

Измерение ледяной дороги с помощью георадара

автор Goran Bekic

Введение

В течение долгих и холодных зим в Швеции (и в некоторых других странах) есть много озер и рек, которые полностью замерзают от одного берега до другого. Если лед толстый и достаточно плотный, очень удобно сделать временную дорогу по замерзшей воде. Одним из предпочтительных методов определения толщины льда является исследование георадаром. GPR система может быть легко смонтирована на небольшой транспорт или тележку, и может проехать ледяную дорогу по маршруту, создавая непрерывное отображение ложины льда. Кроме того, она записывает любые отслоения, трещины и просачивание воды во льду. При совмещении GPS данных, можно быстро создать очень точный и детальный отчет, отображающий толщину льда и возможные опасные положения.

Пример исследования



Зимой 2010 года, мы были наняты для составления карты с толщиной льда и любыми отклонениями, которые могут снизить качество дороги, созданной на озере Bodaträsket в городе Шеллефтео, Швеция. Чтобы обеспечить разрешение, требуемое для распознавания даже едва различимых отклонений, мы выбрали для работы антенну GCB1000. Данные были собраны с GPS устройством, присоединенным к GPR системе для того чтобы обеспечить единую возможность позиционирования для полученных данных.

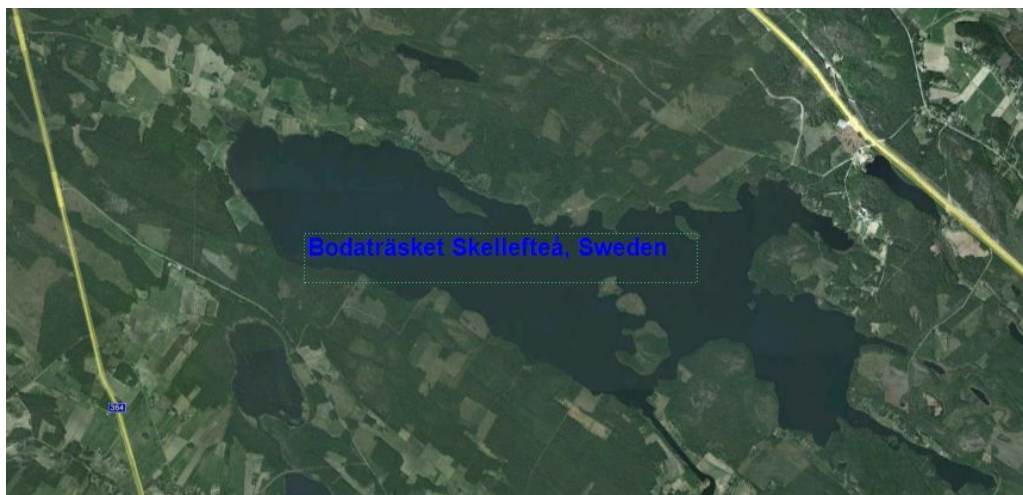


Рисунок 1. Озеро Bodaträsket, город Шеллефтео, Швеция



Оборудования для работы



Наименование антенны	Рекомендуемые параметры			Размер объекта (м)	Рекомендуемая область применения
	НР(МГц)	LP(МГц)	Диапазон (нс)		
GCB1000	500	2000	5-25	0.05	Слой небольшой глубины и исследо. коммуник., проверка техн. сост. сооружения

Данная антенна зарекомендовала себя во многих случаях как лучший инструмент "все-в-одном" для бетонного обследования, а также для измерений ледовых дорог. Стабильность и четкий вывод результата хороших данных, которые могут быть легко интерпретированы.



Рисунок 2. GCB1000, смонтированная на стандартную тележку SVC820

Проведение исследования



Мы получили два различных GPR профиля, по одному для каждой стороны дороги. В дополнение к сбору GPR данных, мы пробурили отверстие в двух отдельных местах, для того чтобы измерить фактическую толщину и состав слоев льда. Измерения, полученные в данных отверстиях, были использованы для проверки точной диэлектрической постоянной георадара для рассматриваемого материала.



Рисунок 3. Сбор GPR данных по ледяной дороге



Рисунок 4. Измерения калибровочного отверстия



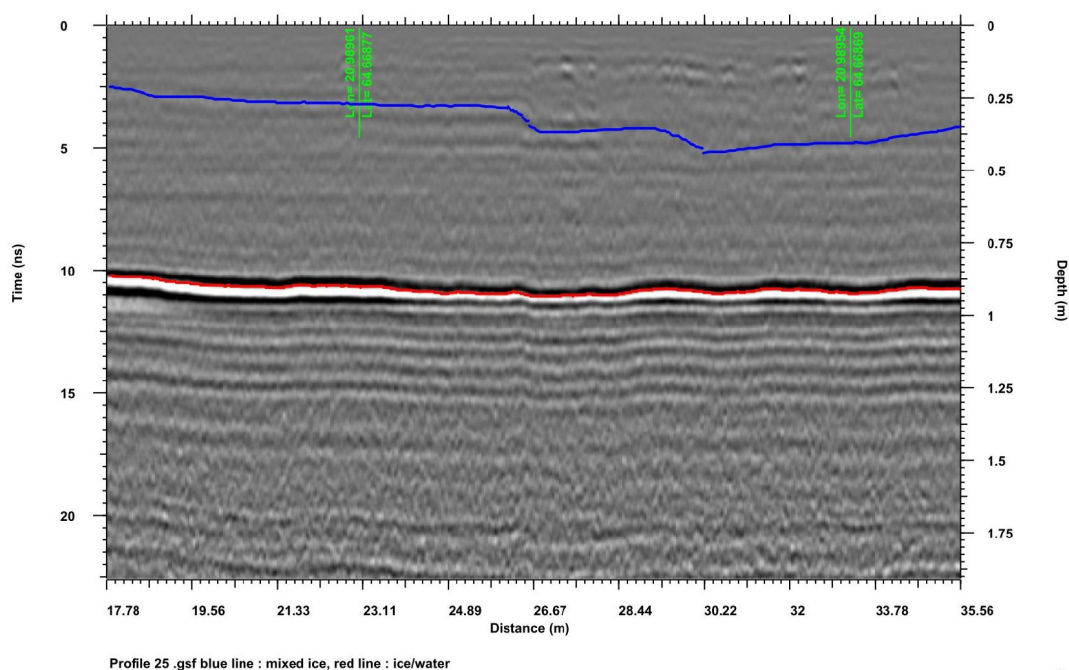
Обработка и заключение



Собранные данные были обработаны и проанализированы, используя программное обеспечение для последующей обработки GPRSoftPRO. В GPRSoftPRO мы использовали специальный инструмент для нахождения слоев и формирования отчетов количественной толщины наряду с наглядной PDF распечаткой. GPS данные, собранные во время измерения, были экспортированы в файлы формата Google Earth (*.kmz), позволяющие легко позиционировать наше единое исследование и индивидуальные результаты на карте.

Файлы для каждой из сторон ледяной дороги были полностью проанализированы и представлены как обработанные файлы с отмеченными слоями, цифровым выходом для толщины слоя льда и файлы формата *.kmz, которые отображают положение исследования в программном обеспечении Google Earth.

Ice Thickness Measurement Part I



Profile 25 .gsf blue line : mixed ice, red line : ice/water

2

Рисунок 5. Профиль с отмеченными слоями

Profile25 Total ice layer.txt - Notepad								
Trace Nr	Distance m	Amplitude	TWT(ns)	Depth m	Thickness m	Difference(ns)	Latitude	Longitude
171	3.800	13998	8.45	0.715	0.715	8.45	64.66891	20.98985
172	3.822	16823	8.40	0.710	0.710	8.40	64.66891	20.98985
173	3.844	20062	8.35	0.706	0.706	8.35	64.66891	20.98985
174	3.867	24657	8.30	0.702	0.702	8.30	64.66891	20.98985
175	3.889	29103	8.30	0.702	0.702	8.30	64.66891	20.98985

Рисунок 6. Цифровые значения для отмеченного слоя толщины льда



Рисунок 7. Google earth наложения снятого маршрута

Вместо финального заключения, мы смогли определить, что предполагаемая средняя толщина общего слоя льда составляет около 88 см. Приблизительно 50% является смешанным слоем льда, содержащим два расслоившихся слоя, видимых во многих частях исследования. Глубокий слой является более плотным льдом и один, располагающийся ближе к поверхности, содержит гораздо больше воздуха.

Отклонения, расположенные во льду, были экспортированы как pdf распечатка с наглядными GPS координатами. Мы также составили независимую таблицу, включающую все отклонения с их GPS расположением и кратким описанием.

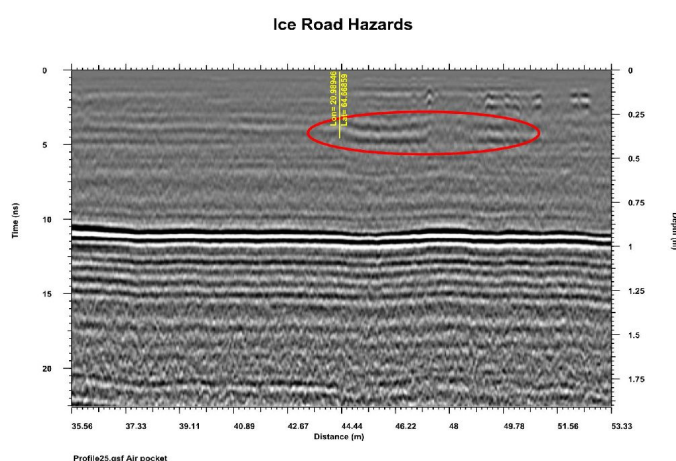


Рисунок 8. Воздушная пробка внутри смеси льда и снега

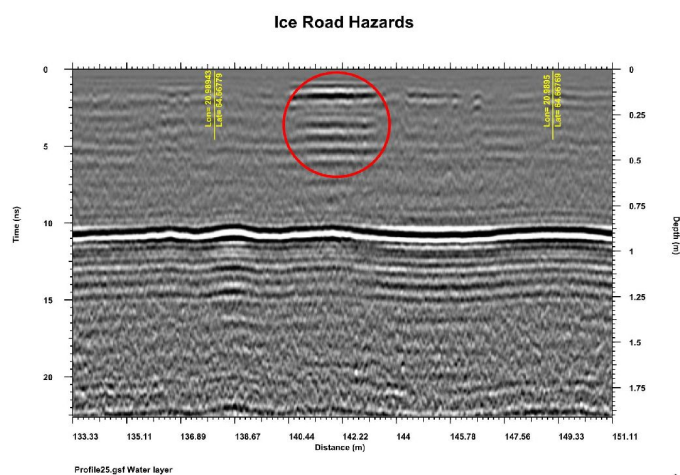


Рисунок 9. Водяной карман, вызываемый локальной трещиной и трением

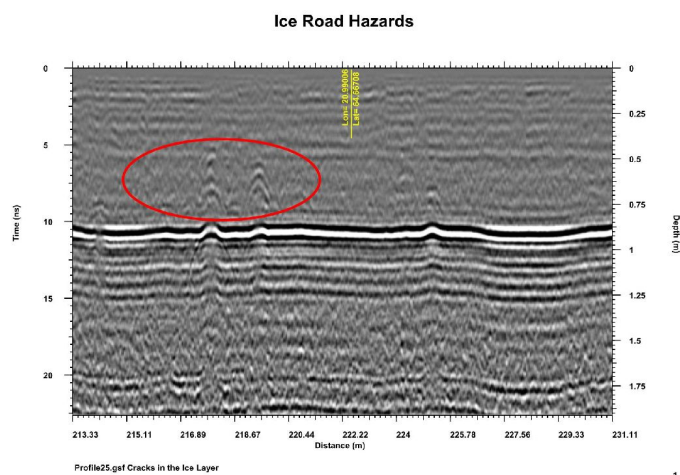


Рисунок 10. Несколько трещин в сплошном льде, повреждающих ледяную дорогу

Name	Latitude	Longitude	Description
Anomaly 1	64.668590	20.989460	Air pocket
Anomaly 2	64.667080	20.990060	Cracking
Anomaly 3	64.667790	20.989430	Water infiltration

Рисунок 11. Список отклонений с GPS положением и описанием