визначте ім'я елемента робочого процесу як *OpenMOVE*.

49. Натисніть Додати глобальну функцію.

50. З розкритого списку Виберіть категорію операції виберіть *MOVE structural geology*.

51. З розкритого списку Вибрати операцію виберіть Відкрити поточний проект MOVE.

52. Клацніть лівою кнопкою миші всередині клітинки значення рядка *MOVE* таблиці вхідних та/або вихідних параметрів до операції.

53. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – натисніть її.

54. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser*. Він міститиме ім'я екземпляра *MOVE*, створеного на кроці 7 цієї вправи – виберіть це (Рисунок 27).

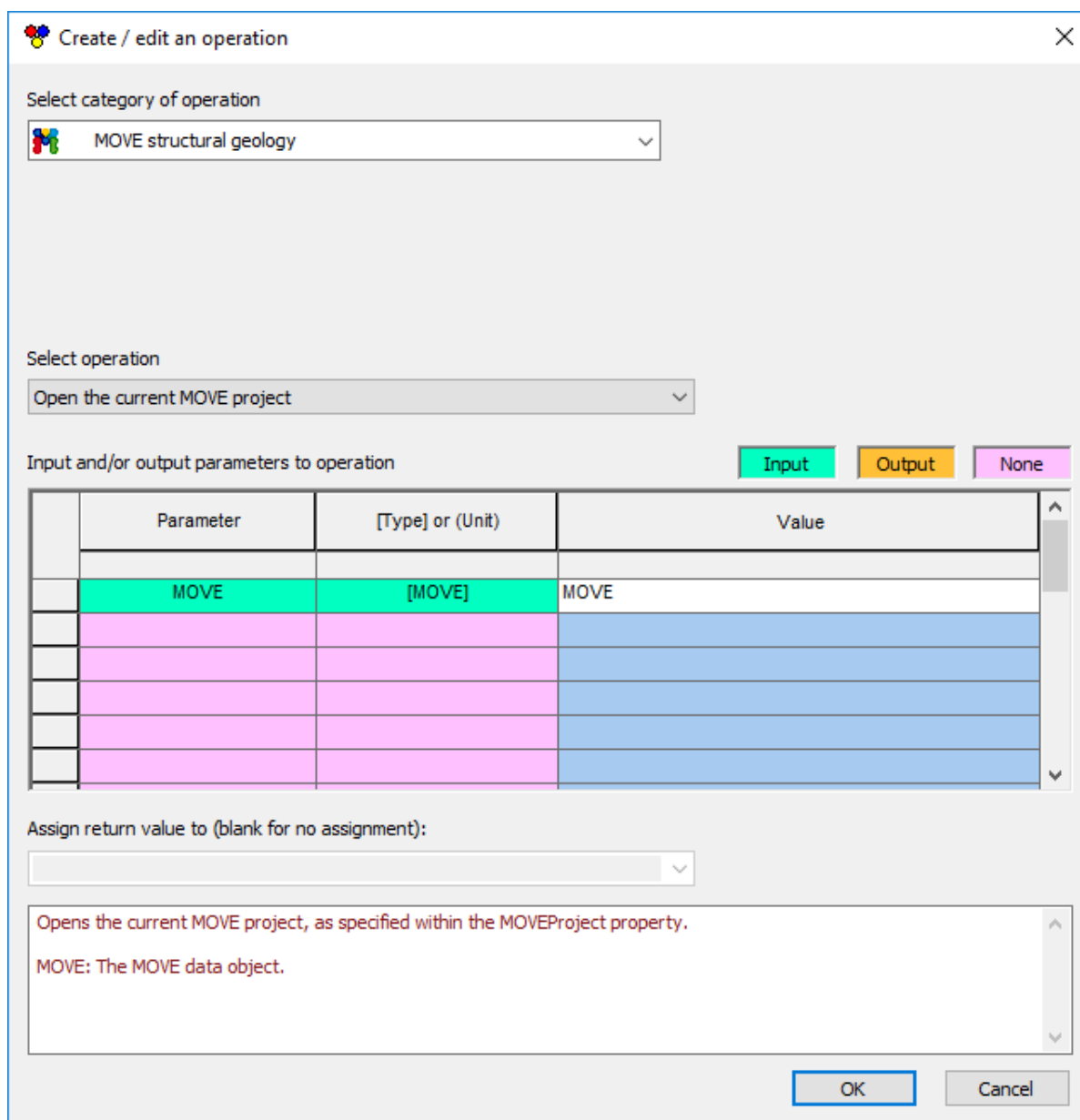


Рисунок 27: Вікно операції створення/редагування для операції *OpenMOVE*.

55. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

56. У вікні Виконання операцій натисніть Додати глобальну функцію.

57. З розкритого списку Select category of operation виберіть *MOVE structural geology*.

58. У розкритому списку Вибрати операцію виберіть Відкрити/закрити даний інструмент.

59. Клацніть лівою кнопкою миші в комірці Значення рядка *MOVE* таблиці вхідних та/або вихідних параметрів до операцій.

60. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser* і виберіть примірник *MOVE*, який було створено раніше.

61. Клацніть лівою кнопкою миші всередині комірки Значення рядка інструментів таблиці вхідних і/або вихідних параметрів до операції.

62. Введіть *MOVE.SectionAnalysis*.

Текст, який ви щойно ввели в таблицю вхідних і/або вихідних параметрів операції, називається рядком OpenServer. Це унікальний рядок символів, розбитих на кілька підназв, розділених крапкою. Кожен рядок OpenServer посилається на унікальну функцію/операцію у програмному забезпеченні PETAH, на яке посилається. Наприклад, рядок OpenServer *MOVE.SectionAnalysis* можна розбити наступним чином:

- *MOVE*. відноситься до імені екземпляра MOVE, створеного на кроці 7 цієї вправи.

- *SectionAnalysis* відноситься до інструменту Section Analysis у модулі MOVE 2D Kinematic Modeling.

Для всіх функцій і операцій у MOVE рядок OpenServer починатиметься з назви екземпляра MOVE, наприклад MOVE. Щоб допомогти користувачеві вводити рядки OpenServer, RESOLVE має вбудовану допомогу для завершення коду (або intellisense). Якщо користувач вводить назву потрібного екземпляра MOVE (наприклад, MOVE.), RESOLVE надасть користувачеві список дійсних підімен, які можуть слідувати за ім'ям екземпляра.

Якщо відомий правильний рядок, користувач може продовжувати вводити рядок OpenServer вручну. Крім того, користувач може натискати клавіші зі стрілками вгору та вниз для навігації по списку. Коли відповідну підназву знайдено, натискання клавіші Tab і крапки відкриває користувачеві наступний список підназв.

Рядки OpenServer продовжуватимуть використовуватися в цьому посібнику.

63. Клацніть лівою кнопкою миші в комірці Значення відкритого рядка таблиці Вхідні та/або вихідні параметри до операції.

64. Введіть значення 1.


З'явиться операція «Створити/редагувати», як показано на рисунку 28.

65. Натисніть кнопку ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

З'явиться вікно виконання операції, як показано на рисунку 29.

66. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Тепер ми створимо операцію для виконання геометричного аналізу інтерпретації розрізу.

67. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

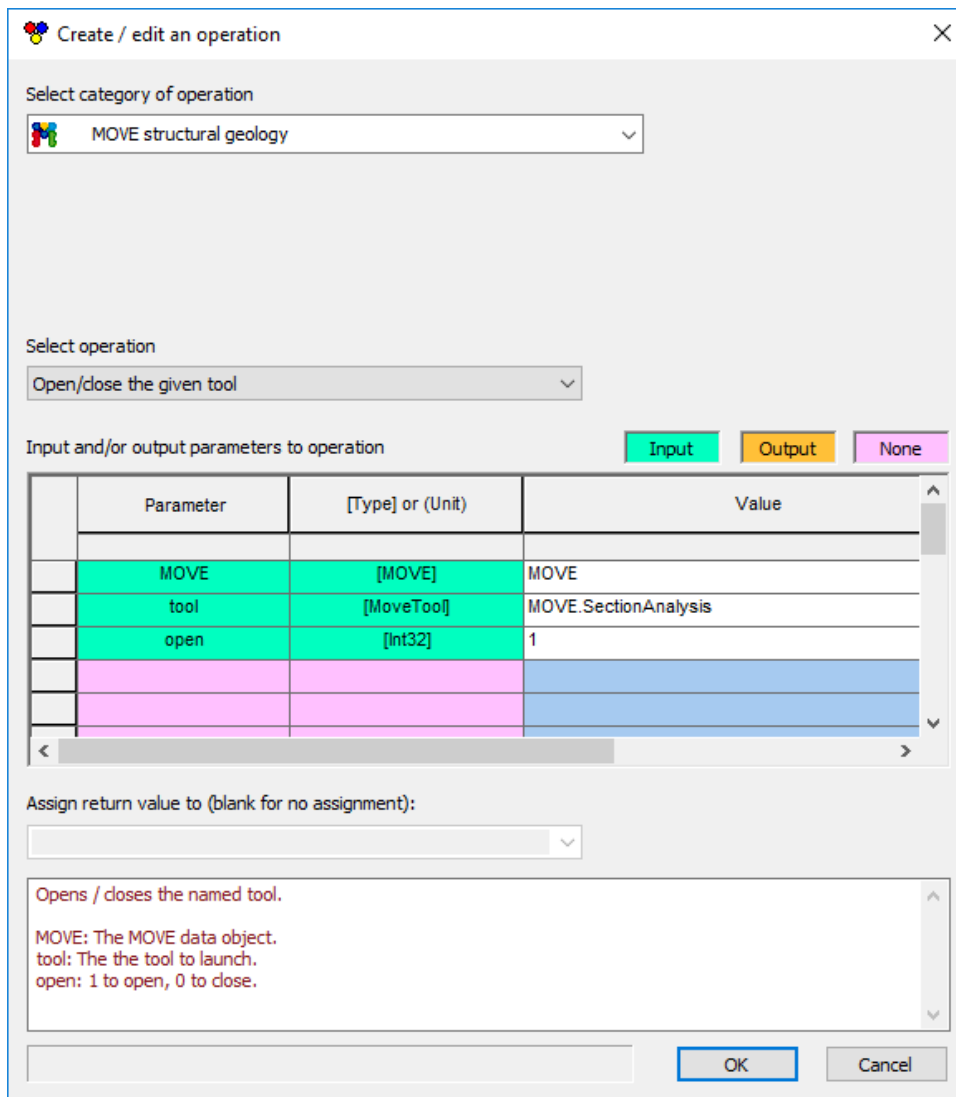


Рисунок 28: Вікно створення/редагування операції для операції *OpenMOVE*.

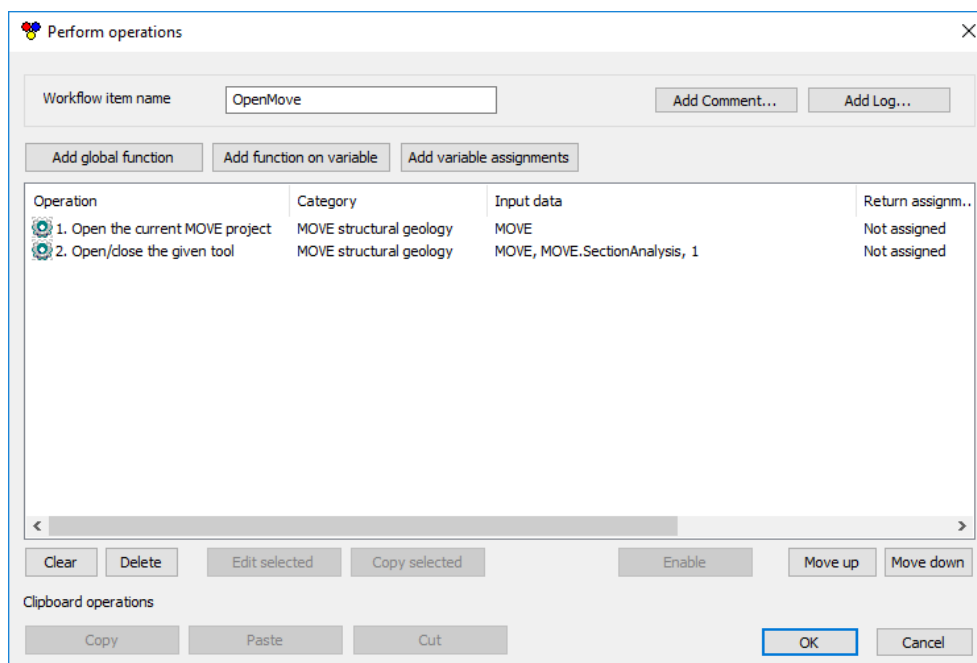



Рисунок 29: Вікно виконання операції для операції *OpenMOVE* з доданими двома загальними функціями.

68. Виберіть операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму операції .

69. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента операції *OpenMOVE*. У вікні з'явиться елемент операції *Operation-1* (рис. 30).

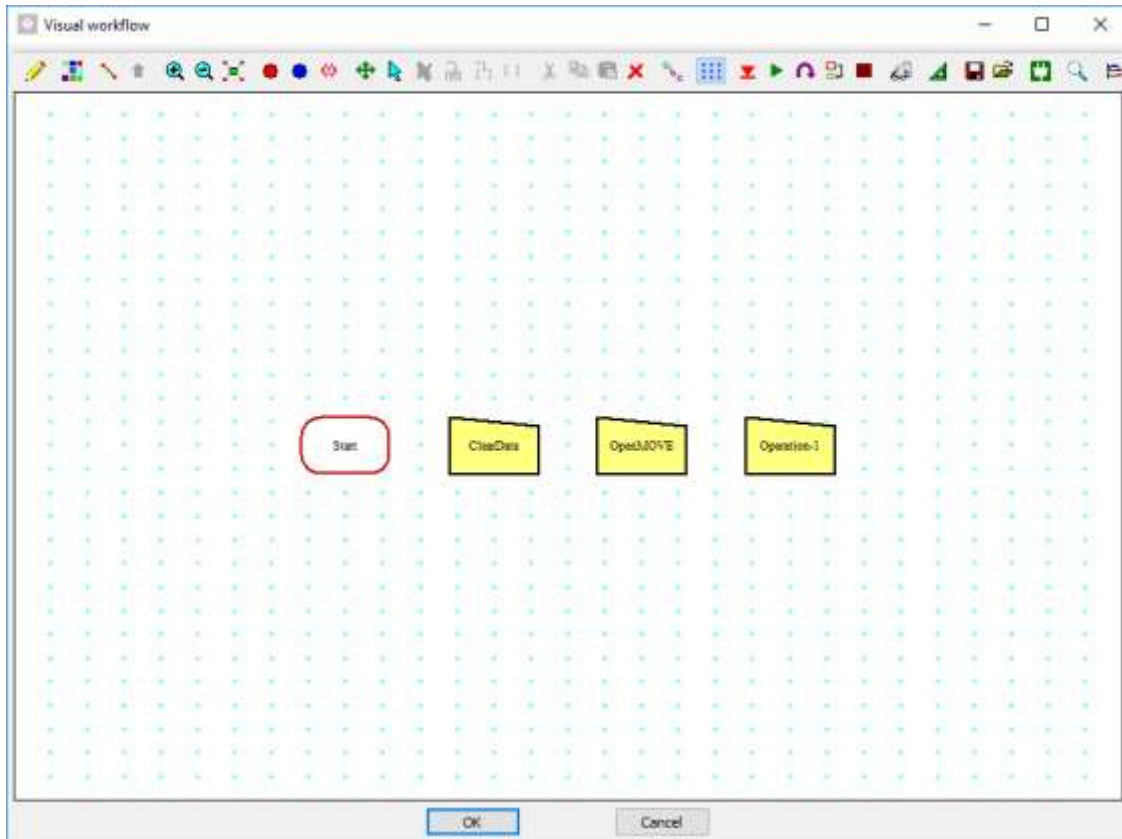


Рисунок 30: Створений візуальний редактор робочого циклу з трьома операціями (*ClearData*, *OpenMOVE* та *Operation-1*).

70. Двічі клацніть щойно створений елемент *Operation-1*.

71. У вікні Виконання операцій, що з'явиться, визначте ім'я елемента робочого процесу як *PerformAnalysis*.

72. Натисніть Додати призначення змінних.

73. У першому рядку стовпця Variable введіть *MOVE.SectionAnalysis.AnalyseCompleteModel*.

74. У першому рядку стовпця набору дорівнює введіть значення 1.

75. У другому рядку стовпця Змінна введіть *MOVE.SectionAnalysis.Calculate*.

76. У другому рядку набору дорівнює стовпцю введіть значення 1.

77. У третьому рядку стовпця Змінна введіть *MOVE.SectionAnalysis.DisplayTable*.

78. У третьому рядку набору, що дорівнює стовпцю, введіть значення 1.

З'явиться вікно операції призначення, як показано на рисунку 31.

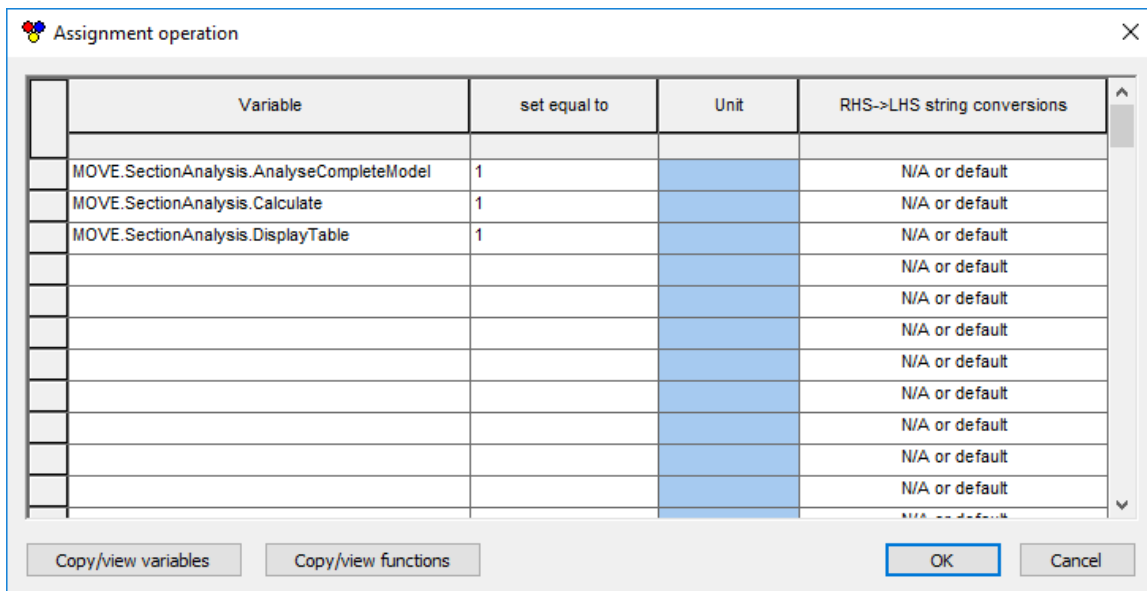




Рисунок 31: Вікно операції призначення для операції *PerformAnalysis*.

79. Натисніть ОК, щоб закрити вікно операції призначення.

80. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Тепер ми створимо операцію для передачі результатів геометричного аналізу в *AnalysisResults* FlexDataStore, який було створено раніше.

81. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

82. Виберіть Призначення зі списку елементів, клацнувши піктограму Призначення .

83. У візуальному редакторі робочого циклу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента операції *PerformAnalysis*. У вікні з'явиться елемент призначення під назвою *VarAssign-1* (рис. 32).

84. Двічі клацніть щойно створений елемент *VarAssign-1*.

85. У вікні Призначити змінні/виконати команди, що з'явиться, визначте елемент Робочий процес назву як *TransferResults*.

86. Клацніть лівою кнопкою миші в першому рядку стовпця Змінна.

87. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – натисніть її.


88. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser* і виберіть *AnalysisResults* екземпляр [*FlexDataStore*].

89. У першому рядку набору, що дорівнює стовпцю, введіть *MOVE.SectionAnalysis.TableView0*.

З'явиться вікно «Призначити змінні/виконати команди», як показано на рисунку 33.

90. Натисніть ОК, щоб закрити вікно Призначити змінні/виконати команди.

Тепер ми створимо елемент операції, щоб закрити MOVE.

91. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

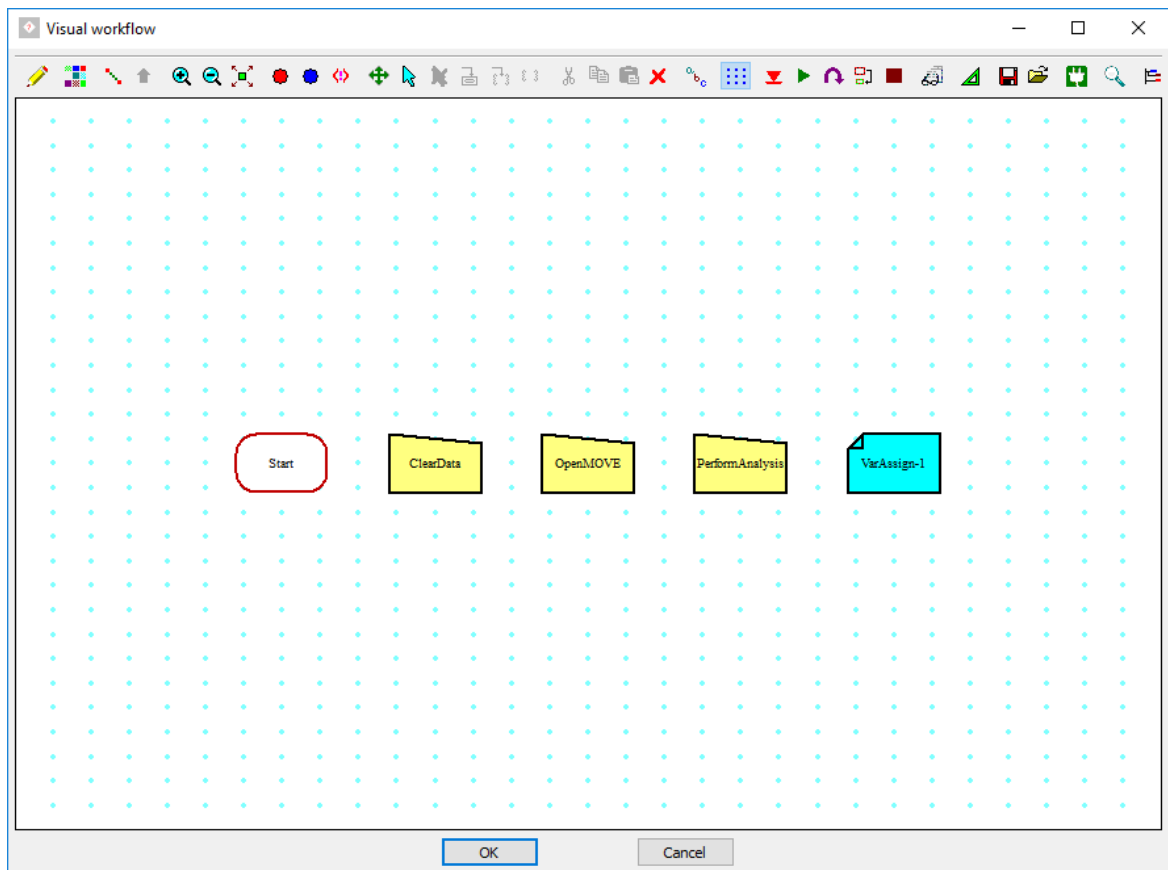


Рисунок 32: Візуальний редактор робочого циклу з трьома операціями (*ClearData*, *OpenMOVE* та *PerformAnalysis*) і одним створеним призначенням (*VarAssign-1*).

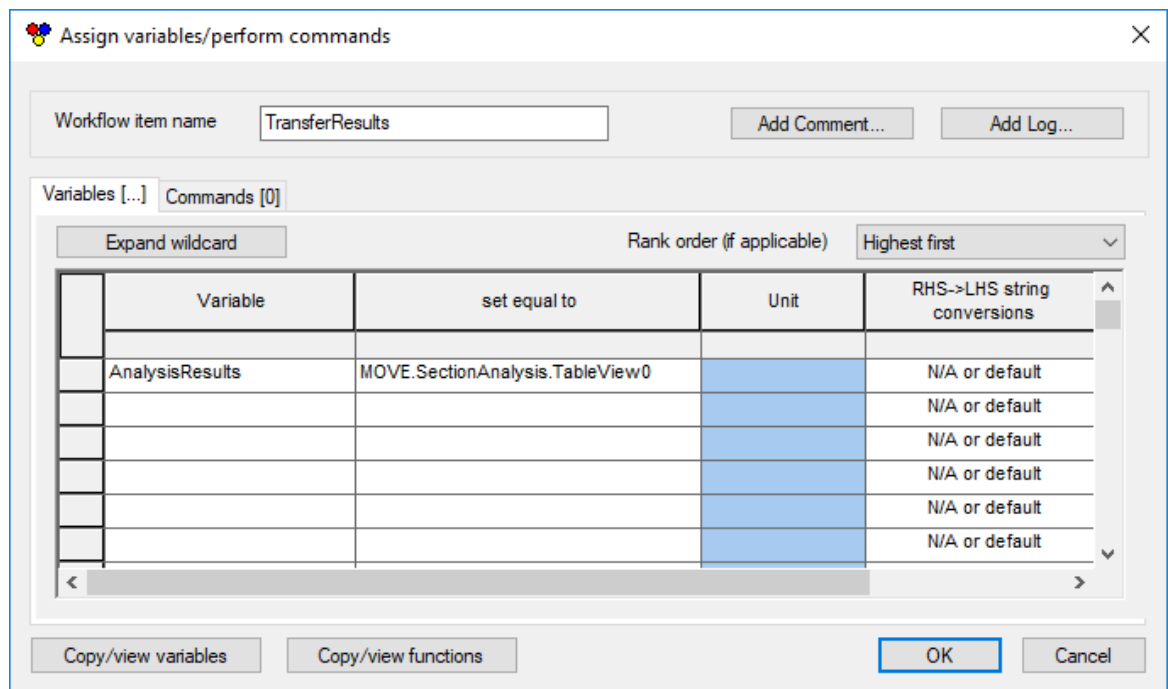



Рисунок 33: Вікно «Призначити змінні/виконати команди» для призначення *TransferResults*.

92. Виберіть операцію зі списку елементів, клацнувши піктограму операції .

93. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента *TransferResults*. У вікні *Operation-1* з'явиться елемент операції (рис. 34).

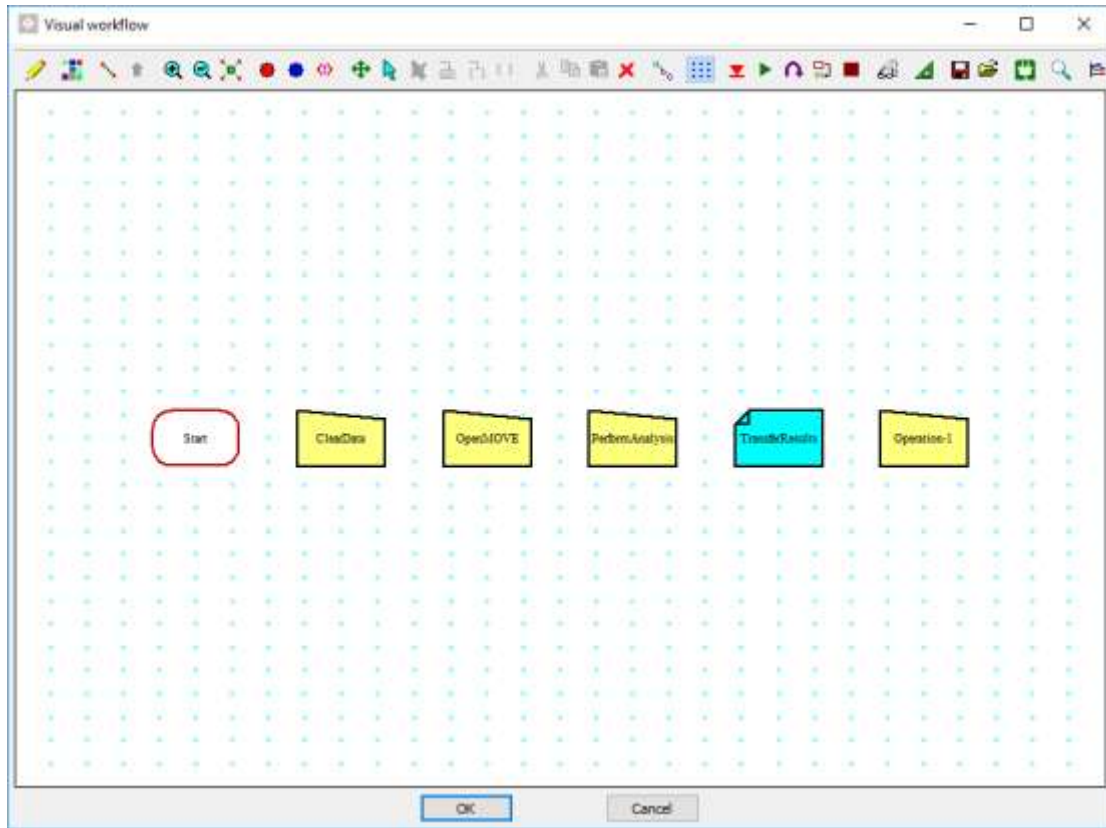


Рисунок 34: Візуальний редактор робочого циклу *SectionAnalysis* із чотирма операціями (*ClearData*, *OpenMOVE*, *PerformAnalysis* і *Operation-1*) і створено одне призначення (*TransferResults*).

94. Двічі клацніть по пункту *Operation-1*.

95. У вікні Виконання операцій, що з'явиться, визначте ім'я елемента робочого процесу як *CloseMOVE*.

96. Натисніть Додати глобальну функцію.

97. З розкривного списку Виберіть категорію операції виберіть *MOVE structural geology*.

98. З розкривного списку Вибрати операцію виберіть Закрити поточний проект MOVE.

99. Клацніть лівою кнопкою миші всередині комірки Значення рядка *MOVE* таблиці вхідних і/або вихідних параметрів до операції.

100. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – натисніть її.

101. У розкривному списку знайдіть список елементів *ResolveUser*. Він міститиме екземпляр *MOVE*, створений раніше у вправі – виберіть це (Рисунок 35).

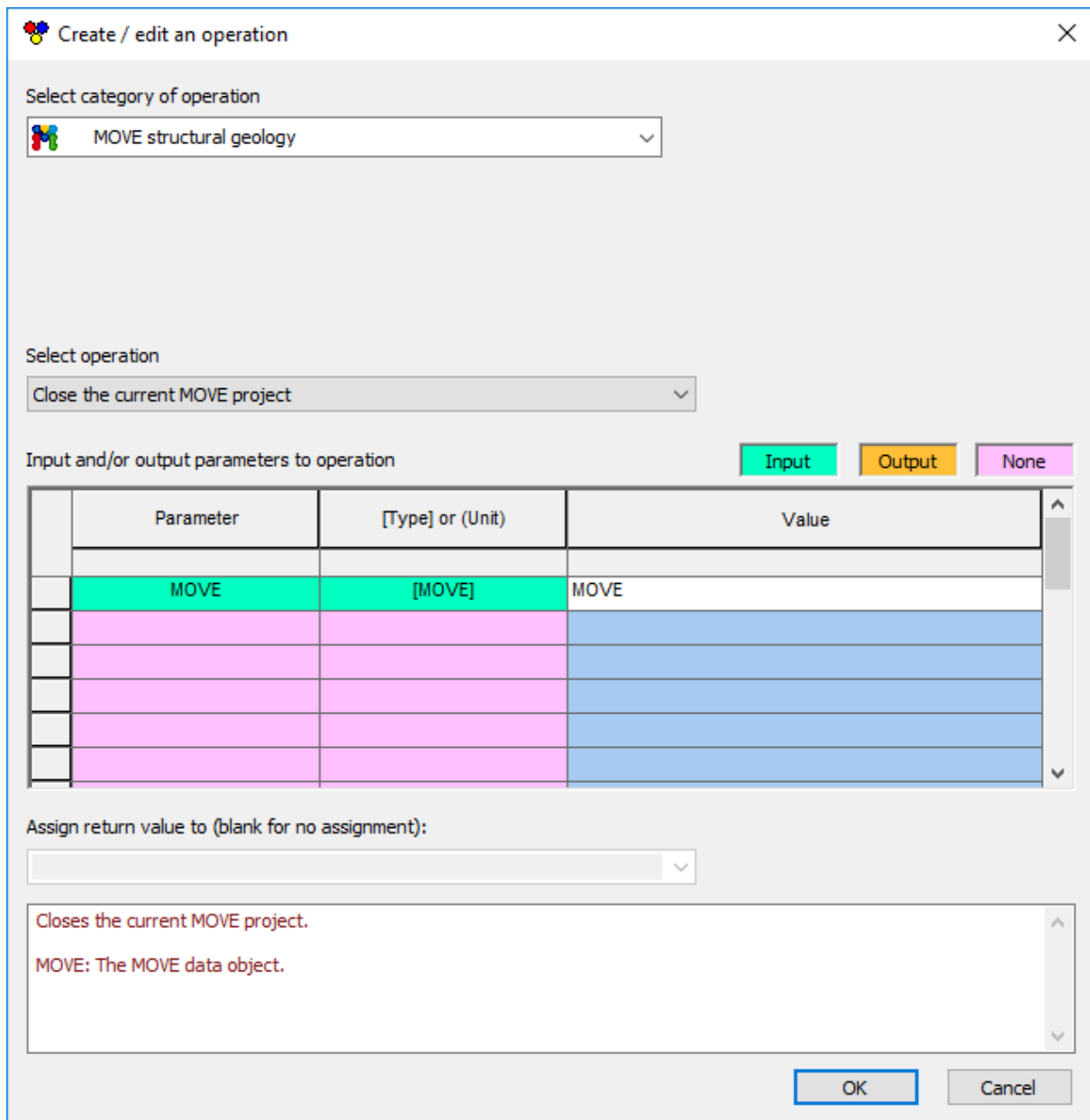




Рисунок 35: Вікно створення/редагування операції для операції *CloseMOVE*.

102. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

103. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Тепер ми створимо термінатор, щоб завершити робочий процес.

104. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Відобразити палітру» , якщо палітру ще не відкрито.

105. Виберіть Термінатор зі списку елементів, клацнувши піктограму Термінатора .

106. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть лівою кнопкою миші праворуч від елемента *CloseMOVE*. У вікні під назвою «*Terminator-1*» з'явиться елемент «*Terminator*» (рис. 36).

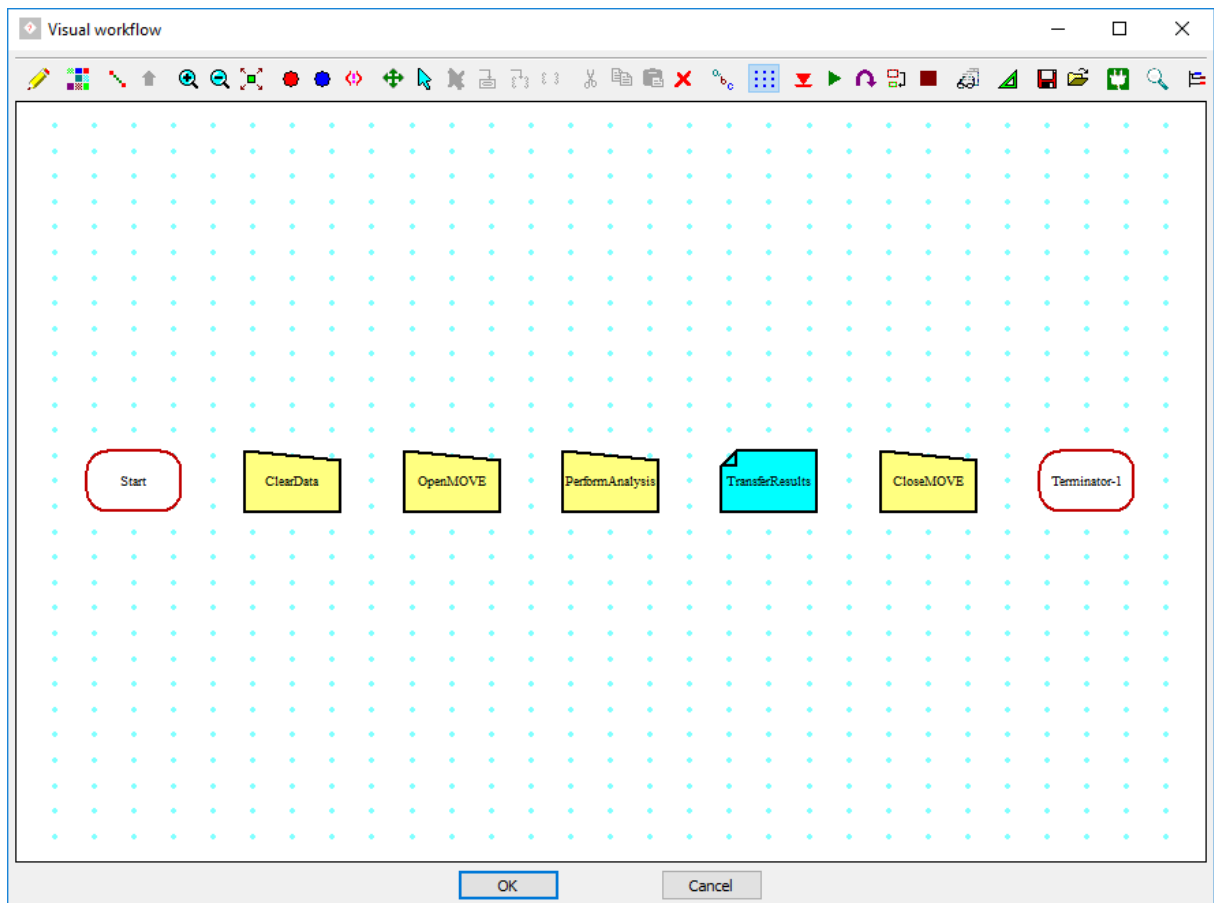



Рисунок 36: Візуальний редактор робочого циклу з чотирма створеними операціями (*ClearData*, *OpenMOVE*, *PerformAnalysis* і *CloseMOVE*), одним призначенням (*TransferResults*) і одним термінатором (*Terminator-1*).

Тепер ми створили всі елементи, необхідні для виконання бажаного робочого процесу. Елементи візуально вирівнюються у вибраному порядку. Однак нам потрібно чітко визначити порядок, у якому ми маємо намір виконувати операції.

107. У візуальному редакторі робочого циклу клацніть З'єднати об'єкти робочого циклу разом .

108. Клацніть лівою кнопкою миші на елементі *Пуск* і, продовжуючи утримувати ліву кнопку миші, перетягніть курсор до елемента *ClearData*.

109. Відпустіть ліву кнопку миші, коли курсор знаходиться над елементом *ClearData*.

110. Повторіть для підключення:

- елемент *ClearData* до елемента *OpenMOVE*.
- Від елемента *OpenMOVE* до елемента *PerformAnalysis*.
- Елемент *PerformAnalysis* до елемента *TransferResults*.
- Елемент *TransferResults* до елемента *CloseMOVE*.
- Елемент *CloseMOVE* до елемента *Terminator-1*.

З'явиться візуальний редактор робочого процесу, як показано на рисунку 37.

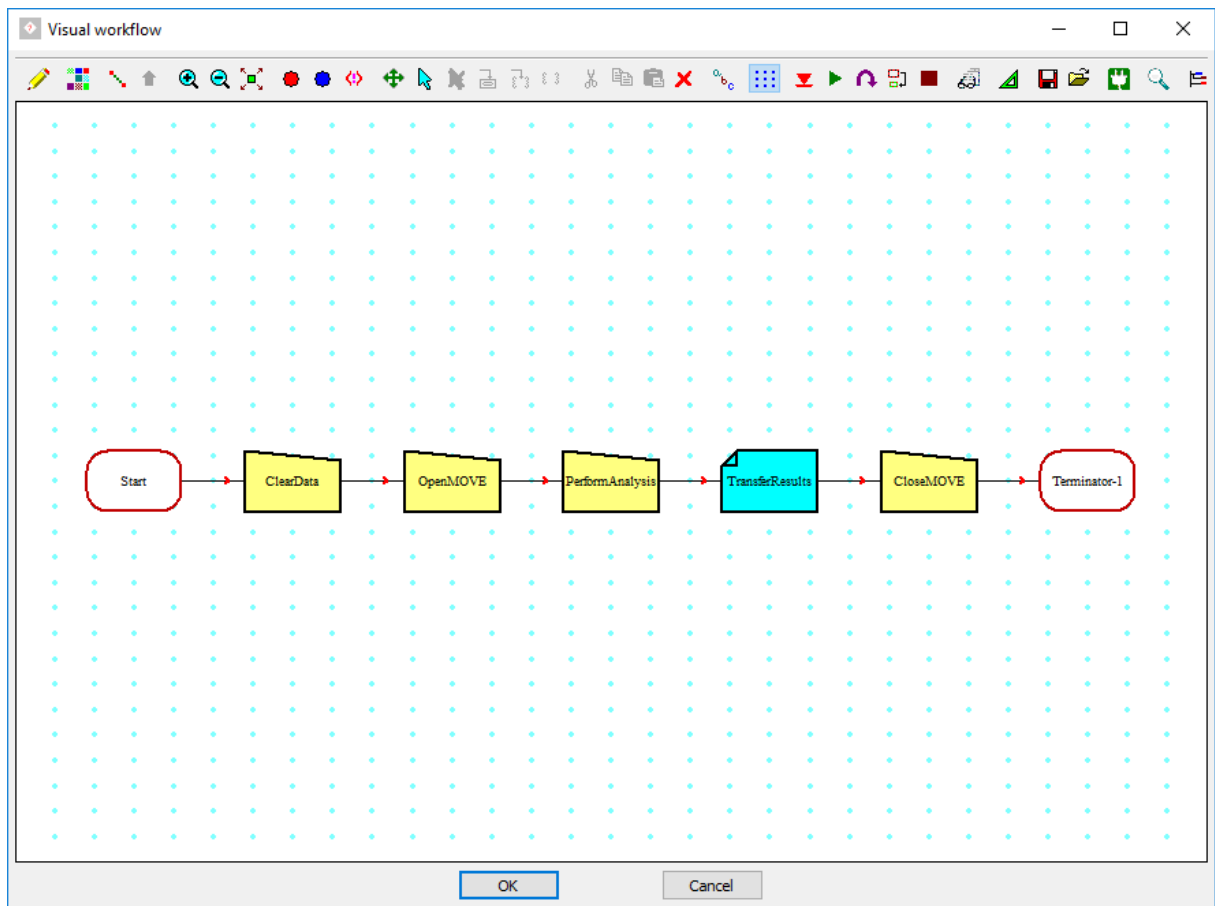



Рисунок 37: Редактор робочого процесу Vvisual з усіма підключеними елементами.

Компоненти візуального робочого процесу створено та підключено в потрібному порядку. Перш ніж автоматизувати робочий процес, бажано перевірити робочий процес, щоб переконатися, що немає помилок (або помилок) і що робочий процес функціонує належним чином.

Це буде зроблено шляхом послідовного тестування кожного елемента у візуальному робочому процесі. Після виконання кожного елемента в робочому процесі слід перевірити результат і переконатися, що він правильний, перш ніж перейти до тестування наступного елемента в робочому процесі.

111. У візуальному редакторі робочого циклу клацніть Тестовий запуск на один крок , щоб послідовно пройти кожен етап робочого циклу.

Після виконання кожного кроку робочого циклу перевірте, чи операція виконана належним чином.

Після перевірки кожного етапу робочого процесу та його завершення можна візуалізувати результати геометричного аналізу.

112. У візуальному редакторі робочого процесу натисніть кнопку ОК, щоб закрити вікно.

113. Двічі клацніть екземпляр *AnalysisResults* FlexDataStore, щоб відкрити його та візуалізувати результати аналізу, які були передані з MOVE у RESOLVE (Рисунок 38).

Name	Colour	Age	Average Vertical Thickness	Area	Length	Horizontal Length	Sediment Rate
Horizon_01	#6a748	0	307.207564153321	3384420.9434274	10919.1503488272	10919.1503488272	30.7207564153321
Horizon_02	#6ef6f4	10	580.682699607972	6340515.13158317	10919.5355852623	10919.5355852623	58.0682699607972
Horizon_03	#00bb00	20	325.418674930866	3553269.33950655	10927.2257929917	10927.2257929917	32.5418674930866
Horizon_04	#96e7c7	30	285.376700461654	3122402.68921429	10961.9000976224	10961.9000976224	28.5376700461654
Horizon_05	#7fc8e2	40	67.7024884064794	821231.822555258	12023.1269708213	12023.1269708213	6.77024884064794
Horizon_06	#0080c0	50	97.6887145829033	1177574.53914581	12120.0011574385	12120.0011574385	9.76887145829033
Horizon_07	#2bacc6	60	84.5654900808961	1025810.39730261	12128.0530979647	12128.0530979647	8.4564900808961
Horizon_08	#b66cf9	70	105.453191168121	1277176.24428329	12114.1812328237	12114.1812328237	10.5453191168121
Horizon_09	#9e128c	80	750.728962716852	8387258.87000655	12073.5545361846	12073.5545361846	75.0728962716852
Horizon_10	#f19e89	90			10930.0921651358	10930.0921651358	
Total				29059669.9850249	115116.820805072	0	

Рисунок 38: Екземпляр *AnalysisResults* FlexDataStore з результатами інструменту Section Analysis, переданими з MOVE до RESOLVE.

114. Збережіть файл RESOLVE десь на вашій машині.

У цій вправі ми маємо:

- Створено робочий процес для автоматизації геометричного аналізу двовимірної інтерпретації.
- Перевірено, що робочий процес працює успішно.
- Візуалізація результатів геометричного аналізу в RESOLVE.

Цей робочий процес можна розширити до:

- Швидко виконайте аналіз довжини лінії на основі інтерпретацій кількох суміжних перерізів. Це дало б користувачеві зрозуміти як бічні, так і вертикальні геометричні невідповідності.
- Розрахувати деформацію згину або розлому на кількох ділянках, які перетинають структуру. Це дало б зрозуміти латеральні варіації деформації та розподілу деформації.

Лабораторна робота 13

Моделювання візуальних робочих процесів при виконанні обчислень у RESOLVE

Мета

- Знати, як редагувати існуючий робочий процес, який виконує операцію в MOVE, щоб включити простий аналіз результатів робочого циклу в RESOLVE.
- Зрозумійте, як перевірити, чи робочий процес працює успішно.

Як розширення вправи 12, RESOLVE можна використовувати для автоматизації простих обчислень за результатами геометричного аналізу, виконаного в MOVE. Підключення MOVE до RESOLVE надає користувачам MOVE доступ до великої кількості функцій і операцій, які є рідними для RESOLVE (наприклад, простих математичних функцій, функцій побудови та математичних оптимізаторів).

Крім того, за допомогою RESOLVE результати аналізу з MOVE можна поєднувати з іншими пакетами програмного забезпечення як частину міждисциплінарних робочих процесів. Прикладом цього може бути з'єднання MOVE з пакетом моделювання пласта, таким як REVEAL, щоб переглянути, як різні структурні інтерпретації та сценарії передачі несправностей впливають на тиск у пласті з часом.

1. Продовжте працювати з файлом, який ви створили під час виконання вправи 12, або відкрийте такий файл RESOLVE:

[...\37_Visual_Workflows\04_Exercise_2_Workflow.rsl](#)


Якщо ви відкрили наданий файл, переконайтеся, що драйвер MOVE визначено правильно (див. кроки 2–8 вправі 1) і переконайтеся, що екземпляр MOVE підключено до проекту MOVE [02_Rockall_Fault-Related_Folding.move](#) (див. кроки 10-22 у Вправа 12).

У робочому процесі, створеному у вправі 2, було виконано геометричний аналіз інтерпретації розрізу за допомогою інструменту аналізу розрізу в MOVE. Результати було передано в екземпляр FlexDataStore у RESOLVE. У цій вправі ми розширимо цей робочий процес за допомогою функціональних можливостей у RESOLVE для виконання простого обчислення за результатами аналізу в MOVE. Розрахуємо середню (середню) довжину горизонтів при інтерпретації 2D розрізу. Спочатку ми конвертуємо результати аналізу MOVE у формат, придатний для числового аналізу. Потім ми розрахуємо середню довжину горизонтів за допомогою вбудованої функції RESOLVE. Щоб зберегти та отримати доступ до результату обчислення усереднення, потрібно буде створити нову змінну.

Екземпляри FlexDataStore є гнучкими та універсальними, що робить їх хорошими для зберігання даних різних типів (наприклад, тексту та чисел). Однак екземпляри FlexDataStore мають обмежені можливості числового аналізу. Щоб

виконати числовий аналіз, нам потрібно отримати цікаві дані з екземпляра FlexDataStore і створити екземпляр RESOLVE DataSet, який є більш відповідним типом зберігання числових даних. Додаткову інформацію про екземпляри FlexDataStore і DataSet див. у посібнику користувача PETEX RESOLVE.

Тепер ми створимо екземпляр DataSet у головному вікні RESOLVE, який використовуватиметься для числового аналізу.

2. Перейдіть до «Редагувати систему» – «Додати дані» (або натисніть «Додати об'єкт даних»  і розгорніть список «Математика»).

3. Виберіть Dataset зі списку.

4. Клацніть лівою кнопкою миші десь у головному вікні RESOLVE, щоб створити екземпляр DataSet.

З'явиться поле із запитом надати ім'я екземпляру DataSet.

5. Збережіть назву екземпляра за замовчуванням (тобто *DataSet*).

6. Натисніть ОК.

Тепер у вікні RESOLVE з'явиться екземпляр *DataSet* (Рисунок 39).

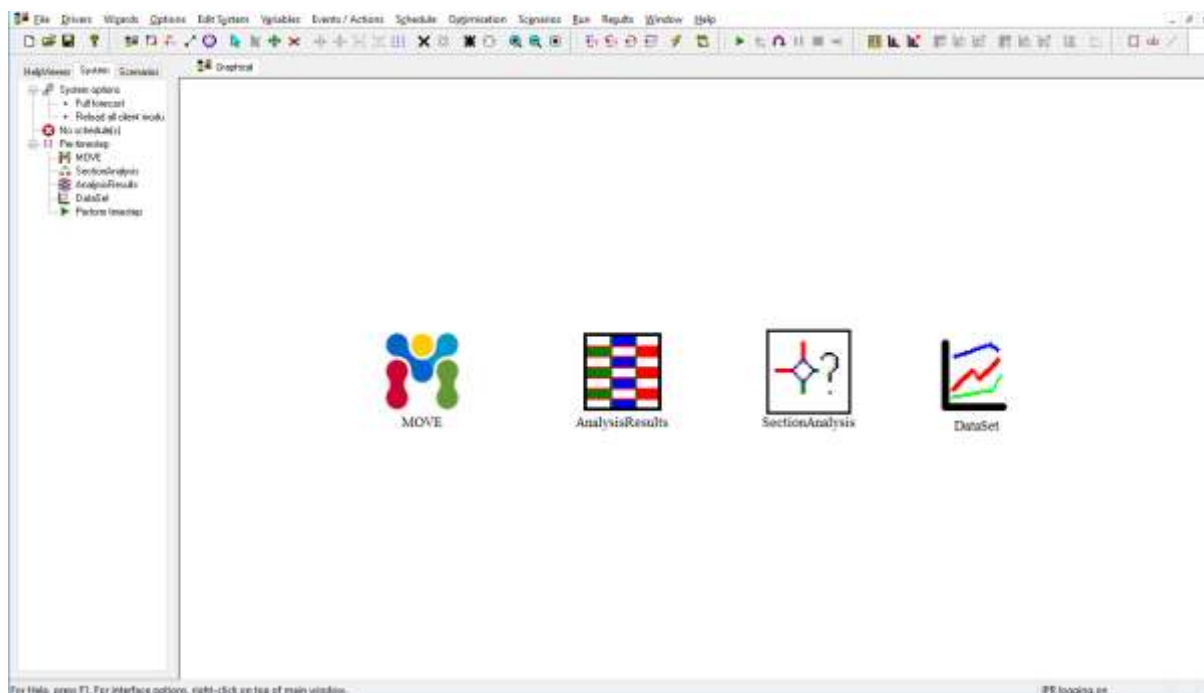


Рисунок 39: Вікно RESOLVE зі створеним екземпляром *DataSet*.

Робочий процес, створений у вправі 12, тепер буде відредаговано, щоб включити обчислення з використанням результатів геометричного аналізу з MOVE.

7. Відкрийте редактор Visual workflow, двічі клацнувши на екземплярі *SectionAnalysis Workflow*.

Подібно до екземпляра *AnalysisResults FlexDataStore* для вправи 2, екземпляр *DataSet* слід очистити на початку робочого циклу, щоб видалити будь-які дані, збережені в *DataSet* під час попередніх запусків робочого циклу.

8. Відкрийте операцію *ClearData*, двічі клацнувши на елементі операції

ClearData.

9. Натисніть Додати глобальну функцію.

10. З розкритого списку Виберіть категорію операції виберіть Функції математичної бібліотеки.

11. У спадному списку Вибрати операцію розгорніть операції з *DataSet* і виберіть Очистити дані та стовпці з набору даних.

12. Клацніть лівою кнопкою миші в клітинці Value рядка *DataSet* таблиці Input та/або output parameters to operation.

13. У правому кінці комірки з'явиться спадна стрілка – клацніть її.

14. У розкритому списку знайдіть список елементів *ResolveUser*. Він міститиме екземпляр *DataSet [Dataset]*, створений раніше у вправі – виберіть це (Рисунок 40).

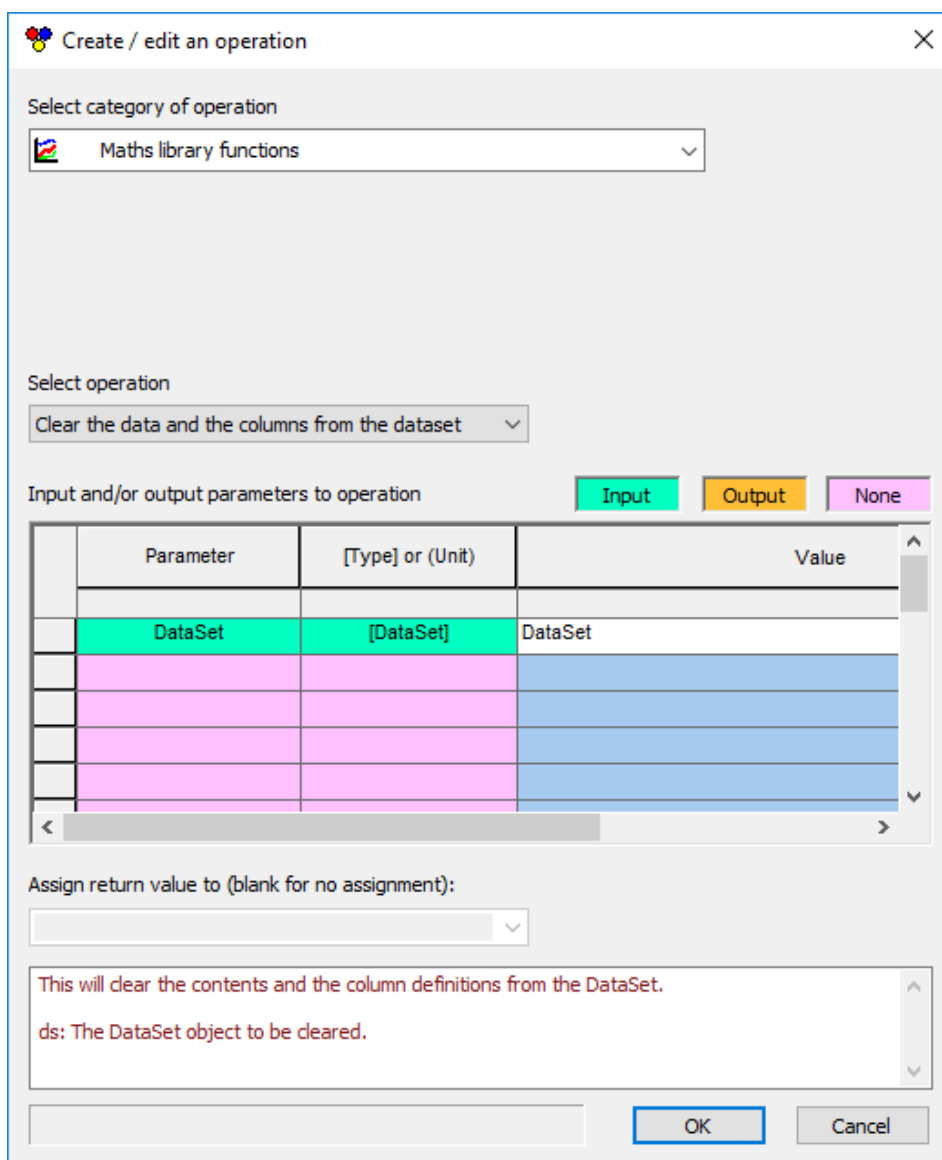


Рисунок 40: Вікно створення/редагування операції для операції *ClearData*.

15. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

У вікні «Виконати операції» буде показано другу операцію (Рисунок 41).

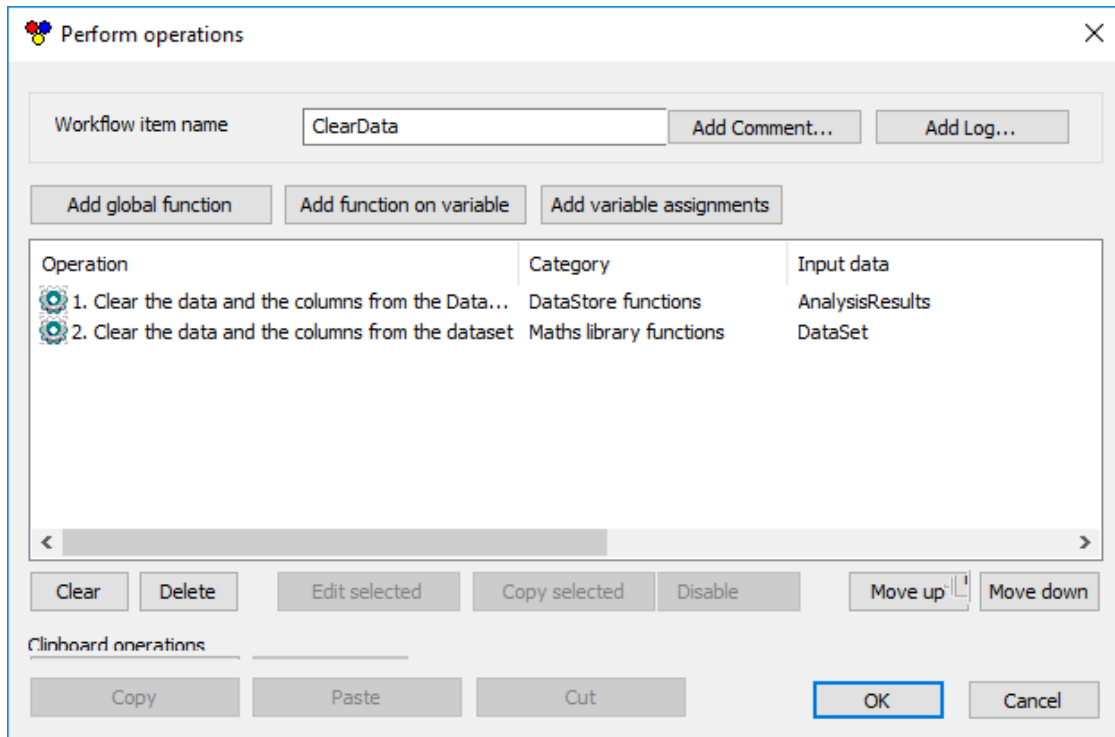


Рисунок 41: Вікно виконання операцій для операції *ClearData*.

16. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».





Тепер нам потрібно додати нові операції між елементами *CloseMOVE* і *Terminator-1*. Для цього спочатку ми потрібно відключити *CloseMOVE* і *Terminator-1*.

17. У візуальному редакторі робочого циклу клацніть З'єднати об'єкти робочого циклу разом .



18. Клацніть лівою кнопкою миші на пункті *CloseMOVE* і, продовжуючи утримувати ліву кнопку миші, перетягніть курсор до пункту *Terminator-1*.

19. Відпустіть ліву кнопку миші, коли курсор буде над елементом *Terminator-1*.

Елементи *CloseMOVE* та *Terminator-1* тепер будуть відключені.

20. У візуальному редакторі робочого процесу скористайтеся кнопкою «Перемістити елемент робочого циклу» , щоб перемістити елемент «*Terminator-1*» праворуч. За потреби використовуйте кнопки «Збільшити» , «Зменшити»  та «Збільшити все» , щоб налаштувати перегляд.

Тепер до робочого процесу між елементами *CloseMOVE* та *Terminator-1* буде додано два нові елементи операцій.

21. Клацніть «Палітра відображення» , виберіть «Операція»  та створіть дві нові операції між елементами *CloseMOVE* та *Terminator-1* (Рисунок 42).

У першому елементі операції (*Operation-1*) ми передамо відповідні дані з екземпляра *AnalysisResults* FlexDataStore в екземпляр *DataSet*, який було створено раніше у вправі.

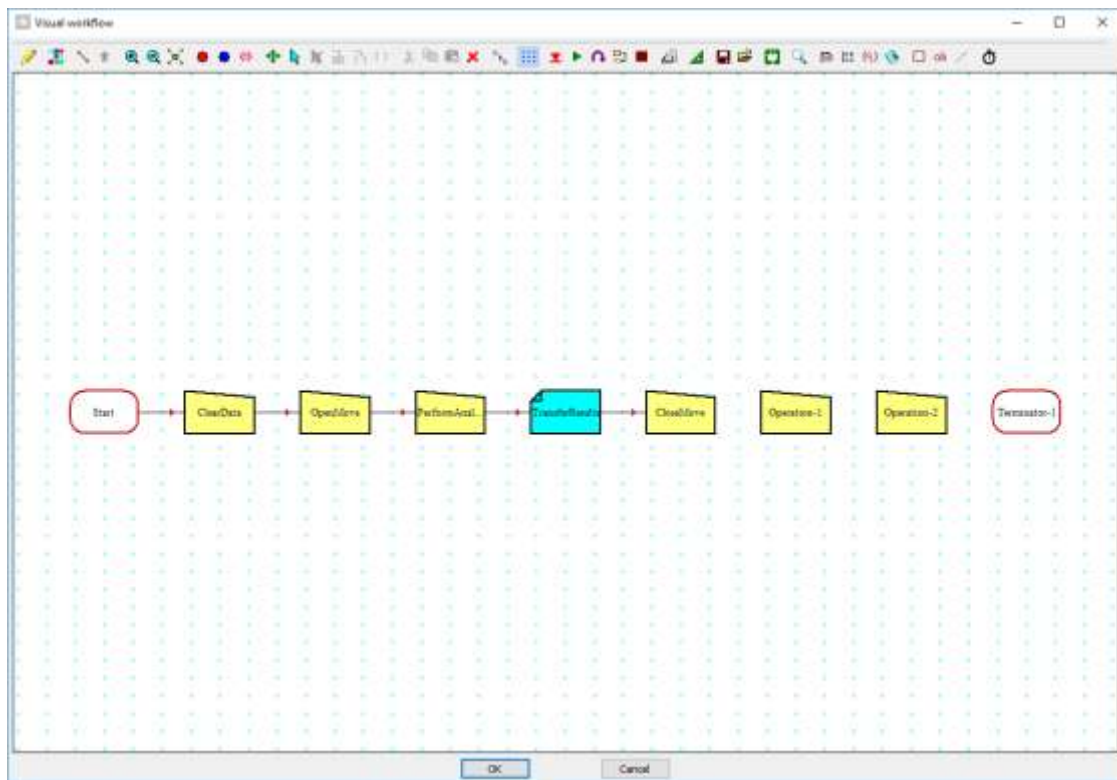


Рисунок 42: Візуальний редактор робочого процесу з двома операціями (*Operation-1* і *Operation-2*), доданими між операцією *CloseMOVE* і термінатором *Terminator-1*.

Існує кілька способів передачі даних з екземпляра FlexDataStore в екземпляр DataSet, включаючи призначення кожного значення окремо та призначення кожного значення за допомогою циклу. У цьому прикладі ми призначатимемо кожне значення окремо. Додаткову інформацію про використання циклів у візуальному робочому процесі див. у посібнику користувача PETEX Visual Workflow.

22. Двічі клацніть на першому з нових елементів операції (*Operation-1*).
23. Визначте назву елемента робочого циклу як *ConvertToDataSet*.
24. Натисніть Додати глобальну функцію.
25. З розкритого списку Виберіть категорію операції виберіть Функції математичної бібліотеки.
26. У розкритому списку «Вибрати операцію» розгорніть операції з набором даних і виберіть «Додати новий стовпець (з іменем одиниці користувача) до набору даних за заданим індексом».
27. Клацніть лівою кнопкою миші всередині комірки значення рядка *DataSet* таблиці вхідних та/або вихідних параметрів для операцій
28. Виберіть екземпляр *DataSet [DataSet]* з області *ResolveUser* розкритого списку. Це визначає екземпляр *DataSet*, створений раніше, як екземпляр *DataSet*, який буде використовуватися під час цієї операції.
29. Введіть «*Length*» в комірку Значення параметра імені. Це визначає назву стовпця, який додається до екземпляра *DataSet*.

Примітка. У разі використання тексту як вхідних даних для операції користувач може ввести текст у поле операцій, як це робиться на кроці 29, або текст можна отримати зі змінної типу String. Якщо текст вводиться користувачем, лапки повинні бути використані, щоб повідомити RESOLVE, що текст, написаний у полі введення, має бути визначений точно так, як він набраний. Крім того, якщо текст оголошується як змінна, назву змінної слід писати без лапок. Це дасть команду RESOLVE отримати текст зі змінної, яка була збережена в пам'яті комп'ютера.

30. Введіть «m» у комірці значення параметра одиниці. Це визначає одиниці стовпця, який додається до екземпляра *DataSet*.

31. Введіть значення «0» у клітинку Значення параметра індексу. Це визначає позицію в екземплярі *DataSet*, до якої слід додати стовпець.

Примітка. Таблиці в RESOLVE використовують індексацію від нуля. Це означає, що першому стовпцю/рядку присвоюється індекс «0», другому стовпцю/рядку присвоюється індекс «1» тощо.

З'явиться вікно створення/редагування операції, як показано на рисунку 43.

Parameter | [Type] or (Unit) | Value

dataSet	[Object]	DataSet
name	[String]	"Length"
unit	[String]	"m"
index	[Int32]	0

Assign return value to (blank for no assignment):

Return is [Int32]

This will create a new data column at a specified index within the DataSet.

ds: The DataSet object to which the column will be added.
name: The name of the column to create.

Рисунок 43: Вікно створення/редагування операції для функції додавання стовпця операції *ConvertToDataSet*.

32. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

Тепер ми створили стовпець в екземплярі *DataSet*, у якому зберігатимуться довжини горизонту, обчислені інструментом аналізу розділу в MOVE. Наразі в таблиці немає значень – комірки порожні.

Тепер ми передамо змінні з *AnalysisResults* FlexDataStore в *DataSet* за допомогою методу Variable Assignment, за допомогою якого кожній клітинці в *DataSet* призначається значення безпосередньо з відповідної клітинки в *AnalysisResults* FlexDataStore.

33. Натисніть Додати призначення змінних.

34. Заповніть вікно призначення змінних відповідно до рисунку 44 нижче. Поєднання допомоги для завершення коду intellisense із копіюванням і вставленням зробить це ефективнішим, тобто створить значення верхнього рядка за допомогою intellisense, скопіюйте та вставте для заповнення нижніх рядків, а потім змініть записи .Value[x].

З'явиться вікно операції призначення, як показано на рисунку 44.

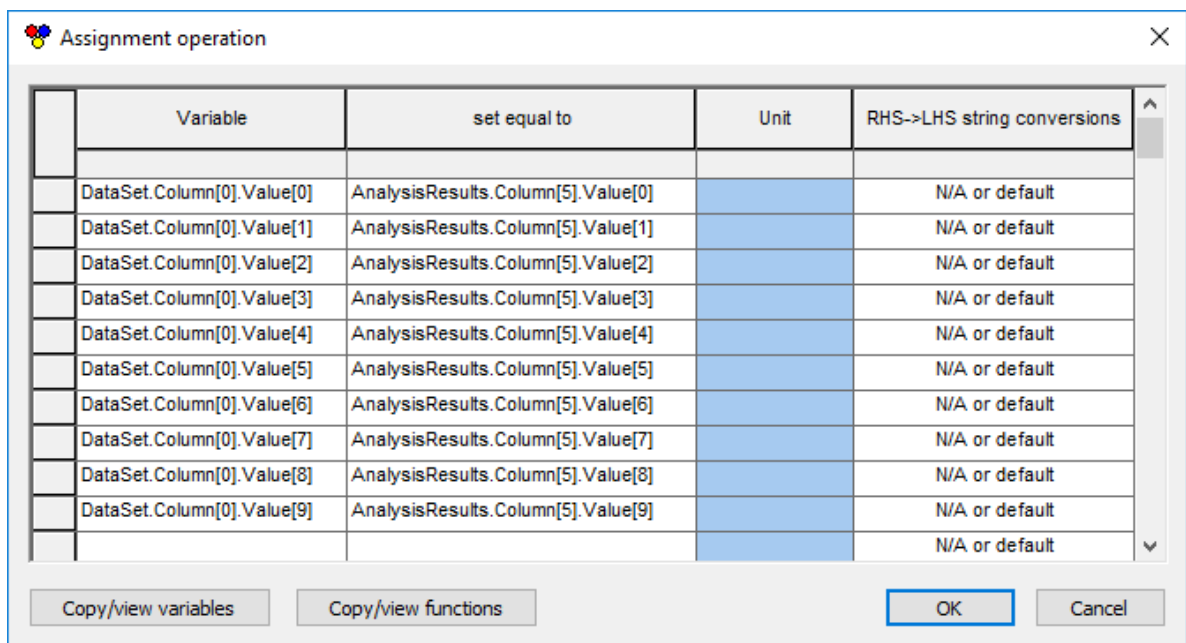


Рисунок 44: Вікно операції призначення для операції *ConvertToDataSet*.

35. Натисніть ОК, щоб закрити вікно операції призначення.

У вікні «Виконати операції» (Рис. 45) мають бути вказані дві операції.

36. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Тепер ми створили операцію для перенесення даних у формат, придатний для виконання числового аналізу. Далі розрахуємо середню (середню) довжину горизонтів. Однак перед обчисленням середньої довжини горизонту нам потрібно створити змінну, в якій буде зберігатися результат розрахунку усереднення. Якщо змінна не створена, середня довжина горизонту буде розрахована, але ніде не буде збережена.

37. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть «Додати змінні для використання в робочому процесі».

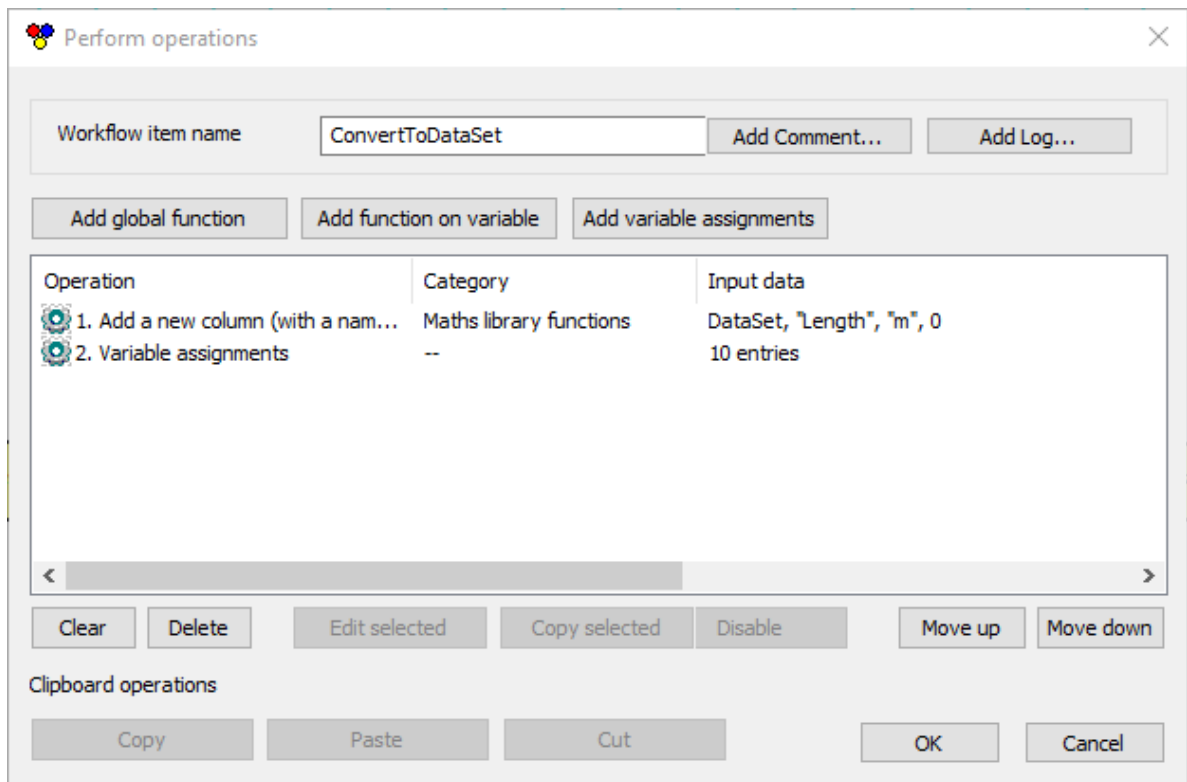


Рисунок 45: Вікно виконання операцій для операції *ConvertToDataSet* із доданими призначеннями змінних.

38. Визначте назву змінної як *AVG_LENGTH*.

39. Переконайтеся, що для типу змінної встановлено подвійну точність.

Примітка. Подвійна точність є одним із методів обчислювального визначення чисел. Це дозволяє зберігати десяткові числа (наприклад, 2,93 і 1,0038). Інший тип числових даних, доступний у RESOLVE, – це ціле число, яке зберігає лише точні числа (наприклад, 3 і 1058).

40. Забезпечити масив? очищається.

Примітка. Масив – це метод збереження кількох значень в одній змінній. Наприклад, якщо числа 4, 8 і 12 потрібно зберегти в одній колекції, можна створити масив розміром 3 для зберігання всіх чисел (наприклад, [4, 8, 12]).

41. Натисніть Додати змінну.

Змінну *AVG_LENGTH* буде додано до списку змінних у нижній частині вікна. Змінна тепер доступна для використання як частина робочого процесу (Рисунок 46).

42. Натисніть ОК, щоб закрити вікно Додати змінні, що використовуються в робочому процесі.

Тепер, коли у нас є змінна, яку ми можемо використовувати для зберігання результатів обчислення усереднення, ми налаштуємо обчислення усереднення.

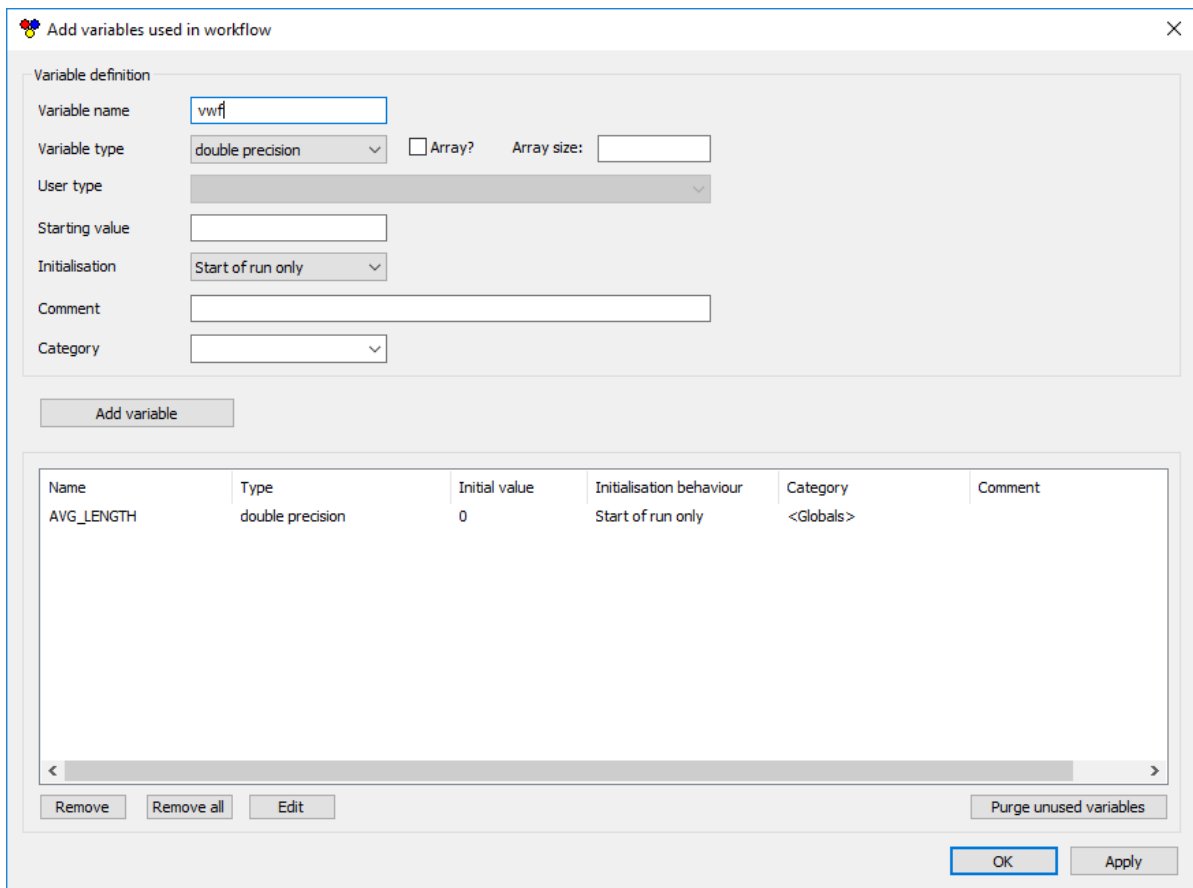


Рисунок 46. Вікно «Додати змінні, що використовуються в робочому процесі» зі створеною змінною *AVG_LENGTH*.

43. Двічі клацніть другий із нових елементів операцій (*Operation-2*).

44. Визначте назву елемента робочого процесу як *AverageLength*.

45. Натисніть Додати глобальну функцію.

46. У розкритому списку Виберіть категорію операції виберіть *Data Analysis*.

47. У розкритому списку Вибрати операцію розгорніть список операцій *SimpleArithmetic* і виберіть Отримати середнє значення стовпця.

48. У комірці Значення рядка стовпця введіть *DataSet.Column[0]*.

49. У клітинку Value параметра *userUnits* введіть значення 0.

Результатом операції буде обчислення середньої довжини горизонтів. Щоб записати результат операції усереднення, необхідно визначити змінну, у яку буде збережено значення.

50. У розкритому списку Призначити значення, що повертається (порожнє, якщо призначення не призначається), виберіть створену раніше змінну *AVG_LENGTH* (Рисунок 47).

51. Натисніть ОК, щоб закрити вікно створення/редагування операції.

З'явиться вікно виконання операції, як показано на рисунку 48.

52. Натисніть ОК, щоб закрити вікно «Виконати операції».

Робочий процес тепер оновлено для розрахунку середньої довжини горизонтів у 2D інтерпретації (Рисунок 49). Тепер перед запуском робочого циклу операції потрібно підключити.

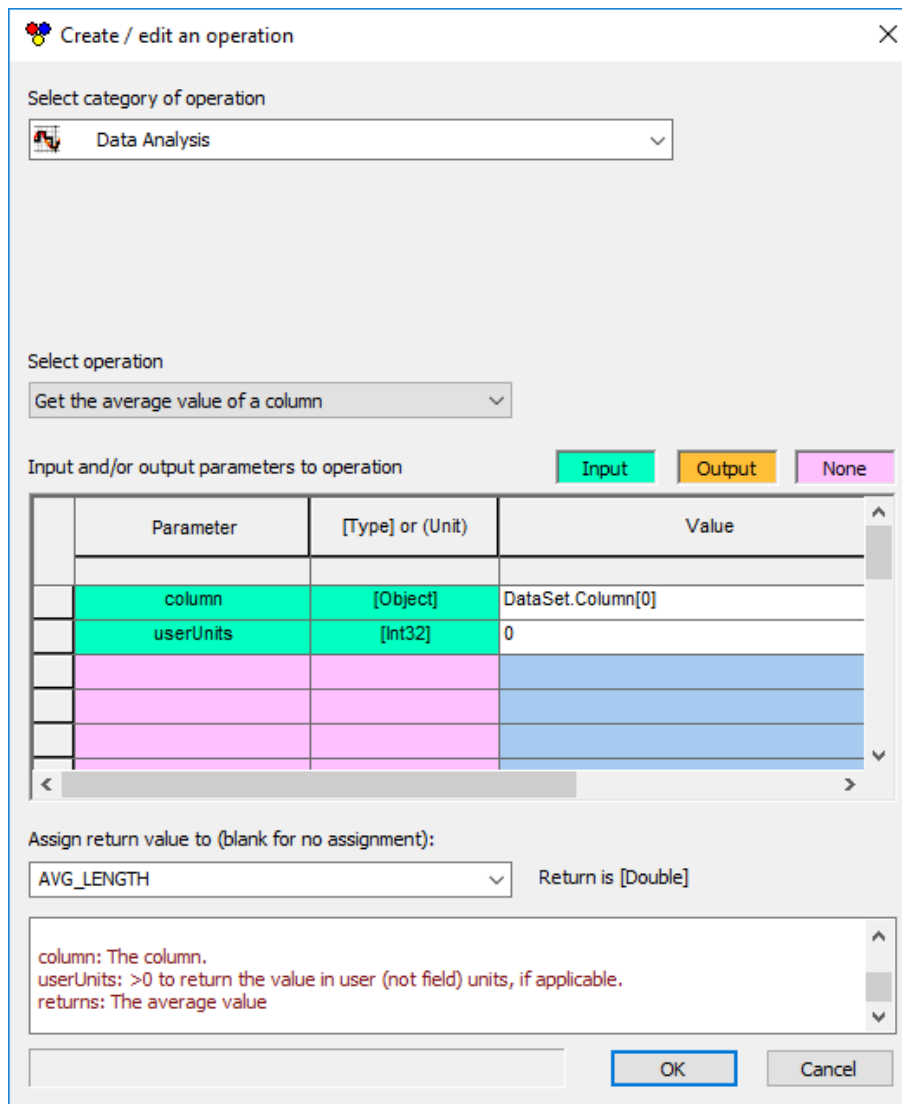


Рисунок 47: Вікно створення/редагування операції для операції *AverageLength*.

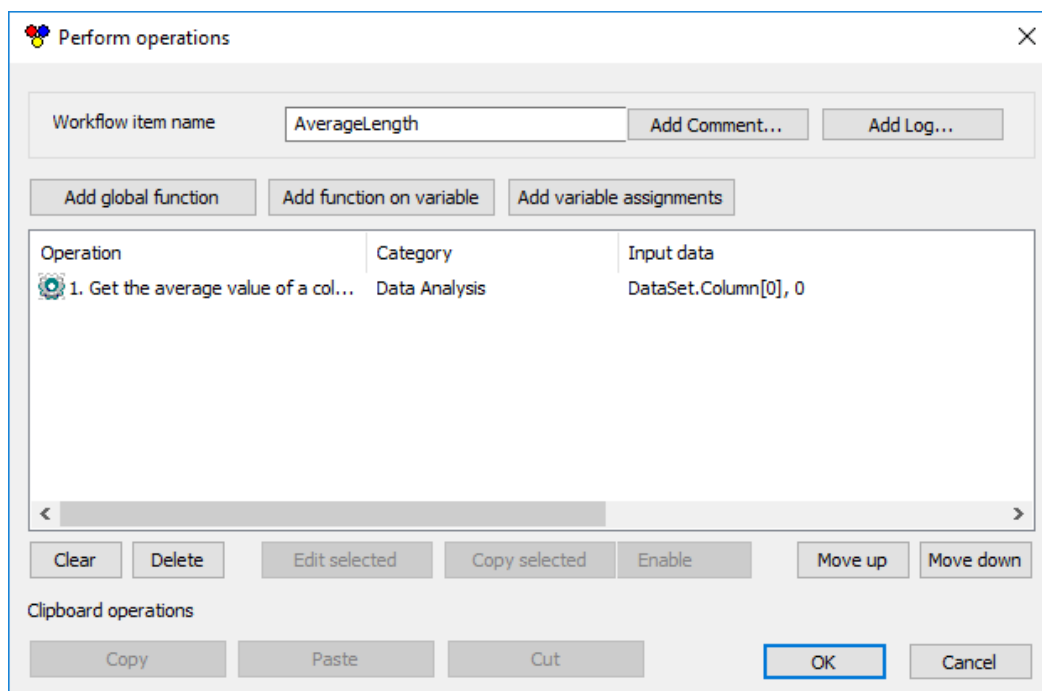


Рисунок 48: Вікно виконання операцій для операції *AverageLength*.

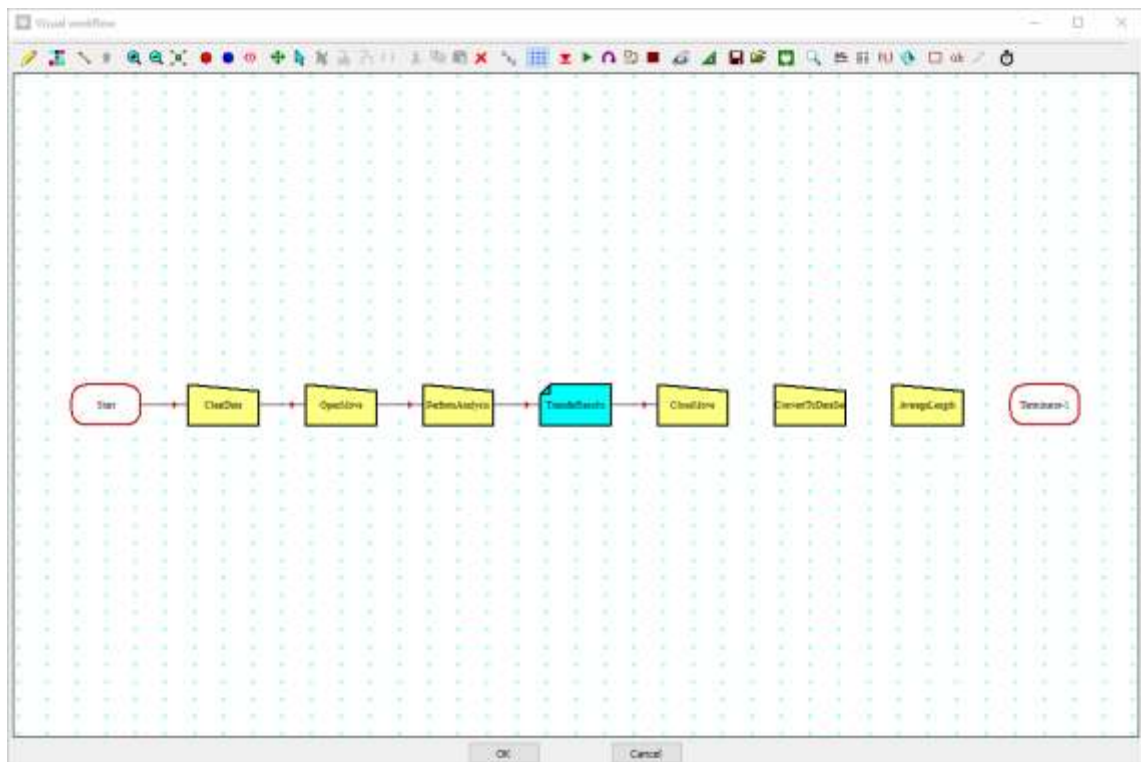


Рисунок 49: Візуальний редактор робочого процесу з доданими операціями *ConvertToDataSet* і *AverageLength*.

53. Використовуйте Connect workflow об'єкти разом , щоб підключити *CloseMOVE*, *ConvertToDataSet*, *AverageLength* і *Terminator-1* елементи.

З'явиться візуальний редактор робочого процесу, як показано на рисунку 50.

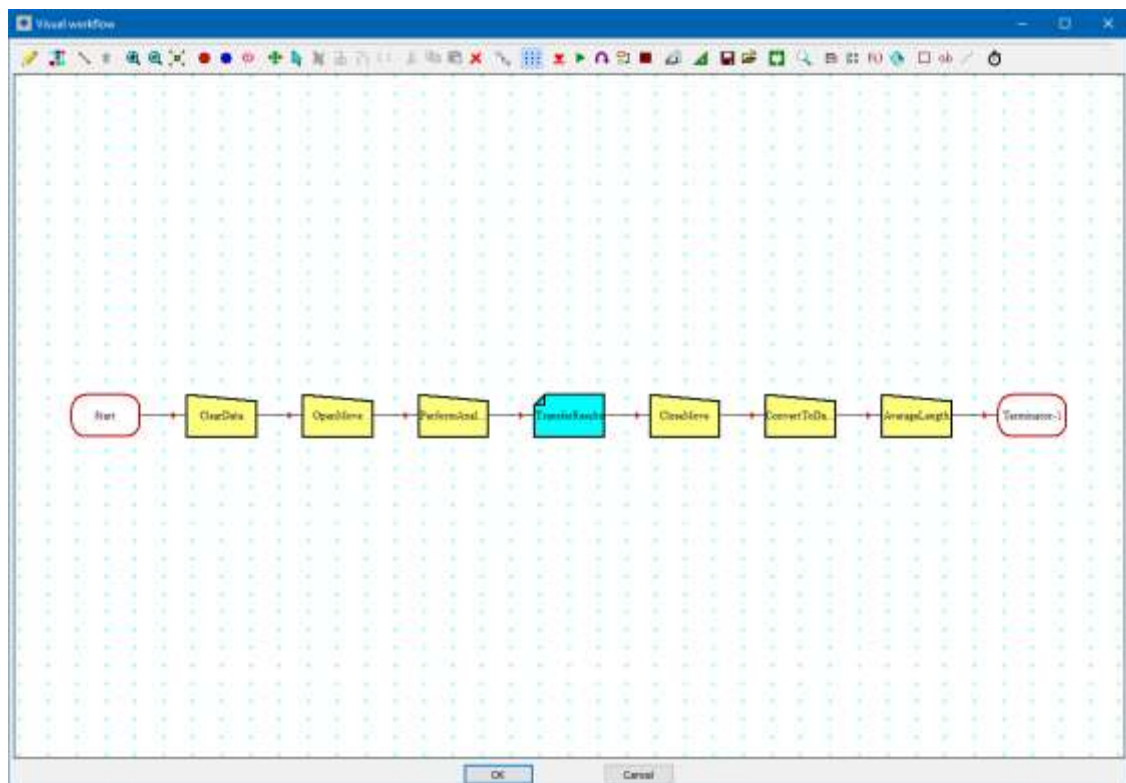



Рисунок 50: Візуальний редактор робочого процесу після підключення всіх елементів.

Робочий процес завершено та готовий до тестування. Щоб переконатися, що змінна `AVG_LENGTH` обчислюється правильно, ми відстежуватимемо значення змінної під час тестування робочого процесу. У RESOLVE змінні, які відстежуються, називаються змінними Watch.

54. У візуальному редакторі робочого процесу клацніть Переглянути поточні значення змінних .

55. Виберіть змінну `AVG_LENGTH` зі списку змінних у лівій частині вікна Watch variables.

56. Клацніть червону стрілку, яка вказує праворуч від вікна, щоб визначити змінну `AVG_LENGTH` як змінну спостереження (Рисунок 51).

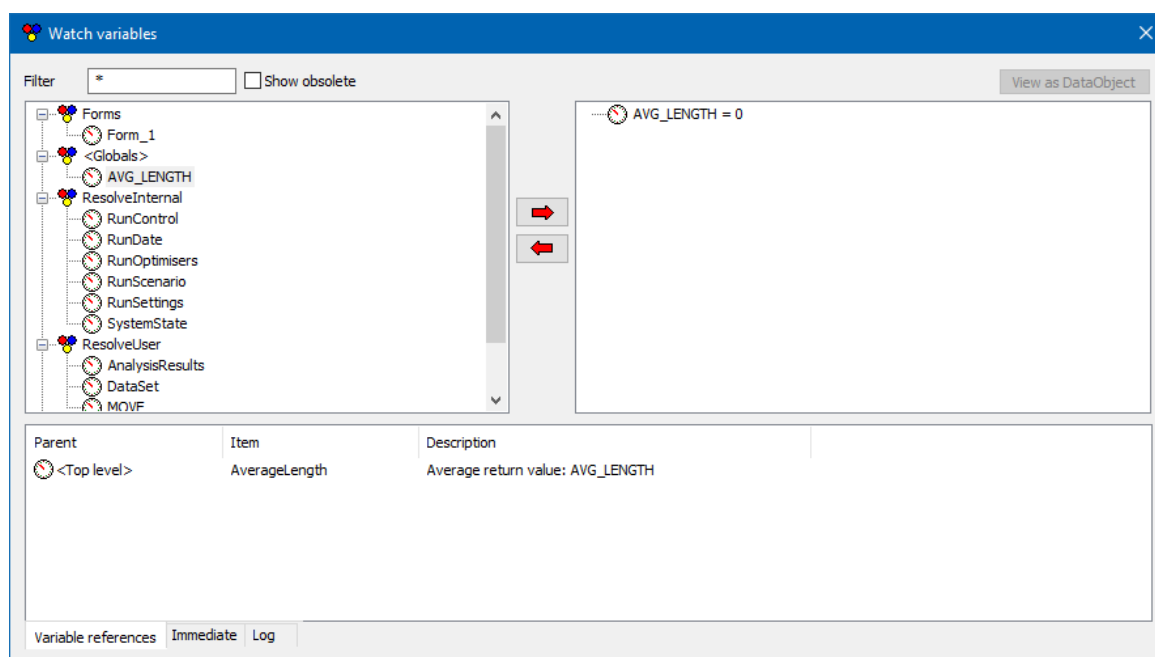


Рисунок 51: Вікно змінних спостереження зі змінною `AVG_LENGTH`, встановленою як змінна спостереження.

57. Тримайте вікно спостережених змінних відкритим.

58. Тестуйте робочий процес за допомогою Test run one step . Після виконання кожного кроку робочого циклу перевірте, чи операція виконана належним чином.

59. Після перевірки та успішного завершення робочого процесу:

а. Двічі клацніть екземпляр `AnalysisResults` FlexDataStore і переконайтеся, що результати геометричного аналізу передано правильно (Рисунок 52). Переконавшись, що екземпляр FlexDataStore заповнено результатами геометричного аналізу, виконаного в MOVE, закрийте вікно.

б. Двічі клацніть екземпляр `DataSet`, щоб переконатися, що значення `Length` передано правильно (Рисунок 53). Закрийте вікно, коли переконаєтеся, що екземпляр `DataSet` заповнено значеннями `Length`.

с. Перевірте вікно Watch variables і переконайтеся, що змінна `AVG_LENGTH` тепер має значення (Рисунок 54). Закрийте вікно, коли перевірите, що середнє значення було обчислено та призначено змінній `AVG_LENGTH`.

Name	Colour	Age	Average Vertical Thickness	Area	Length	Horizontal Length	Sediment Rate
Horizon_01	#6a74d	0	307.207564153321	3384420.9434274	10919.1503488272	10919.1503488272	30.7207564153321
Horizon_02	#64d5e4	10	590.602699607972	6340515.13158317	10919.5355852623	10919.5355852623	59.0602699607972
Horizon_03	#00bb00	20	325.418674930866	3553269.33950655	10927.2257929917	10927.2257929917	32.5418674930866
Horizon_04	#99e7c7	30	285.376700461654	3122402.68921429	10961.9000976224	10961.9000976224	28.5376700461654
Horizon_05	#7fc8e2	40	67.7024804064794	821231.822555258	12023.1269708213	12023.1269708213	6.77024804064794
Horizon_06	#0080c0	50	97.6087145929033	1177574.53914501	12120.0011574385	12120.0011574385	9.76087145929033
Horizon_07	#2bade	60	84.5654900808961	1025810.39730261	12128.0530979647	12128.0530979647	8.4564900808961
Horizon_08	#66c9f9	70	105.453191168121	1277176.244280329	12114.1812328237	12114.1812328237	10.5453191168121
Horizon_09	#9e12c	80	750.728962716852	8387258.87000655	12073.5545361846	12073.5545361846	75.0728962716852
Horizon_10	#f15e8f	90			10930.0921651358	10930.0921651358	
Total				29059669.9850249	115116.820805072	0	

Рисунок 52: Екземпляр *AnalysisResults* FlexDataStore, що показує результати виконання робочого процесу.

Length
m
10919.1503488272
10919.5355852623
10927.2257929917
10961.9000976224
12023.1269708213
12120.0011574385
12128.0530979647
12114.1812328237
12073.5545361846
10930.0921651358

Рисунок 53: Екземпляр *DataSet*, заповнений обчисленими значеннями *Length*.

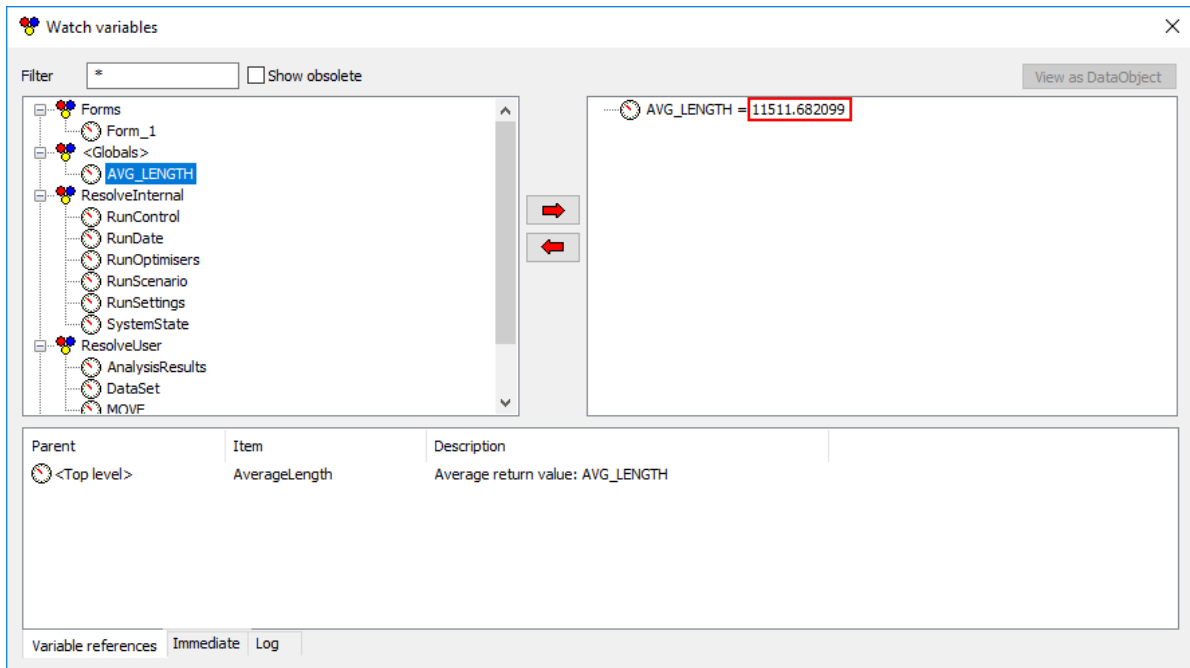


Рисунок 54: Вікно змінних спостереження з *AVG_Length*, визначеним як змінна спостереження, обчислене значення виділено.

У цій вправі ми маємо:

- Відредаговано існуючий робочий процес, який виконував операцію в MOVE, щоб включити простий аналіз результатів робочого циклу в RESOLVE.
- Перевірено, що робочий процес працює успішно.

Навчання продемонструвало, як аналізи MOVE можна поєднувати з функціями в RESOLVE, а також з функціями, доступними в будь-якому іншому програмному забезпеченні, яке підключається до RESOLVE (наприклад, симулятори пластів). Автоматизація MOVE та включення MOVE до набору інструментів IPM значно розширюють можливості програмного забезпечення MOVE.

Цей робочий процес можна розширити до:

- Зробіть передачу даних із FlexDataStore у DataSet більш загальною за допомогою циклу. Це означало б, що робочий процес можна використовувати для більшого діапазону поперечних перерізів.
- Побудуйте довжини ліній у RESOLVE. Це надасть користувачеві візуалізацію результатів, яку легко інтерпретувати та визначити будь-які проблеми.
- Обчисліть будь-які відмінності в довжинах ліній горизонту. Це надасть користувачеві кількісне представлення будь-яких відмінностей у довжині горизонту.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. PETROLEUM ENGINEERING AND STRUCTURAL GEOLOGY SOFTWARE. <https://www.petroleumexperts.com/>.
2. IPM 125 MOVE 2020 TUTORIALS. Petroleum Experts Ltd 2020. <https://www.petroleumexperts.com/>.
3. User Manual IPM PROSPER Version 13. Petroleum Experts Ltd 2014. <https://www.petroleumexperts.com/>.
4. Білецький, В.С. (2021). Моделювання у нафтогазовій інженерії. Львів: «Новий Світ – 2000», Харків: НТУ «ХПІ».
5. https://uk.wikipedia.org/wiki/Моделювання_колектора

Коровяка Євгеній Анатолійович
Расцветаєв Валерій Олександрович
Пащенко Олександр Анатолійович
Яворська Вікторія Вікторівна

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

В редакції авторів

Підписано до друку __.__.2023 Формат 30×42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. Арк.28,6.
Обл.-вид.арк. 28,6. Тираж 100 пр.. Зам. № ____

Підготовлено до публікації
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК № 1842 від. 11.06.2004.

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19