

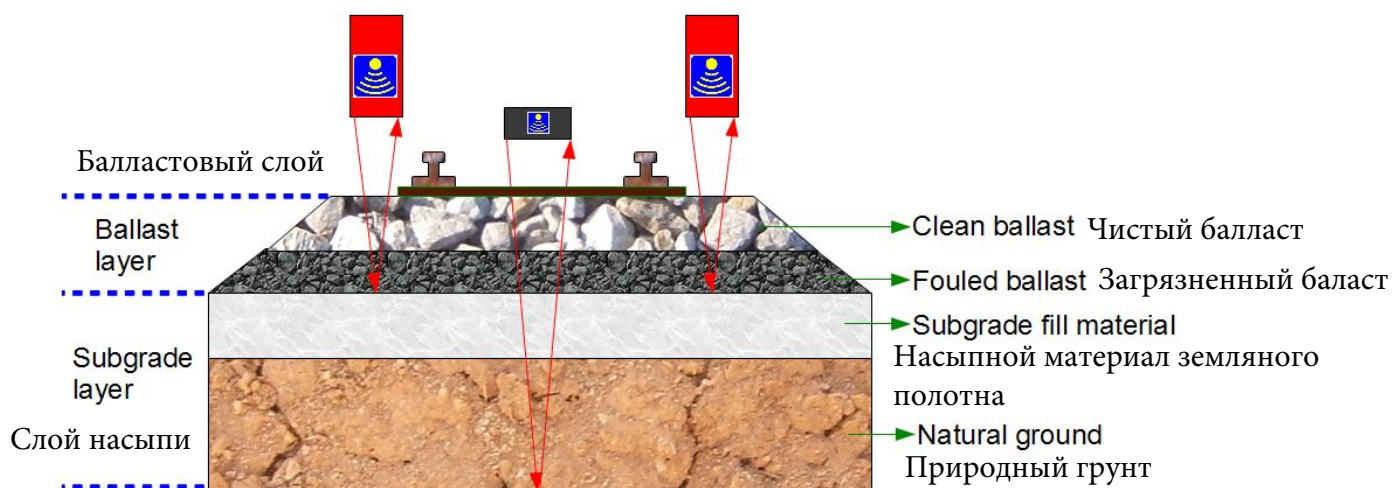
Применение в исследовании железной дороги

автор Goran Bekic

Введение

GPR технология была введена для инженеров железной дороги, как один из легких инструментов для быстрого и непроникающего обследования железной дороги. Поскольку данные исследования обычно растягиваются на несколько километров, количество данных может быть огромным. Тем не менее, с помощью некоторых продуманных препаратов и соответствующих инструментов для последующей обработки данных, можно создать быстрые и легкие для понимания отчеты. Эти отчеты будут высокоточными и в то же время результаты могут сочетать в себе несколько методов (сверление, буровая скважина, испытания динамического напряжения). Наибольшая польза от GPR исследования заключается в том, что оборудование может быть смонтировано на любом стандартном вагоне поезда/локомотива, а затем подсоединено к любому подвижному составу. Это позволяет Вам собирать данные без закрытия участка железной дорогой с регулярным движением.

Высокочастотные антенны используются для определения степени загрязнения балластного слоя. Низкочастотные антенны используются для обнаружения отклонений в балластовом и подстилающем слоях (места, размывы водой; балластовое корыто; пустоты и т.п.). Как правило, исследование предоставляет информацию о левом/правом пути и средней линии железной дороги. Путем объединения низкочастотных и высокочастотных антенн, граница исследования может быть установлена для каждой линии.



Упрощенный разрез железной дороги с GPR антеннами, расположенными над областями, представляющие интерес

Пример исследования



В данном примере исследования, мы собрали данные по участку железной дороги внутри туннеля, проложенного через твердый горный известняк. 3-х километровый участок был неисправен и данное исследование было частью расчета стоимости ремонтных работ/реконструкции. Участок не обслуживался примерно в последние 100 лет, а ремонтные работы ограничивались частичной заменой балластного слоя, рельсов и рельсовых балок. Проблемой данного участка было то, что балластовый слой располагался наверху твердой материковой породы и не совсем соответствовал минимуму 40 см в толщину. Так же, как правило, там находится большое количество воды, которое протекает через туннель во время сезона дождей, заполняя балласт грязью и глиной. Это приводит к очень твердому соприкосновению рельсов и основания, а также склонности к горизонтальному скольжению. В настоящее время проблема возрастает из-за большой скорости и веса подвижных составов, пересекающих участок.

Результатом, запрашиваемым из GPR исследования, было определить толщину и состояние балластного слоя. Результаты отчета должны быть представлены в виде числовой модели, так чтобы они могли легко использоваться в расчетах и реализоваться в остальной технической документации.

В связи с фактами того, что не было никакого искусственного подстилающего слоя и, что балластный слой был очень тонкий, всё исследование можно произвести с помощью только одного типа антенны: HA1000.

Оборудование для работы



Наименование антенны	Рекомендуемые параметры			Размер объекта (м)	Рекомендуемая область применения
	НР(МГц)	LP(МГц)	Диапазон (нс)		
HA1000	750	2000	7-30	0.05	Дорожное обследование, проверка техн. сост. сооружения

Рупорные антенны используются во многих применениях, от толщины покрытия и оценки состояния дороги/железнодорожной дороги до исследования высокоскоростных туннелей. Основным свойством данных антенн является то, что они очень фокусированные и имеют низкую волну в верхней части диапазона, где это имеет значение для предполагаемого применения. Наша антенна HA1000 широко использовалась для исследования дорог/железных дорог и в последнее время также для оценки первичной и вторичной обделки туннелей.





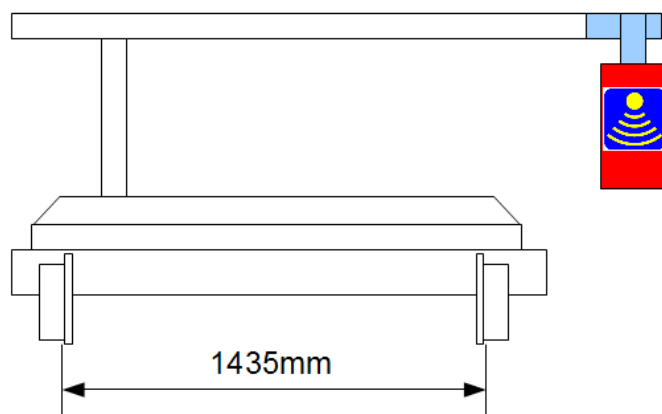
Хотя некоторые производители обеспечивают «стандартные» крепления для антенн и РЛС на транспорт для исследования дорог/железных дорог, всегда существует потребность в определенных настройках. В зависимости от типа транспорта, на которое Вы планируете монтировать данную систему, Вам, возможно, придется сделать некоторые значительные видоизменения. Постарайтесь найти решение, которое не повлечет за собой много сварки и сверления.



Проведение исследования



Исследование проводилось в то время, когда участок железной дороги после туннеля был закрыт для движения из-за ремонтных работ. Из-за другого текущего ремонта, для нас не было никакого доступного поездного локомотива, чтобы его использовать. Мы смонтировали антенну на легковесную тележку для ж/д перевозки (Walter). Мы решили получить два профиля. Профили проходят по левой и правой внутренней стороне рельсов. Хотя буксировка тележки через темный и влажный туннель не была легкой, нам удалось собрать необходимые данные за один рабочий день (8 часов).



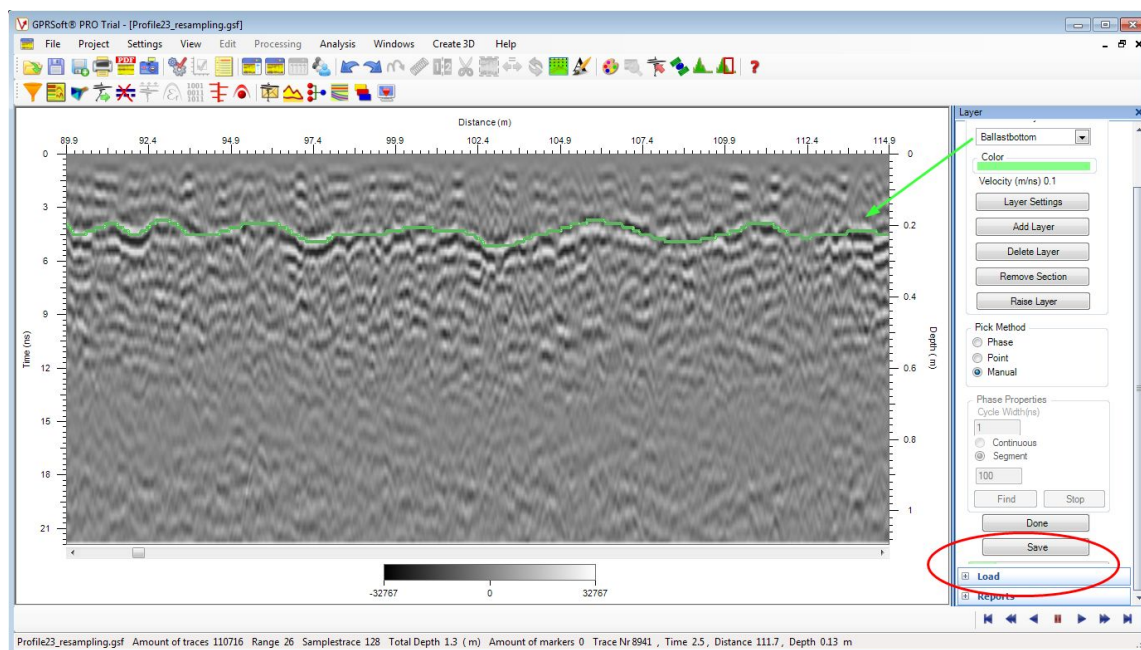
Схематическая установка

Обработка и заключение



Получение данных было достаточно легким и быстрым, но оно дало нам 6 км данных для интерпретации! Такое количество данных должно быть соблюдено и нет никакого другого способа, чтобы избежать прохождения всех данных полностью, но соответствующий инструмент может помочь нам в их обработке. Мы открыли профили в программе последующей обработки GPRSoft™PRO для георадара. Используя базовые этапы обработки, мы очистили данные и подготовили их для интерпретации. Для этого мы открыли в GPRSoft™PRO специальный улучшенный инструмент, называемый Слои (Layers). На боковой панели Вы найдете все инструменты, которые необходимы для интерпретации и создания отчета для этого типа данных.

Путем совмещения фазы и метода по выбору физического слоя, нам удалось отметить связь между балластовым слоем и материковой породой в полуавтоматическом режиме. Возможность сохранения работы, которую мы проделали и позднее продолжили, позволила нам сделать перерывы во время интерпретации. Это необходимо для качества отчета, потому что обработка может быть очень утомительной.



Отмеченные слои в GPRSoft™PRO

Толщина балластового слоя была определена очень быстро, и теперь пришло время создать цифровой отчет, который может быть использован в аналитической и технической чертежной документации. Этот этап был сделан автоматически с помощью генератора отчетов на панели слоев. Генератор отчетов позволяет Вам выбрать информацию из файлов, которую Вы хотите экспортировать. Выбранные значения помещаются в столбцы текстового файла с разделителями табуляций. Текстовый файл с разделителями табуляций является идеальным форматом экспорта из-за своей простоты интеграции с практически любой другой программой. Данные могут быть импортированы в табличный калькулятор, статическую базу данных, математическую модель или CAD программы с доступными инструментами импорта или понятным пользовательским скриптом. Однако если не существует такого доступного инструмента, всегда можно прочитать/ввести значения из текстового файла вручную.



Reports

☐ All Traces
☒ Interval

☐ Distance
☒ Traces

From: 10
To: 110706

Apply

Selected Layers
Ballastbottom
Layer 2

Confirm

Report Options

"0" Layer RDP: 9

☒ Velocity
☒ Amplitude
☒ TWT(ns)
☒ Depth
☒ Thickness
☒ Time Difference(ns)
☐ Latitude & Longitude
☐ X & Y
☒ Trace Nr
☒ Distance

Report directory
C:\Users\goran\Desktop\tasks\T

Browse
Create Report

Ballastbottom.txt - Notepad

File Edit Format View Help

Ballastbottom
Velocity 0.1m/ns

Trace Nr	Distance m	Amplitude	Depth m
7205	90.063	-16830	0.213
7206	90.075	-16830	0.213
7207	90.088	-16830	0.213
7208	90.100	-16830	0.224
7209	90.113	-16830	0.224
7210	90.125	-16830	0.224
7211	90.138	-16830	0.224
7212	90.150	-16830	0.224
7213	90.163	-16830	0.224
7214	90.175	-16830	0.224
7215	90.188	-16830	0.224
7216	90.200	-16830	0.224
7217	90.213	-16830	0.224
7218	90.225	-16830	0.224
7219	90.238	-16830	0.224
7220	90.250	-16830	0.224
7221	90.263	-16830	0.224
7222	90.275	-16830	0.224
7223	90.288	-16830	0.224

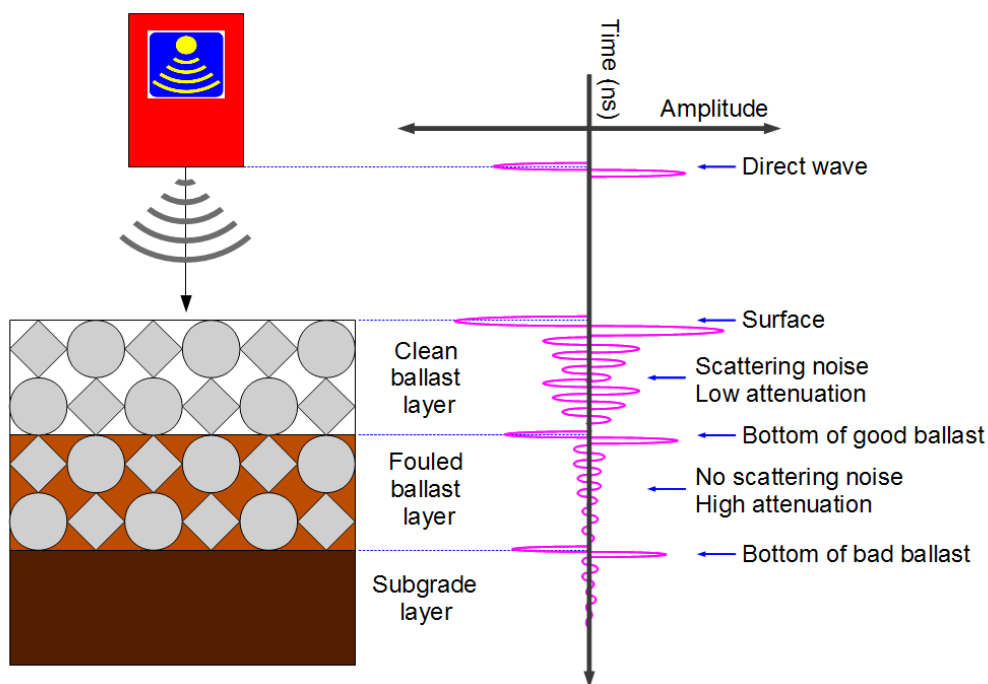
Цифровой отчет



Учитывая установленную, изображенную и описанную с помощью цифр толщину балластового слоя было только одно окончательное требование для этого исследования, которое должно быть выполнено: определение качества балластового слоя!

Для того чтобы выполнить данную интерпретацию мы в первую очередь создали логическое описание для некоторых отклонений, которые мы ожидали найти в наших GPR данных:

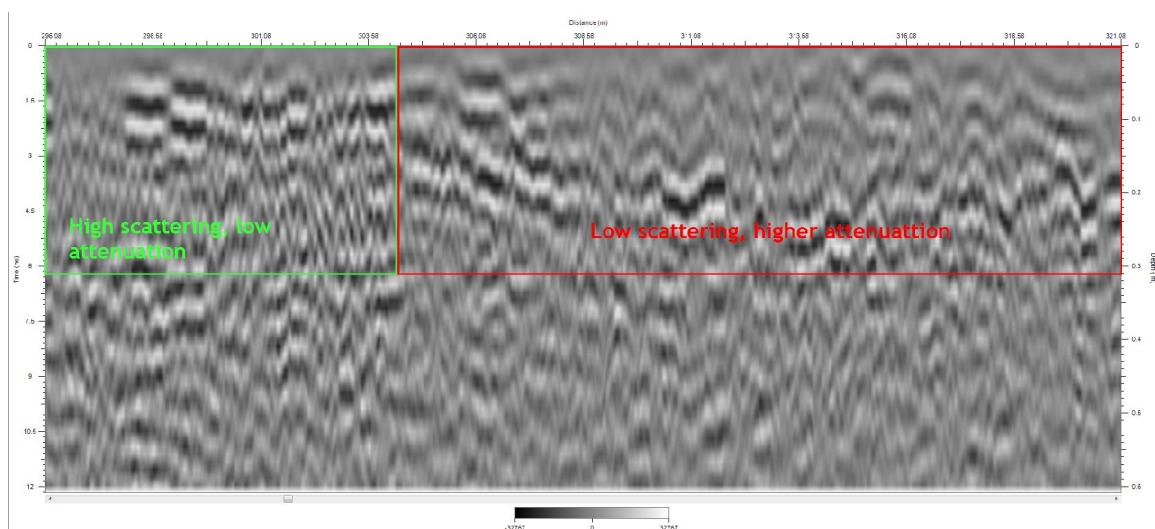
- хороший балластовый слой выполнен из камня размером с детский кулачок, поэтому там не должно быть никаких эффектов рассеивания;
- хороший балластовый слой выполнен из камня размером с детский кулачок, поэтому он должен быть сухим.
- плохой балластовый слой, пропитанный грязью, глиной и водой будет более однородным слоем без рассеивания;
- плохой балластовый слой, пропитанный грязью, глиной и водой будет более проводящим, так что мы сможем ожидать большее затухание (ослабление).



Изображение GPR следа из исследования железной дороги

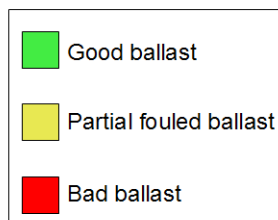
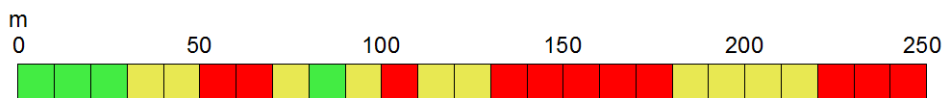
Интерпретация балластового загрязнения была сделана путем визуального наблюдения и еще одного прохода через данные. Инженеры железной дороги дали нам совет о том, как создать простой итоговый отчет. Мы создали цветокодированное расположение с простыми окрашенными в цвет значениями: хороший балласт - зеленый цвет, частично загрязненный балласт - желтый цвет; загрязненный балласт - красный.





Пример хорошей и плохой зоны балласта

Итоговым отчетом для этого задания является простое расположение с тремя доступными цветами.



Результат цветовой таблицы для быстрого и легкого использования



Исследования дороги/железной дороги создают очень длинные файлы и большое количество данных. Даже с самыми передовыми программами для автоматического сбора слоев или радиусом действия, Вы будете вынуждены интерпретировать или проверять результат самостоятельно. Будьте внимательны, учитывайте достаточное количество времени на интерпретацию при предложении расценок на работу.

