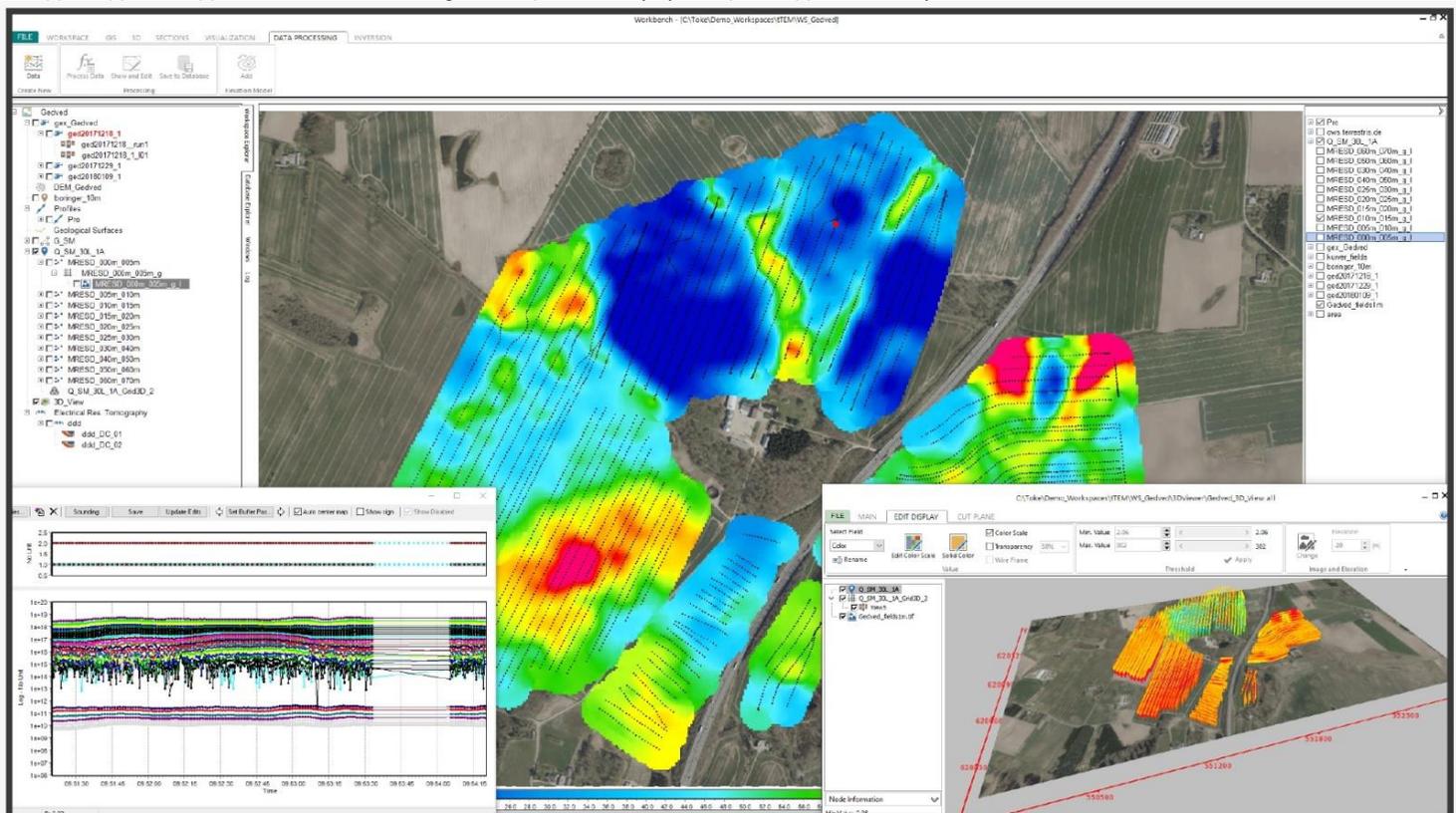


Bentley Systems объявило о приобретении компанией Seequent компании Aarhus GeoSoftware

7 июля 2021 г. – **Bentley Systems, Incorporated (Nasdaq: BSY)**, компания по разработке программного обеспечения для инфраструктуры, объявила, что ее бизнес-подразделение **Seequent** приобрело датскую компанию **Aarhus GeoSoftware**, разработчика геофизического программного обеспечения. Приобретение расширяет возможности Seequent для оперативного развития программного обеспечения управлением подземными водами, а также для проектов устойчивого развития, связанных с геологоразведкой, охраной окружающей среды и устойчивостью инфраструктуры. Aarhus GeoSoftware, дочерняя компания университета Aarhus University в Дании, разрабатывает программные пакеты AGS Workbench, SPIA, Res2DInv и Res3DInv для обработки, инверсии и визуализации геофизических данных наземных и аэроэлектромагнитных (EM) методов, электро-резистивной томографии (ERT), дистанционного зондирования и других методов. Программное обеспечение AGS позволяет пользователям создавать 2D и 3D модели электрического сопротивления среды. Выходные данные программного обеспечения могут быть использованы для выделения неоднородностей и дифференциации подповерхностных пород и впоследствии смоделированы в Seequent Leapfrog для оказания помощи в различных исследованиях подповерхностных слоев. Программное обеспечение использует измерения электрического поля, собранные на уровне поверхности земли или с помощью аэроэлектроразведочных систем, для картирования по электрическому сопротивлению подповерхностного распределения определенных материалов, таких как вода, залежи полезных ископаемых и глины, а когда вода содержит другие соединения, такие как соль, исследователи и специалисты отрасли могут сделать вывод о их концентрации. Генезис программного обеспечения AGS состоял в том, чтобы обеспечить запасы чистой питьевой водой будущие поколения путем картирования подземных вод по всей Дании. **В настоящее время** AGS используется во многих различных областях, включая:

- поиск подземных разломов и полостей для снижения риска строительства
- в горнодобывающей промышленности для исследования рудных тел, отходов горных пород и хвостохранилищ
- мониторинг движения подземных вод и загрязняющих веществ
- исследования для понимания воздействия на окружающую среду
- моделирование устойчивости плотин и туннелей
- оценка риска оползней для понимания устойчивости инфраструктуры или планирования строительства.

Seequent продолжит свою традицию сотрудничества с университетами и исследовательскими организациями по всему миру путем постоянного взаимодействия с Aarhus University для разработки геофизических решений AGS. AGS Workbench-это комплексный программный продукт для обработки, инверсии и визуализации геофизических и геологических данных. Пакет AGS Workbench основан на интерфейсе GIS и включает в себя специальные модули обработки различных типов геофизических данных. Пакет интегрирует все этапы рабочего процесса от обработки исходных данных до окончательной визуализации и интерпретации моделей инверсий.



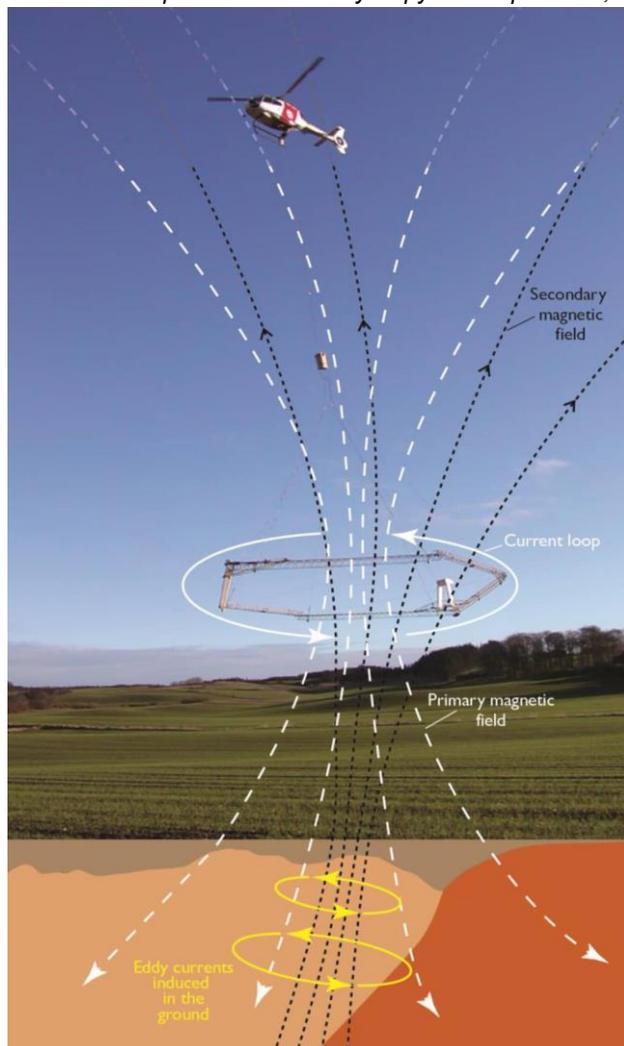
Грэм Грант, главный исполнительный директор Seequent:

“Это приобретение добавит новые возможности обработки геофизических данных в наши рабочие процессы, чтобы помочь продвинуть исследования и моделирование недр. Программное обеспечение AGS в сочетании с передовым программным обеспечением Seequent для геологического моделирования и анализа создает ключевой инструмент для понимания и управления подземными водами, а также оценки рисков в инфраструктуре, такой как плотины и каналы. Мы в восторге от новых возможностей, которые это открывает для наших коллективных пользователей по всему миру, улучшая цифровые модели среды”.

Токе Хейбьерг Сельтофт, генеральный директор Aarhus GeoSoftware:

“Глобальный охват Seequent позволит программному обеспечению AGS положительно повлиять на большее количество проектов по всему миру. По мере того, как мы продолжаем разрабатывать решения, наши пользователи получат большую выгоду от того, что наши инструменты будут находиться в системе и рабочих процессах Seequent. Мы рады присоединиться к Seequent и работать вместе над нашим общим видением того, как помочь организациям принимать более информированные и устойчивые решения через лучшее понимание недр”.

Для получения дополнительной информации, пожалуйста, посетите <https://www.aarhusgeosoftware.dk/>

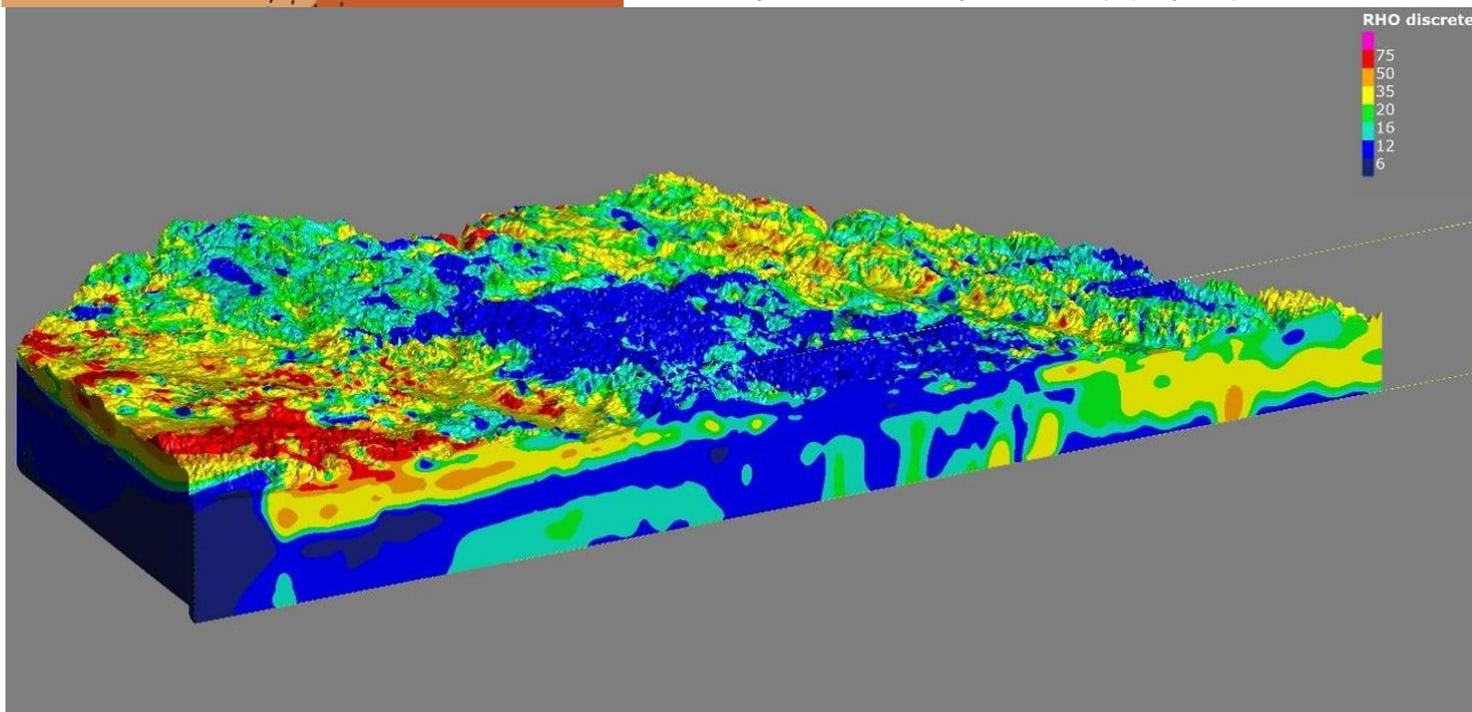


Аэрогеофизическое электромагнитное дистанционное зондирование (АЭМ) используется для сбора обширных объемов данных с самолета. Сенсорная петля под вертолетом или небольшим самолетом передает импульсы электромагнитного поля на землю. На основании свойств недр создается и измеряется вторичное поле в приемниках на летательном аппарате.

Затем эти данные обрабатываются для оценки электрических свойств подповерхностных слоев. Программное обеспечение AGS Workbench используется для обработки, инверсии и визуализации данных, собранных АЭМ и другими геофизическими методами.

Аэрогеофизическое электромагнитное дистанционное зондирование (АЭМ) использует электромагнитную индукцию для сбора обширных объемов данных с самолета. Это быстрый и экономичный способ картирования недр, он может охватить большие площади (10-1000 км²) за несколько дней, не требует нового бурения или наземных работ и, используя программное обеспечение для 3D-моделирования и визуализации, имеет быстрый подход к картированию недр.

Эта техника включает в себя вертолет или небольшой самолет, буксирующий сенсорную петлю примерно на высоте 100 футов (30 метров) над землей. Она генерирует электромагнитный сигнал, передаваемый в землю на основе свойств среды, тем самым создается вторичное поле и измеряется на летательном аппарате. Затем эти данные обрабатываются для оценки электрических свойств подповерхностных слоев. В зависимости от удельного сопротивления или проводимости обратный сигнал помогает ученым-геологам установить природу недр.



Данные зондирования, обработанные и инвертированные в программном обеспечении AGS Workbench, затем могут быть объединены в Leapfrog Works Seequent для создания 3D-модели, которая дает подробный обзор ресурсов. Приведенное выше изображение представляет собой гидрогеологическую карту недр Главного водоносного горизонта (и частей водоносного горизонта Огаллала) в штате Небраска, США.

Аэрогеофизическое электромагнитное дистанционное зондирование (АЭМ) использовалось для сбора данных с территории исследования площадью 4000 квадратных миль. Цветные разности представляют восемь категорий удельного сопротивления. Более высокие значения удельного сопротивления представлены как желтый к красному (песок и гравий), более низкие значения удельного сопротивления представлены как синий к зеленому (глина и ил), а коричневый представляет коренные породы.

5 способов использования моделей удельного сопротивления в горнодобывающих проектах для снижения рисков

Добыча полезных ископаемых сопряжена с высоким риском на каждом этапе: вы должны найти полезные ископаемые, безопасно и эффективно добывать их и обеспечить минимальное воздействие на окружающую среду.

Горнодобывающие и геологоразведочные компании уже давно используют аэро- и наземные геофизические исследования для снижения затрат и рисков.

Моделирование удельного сопротивления может идентифицировать подземные воды для использования и защиты, помочь найти месторождения полезных ископаемых, определить цели для программ бурения, а также проинформировать о размещении хвостохранилищ.

“С самого начала наше программное обеспечение было разработано для поддержки больших наборов данных аэрогеофизических съемок”, - Токе Селтофт, директор и геофизик Aarhus GeoSoftware (AGS, входящая в Seequent).

“Программное обеспечение помогает шахтерам определять, где находятся минеральные тела, различные виды коренных пород, грунтовые воды или глина, которые могут вызвать оползни”.

Программное обеспечение AGS может использовать данные всех геофизических приборов для проведения электромагнитных и электроразведочных съемок, а также предоставляет инструменты для картирования подземных вод.

“Мы также поддерживаем наземные исследования в области разведки полезных ископаемых для создания моделей удельного сопротивления. Если есть местные геологические знания о минеральных телах, например, буровые скважины, вы можете использовать их для ограничения моделей удельного сопротивления”.

Объединение разных геофизических данных в модели удельного сопротивления добавляет ясность пониманию недр.

Вот пять способов, использования геологами AGS для снижения рисков, затрат и принятия более эффективных решений:

1. Открытие полезных ископаемых

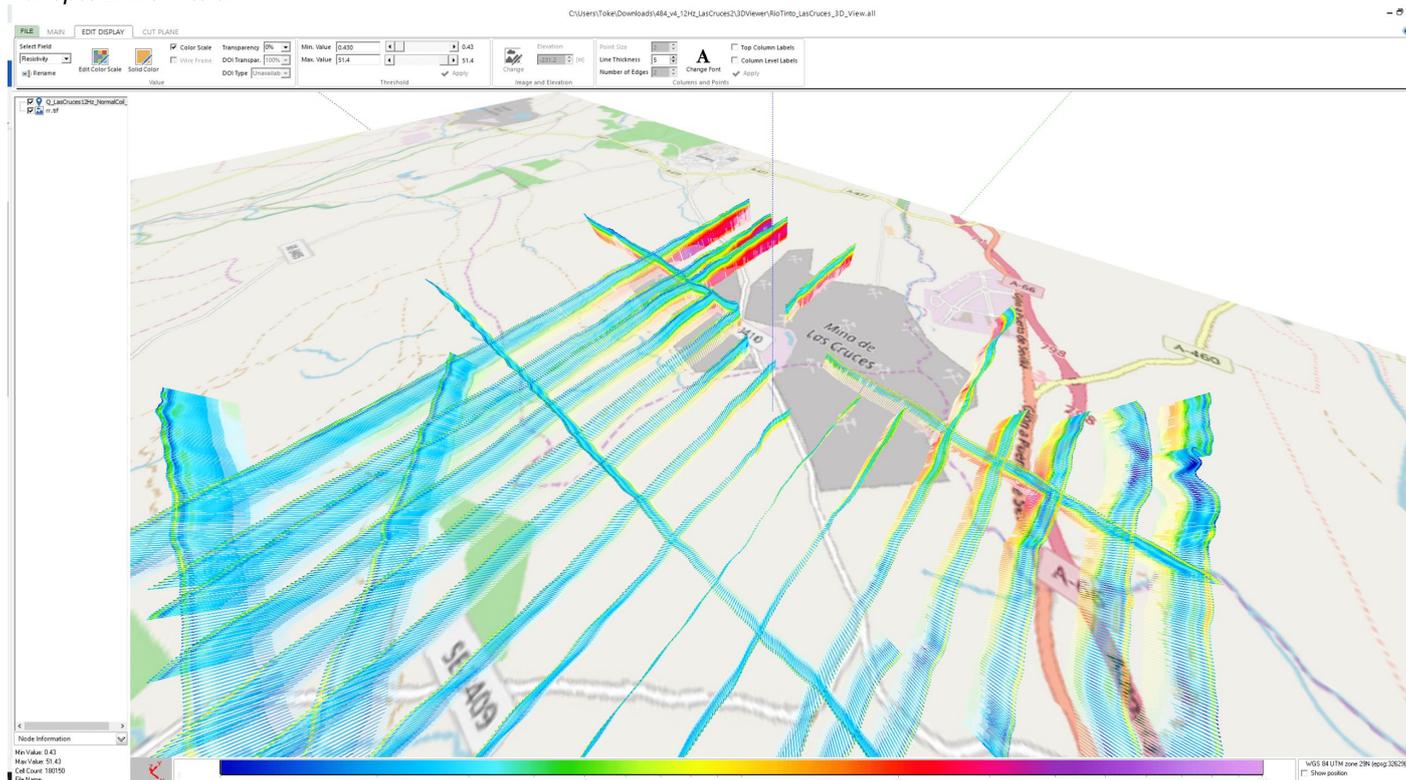
Литология, коренная порода и различные металлы имеют различное сопротивление в зависимости от их уникальной заряжаемости. Глина, например, имеет низкое удельное сопротивление.

Данные съемки могут быть использованы для сканирования большой площади и обнаружения областей с различным удельным сопротивлением, а также использовать эту информацию для идентификации минерализованных зон.

“Шахты используют наши инструменты для обнаружения кимберлитовых тел, месторождений золота, углерода, никеля и других. Часто они объединяют модели удельного сопротивления AGS с магнитными, гравитационными или даже сейсмическими данными.”

Модели удельного сопротивления также могут помочь ограничить проекты бурения, помогая определить области интереса. Зачем бурить там, где нет полезных ископаемых? Шахты и геологоразведочные компании могут улучшить программы бурения, используя свои модели удельного сопротивления.

“У нас есть ГИС-интерфейс, который вы можете использовать, чтобы поместить ваши данные по удельному сопротивлению на карты, так что вы можете иметь лучшее визуальное представление о том, где находятся минеральные тела.”



Модели удельного сопротивления в 3D просмотре геологической съемки.

Грунтовые воды также могут иметь различное сопротивление и химическое содержание и могут использоваться для получения информации о том, какие типы минералов могли образоваться поблизости. Это дает ценную информацию геологам, ищущим подсказки во время разведки.

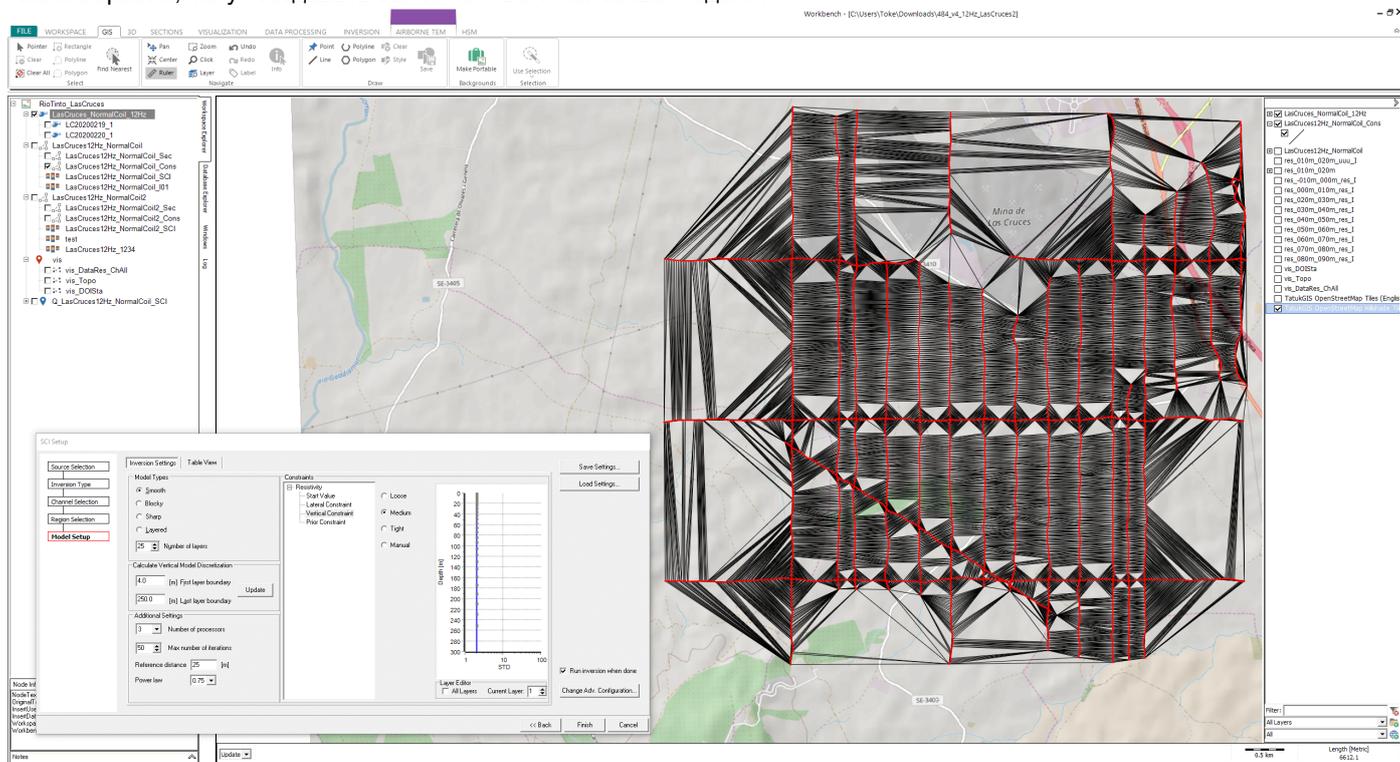
2. Лучшие данные, лучшие модели

Геофизические данные могут быть зашумленными, и на них влияет способ их получения. Горнодобывающие и геологоразведочные проекты собирают свои данные с помощью БПЛА, самолетов и вертолетных приборов. Программное обеспечение AGS учитывает уникальную информацию каждого инструмента: геометрию, форму волны, временные интервалы, а также текущие и другие спецификации работы аппаратуры.

“Наличие этих правильных спецификаций чрезвычайно важно для получения наиболее надежных моделей удельного сопротивления из данных обследования”, - говорит Токе.

“Есть много фильтров, которые вы можете применить, чтобы удалить или сгладить шум в данных”

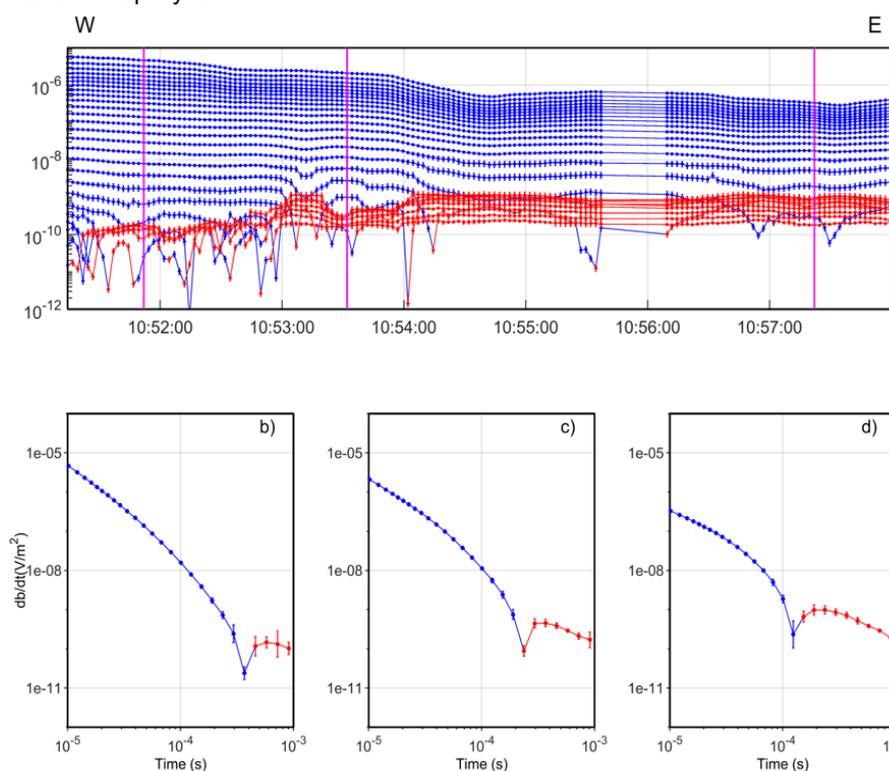
Используя инструменты AGS QA/QC и специфическую обработку, геологи получают лучшие, более чистые данные и, таким образом, могут создавать более точные и полезные модели.



Отображение 3D-ограничений данных в установке инверсии.

3. Удалите эффект IP (ВП)

Еще одной распространенной проблемой электромагнитных съемок является эффект вызванной поляризации (ВП). Даже если сбор данных выполнен идеально, различные структуры на поверхности и под поверхностью могут привести к ошибкам в результатах.



Любой, кто работает с данными геофизики, знаком (и, вероятно, разочарован) с эффектом IP, поскольку он делает данные бесполезными, а модели, основанные на этих данных, неточными.

“Часто при использовании данных ТЭМ в горнодобывающей промышленности глина и минералы могут создавать эффект вызванной поляризации, эффект IP, в данных”, - говорит Токе.
“В большинстве случаев данные ТЭМ, которые были затронуты IP, не могут быть использованы. Поэтому вам нужно удалить эти данные, прежде чем создавать модели удельного сопротивления. В Workbench вы действительно можете смоделировать эффект IP в данных, используя модель Cole-Cole или MPA (Максимальный фазовый угол)”

Выделение эффекта IP в данных TEM.

Схемы инверсии AGS могут учитывать эффект IP и позволяют пользователям хранить больше собранных ими данных и использовать их для моделирования.

4. Использование и охрана подземных вод

Программное обеспечение AGS было результатом работы в проекте по картированию и защите подземных вод Дании с использованием геофизики. До сих пор они нанесли на карту 40% территории Дании и около 5600 километров погребенных долин, где находятся подземные воды.

Более 20 лет опыта и знаний в рамках их программного обеспечения в настоящее время применяются геологами.

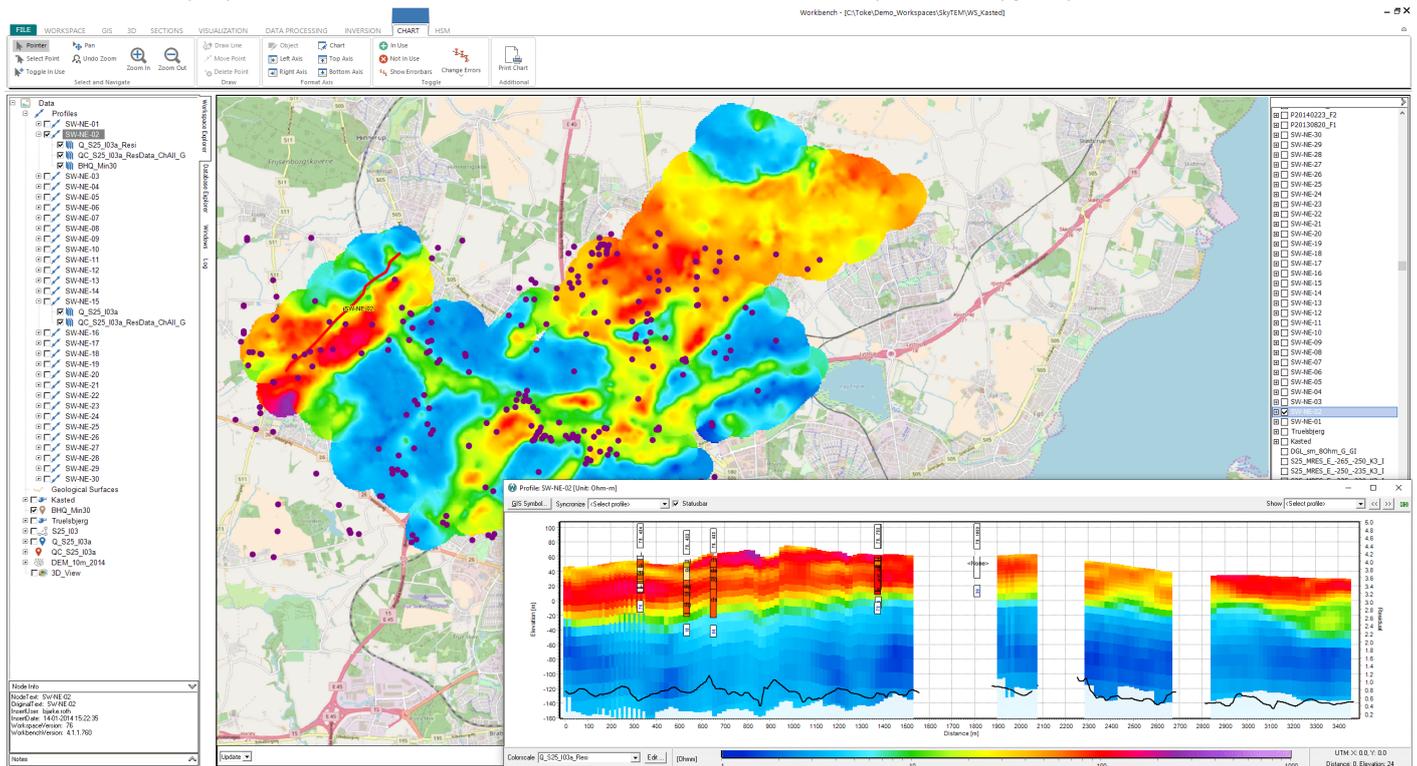
“Наше программное обеспечение используется для поиска подземных вод геологами по многим причинам, в первую очередь для добычи или переработки полезных ископаемых. Однако если добыча опускается ниже уровня грунтовых вод, она может истощить подземные воды или создать приток в горные выработки”, - объясняет Токе.

“Подземные воды также представляют большой риск для горных работ. Так, они часто сливают грунтовые воды, и программное обеспечение AGS может составить карту подземных вод и помочь определить направление потока и качество подземных вод”

Обводнение может иметь катастрофические последствия для безопасности и эксплуатации рудников. Кроме того, подземные воды, необходимые местному населению и экосистемам, должны быть защищены. Однако рудники нуждаются в большом количестве воды поблизости, чтобы обрабатывать и извлекать руду.

“Геологи составляют карту водоносного горизонта в AGS, потому что им не хватает воды для обработки и добычи минералов”, - говорит Токе.

В рамках AGS команды могут импортировать информацию о скважинах и интерпретировать ее наряду с аэро-электромагнитными данными для поиска водоносных горизонтов вокруг мест добычи полезных ископаемых. Это также позволяет им картировать запасы подземных вод, чтобы избежать сток и загрязнение других районов.



Поиск эффектов IP в данных TEM.

5. Планирование и мониторинг хвостохранилищ

Хвостохранилища - это самое очевидное место, где грунтовые воды играют важную роль. Размещение их сопряжено с большими рисками.

Вы должны понимать стабильность геологии, чтобы убедиться, что местность не деформируется и не разрушается, а также знать, нахождение подземных вод, чтобы не допустить их загрязнение.

“Другое дело, где будут расположены эти хвостохранилища. При строительстве хвостохранилищ очень важно, чтобы они не вступали в неблагоприятное взаимодействие с грунтовыми водами. Просачивание должно быть сведено к минимуму, так как это может привести к загрязнению грунтовых вод”

Соблюдение экологических норм и минимизация местного воздействия являются ключевыми факторами при добыче полезных ископаемых. Это обеспечивает их социальную лицензию на деятельность, а также позволяет избежать огромных затрат на рекультивацию.

“Если хвостовые воды просочатся в грунтовые воды, это будет большой проблемой. Таким образом, понимание гидрогеологии вокруг районов добычи полезных ископаемых действительно важно, чтобы избежать этих серьезных рисков и воздействия на окружающую среду”

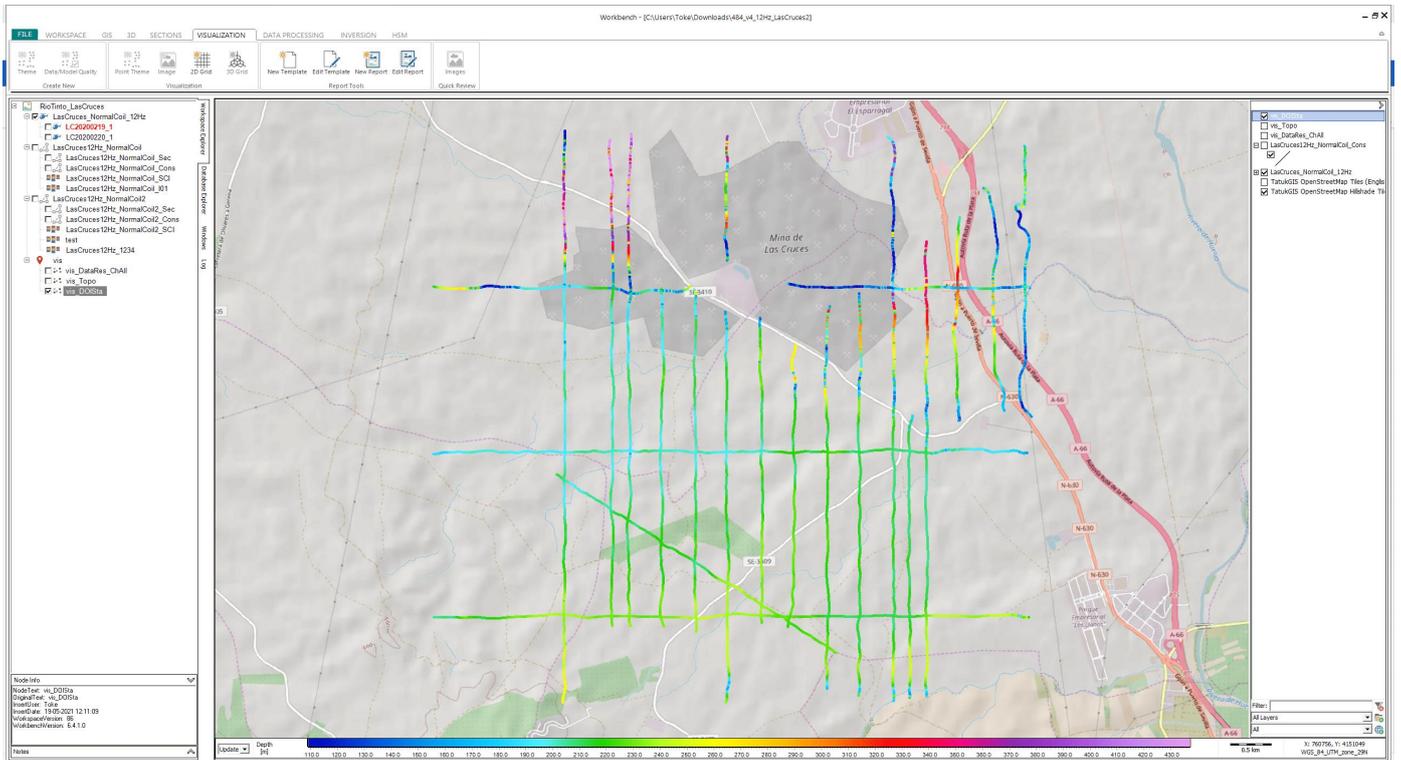
Каково будущее моделей удельного сопротивления в горнодобывающей промышленности?

По мере того как новые типы датчиков и исследований выходят на рынок, профессионалам горнодобывающей промышленности предлагается возможность проявить творческий подход.

“Геологи даже использовали AGS для поиска коренных пород, чтобы определить, где они могут разместить дробилку”, - говорит Токе.

AGS обеспечивает связь между инструментами геофизических исследований, моделированием удельного сопротивления и экспортом этих файлов в инструменты геологического моделирования, такие как Leapfrog.

Обеспечение лучших данных и объединение их всех вместе создает лучшее понимание недр и подземных вод, помогая горнодобывающим и геологоразведочным компаниям снизить риск.



Отображение Глубины исследования (DO) для каждой модели. Показывает, на какой глубине можно доверять моделям.

Как шоссе Nordic сократило затраты на 30% с помощью АЕМ, Workbench и машинного моделирования

“Они подсчитали, что для реализации проекта потребуется около 600 скважин, и сократили их на 30%. В конце концов, это примерно на 200 скважин меньше. Это позволило проекту сэкономить в общей сложности до шести месяцев, что составило почти 50% от прогнозируемого времени!”

Где коренные породы? Строительные компании тратят много времени, чтобы ответить на этот важный вопрос, потому что они рискуют превысить свои бюджеты, если они ошибутся.

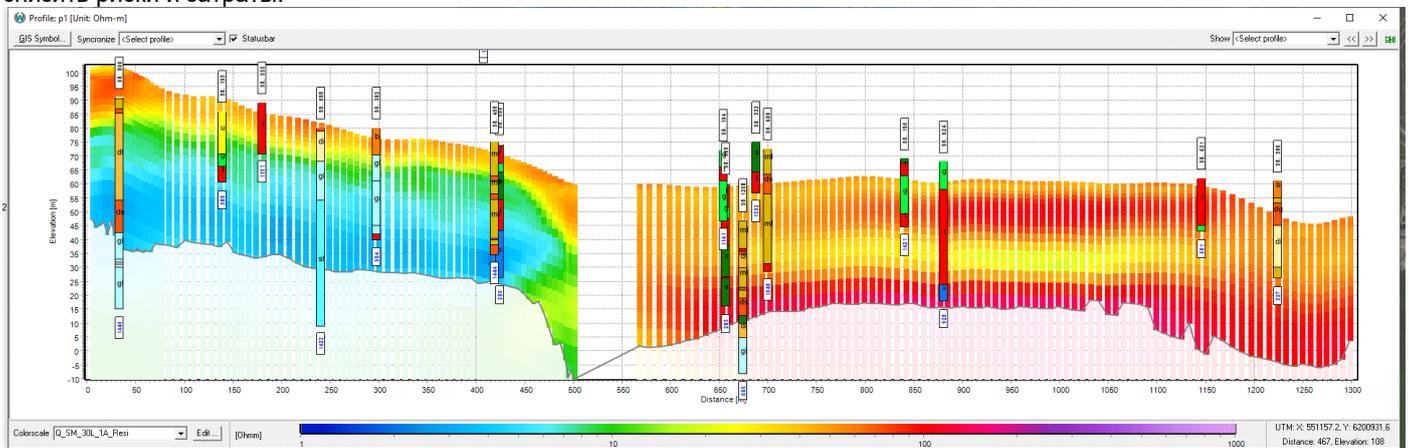
Теперь данные аэрогеофизических исследований помогают им сократить время, риски и затраты благодаря точному моделированию удельного сопротивления, которое может отображать глубину и вскрытие коренных пород.

Ранее аэрогеофизическая съемка проводилась в основном для разведки месторождений полезных ископаемых с использованием приборов самолетного базирования и охвата больших площадей электромагнитными данными. Сегодня, используя мобильные вертолетные приборы с более высоким разрешением, гражданские проекты также получают плоды.

“С помощью вертолетных съемок вы можете обтекать рельеф и оставаться ближе к поверхности”, - объясняет Токе Солтофт, директор и геофизик Aarhus GeoSoftware (входит в состав Seequent).

“То, что гражданские компании часто ищут, - это глубина до основания. Вам всегда нужно знать, где находится основа, чтобы обеспечить стабильность. Кроме того, если речь идет о грунтовых водах, это может повлиять на риск возникновения горных пород и оползней.”

Данные более точны, когда съемка может следовать ландшафту. Это в сочетании с разработкой электромагнитных приборов АМПП более высокого разрешения (ТЭМ) означает, что инфраструктурные проекты изучения грунта могут снизить риски и затраты.



Интерпретационные модели с литологией скважин.

“Это то, что часто происходит в геотехнических проектах вообще: бюджеты всегда переполнены. Потому что если у вас есть только скважины, то это всего лишь точечные измерения, и условия между ними могут сильно варьироваться”

“Насколько глубоко эта порода? Сколько вскрышных пород находится над коренной породой? Сколько в них глины? Сколько нам нужно убрать для дорожных разрезов или для рытья туннелей?” - Токе отмечает ключевые вопросы, с которыми сталкиваются инфраструктурные проекты. Используя программное обеспечение моделирования Workbench и нейронную сеть для обработки данных аэросъемки, проект шоссе в Норвегии смог ответить на эти вопросы, **снизив затраты на бурение на 30%, а время - до шести месяцев (50%)**.

Норвежский проект E16

Норвегия известна своими ледниковыми фьордами, береговыми линиями и обширными ландшафтами. Хотя то что красиво, под землей устроено сложно. В тяжелых наземных условиях, включая ледниковые отложения и сложные морские глины, команде проекта E16 нужно было найти лучший маршрут для 19-километровой автомагистрали.

“Им нужно было знать, насколько коренная порода менялась с глубиной, чтобы найти лучший коридор для строительства этой дороги” - говорит Токе.

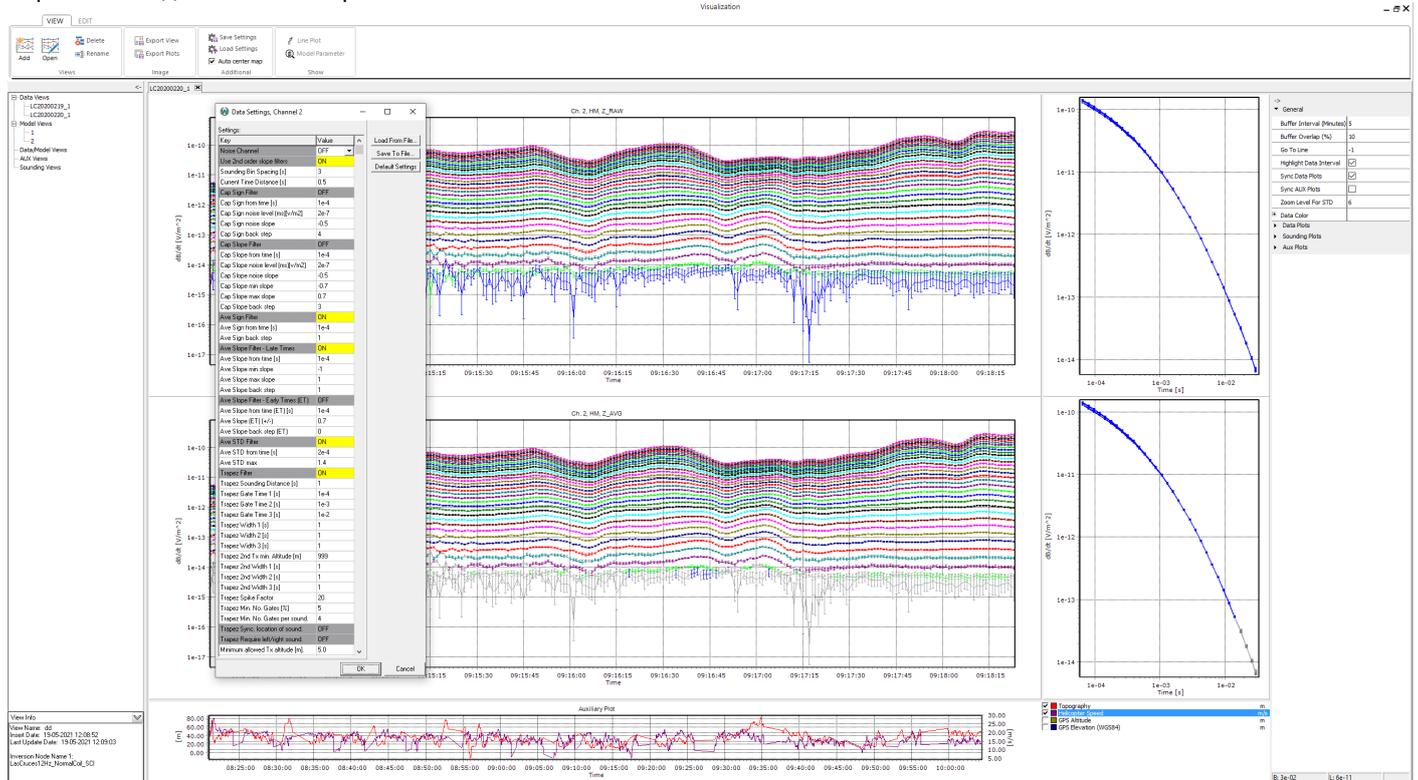
Группа оценила, что для определения наилучшего маршрута потребуется 600 скважин, но решила использовать аэрогеофизическую съемку, чтобы помочь определить места бурения.

“Если вы проведете аэро-съемку на огромной территории, а затем интерпретируете ее, используя существующие знания о бурении, вы создадите модели, в которых сможете понять неопределенность”, - объясняет Токе.

“Тогда вы можете продолжить бурение в тех областях, где неопределенность наиболее высока.”

Данные аэро-съемки ТЕА использовались для выявления слабых зон в районах, где глубина залегания коренных пород варьировалась таким образом, что бурение могло быть ограничено этими районами – это означало, что в целом требовалось меньше скважин, что сокращало эти затраты.

Отражают ли данные съемки реальность?



Настройка фильтров обработки для удаления шума в данных.

170-километровая аэрогеофизическая съемка ТЭМ заняла всего два дня, что намного быстрее и обеспечивает большую разрешающую способность в сложных районах, чем наземные методы.

Они использовали программное обеспечение Workbench для создания точных моделей удельного сопротивления на основе данных своих съемок.

“Workbench учитывает информацию об инструменте: геометрию, форму волны, а также временные окна, текущие и прошлые спецификации того, как работает инструмент”, - объясняет Токе.

“Наличие этих правильных спецификаций чрезвычайно важно для получения наиболее точных моделей удельного сопротивления из данных обследования”

“Есть много фильтров, которые вы можете применить, чтобы удалить или сгладить шумные данные. Вы можете удалить артефакты там, где на метод ТЭМ влияют искусственные установки, такие как линии электропередач, здания и т. д.”

Модели так же хороши, как и данные внутри них. Workbench позволил команде контролировать качество моделей, сделанных из данных, и учитывать несоответствующие модели, переработку данных и даже эффекты индуцированной поляризации (IP), вызванные глиной или минералами.

Имея в руках чистые данные, они смогли провести инверсию этих данных для исследования недр в 2D-профилях, 3D-гридах и объемах. Кроме того, они могли отмечать области по степени неопределенности.

“Существуют проверки качества, которые вы можете сделать, чтобы увидеть, насколько велика разница между моделями по сравнению с данными. Вы часто повторно обрабатываете и повторно запускаете новую инверсию, пока не получите модели, соответствующие данным, и не будете довольны результатами”, - говорит Токе.

“Затем вы можете визуализировать его с помощью интерфейса GIS и сделать ступенчатые срезы с удельным сопротивлением или глубиной до коренных пород”

“Далее вы можете визуализировать результат или экспортировать в другие программы, например, Leapfrog. В этом случае они экспортировали модели для использования в нейронной сети.”

Чистые данные для машинного моделирования

Некоторая первоначальная информация о скважине уже существовала для проекта. Проектная группа поместила модели удельного сопротивления Workbench и данные скважины в нейронную сеть для моделирования. Программа машинного обучения была способна быстро моделировать шаблоны и устанавливать связи, создавая базовую модель, которая учитывала всю информацию.

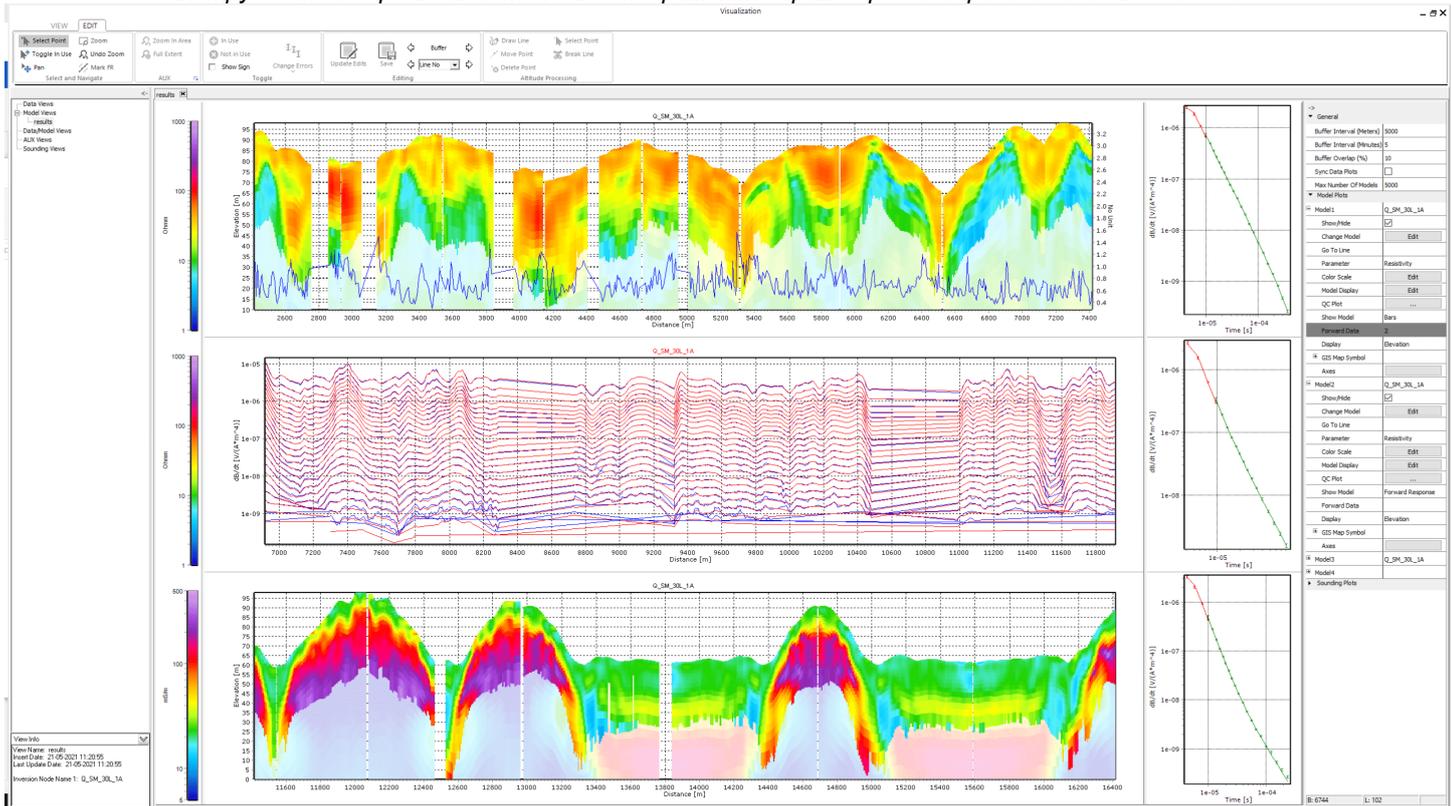
Используя эту всеобъемлющую модель коренных пород, команда могла бы более точно нацелить будущее бурение в районы, где неопределенность была самой высокой – и уменьшить ее, проводя бурение только там.

Что еще более важно, они могли избежать ненужного бурения в районах, где у них была более высокая уверенность в наземных условиях – экономия времени, снижение затрат при минимизации геологического риска.

“Помещая модели удельного сопротивления в эту нейронную сеть, вы можете войти и уверенно сказать:” Эта область-то, где находится коренная порода, это то, сколько вскрышных пород есть, и в этих областях нам нужно провести больше исследований”, - говорит Токе.



Инструмент контроля качества для отображения параметров инверсии и подгонки модели.



Окончательные модели удельного сопротивления

Быстрая проверка качества скважинных данных

Раньше в инфраструктурных проектах люди делали много бурения и верили, что информация о скважине была точной. *“Но это всегда зависит от того, кто взял образцы, насколько хорошо они описаны и других факторов”,* - объясняет Токе.

Таким образом, несмотря на исчерпывающее бурение, геологические риски часто приводили к перерасходу бюджета из-за изменчивости свойств между скважинами, а также из-за ошибок ввода данных и интерпретации. Моделирование удельного сопротивления Workbench помогает командам уменьшить и то, и другое.

“Если у вас есть литология скважины, а также информация об удельном сопротивлении из скважин, они оба могут быть импортированы в Workbench. Информация об удельном сопротивлении скважины может быть использована для ограничения инверсии моделей удельного сопротивления”, - говорит Токе.

“Это приведет к созданию моделей удельного сопротивления, которые максимально точно соответствуют как удельному сопротивлению скважины, так и литологии скважины и воздушным данным ТЭМ.”

Собрав все данные вместе для сравнения моделей, строительные компании могут затем просмотреть те скважины, которые не соответствуют данным, и попытаться объяснить различия.

Экономия затрат и охрана окружающей среды

Инфраструктурные проекты часто являются массовыми и оказывают большое влияние на окружающую среду. Экспортируя модели Workbench в геологическое моделирование или программное обеспечение BIM, минимизируются не только ошибки, риски и затраты, но и площадь проекта.

“Делая меньше бурения и создавая дорогу там, где это наиболее возможно, вы уменьшаете выбросы CO² и воздействие на окружающую среду”, - говорит Токе.

Поскольку проекты гражданских работ вовлекают больше заинтересованных сторон и регулирующих органов, демонстрация снижения воздействия является беспроигрышной для планеты и для подрядчиков.

“Это действительно новая эра для неинвазивных методов геофизической съемки в гражданском строительстве. Мы только начинаем понимать, насколько впечатляющи результаты.”



ООО АГТ СИСТЕМС

Россия 125445 г.Москва, ул Смольная, д 24 офис 1420

Тел 8(495)232-07-86

e-mail sales@agtsys.ru

www.agtsys.ru