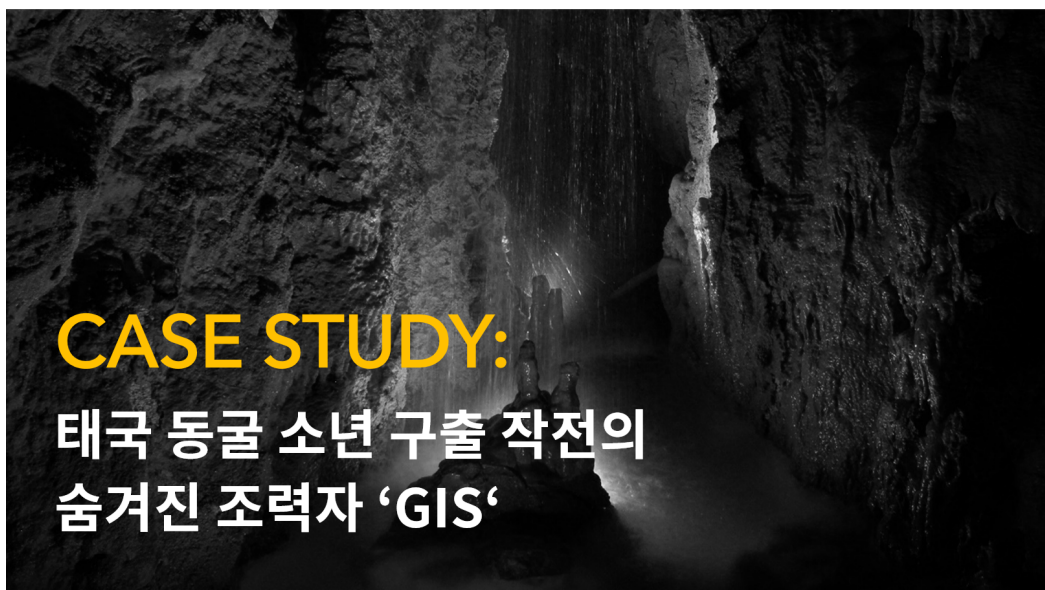


[🏠](#) > [CASE STUDY] 태국 동굴 소년 구출 작전의 숨겨진 조력자 'GIS'

[CASE STUDY] 태국 동굴 소년 구출 작전의 숨겨진 조력자 'GIS'

✍ 김 윤 지 / 📅 2018년 7월 31일 / 📖 [블로그](#) / 💬 [0 Comments](#)



전 세계가 월드컵에 빠져있을 때 태국의 열대 우기(몬순)는 유소년 축구팀인 '무빠(야생 멧돼지)'의 코치와 12명의 소년들을 치앙라이 탐루엥 동굴에 고립시켰습니다. 이 동굴은 몬순 시즌에 강으로 변하기 때문에 축구팀의 생존을 위협할 수 있는 만큼 태국 구조 당국은 즉각적인 수색을 시작했습니다.

동굴 구조는 지하와 지상 공간을 연결하여 작업해야 하므로 지도에 의존할 수밖에 없습니다. 따라서 사건 발생 초기에 태국 광물자원부(DMR·Department of Mineral Resources)는 Esri Thailand 및 GIS 기업의 전문가에게 축구팀 위치를 파악할 수 있는 다양한 지도 제작을 요청했습니다.

수로 전환(Diverting Water): 3D지도를 이용한 파이프라인 설치 지점 선정

폭우로 인해 동굴 내 급류가 거세져 잠수부가 진입하기에 위험한 상황이 지속되면서 DMR 직원과 지도팀은 소년들을 구조할 수 있는 방법을 신속하게 찾아야 했습니다.

그들은 이전에 구축한 동굴 측량도를 GIS에 불러와서 아래와 같이 동굴의 지상과 지하를 나타내는 지도를 만들었습니다. 지도 전문가는 수로 깔때기 역할을 하는 싱크홀을 찾고, 3D지도를 만들어 지상에서 물줄기가 어느 지점에서 멈추고 지하로 흘러가는지 데이터를 해석하며 분석을 통해 수로 전환 옵션을 검토하고 모델링했습니다. 동굴 내 상당한 물줄기를 생성하는 근원지를 식별하기 위해 산림 피복 정보, 수치 표고 모델(DEM), 지질학적 특징을 이용해 배수 지역, 유수 방향, 흐름 누적값을 계산했습니다. 이를 통해 동굴의 북부 및 남부 지역으로 흐르는 2개의 중요한 수원을 발견했고 현장 작업자가 동굴 북쪽에 있는 싱크홀에서 가장 가까운 논까지 긴 파이프라인을 설치하여 동굴의 수위를 감소시킬 수 있었습니다.



▲ 동굴이 있는 언덕 위 유수 방향을 보여주는 3D지도는 댐과 파이프의 위치를 정확하게 표시하여 수위를 감소시키는 데 큰 도움을 주었습니다.

축구팀 수색(Finding the Team): 동굴의 디지털 트윈을 통한 전략적 수색

폭우가 계속되고 시간이 흐르면서 동굴 내부 산소량이 감소하기 시작했습니다. 이에 태국의 마하 와치랄롱꼰 국왕은 구조 작업을 국가적 우선순위로 선언하고, 자원봉사자 10,000명과 군인을 포함한 태국 노동자 2,000명, 태국 네이비실(Navy SEAL: 미 해군에 소속된 특수 부대) 150명, 정부 관계 기관의 대표 100

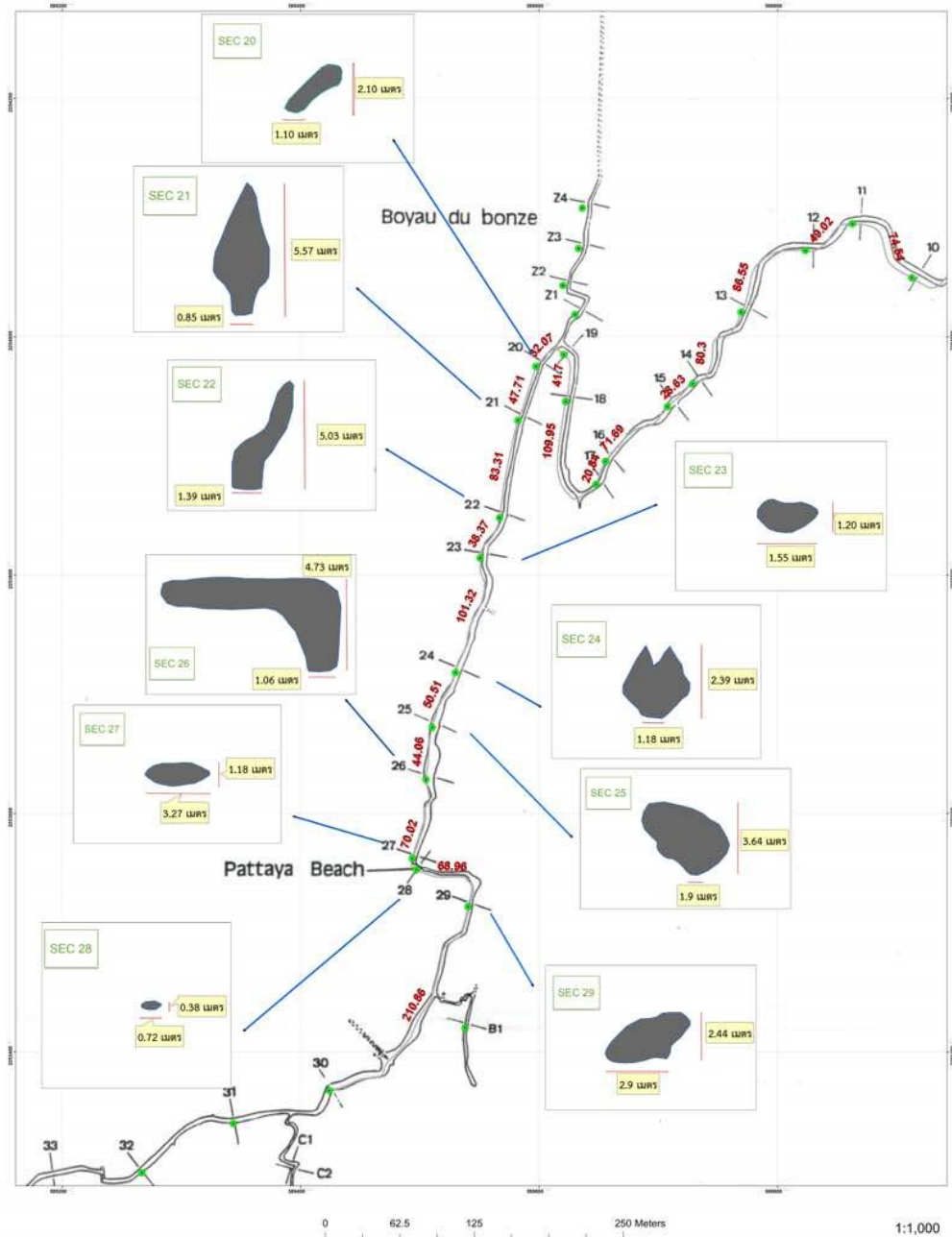
명 이상이 구조 작전을 지원했습니다. 특히 미국, 호주, 벨기에, 캐나다, 중국, 체코, 덴마크, 핀란드, 인도, 이스라엘, 일본, 라오스, 네덜란드, 러시아, 영국 등 세계 곳곳에서 다양한 분야의 전문가가 모여 축구팀 구출에 힘을 보탰습니다.

전문가들은 **Geohazard Operation Center**에 구조 작전실을 설치하고, 중앙 조정실에서 동굴의 디지털 트윈을 사용하여 활동을 계획하고 조정했습니다. 다이버를 포함한 수색팀은 동굴 내 굴곡, 회전, 치수를 나타낸 지도를 연구하면서 수색 과정을 이미지 트레이닝했습니다. 그런 다음 가이드라인과 산소 탱크를 통로에 따라 배치하고 복잡한 동굴 네트워크 연결을 위해 막다른 위치 확인 후 지도에 표시했습니다.

한편 태국 육군(**Royal Army**)은 지형도와 고해상도 항공 사진을 사용하여 동굴 입구를 대체할 위치를 찾고, 엔지니어는 동굴 중심까지의 거리를 여러 각도에서 계산하기 위해 **3D** 횡단면도를 탐색하여 시추 위치를 찾았습니다.

수색 9일째 되는 날 영국 다이빙 전문가는 동굴 입구에서 **3.2km**, 지하로 **1.6km** 떨어진 곳에서 축구팀을 발견했습니다. 영국 동굴 구조위원회 팀원인 **Rick Stanton**은 “발견 직후 축구팀이 살아있다는 사실에 안도감을 느꼈지만 동시에 구출 방법에 대한 걱정이 밀려왔습니다.”라고 말했습니다.

แผนที่หน้าตัดถ้ำ Sheet 02



แหล่งที่มา: APS, Expéditions Thai 87 - Thai 88, Rapport spéléologique et scientifique, April 1988, Toulouse, France
จาก ข้อมูลที่ได้รับจาก Mr. Martin Ellis เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2561



구조 계획(Planning the Rescue): 동굴 내 상황 모니터링 및 강수량 예측

세차게 내리는 빗속에서 기다리고 있는 축구팀을 위해 구출 작전을 서두르기 시작했습니다. 정부 관계자는 물이 빠질 때까지 4개월을 기다린 후 축구팀을 구조해야 한다고 예측했지만, 지도 데이터를 분석한 전문가는 동굴의 산소 수준이 오랫동안 유지되지 않을 것이라고 주장했습니다.

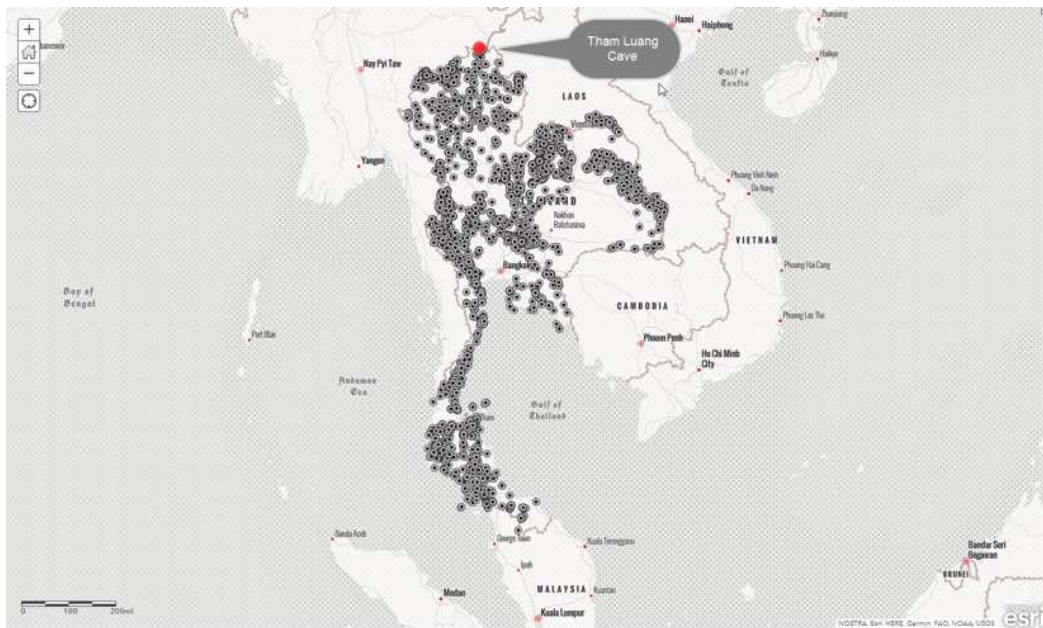
지도팀은 임무가 '구조'로 바뀌면서 동굴 입구에서 구조 지점까지의 물과 산소 수준에 대한 센서 판독 값을 수집했습니다. 매시간마다 업데이트 되는 지도는 동굴 내 수심과 대기질을 나타냈으며, 구조자 상태 변화에 대한 상황을 표시했습니다. 또한, 기상 레이더 피드를 모니터링하여 강수량을 예측하고 판단했습니다.

소년들이 발견된 후 6일 동안 구조팀의 구출 시도가 계속됐으나 성공적인 구조를 위해서는 이동 시간을 줄여야만 했습니다. 소년들 중 몇 명만 수영이나 다이빙을 할 수 있었고 평균 이동 시간은 8시간이나 소요되기 때문에 모두 안전하게 구조하기에 너무 긴 시간이었습니다. 구출 아이디어를 논의하고 있을 때 한 다이버는 썰매와 전면 다이빙 마스크를 결합한 획기적인 해결책을 생각했습니다.

구조팀은 즉각 실행에 옮겼습니다. 먼저 4명의 소년을 인도했고, 축구팀이 동굴에 들어간 지 18일 만인 7월 12일에 나머지 코치와 소년들이 모두 구출되었습니다. 특히 마지막 소년이 동굴 밖으로 나올 때 배수펌프가 고장 나면서 동굴의 수위가 급격히 높아져 조금만 구출이 늦었다면 위험해질 수도 있었던 아찔한 상황이 벌어지기도 했습니다.

그날 밤 태국 네이비실은 “모든 멧돼지가 동굴 밖으로 나왔습니다.”라고 페이스북 페이지에 공식발표를 했습니다. 다양한 분야에 있는 전문가 도움으로 축구팀은 무사히 탈출할 수 있었습니다. 그리고 고립됐던 18일 동안 팀원들에게 명상과 호흡법을 알려주면서 에너지와 공기를 보존하는 데 도움을 준 코치의 역할도 한몫 했습니다.

다음은 태국 동굴 소년들의 구조 및 수색 작업에 대한 타임라인 맵입니다.



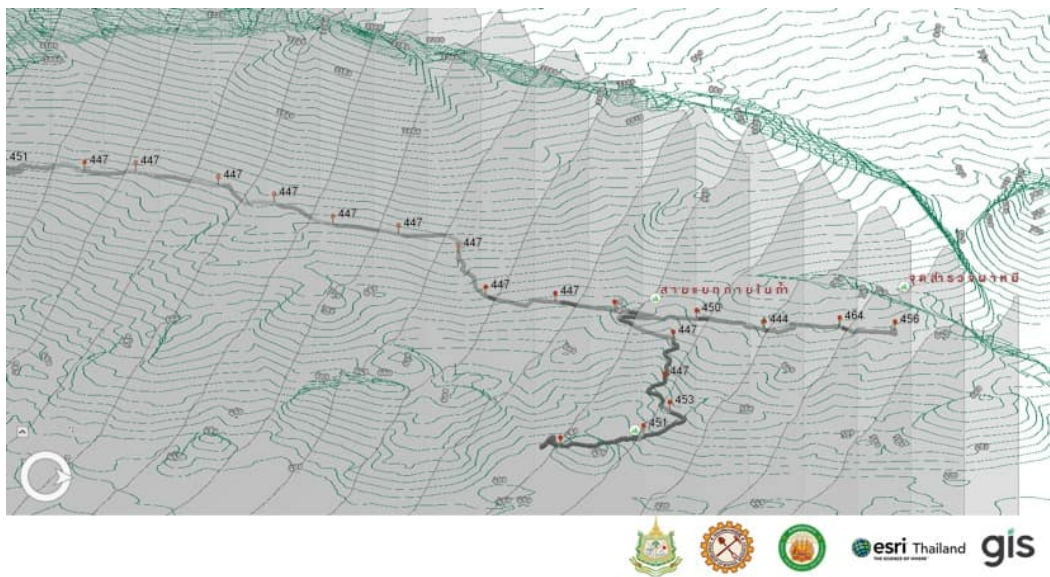
2018. 6. 23: 이 지도는 태국의 ‘Caves and Caving’ 웹사이트에서 제공하는 동굴 데이터로 만들어졌습니다. 치앙라이 탐루엥 동굴로 놀러 간 축구팀 소년 12명 및 코치가 몬순 시즌의 영향으로 불어나는 물에 고립됐습니다.

2018. 6. 24 – 6. 27: 태국 정부 및 민간단체가 수색 구조팀을 구성했습니다. 많은 지도들이 소셜 미디어를 통해 배포되었지만, 지도 전문가는 정확도가 부족하다고 판단했습니다.

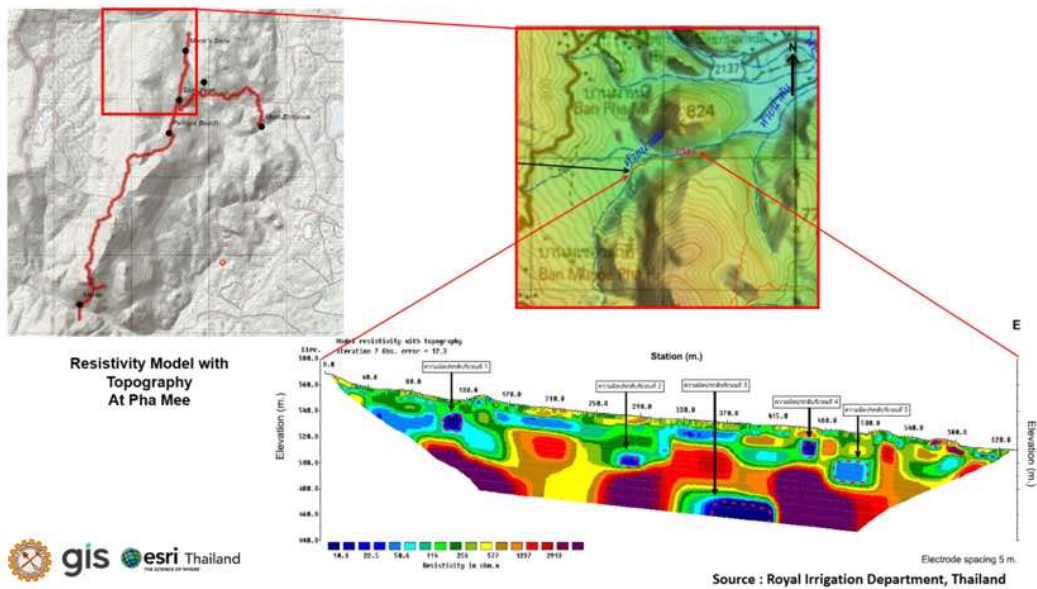


2018. 6. 27: Esri Thailand 및 GIS 기업이 수색 및 구조 작업에 참여했습니다. 위 이미지는 Geohazard Operation Center에서 3D 지도 분석을 수행하고 있는 Esri Thailand 직원의 모습입니다.

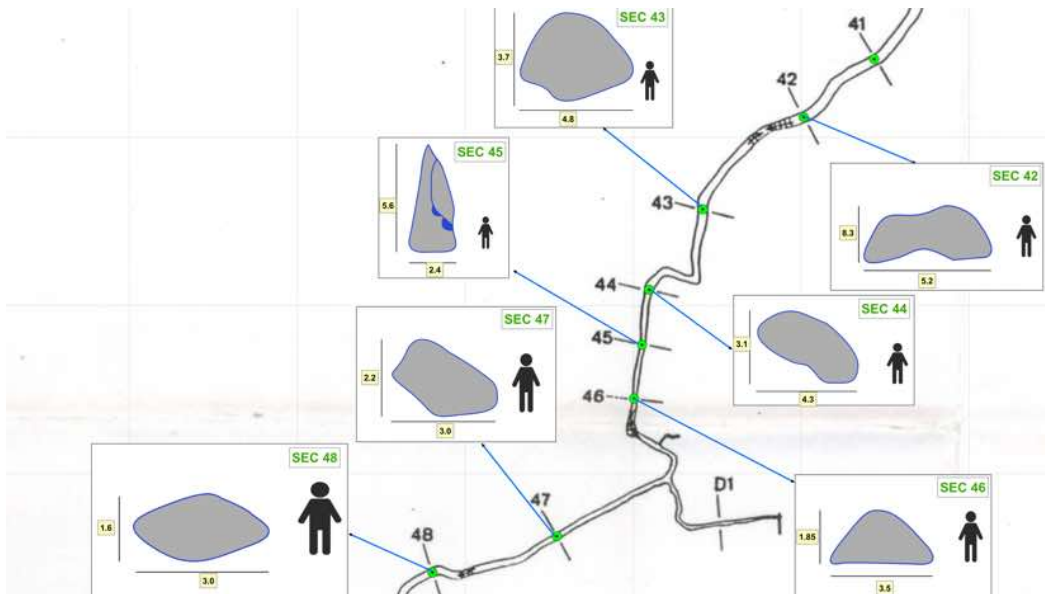
처음에 수색 구조팀은 동굴에서 직접 물을 빼내려 시도했지만, 수위 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았습니다.



2018. 6. 28: 지도팀은 언덕이 많은 지형에 대해 정확하고 신뢰할 수 있는 데이터를 찾는 데 어려움이 있었습니다. 이때 1986년 프랑스 동굴 측량 작업에서 만들어진 동굴 데이터를 활용하게 되었고, 추가로 항공 사진을 수집하고 수치 표고 모델을 생성했습니다. 이 데이터는 3D 지도와 동굴 단면도를 포함하여 다양한 지도를 시각화하고 일반 지형도에 3D 높이 및 거리를 상황에 맞게 표현할 수 있습니다.



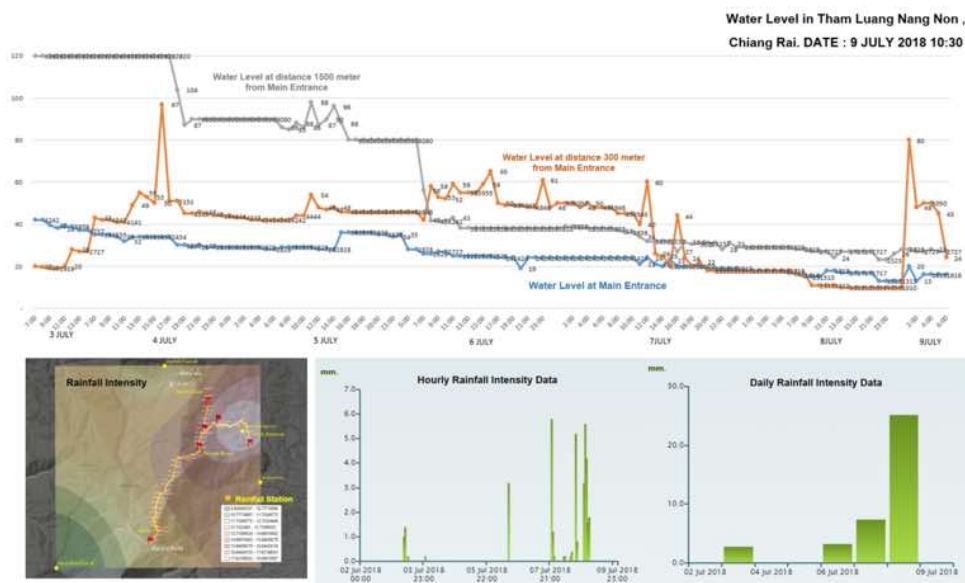
2018. 6. 29: 폭우로 인해 동굴 내부의 수위가 점점 높아져 다이버가 수색하는데 방해를 받았습니다. 동굴 내부의 지형 정보가 부족했던 지도팀은 **Martin Ellis**가 작성한 **Caves of Thailand** 책을 번역하여 영국 측량 기술사에 의해 측정된 동굴의 세부 정보를 추가할 수 있었습니다. 또한, 유수의 흐름을 우회할 위치를 결정하기 위해 배수 지역, 유수 방향, 흐름 누적값을 분석했습니다.



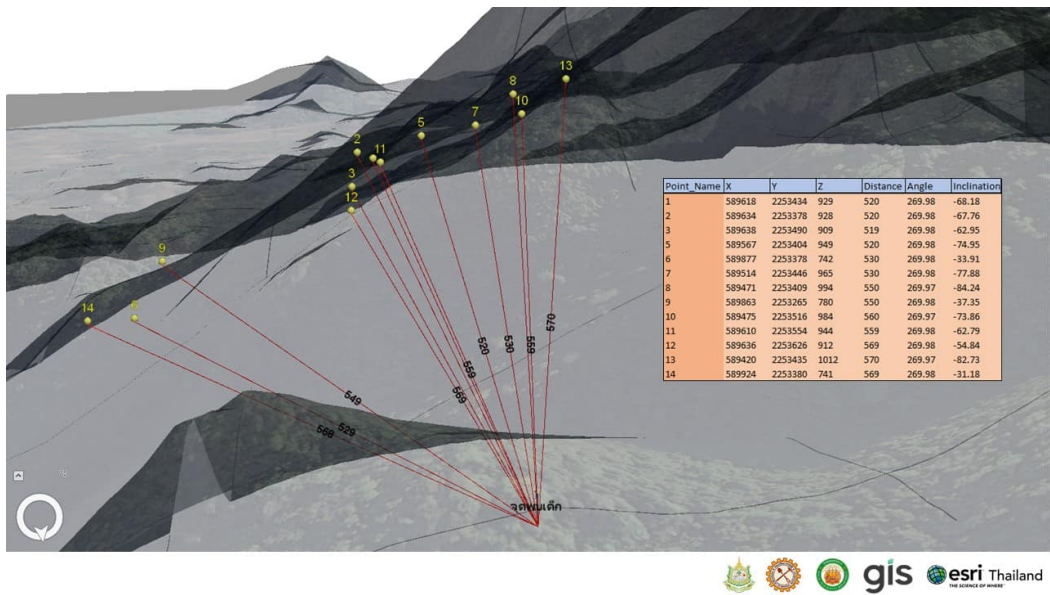
2018. 6. 30 – 7. 1: 구조대는 동굴의 북쪽에 물길 전환용 돌 댐을 건설하였지만, 수위가 줄어들지 않았습니다. 이때 **Martin Ellis**는 추가 정보를 전달하기 위해 지도팀에게 횡단면도가 포함된 동굴 지도를 제공하였고, 전문가는 이를 활용하여 단면 간 거리와 통로의 실제 측정값을 제공하기 위해 지리 참조하였습니다. 작성된 데이터는 수색 작업을 계획하고 수행하는 데 상황에 맞게 적절히 활용되었습니다.



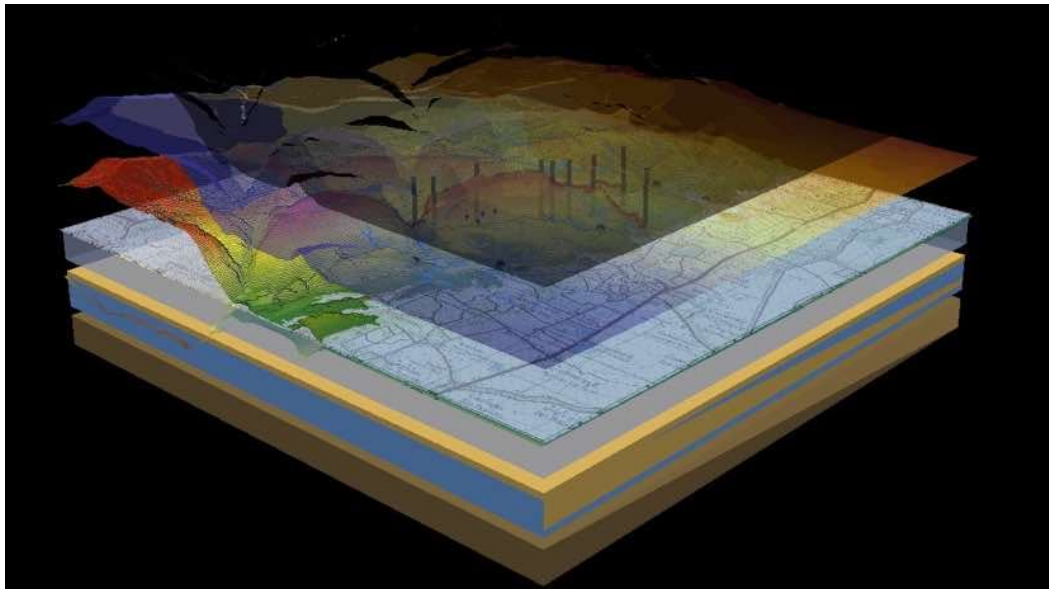
2018. 7. 2: 대대적인 수색 작업 끝에 다이버가 축구팀을 발견하였으나, 폭우로 인한 수위 상승은 계속되었습니다. 현장팀은 동굴 남쪽에서 물을 우회하였으며, 사무실에 있는 전문가는 물길 전환 전략을 위한 논의를 그림과 같이 수행했습니다.



2018. 7. 3 – 7. 4: 현장팀은 동굴 남쪽에 더 많은 돌 댐을 건설함으로써 물의 흐름을 전환했습니다. 동굴 수위 시간별 모니터링을 통해 수심 및 산소를 파악하였는데, 수심은 감소했지만 산소 수치는 위험할 정도로 낮은 수준을 나타냈습니다.



2018. 7. 5 – 7. 8: 3D 분석을 통해 탈출용 수직갱을 시추할 수 있는 구조물의 거리와 각도를 계산할 수 있었습니다. 또한 강수량과 수위를 모니터링함으로써 지속적인 노력을 했습니다.



2018. 7. 9 – 7. 11: 먼저 4명의 소년들이 구조되었고 차례로 두 번째 그룹, 마지막으로 남은 소년들과 코치도 구조되었습니다. 축구팀 전원이 건강하게 구조되는 기적 같은 일이 발생했습니다.

태국에서 일어난 기적은 축구팀 구출을 위해 전세계에서 모여든 дай버, 군인, 자원 봉사자 등 다양한 분야 전문가들의 전문 지식과 노력이 있기에 가능했습니다. 그리고 GIS가 있었습니다.

출처: Esri 블로그(blog.esri.com)

[수색](#)

[태국 동굴](#)

댓글 남기기

[김지은로\(으로\) 로그인 함. 로그아웃?](#)

댓글

보내기

검색

🔍 검색

GIS를 이해하기

[GIS란?](#)

[GIS 활용 방법](#)

[GIS 활용 사례](#)

회사소개

[\(주\)한국에스리](#)

[블로그](#)

[오시는 길](#)

[채용](#)

[문의 사항](#)

기술지원 및 서비스

[기술지원 시작하기](#)

[기술지원 서비스](#)
[기술지원 센터](#)
[유지관리 프로그램](#)
[전문 서비스](#)
[수강신청](#)

특별 프로그램

[특별 프로그램](#)
[비영리단체](#)
[교육기관](#)
[재난대응](#)
[환경보호](#)

맵 및 리소스

[The ArcGIS Book](#)
[Map Book Gallery](#)
[Story Maps Gallery](#)
[Maps We Love](#)
[E360 Video Library](#)
[GIS Dictionary](#)

ASSIGN A MENU

한국에스리 | 대표: 윤리차드케이 | 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 87길 36 2005호 (삼성동, 도심공항타워) | 이메일: info@esrikr.com | 개인정보관리책임자: 안정호 | admin@esrikr.com
유지관리문의: 02-2086-1950 | 제품구매문의: 02-2086-1960 | 제품기술지원: 080-850-0915 | 교육센터: 02-2086-1980 | 대표전화: 02-2086-1900 | 사업자등록번호: 120-87-96816

Copyright© 2020 (주)한국에스리

한국에스리 홈페이지 내 모든 콘텐츠(사진, 이미지, 게시글 포함)에 대한 무단 복제 및 개작, 변형, 배포 행위는 원칙적으로 금지되며, 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.
한국에스리 콘텐츠를 사용하고자 하시는 경우 mkt@esrikr.com으로 연락 부탁드립니다.