



사용자 매뉴얼

버전 1.0
2025년 7월

사용자 매뉴얼

버전 1.0

목차

페이지

1	GISPIPE에 관하여	1
1.1	EPANET과의 관계	3
1.2	EPA-SWMM	3
2	시스템 요구사항	5
3	프로그램 설치	6
4	소프트웨어 구매	7
5	면책 조항	8
6	시작하기	9
7	GISPIPE 작업 공간	10
8	지리정보시스템	15
8.1	지리정보시스템(GIS)이란?	15
8.2	좌표계	16
8.3	지도 투영법 이해	17
8.4	공간 데이터 Format, 수집 및 축척	18
9	상수관망 모델	19
9.1	수리 및 수질 분석 모델	20
9.1.1	수리 시뮬레이션 모델	20
9.1.2	수질 시뮬레이션 모델	20
9.2	상수관망 모델 구축	21
9.2.1	레이어 작업	21
9.2.2	물리적 구성요소	38
9.2.3	객체 유형	43
9.2.4	객체 추가	44
9.2.5	시각적 객체 편집	50
9.2.6	비시각적 객체 편집	58
9.2.7	Other 모델링 매개변수	66
9.3	편집 도구	70
9.3.1	지도 도구 및 탐색	70
9.4	상수관망 모델 설정	74
9.4.1	수리 옵션	74
9.4.2	수질 옵션	77

9.4.3	에너지 옵션.....	79
9.4.4	시간 설정.....	80
9.4.5	교정 도구.....	81
9.4.6	제어 및 규칙 추가.....	82
9.5	시뮬레이션 실행.....	84
9.5.1	시뮬레이션 설정.....	84
9.5.2	분석 실행.....	84
9.5.3	상태 및 오류 확인.....	93
9.6	결과 확인 및 해석.....	94
9.6.1	그래프로 결과 확인.....	99
9.6.2	표로 결과 확인 (작성 예정).....	107
9.6.3	시뮬레이션 결과 내보내기 (작성 예정).....	107
9.7	Other 기능.....	108
9.7.1	체적 계수 (작성 예정).....	108
9.7.2	스켈레브레이터 (작성 예정).....	108
9.7.3	flow units 변환.....	109
9.7.4	관 길이 재계산.....	109
9.7.5	관망에 밸브 추가 (작성 예정).....	110
9.7.6	관 매설심에서 EPANET 표고로 변환 (작성 예정).....	110
10	우수 관리 모델 (작성 예정).....	111
10.1	GISpipe의 개념 모델.....	112
10.1.1	시각적 객체.....	112
10.1.2	비시각적 객체.....	112
10.1.3	계산 방법.....	112
10.2	GISpipe 메인 창.....	112
10.2.1	개요.....	112
10.2.2	메인 메뉴.....	112
10.2.3	키보드 단축키.....	112
10.2.4	도구 모음.....	112
10.2.5	상태 표시줄.....	112
10.2.6	연구 지역 지도.....	112
10.2.7	프로젝트 브라우저.....	112
10.2.8	지도 브라우저.....	112
10.2.9	속성 편집기.....	112
10.2.10	프로그램 기본 설정.....	112
10.3	프로젝트 작업.....	112

10.3.1	새 프로젝트 생성	112
10.3.2	기존 프로젝트 열기	112
10.3.3	프로젝트 저장	112
10.3.4	프로젝트 기본값 설정	112
10.3.5	측정 단위	112
10.3.6	링크 오프셋 규약	112
10.3.7	교정 데이터	112
10.3.8	모든 프로젝트 데이터 보기	112
10.4	객체 작업	113
10.4.1	객체 유형	113
10.4.2	객체 추가	113
10.4.3	객체 선택 및 이동	113
10.4.4	객체 편집	113
10.4.5	객체 변환	113
10.4.6	객체 복사 및 붙여넣기	113
10.4.7	링크 형상 조정 및 반전	113
10.4.8	소유역 형상 조정	113
10.4.9	객체 삭제	113
10.4.10	객체 그룹 편집 또는 삭제	113
10.5	뷰어 지도 작업	113
10.5.1	지도 레이어 보기	113
10.5.2	지도 테마 선택	113
10.5.3	지도 크기 설정	113
10.5.4	배경 이미지 활용	113
10.5.5	거리 측정	113
10.5.6	지도 확대/축소	113
10.5.7	지도 이동	113
10.5.8	전체 범위 보기	113
10.5.9	객체 찾기	113
10.5.10	지도 쿼리 제출	113
10.5.11	지도 범례 사용	113
10.5.12	개요 지도 사용	113
10.5.13	지도 표시 옵션 설정	113
10.5.14	지도 내보내기	113
10.6	시뮬레이션 실행	114
10.6.1	시뮬레이션 옵션 설정	114

10.6.2	보고서 옵션 설정	114
10.6.3	이벤트 기간 선택	114
10.6.4	시뮬레이션 시작	114
10.6.5	결과 문제 해결	114
10.7	결과 보기	114
10.7.1	상태 보고서 보기	114
10.7.2	요약 결과 보기	114
10.7.3	시계열 결과	114
10.7.4	지도에서 결과 보기	114
10.7.5	그래프로 결과 확인	114
10.7.6	그래프 모양 사용자 정의	114
10.7.7	표로 결과 보기	114
10.7.8	통계 보고서 보기	114
10.8	GISpipe에서 사용하는 파일	114
10.8.1	프로젝트 파일	114
10.8.2	보고서 및 출력 파일	114
10.8.3	강우 파일	114
10.8.4	기후 파일	114
10.8.5	교정 파일	114
10.8.6	시계열 파일	114
10.8.7	인터페이스 파일	114
11	지표 유출 모델 (작성 예정)	115
12	도구	116
13	도움말	126
14	문의하기	127
15	참고문헌	127

감사의 글

GISpipe 는 배수관망 및 우수하수 시스템의 계획, 분석, 관리 효율성을 높이기 위해 개발되었으며, 이를 위해 공개적으로 제공되는 두가지 강력한 소프트웨어, 즉 EPANET 과 SWMM 의 시뮬레이션 기능을 통합하였습니다. 우리는 미국 환경보호청(USEPA)과 루이스 A. 로스먼(Lewis A. Rossman) 박사님의 이러한 필수 도구 개발 및 지속적인 유지보수에 대한 중요한 기여에 깊이 감사드립니다.

EPANET 2.2 엔진은 관망의 수리 및 수질 거동을 시뮬레이션하며, EPA SWMM 5.2 엔진은 도시 배수 시스템에서 유출량과 수질을 모델링합니다. 이 두 엔진은 GISpipe 에 통합되어 견고하고 신뢰할 수 있는 시뮬레이션 결과를 제공합니다.

다음 공식 매뉴얼은 기술적 일관성과 사용자 명확성을 보장하기 위해 참조되어 GISpipe 설명서에 통합되었습니다.

EPANET 2.2 사용자 매뉴얼

EPA/600/R-20/133

Rossman, L.A. and U.S. Environmental Protection Agency (2020)

Available at: www.epa.gov/water-research/epanet

Storm Water Management Model (SWMM) User's Manual Version 5.2

EPA/600/R-22/195

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2022).

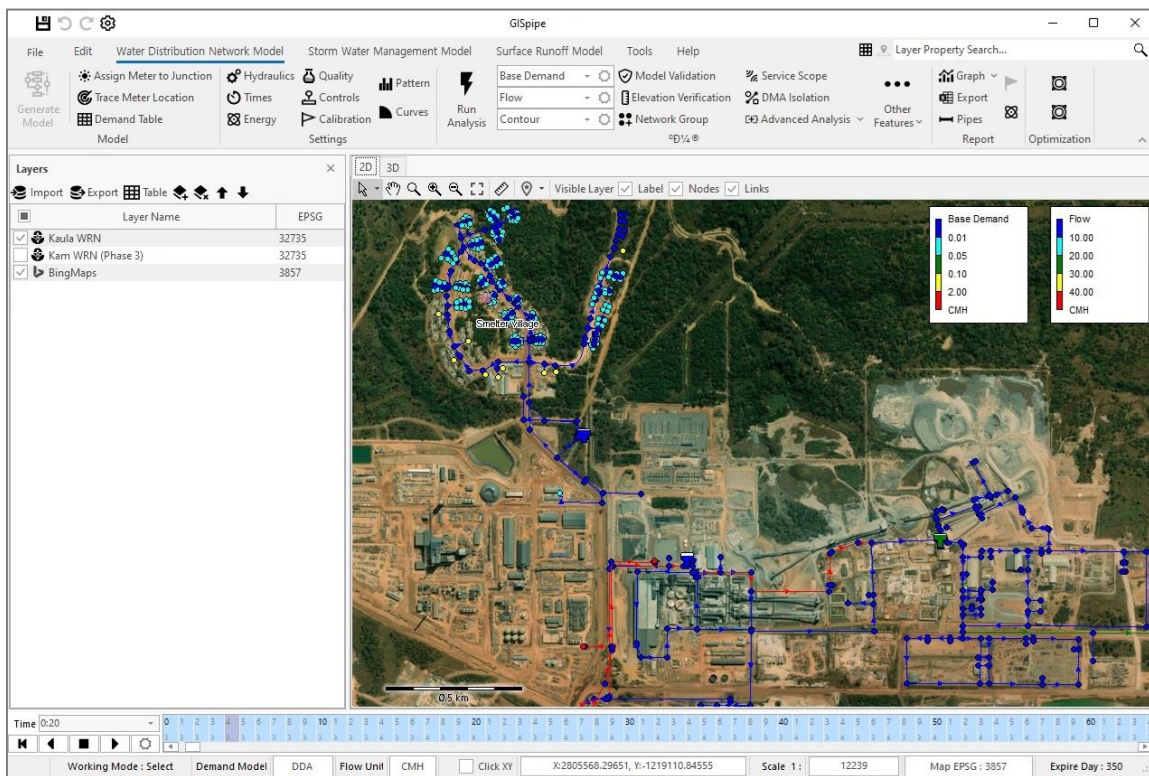
Available at: www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm

이러한 도구를 대중에게 공개하여 수자원 부문 전반에 걸쳐 보다 폭넓은 혁신, 교육, 실용적 적용을 가능하게 해준 USEPA 와 기여자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

1 GISPIPE에 관하여

GISpipe는 GIS 기반 상하수도 통합 분석 소프트웨어 프로그램입니다. GISpipe는 GIS, EPANET, SWMM을 완벽하게 통합하는 고급 사용자 친화적 소프트웨어 솔루션으로, 상하수도 및 우수/하수도 시스템의 설계, 분석 및 운영에 이상적입니다. 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 개발된 이 소프트웨어는 배수망 모델링 도구인 EPANET, 우수 모델링 도구인 SWMM, 그리고 지표 유출 모델과 같은 핵심 구성 요소를 포함합니다.

진보소프트의 미션은 정보 기술 및 지리공간 시스템 분야에서 축적된 풍부한 경험을 바탕으로 세계적인 수준의 배수 모델링 및 분석 도구를 제공하는 것입니다. 엔지니어, 공공 서비스 제공업체, 그리고 기획자들이 효율적이고 안정적이며 지속 가능한 배수망을 설계하고 관리할 수 있도록 지원하는 업계 최고의 소프트웨어를 개발하는 것이 목표입니다.



의 주요 기능은 다음과 같습니다: **GISpipe** 포함:

1. 통합 GIS + 수리 모델링

GISpipe는 지리정보시스템(GIS)과 EPANET(상수도용) 및 SWMM(하수 및 우수용)의 검증된 분석 엔진을 단일 플랫폼으로 통합합니다.

- AutoCAD 또는 ArcView와 같은 타사 GIS 소프트웨어 불필요
- 기본 공간 데이터 통합으로 워크플로우 간소화
- 지도 기반 모델링 인터페이스로 네트워크 시각화 및 업데이트 간소화

2. 직관적인 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)

GISpipe는 프로그래머뿐만 아니라 엔지니어와 기획자를 위해 설계되었습니다.

- 실시간 지도 피드백의 드래그 앤 드롭 설계
- 간단한 도구 모음과 논리적 워크플로우로 학습 곡선 단축
- 지도에서 직접 시각적 오류 확인 및 결과 해석

3. 효율적인 데이터 관리 및 편집 도구

스마트 데이터 관리로 시간 절약:

- 데이터 가져오기/내보내기, 정리 및 검증을 위한 내장 도구
- 실행 취소/다시 실행, 일괄 편집, 관 분할/병합 및 절점 조정 기능
- 속성 데이터(예: 수요, 표고, 관 재질)의 원활한 통합

4. 빠르고 정확한 시뮬레이션

강력한 수리 및 수문 시뮬레이션 활용:

- 대규모 네트워크에서도 고속 성능
- 산업 표준 알고리즘을 사용한 정확한 수리 계산
- 시각적 결과 표시: 압력, 유량, 유속, 수두손실, 수령 등

5. 올인원 솔루션

GISpipe는 여러 도구의 필요성을 없앱니다:

- 단일 환경에서 상수도 및 우수/하수도 시스템 설계, 분석 및 최적화
- 프로젝트에 따라 EPANET과 SWMM 워크플로우 간 쉬운 전환
- 지방자치단체, 컨설턴트 및 유틸리티 운영자에게 이상적

6. 프로젝트 기획 및 수명주기 관리

수리학을 넘어서는 기획:

- GISpipe는 설계 대안 평가, 시나리오 비교 및 자산 관리 지원
- 문서화 및 의사결정을 위한 결과 및 보고서 내보내기
- 신규 설계 및 재건 프로젝트 모두에 유용



**INTUITIVE AND
EASY TO USE**

GISpipe 는 사용자 중심 설계 철학으로 구축되었습니다. 현대적이고 직관적인 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)는 학습 곡선을 최소화하여 최소한의 교육으로 생산적으로 작업을 시작할 수 있게 합니다. 네트워크 레이아웃, 데이터 입력 및 모델 실행과 같은 작업이 논리적이고 접근하기 쉬운 방식으로 제공되어 프로젝트 설정 시간을 크게 줄입니다. 숙련된 엔지니어든 처음 사용하는 사용자든 소프트웨어는 전 과정에서 원활하고 안내된 경험을 보장합니다.



**FAST AND
ACCURATE**

GISpipe 는 대규모의 복잡한 데이터셋을 빠르고 정밀하게 처리하도록 최적화되어 있습니다. GIS 데이터를 모델링 워크플로우에 직접 통합함으로써 사용자는 기존 인프라 레이아웃을 빠르게 검증하고, 수리 및 수문 분석을 수행하며, 실제 데이터를 사용하여 모델을 보정할 수 있습니다. 이 플랫폼은 일괄 작업과 고속 시뮬레이션을 지원하여 최고 수준의 정확도를 유지하면서 상세한 관망 계획 및 시나리오 분석을 그 어느 때보다 빠르게 완료할 수 있습니다.



POWERFUL EDITING TOOLS

엔지니어는 종종 모델을 빠르게 조정하고 개선하는 기능이 필요하며, **GISpipe** 는 고급 편집 도구 모음으로 이를 제공합니다. 실행 취소/다시 실행, 복사 및 붙여넣기, 관 분할, 점 병합과 같은 기능을 통해 사용자는 네트워크 형상을 손쉽게 조작할 수 있습니다. 소프트웨어에는 변경 사항에 대한 실시간 피드백도 포함되어 있어 편집의 영향을 즉시 시각화할 수 있습니다. 시뮬레이션 실행 후 압력, 유량, 만수 수위 등의 결과를 지도에 직접 표시하여 시스템 성능 평가 및 문제 식별이 용이합니다.



ALL-IN-ONE SOLUTION

GISpipe 는 AutoCAD, ArcView 또는 타사 플러그인과 같은 외부 CAD 또는 GIS 소프트웨어의 필요성을 없앱니다. 공간 데이터 처리 및 네트워크 모델링에서 결과 시각화까지 모든 필수 기능이 단일 환경에 완전히 통합되어 있습니다. 이는 소프트웨어 생태계를 단순화할 뿐만 아니라 전체 워크플로우에서 호환성과 원활한 성능을 보장합니다. **GISpipe** 를 사용하면 애플리케이션을 벗어나지 않고 상수도 또는 우수/하수도 시스템 모델의 전체 수명주기를 관리, 계획, 설계, 분석 및 보고할 수 있습니다.

1.1 EPANET과의 관계

GISpipe 는 EPANET 2.2를 기본 계산 엔진으로 사용합니다. 모든 수리 및 수질 시뮬레이션은 EPANET 프레임워크를 통해 실행되어 산업 표준 모델링 방법과의 호환성을 보장합니다.

EPANET 이 개략적(비지리참조) 지도를 사용하는 반면, **GISpipe** 는 실제 공간 참조(예: UTM 존, EPSG 코드)를 통합하여 지형도 또는 지적도 기반 위에 실제 관망을 모델링할 수 있게 합니다. **GISpipe** 는 다음을 제공하여 EPANET 의 기본 인터페이스를 확장합니다:

- 빠른 검사 및 편집을 위한 향상된 데이터 테이블 인터페이스
- GIS 기반 토폴로지 관리 및 속성 기반 제어
- 일괄 편집, 검증 및 시각적 필터링을 위한 통합 도구

EPANET 에 익숙한 사용자는 **GISpipe** 를 직관적으로 느낄 것이며, 실제 공간 컨텍스트와 간소화된 워크플로우의 이점을 얻을 수 있습니다.

1.2 EPA-SWMM

GISpipe 는 우수 및 지표 유출 시뮬레이션을 위한 계산 엔진으로 EPA SWMM 5.2를 통합합니다. 유출 생성, 침투 및 우수 관망을 통한 흐름을 포함한 모든 수문 및 수리 추적 계산은 SWMM의 검증된 모델링 프레임워크를 사용하여 처리됩니다.

SWMM이 전통적으로 개략적 인터페이스에 의존하는 반면, **GISpipe** 는 완전한 지리참조 모델링 환경을 제공하여 고해상도 GIS 지도 및 레이어 위에 우수 요소(예: 소유역, 집합점, 도관, 저류시설)를 표현할 수 있게 합니다.

GISpipe 는 다음을 통해 표준 SWMM 인터페이스를 향상시킵니다:

- 공간적으로 연결된 소유역 구획 도구 및 자동 네트워크 연결.
- 표준 Format의 일괄 가져오기/내보내기를 통한 강우 및 토지이용 데이터 통합.
- 절점 또는 소유역별 내장 시계열 및 기후 데이터 할당.
- 직관적인 색상 범례를 사용한 시뮬레이션 결과(예: 유출, 침수, 수심 프로파일)의 주제도 작성.

SWMM 경험이 있는 사용자는 GISpipe 로의 전환이 원활하며, 강화된 공간 인터페이스와 시나리오 생성, 검증 및 보고를 위한 개선된 워크플로우의 이점을 누릴 수 있습니다.

2 시스템 요구사항

설치 및 실행을 위한 시스템 요구사항 GISpipe.

운영 체제

- Windows - Windows 10 이상 (64비트 권장)
하드웨어 요구사항

구성요소	최소 요구사항	권장 요구사항
프로세서	듀얼코어 2.0 GHz	쿼드코어 3.0 GHz 이상
RAM	4 GB	8-16 GB
저장 공간	소프트웨어 + 프로젝트 파일용 500 MB	2 GB 여유 공간의 SSD
그래픽	내장 그래픽 지원	대규모 데이터셋용 전용 GPU
디스플레이	1280×768 해상도	1920×1080 이상

라이선스 및 활성화

- 개발자 또는 배포자의 유효한 라이선스 키가 필요합니다.
- 오프라인 활성화 옵션은 요청 시 사용할 수 있습니다.

3 프로그램 설치

단계 1: 설치 패키지 얻기

- 최신 버전의 GISpipe 설치 프로그램을 공식 웹사이트 또는 소프트웨어 공급업체에서 다운로드하십시오.
- 다운로드한 .exe가 신뢰할 수 있는 출처에서 온 것인지 확인하십시오.

단계 2: 시스템 준비

- 시스템이 최소 요구사항을 충족하는지 확인하십시오(이전 단락 참조).
- 다음을 확인하십시오:
 - 소프트웨어 설치를 위한 관리자 권한.
 - .NET Framework 4.8 이상 설치됨 (일반적으로 Windows 10+ 에 포함).

단계 3: 설치 프로그램 실행

- GISpipe_Setup.exe 파일을 더블클릭하십시오.
- 화면의 지시를 따르십시오:
 - 라이선스 계약에 동의합니다.
 - 설치 디렉토리를 선택합니다(기본값은 일반적으로 C:\Program Files\GISpipe).
 - 프롬프트가 표시되면 선택적 구성요소를 선택합니다(예: 데이터베이스 통합, 예제).

단계 4: 소프트웨어 활성화

- 설치 후 GISpipe.
- 다음 아래의 Help 메뉴에서 클릭합니다: *사용 요청*
 - 이메일 주소를 입력합니다
 - 회사명을 입력합니다
 - 전화번호를 입력합니다
 - 클릭합니다: Okay 버튼
- 결제 확인이 접수되면 소프트웨어 활성화 요청이 전송됩니다.

단계 5: 설치 확인

- 테스트 프로젝트를 열거나 샘플 관망 셰이프파일을 가져옵니다(웹사이트에서 다운로드 가능).
- 도구와 기능이 오류 없이 로드되는지 확인합니다.
- 출력 생성을 확인합니다(예: 보고서, 네트워크 레이아웃, 수리 계산).

4 소프트웨어 구매

소프트웨어는 데모 버전으로 작동하지만 구매하시면 전체 작동 프로그램으로 전환됩니다. 데모 버전은 저장, 분석 및 일부 고급 기능이 제한됩니다.

전체 라이선스

- 일회성 단일 라이선스 활성화 비용
- 모든 핵심 기능 및 모듈 잠금 해제:
 - 전체 GIS 기반 관망 설계 도구
 - 수리 및 수문 모델링을 위한 EPANET 및 SWMM 통합
 - 고급 편집 및 분석 도구
 - 전체 프로젝트 저장/내보내기 기능
- 12 개월 포함:
 - 소프트웨어 업데이트
 - 이메일 기반 기술 지원

5 면책 조항

경고

이 컴퓨터 프로그램은 저작권법 및 국제 조약에 의해 보호됩니다. 이 프로그램 또는 그 일부의 무단 복제나 배포는 심각한 민사 및 형사 처벌을 받을 수 있으며, 법률에 의해 허용되는 최대 범위까지 기소됩니다.

6 시작하기

환영합니다: **GISpipe** – GISpipe는 지리정보시스템(GIS) 통합을 활용한 관망의 수리 분석 및 관리를 위해 설계된 강력한 소프트웨어 도구입니다. 이 섹션에서는 사용자에게 초기 설정을 안내하고 프로그램을 효과적으로 사용하기 위한 기본 단계를 제공합니다.



GISpipe은 프로그램 아이콘을 더블클릭하여 실행할 수 있 과 Windows 프로그램 관리자에서.

메인 화면은 아래와 같이 표시됩니다 **그림 6-1** 아래.

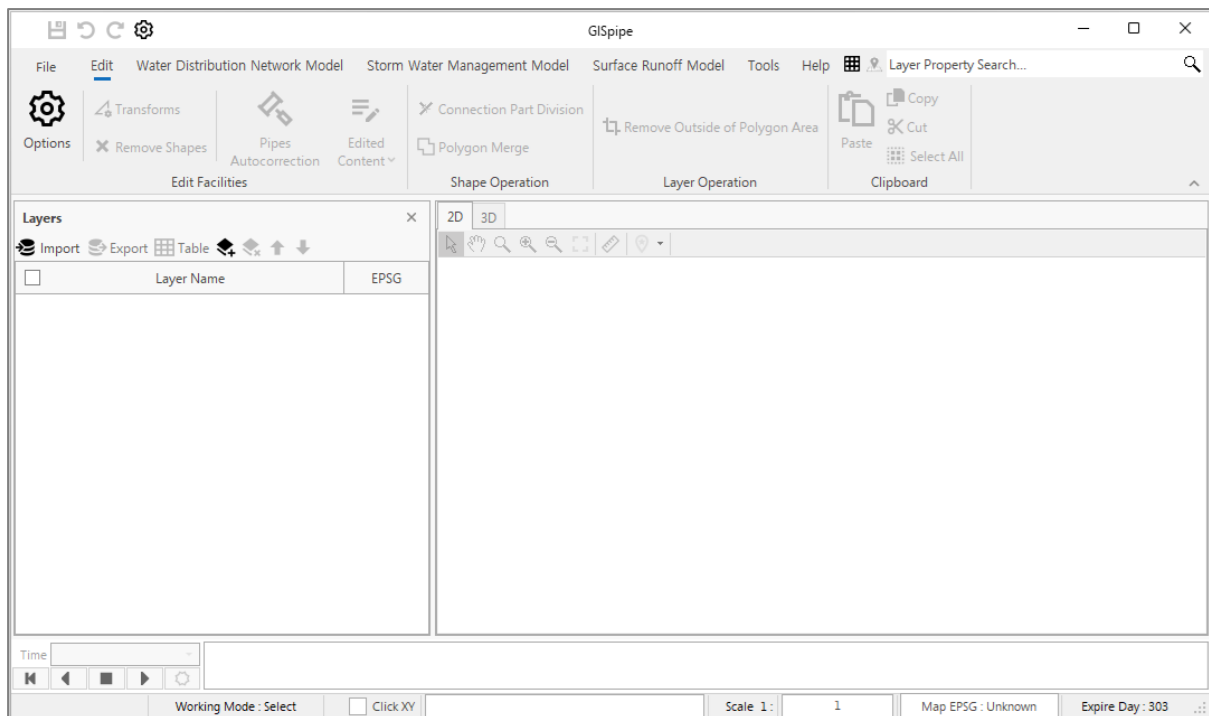


그림 6-1: GISpipe 메인 화면

7 GISPIPE 작업 공간

이 섹션에서는 GISpipe의 작업 공간 핵심 기능을 설명합니다. 프로그램의 다양한 영역(메인 메뉴 영역, 레이어 제어 패널, 지도 뷰어, 시간 제어 영역 및 상태 표시줄)을 설명하고, 프로그램 옵션 설정 방법도 보여줍니다.

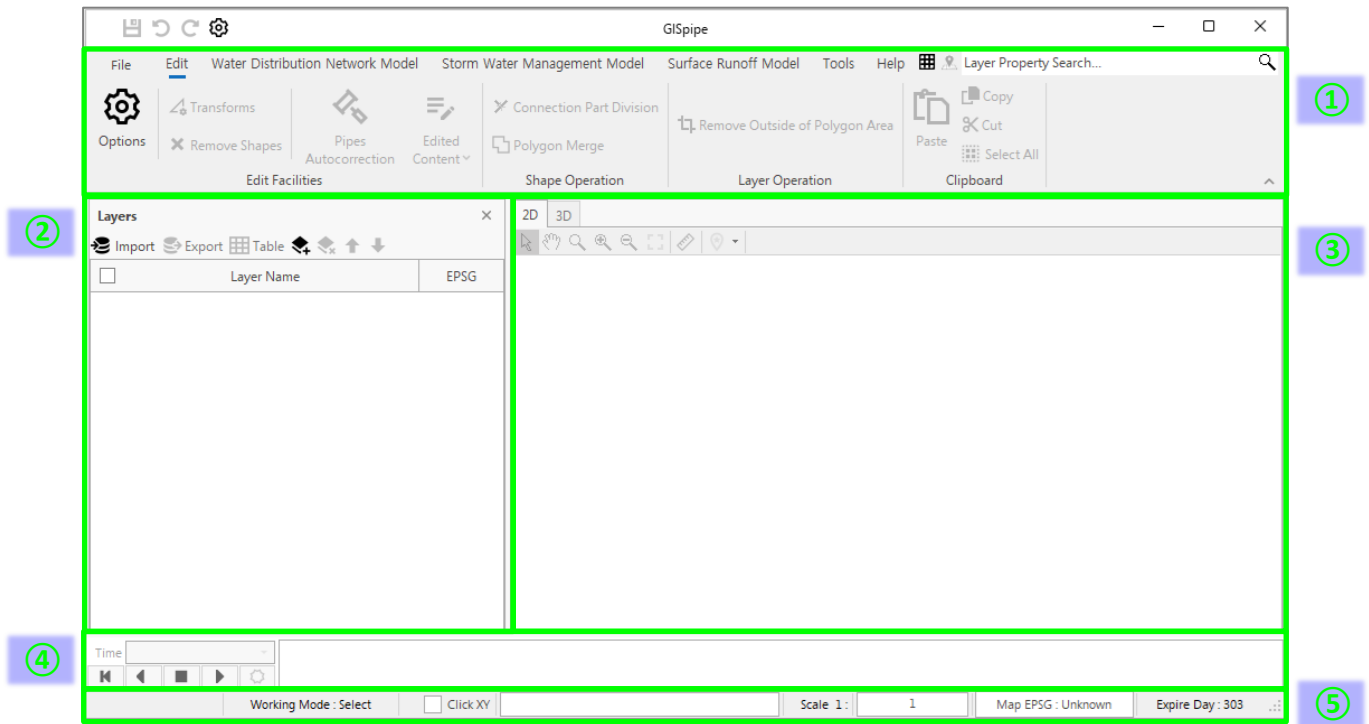


그림 7-1: 메인 화면 레이아웃 및 기능

① 메인 메뉴 영역

소프트웨어 관리를 위한 메뉴 바와 도구 모음으로 구성됩니다.

- 메뉴 바 (최상단 행)
표준 메뉴 포함: 파일, 편집, 도구, 도움말
도메인별 모듈 추가: 상수관망 모델, 우수 관리 모델 and 지표 유출 모델
- 도구 모음 (메뉴 바 아래)

메인 메뉴 영역의 이 부분은 주요 작업을 위한 빠른 접근 아이콘을 제공하며 선택한 메뉴에 따라 달라집니다.

② 레이어 제어 패널 (좌측 창)

레이어의 켜기/끄기 전환 또는 레이어 가져오기/내보내기 등의 기능을 수행하는 레이어를 제어하는 영역입니다.

- GIS 레이어 관리를 돕는 가져오기 / 내보내기 / 테이블
- 레이어 목록은 로드된 모든 공간 레이어를 EPSG 좌표계와 함께 표시합니다.
- 사용자는 여기에서 가시성을 전환하고, 속성을 관리하거나 심볼을 적용할 수 있습니다.

③ 지도 뷰어 (우측 창)

2D 와 3D 공간 뷰 간 전환을 위한 2D / 3D 탭.

- 이동, 확대/축소, 선택 및 편집 기능과 같은 탐색 도구.
- 가져온 GIS 데이터의 시각적 표현을 표시합니다.

④ 시간 제어 영역 (좌측 하단)

시간이 포함된 시뮬레이션(확장 기간 시뮬레이션)에 사용됩니다(예: 이벤트, 애니메이션). 재생, 일시 정지, 중지 및 시간 단계 탐색 제어가 포함됩니다.

⑤ 상태 표시줄 (우측 하단)

이 영역은 현재 좌표, 축척, 만료일을 표시합니다

- 작업 모드 (예: 선택, 편집)
- XY 클릭 (커서 좌표 추적)
- 축척 및 지도 EPSG (투영 및 확대/축소 제어)

이것은 공간 위치 지정 및 도구 상태에 대한 실시간 피드백을 제공합니다.

파일 메뉴

The **File** 메뉴에는 데이터 파일 열기 및 저장과 선호 언어 설정을 위한 명령이 포함되어 있습니다. **File** 메뉴의 명령은 **그림 7-2 below**. 또한 최근 작업한 프로젝트 목록을 표시합니다.

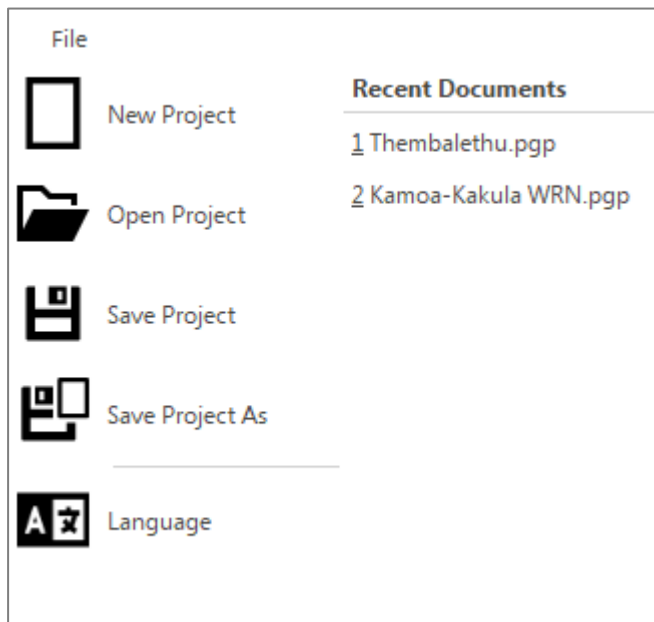


그림 7-2: 파일 메뉴

- 새 프로젝트 - 새 GISpipe 프로젝트를 생성합니다 (파일 Extension *.pgp)
- 프로젝트 열기 - 기존 프로젝트를 엽니다
- 프로젝트 저장 - 현재 프로젝트를 저장합니다
- 다른 이름으로 프로젝트 저장 - 현재 프로젝트를 다른 이름으로 저장합니다
- 언어 - 원하는 언어로 설정합니다 (영어 또는 한국어)

편집 메뉴

선택: 편집 메뉴에서 사용자가 작업 중인 레이어 유형에 따라 관련 도구 모음이 표시됩니다. 즉, 선택한 레이어에 따라 화면 GUI가 변경됩니다.

선택이 레이어에 있을 때(상수관망 모델, 우수 관리 모델 또는 지표 유출 모델 제외) 사용 가능한 도구 모음 옵션은 다음과 같습니다 그림 7-3.

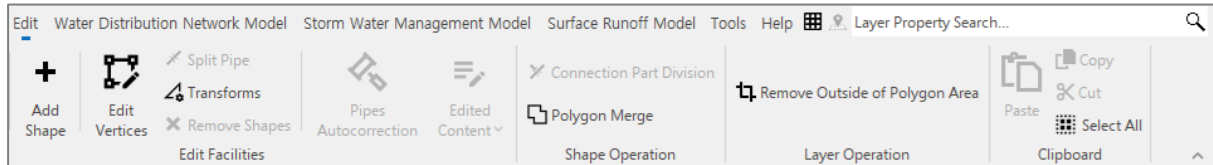


그림 7-3: 편집 도구 모음 옵션

- 도형 추가 - 도형을 배치할 레이어를 선택하고, 도형 추가 버튼을 누른 후, 지도에 도형을 추가합니다. 라인 또는 폴리곤의 경우, 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 완료합니다. 추가 중에 ESC 키를 누르면 그리기가 취소됩니다.
- 꼭짓점 편집 - 클릭: 꼭짓점 편집 버튼을 클릭하고 지도에서 편집할 도형을 선택합니다. 점선으로 변경되고 녹색 점을 이동하여 도형을 변경할 수 있습니다. 녹색 점을 클릭하면 클릭한 꼭짓점이 제거되고 실선 사이를 클릭하면 꼭짓점이 추가됩니다.
- 관 분할 - 관을 분할하는 기능입니다.
- 변환 - 축 또는 축척의 이동입니다.
- 도형 제거 - 이 기능은 선택한 도형을 제거합니다.

상수관망 모델

상수관망 모델 작업 시 편집 메뉴를 선택하면 상수관망 모델과 관련된 편집 기능이 표시됩니다. 참조: 그림 7-4.

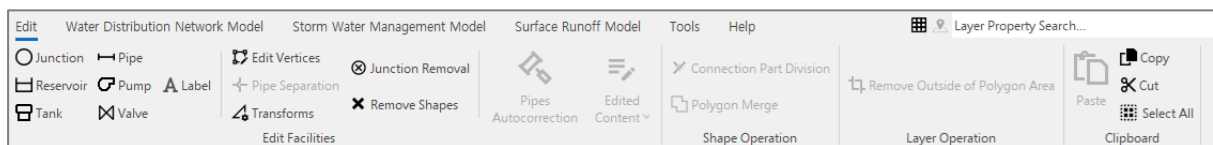


그림 7-4: 상수관망 모델 편집 기능

이러한 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다. 9.2.

우수 관리 모델

우수 관리 모델 작업 시 편집 메뉴를 선택하면 우수 관리 모델과 관련된 편집 기능이 다음과 같이 표시됩니다: 그림 7-5.

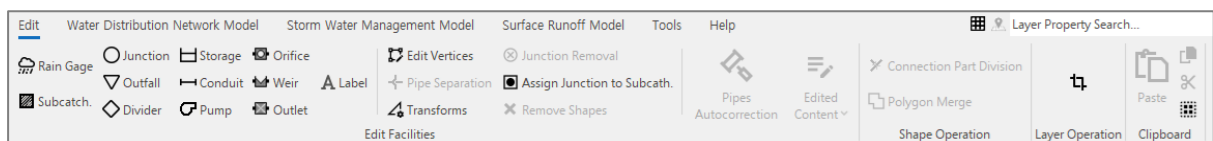


그림 7-5: 우수 관리 모델 편집 기능

이러한 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다. 10.4.

지표 유출 모델

지표 유출 모델 작업 시 **편집** 메뉴를 선택하면 지표 유출 모델과 관련된 편집 기능이 표시됩니다.

참조: 그림 7-6.

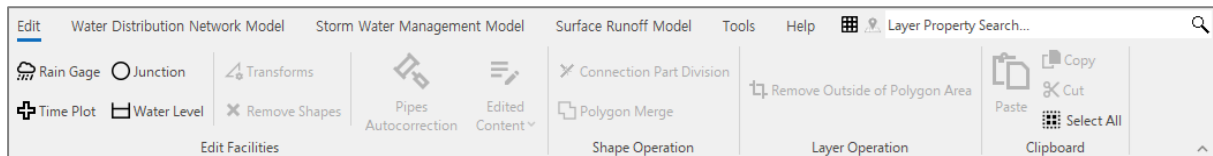


그림 7-6: 지표 유출 모델 편집 기능

이러한 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다. 11.

상수관망 모델 메뉴

상수관망 모델 작업 시 **상수관망 모델** 메뉴가 표시됩니다 분석 및 보기 기능 상수관망 모델과 관련된 기능이 표시됩니다. 참조: 그림 7-4.

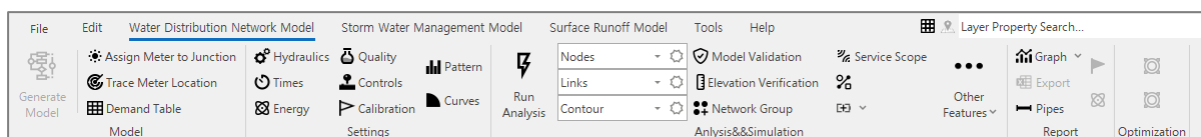


그림 7-7: 상수관망 모델 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

이러한 분석 및 보기 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다. 9.

우수 관리 모델 메뉴

우수 관리 모델 작업 시 **우수 관리 모델** 메뉴를 선택하면 상수관망 모델과 관련된 분석 및 보기 기능이 표시됩니다. 참조: 그림 7-8.

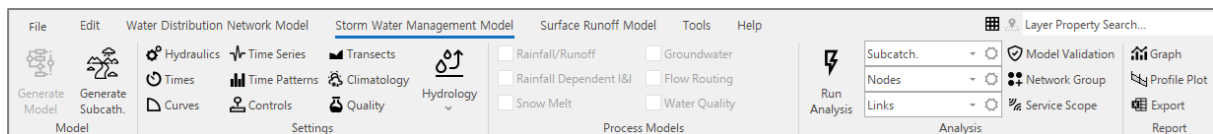


그림 7-8: 우수 관리 모델 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

이러한 분석 및 보기 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다.s 10.6 and 10.7.

지표 유출 모델 메뉴

지표 유출 모델 작업 시 **지표 유출 모델** 메뉴를 선택하면 지표 유출 모델과 관련된 분석 및 보기 기능이 표시됩니다. 참조: 그림 7-8.

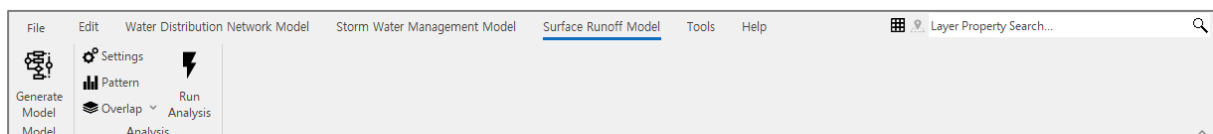


그림 7-9: 지표 유출 모델 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

이러한 분석 및 보기 기능은 섹션에서 더 자세히 설명됩니다. 11.

도구 메뉴

선택: 도구 메뉴는 DEM 데이터, 셰이프파일 및 유역 또는 하천 생성과 관련된 특정 도구를 제공합니다. 참조: 그림 7-10.

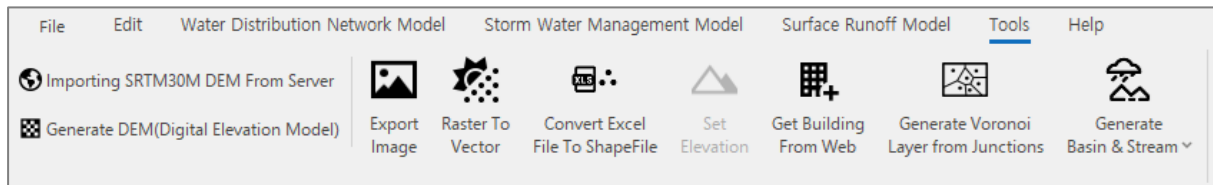


그림 7-10: 도구 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

도움말 메뉴

선택: Help 메뉴는 소프트웨어 사용 및 라이선스와 관련된 도구 모음 옵션을 제공합니다. 참조: 그림 7-11.

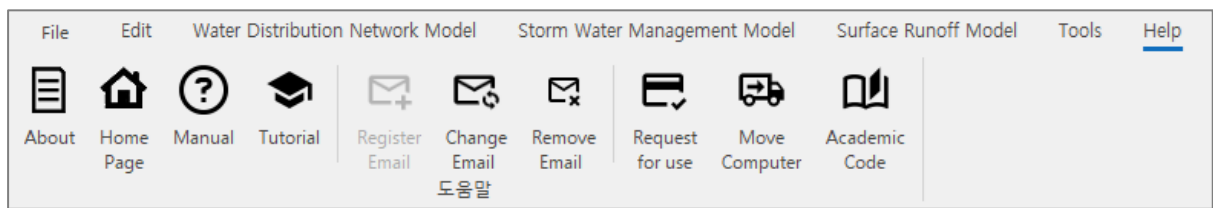


그림 7-11: 도움말 메뉴 도구 모음 옵션

클릭합니다: 옵션 도구 모음 버튼 , 다음과 같이 사용자가 설정할 수 있는 기본 설정이 제공됩니다: 그림 7-12. 이 옵션은 마우스 스크롤, 자동 길이 설정 켜기/끄기, 커서, 지도 배경 색상 및 키보드 단축키에 대한 사용자 기본 설정과 관련됩니다.

☒ Use snap feature

☒ Show delete objects dialog.

☒ Node elevation closest node elevation.

☒ Auto length.

Scroll Mode : Touch

Cursor

Selection Precision(pixel) : 8

Cursor Size(pixel) : 200

Selection Color :

Map Background Color

☒ White

☐ Black

CTRL + Move the Shape : Copy Shape.

CTRL + Shape Selection : A new shape is selected while preserving the existing selection.

SHIFT + Junction + Mouse Wheel in Default Selection : Connection Tracking.

SHIFT + CTRL + Junction + Mouse Wheel in Default Selection : Upstream/Downstream Tracking.

SHIFT+ Node : The shortest route between two nodes is selected.

그림 7-12: 옵션 화면

8 지리정보시스템

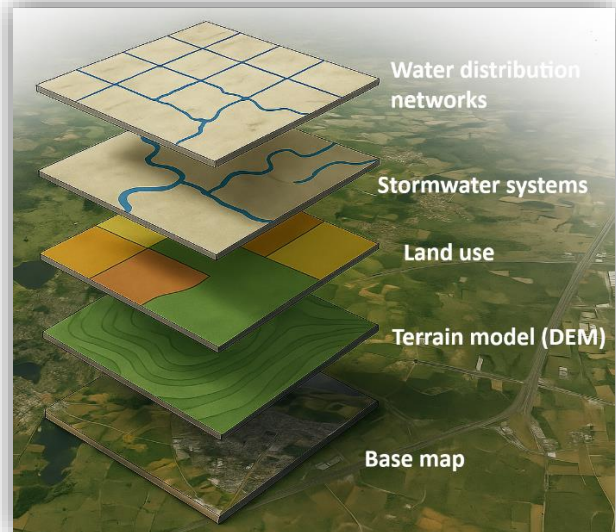
8.1 지리정보시스템(GIS)이란?

지리정보시스템(GIS)은 사용자가 공간 또는 지리 데이터를 수집, 관리, 분석 및 표시할 수 있는 도구입니다. GISpipe에서 GIS는 지리적으로 참조되는 상수관망 및 우수 시스템을 생성하고 작업하는 데 기본적인입니다. 관 접합점, 저수지, 밸브, 우수받이 또는 지형 특성 등 특정 위치에 데이터를 연결하여 인프라가 환경과 어떻게 상호작용하는지 시각화하고 분석할 수 있습니다.

수자원 관련 모델링에서 관 경로, 지반 표고, 토지이용, 강우 구역, 서비스 경계 등 대부분의 공간 데이터는 지리적 요소를 가지고 있습니다. GISpipe는 이 데이터를 사용하여 누수 관 위치 파악, 우수 흐름 경로 평가, 저류지 규모 산정 또는 배수 시스템 업그레이드 계획 등의 작업을 수행합니다.

GIS 기술은 Digital Elevation Model(DEM)과 같은 래스터 데이터와 관 및 토지 필지와 같은 벡터 데이터 등 다양한 유형의 정보를 단일 지도에 중첩할 수 있게 합니다. 위치를 핵심 인덱스 변수로 사용하여 GISpipe는 압력 구역 계산, 불투수면에서의 유출 기여 추정, 하위 시스템 간의 수리적 연결성 평가와 같은 고급 공간 분석을 수행할 수 있게 합니다.

GIS는 단순한 지도 작성을 넘어섭니다. 기록 시스템의 역할을 하고, 다양한 출처의 데이터를 통합하며, 풍부한 공간 분석을 가능하게 하고, 주제도 및 대시보드와 같은 직관적인 시각화를 통해 데이터 소통을 촉진합니다.



이러한 기능은 GIS를 수문학, 환경공학, 우수 관리 및 도시 수도 서비스에서 필수 도구로 만듭니다.

8.2 좌표계

GISpipe에서의 정확한 공간 표현은 좌표계의 올바른 사용에 달려 있습니다. 좌표계는 지구 표면의 위치를 정의하는 프레임워크를 제공하며, 공간 데이터를 통합하고 분석하는 데 기본이 됩니다.

넓은 의미에서 GIS에서 사용되는 두 가지 주요 유형의 좌표계가 있습니다:

- **지리 좌표계 (GCS)** - 지구의 구형 모델을 사용하여 위치를 정의하며, 일반적으로 위도와 경도의 도 단위로 표현됩니다.
- **투영 좌표계 (PCS)** - 이러한 "flatten" the Earth' 표면을 수학적 변환을 사용하여 metre와 같은 선형 단위로 위치를 표현하는 2차원 평면으로 "평탄화"합니다. 이는 공학 설계 및 공간 분석에 필수적입니다.

GISpipe는 사용자가 모든 레이어의 좌표계를 선택하고 지정할 수 있습니다 (그림 8-1).

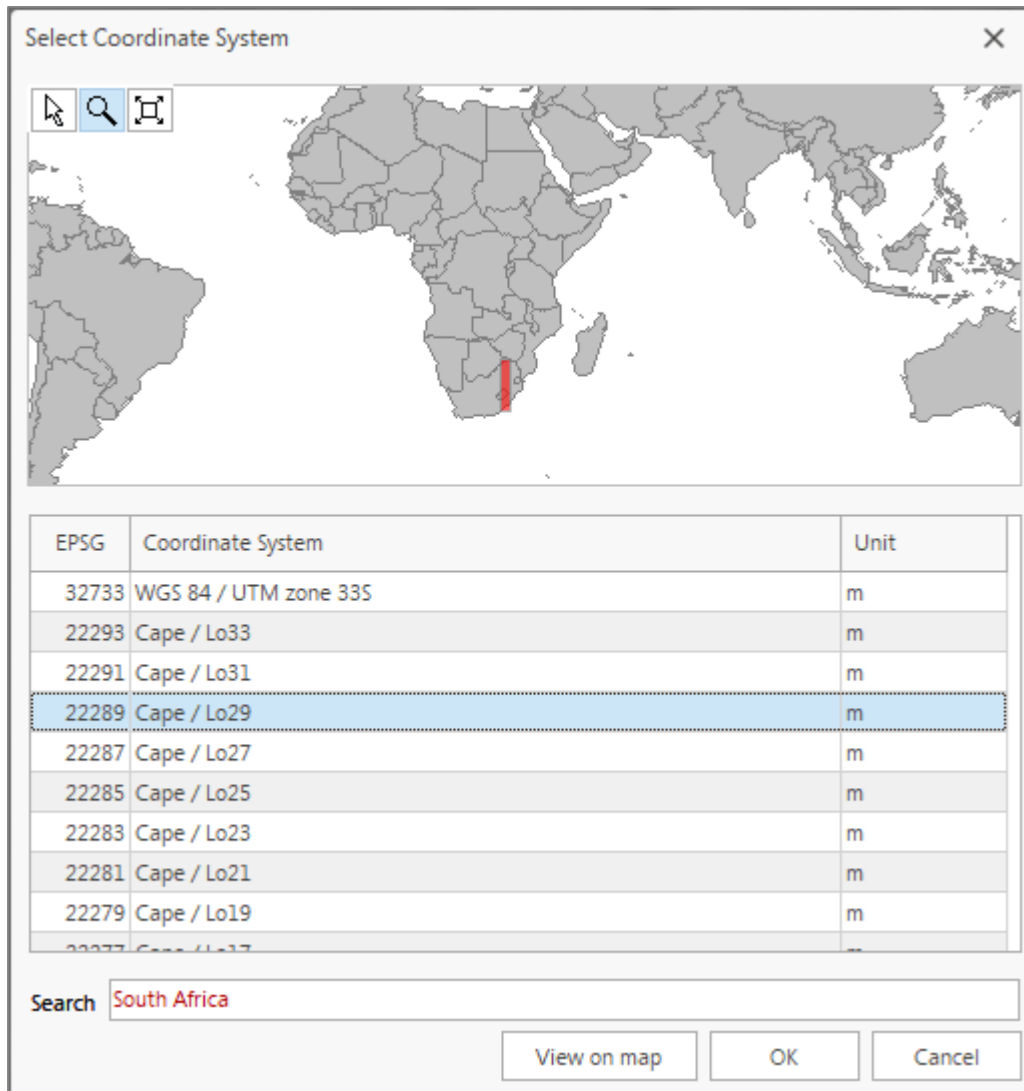


그림 8-1: 좌표계

8.3 지도 투영법 이해

지구의 곡면을 평면 지도 또는 화면에 표현하기 위해 지도 투영법이라는 수학적 변환이 필요합니다. 모든 지도 투영은 면적, 거리, 형상 또는 방향의 왜곡을 도입합니다. GISpipe에서 올바른 투영법을 선택하는 것은 특히 관 길이 계산, 유향 분석 또는 유역 경계 결정과 같은 작업의 공간 정확도를 보장하는 데 중요합니다.

메르카토르와 같은 일부 투영법은 방향을 보존하므로 항해에 유용하지만, 특히 극지방 근처에서 면적을 왜곡합니다. 등면적 또는 등거리 투영법과 같은 다른 투영법은 특정 선을 따라 면적이거나 거리를 보존하지만 형상을 왜곡할 수 있습니다. 국지적 수리 또는 공학 모델링의 경우, 횡 메르카토르 투영법은 소규모 지역에서 왜곡을 최소화하므로 선호됩니다.

적절한 투영법을 선택하는 것은 공간 정확도를 보장하는 데 중요하며, 특히 관 길이 계산, 유역 분석 또는 유향 평가와 같은 수리 모델링 작업에서 중요합니다.

예를 들어:

- 메르카토르 투영법은 방향을 보존하지만 극지방 근처에서 면적을 크게 왜곡합니다.
- 등면적 투영법은 실제 면적 관계를 유지하여 토지이용 분석에 적합합니다.

- 횡 메르카토르 투영법은 소규모 지역에서 왜곡을 최소화하며 공학 및 지적 측량에 일반적으로 사용됩니다.

GISpipe는 투영 인식 워크플로우를 지원하며 공간 레이어의 좌표계를 할당하고 변환하는 도구를 제공합니다. 이는 여러 소스의 데이터를 통합하거나 정밀한 수리 시뮬레이션을 수행할 때 특히 중요합니다. 예를 들어, 투영된 좌표계의 지형 데이터셋은 내장 변환 도구를 사용하여 다른 좌표계의 관망 네트워크와 정렬할 수 있습니다.

남아프리카에서는 WGS84 타원체를 기반으로 한 Hartebeesthoek94 (HB94) 좌표계가 현대적 표준입니다. 2도 경도 구역으로 분할되며 해당 EPSG 코드가 있습니다 (예: Lo29의 경우 EPSG:2053). 정확한 좌표계 선택은 모델의 모든 구성요소, 예를 들어 관 정렬, 지형 표고 및 강우 유역이 원활하게 맞물리도록 보장합니다.

측량 도면, 위성 영상, 스캔된 지형도 등 여러 소스의 공간 데이터를 결합할 때, 기본 좌표계와 투영법의 차이로 인해 정렬 불일치가 발생할 수 있습니다. GIS 소프트웨어는 레이어를 공통 좌표계로 재투영하여 공간적 일관성을 보장합니다.

이 과정은 GISpipe에서의 상수관망 모델링에 필수적이며, 표고(DEM), 관망(벡터), 토지이용 구역 등의 레이어가 정확한 분석을 위해 정밀하게 정렬되어야 합니다.

8.4 공간 데이터 Format, 수집 및 축척

GIS 데이터는 일반적으로 두 가지 주요 Format으로 저장됩니다:

- **래스터** - 셀 또는 픽셀로 구성된 격자 데이터. 표고, 토지 피복 또는 온도와 같은 연속 데이터에 일반적으로 사용됩니다.
- **벡터** - 점, 선, 면, 폴리곤 및 압력 구역과 같은 객체를 표현하기 위해 포인트, 라인, 폴리곤 등의 이산 지오메트리를 사용합니다.

Format에 관계없이, 공간 데이터셋은 지리참조되어야 합니다—좌표계에 연결되어—공간적 일관성을 보장하고 의미 있는 분석을 가능하게 합니다.

GIS에 데이터를 통합하는 것은 데이터 수집을 포함합니다. 기본 디지털 데이터셋(예: GPS, 셰이프파일, CAD 도면)은 직접 가져올 수 있습니다. 종이 지도나 스캔된 도면과 같은 아날로그 소스는 사용 전에 디지털화 및 지리참조가 필요합니다. 적절한 축척 관리도 중요합니다. 축척은 지도의 거리와 실제 지상 거리 사이의 비율을 말합니다. 공학 워크플로우에서 일관된 축척을 유지하면 특히 거리, 표고 또는 수리 경사를 평가할 때 신뢰할 수 있는 측정이 보장됩니다.

GISpipe는 좌표계 관리, 축척 제어 및 투영 처리를 통해 일관된 데이터 통합을 촉진하여 엔지니어가 견고하고 정확한 수리 모델을 구축하고 수도 인프라 계획 및 설계를 위한 효과적인 공간 분석을 수행할 수 있게 합니다.

9 상수관망 모델

상수관망 모델에 대한 일반적인 GISpipe 모델링 워크플로우는 다음 단계를 포함합니다:

① 기본 레이어 생성 또는 가져오기 (관, 접합점, 저수지, 탱크)

이 단계는 수동으로 또는 외부 GIS, CAD 또는 데이터베이스 파일에서 가져와서 관망의 기본 구성요소를 설정하는 것을 포함합니다. 이 단계에서의 정확한 공간 및 구조적 표현은 관망 토폴로지가 유효하고 완전함을 보장합니다.



② 표고, 직경, 수요량 및 상태 등의 속성 할당

각 관망 구성요소는 실제 조건을 반영하기 위해 수리 및 운영 매개변수로 정의되어야 합니다. 여기에는 절점 표고, 관 직경, 접합점의 예상 수요량, 밸브 및 펌프의 운영 상태(개/폐)가 포함됩니다.



③ 지도 도구 및 테이블을 사용하여 관망 편집 및 검증

시각적 편집을 통해 사용자는 지도 기반 인터페이스를 사용하여 구성요소의 위치를 변경하고 연결성 또는 속성 오류를 수정할 수 있습니다. 검증 도구는 연결되지 않은 절점, 길이가 0인 관 또는 누락된 속성과 같은 데이터 불일치를 확인합니다.



④ 시간 패턴 및 제어를 포함한 시뮬레이션 매개변수 설정

이 단계에서는 기간, 수리 시간 간격 및 수질 매개변수와 같은 시뮬레이션 설정이 구성됩니다. 일간 수요 곡선 또는 펌프 스케줄과 같은 제어 규칙 및 시간 패턴도 시간적 변화를 반영하기 위해 할당됩니다.



⑤ 시뮬레이션 실행 (EPANET 엔진을 사용한 수리 또는 수질)

수리 및/또는 수질 시뮬레이션은 EPANET' 솔버를 사용하여 실행됩니다. 경사법과 같은 반복적 수치 기법을 사용하여 시간에 따른 관망 전체의 유량, 압력, 탱크 수위 및 농도를 계산합니다.



⑥ 결과를 그래픽으로 확인 (예: 등고선, 그래프, 테이블)

후처리 도구를 사용하면 색상 코드 등고선, 대화형 그래프 및 요약 테이블을 사용하여 결과를 분석할 수 있습니다. 이러한 시각화는 저압 구역이나 수량이 높은 지역과 같은 문제 영역을 식별하는 데 도움이 됩니다.



⑦ 문서화 또는 추가 분석을 위한 시뮬레이션 출력 또는 INP 파일 내보내기

결과 및 모델 구성은 보고 또는 다른 소프트웨어 프로그램과 공유하기 위해 표준 Format(예: *.INP, *.PGP, *.CSV)으로 저장하거나 내보낼 수 있습니다. 이는 재현성을 보장하고 협업 워크플로우를 지원합니다.



9.1 수리 및 수질 분석 모델

9.1.1 수리 시뮬레이션 모델

GISpipe는 EPANET의 수리 시뮬레이션 모델을 활용하여 고정된 저수지 수위, 탱크 수위 및 물 수요 조건에서 연속적인 시간 단계에 걸쳐 접합점 수두와 링크 유량을 계산합니다. 한 시간 단계에서 다음으로 저수지 수위와 접합점 수요량은 지정된 시간 패턴에 따라 갱신되고, 탱크 수위는 현재 유량 해를 사용하여 갱신됩니다. 특정 시점에서의 수두와 유량에 대한 해는 각 접합점의 유량 보존 방정식과 관망의 각 링크에 대한 수두손실 관계를 동시에 푸는 것을 포함합니다.

이 과정은 “수리 평형” 으로 알려져 있으며, 관련된 비선형 방정식을 풀기 위한 반복 기법을 사용합니다. EPANET은 “경사 알고리즘” 을 이 목적으로 사용합니다.

확장 기간 시뮬레이션(EPS)에 사용되는 수리 시간 간격은 사용자가 설정할 수 있습니다. 일반적인 값은 1시간입니다. 다음 이벤트 중 하나가 발생할 때 정상보다 짧은 시간 간격이 자동으로 적용됩니다:

- 다음 출력 보고 시간이 도래하는 경우
- 다음 시간 패턴 기간이 도래하는 경우
- 탱크가 비거나 만수가 되는 경우
- 단순 제어 또는 규칙 기반 제어가 활성화되는 경우

9.1.2 수질 시뮬레이션 모델

기본 물질 이송

GISpipe는 이산 물 입자가 관망을 통해 이동하고 혼합되는 방식을 시뮬레이션하기 위해 라그랑지안 시간 기반 방법을 사용하는 EPANET의 수질 엔진을 활용합니다. 각 관은 겹치지 않는 일련의 세그먼트로 채워지며, 각 수질 시간 간격마다 수질이 갱신됩니다. 이 단계는 동적 거동을 포착하기 위해 수리 단계보다 짧으며, 반응 적용, 절점에서의 질량 수지 갱신, 유입 농도가 크게 변할 때 새로운 세그먼트 생성을 포함합니다. 유향 역전은 세그먼트 재정렬로 처리되며, 절점의 수질은 모든 기여 세그먼트로부터의 누적 유입량을 기반으로 계산됩니다.

저류 탱크에서의 혼합

GISpipe는 네 가지 탱크 혼합 모델을 제공하는 EPANET의 수질 엔진을 활용합니다:

- 완전 혼합 – 탱크 전체에서 즉각적이고 균일한 혼합을 가정합니다.
- 2구획 혼합 – 탱크를 두 개의 완전 혼합 구역으로 분할하여 단락 흐름과 사수역을 시뮬레이션합니다.
- FIFO 플러그 흐름 – 물이 관로처럼 같은 순서로 유입 및 유출된다고 가정하며, 혼합은 발생하지 않습니다.
- LIFO 플러그 흐름 – 물이 하부에서 역순으로 유입 및 유출됩니다; 수직관에 유용합니다.

이러한 모델은 다양한 물리적 탱크 거동을 보다 정확하게 나타낼 수 있는 유연성을 제공합니다.

수질 반응

반응은 관 내 유체 또는 관 벽면에서 발생할 수 있습니다:

- 체적 반응은 n^{th} 차 반응속도론을 따르며, 성장, 감쇠 또는 제한 농도와의 반응을 포함할 수 있습니다. GISpipe는 사용자가 필요에 따라 반응속도 계수, 반응 차수 및 제한 농도를 입력할 수 있습니다.
- 벽면 반응은 관 내 유체의 농도와 관의 표면적 대 체적 비율에 의존합니다. 반응 속도는

0차 또는 1차일 수 있으며, 관의 조도, 재질 및 경과 연수에 의해 영향을 받습니다. 벽면 반응 계수는 관의 수두손실 특성과 경험적 관계를 사용하여 관련시킬 수 있습니다.

수령 및 수원 추적

수령은 0차 성장 과정으로 모델링되며, 매초마다 물의 수량에 1초가 추가되어 수질 신선도의 일반적인 지표를 제공합니다. 수원 추적의 경우, 모델은 각 절점에서 지정된 수원에서 유래한 물의 비율을 추적하며, 비반응성 성분의 100% 농도로 처리됩니다. 이는 시간에 따른 관망 전체의 혼합 패턴과 수원 기여도를 평가하는 데 도움이 됩니다.

9.2 상수관망 모델 구축

이 섹션에서는 기본 레이아웃 설정부터 정확한 시스템 분석을 위한 시뮬레이션 매개변수 구성까지 GISpipe 내에서 수리 상수관망을 구축하는 단계별 과정을 설명합니다.

9.2.1 레이어 작업

GISpipe는 수리, 우수 및 유출 모델링을 지원하는 강력한 레이어 관리 도구를 제공합니다. 이 섹션에서는 데이터 가져오기, 좌표계 할당, 지오메트리 관리 및 레이어별 속성 접근을 포함하여 레이어 작업 방법을 설명합니다.

레이어 및 데이터 가져오기

새 프로젝트를 시작할 때 사용자는 다음 중 하나를 선택할 수 있습니다:

- 지도 기반 그리기 도구를 사용하여 수동으로 형상을 디지털화하거나,
- 기존 GIS 데이터셋을 가져옵니다:
 - 셰이프파일 (.shp)
 - GeoJSON (.geojson)
 - 좌표 열이 있는 CSV 파일
 - DEM용 래스터 파일 (예: .tif)
 - EPANET 또는 SWMM 관망 가져오기용 INP 파일
 참조: **부록 A** 지원 Format 목록
- 셰이프파일을 가져오려면 레이어 제어 패널(좌측 창)로 이동하여 **가져오기** button, .
- 파일을 선택하고 열어 지오메트리 유형(상수도, 하수도 또는 Other)을 선택합니다. 다음에 표시된 것처럼 **그림 9-1**.
- GISpipe 객체 Category(예: 집합점, 관, 하수관 등)에 할당합니다.
- 직경, 표고 또는 조도와 같은 필드 매핑을 정의합니다.

그림 9-1: 매핑 필드 유형 선택

레이어 유형 및 지오메트리

각 객체 유형에는 사전 정의된 지오메트리가 있습니다:

테이블 9-1: 레이어 유형 및 지오메트리

레이어	지오메트리	설명
집합점	포인트	수요 지점 및 연결 절점 모델링
저수지	포인트	고정수두 수원 표현
탱크	포인트	가변 수위 저류 모델링
관	라인	절점 간 물 전달
펌프/밸브	라인	특수 수리 링크 표현
라벨	포인트	선택적 주석 레이어
집수구역	폴리곤	우수 및 유출 모델에서 사용
하천/유역	선/폴리곤	DEM 및 지형 기반 분석용
SWMM Elements	다양	맨홀 및 관거 등의 하수도 요소

레이어	지오메트리	설명
배경 지도	래스터	Google Maps, Bing, OpenStreetMap

레이어 도구 모음 기능

레이어 패널 상단의 아이콘은 **그림 9-2**에 나열된 다양한 기능을 제공하며 **테이블 9-2** 다양한 레이어를 프로젝트에 통합합니다.



그림 9-2: 레이어 도구 모음

테이블 9-2: 레이어 도구 모음 기능

옵션	설명
가져오기	셰이프파일, INP 파일, 래스터 데이터 및 Other 다양한 파일 Format을 추가합니다. 가져올 수 있는 다양한 파일 목록은 Appendix A .
내보내기	선택한 레이어 유형에 따라 다음 파일 Format으로 레이어를 내보낼 수 있습니다. - 상수관망: EPANet 2 INP, EPANet 2 NET, EPANet 3 INP, 셰이프파일 (참조: 그림 9-3) 및 DXF - 우수/하수관망: SWMM INP 및 셰이프파일 - Other (폴리곤, 라인, 포인트, 소유역, 소블록, 수량계 등): 셰이프파일
테이블	속성 테이블의 값을 보고 편집합니다 그림 9-4 .
추가	새 레이어를 추가합니다. 다양한 옵션이 다음에 표시된 것처럼 제공됩니다 그림 9-5 .
삭제	지도에서 선택한 레이어를 삭제합니다.
위로 이동	표시 순서에서 선택한 레이어를 위로 이동합니다.
아래로 이동	표시 순서에서 선택한 레이어를 아래로 이동합니다.
☒ 가시성 전환	레이어'의 가시성을 활성화 또는 비활성화합니다.

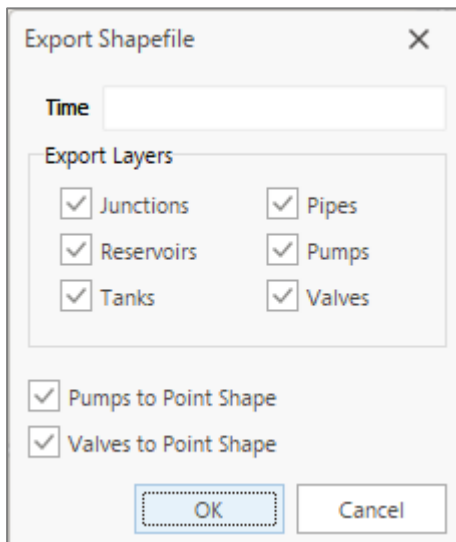
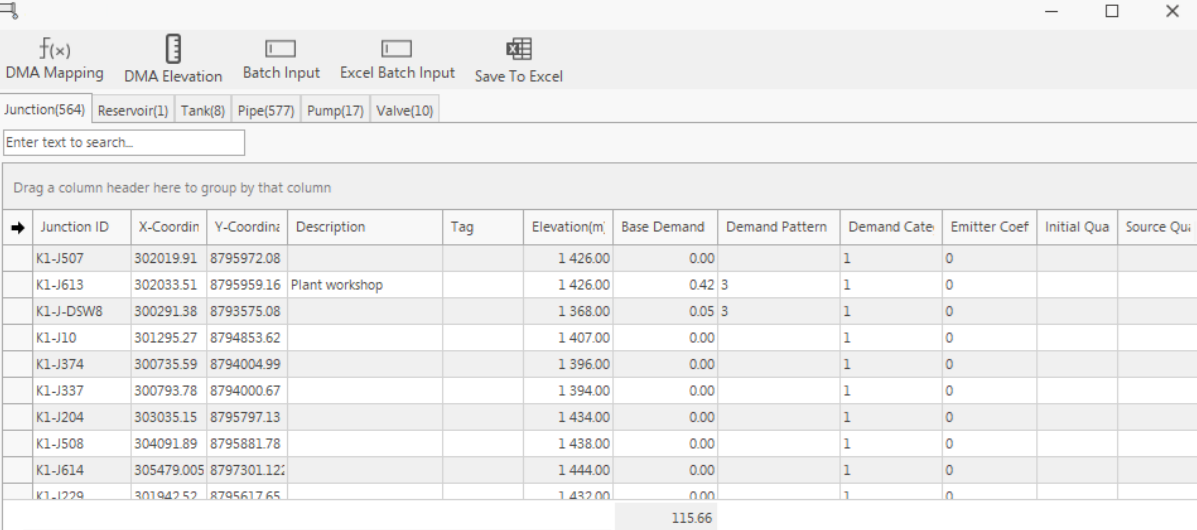


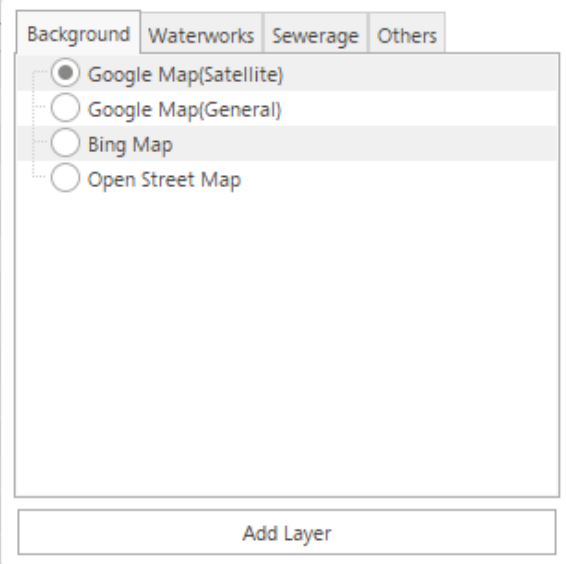
그림 9-3: 셰이프파일로 내보내기 (상수관망 예시)

예를 들어, 사용자는 컴파일된 셰이프파일에 포함할 상수관망 구성요소의 정보를 선택할 수 있습니다 see 그림 9-3.



Junction ID	X-Coord	Y-Coord	Description	Tag	Elevation(m)	Base Demand	Demand Pattern	Demand Cate	Emitter Coef	Initial Qua	Source Qua
K1-J507	302019.91	8795972.08			1 426.00	0.00		1	0		
K1-J613	302033.51	8795959.16	Plant workshop		1 426.00	0.42	3	1	0		
K1-J-DSW8	300291.38	8793575.08			1 368.00	0.05	3	1	0		
K1-J10	301295.27	8794853.62			1 407.00	0.00		1	0		
K1-J374	300735.59	8794004.99			1 396.00	0.00		1	0		
K1-J337	300793.78	8794000.67			1 394.00	0.00		1	0		
K1-J204	303035.15	8795797.13			1 434.00	0.00		1	0		
K1-J508	304091.89	8795881.78			1 438.00	0.00		1	0		
K1-J614	305479.005	8797301.12			1 444.00	0.00		1	0		
K1-J229	301942.52	8795617.65			1 432.00	0.00		1	0		
					115.66						

그림 9-4: 속성 테이블



Background Waterworks Sewerage Others

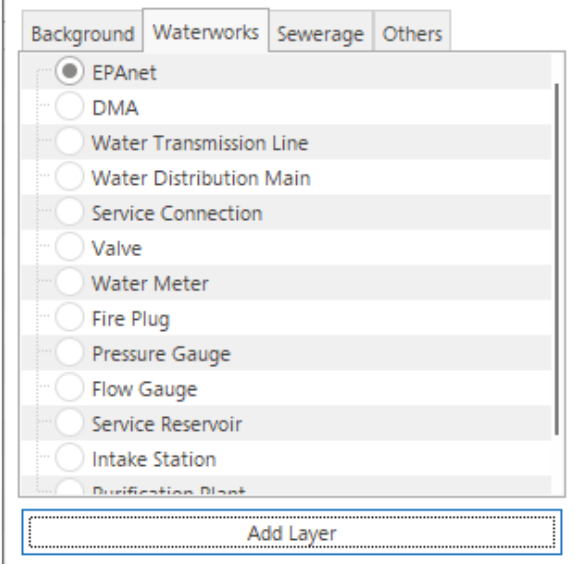
☒ Google Map(Satellite)

☐ Google Map(General)

☐ Bing Map

☐ Open Street Map

Add Layer



Background Waterworks Sewerage Others

☒ EPANet

☐ DMA

☐ Water Transmission Line

☐ Water Distribution Main

☐ Service Connection

☐ Valve

☐ Water Meter

☐ Fire Plug

☐ Pressure Gauge

☐ Flow Gauge

☐ Service Reservoir

☐ Intake Station

☐ Purification Plant

Add Layer

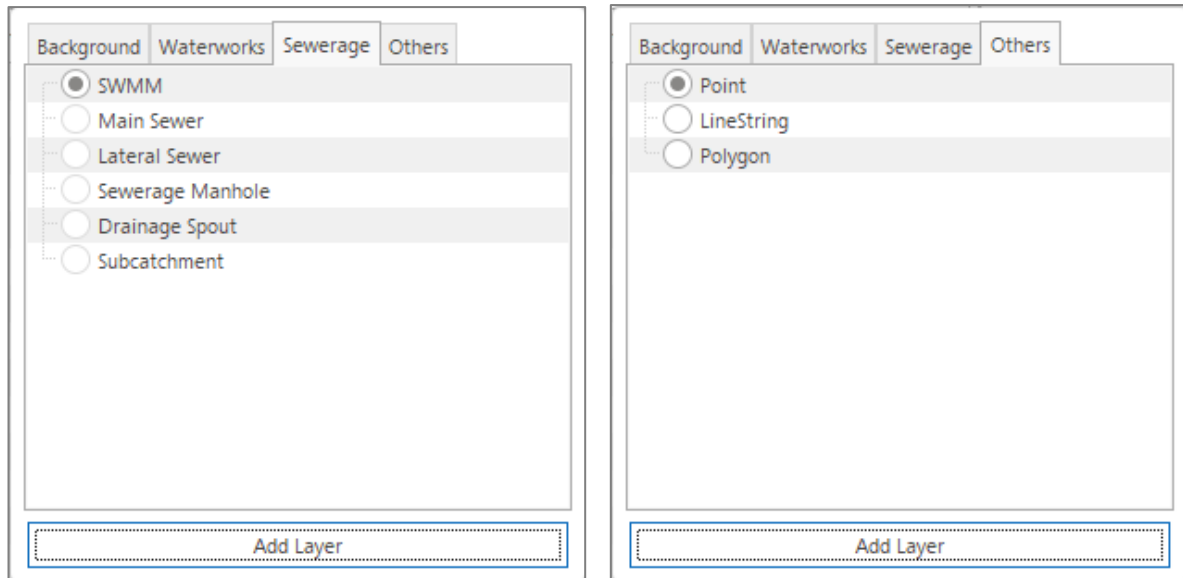


그림 9-5: 레이어 추가 (배경, 상수도, 하수도, Other)

속성 테이블 및 데이터 추출

각 벡터 레이어는 다음 기능이 포함된 테이블 보기로 열 수 있습니다 (그림 9-6), 사용자는 다음을 수행할 수 있습니다:

- 데이터 보기, 필터링 및 그룹화
- 값 편집 (예: 표고, 수요, 조도)
- Excel 또는 CSV로 내보내기
- 일괄 입력 또는 일괄 편집 수행
- 소블록 매핑, 밸브 ID 지정 또는 등고선 태그 지정과 같은 도구를 사용합니다.

속성 테이블은 **테이블** button  레이어 도구 모음에서 클릭하여 볼 수 있습니다.

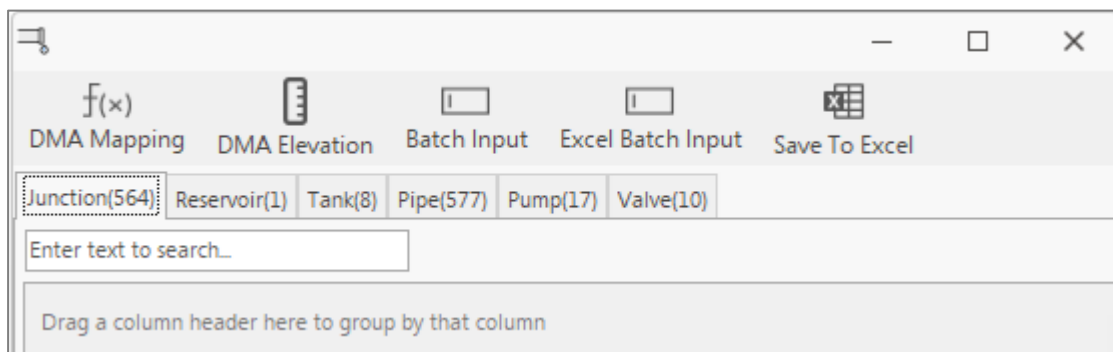


그림 9-6: 속성 테이블 기능

새 레이어 생성

사용자는 **추가** button  레이어 도구 모음에서 클릭하여 볼 수 있습니다. Various options 됩니다 4개의 다른 탭에서 사용할 수 있으며, 참조: 그림 9-5

탭:

- 배경: Google Maps, Bing Map 또는 OpenStreetMap과 같은 배경 지도를 추가합니다.
- 상수도 (EPANET 레이어): 집합점, 관, 탱크, 밸브, 계량기 등이 포함된 새 EPANET 관망 레이어 또는 수도계량기, 유량계 등 상수관망 모델과 관련된 특정 레이어입니다.

- 하수도 (SWMM 레이어): 접합점, 방류구, 도관, 위어 등이 포함된 새 SWMM 관망 또는 주/분기 하수관, 맨홀, 소유역 등의 특정 레이어입니다.
- Other: 포인트, 라인스트링, 폴리곤과 같은 일반 벡터 유형입니다.

클릭: 레이어 추가버튼을 클릭하여 새 레이어를 작업 공간에 포함시킵니다.

레이어 컨텍스트 메뉴 옵션

레이어를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하면 다음에 표시된 컨텍스트 메뉴가 열립니다 그림 9-7.

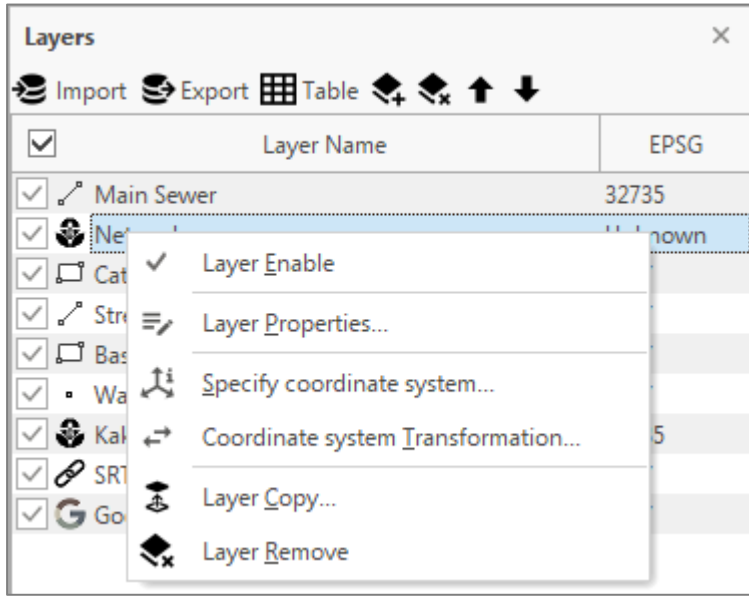


그림 9-7: 레이어 컨텍스트 메뉴

이를 통해 사용자는 다음에 나열된 기능을 선택할 수 있습니다 테이블 9-3.

테이블 9-3: 레이어 컨텍스트 메뉴

옵션	설명
레이어 활성화	레이어 가시성을 켜기/끄기합니다.
레이어 속성	상세 설정 대화 상자를 엽니다 (참조: 테이블 9-4).
좌표계 지정	레이어'의 투영을 정의합니다 (참조: 그림 9-15).
좌표계 변환	레이어를 다른 EPSG로 재투영합니다 (참조: 그림 9-16).
레이어 복사	선택한 레이어를 복제합니다.
레이어 제거	지도에서 레이어를 삭제합니다.

레이어 속성 대화 상자

The 레이어 속성 대화 상자는 다음에 나열된 주요 제어 기능을 제공합니다: 테이블 9-4 및 다음에 표시된 창: 그림 9-8.

속성 대화 상자 창에서 사용자는 저장된 스타일을 열 수도 있습니다 such as 주제도 도구 키트 (*.ttkstyle), 초기화 파일 (*.ini) or 스타일 레이어 기술자 (*.sld) 이러한 파일은 스타일 및 구성 정보를 저장하는 데 사용되는 다양한 유형의 파일입니다.

사용자가 특정 스타일을 설정한 경우 이를 저장할 수도 있습니다 (in *.ttkstyle format), 다른 프로젝트에서 나중에 사용하기 위해.

변경할 수 있는 매개변수는 레이어 유형(래스터, 벡터 또는 Other 유형)에 따라 다릅니다.

테이블 9-4: 레이어 속성 설정

옵션	설명
일반 탭	
매개변수	
캡션	지도 범례 또는 레이어 목록에 표시되는 레이어의 표시 이름 또는 제목입니다. 참조: 그림 9-8 .
좌표계	레이어에서 사용하는 공간 참조 시스템(SRS) 또는 투영법을 지정합니다. 예: WGS 84, UTM Zone 35S 또는 EPSG:4326. 이를 통해 레이어가 다른 공간 데이터 및 지도와 올바르게 정렬됩니다. 좌표계가 올바르지 않거나 누락되면 객체가 잘못된 위치에 나타나거나 전혀 나타나지 않을 수 있습니다.
페인팅 (ee 그림 9-8)	
배경 지도	레이어가 배경 지도(예: 위성 이미지 또는 지형과 같은 배경 참조 레이어)로 사용되는지 여부를 지정합니다. 배경 지도는 운영 레이어 아래에 렌더링되며 상호작용이 불가능합니다.
캐시된 렌더링	표시를 위한 캐시된(사전 렌더링된) 버전의 레이어 사용을 활성화 또는 비활성화합니다. 보기가 변경될 때마다 레이어를 다시 그리지 않아도 되므로 렌더링 성능이 향상됩니다.
도형 매개변수 무시	활성화하면 소프트웨어는 데이터에 정의된 크기, 방향 또는 테두리 스타일과 같은 도형별 속성을 무시합니다. 개별 지오메트리 속성에 관계없이 모든 객체에 걸쳐 일관되거나 단순화된 렌더링 스타일이 필요한 경우 유용합니다.
다중패스 렌더링 (느림)	복잡한 심볼(예: 그림자, 윤곽선, 그라데이션 중첩)을 위한 다중 렌더링 패스 사용을 허용합니다. 고품질 시각 효과를 생성하지만 반복 처리로 인해 성능이 저하될 수 있습니다.
설정 파일의 스타일 우선	기본 또는 수동 설정보다 외부 구성 파일(예: .ttkstyle, .ini 또는 .sld)의 스타일 설정을 우선합니다. 사전 정의된 스타일 규칙을 적용하여 프로젝트 또는 환경 간의 일관성을 보장합니다.
투명도	레이어의 투명도 수준을 설정합니다 (완전 불투명에서 완전 투명까지) 아래 레이어가 부분적으로 보이게 하여 더 나은 시각적 통합 또는 중첩 비교를 가능하게 합니다.
해석	Defines how the layer's data should be interpreted or rendered, such as raster bands, categorical data, or elevation models. 옵션은 기본값, 픽셀 또는 그리드입니다. 데이터의 유형과 용도에 따라 소프트웨어가 데이터를 의미 있게 처리하고 표시하는 방법을 안내합니다.
Info	
파일 정보	레이어와 연결된 데이터 소스 파일의 메타데이터(Format(예: Shapefile, GeoTIFF), 크기, 최종 수정 날짜 및 인코딩)를

	표시합니다.
사용자 주석	사용자가 레이어와 관련된 메모, 설명 또는 관찰 사항을 추가할 수 있는 자유 텍스트 필드입니다. 데이터 출처, 용도, 제한 사항 또는 특별 고려 사항과 같은 향후 사용자 또는 협력자를 위한 컨텍스트, 문서화 또는 알림을 제공합니다.

섹션 탭	
표시 (참조: 그림 9-9)	
섹션	
섹션	레이어 내의 논리적 그룹화 또는 주제별 구분을 나타냅니다. 하위 Category 가 있는 복잡한 데이터셋을 관리하거나 데이터의 특정 부분의 가시성을 전환하는 데 자주 사용됩니다. 유형, 기능 또는 구역별로 객체를 그룹화하는 것과 같이 레이어 내 콘텐츠의 더 나은 조직화 및 선택적 표시를 가능하게 합니다.
최소 축척	레이어 또는 섹션이 표시되는 가장 작은 지도 축척(즉, 가장 축소된 상태)을 설정합니다. 사용자가 의미 있게 볼 수 없을 정도로 축소되었을 때 상세 레이어를 숨겨 지도의 복잡성을 방지합니다. 예를 들어, 동네 수준으로 확대했을 때만 소화전을 표시합니다. 참조: 그림 9-9 .
최대 축척	레이어 또는 섹션이 표시되는 가장 큰 지도 축척(즉, 가장 확대된 상태)을 설정합니다. 너무 확대되었을 때 레이어를 숨겨 성능과 관련성을 향상시킬 수 있습니다. 예를 들어, 거리 수준으로 확대하면 지역 상수관망이 사라질 수 있습니다. 참조: 그림 9-9 .
3D (참조: 그림 9-10)	
레이어를 2D로 처리	X(경도)와 Y(위도) 좌표만 사용하여 레이어를 평면 2차원 뷰로 렌더링합니다. 표고나 깊이가 관련 없는 대부분의 주제도 및 지형도에 적합합니다. 시각화를 단순화하고 성능을 향상시킵니다.
레이어를 3D 객체로 처리	Z값(표고 또는 깊이)을 통합하여 레이어의 3차원 렌더링을 활성화합니다. 지형, 인프라 또는 지하 관망을 3D 장면에서 시각화하는 데 유용합니다.
정규화 Z	모든 Z값을 기준 표고(일반적으로 지반면)에 대해 조정하여 절대 높이를 상대 높이로 변환합니다. 데이터에 절대 표고 값이 포함되어 있지만 표면에 대한 상대적 시각화가 필요한 경우 유용합니다.
스케일 Z (%)	모든 Z값에 축척 계수(percent)를 곱하여 수직 과장을 강화하거나 압축하여 특히 평탄한 지형에서 표고 차이의 시각적 해석을 향상시킵니다.
가상 Z	실제 표고 데이터가 없는 객체에 인위적 또는 고정 Z값을 할당합니다. 이를 통해 비표고 객체(예: 2D 라인 또는 포인트)를 3D 장면에서 원하는 높이에 배치하여 겹침이나 숨김을 방지할 수 있습니다.
픽셀 (참조: 그림 9-11)	

색상	픽셀 값이 색상 빨강, 초록, 파랑, 밝기, 대비 등을 통해 표시 색상에 매핑되는 방법을 정의합니다. 픽셀 값에 의미 있거나 시각적으로 구별되는 색상을 할당하여 해석을 향상시킵니다.
밴드	표시 또는 분석에 사용되는 래스터 밴드(예: 빨강, 초록, 파랑, 알파)를 지정합니다. 이미지 구성을 제어할 수 있습니다. 일반적인 구성은 다음과 같습니다:
투명도	래스터 레이어의 전체 투명도를 조정하거나 특정 픽셀 값을 투명으로 설정합니다 (예: 데이터 없음 영역). 배경 레이어가 비쳐 보이게 하거나 관련 없거나 누락된 데이터 영역을 숨겨 지도 가독성을 향상시킵니다.

그리드 (참조: 그림 9-12)

그리드 섹션	
그리드 밴드	표시할 래스터 밴드를 선택합니다 (기본값 또는 1). 다중 밴드 데이터셋에 유용합니다.
그림자	더 나은 시각적 깊이를 위해 그리드 렌더링에 그림자 효과를 추가합니다.
안티앨리어싱	래스터 렌더링에서 거친 가장자리를 부드럽게 합니다.
최소 / 최대 값	렌더링 및 시각화할 데이터 값 범위를 정의합니다. 이 범위를 벗어나는 값은 잘릴 수 있습니다
높이 임계값	
최소 / 최대 값	그리드 최소/최대와 유사하지만, 특정 표고 밴드(예: 음영 기복 또는 분석 임계값)를 시각화하는 데 사용할 수 있습니다.
램프	
최소/최대/범례	값 클래스와 해당 색상 밴드를 표시하고 편집할 수 있습니다.
부드러운 색상	클래스 간 부드러운 그라데이션과 급격한 색상 변경 사이를 전환합니다.
그리드 램프 마법사 옵션 (see 그림 9-13)	
단순 분류	최소값과 최대값 사이의 직접 선형 또는 연속 스케일링에 사용됩니다. 사용자가 색상 그라데이션의 시작, 중간 및 끝 값을 선택합니다.
고유 값	각 고유 래스터 값에 색상을 적용합니다 (Category형 데이터에 사용).
연속 값	연속 범위(예: 표고 또는 온도)에 그라데이션 스케일을 적용합니다.
최소/최대 값	색상 램프의 값 범위를 설정합니다.
중간 값 사용	3색 그라데이션 전환을 위한 중간점 값을 정의할 수 있습니다.
시작 색상, 중간 색상, 끝 색상	색상 램프에 사용되는 그라데이션 색상을 정의합니다.
기존 램프에 새 램프 추가	새 램프를 이전에 정의된 램프와 결합합니다.
HSL 사용	색조-채도-명도 색상 공간을 사용하여 더 부드러운 전환을 활성화합니다.
램프	사전 정의된 팔레트(예: 가을, 지형, 회색조)에서 선택합니다.
반전	색상 램프를 반전합니다.
이산형	그라데이션 혼합 없이 색상 클래스를 별도의 밴드로

	표시합니다.
모두 표시	선택 가능한 모든 램프 옵션을 표시합니다.
레벨 간격	데이터 값 등고선 레벨 간의 간격을 정의합니다.
범례 간격	지도에 표시되는 범례 라벨 간의 간격을 정의합니다.
고급 분류	분류 방법, 클래스 수 및 밴드 선택과 같은 보다 세밀한 제어를 허용합니다.
방법	데이터 범위를 나누는 방법을 결정합니다. 클래스 내 분산을 최소화하고 클래스 간 분산을 최대화하는 자연 분류입니다. Other 방법으로는 등간격, 분위수, 표준편차 등이 있습니다.
클래스	래스터 데이터를 나눌 색상 간격 또는 그룹의 수
간격	데이터 범위와 분류 방법에 따라 자동 계산됩니다; 단계 크기를 정의합니다
밴드	다중 밴드 래스터의 경우, 분류할 밴드를 선택합니다 (예: 밴드 1 = DEM의 표고).
시작 색상, 중간 색상, 끝 색상	색상 램프에 사용되는 그라데이션 색상을 정의합니다.
기존 램프에 새 램프 추가	새 램프를 이전에 정의된 램프와 결합합니다.
HSL 사용	색조-채도-명도 색상 공간을 사용하여 더 부드러운 전환을 활성화합니다.
램프	사전 정의된 팔레트(예: 가을, 지형, 회색조)에서 선택합니다.
반전	색상 램프를 반전합니다.
이산형	그라데이션 혼합 없이 색상 클래스를 별도의 밴드로 표시합니다.
모두 표시	선택 가능한 모든 램프 옵션을 표시합니다.
통계 계산 - 빠른 스캔	래스터 통계(최소/최대 등)를 빠르게 추정합니다. 더 빠르지만 덜 정확합니다.
통계 계산 - 전체 스캔	정확한 통계를 위해 전체 래스터를 스캔합니다. 더 느리지만 정확한 분류에 권장됩니다.

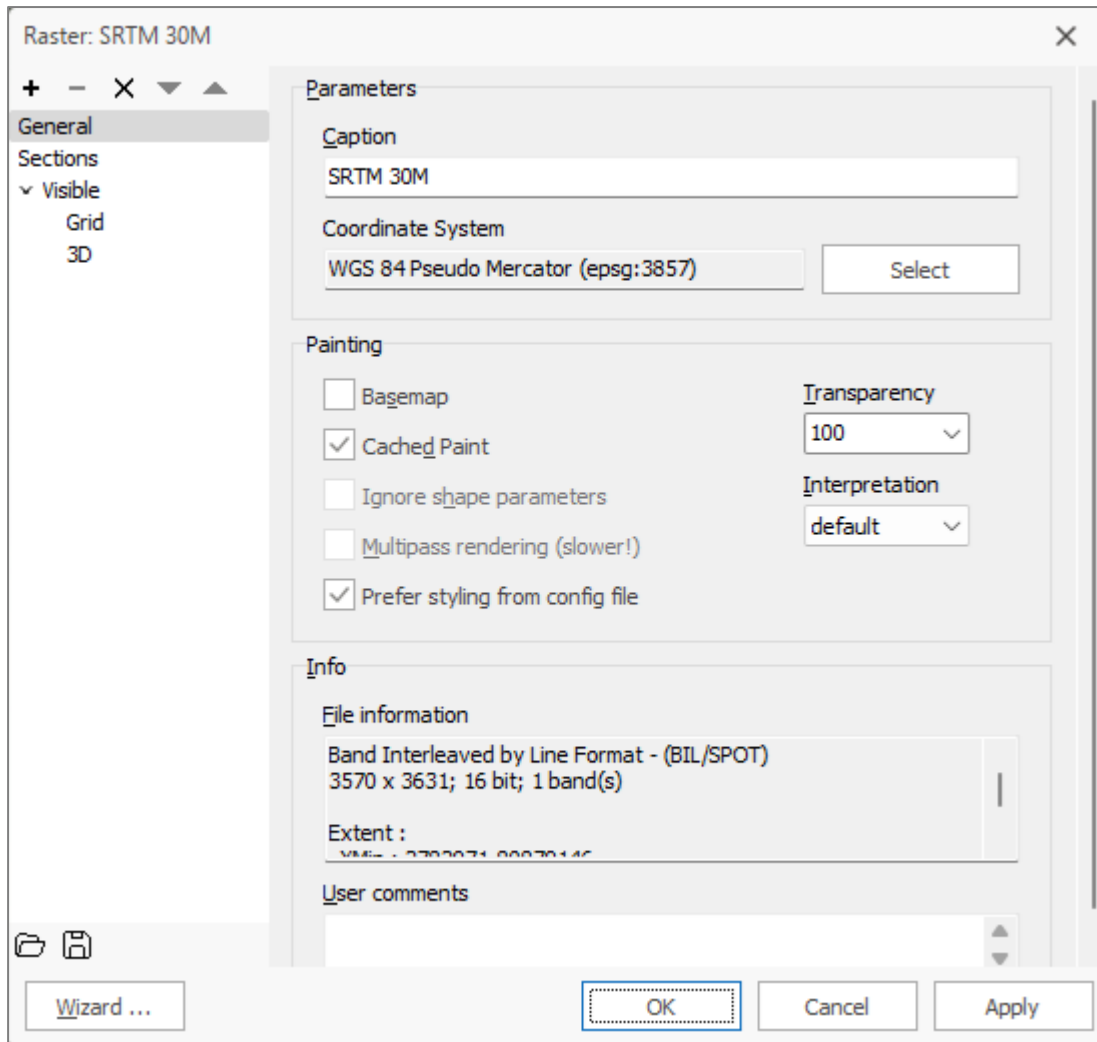


그림 9-8: 레이어 속성

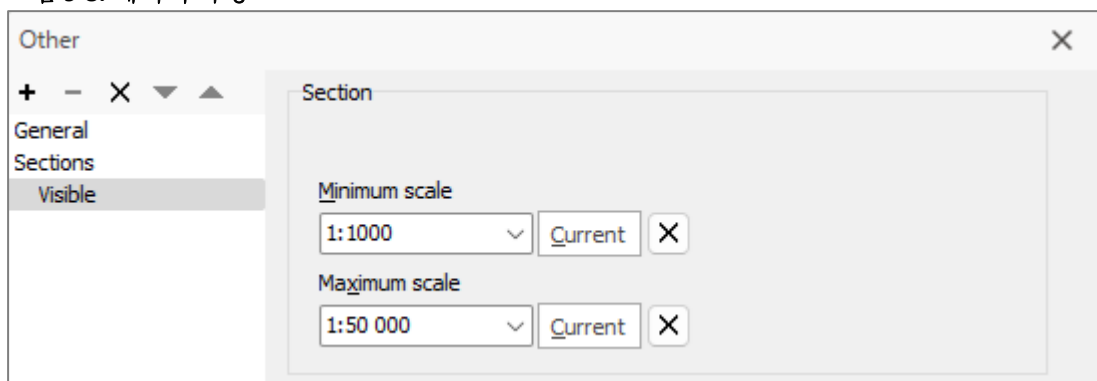


그림 9-9: 레이어 속성 - 표시 설정

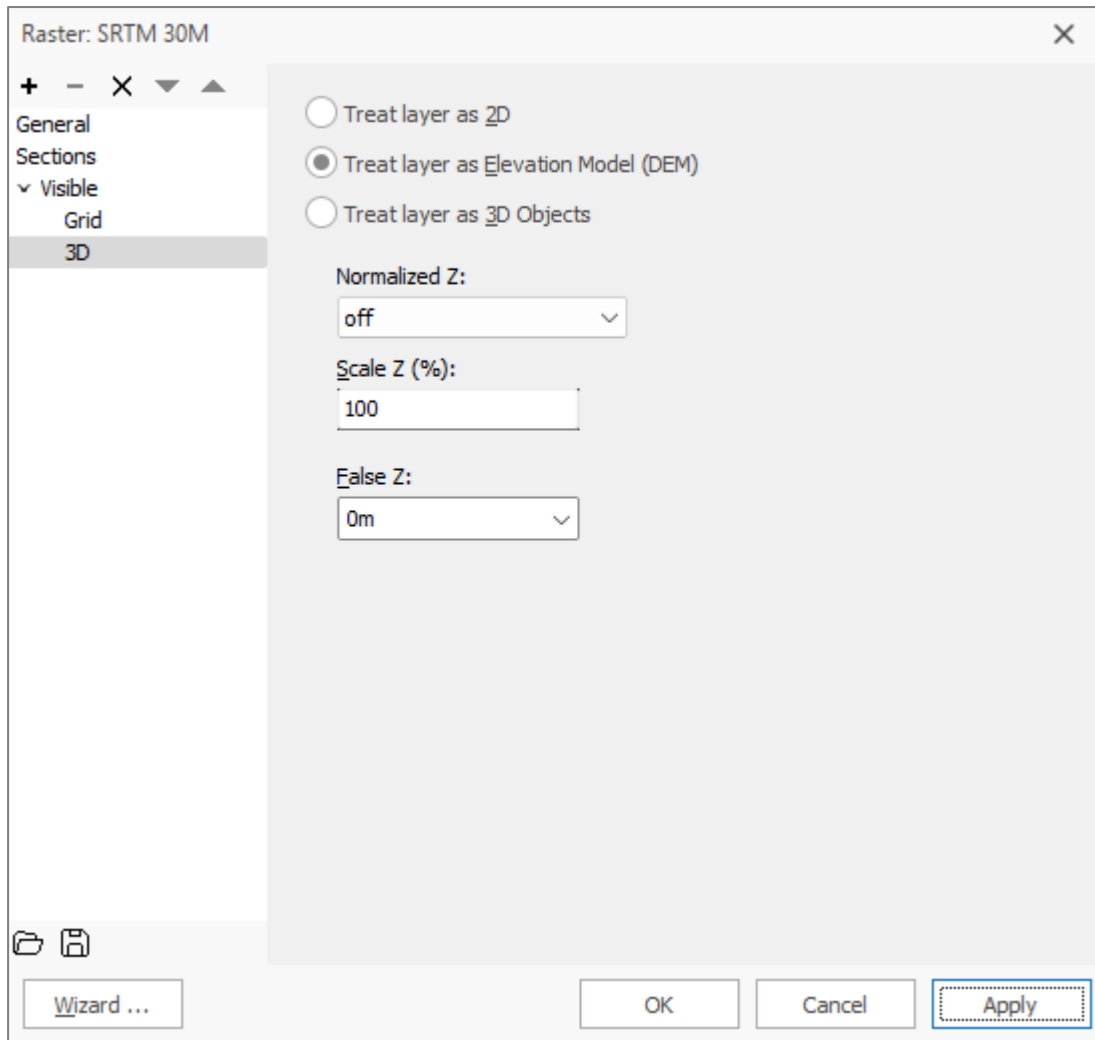


그림 9-10: 레이어 속성 - 표시 (3D) 설정

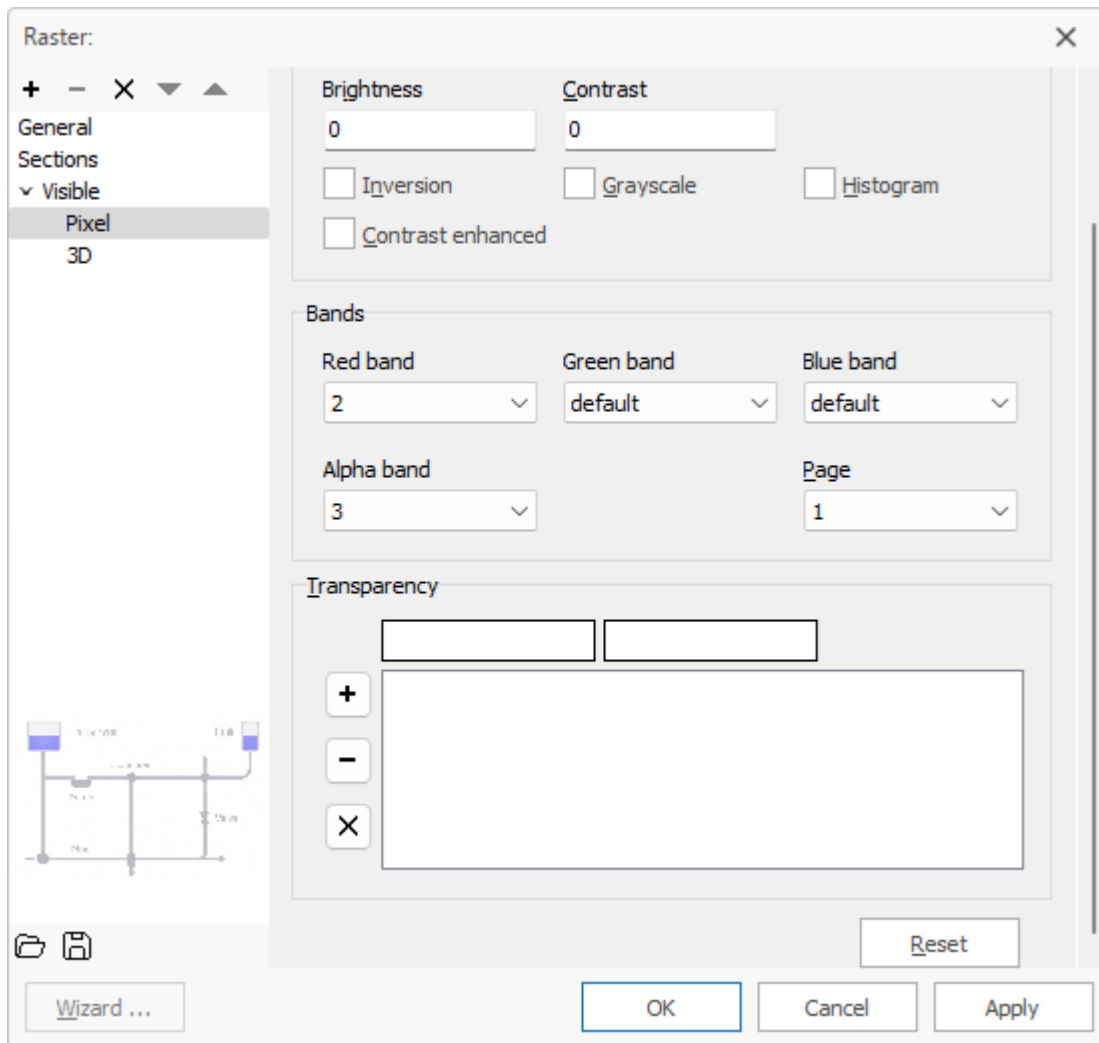


그림 9-11: 레이어 속성 - 표시 (픽셀) 설정

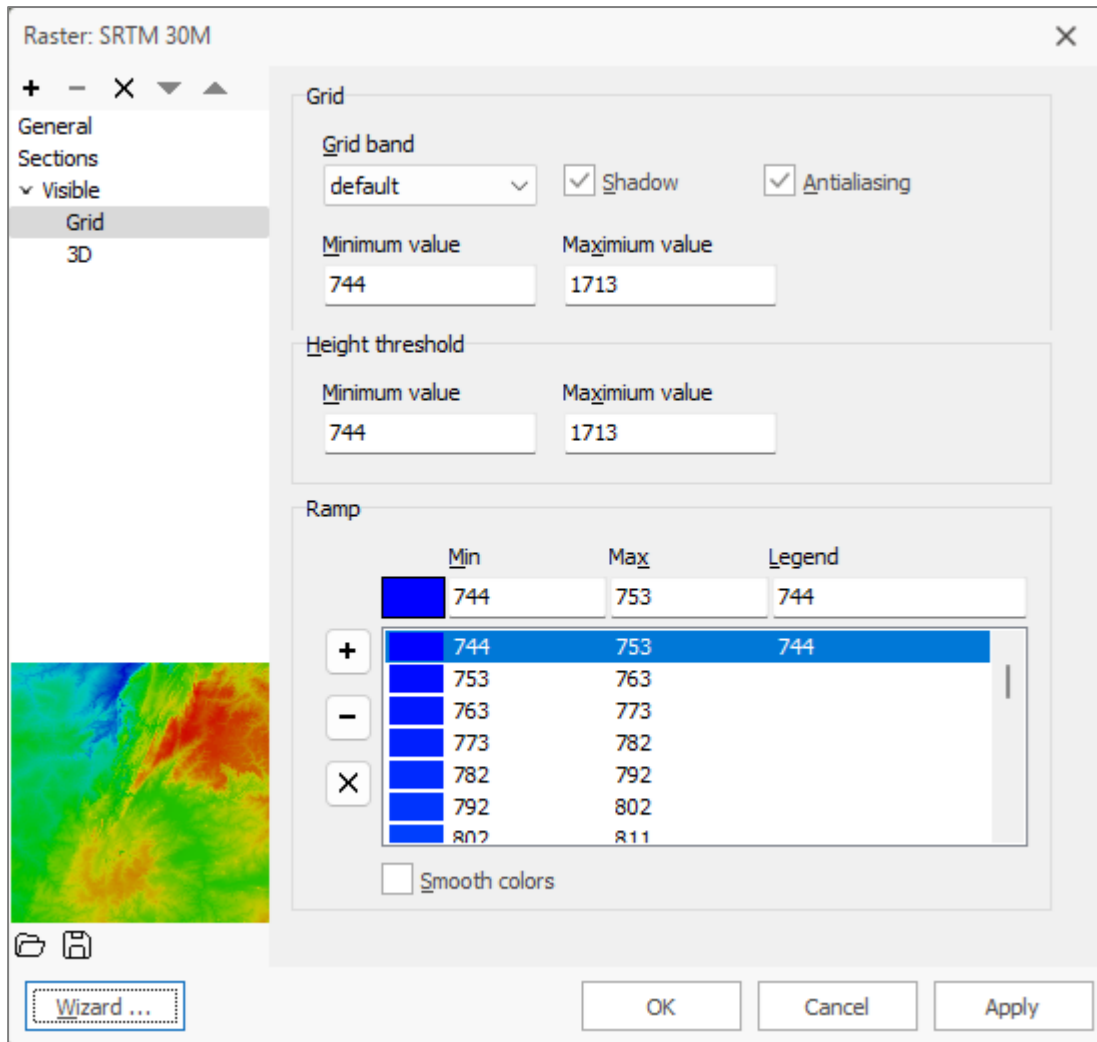


그림 9-12: 레이어 속성 - 표시 (그리드) 설정

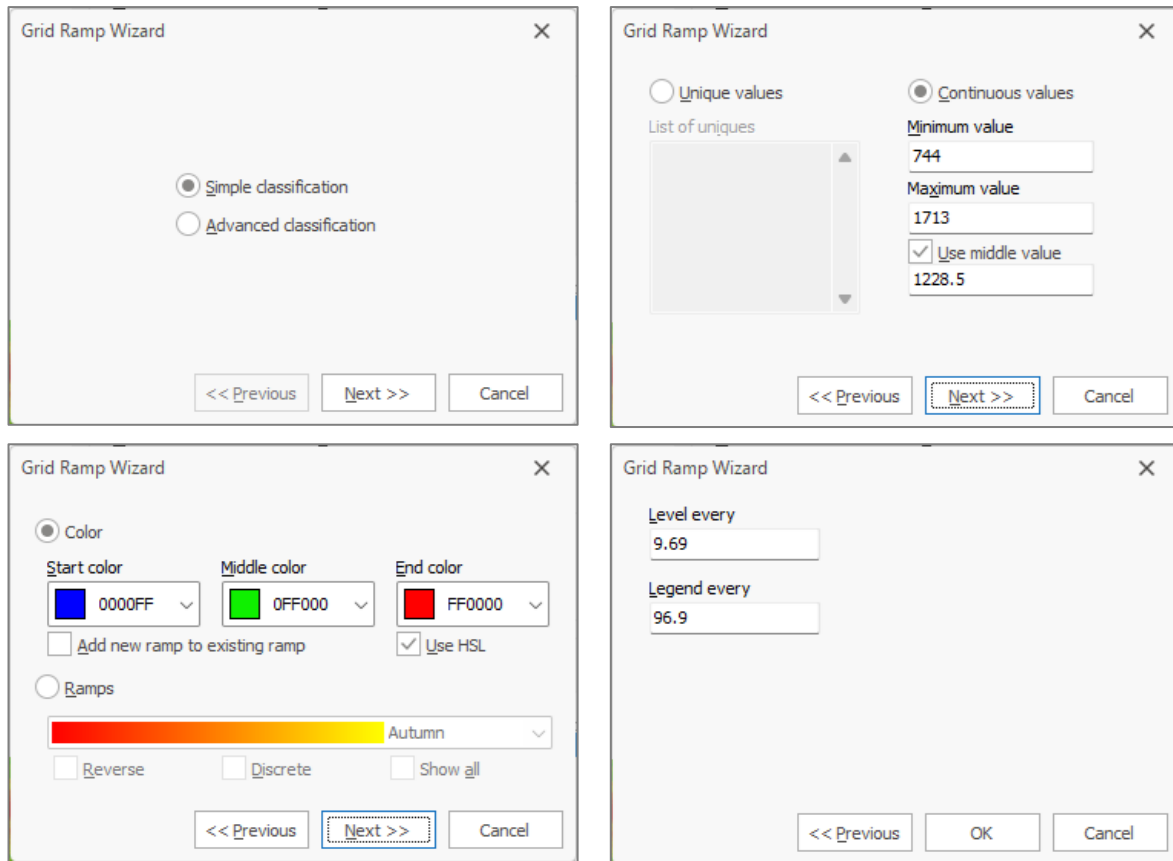


그림 9-13: 레이어 속성 - 표시 (그리드) 설정 - 마법사 (단순 분류)

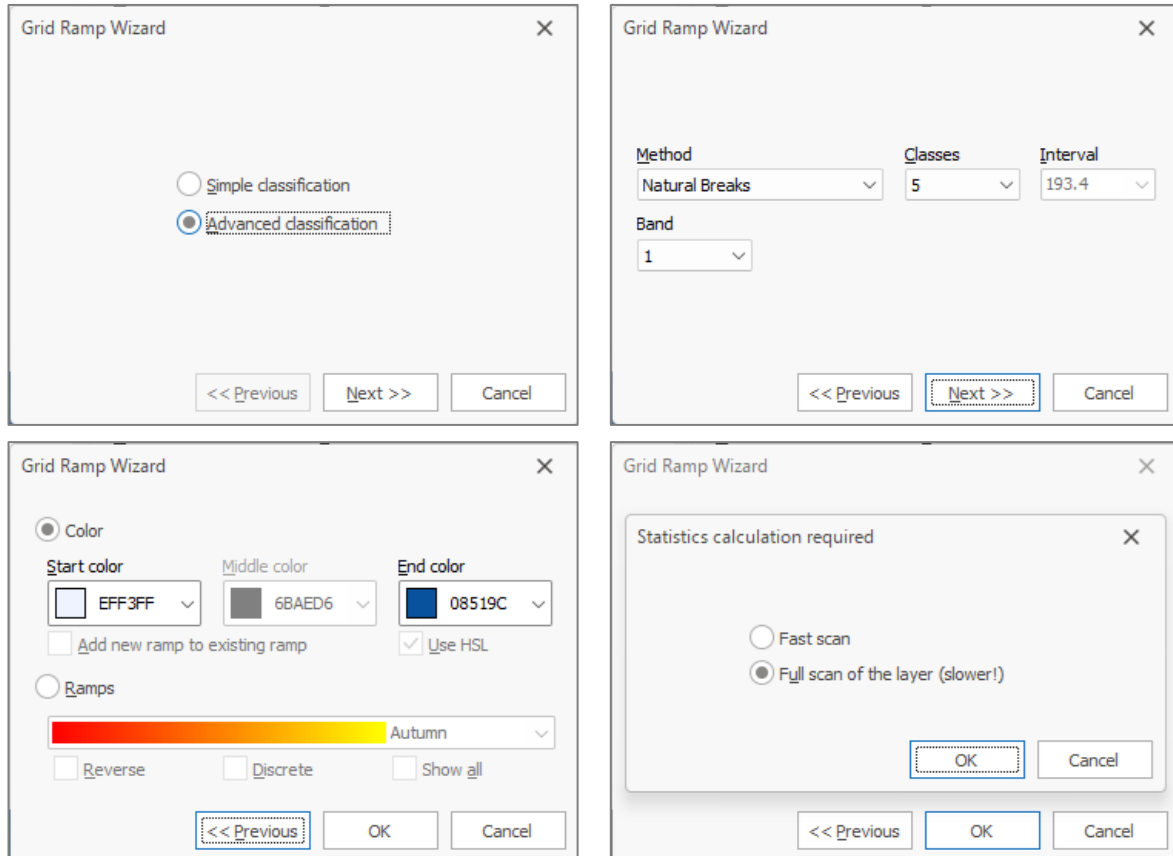


그림 9-14: 레이어 속성 - 표시 (그리드) 설정 - 마법사 (고급 분류)

이러한 도구는 사용자가 래스터 데이터(예: 표고, 유출)를 시각적으로 분류하고 해석하며, GISpipe에서 정보가 표시되는 방식을 사용자 정의하는 데 도움이 됩니다.

좌표계 설정

GISpipe에서 공간 데이터를 작업할 때, 정확한 정렬, 측정 및 공간 분석을 보장하기 위해 올바른 좌표 참조 시스템(CRS)을 할당하는 것이 필수적입니다. 좌표계는 지리 좌표가 평면에 투영되는 방법을 정의합니다.

레이어의 좌표계를 지정하려면 레이어를 우클릭하여 레이어 컨텍스트 메뉴를 표시합니다(그림 9-7).

좌클릭: 좌표계 지정 옵션으로 좌표계 선택 시스템 창을 표시합니다(그림 9-15) 새로 가져온 레이어의 EPSG 코드 (e.g., EPSG:3857 (Web Mercator), EPSG:32735 (WGS 84 UTM Zone 35S)) 를 설정할 수 있습니다(테이블 9-5).

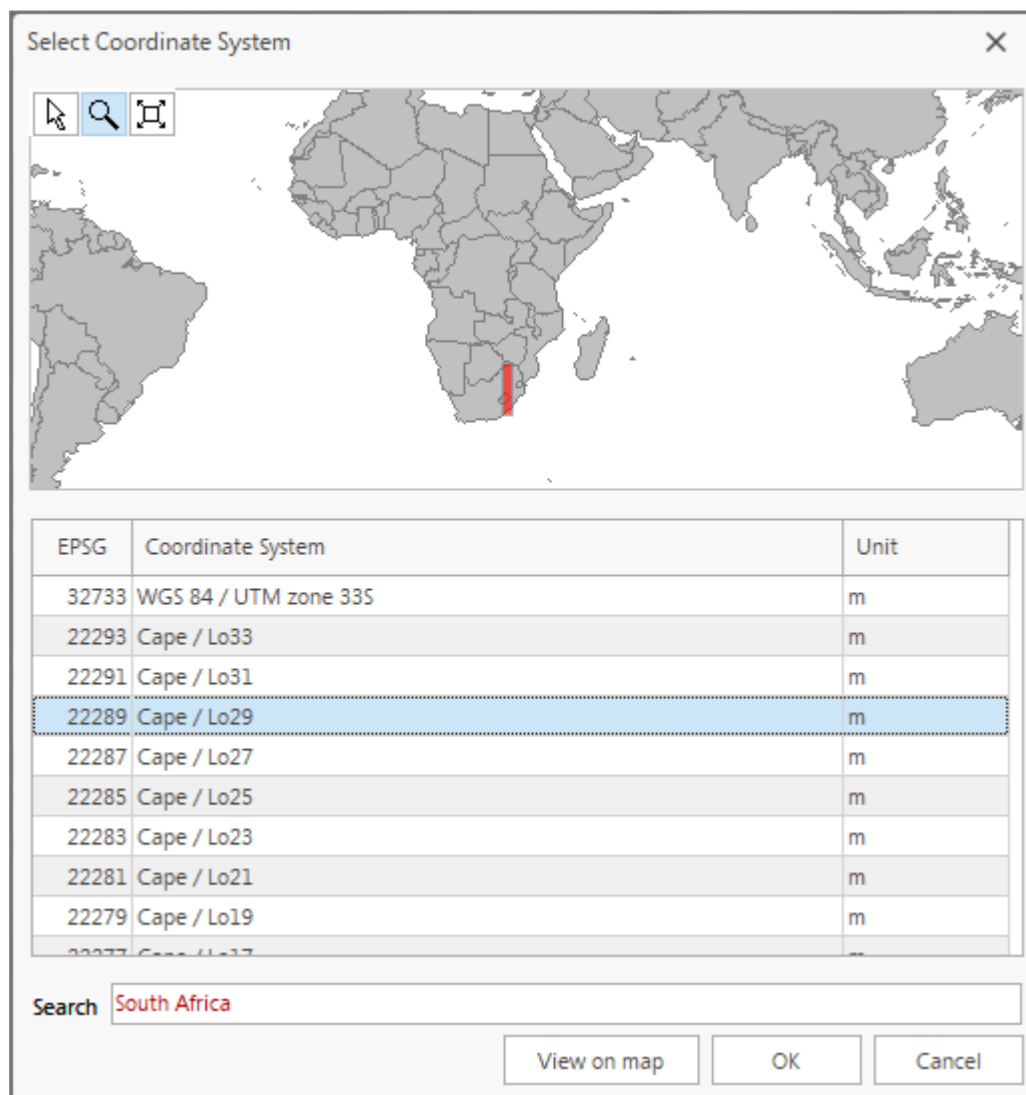


그림 9-15: 좌표계

테이블 9-5: 좌표계

매개변수	설명
EPSG	좌표계의 고유 식별자입니다.
좌표계	일반적으로 데이터와 특정 투영 존을 포함합니다
단위	측정 단위 (예: metre).

올바른 CRS를 선택하기 위한 단계

1. 지리적 지역 식별
 - 이 경우, 남아프리카에 위치한 프로젝트가 지도에 강조 표시됩니다.
 - 사용자는 국가를 검색하여 선택할 가장 적합한 CRS 시스템의 검색 범위를 좁힐 수 있습니다.
2. 적절한 CRS 선택
 - 남아프리카의 경우, 권장되는 현대 좌표계는 WGS84 타원체를 기반으로 한 Hartebeesthoek94 (HB94)입니다.
 - 이 시스템은 2도 간격의 Lo(경도) 존으로 나뉩니다. 예시 존:
 - Lo19 (EPSG:2051) 주변 지역용 19°E
 - Lo29 (EPSG:2053) 주변 지역용 29°E
 - Lo31 (EPSG:2054) 주변 지역용 31°E, Other.
3. 존과 프로젝트 위치 일치
 - 프로젝트 현장의 경도를 찾고 해당하는 HB94 / Lo 존을 선택합니다. 예를 들어:
 - 현장이 ~29°E 경도에 위치한 경우, Hartebeesthoek94 / Lo29 (EPSG:2053).
 - 위치한 경우 ~31°E, 선택합니다 Lo31 (EPSG:2054).
4. 레거시 시스템
 - Cape / Lo와 같은 이전 좌표계는 (EPSG:22277 or EPSG:4222) 여전히 나타날 수 있습니다. 레거시 데이터 호환성이 필요하지 않는 한 권장되지 않습니다.
5. 최종 선택
 - 원하는 행을 클릭합니다 (e.g., EPSG:2053 for HB94 / Lo29).
 - 클릭 OK 버튼을 좌표계를 적용합니다.

Tip: 클릭: 지도에서 보기버튼을 클릭하여 각 CRS 존의 범위를 시각적으로 확인합니다.

좌표계 변환

변환 대화 상자를 사용하여 레이어를 하나의 CRS에서 다른 CRS로 변환합니다 (e.g., from 3857 to 32735).

레이어의 좌표계를 변환하려면, 레이어를 우클릭하여 레이어 컨텍스트 메뉴를 표시합니다(그림 9-7).

The 좌표계 변환 창이 표시됩니다 참조: 그림 9-16.

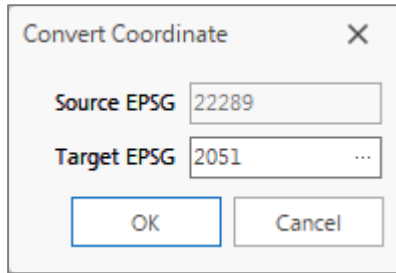


그림 9-16: 좌표계 변환

현재 소스 EPSG가 표시되며, 대상 EPSG를 입력란에 입력하거나 생략 부호를 클릭하여 선택할 수 있습니다 (...) 입력란 오른쪽의 버튼을 클릭하여 좌표계 선택 창을 표시합니다 (그림 9-15).

9.2.2 물리적 구성요소

GISpipe는 상수관망 시스템을 절점에 연결된 링크의 집합으로 모델링합니다. 링크는 관, 펌프 및 제어 밸브를 나타냅니다. 절점은 접합점, 탱크 및 저수지를 나타냅니다. 그림 9-17 아래는 이러한 객체들이 어떻게 서로 연결되어 관망을 형성하는지 보여줍니다.

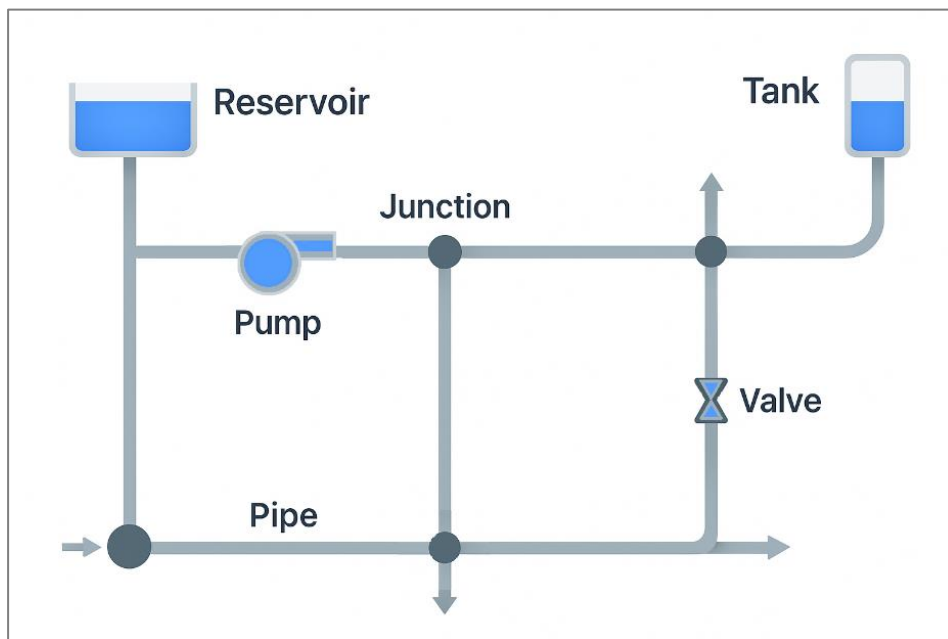


그림 9-17: 구성요소

접합점

접합점은 네트워크에서 링크가 결합되고 물이 네트워크에 들어오거나 나가는 지점입니다. 접합점에 필요한 기본 입력 데이터는 다음과 같습니다:

- 기준점(보통 평균 해수면) 대비 표고
- 수요량 (관망에서의 취수율)
- 초기 수질

시뮬레이션의 모든 시간 기간에 대해 접합점에서 계산되는 출력 결과는 다음과 같습니다:

- 수리 수두 (유체 단위 중량당 내부 에너지)
- 압력

- 수질
- 접합점은 또한 다음이 가능합니다:
- 시간에 따라 수요량 변화
 - 여러 Category의 수요량 할당
 - 물이 관망에 유입되는 것을 나타내는 음의 수요량 보유
 - 압력 구동 수요량 보유
 - 성분이 관망에 유입되는 수질 수원
 - 유출물이 압력에 의존하도록 하는 방출기(또는 스프링클러) 포함

저수지

저수지는 네트워크에 대한 무한한 외부 수원 또는 배수원을 나타내는 절점입니다. 호수, 하천, 지하수 대수층, 다른 시스템과의 연결 등을 모델링하는 데 사용됩니다. 저수지는 수질 수원 역할도 할 수 있습니다. 주요 입력 속성은 다음과 같습니다: 저수지의 수리 수두인 ad (equal to the water surface elevation if the reservoir is not under pressure) and its initial quality for water quality analysis. Because a reservoir is a boundary point to a network, its head and water quality cannot be affected by what happens within the network. Therefore, it has no computed output properties. However, its head 변경할 수 있습니다 with time by assigning a time pattern to it (see Section 9.2.6).

탱크

탱크는 저장 용량이 있는 절점으로, 시뮬레이션 중 저장된 물의 체적이 시간에 따라 변할 수 있습니다. 탱크의 주요 입력 속성은 다음과 같습니다:

- 바닥 표고 (수위가 0인 지점)
- 직경 (비원통형인 경우 형상)
- 초기, 최소 및 최대 수위
- 초기 수질

시간에 따라 계산되는 주요 출력은 다음과 같습니다:

- 수리 수두 (수면 표고)
- 수질

탱크는 최소 및 최대 수위 범위 내에서 운영되어야 합니다. GISpipe는 탱크가 최소 수위에 있으면 유출을 중지하고, 최대 수위에 있으면 유입을 중지합니다. 탱크는 수질 수원점으로도 사용할 수 있습니다.

방출기

방출기는 대기로 방류되는 노즐 또는 오리피스스를 통한 유량을 모델링하는 접합점과 관련된 장치입니다. 방출기를 통한 유량은 절점에서 이용 가능한 압력의 함수로 변합니다. 방출기는 스프링클러 시스템 및 관개 관망을 통한 유량을 모델링하는 데 사용됩니다. 접합점에 연결된 관의 누수를 시뮬레이션하는 데에도 사용할 수 있습니다 (누수 균열 또는 이음부의 유출 계수와 압력 지수를 추정할 수 있는 경우) 또는 접합점에서의 소방 유량(최소 잔여 압력에서 이용 가능한 유량)을 계산하는 데 사용됩니다.

후자의 경우 매우 높은 유출 계수 값을 사용하고 (예: 예상 최대 유량의 100배) 접합점의 표고를 압력 목표의 등가 수두를 포함하도록 수정합니다. GISpipe는 방출기를 별도의 관망 구성요소가 아닌 접합점의 속성으로 처리합니다.

참고: 방출기로 정의된 접합점의 압력-유량 관계는 압력 구동 분석(PDA) 수행 시의 압력-수요 관계와 혼동해서는 안 됩니다.

관

관은 네트워크의 한 지점에서 다른 지점으로 물을 운반하는 링크입니다. GISpipe는 모든 관이 항상 만관 상태라고 가정합니다. 유량은 수리 수두(물의 무게당 내부 에너지)가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 향합니다. 관의 주요 수리 입력 매개변수는 다음과 같습니다:

- 시작 및 끝 절점
- 직경
- 길이
- 조도 계수 (수두손실 결정용)
- 부차 수두손실 계수
- 상태 (개, 폐 또는 체크 밸브 포함)

상태 매개변수는 관이 암묵적으로 차단(게이트) 밸브와 체크(역류 방지) 밸브(한 방향으로만 유량을 허용)를 포함할 수 있게 합니다.

관의 수질 입력은 다음으로 구성됩니다:

- 체적 반응 계수
- 벽면 반응 계수

관에 대해 계산되는 출력은 다음을 포함합니다:

- 유량
- 유속
- 수두손실
- Darcy-Weisbach 마찰 계수
- 평균 반응 속도 (관 길이에 대한)
- 평균 수질 (관 길이에 대한)

관 벽면과의 마찰로 인해 관을 흐르는 물이 잃는 수리 수두는 다음 세 가지 공식 중 하나를 사용하여 계산할 수 있습니다:

- Hazen-Williams 공식
- Darcy-Weisbach 공식
- Chezy-Manning 공식

The Hazen-Williams 공식은 미국에서 가장 일반적으로 사용되는 수두손실 공식입니다. 물 이외의 액체에는 사용할 수 없으며, 원래 난류 흐름에 대해서만 개발되었습니다. The Darcy-Weisbach 공식은 이론적으로 가장 정확합니다. 모든 유동 영역과 모든 액체에 적용됩니다. The Chezy-Manning 공식은 개수로 흐름에 더 일반적으로 사용됩니다. 각 공식은 경험적으로 결정해야 하는 서로 다른 관 조도 계수를 사용합니다. With the Darcy-Weisbach 공식 GISpipe은 흐름 영역에 따라 다른 방법을 사용하여 마찰 계수를 계산합니다:

- Hagen-Poiseuille 공식은 층류에 사용됩니다 ($Re < 2\,000$).
- Colebrook-White 방정식의 Swamee-Jain 근사는 완전 난류에 사용됩니다 ($Re > 4\,000$).
- Moody 다이어그램의 3차 보간은 천이 흐름에 사용됩니다 ($2\,000 < Re < 4\,000$).

관은 사전 설정된 시간 또는 탱크 수위가 특정 설정점 아래 또는 위로 떨어지거나 절점 압력이 특정 값 이하 또는 이상이 될 때 열림 또는 닫힘으로 설정할 수 있습니다e certain values. 참조: the

discussion of Controls in Section 9.2.6.

부차 수두손실(국부 손실이라고도 함)은 굴곡부와 이음관에서 발생하는 추가 난류에 의해 발생합니다. 이러한 손실을 포함하는 것의 중요성은 관망의 배치와 요구되는 정확도에 따라 다릅니다. 관에 부차 손실 계수를 할당하여 이를 고려할 수 있습니다.

펌프

펌프는 유체에 에너지를 전달하여 수리 수두를 높이는 링크입니다. 펌프의 주요 입력 매개변수는 시작 및 끝 절점과 펌프 곡선(펌프가 생산할 수 있는 수두와 유량의 조합)입니다. 펌프 곡선 대신 펌프를 일정 에너지 장치로 표현할 수 있으며, 이는 모든 유량과 수두 조합에 대해 유체에 일정량의 에너지를 공급합니다. 주요 출력 매개변수는 유량과 수두 증가입니다. 펌프를 통한 흐름은 단방향이며, GISpipe는 펌프가 펌프 곡선 범위 밖에서 운영되는 것을 허용하지 않습니다.

가변 속도 펌프도 동일한 유형의 조건에서 속도 설정을 변경하도록 지정하여 고려할 수 있습니다. 정의상, 프로그램에 제공된 원래 펌프 곡선은 상대 속도 설정이 1입니다. 펌프 속도가 두 배가 되면 상대 설정은 2이고, 절반 속도로 운전하면 상대 설정은 0.5입니다. 펌프 속도를 변경하면 펌프 곡선의 위치와 형상이 이동합니다.

관과 마찬가지로 펌프는 사전 설정된 시간에 또는 관망에 특정 조건이 존재할 때 켜고 끌 수 있습니다. 펌프의 운전은 상대 속도 설정의 시간 패턴을 할당하여 설명할 수도 있습니다. GISpipe는 펌프의 에너지 소비량과 비용도 계산할 수 있습니다. 각 펌프에 효율 곡선과 에너지 가격 스케줄을 할당할 수 있습니다. 이러한 정보가 제공되지 않으면 글로벌 에너지 옵션 세트가 사용됩니다.

펌프를 통한 흐름은 단방향이며, 시스템 조건이 펌프가 생산할 수 있는 것보다 더 많은 수두를 요구하면, GISpipe는 펌프를 차단합니다. 최대 유량 이상이 필요한 경우, GISpipe는 음의 수두가 발생하더라도 필요한 유량으로 펌프 곡선을 외삽합니다. 두 경우 모두 경고 메시지가 발생합니다.

밸브

밸브는 네트워크의 특정 지점에서 압력 또는 유량을 제한하는 링크입니다. 주요 입력 매개변수는 다음과 같습니다:

- 시작 및 끝 절점
- 직경
- 설정값
- 상태

밸브에 대해 계산되는 출력은 유량과 수두손실입니다. GISpipe에 포함된 다양한 유형의 밸브는 다음에 나열되어 있습니다 **테이블 9-6**.

테이블 9-6: 밸브 유형

밸브 유형	설명	이미지
차단 밸브 (IV)	차단 밸브(볼, 버터플라이, 게이트)는 관의 초기 상태 속성 설정으로 시뮬레이션됩니다. 완전 개방 또는 폐쇄만 가능하며, 별도의 밸브 링크로 취급되지 않습니다.	
체크 밸브 (CV)	체크 밸브(역류 방지, 단방향)는 관의 초기 상태 속성 설정으로 시뮬레이션됩니다. 유체가 한 방향으로만 흐르도록 하려면 체크 밸브를 선택합니다. 체크 밸브는 별도의 밸브 링크로 취급되지 않습니다.	
감압 밸브 (PRV)	감압 밸브(PRV)는 관망의 특정 지점에서 압력을 제한합니다. GISpipe는 PRV가 있을 수 있는 세 가지 상태 중 어느 것인지 계산합니다: - 상류 압력이 설정값을 초과할 때 하류 측에서 압력 설정을 달성하기 위해 부분적으로 열림(즉, 활성) - 상류 압력이 설정값 미만이면 완전히 열림 - 하류 측 압력이 상류 측을 초과하면 닫힘(즉, 역류가 허용되지 않음)	
유지압 밸브 (PSV)	유지압 밸브(PSV)는 관망의 특정 지점에서 설정된 압력을 유지합니다. GISpipe는 PSV가 있을 수 있는 세 가지 상태 중 어느 것인지 계산합니다: - 하류 압력이 이 값 미만일 때 상류 측에서 압력 설정을 유지하기 위해 부분적으로 열림(즉, 활성) - 하류 압력이 설정값을 초과하면 완전히 열림 - 하류 측 압력이 상류 측을 초과하면 닫힘(즉, 역류가 허용되지 않음)	
파압 밸브 (PBV)	파압 밸브(PBV)는 밸브 양단에 지정된 압력 손실이 발생하도록 합니다. 밸브를 통한 흐름은 양방향 모두 가능합니다. PBV's 는 true physical devices but can be used to model situations where a particular pressure drop is known to exist.	
유량 제어 밸브	유량 제어 밸브(FCV)는 유량을 지정된	

밸브 유형	설명	이미지
(FCV)	양으로 제한합니다. 밸브에 추가 수두를 더하지 않고는 이 유량을 유지할 수 없는 경우 프로그램은 경고 메시지를 생성합니다 (즉, 밸브가 완전히 열려 있어도 유량을 유지할 수 없음).	
조절 밸브 (TCV)	조절 밸브(TCV)는 밸브의 부차 수두손실 계수를 조정하여 부분적으로 닫힌 밸브를 시뮬레이션합니다. 밸브가 닫힌 정도와 결과적인 수두손실 계수 사이의 관계는 일반적으로 밸브 제조업체에서 제공합니다.	
범용 밸브 (GPV)	범용 밸브(GPV)는 표준 수리 공식 대신 사용자가 특수한 유량-수두손실 관계를 제공하는 링크를 나타내는 데 사용됩니다. 터빈, 우물 수위 강하 또는 감소 유량 역류 방지 밸브를 모델링하는 데 사용할 수 있습니다.	

각 유형의 밸브에는 작동점을 설명하는 서로 다른 유형의 설정 매개변수가 있습니다 (PRV, PSV 및 PBV의 경우 압력; FCV의 경우 유량; TCV의 경우 손실 계수; GPV의 경우 수두손실 곡선). 밸브는 완전 개방 또는 완전 폐쇄로 지정하여 제어 상태를 재정의할 수 있습니다. 밸브의 상태와 설정은 제어문을 사용하여 시뮬레이션 중에 변경할 수 있습니다.

밸브가 모델링되는 방식으로 인해 관망에 밸브를 추가할 때 다음 규칙이 적용됩니다:

- PRV, PSV 또는 FCV는 저수지나 탱크에 직접 연결할 수 없습니다 (둘을 분리하기 위해 관을 사용하십시오)
- PRV는 동일한 하류 절점을 공유하거나 직렬로 연결할 수 없습니다.
- 두 개의 PSV는 동일한 상류 절점을 공유하거나 직렬로 연결할 수 없습니다.
- PSV는 PRV의 하류 절점에 연결할 수 없습니다.

9.2.3 객체 유형

GISpipe는 지도 뷰어에 표시될 수 있는 물리적 객체와 설계 및 운영 정보를 포함하는 비물리적 객체를 모두 포함합니다. 이러한 객체는 다음과 같이 분류됩니다:

1. 절점 (접합점, 저수지 및 탱크)
2. 링크 (관, 펌프, 밸브)
3. 지도 라벨
4. 시간 패턴
5. 곡선
6. 제어 (단순 및/또는 규칙 기반)

9.2.4 객체 추가

GISpipe는 지도에서 직접 새 구성요소의 수동 디지털라이징을 허용합니다.

관망 구성요소를 추가하려면:

다음으로 이동: **편집** tab (그림 9-18)

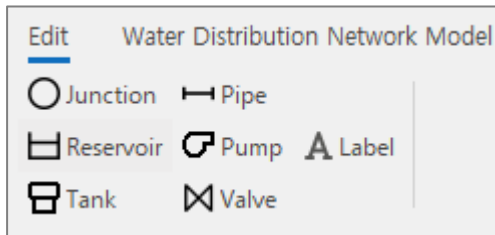


그림 9-18: 편집 탭 (관망 구성요소 추가)

객체 유형을 선택합니다:

- ☐ 접합점
- ☐ 관
- ☐ 저수지
- ☐ 탱크
- ☐ 펌프
- ☐ 밸브

또는

- ☐ 라벨

절점 추가

절점 유형(접합점, 저수지 또는 탱크)을 선택하고, 지도 뷰어에서 원하는 위치로 마우스 커서를 이동한 후 클릭하여 지정된 위치에 객체를 배치합니다 (그림 9-19).

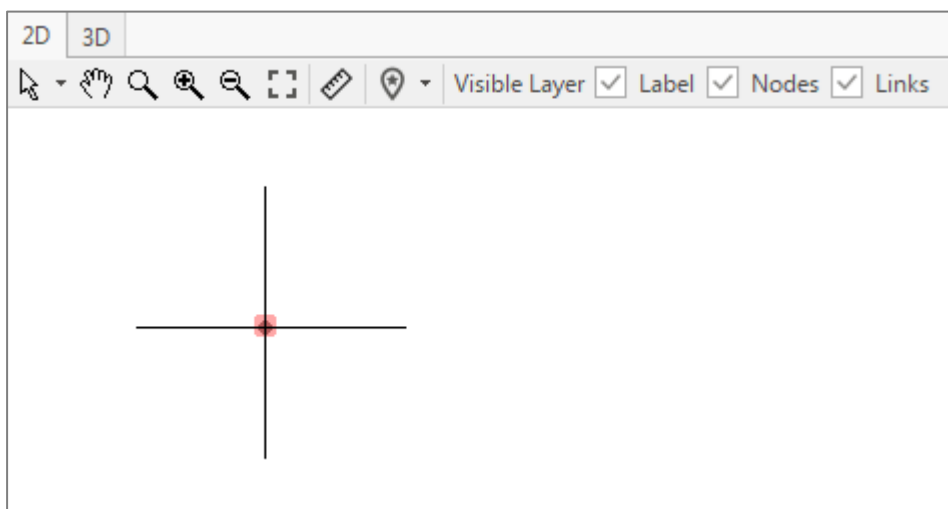


그림 9-19: 접합점 추가됨

객체가 추가되면 객체 목록에 포함되며 해당 속성 를 설정할 수 있습니다, 참조: 그림 9-20.

속성은 기본값으로 자동 채워집니다 (속성 편집기에서 편집 가능, 예시 참조: 그림 9-20).

Properties	
Junction ID	7
X-Coordinate	290867.358292682
Y-Coordinate	8804053.10336585
Description	
Tag	
Elevation (m)	1379
Demand Categories	1
Demand (m ³ /hr)	0
Demand Pattern	
Emitter Coefficient (CMH/(m) ^{0.5})	0
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand (m ³ /hr)	
Emitter Flow (m ³ /hr)	
Total Head (m)	
Pressure (m)	
Quality	
Pressure Variation	
Additional Information	
Enable	☒

그림 9-20: 객체 속성

사용자는 객체를 지도 뷰어 를 새 위치로 드래그하거나 object's map coordinates (X and Y) could be set in the Properties 설정할 수 있습니다. 객체를 새 위치로 드래그하려면 사용자가 먼저  버튼을 클릭하고 커서를 선택option 참조: 그림 9-21.

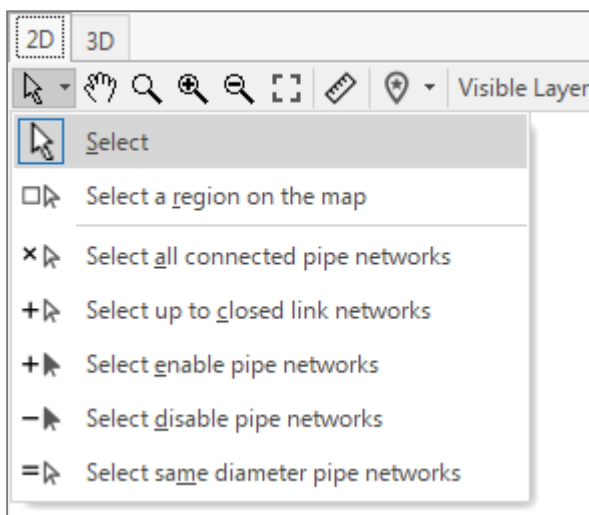


그림 9-21: 커서 기능 변경

마우스 커서는 지도 뷰어 영역 위로 이동할 때 사각형이 있는 십자 모양으로 변하고 (설정에 따라,

참조: 그림 7-12) 객체 위에 마우스를 올리면 참조: 그림 9-22 and 그림 9-23.

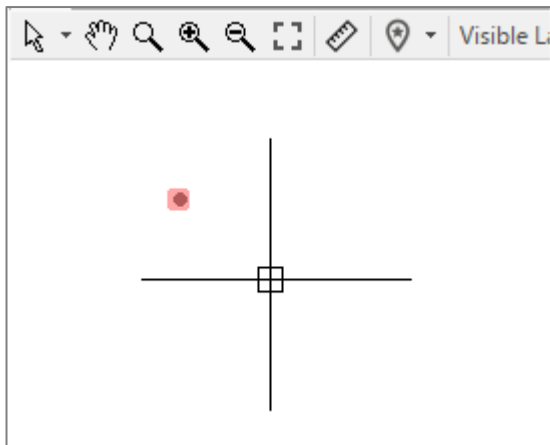


그림 9-22: 지도 뷰어 영역 위의 마우스 커서

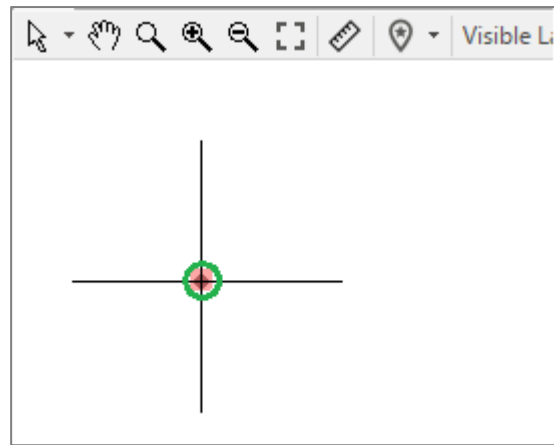


그림 9-23: 객체 위의 마우스 커서

링크 추가

링크 유형을 선택합니다 (관, 펌프 또는 밸브) (그림 9-18) 지도 뷰어에서 원하는 위치로 마우스 커서를 이동합니다.

클릭 the mouse when over the link' 시작 절점 위에서 마우스를 클릭합니다.

마우스를 링크의's end node and 클릭 해당 객체에서 (그림 9-24).

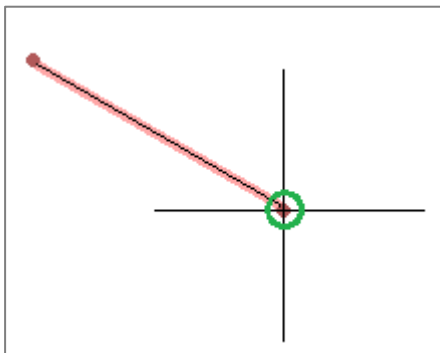


그림 9-24: 관 링크 추가

팁: 다음을 사용합니다: *Pan and Zoom* 정확한 배치를 위한 도구 (그림 9-25). 관은 유효한 시작 및 끝 절점에 스냅해야 합니다.

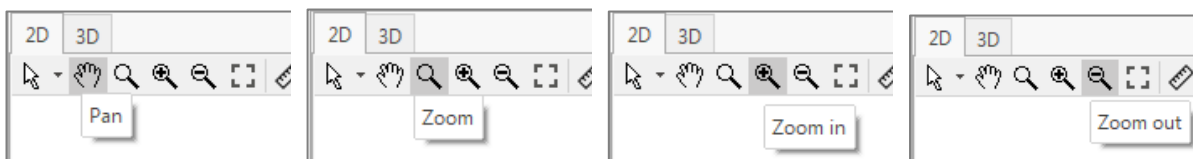


그림 9-25: 지도 뷰어 영역의 이동 및 확대/축소 도구

링크가 관이고 곡선이나 방향 변경이 필요한 경우 링크의's end node, 클릭 it at those intermediate

points where it is necessary to change the link's direction. Then **클릭** the mouse a final time over the link's end node 참조: 그림 9-26.

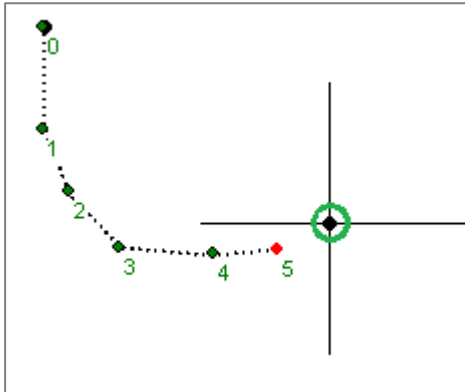


그림 9-26: 곡선이 있는 관 생성

링크를 그리는 중에 마우스 오른쪽 버튼 또는 **Escape** 키를 누르면 작업이 취소됩니다.

사용합니다: **꼭짓점**  **편집** 도구를 편집 기능 도구 모음에서 사용할 수 있습니다 (그림 9-27) 관의 지오메트리를 조정합니다. 설명된 바와 같이 곡선 또는 오프셋 정렬을 모델링하기 위해 중간 지점을 추가할 수 있으며, 지도에 처음 그린 후 이동할 수 있습니다.

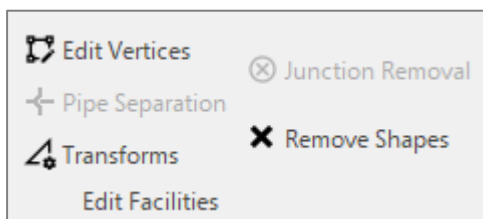


그림 9-27: 편집 기능 도구 모음

선택합니다: **꼭짓점** **편집** 도구를 선택한 다음 꼭짓점이 있는 관을 선택합니다. **클릭** 중간 지점을 클릭하면 선택된 점의 색상이 빨간 점으로 변합니다 (그림 9-28). **클릭** and **hold** 마우스 왼쪽 버튼을 유지하면 새 위치로 드래그할 수 있습니다. 올바른 위치에 있을 때 마우스 버튼을 놓습니다. **Right** **클릭** 변경을 적용합니다.

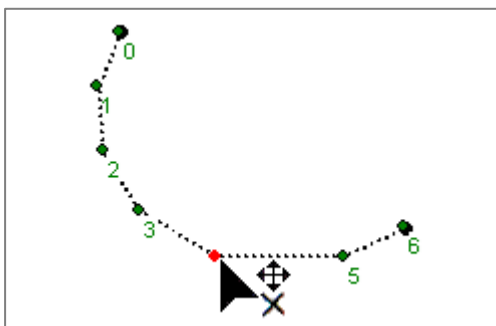


그림 9-28: 꼭짓점 편집

선택된 링크 위에 마우스를 올리면 커서가 녹색으로 변합니다 cross 참조: 그림 9-29.

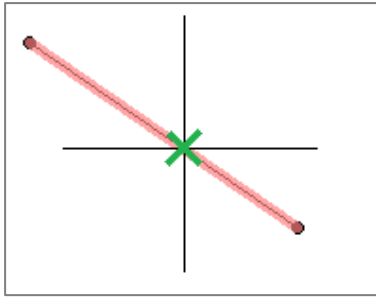


그림 9-29: 링크 선택

밸브와 펌프도 유사한 방식으로 추가됩니다 (그림 9-30). 이러한 링크는 섹션에서 설명된 특정 정보가 필요합니다 9.2.5 및 테이블 9-12 and 테이블 9-13.

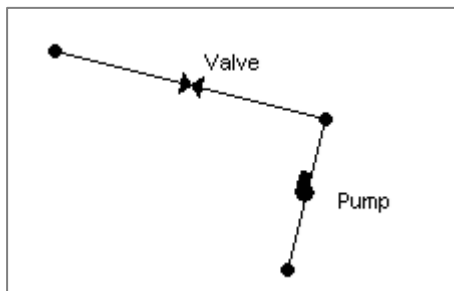


그림 9-30: 링크 - 펌프 및 밸브

추가 편집 기능 링크 또는 절점을 선택하고 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하면 찾을 수 있습니다 참조: 그림 9-31 기능 설명 참조: 테이블 9-7.

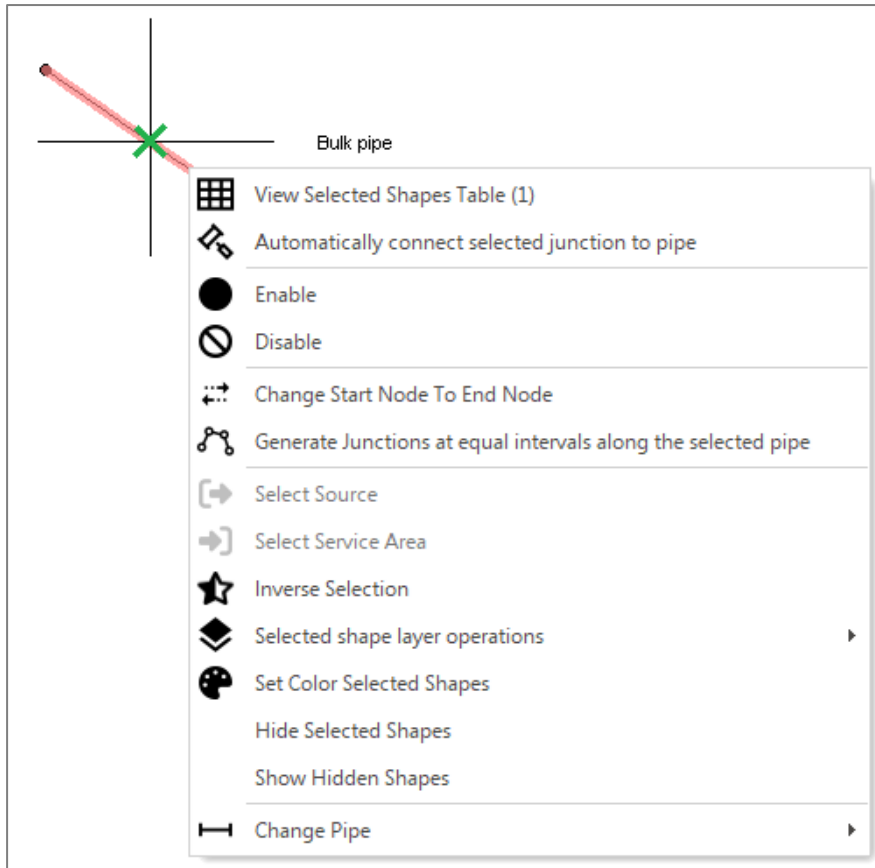


그림 9-31: 추가 편집 기능
테이블 9-7: 추가 편집 기능

옵션	설명
선택된 도형 테이블 보기 (1)	선택된 모든 객체를 테이블 Format 으로 봅니다. 괄호 안의 값은 선택된 객체 수를 나타냅니다. 다양한 객체를 동시에 선택할 수 있으며 유사한 객체는 테이블에서 함께 그룹화됩니다.
선택된 접합점을 관에 자동 연결	XXX
활성화	XXX
비활성화	XXX
시작 절점과 끝 절점 교환	링크의 시작점과 끝점을 변경합니다. 펌프와 밸브에 중요합니다.
접합점 생성 위치: 선택된 관을 따라 등간격으로	Junctions 선택한 관을 따라 추가됩니다 사용자가 입력한 거리에 따라.
수원 선택	XXX
서비스 영역 선택	XXX
선택 반전	XXX
선택된 도형 레이어 작업	XXX
선택된 항목 색상 설정 Shapes	선택된 항목의 색상을 변경합니다 objects

옵션	설명
선택된 도형 숨기기	선택된 객체를 숨깁니다
숨겨진 도형 표시	숨겨진 객체를 표시합니다
관 변경	링크를 관, 펌프 또는 밸브로 변경할 수 있습니다. 절점 유형을 집합점, 저수지 또는 탱크로 설정합니다.

지도 라벨 추가

지도에 라벨을 추가하려면, **클릭** the **라벨** 편집 도구 모음의 버튼을 클릭합니다 (그림 9-18).

클릭 라벨을 배치할 지도 위치에서 마우스를 클릭합니다.

라벨의 캡션을 입력하고 **입력** key.

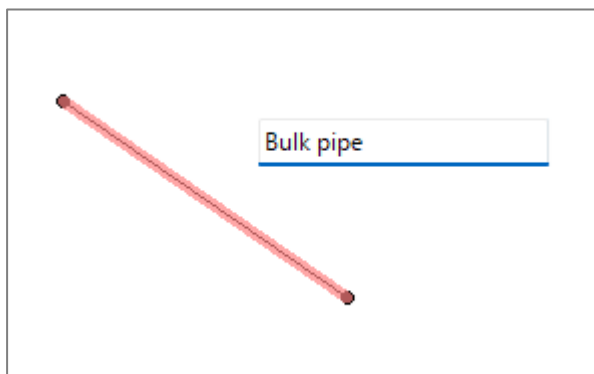


그림 9-32: 지도에 라벨 추가

라벨의 속성은 속성 편집기에서 변경할 수 있습니다. the label was selected (그림 9-33).

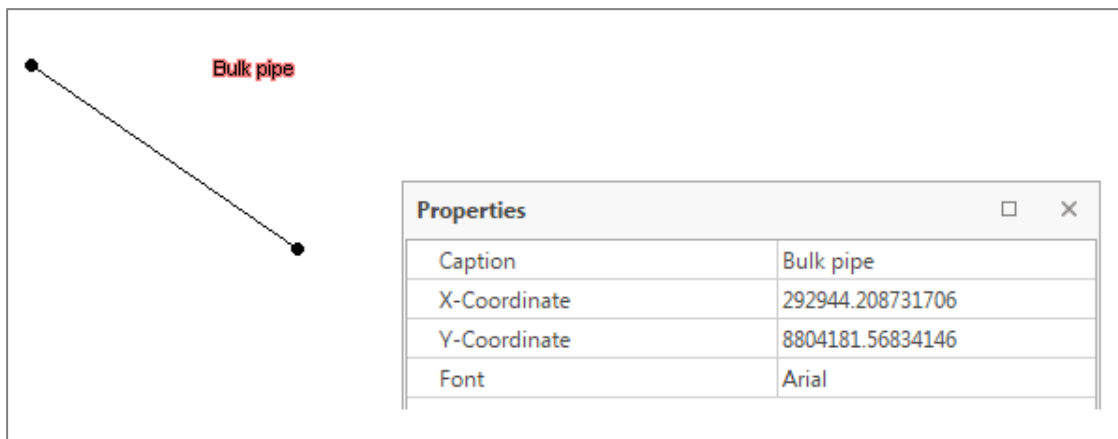


그림 9-33: 라벨의 속성

비시각적 객체(곡선, 시간 패턴, 제어)를 관망에 추가하려면 섹션을 참조하십시오 9.2.6.

9.2.5 시각적 객체 편집

GISpipe의 각 구성요소에는 속성 편집기(참조: 그림 9-34) 또는 속성 테이블, 그림 9-35을 통해 접근할 수 있는 편집 가능한 속성이 있습니다. 지도 뷰어에 나타날 수 있는 객체(집합점, 저수지, 탱크, 관, 펌프, 밸브 또는 라벨)의 속성을 편집하는 데 사용됩니다.

Properties	
Junction ID	SV-SS-C-3
X-Coordinate	301379.660914871
Y-Coordinate	8796812.09114344
Description	
Tag	
Elevation (m)	1389
Demand Categories	1
Demand (m³/hr)	0.025
Demand Pattern	1
Emitter Coefficient (CMH/(m) ^{0.5}	0
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand (m³/hr)	
Emitter Flow (m³/hr)	
Total Head (m)	
Pressure (m)	
Quality	
Pressure Variation	
Additional Information	
Enable	☒

그림 9-34: 속성 편집기 (예시)

Junction ID	X-Coordinate	Y-Coordinate	Description	Tag	Elevation(m)	Base Demand	Demand Pattern	Demand Cate	Emitter Coef	Initial Qua	Source Qua	Actual Demar	Emitter
K1-J3800	305042.728	8797280.421			1 444.20	0.00		1	0				
K1-J7	300649.52	8794049.8			1 392.00	0.00		1	0				
K1-J-DTP4	305038.941	8797302.329			1 444.20	3.07	2a	1	0				
K1-J-D32	303100.74	8795981.06	HV Washbay		1 431.00	0.42	6	1	0				
K1-J2	300365.45	8793481.46			1 368.00	0.00		1	0				
K1-J-DTP3	305016.11	8797303.720			1 444.20	1.01	2a	1	0				
K1-J-D37	303109.25	8795889.38	Tyre store		1 434.00	0.25	3	1	0				
K1-J-SOP7	305244.291	8797271.245			1 444.50	0.00		1	0				
K1-J5421	302013.56	8795956.11			1 425.00	0.00		1	0				
												115.66	0.00

그림 9-35: 속성 테이블 (예시)

이러한 객체 중 하나를 편집하려면 지도 뷰어에서 객체를 선택하거나 테이블 보기에서 셀을 더블클릭합니다.

입력된 값/변경 사항은 자동으로 저장됩니다.

각 객체 유형의 관련 속성은 described in 테이블 9-8 to 테이블 9-14.

팁: 다음을 사용합니다: 검색/필터 옵션으로 유사한 요소를 분리하고 일괄 편집할 수 있습니다.

Note: 객체 속성이 표현되는 단위 시스템은 flow units 선택에 따라 달라집니다. 리터 또는 입방metre로 표현된 유량을 사용하면 SI Metric 단위가 사용됩니다. cubic feet, gal 또는 에이커피트로 표현된 유량을 사용하면 미국 단위가 사용됩니다. 물리량. flow units는 수리학

도구 모음 버튼(참조: 그림 9-36) or 단위 상태 표시줄(참조: 그림 9-37). 모든 속성에 사용되는 단위는 다음에 요약되어 있습니다: 부록 B.

Hydraulics	
Demand Model	☒ Demand Driven Analysis ☐ Pressure Driven Analysis
Flow Units	CMD
Headloss Model	CFS GPM MGD IMGD
Specific Gravity	AFD
Specific Viscosity	LPS
Maximum Trials	LPM
Relative Accuracy	MLD
If Unbalanced	CMD ☒ Continue
Demand Pattern	1
Demand Multiplier	1
Emitter Exponent	0.5
Status Report	☐ No ☐ Yes ☒ Full

그림 9-36: 수리 옵션

CMD (m³/day)	
CMH (m³/hr)	
MLD (10⁶ℓ/day)	
LPM (ℓ/min)	
LPS (ℓ/sec)	
AFD (acre-feet/day)	
IMGD (10⁶UKgal/day)	
MGD (10⁶gal/day)	
GPM (gal/min)	
CFS (ft³/sec)	
Flow Unit:	☒ CMD ☐ Click XY

그림 9-37: flow units 옵션

접합점 속성은 다음에 제공됩니다: 테이블 9-8.

테이블 9-8: 접합점 속성

속성	설명
접합점 ID	접합점을 식별하기 위한 고유 라벨입니다. It can consist 최대 15개의 숫자 또는 문자의 조합으로 구성됩니다. 다른 절점의 ID와 같을 수 없습니다. 이것은 필수 속성입니다.
X 좌표	지도에서의 수평 위치입니다: 접합점의 '지도의' 거리 단위로 측정됩니다. 비워두면 접합점이 관망 지도에 나타나지 않습니다.
Y 좌표	지도에서의 수직 위치입니다: 접합점의 '지도의' 거리 단위로 측정됩니다. 비워두면 접합점이 관망 지도에 나타나지 않습니다.
설명	접합점에 대한 Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다.
태그	Category(예: 압력 구역)에 할당하기 위한 선택적 텍스트 문자열(공백 없음)입니다: junction 예: 압력 구역.
표고	The 표고 in metre (피트) 위 some 공통 기준 of the junction. 이것은 필수 속성입니다. 표고는 접합점의 압력을 계산하는 데만 사용됩니다. 다른 계산량에는 영향을 미치지 않습니다.
기본 수요량	현재 flow units로 측정된 접합점의 주요 소비자 Category별 평균 또는 명목 수요량입니다. 음의 값은 다음을 나타냅니다: an 외부 수원 of flow into the 접합점. 만약 left 빈칸 then 수요 은 0으로 간주됩니다.
수요 패턴	접합점에서의 주요 소비자 Category의 수요 시간 변동을 특성화하는데 사용되는 시간 패턴의 ID 라벨입니다. 패턴은 다음에 적용되는 승수를 제공합니다: 입니다 적용됨 to 기본 수요 to 결정 실제 수요 in 주어진 시간 기간. 비워두면 수리 옵션에서 할당된 기본 시간 패턴이 사용됩니다 (섹션 참조 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.)가 사용됩니다.
수요 Category	접합점에 정의된 물 사용자의 다른 Category 수입니다. 클릭: ellipsis 버튼 (or hit the 입력 key) to bring up a 특별한 수요s 편집기 이는 let the user 할당 base 수요 and time 패턴 to 다중 Category of 접합점에서의 사용자. 단일 수요 Category만으로 충분하면 무시합니다.
방출기 계수	유출 계수: 방출기(스프링클러 또는 노즐) 접합점에 설치된. 이 계수는 1 psi(또는 1metre)의 압력 강하에서 발생하는 유량(현재 flow units)을 나타냅니다. (or meter). 방출기가 없으면 비워둡니다. 참조: 섹션의 방출기 항목 9.2.2 for more 내용 참조.
초기 수질	수질 시뮬레이션 기간 시작 시 접합점에서의 수준입니다. 수질 분석을 수행하지 않거나 수준이 0인 경우 비워둘 수 있습니다.
수원 수질	수질 of any 물 유입되는 the 관망 에서 this 위치. 클릭 the 생략 부호 버튼(또는 Enter 키)을 눌러 수원 수질 편집기를 불러옵니다 (섹션 참조 9.2.6 아래 참조).

저수지 속성은 다음에 제공됩니다: **테이블 9-9.**

테이블 9-9: 저수지 속성

속성	설명
저수지 ID	저수지를 식별하기 위한 고유 라벨입니다. It can consist 최대 15개의 숫자 또는 문자의 조합으로 구성됩니다. 다른 절점의 ID와 같을 수 없습니다. 이것은 필수 속성입니다.
X 좌표	The 수평 위치 of the 저수지 on the map, 측정된 in the map' 거리 단위로 측정됩니다. 비워두면 저수지가 관망 지도에 나타나지 않습니다.
Y 좌표	지도에서의 수직 위치입니다: 지도에서의 저수지 지도의' 거리 단위로 측정됩니다. 비워두면 저수지가 관망 지도에 나타나지 않습니다.
설명	Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다: 저수지.
태그	Category(예: 압력 구역)에 할당하기 위한 선택적 텍스트 문자열(공백 없음)입니다: reservoir 예: 압력 구역
전수두	저수지 내 물의 수리 수두(표고 + 압력 수두)입니다 in feet (meters). 이것은 필수 속성입니다.
수두 패턴	시간 변동을 모델링하기 위해 사용되는 시간 패턴의 ID 라벨입니다 저수지의 시간 변동's head. 해당 없는 경우 비워둡니다. 이 속성은 저수지가 압력이 시간에 따라 변하는 다른 시스템과의 연결을 나타내는 경우에 유용합니다 with time.
초기 수질	수질 저수지에서의 수준입니다. 수질 분석을 수행하지 않거나 수준이 0인 경우 비워둘 수 있습니다.
수원 수질	이 위치에서 관망에 유입되는 물의 수질입니다. 클릭 생략 부호 버튼(또는 Enter 키)을 눌러 수원 수질 편집기 (그림 9-40).

탱크 속성은 다음에 제공됩니다: 테이블 9-10.

테이블 9-10: 탱크 속성

속성	설명
탱크 ID	탱크를 식별하기 위한 고유 라벨입니다. It can consist 최대 15개의 숫자 또는 문자의 조합으로 구성됩니다. 다른 절점의 ID와 같을 수 없습니다. 이것은 필수 속성입니다.
X 좌표	지도에서의 수평 위치입니다: tank on the map, 지도의's 축척 단위. 비워두면 탱크가 관망 지도에 나타나지 않습니다.
Y 좌표	The 수직 위치 of the tank on the map, 측정된 in the map's 축척 단위. 비워두면 탱크가 관망 지도에 나타나지 않습니다.
설명	탱크에 대한 Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다.
태그	선택적 text 문자열 (포함 no 공백) used to 할당 the tank to a Category, 예: 압력 구역
표고	탱크 바닥의 공통 데이터 위의 표고(피트 또는 metre)입니다. 이것은 필수 속성입니다.
초기 수위	시뮬레이션 시작 시 탱크 바닥 표고 위의 수면 높이(피트(metre))입니다 시뮬레이션. 이것은 필수 속성입니다.
최소 수위	유지될 바닥 표고 위의 최소 수면 높이(피트 또는 metre)입니다 ned. 탱크는 이 수위 아래로 떨어지지 않습니다. 이것은 필수

속성	설명
	속성입니다.
최대 수위	유지될 바닥 표고 위의 최대 수면 높이(피트 또는 metre)입니다. 탱크는 이 수위 위로 올라가지 않습니다. 이것은 필수 속성입니다.
직경	The 직경 of the tank in feet (metre). For 원통형 탱크 this is the 실제 직경. For 정사각형 or 직사각형 탱크, it can be an 동등한 직경 단면적의 제곱근의 1.128배와 같습니다. 곡선(아래 참조)으로 지오메트리가 설명되는 탱크의 경우 임의의 값으로 설정할 수 있습니다. 이것은 필수 속성입니다.
최소 체적	탱크가 최소 수위에 있을 때 탱크 내의 물 체적(cubic feet(입방metre))입니다. 이것은 선택적 속성으로, 전체 체적 대 깊이 곡선이 제공되지 않는(아래 참조) 비원통형 탱크의 바닥 지오메트리를 설명하는 데 유용합니다.
체적 곡선	탱크 체적과 수위 간의 관계를 설명하는 데 사용되는 곡선의 ID 라벨입니다. 값이 제공되지 않으면 탱크는 원통형으로 가정됩니다.
혼합 모델	탱크 내에서 발생하는 수질 혼합 유형입니다. The choices include - 완전 혼합(MIXED) - 2COMP (2구획 혼합) - FIFO (선입선출 플러그 흐름) - LIFO (후입선출 플러그 흐름) 참조: 섹션의 혼합 모델 항목 9.1.2 자세한 정보는 참조.
혼합 비율	탱크의 분율입니다's total volume that comprises the 유입-유출 구획의 2구획 (2COMP) mixing model. 다른 유형의 혼합 모델이 사용되는 경우 비워둘 수 있습니다.
반응 계수	탱크 내 화학 반응의 체적 반응 계수입니다. 시간 단위는 1/day입니다. 성장 반응의 경우 양수, 감쇠의 경우 음수를 for 감쇠. 비워둡니다 빈칸 if the 전역 Bulk 반응 계수 지정됨 in the project's 반응 옵션 will 적용. 참조: 수질 수질 반응 in 테이블 9-23 자세한 정보는 참조.
초기 수질	시뮬레이션 시작 시 탱크의 수질 수준입니다. 수질 분석을 수행하지 않거나 수준이 0인 경우 비워둘 수 있습니다.
수원 수질	이 위치에서 관망에 유입되는 물의 수질입니다. 클릭: 생략 부호 버튼 (or hit the 입력 key) to bring up the Source 수질 편집기 (see 그림 9-40).

관 속성은 다음에 제공됩니다: **테이블 9-11**.

테이블 9-11: 관 속성

속성	설명
관 ID	식별을 위한 고유 라벨입니다: 관. 최대 조합으로 구성할 수 있습니다 15 숫자 or 문자. 이는 불가 be the same as the ID for any 다른 링크. 이것은 필수 속성입니다.
시작 절점	The 관이 시작되는 절점의 ID입니다. 이것은 필수 속성입니다.
끝 절점	The 관이 끝나는 절점의 ID입니다. 이것은 필수 속성입니다.

속성	설명
설명	Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다: 관.
태그	Category(예: 압력 구역)에 할당하기 위한 선택적 텍스트 문자열(공백 없음)입니다: pipe to a Category, 예를 들어 연수 또는 재질에 기반.
길이	관의 실제 길이입니다 in feet (meters). 이것은 필수 속성입니다.
직경	관 직경(인치 또는 mm)입니다. 이것은 필수 속성입니다.
조도	관의 조도 계수입니다. Hazen-Williams 또는 Chezy-Manning 조도에는 dimensionless이며, Darcy-Weisbach 조도에는 밀리피트(mm) 단위입니다. 이것은 필수 속성입니다.
손실 계수	곡관부, 이음부 등과 관련된 dimensionless 부차 손실 계수입니다. 비워두면 0으로 간주됩니다.
초기 상태	결정합니다 여부 the pipe is 초기 열림, 닫힘, or 포함 a 체크 밸브. 체크 밸브가 지정되면 관의 유량은 항상 시작 절점에서 끝 절점.
체적 계수	The bulk 반응 계수 for the 관. 시간 단위입니다 1/day. 사용: a 양의 값 for 성장 and a 음의 값 for 감쇠. 비워둡니다 빈칸 if the 전역 체적 반응 계수 from the project's 반응 옵션 will 적용. 참조: 수질 반응: 테이블 9-23 자세한 정보는 참조.
벽면 계수	The wall 반응 계수 for the 관. 시간 단위입니다 1/day. 사용: a 양의 값 for 성장 and a 음의 값 for 감쇠. 비워둡니다 빈칸 if the 전역 벽면 반응 계수 from the project's 반응 옵션 will 적용. 참조: 수질 반응: 테이블 9-23 자세한 정보는 참조.

참고:

지도 뷰어에서 관이 추가되거나 재배치될 때 관 길이가 자동으로 계산됩니다. 자동 길이 설정이 켜져 있는 경우. 전환 this setting On/Off, by clicking the 옵션 도구 모음 버튼 및 **체크/체크 해제** 자동 길이 (참조: **그림 7-12**). 자동 길이 기능을 사용하기 전에 지도 뷰어에 의미 있는 치수를 제공해야 합니다.

펌프 속성은 다음에 제공됩니다: **테이블 9-12**.

테이블 9-12: 펌프 속성

속성	설명
펌프 ID	식별을 위한 고유 라벨입니다: 펌프. It can consist 최대 15개의 숫자 또는 문자의 조합으로 구성됩니다. 다른 링크의 ID와 같을 수 없습니다. 이것은 필수 속성입니다.
시작 절점	The ID of the node on the 흡입 side of the 펌프. 이 is a 필수 속성.
끝 절점	The ID of the node on the 토출 side of the 펌프. This is a 필수 속성.
설명	Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다: 펌프.
태그	펌프를 Category(예: 연수, 크기 또는 위치 기반)에 할당하기 위한 선택적 텍스트 문자열(공백 없음)입니다.
펌프 곡선	펌프가 공급하는 수두와 유량 간의 관계를 설명하는 데 사용되는 펌프 곡선의 ID 라벨입니다 전달되는 by the pump and the flow 통해 the 펌프. 비워둡니다 빈칸 if 펌프가 정에너지 펌프인 경우(아래

속성	설명
	참조) 비워둡니다.
동력	펌프가 공급하는 동력(horsepower(kW))입니다. 펌프가 the same 양 of 에너지 no 상관없이 what the flow is. 비워둡니다 빈칸 펌프 곡선이 대신 사용되는 경우 비워둡니다. 펌프 곡선 정보를 사용할 수 없을 때 사용합니다.
속도	펌프의 상대 속도 설정(dimensionless)입니다. 예를 들어, 속도 설정 1.2는 펌프의 회전 속도가 공칭 속도보다 20% 높음을 의미합니다e normal setting.
패턴	The ID label of a time pattern used to control the pump's operation. The multipliers 의 pattern are 동등한 to speed settings. 승수가 0이면 해당 시간 기간 동안 펌프가 차단됨을 의미합니다. 해당되지 않는 경우 비워둡니다.
초기 상태	State 의 펌프(열림 또는 닫힘) 시뮬레이션 시작 시 period.
효율 곡선	The ID label 의 curve that represents the pump's wire-to-water efficiency (in percent) as a 함수 of flow 속도. This 정보 is used only to 에너지 사용량을 계산합니다. 해당되지 않는 경우 비워둡니다 or if the global pump efficiency supplied with the project's 에너지 Options (see 테이블 9-24)가 사용됩니다.
에너지 가격	The 평균 or 공칭 가격 of 에너지 in 화폐 단위 /kW-hr. Used 전용 계산 the cost of 에너지 사용량. 비워둡니다 빈칸 if not 해당 or if the global value supplied with the project's 에너지 Options (테이블 9-24)가 사용됩니다.
요금 패턴	하루 동안의 에너지 가격 변동을 설명하는 시간 패턴의 ID 라벨입니다. Each multiplier in the pattern is applied to the pump's 에너지 가격 to 결정 a 하루 중 시간 가격 for the 해당하는 period. 해당되지 않는 경우 비워둡니다 or if the global pricing pattern specified in the project's 에너지 Options (테이블 9-24)가 사용됩니다.

밸브 속성은 다음에 제공됩니다: **테이블 9-13.**

테이블 9-13: 밸브 속성

속성	설명
ID 라벨	식별을 위한 고유 라벨입니다: valve. 최대 조합으로 구성할 수 있습니다 15 숫자 or 문자. 이는 불가 be the same as the ID for any 다른 링크. 이것은 필수 속성입니다.
시작 절점	The ID of the node on the 공칭 상류 or 유입 side of the 밸브. (PRV 및 PSVs 유지 flow in only a 단일 방향.) 이 is a 필수 속성.
끝 절점	밸브의 공칭 하류 또는 방류 측 절점의 ID입니다. 이것은 필수 속성입니다.
설명	Other 중요한 정보를 설명하는 선택적 텍스트 문자열입니다: 밸브.
태그	밸브를 Category(예: 유형 또는 위치 기반)에 할당하기 위한 선택적 텍스트 문자열(공백 없음)입니다.
직경	밸브 직경입니다 in inches (mm). 이것은 필수 속성입니다.
Type	밸브 유형(PRV, PSV, PBV, FCV, TCV 또는 GPV)입니다. 참조: 테이블

속성	설명
	9-6 다양한 밸브 유형에 대한 설명 참조. 이것은 필수 속성입니다.
설정값	밸브 유형별 작동 설정을 설명하는 필수 매개변수입니다: PRV - 압력 (psi 또는 m) PSV - 압력 (psi 또는 m) PBV - 압력 (psi 또는 m) FCV - 유량 (flow units) TCV - 손실 계수 (dimensionless) GPV - 수두손실 곡선의 ID
손실 계수	dimensionless 미소 loss 계수 that 적용 when the 밸브 is 완전 개방 시. 비워두면 0으로 간주됩니다.
고정 상태	밸브 상태 에서 the 시작 of the 수준입니다. If set to OPEN or CLOSED 밸브의 제어 설정이 무시되고 밸브는 열린 또는 닫힌 링크, 각각. NONE으로 설정하면 밸브는 의도대로 작동합니다. A valve's 고정 상태 and its 설정 can be made to vary 제어문을 사용하여 시뮬레이션 전체에 걸쳐 변경할 수 있습니다. If a valve's status was fixed to OPEN/CLOSED, then it can be made 활성 다시 사용하여 a 제어 that 새 수치 설정을 할당합니다.

라벨 속성은 다음에 제공됩니다: **테이블 9-14.**

테이블 9-14: 라벨 속성

속성	설명
캡션	The label's text.
X 좌표	지도에서 라벨 좌측 상단 모서리의 수평 위치입니다, 지도의's scaling units. 이것은 필수 속성입니다.
Y 좌표	지도에서 라벨 좌측 상단 모서리의 수직 위치입니다, 지도의's scaling units. 이것은 필수 속성입니다.
글꼴	Launches a Font dialog that allows selection 의 label's font, size, and style.

9.2.6 비시각적 객체 편집

곡선, 시간 패턴, 제어 및 교정에는 속성을 정의하는 데 사용되는 특별한 편집기가 있습니다. 이러한 객체 중 하나를 편집하려면 설정 도구bar click on the object (see **그림 9-38**) 편집합니다.

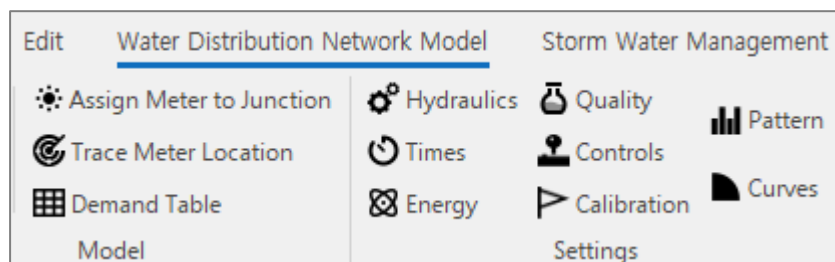


그림 9-38: 비시각적 객체 설정

또한, 집합점의 속성 편집기에는 수요 Category 필드에 생략 부호 버튼이 있으며, 클릭하면 특별한 수요 편집기가 나타납니다 (**그림 9-39**).

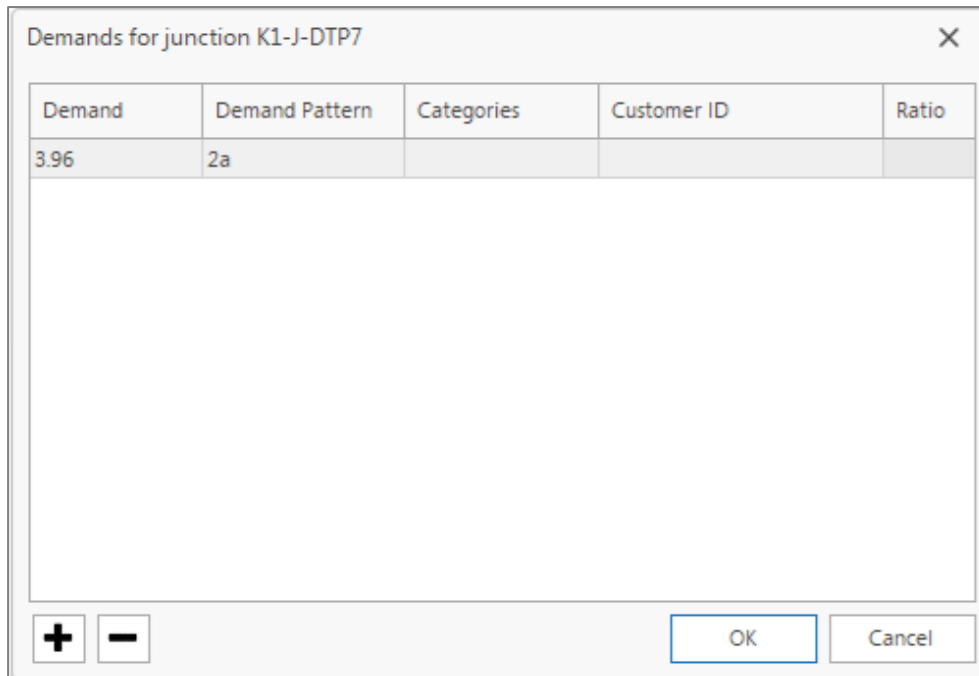


그림 9-39: 수요 Category 편집기

마찬가지로, 접합점, 저수지 및 탱크의 속성 편집기에서 수원 수질 필드에는 특별한 수원 수질 편집기를 실행하는 버튼이 있습니다 (그림 9-40). 이러한 특수 편집기는 다음에 설명됩니다.

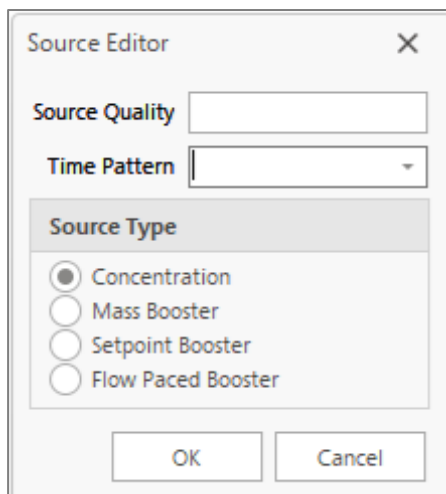


그림 9-40: 수원 수질 편집기

곡선 편집기

곡선 편집기는 대화 상자 **Format**입니다 참조: 그림 9-41. 곡선 편집기를 사용하려면 다음에 나열된 항목에 대한 값을 입력합니다: **테이블 9-15**. 곡선 편집기는 대화 상자 상단의 탭을 선택하여 체적, 펌프, 효율 또는 수두손실 곡선을 입력하는 데 사용할 수 있습니다.

Edit Curve

Volume(0)	Pump(8)	Efficiency(0)	Headloss(0)
☐	Curve Name KWPk-125-500	Flow(m ³ /hr)	0 100 200 250 300 380
	Description KSB KWPk-125-500	Head(m)	70 68 65 63 60 55
☐	Curve Name KWPk-65-315	Flow(m ³ /hr)	0 20 30 40 50 60
	Description KSB KWPk-65-315	Head(m)	31.7 31 30.5 30 29.7 28.9
☐	Curve Name Eisumo-100-80-160	Flow(m ³ /hr)	0 20 40 60 80 100
	Description	Head(m)	31.6 31.5 31.4 31.2 31 30
☐	Curve Name Templ	Flow(m ³ /hr)	0 20 40 60 80 100
	Description KSB KWPk-65-315 (320 imp)	Head(m)	38.5 37.9 36.8 36 35 33.8
☐	Curve Name TempS	Flow(m ³ /hr)	0 20 40 60 80 100
	Description	Head(m)	35.0 34.0 33.0 32.0 31.0 30.0

그림 9-41: 곡선 편집기

체적 곡선은 저장 탱크 체적(Y)이 수위(X)의 함수로 어떻게 변하는지 결정합니다. 단면적이 높이에 따라 변하는 탱크를 정확하게 나타내야 할 때 사용됩니다. 곡선에 제공된 하한 및 상한 수위는 contain the lower and upper levels 사이에서 탱크가 운영됩니다.

펌프 곡선은 공칭 속도 설정에서 펌프가 전달할 수 있는 수두와 유량 간의 관계를 나타냅니다. 수두는 펌프가 물에 부여하는 수두 이득입니다. 펌프 곡선의 세로(Y)축에 표시됩니다. 수두 단위의 곡선. 유량은 the 수평 (X) axis in flow units. 유효한 펌프 곡선은 유량 증가에 따라 수두가 감소해야 합니다.

효율 곡선은 에너지 계산에만 사용되며, 펌프 유량(X, flow units)의 함수로 펌프 효율(Y, percent)을 결정합니다. 효율은 전기-물 효율을 나타내야 합니다. 펌프 자체의 기계적 손실을 고려해야 합니다 and the electrical losses in the pump's motor. If not supplied for a specific pump, then a fixed global pump efficiency 됩니다 used.

수두손실 곡선은 범용 밸브(GPV)를 통한 수두손실(Y)을 유량(X)의 함수로 설명합니다. 감소 흐름 역류 방지 밸브, 터빈 및 우물 수위 강하와 같은 고유한 수두손실-유량 관계를 모델링하는 기능을 제공합니다aw-down behaviour.

입력해야 하는 곡선을 선택하고(대화 상자 상단의 탭 선택) 추가버튼을 클릭하여 채울 수 있는 빈 곡선을 생성합니다. 마찬가지로, 특정 곡선을 선택(곡선 옆의 체크박스 선택)하고 다음을 클릭합니다: 삭제 버튼을 클릭합니다. 곡선 또는 여러 곡선을 선택(체크박스 선택)하고 다음을 클릭하면: 차트 버튼으로 선택한 곡선이 다음과 같이 그려집니다: 그림 9-42, 펌프 곡선의 예시. 다음을 클릭합니다: 저장 버튼으로 입력한 곡선을 저장하고 다음을 클릭합니다: 닫기 버튼으로 곡선 편집기를 닫습니다.

테이블 9-15: 곡선 편집기

Item	설명
체적	
곡선 이름	이 특정 곡선을 참조하는 데 사용할 수 있는 고유 이름
설명	곡선이 나타내는 내용에 대한 선택적 설명
높이	높이 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)
체적	체적 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)
펌프	
곡선 이름	곡선의 ID 라벨 (최대 15개의 숫자 또는 문자)
설명	곡선이 나타내는 내용에 대한 선택적 설명
곡선 유형	곡선 유형
수두	특정 유량에 해당하는 양수 수두, 즉 곡선의 X-Y 점 (단위는 선택한 flow units에 연결됨 the selected flow units)
유량	특정 양수 수두에 해당하는 유량, 즉 곡선의 X-Y 점 (단위는 선택한 flow units에 연결됨 the selected flow units)
효율	
곡선 이름	이 특정 곡선을 참조하는 데 사용할 수 있는 고유 이름
설명	곡선이 나타내는 내용에 대한 선택적 설명
유량	특정 효율에 해당하는 유량 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)
효율	특정 유량에 해당하는 효율 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)
수두손실	
곡선 이름	이 특정 곡선을 참조하는 데 사용할 수 있는 고유 이름
설명	곡선이 나타내는 내용에 대한 선택적 설명
유량	특정 수두손실에 해당하는 유량 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)
수두손실	특정 유량에 해당하는 수두손실 (단위는 선택한 flow units에 연결됨)

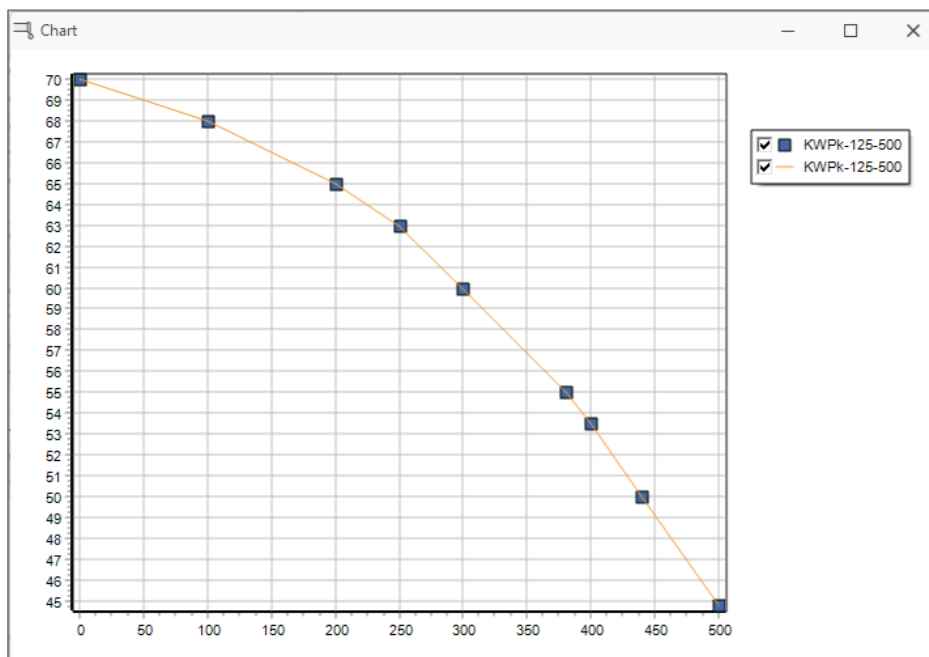


그림 9-42: 펌프 곡선 차트

패턴 편집기

시간 패턴은 시간에 따른 변동을 허용하기 위해 물리량에 적용할 수 있는 승수의 집합입니다.

절점 수요, 저수지 수두, 펌프 일정 및 수질 수원 입력 모두에 시간 패턴이 연결될 수 있습니다. 모든 패턴에서 사용되는 시간 간격은 프로젝트의 시간 옵션에서 설정된 고정값입니다. 'project' 시간 옵션에서 설정된 고정값입니다. Within this interval a quantity remains at a constant level, equal to the product of its nominal value and the pattern's 승수의 곱과 같은 일정한 수준을 유지합니다. Although all time patterns must utilize the same time interval, each can have a different number of periods. 시뮬레이션 시계가 패턴의 기간 수를 초과하면 패턴은 다시 첫 번째 기간으로 되돌아갑니다.

패턴 편집기는 다음에 표시됩니다: **그림 9-43**, 시간 패턴 객체의 속성을 편집합니다. 패턴 편집기를 사용하려면 다음에 나열된 항목에 값을 입력합니다: **테이블 9-16**. 입력된 각 패턴에 대해 열 위에 작은 차트가 그려집니다. 참조: **그림 9-43**.

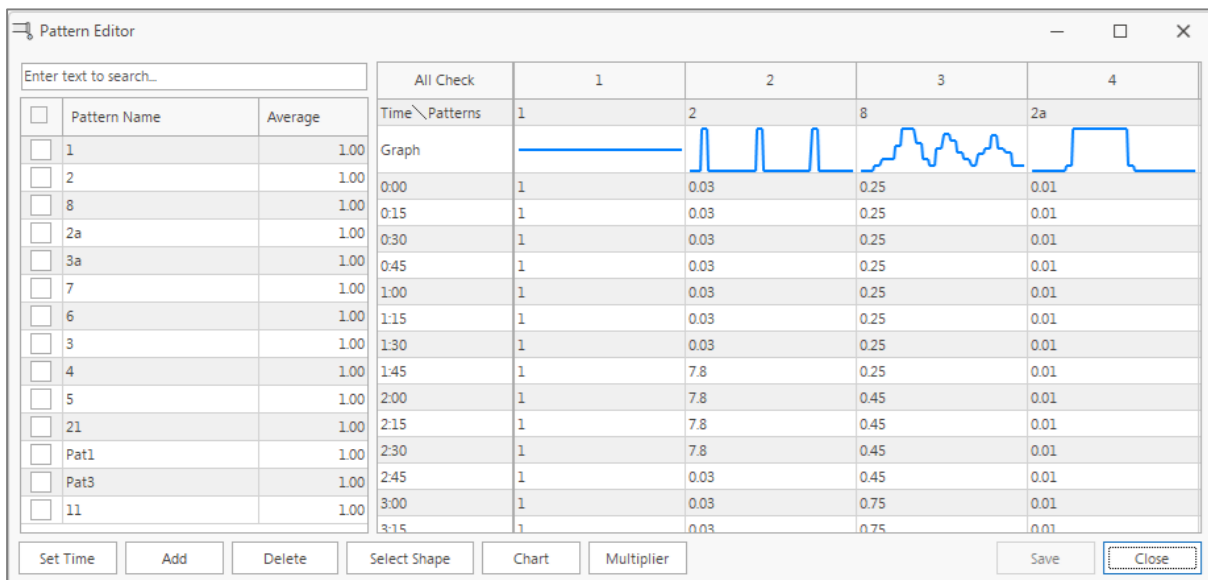


그림 9-43: 패턴 편집기

테이블 9-16: 패턴 편집기

Item	설명
패턴 이름	시간 패턴의 고유 이름입니다.
설명	패턴이 나타내는 것에 대한 선택적 설명입니다.
승수	패턴의 각 시간 기간에 대한 승수 값입니다.

클릭합니다: **시간 설정 버튼** (**그림 9-43**) 설정합니다: **기간, 시작 시간 and 시간 간격** 참조: **그림 9-44**. 클릭합니다: **추가 버튼**으로 빈 패턴(열)을 생성하여 채울 수 있습니다. 마찬가지로, 특정 패턴을 선택(패턴 이름 옆의 체크박스 선택)하고 **click on the 삭제 버튼**을 클릭합니다.

The Set Time dialog box contains three input fields: Duration (48:00), Start Time (0:00), and Time Step (0:15). There are OK and Cancel buttons at the bottom.

그림 9-44: 시간 설정 대화 상자

패턴 또는 여러 패턴을 선택(패턴 이름 옆의 체크박스 선택)하고 다음을 클릭하면: **차트**버튼으로 선택한 패턴이 다음과 같이 그려집니다: **그림 9-45**, 펌프 곡선의 예시. 다음을 클릭합니다: **저장** 버튼으로 입력한 곡선을 저장하고 다음을 클릭합니다: **닫기** 버튼으로 시간 패턴 편집기를 닫습니다.

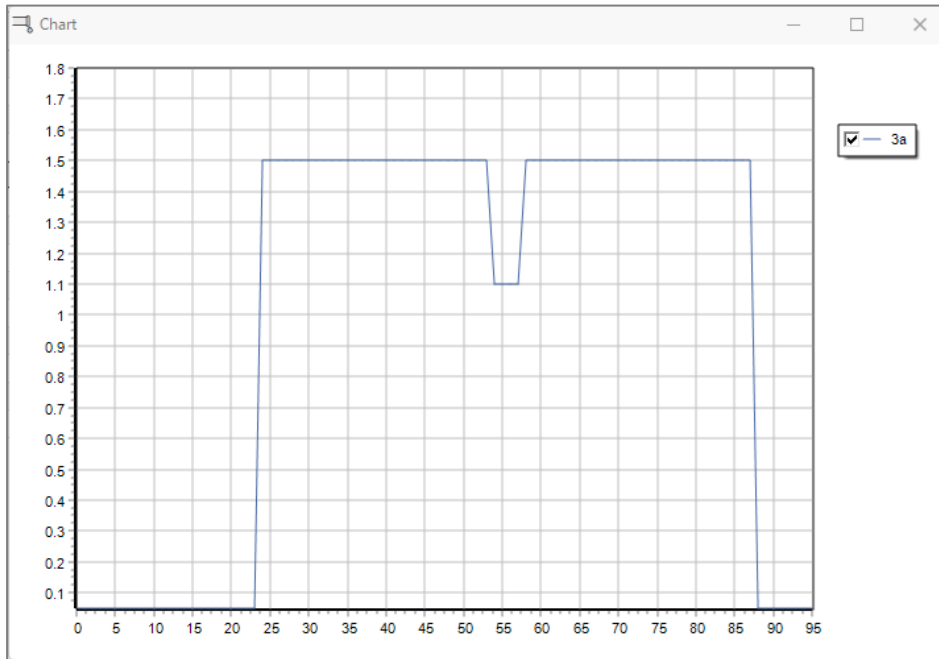
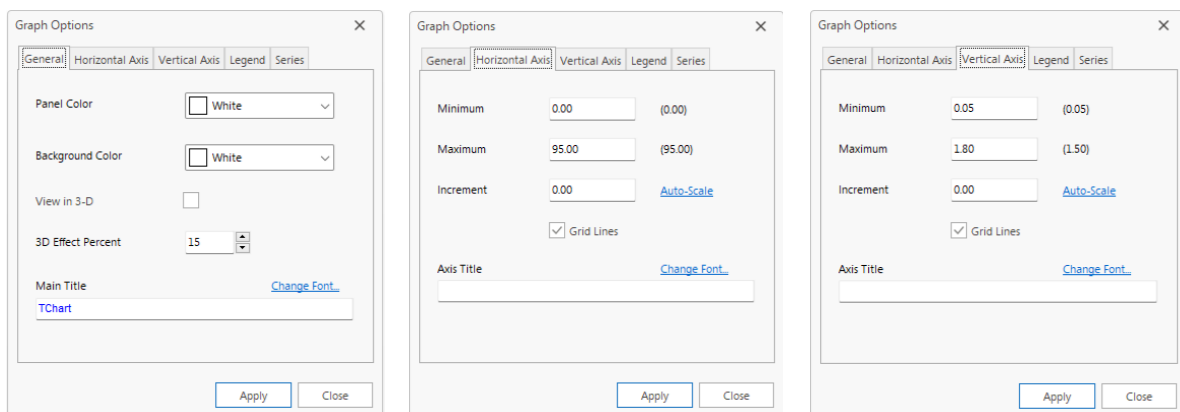


그림 9-45: 시간 패턴 차트

차트 아무 곳에서 우클릭 (**그림 9-45**)하면 일반 모양(색상, 보기 및 제목), 가로축(최소, 최대, 증분, 격자선 및 제목), 세로축(최소, 최대, 증분, 격자선 및 제목), 범례(위치, 색상, 크기, 프레임 및 표시 여부) 및 시리즈(시리즈, 제목, 심bology of lines, markers and labels) as depicted in **그림 9-46**.



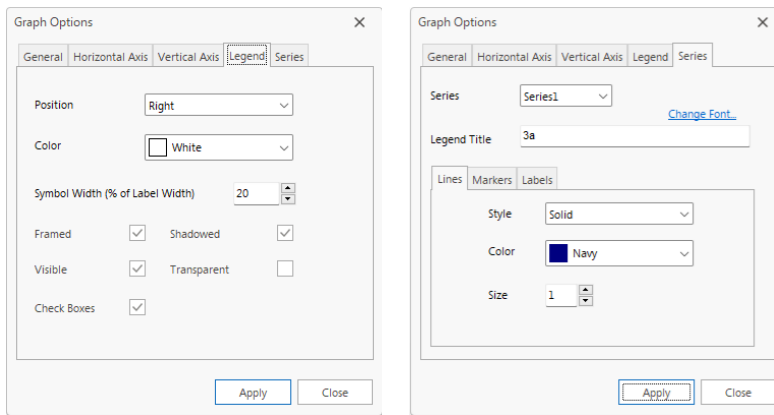


그림 9-46: 그래프 옵션

클릭: 저장 button to save the current pattern's data to a file.

제어 편집기

제어 편집기는 다음에 표시됩니다: 그림 9-47, 단순 제어와 규칙 기반 제어를 모두 편집하는 데 사용되는 텍스트 편집기 창입니다.

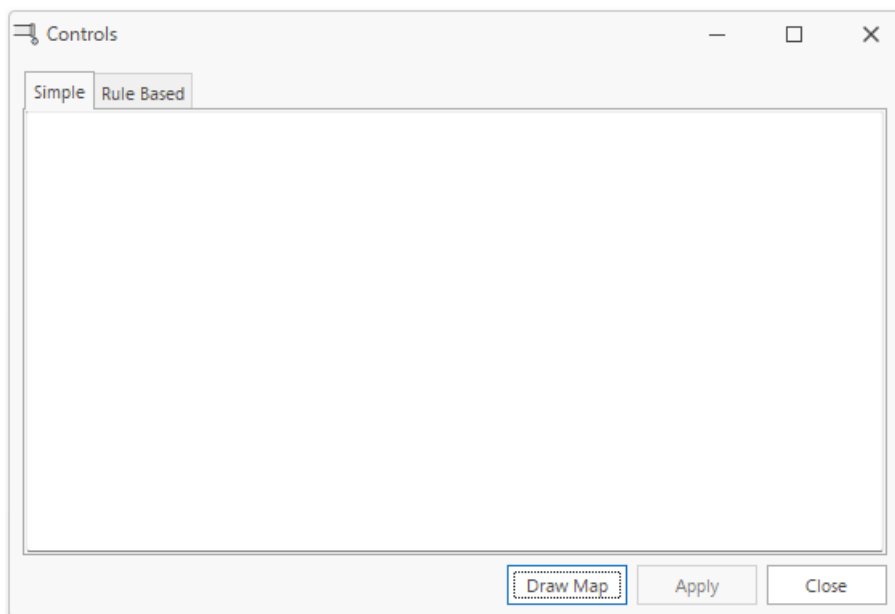


그림 9-47: 제어 편집기

제어는 시간에 따라 네트워크가 어떻게 운영되는지를 결정하는 명령문입니다. 시간, 탱크 수위 및 관망 내 선택된 지점의 압력에 따라 선택된 링크의 상태를 지정합니다. 사용할 수 있는 두 가지 Category의 제어가 있습니다:

- 단순 제어
- 규칙 기반 제어 단순 제어

단순 제어

단순 제어는 다음에 기반하여 링크의 상태 또는 설정을 변경합니다:

- 탱크의 수위
- 접합점의 압력
- 시뮬레이션 경과 시간

• 시각

다음 세 가지 Format 중 하나로 표현되는 명령문입니다:

LINK	x	상태	IF	NODE	y	ABOVE/BELOW	z
LINK	x	상태	AT	TIME	t		
LINK	x	상태	AT	CLOCKTIME	c	AM/PM	

여기서:

x = 링크 ID 라벨

상태 = OPEN 또는 CLOSED, 펌프 속도 설정 또는 제어 밸브 설정

y = 절점 ID 라벨

z = 접합점의 압력 또는 탱크의 수위

t = 시뮬레이션 시작 이후의 시간 (소수 시간 또는 시간:분)

c = 24시간 시계 시간

사용할 수 있는 단순 제어문의 수에는 제한이 없습니다.

참고: 수위 제어는 탱크 바닥 위의 수면 높이로 표시되며, 수면의 표고(전수두)가 아닙니다.

참고: 압력 제어 쌍을 사용하여 링크를 열고 닫으면 압력 설정이 서로 너무 가까울 경우 시스템이 불안정해질 수 있습니다 이 경우 규칙 기반 제어 쌍을 사용하면 더 안정적일 수 있습니다ity.

규칙 기반 제어

규칙 기반 제어는 시스템의 초기 수리 상태가 계산된 후 관망에 존재할 수 있는 조건의 조합에 따라 링크 상태 및 설정을 결정할 수 있습니다. 다음은 규칙 기반 제어의 예시입니다. 이 규칙 세트는 다음을 차단합니다펌프를 차단하고 바이패스 관을 여는 것입니다. level in a tank exceeds a certain value and does the opposite when the level is below another value.

RULE 1

IF TANK 2 LEVEL ABOVE 6.0
THEN PUMP 10 STATUS IS CLOSED
AND PIPE 55 STATUS IS OPEN

RULE 2

IF TANK 2 LEVEL BELOW 3.9
THEN PUMP 10 STATUS IS OPEN
AND PIPE 55 STATUS IS CLOSED

수원 수질 편집기

수원 수질 편집기는 특정 절점에서 관망에 유입되는 수원 흐름의 수질을 설명하는 데 사용되는 팝업 대화 상자입니다. 이 수원은 주요 처리 시설, 우물 또는 위성 처리 시설, 또는 원치 않는d contaminant intrusion. The dialog form, shown in 그림 9-48, 다음 필드를 포함합니다 (테이블 9-17).

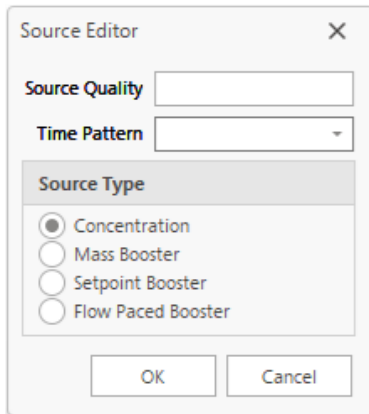


그림 9-48: 수원 편집기

테이블 9-17: 수원 수질 매개변수

필드	설명
수원 수질	수원의 기준 또는 평균 농도(또는 분당 질량 유량) - 수원을 제거하려면 비워둡니다.
수질 패턴	ID 라벨 of time 패턴 used to make 수원 수질 vary with time, 해당되지 않는 경우 비워둡니다.
수원 유형	다음 중 선택: - 농도 - 질량 부스터 - 설정점 부스터 - 유량 비례 부스터

수질 수원은 농도 수원 또는 부스터 수원으로 지정할 수 있습니다.

- 농도 수원은 관망에 유입되는 외부 유입의 농도를 고정합니다, 예를 들어 저수지로부터의 유입 또는 접합점에 설정된 음의 수요로부터의 유입.
- 질량 부스터 수원은 관망의 다른 지점에서 절점으로 유입되는 것에 고정 질량 유량을 추가합니다.
- 유량 비례 부스터 수원은 관망의 다른 지점에서 절점으로 유입되는 모든 유입의 혼합 결과에 고정 농도를 추가합니다.
- 설정점 부스터 수원은 절점을 떠나는 모든 흐름의 농도를 고정합니다 (절점에서의 모든 유입 결과 농도가 설정점 미만인 한).

농도형 수원은 수원 공급 또는 처리 시설을 나타내는 절점에 가장 적합합니다 (예: 저수지 또는 음의 수요가 할당된 절점). 부스터형 수원은 직접적인 처리를 모델링하는 데 가장 적합합니다 추적자 또는 추가 소독제를 관망에 주입하는 것을 모델링하는 데 가장 적합합니다e network or to model a contaminant intrusion.

9.2.7 Other 모델링 매개변수

GISpipe는 접합점에 계량기 할당, 계량기 위치 추적 및 수요 테이블 보기/편집과 같은 추가 유용한 기능을 제공합니다. 이러한 기능은 상수관망 모델에서 접근할 수 있습니다 도구 모음에서 접근할 수 있습니다. 그림 9-49.

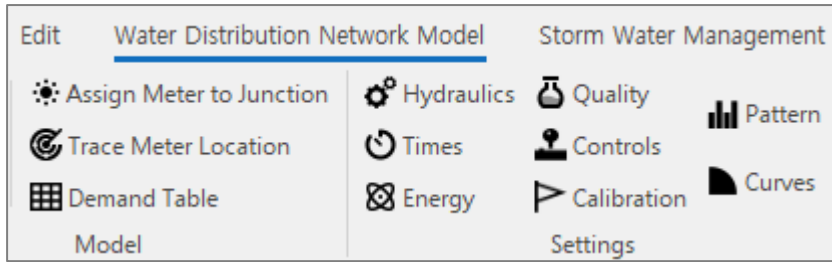


그림 9-49: 상수관망 모델

접합점에 계량기 할당 (완료 예정)

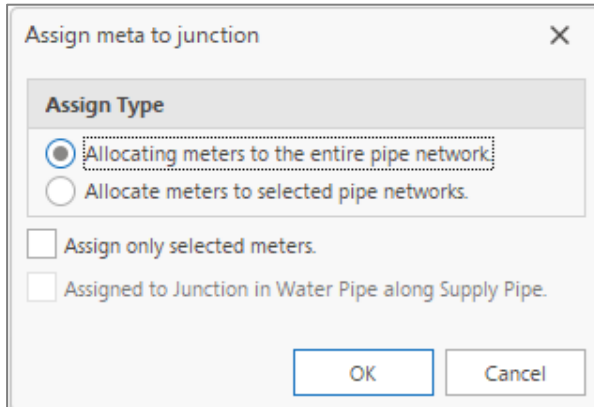


그림 9-50: 접합점에 계량기 할당

계량기 위치 추적 (완료 예정)

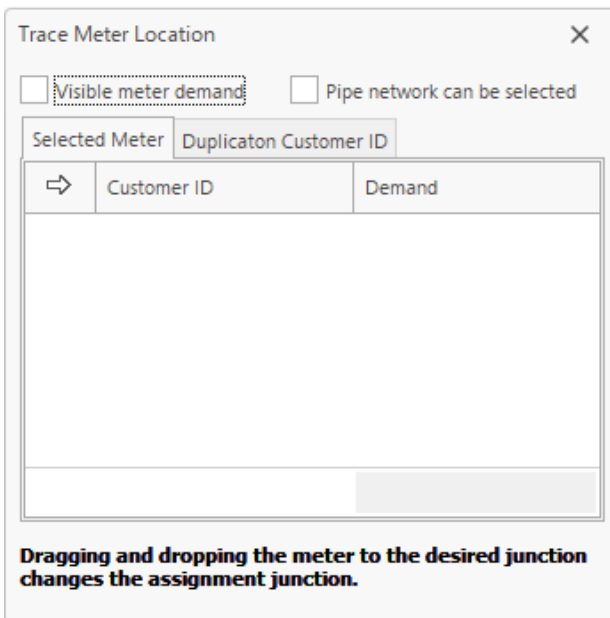


그림 9-51: 계량기 위치 추적 대화 창

수요 편집기

수요 편집기는 다음에 표시됩니다: 그림 9-52. 접합점에 물 사용자 Category가 둘 이상인 경우 기본 수요와 시간 패턴을 할당하는 데 사용됩니다. 편집기는 다음에서 호출됩니다: 속성 편집기에서 생략 부호 버튼(또는 입력키) 수요 Category 필드에 포커스가 있을 때.



그림 9-52: 수요 표 편집기

편집기는 5개의 열을 포함하는 테이블입니다. 각 수요 Category는 테이블의 새 행으로 입력됩니다. 행은 다음을 클릭하여 추가 또는 삭제합니다: the **+** or **-** 버튼. 열에는 다음 정보가 포함됩니다:

- 수요: 해당 Category의 기준 또는 평균 수요 (필수)
- 수요 패턴: 패턴 이름 (드롭다운 목록에서 선택 가능, 참조: 그림 9-52). 시간에 따라 수요가 변하도록 하는 데 사용됩니다 (선택 사항).
- Category: 수요 Category를 식별하기 위한 텍스트 라벨 (선택 사항)
- 고객 ID: Category/사용자를 정의하는 데 사용됩니다.
- 비율: XXX

참고: 관례적으로, 편집기의 첫 번째 행에 배치된 수요가 집합점의 주요 Category로 간주되며 기본 수요에 나타납니다 속성 편집기의 필드에 설정할 수 있습니다.

모든 집합점에 연결된 수요, Category, 수요 패턴의 요약은 다음을 클릭하여 확인할 수 있습니다: 수요 표 도구 모음 버튼 (그림 9-38). 모든 수요, 패턴, Category, 방출기 유량, 방출기 계수, 배수구역관리(소블록)의 개요를 제공합니다 in 그림 9-53.

이 수요 테이블은 Microsoft Excel에서 수요 값을 가져올 수 있는 고급 기능을 제공합니다 (그림 9-54), 클릭합니다: *Excel에서 수요 입력* 버튼, 다음을 클릭하여 표시 값을 변경합니다: *Category* *분배* 버튼을 클릭하고 기본 설정을 지정합니다 (그림 9-55)하여 테이블을 필터링합니다.

Demand Table											
Demand Input In Excel			Category Distribution		Emitter Distribution		Delete Category		Enter text to search...		
Junction ID	Categories	Customer ID	Ratio	Business Sectors	Demand Patter	Demand	Customer Demand	Emitter Flow	Emitter Coefficient	DMA	Service Node
SM-J127	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP5DWb	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J132	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J120	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP21DWa	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP9DWa	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP17DWb	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J90	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP18DWb	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J79	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP7DWa	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP20DWb	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP1	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-SOP4	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J118	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
SM-J117	Base Demand		0.00			0.00		0.00	0.0000		
						6 308.00	0.00	0.00			

그림 9-53: 수요 표

Excel Batch Input

Open Excel File

☒ Remove existing data

Junction

Epanet Key Field

☒ Meta Customer ID
☐ Junction ID
☐ Asset ID
☐ DMA Name
☐ Service Node

Excel Key Field

Description

Tag

Elevation

Base Demand

Pattern

Emitter Coeff.

Emitter Exponent

Initial Quality

Excel Sectors Field

Run

Close

그림 9-54: Excel 일괄 입력

GISpipe – 사용자 매뉴얼

69

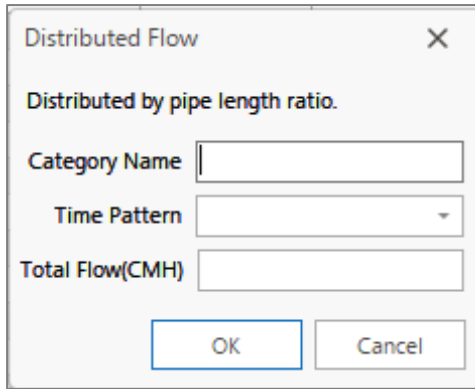


그림 9-55: Category 분배

9.3 편집 도구

9.3.1 지도 도구 및 탐색

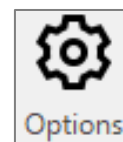
실행 취소 및 다시 실행

이것은 사용자의 관망 편집을 지원하는 GISpipe의 가장 유용한 기능 중 하나입니다. 메뉴 바 위의 버튼을 클릭하여 실행 취소 또는 redo the last step.

Undo 
Redo 

옵션

GISpipe는 다음을 클릭하여 프로그램의 일반 기본 설정을 지정할 수 있습니다: 옵션 도구 모음의 버튼으로 다음이 표시됩니다: 그림 9-56 이러한 설정의 의미에 대한 설명은 다음에 제공됩니다: 테이블 9-18.



테이블 9-18: 옵션 설정 설명

옵션	설명
스냅 기능 사용	관을 그릴 때 스냅은 커서가 기존 절점 또는 관에 고정되도록 도와 관망 모델의 구성요소 정렬을 보장합니다. 이를 통해 관망 building more accurate and efficient.
객체 삭제 대화 상자 표시	활성화하면, 선택한 객체를 삭제하기 전에 사용자에게 확인을 요청하는 팝업 대화 상자가 표시됩니다. 이 대화 상자는 객체를 나타냅니다 삭제될 객체를 나타내고 "예" 및 "아니오" 옵션을 제공합니다. 비활성화하면 객체가 확인 없이 즉시 삭제되어 작업 속도를 높일 수 있습니다 up workflows but increases the risk of accidental loss.
가장 가까운 절점 표고에 따른 절점 표고	가장 가까운 기존 절점의 표고를 기반으로 한 절점의 표고입니다. 지정된 표고 없이 절점을 가져오거나 생성할 때 유용합니다. 자동으로 누락된 표고 데이터를 자동으로 채우고 지형적 연속성을 유지합니다 ty in a model when elevation data is incomplete.
자동 길이	자동 길이 설정이 켜져 있으면(체크박스 선택) 관 링크를 그릴 때 해당 관의 길이가 다음을 기반으로 자동 결정됩니다: scale 의 map. 자동 길이 기능을 사용하기 전에 지도 뷰어에 의미 있는 치수를 제공해야 합니다.

옵션	설명
스크롤 모드	사용자는 3가지 옵션이 있습니다: - 클래식: 표준 마우스 기반 스크롤을 사용합니다. 스크롤바가 전통적으로 작동하며, 사용자는 스크롤바를 클릭하여 드래그하거나 스크롤 휠을 사용합니다. - 터치: 터치 입력에 최적화되었습니다. 모바일/태블릿 인터페이스처럼 스크롤되며, 스와이프로 보기를 이동하고, 종종 관성(모멘텀)이 있습니다. 스크롤바가 숨겨질 수 있습니다den or overlaid. - 하이브리드: 클래식과 터치 모드를 모두 결합합니다. 입력 방법(마우스 또는 터치)을 감지하고 그에 따라 적응합니다.
커서	선택 정밀도, 커서 크기 및 선택 색상을 설정할 수 있습니다
지도 배경 색상	두 가지 옵션 중 하나를 선택할 수 있습니다 흰색or 검정색라디오 버튼을 선택하여

☒ Use snap feature.

☒ Show delete objects dialog.

☒ Node elevation closest node elevation.

☒ Auto length.

 Scroll Mode : Touch

Cursor

 Selection Precision(pixel) : 8

 Cursor Size(pixel) : 200

 Selection Color :

Map Background Color

☒ White

☐ Black

CTRL + Move the Shape : Copy Shape.

CTRL + Shape Selection : A new shape is selected while preserving the existing selection.

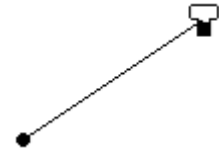
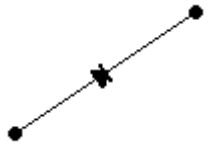
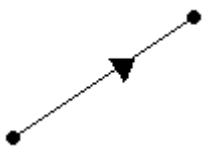
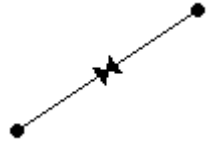
SHIFT + Junction + Mouse Wheel in Default Selection : Connection Tracking.

SHIFT + CTRL + Junction + Mouse Wheel in Default Selection : Upstream/Downstream Tracking.

SHIFT+ Node : The shortest route between two nodes is selected.

그림 9-56: 옵션

테이블 9-19: 지도에서의 객체 상태

상태를 보여주는 탱크 (50% 가득)		상태를 보여주는 탱크 (100% 가득)	
지도 화면에서 닫힌 관		체크 밸브로도 기능하는 관	
지도 화면에서 열린 관		유향을 나타내는 유량 화살표가 있는 관입니다.	
밸브 상태인 열림 위치. 이 제어 또는 기능이 확장 기간 분석 중에 이 상태를 변경할 수 있습니다.		밸브 상태인 닫힘 위치. 이 제어 또는 기능이 확장 기간 분석 중에 이 상태를 변경할 수 있습니다.	
펌프 상태인 열림 위치. 이 제어 또는 기능이 확장 기간 분석 중에 이 상태를 변경할 수 있습니다.		펌프 상태인 닫힘 위치. 이 제어 또는 기능이 확장 기간 분석 중에 이 상태를 변경할 수 있습니다.	

접합점 제거

접합점 J2를 선택합니다 참조: 그림 9-57 마우스 왼쪽 버튼을 누른 채로 접합점 J3 방향으로 드래그합니다. 해당 지점에서 마우스 버튼을 놓으면 접합점 J2가 삭제되고, 관 P2가 삭제되고 접합점 J1이 이제 접합점 J3에 직접 관 P1로 연결됩니다.

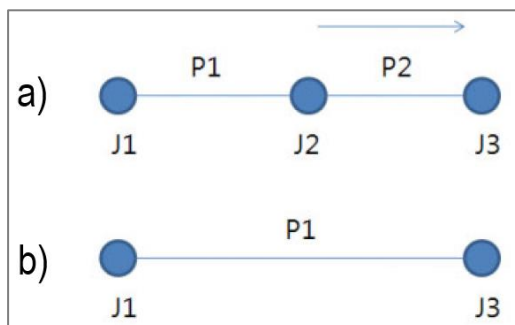


그림 9-57: 접합점 제거

접합점 병합

접합점 J3을 선택하고 마우스 왼쪽 버튼을 누른 채로 접합점 J5 방향으로 드래그합니다. 참조:

그림 9-58. 해당 지점에서 마우스 버튼을 놓으면 접합점 J3이 삭제되고 관 P2가 이제 접합점 J5에 연결됩니다.

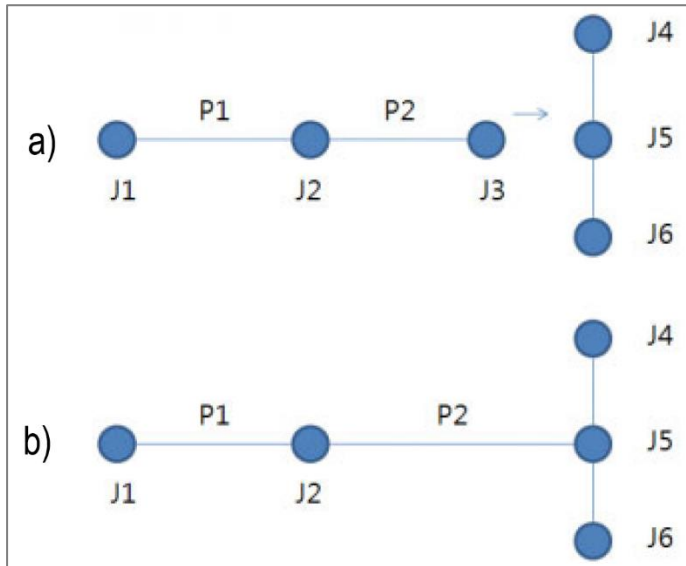


그림 9-58: 접합점 병합

클립보드 기능

복사, 잘라내기, 붙여넣기 기능은 클립보드 도구 모음에서 선택할 수 있습니다, 그림 9-59.

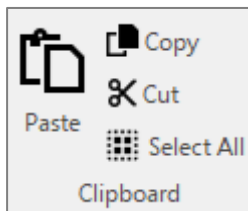


그림 9-59: 클립보드 기능

또는 아무 객체나 객체 그룹을 선택하고 다음을 누릅니다: **Ctrl + C** 키보드로 이러한 객체를 클립보드에 복사합니다.

누르면 **Ctrl + V** 이러한 객체를 붙여넣습니다.

이러한 기능은 서로 다른 레이어 간에 사용할 수 있으며 객체는 현재 선택된 레이어에 복사됩니다.

9.4 상수관망 모델 설정

The 상수관망 모델 설정은 상수 공급 시스템의 수리 및 수질 거동을 시뮬레이션하는 데 필요한 기본 매개변수를 제공합니다. 이러한 설정은 시뮬레이션 시간 간격, 유량 추적, 압력 제약 조건 및 수질과 같은 측면을 관리합니다. 수질 분석 옵션을 보장하여 모델이 실제 세계를 정확하게 반영합니다. conditions and operates efficiently under various scenarios. Proper configuration of these settings is essential for reliable results and meaningful analysis. These Settings can be accessed from the Water Distribution Network Model 도구 모음, 참조: 그림 9-60.

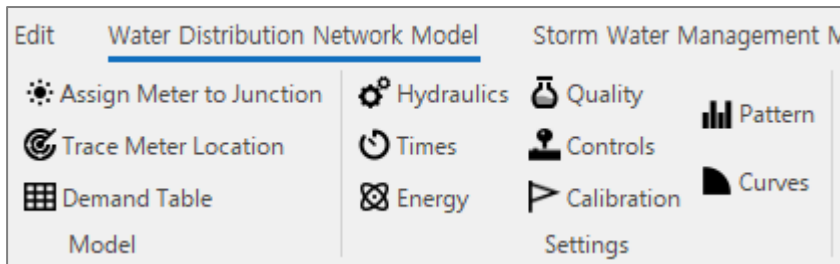


그림 9-60: 상수관망 모델 설정

수리, 수질, 에너지 및 시간 설정을 특정 방식으로 수치 모델을 분석하도록 설정할 수 있으며 다음에 설명됩니다.

9.4.1 수리 옵션

수리 옵션 창은 그림 9-61, 다음을 클릭하여 접근할 수 있습니다: 수리학 상수관망 모델 도구 모음의 버튼.

☒ Hydraulics ☐ Quality ☐ Pattern ☐ [Icon] No	
Hydraulics	
Demand Model	☒ Demand Driven Analysis ☐ Pressure Driven Analysis
Flow Units	CMH
Headloss Model	☐ Hazen-Williams ☒ Darcy-Weisbach ☐ Chezy-Manning
Specific Gravity	1
Specific Viscosity	1
Maximum Trials	40
Relative Accuracy	0.001
If Unbalanced	☒ Stop ☐ Continue
Demand Pattern	1
Demand Multiplier	1
Emitter Exponent	0.5
Status Report	☐ No ☒ Yes ☐ Full

그림 9-61: 수리 옵션

테이블 9-20: 수리 분석을 위한 수리 옵션

옵션	설명
수요 모델	수요 구동 분석(DDA) 또는 압력 구동 분석(PDA) 중 선택합니다. DDA는 주어진 시점에서 수요가 고정되어 있다고 가정하고, PDA는 수요가 입니다 a 함수 of 압력. The PDA option can be used to find a DDA에서 음의 압력이 존재할 때의 해입니다.
flow units	단위 in 여기서 절점 수요 and link flow 속도 입니다 표현됩니다. 선택 시 단위 gal, 입방 피트, or 에이커피트 의미 that the 단위 for all 다른 관망 물리량 입니다 관습 US. 선택 리터 or 입방 metre 발생 all 다른 단위 to SI Metric이 됩니다. flow units를 변경하면 프로젝트에 제공된 다른 모든 데이터에 영향을 줄 수 있으므로 주의하십시오. (참조: Appendix B , 측정 단위)
수두손실 모델	관의 유량에 대한 함수로 수두손실을 계산하는 데 사용되는 공식입니다. 선택 사항 are: - Hazen-Williams - Darcy-Weisbach - Chezy-Manning 각 공식은 관 조도를 다르게 측정하므로, 공식을 전환하면 모든 관 조도 계수를 업데이트해야 할 수 있습니다.
비중	모델링되는 유체의 밀도와 4°C에서의 물의 밀도의 비율입니다. C (dimensionless).
상대 점도	비율 of the 동점성 점도 of the 유체 to that of 물 에서 20 deg. C (1.0 센티스토크 또는 0.94 제곱피트/day) (dimensionless).
최대 반복 횟수	주어진 시점에서 관망 수리를 지배하는 비선형 방정식을 풀기 위해 사용되는 최대 반복 횟수입니다iven point in time. Suggested value is 40.
상대 정확도	수렴 기준 used to 신호 that a 해 has been 발견됨 to the 관망 수리를 지배하는 비선형 방정식. 모든 유량 변화의 합을 모든 링크 유량의 합으로 나눈 값이 이 수보다 작으면 반복이 종료됩니다. 권장 값은 0.001입니다.
불균형 시	최대 반복 횟수 내에서 수리 해를 찾지 못할 경우 취할 조치입니다. 선택 사항은 이 시점에서 시뮬레이션을 중지하는 STOP 또는 다음을 사용하는 CONTINUE입니다: 추가 10 반복, with no link 상태 변경 허용, in an 시도 to 수렴을 달성합니다.
기본 패턴	ID 라벨 of a time 패턴 to be 적용됨 to 수요 에서 해당 junctions where 시간 패턴이 지정되지 않은 경우. 해당 패턴이 없으면 이러한 위치에서 수요는 변하지 않습니다.
수요 배수	전체 시스템 소비량을 변경하기 위해 모든 수요에 적용되는 전역 배수입니다 or down by a 고정 양 (e.g., 2.0 두 배 all demands, 0.5 절반 그것을, 이며, 1.0은 그대로 유지합니다).
방출기 지수	동력 to 압력이 올려지는 지수 유량을 계산할 때 방출기 장치. 노즐 및 스프링클러에 대한 교과서 값은 0.5입니다. 이것은 다음에 적용되지 않을 수 있습니다: pipe 누수.
상태 보고	분석이 수행된 후 보고할 상태 정보의 양입니다. 선택 사항은 다음과 같습니다: - NO (보고 없음) - YES (링크 상태 변경)

옵션	설명
	- FULL (일반 및 수렴) 전체 상태 보고는 디버깅 목적으로만 유용합니다.
최소 압력	PDA에서 수요가 0으로 가정되는 압력입니다.
필요 압력	PDA에서 전체 수요를 공급하는 데 필요한 압력입니다.
압력 지수	PDA는 지수로 올린 압력-수요 관계를 가정합니다. 표준 값은 0.5.
최대 수두 오류	정확도 옵션을 보완합니다. 수리 수렴이 발생하기 위해 관망 링크가 가질 수 있는 최대 수두손실 오류를 지정합니다. 기본값 0은 수두 오류 제한이 적용되지 않음을 나타냅니다. 이 매개변수의 단위는 피트(US) 또는 metre(SI)입니다.
최대 유량 변화	정확도 옵션을 보완합니다. 수리 수렴을 위해 관망 구성요소(링크, 방출기 또는 압력 종속 수요)가 가질 수 있는 최대 유량 변화를 지정합니다 수렴 to 발생합니다. 기본값 값 of 0 나타냅니다 that no flow 변화 제한이 적용됩니다. 현재 프로젝트 flow units 설정에 따라 지정됩니다.
CHECKFREQ	수리 평형 중 다음의 상태가 업데이트되기 전에 통과하는 해석 반복 횟수를 설정합니다: 상태 of 펌프, 체크 밸브, flow 제어 valves and pipes 연결된 to 탱크에 연결된 관. 기본값은 2이며, 매 두 번째 반복마다 상태 확인이 수행됩니다. 최대 반복 횟수와 같은 값은 시스템이 수렴한 후에만 상태 확인이 수행됨을 의미합니다. (상태 변경이 발생할 때마다 현재 해가 평형이 아닐 수 있으므로 반복을 계속해야 합니다.) 감압 밸브 및 압력 유지 밸브에 대한 상태 확인 빈도 valves (PRV and PSV) is 결정됩니다 by the DAMPLIMIT option (see 테이블 9-21).
MAXCHECK	펌프, 체크 밸브, 유량 제어 밸브 및 탱크에 연결된 관에 대한 주기적 상태 확인이 중단되는 해석 반복 횟수입니다. 대신 수렴이 달성된 후에만 상태 확인이 수행됩니다. 기본값 is 10, 의미 that 이후 10 반복, 대신 of 확인 상태 매 CHECKFREQ 반복 후에는 수렴 시에만 상태가 확인됩니다.
DAMPLIMIT	PRV 및 PSV에 대한 해 감쇠 및 상태 확인이 시작되어야 하는 정확도 값입니다. 감쇠는 모든 유량 변화를 원래의 60%로 제한합니다 그 외 be as 향후 반복 전개됩니다. 기본값 is 0 여기서 나타냅니다 that 감쇠 없음 해야 be used and that 상태 확인 on 제어 valves 입니다 made 에서 매 반복. 감쇠 가능 be needed on 관망 that have 문제 수렴 중, 이 경우 0.01의 제한이 권장됩니다.

테이블 9-21: 상태 확인 매개변수의 일반적인 값

CHECKFREQ	MAXCHECK	DAMPLIMIT	비고
2	10	0	빈번한 상태 확인; 최소 반복 횟수로 해를 생성하는 경향이 있습니다.
10	100	0.01	Less 빈번한 상태 확인; 가능 be 수렴이 어려운 관망에 필요합니다.
최대 반복	최대 반복	수렴 정확도	상태 확인은 수렴이 달성된 후에만 수행됩니다; 다른 설정이 실패할 때 수렴을 생성할 수 있습니다.

9.4.2 수질 옵션

수질 옵션은 수질 분석이 수행되는 방식을 제어합니다. 설정 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 수질 button 참조: 그림 9-62 설정할 수 있는 수질 옵션을 확인합니다.

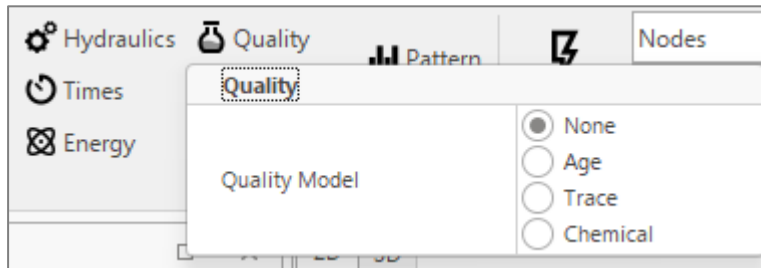


그림 9-62: 수질 옵션

해당하는 것을 선택합니다 수질 모델라디오 버튼을 선택합니다.

수량이 선택된 경우 허용 오차값 (다음에 설명: 테이블 9-22) 다음과 같이 입력해야 합니다: 그림 9-63.

Quality	
Quality Model	☐ None ☒ Age ☐ Trace ☐ Chemical
Tolerance	0.01

그림 9-63: 수질 모델 - 수량

추적이 선택된 경우 추적 절점 (다음에 설명: 테이블 9-22) 다음과 같이 입력해야 합니다: 그림 9-64.

Quality	
Quality Model	☐ None ☐ Age ☒ Trace ☐ Chemical
Trace Node	

그림 9-64: 수질 모델 - 추적

화학 물질이 선택된 경우, 참조: 그림 9-65, 다음 추가 입력 매개변수가 필요합니다: 단위, 확산도, 허용 오차, 수질 이름 (다음에 설명: 테이블 9-22) 및 반응 매개변수 (참조: 테이블 9-23).

Quality	
Quality Model	☐ None ☐ Age ☐ Trace ☒ Chemical
Units	mg/L
Diffusivity	1
Tolerance	0.01
Quality Name	
▼ Reactions	
Bulk Reaction Order	1
Wall Reaction Order	FIRST
Global Bulk Coeff.	0
Global Wall Coeff.	0
Limiting Concentration	0
Wall Coeff. Correlation	0

그림 9-65: 수질 모델 - 화학 물질

테이블 9-22: 수질 분석을 위한 수질 옵션

옵션	설명
매개변수	모델링되는 수질 매개변수 유형입니다. 선택 사항: - 없음 (수질 분석 없음) - 수령 (수령 추정) - 추적 (절점으로부터의 유량 비율) - 화학 물질 (농도 계산) 화학 물질 대신 모델링되는 실제 화학 물질의 이름(예: 염소)을 입력할 수 있습니다.
단위	농도를 표현하는 데 사용되는 질량 단위입니다. 선택 사항은 mg/L, ug/L입니다. 수령 및 추적 분석의 단위는 다음으로 고정됩니다: 시간 and percent, 각각.
확산도	비율 of the 분자 확산도 of the 화학 물질 되는 모델링 to that 염소의 에서 20 °C (0.00112 sq ft/day). 사용: 2 if the 화학 물질 확산 염소의 두 배 속도이면 2, 절반 속도이면 0.5 등. 관 벽면 반응의 물질 이동을 모델링할 때만 적용됩니다. 물질 이동 효과를 무시하려면 0으로 설정합니다.
허용 오차	관에 새로운 물 구간이 생성되는 최소 수질 변화입니다. mg/L로 측정되는 화학 물질과 수령 및 수원 추적에 대한 일반적인 설정은 0.01입니다.
추적 절점	유량이 추적되는 절점의 ID 라벨입니다. 유량 추적 분석에만 적용됩니다.

참고: 수질 허용 오차는 한 물 구간의 수질이 본질적으로 다른 구간과 동일한 시점을 결정합니다. 화학 분석의 경우 이 측정 절차의 검출 한계일 수 있으며, 적절한 안전 계수로 조정됩니다. 너무 큰 허용 오차 값이 너무 크면 시뮬레이션에 영향을 줄 수 있습니다. 정확도에 영향을 줄 수 있습니다. Using too small a value will affect computational efficiency. Some experimentation with this setting might be called for.

반응 옵션은 수질 분석에 적용되는 반응 유형을 설정하며 다음에 나열됩니다: **테이블 9-23**.

테이블 9-23: 수질 분석을 위한 반응 옵션

옵션	설명
체적 반응 차수	동력 to 여기서 농도 is 올린 when 계산 a bulk flow 반응 속도. 1차 반응에는 1, 2차 반응에는 2 등을 사용합니다. Michaelis-Menton 동역학에는 음의 수를 사용합니다. 전역 또는 관별체적 반응 계수가 할당되면 이 옵션은 무시됩니다.
벽면 반응 차수	체적 흐름 반응 속도 계산 시 농도를 올리는 지수입니다. 선택 사항은 1차 반응의 경우 FIRST (1) 또는 일정 속도 반응의 경우 ZERO (0)입니다. 전역 또는 관별벽면 반응 계수가 할당되면 이 옵션은 무시됩니다.
전역 체적 계수	기본 체적 반응 속도 계수 K_b 모든 관에 할당됩니다. 이 전역 계수는 can be 재정의됩니다 by 편집 this 속성 for 특정 관. 사용: 양의 수 for 성장, 음의 음의 수 for 감소, 또는 0 if no 체적 반응이 발생합니다. 단위는 농도의 (1-n)승을 일수로 나눈 것이며, 여기서 n은 체적 반응 차수입니다.
전역 벽면 계수	Wall 반응 rate 계수 K_w assigned to all 관. Can be 특정 관에 대해 이 속성을 편집하여 재정의할 수 있습니다. 성장에는 양의 수를 사용하고, a 음의 수 for 감소, or 0 if no wall 반응 발생합니다. 단위는 1차 반응의 경우 ft/day(US) 또는 m/day(SI), 0차 반응의 경우 질량/제공피트/day(US) 또는 질량/제공metre/day(SI)입니다.
한계 농도	물질이 성장할 수 있는 최대 농도 또는 감소할 수 있는 최소 값입니다. 체적 반응 속도는 현재 농도와 this value. 해당되지 않는 경우 0으로 설정합니다.
벽면 계수 상관관계	벽면 반응 계수와 관 조도의 상관 계수입니다. 해당되지 않는 경우 0으로 설정합니다.

9.4.3 에너지 옵션

에너지 분석 옵션은 특정 에너지 매개변수가 주어진 펌프에 할당되지 않을 때 펌프 에너지 및 비용을 계산하는 데 사용되는 기본값을 제공합니다. The 에너지 분석 옵션을 설정할 수 있습니다 by clicking the 에너지 도구 모음의 버튼 설정 도구 모음, 참조: 그림 9-66, 설정할 수 있는 매개변수는 다음에 나열되고 설명됩니다: 테이블 9-24.

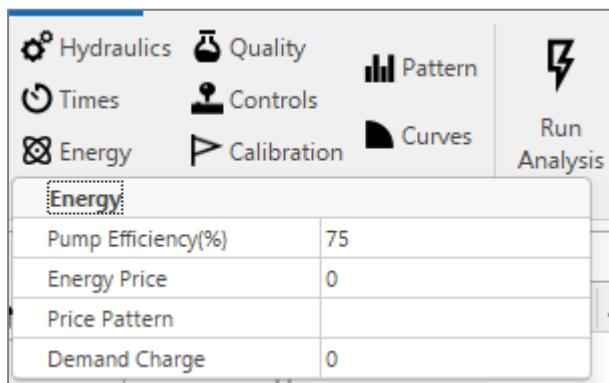


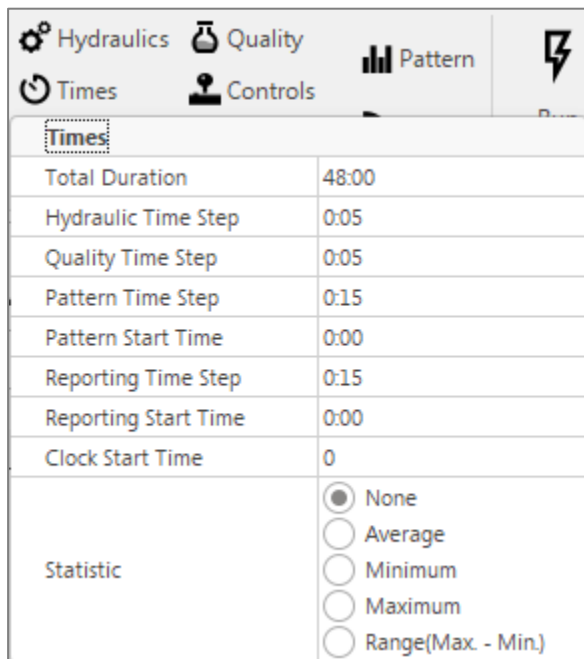
그림 9-66: 에너지 옵션

테이블 9-24: 수리 분석을 위한 에너지 옵션

옵션	설명
펌프 효율 (%)	기본 펌프 효율.
에너지 가격	가격 of 에너지 / kilowatt시. 화폐 단위 입니다 not 명시적으로 표현됩니다.
요금 패턴	시간에 따른 에너지 가격 변동을 나타내는 시간 패턴의 ID 라벨입니다. 해당되지 않는 경우 비워둡니다.
피크 수요 요금	최대 kilowatt 사용량당 추가 에너지 요금입니다.

9.4.4 시간 설정

시간 옵션 창은 **그림 9-67**, 다음을 클릭하여 접근할 수 있습니다: *시간 설정* 상수관망 모델 도구 모음의 버튼. 시간 옵션은 확장 기간 시뮬레이션에 사용되는 다양한 시간 간격의 값을 설정합니다. 다음에 나열됩니다: **테이블 9-25** (시간은 소수 시간 또는 시간:분 표기법으로 입력할 수 있습니다).



Times	
Total Duration	48:00
Hydraulic Time Step	0:05
Quality Time Step	0:05
Pattern Time Step	0:15
Pattern Start Time	0:00
Reporting Time Step	0:15
Reporting Start Time	0:00
Clock Start Time	0
Statistic	☒ None ☐ Average ☐ Minimum ☐ Maximum ☐ Range(Max. - Min.)

그림 9-67: 시간 옵션

테이블 9-25: 수리 및 수질 분석을 위한 시간 옵션

옵션	설명
총 기간	시뮬레이션의 총 길이(시간)입니다. 단일 기간(스냅샷) 수리 분석을 실행하려면 0을 사용합니다.
수리 시간 간격	시스템 수리 재계산 간의 시간 간격입니다. 기본값은 1시간입니다.
수질 시간 간격	수질 성분 추적 간의 시간 간격입니다. 기본값은 5분입니다 (0:05 시간).
패턴 시간 간격	모든 시간 패턴에 사용되는 시간 간격입니다. 기본값은 1시간입니다.
패턴 시작 시간	시뮬레이션이 시작되는 모든 시간 패턴의 시간(시간 단위)입니다 (e.g., a value of 2 means that the 시뮬레이션 begins with all-time 패턴 starting 에서 their 번째 시간). 기본값은 0입니다.

옵션	설명
보고 시간 간격	계산된 결과가 보고되는 시간 간의 간격입니다. 기본값은 1시간입니다.
보고 시작 시간	계산된 결과 보고가 시작되는 시뮬레이션 시간(시간 단위)입니다. Normal default is 0.
시계 시작 시간	시뮬레이션 실행의 시작 시각을 정의합니다, 일반적으로 24시간 Format으로 표현됩니다 (예: 0:00, 6:00, 18:00).
시작 시각	시계 시간 (e.g., 7:30 am, 10:00 pm) 에서 시뮬레이션이 시작됩니다. 기본값은 오전 12:00(자정)입니다.
통계	Type of 통계적 처리 used to 요약 the 결과 of an 확장 기간 시뮬레이션. 선택 사항은 다음과 같습니다: 없음 (현재 시간 단계 결과) 평균 (시간 평균 결과) 최소 (최소값 결과) 최대 (최대값 결과) 범위 (최대-최소) 통계 처리는 다음 사이에 얻어진 모든 절점 및 링크 결과에 적용됩니다: 보고 시작 시간과 총 기간.

Note: 단일 기간 수리 분석(스냅샷 분석이라고도 함)을 실행하려면 총 기간에 0을 입력합니다. 이 경우 다른 모든 시간 옵션은 시작 시각을 제외하고 사용되지 않습니다. 수질 분석은 항상s require that a non-zero Total Duration be specified.

9.4.5 교정 도구

GISpipe는 사용자가 시뮬레이션 결과를 측정된 현장 데이터와 비교할 수 있게 합니다. 관망의 선택된 위치에 대한 시계열 그래프 또는 여러 위치를 고려하는 특수 교정 보고서를 통해 수행할 수 있습니다. GISpipe가 이러한 교정 데이터를 사용하려면 먼저 파일에 입력하고 프로젝트로 가져와야 합니다.

교정 파일은 배수 시스템 내에서 특정 기간 동안 측정된 특정 물리량의 데이터를 포함하는 텍스트 파일입니다. 이 파일은 관망 시뮬레이션 결과와 비교할 수 있는 관측 데이터를 제공합니다. 다른 매개변수(예: 압력, 불소, 염소, 유량 등) 및 다른 샘플링 연구에 대해 별도의 파일을 생성해야 합니다. 파일의 각 줄에는 다음 항목이 포함됩니다:

- 위치 ID - 측정이 수행된 위치의 ID 라벨(관망 모델에서 사용되는 것과 동일).
- 시간 - 측정이 수행된 시간(시간 단위)
- 값 - 측정 결과

참조: 여러 특정 시간에 두 절점에서 표시된 압력 수두 데이터 세트의 예시 (그림 9-69).

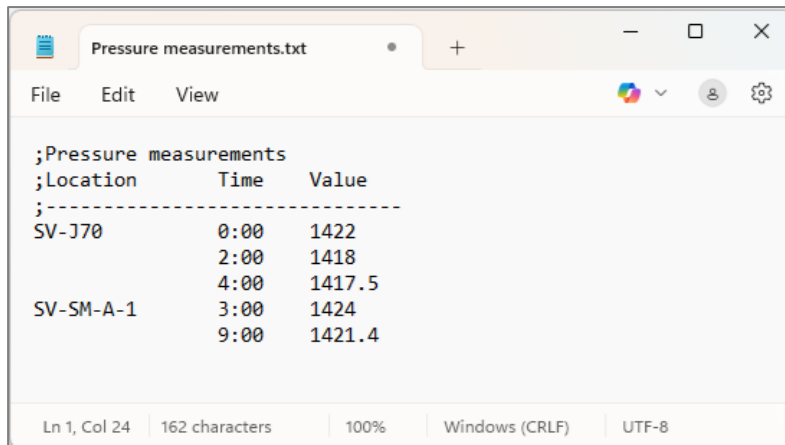


그림 9-68: 교정 파일 예시

측정 시간은 교정 파일이 적용되는 시뮬레이션의 시간 0을 기준으로 합니다. 소수 표기수(예: 27.5) 또는 시간:분 Format(예: 27:30)으로 입력할 수 있습니다. 단일 기간 분석에 사용할 데이터는 모든 시간 값은 0이 될 수 있습니다. 주석을 추가할 수 있습니다. 파일에 추가할 수 있습니다 by placing a semicolon (;) before them. For a series of measurements made at the same location the Location ID does not have to be repeated.

교정 파일은 다음을 클릭하여 가져올 수 있습니다: 교정 설정 도구 모음의 버튼으로, 관측값을 표시하고 계산값과 비교합니다 참조: 그림 9-69. 절점은 다음을 클릭하여 추가 또는 삭제할 수 있습니다: 추가 or 삭제 버튼. 교정 파일은 다음을 클릭하여 프로젝트에 추가됩니다: 가져오기 버튼을 클릭합니다. 다음을 선택하면: 지도에 값 표시 체크박스로 특정 구성요소에 대한 관측값과 계산값의 결과 및 비교를 지도 뷰어에 표시합니다.

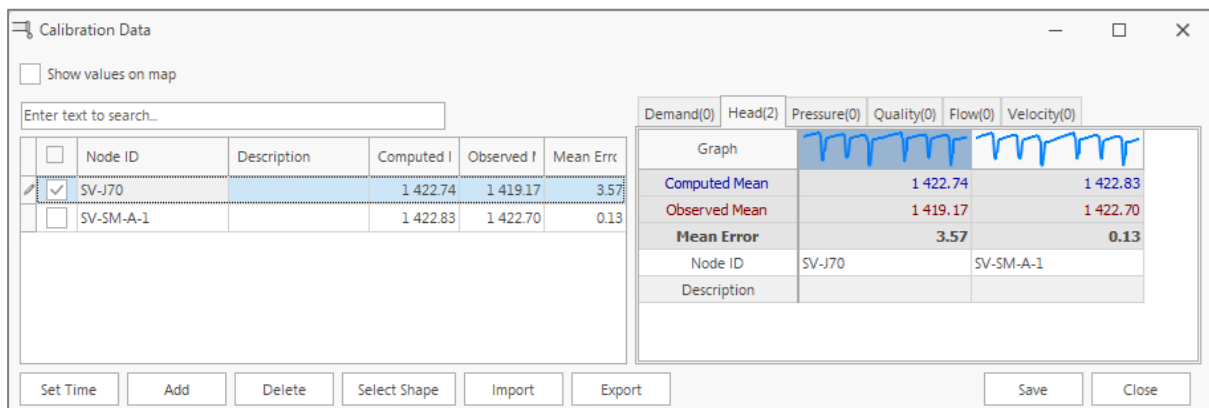


그림 9-69: 교정 데이터

9.4.6 제어 및 규칙 추가

제어 옵션 창은 그림 9-70 and 그림 9-71, 다음을 클릭하여 접근할 수 있습니다: 제어 상수관망 모델 도구 모음의 버튼. 제어는 시간에 따라 네트워크가 어떻게 운영되는지를 결정하는 명령문입니다. 시간, 탱크 수위 및 관망 내 선택된 지점의 압력에 따라 선택된 링크의 상태를 지정합니다.

사용할 수 있는 두 가지 Category의 제어가 있습니다:

- 단순 제어
- 규칙 기반 제어 단순 제어

제어문 설정에 대한 설명은 섹션에서 설명됩니다: 9.2.6.

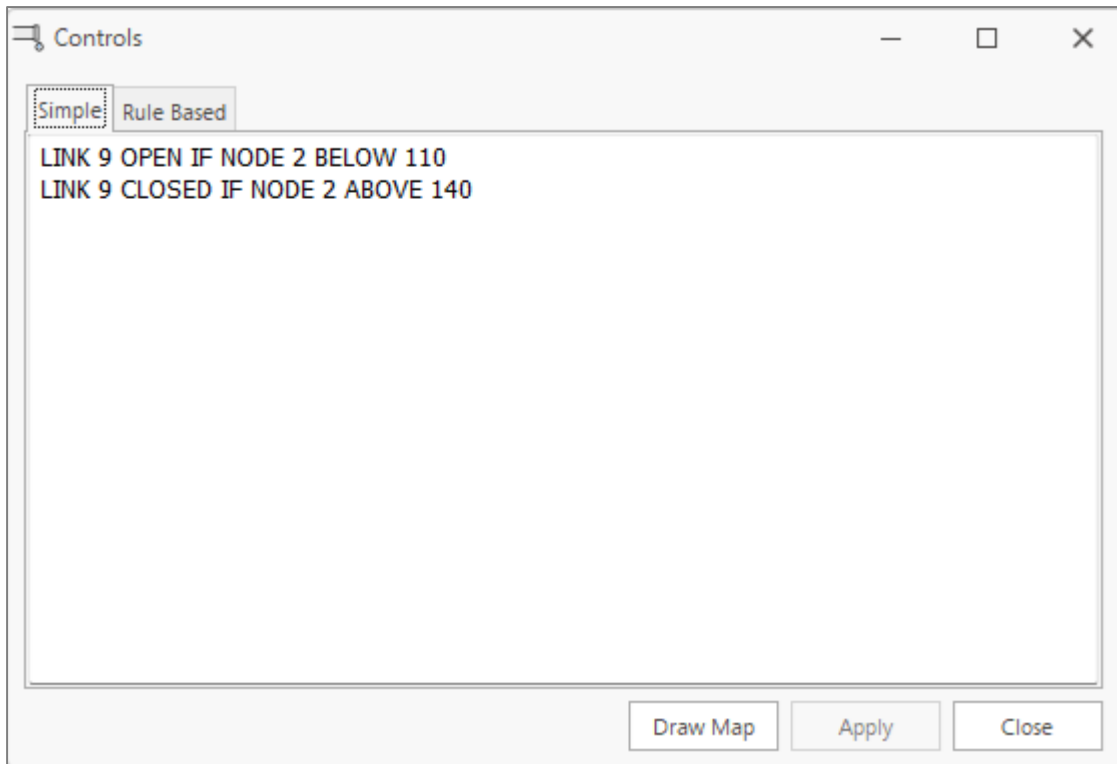


그림 9-70: 단순 제어 설정

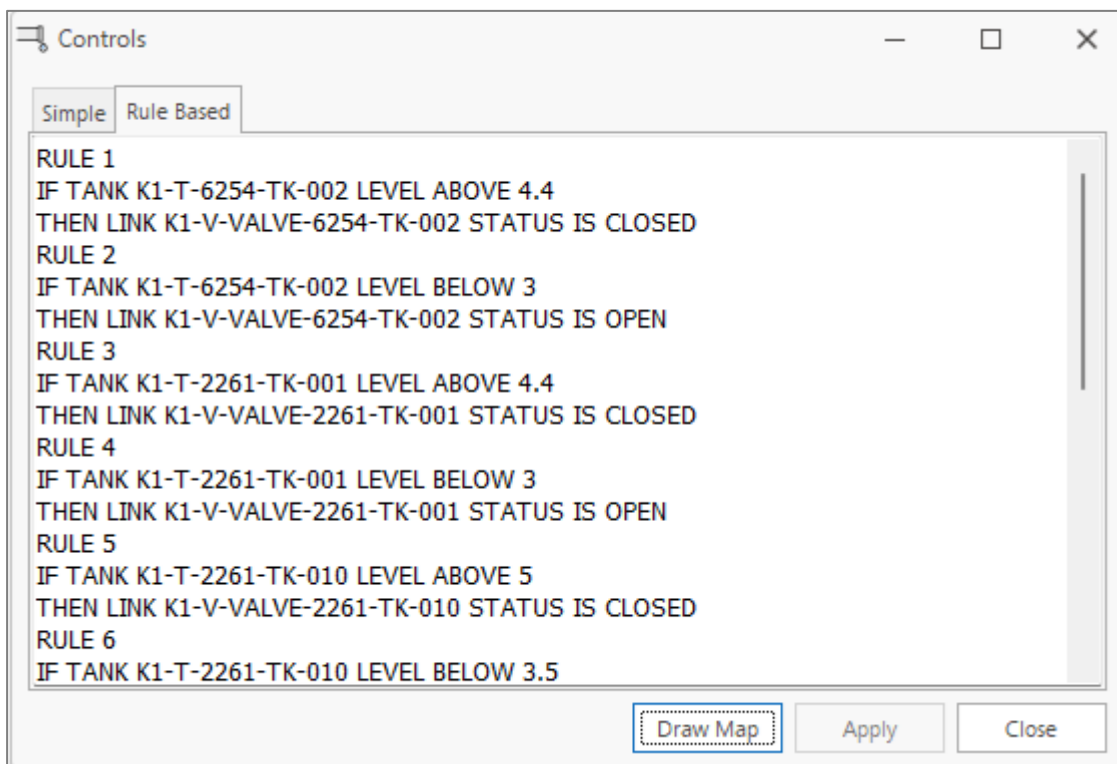


그림 9-71: 규칙 기반 제어 설정

9.5 시뮬레이션 실행

9.5.1 시뮬레이션 설정

GISpipe가 네트워크를 분석하는 방법을 제어하는 네 가지 **Category**의 옵션이 있습니다: 수리, 수질, 시간 및 에너지. 이러한 옵션을 설정하려면 상수관망 모델 도구 모음의 버튼을 클릭합니다 (그림 9-72).

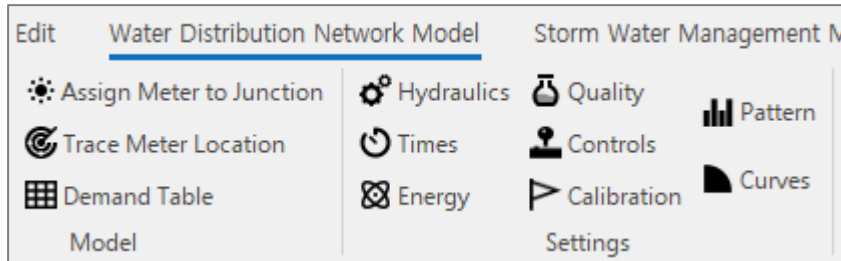


그림 9-72: 상수관망 모델 설정

테이블 9-26: 시뮬레이션 옵션

시뮬레이션 옵션	설명
Hydraulics	수리 설정은 해석 정확도, flow units 및 수렴 기준을 포함하여 관망 전체에서 유량과 압력이 계산되는 방법을 정의합니다를 보장하여 시스템 거동의 신뢰성 있는 시뮬레이션을 확보합니다. 참조: 그림 9-61.
Times	시간 설정은 시뮬레이션의 기간, 빈도 및 일정을 제어하여 모델 결과를 실제 운영 패턴과 정렬하고 가능하게 합니다ng time-based analysis, see 그림 9-67.
Energy	에너지 설정은 펌프 운영과 관련된 에너지 소비량과 비용을 평가하여 운영 효율 및 최적화 평가를 지원합니다on, see 그림 9-66.
Quality	수질 설정은 수질 성분(예: 염소, 수령, 수원 추적)이 관망 내에서 이동하고 반응하는 동안 추적 및 분석되는 방법을 결정합니다 the distribution system, see 그림 9-62.

9.5.2 분석 실행

수리/수질 분석을 실행하려면 다음을 클릭합니다: **분석 실행** 분석 및 시뮬레이션 도구 모음의 버튼 (그림 9-73).

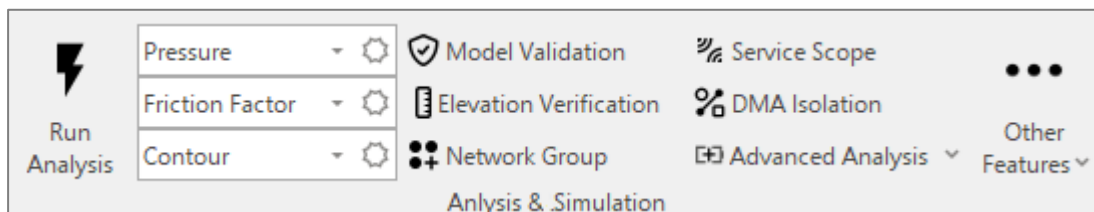


그림 9-73: 분석 및 시뮬레이션

분석 진행 상황은 실행 상태 창에 표시됩니다 (그림 9-74).

클릭합니다: 닫기 분석이 끝나면 버튼을 클릭합니다.

모든 오류 또는 경고 메시지는 실행 상태 창에 표시됩니다. 실행 상태 창에서 메시지를 더블클릭하면 모델의 해당 구성요소로 이동합니다.

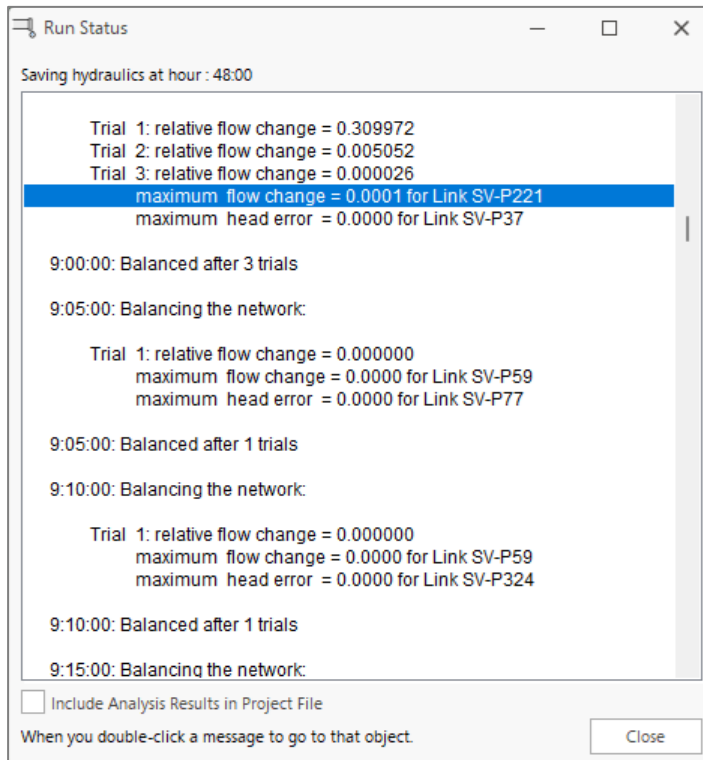


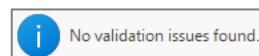
그림 9-74: 실행 상태

모델 검증

분석을 실행하기 전에 사용자는 모델 검증. 이는 선택한 모델을 평가하고 모델의 성공적인 분석에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 문제가 있는지 확인합니다.

클릭합니다:  버튼을 클릭합니다.

관망이 올바르면 사용자는 다음 메시지를 받습니다:



잠재적 문제가 나열됩니다, 그림 9-75, 사용자가 이를 해결할 수 있습니다.

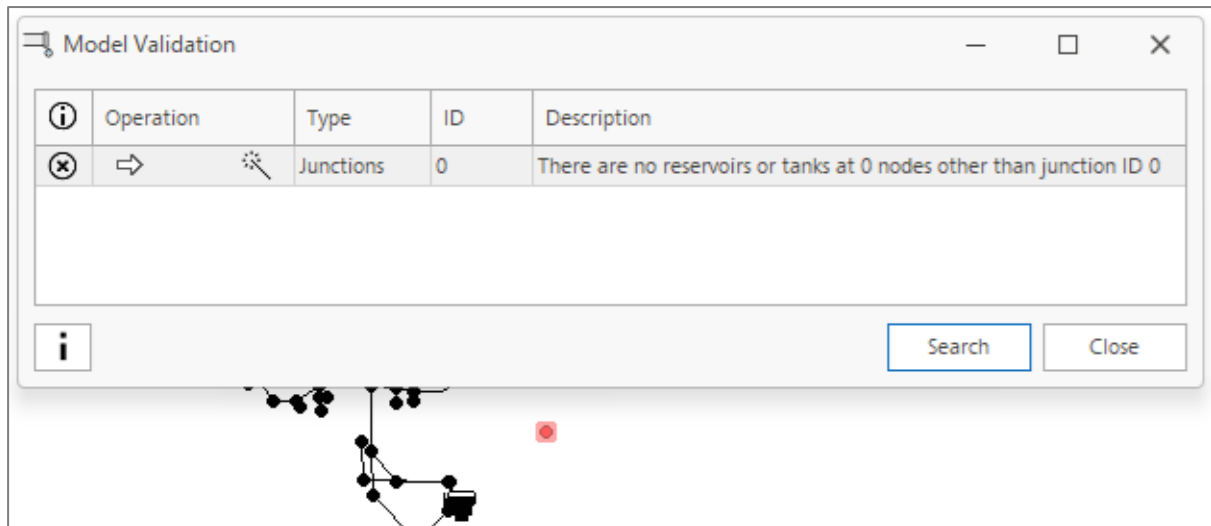


그림 9-75: 검증 평가 결과
[표고 검증](#)

표고 검증은 GISpipe가 객체의 입력된 표고 값을 Digital Elevation Model(DEM) 레이어 값과 비교하는 도구입니다. 이 기능을 사용하려면 DEM 레이어를 추가해야 합니다.

DEM이 사용 불가능한 경우 서버에서 SRTM30M DEM을 로드할 수 있습니다.

도구 메뉴에서 선택합니다: [Importing SRTM30M DEM From Server](#)

DEM과 입력된 표고의 비교는 테이블 Format과 직접 비교의 그래픽 표현으로 제공됩니다. 참조: [그림 9-76](#). The 관 매설 깊이 DEM의 지표면 표고와 비교할 때 절점의 표면 아래 깊이를 보정하기 위해 입력할 수 있습니다.

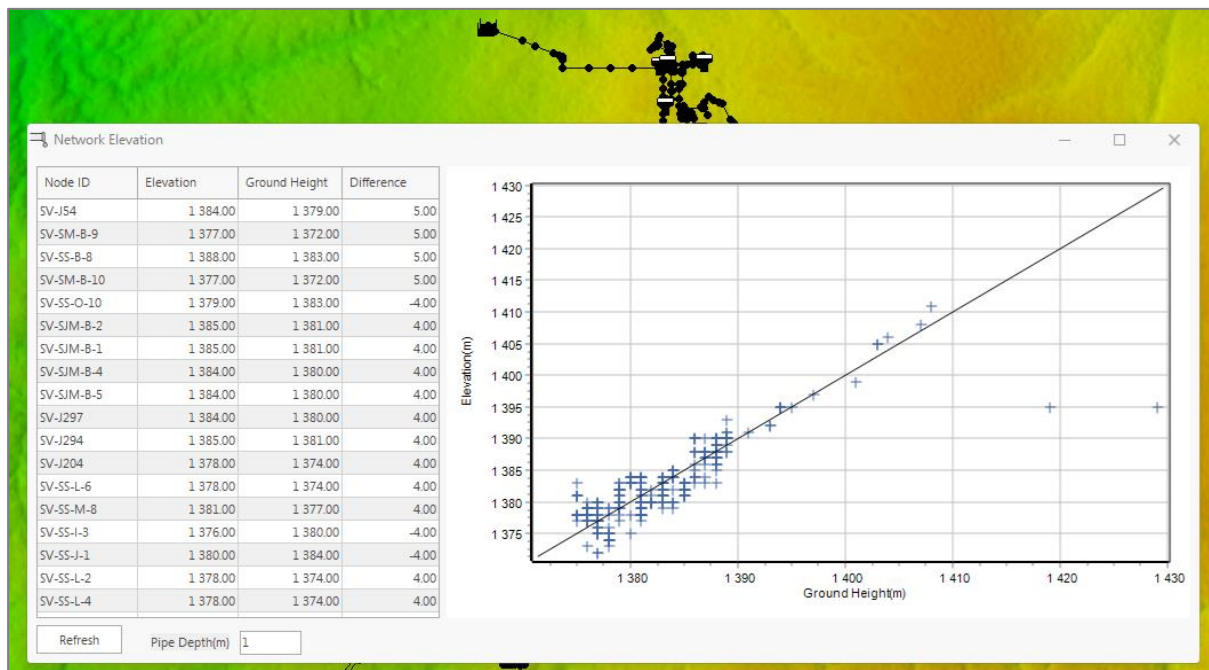


그림 9-76: 표고 검증 결과 테이블

[네트워크 그림](#)

네트워크 그룹 기능은 관망 모델의 다양한 네트워크 그룹을 결정합니다.

도구 메뉴에서 선택합니다:  Network Group

이 기능은 모든 개별 폐쇄 링크 그룹을 식별하고 색상별로 구성하며 이 관망의 절점 수를 요약합니다 및 총 관 길이 참조: **그림 9-77**.

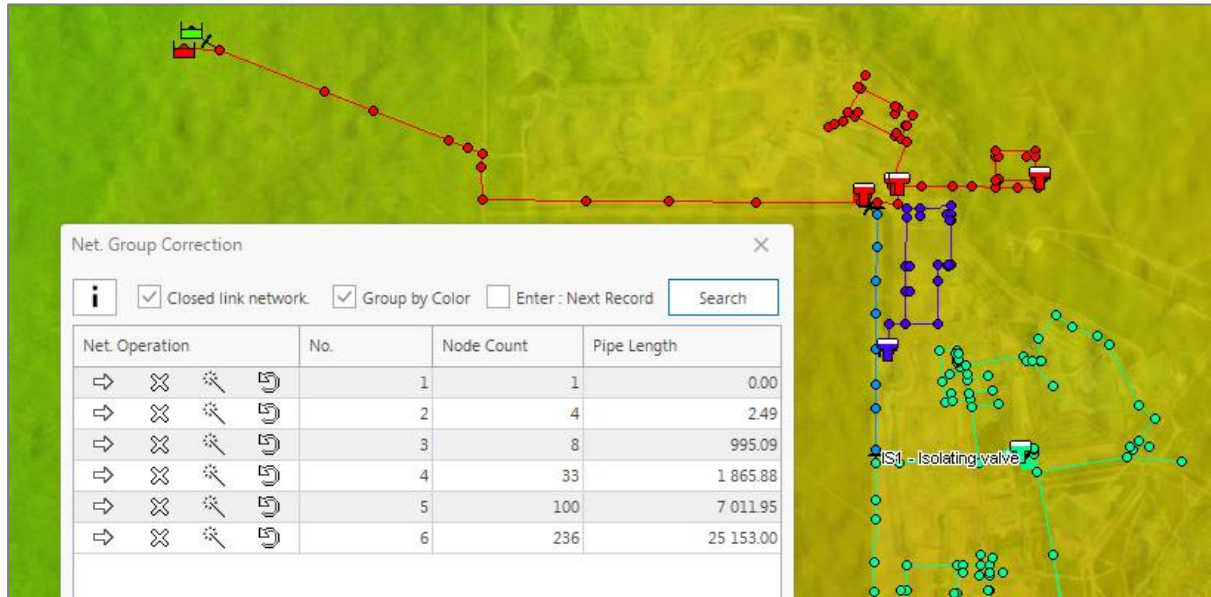


그림 9-77: 네트워크 그룹 결과 테이블

서비스 범위

서비스 범위 분석은 특정 탱크 또는 저수지에 의해 서비스되는 영역을 결정합니다.

도구 메뉴에서 선택합니다:  Service Scope

이 기능은 특정 수원에서 공급되는 모든 개별 관망 구간을 식별합니다
참조: **그림 9-78**.

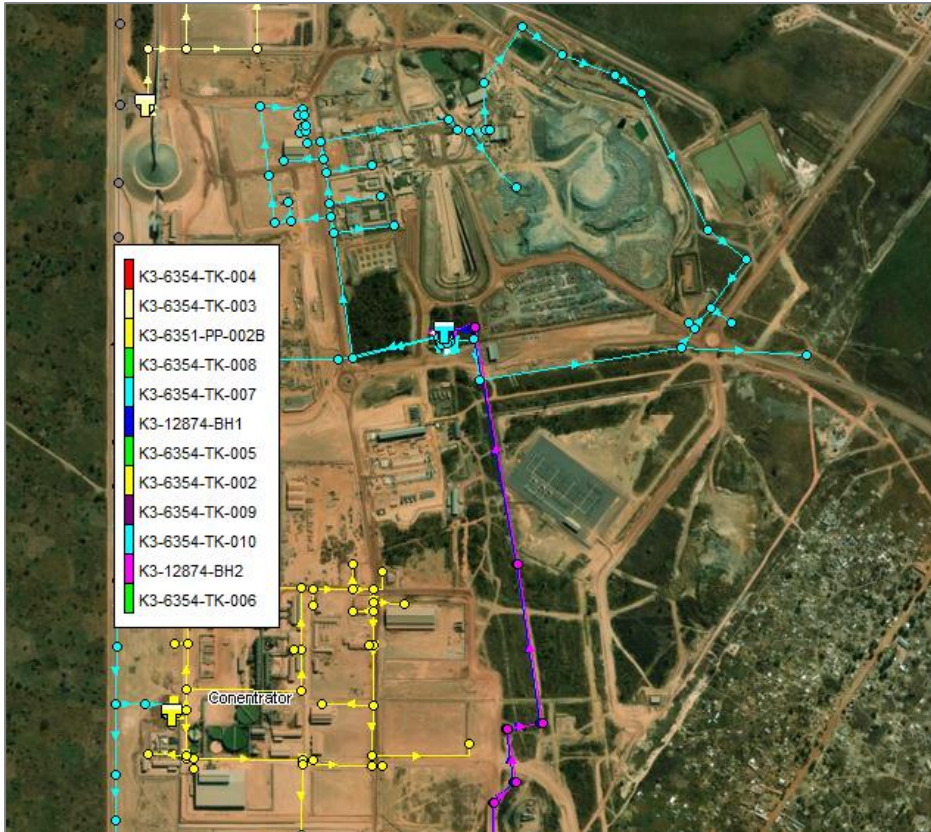


그림 9-78: 서비스 범위 분석

소블록 격리 (작성 예정)

고급 분석

GISpipe는 추가 분석 옵션을 제공합니다. 이러한 옵션은 분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭하여 선택할 수 있습니다: 고급 분석버튼을 누릅니다, 참조: 그림 9-79.

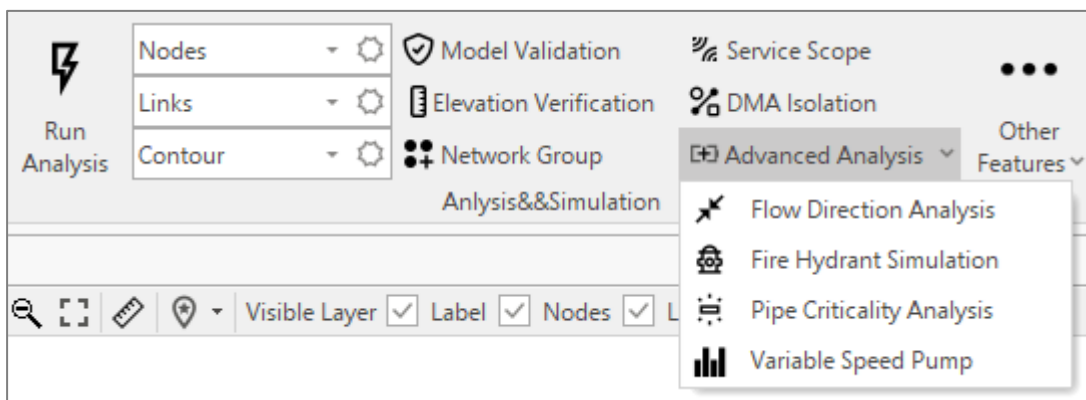


그림 9-79: 고급 분석 옵션

유향 분석 (작성 예정)

분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 고급 분석(그림 9-79) 선택합니다: 유향 분석드롭다운 메뉴에서 유향 분석 창을 표시합니다(그림 9-80).

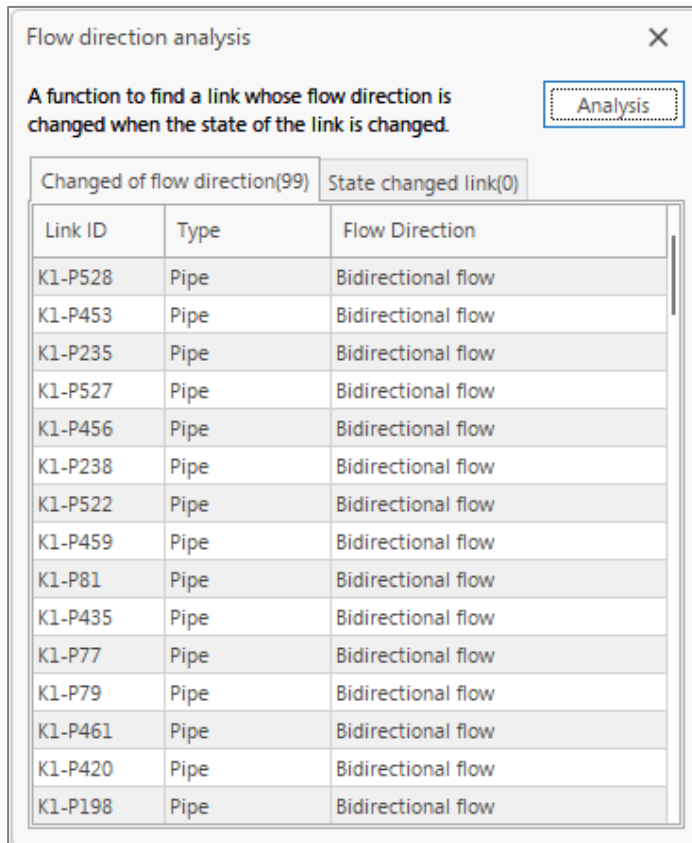


그림 9-80: 유향 분석

소화전 분석 (작성 예정)

분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 고급 분석(그림 9-79) 선택합니다: 소화전 분석드롭다운 메뉴에서 소화전 분석 창을 표시합니다 (그림 9-81).

Fire Hydrant Simulation

Junction ID

+

Demand (m³/hr)

Pattern

▼

Analysis

Start Time

▼

End Time

▼

✓

View Values

Junction ID	Before Pressure	After Pressure	Pressure Difference

그림 9-81: 소화전 분석

관 중요도 분석 (작성 예정)

분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 고급 분석 (그림 9-79) 선택합니다: 관 중요도 분석드롭다운 메뉴에서 관 중요도 분석 창을 표시합니다 (그림 9-82).

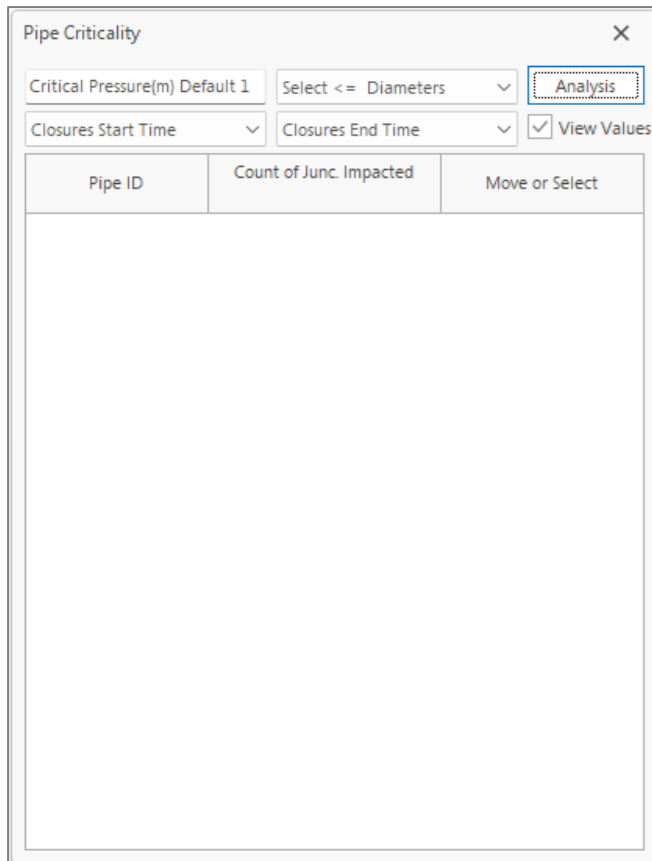


그림 9-82: 관 중요도 분석

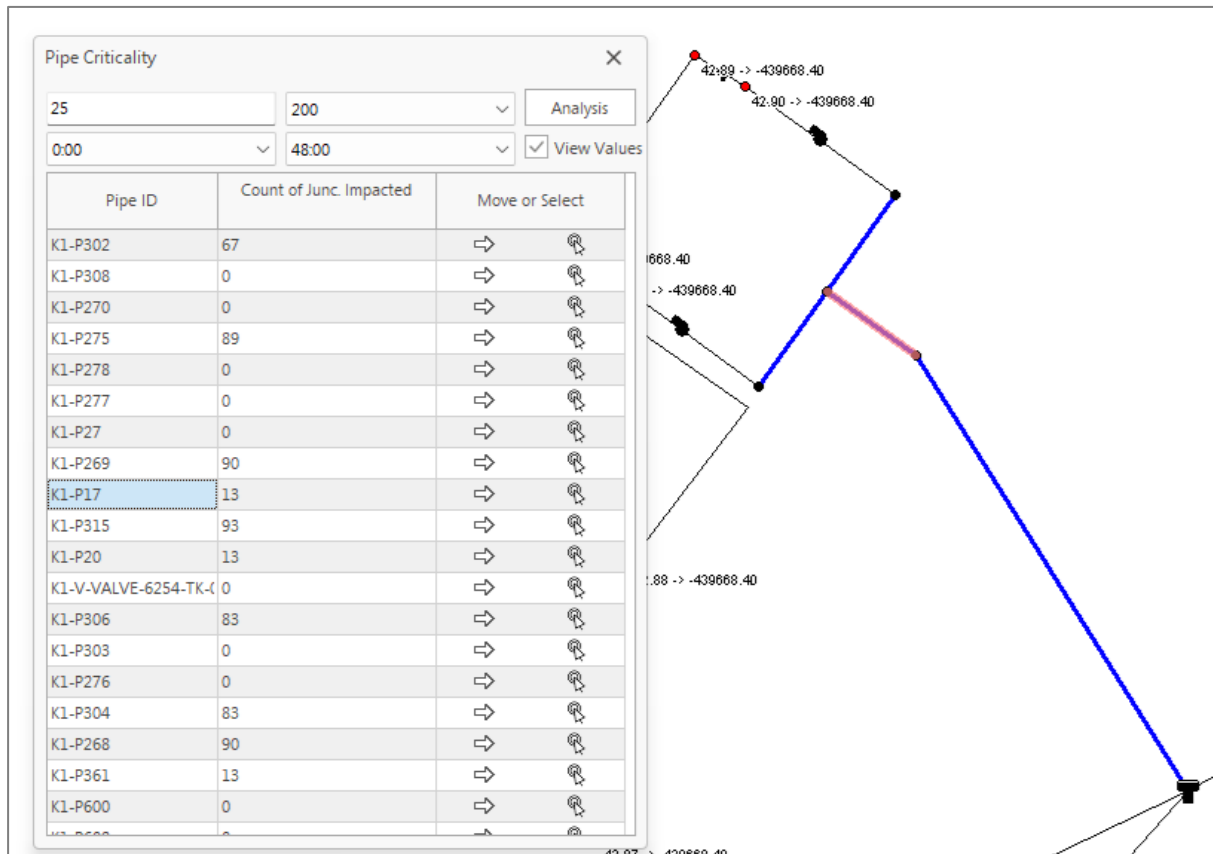


그림 9-83: 관 중요도 결과

가변 속도 펌프 (작성 예정)

분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 고급 분석(그림 9-79) 선택합니다: 가변 속도 펌프 드롭다운 메뉴에서 가변 속도 펌프 분석 창을 표시합니다 (그림 9-84).

Variable Speed Pump

☒	Pump ID	Max. Speed	Target Junction	Target Pressure
☒	K1-CentralPumpL2	2		
☒	K1-Area1-WSP2	2		
☒	K1-CentralPumpS1	2		
☒	K1-RWP4	2		
☒	K1-TP1-SB	2		
☒	K1-RWP1	2		
☒	K1-RWP3	2		
☒	K1-ProcessPlant-6254-PP-	2		
☒	K1-Kakula_Camp-WSP2	2		
☒	K1-CentralPumpL1	2		
☒	K1-Area1-WSP1	2		
☒	K1-CentralPumpS2	2		

그림 9-84: 가변 속도 펌프 분석

9.5.3 상태 및 오류 확인

GISpipe는 수리/수질 분석 실행 시 문제가 발생하면 특정 오류 및 경고 메시지를 발행합니다 (참조: **부록 D** 전체 목록). 가장 일반적인 문제는 아래에서 설명됩니다.



펌프가 유량 또는 수두를 전달할 수 없음

GISpipe는 펌프가 펌프 곡선의 범위를 벗어나 작동하도록 요청받으면 경고 메시지를 발생시킵니다. 펌프가 차단 수두보다 더 많은 수두를 공급해야 하는 경우, GISpipe는 펌프를 차단합니다. 이로 인해 관망의 일부가 수원과 단절될 수 있습니다.

네트워크가 단절됨

GISpipe는 수요가 있는 모든 절점에 물을 공급할 방법이 없으면 관망을 단절된 것으로 분류합니다. 수요가 있는 집합점과 저수지, 탱크 또는 음의 수요가 있는 집합점 사이에 열린 링크 경로가 없으면 발생할 수 있습니다. 문제의 원인이 단힌 링크로 인한 경우, GISpipe는 ill compute a hydraulic solution (probably with extremely large negative pressures) and attempt to identify the problem link in its 상태 보고. If no connecting link(s) exist GISpipe 는 유량에 대한 수리 방정식을 풀 수 없게 됩니다 and pressures and 분석 시 오류 110 메시지를 반환합니다. Under an extended period 시뮬레이션, it is possible for nodes to become disconnected as links change status over time.

음압이 존재함

수요 구동 분석(DDA)을 수행할 때, GISpipe는 양의 수요가 있는 집합점에서 음의 압력을 만나면 경고 메시지를 발행합니다 양의 수요가 있는 집합점에서 음의 압력이 발생합니다. 이는 일반적으로 관망이 설계되거나 운영된 방식에 문제가 있음을 나타냅니다. 음의 압ressures can occur when portions 의 network can only receive water through links that have been closed off. In such cases an additional warning message about the network being disconnected is also issued.

또는 집합점에서 압력-수요 관계를 가정하여 수리 해를 결정하기 위해 압력 구동 분석(PDA)을 수행할 수 있습니다. 찾은 수리 해는 수요가 감소되거나 0이 되고 음의 압력을 가집니다s 됩니다 largely eliminated. This is considered a more “realistic” solution since large negative pressures in a network 는 physically realistic.

시스템 불균형

시스템 불균형 상태는 GISpipe가 허용된 최대 반복 횟수 내에서 일부 시간 기간에 수리 해로 수렴할 수 없을 때 발생할 수 있습니다. 이 상황은 수리 해 탐색이 진행됨에 따라 밸브, 펌프 또는 관로가 한 시행에서 다음 시행으로 계속 상태를 전환할 때 발생할 수 있습니다. 예를 들어 ample, the pressure limits that control the status of a pump may be set too close together. Or a pump’s head curve might be too flat causing it to keep shutting on and off. To eliminate the unbalanced condition one can, try to increase the allowed maximum number of trials or loosen the 수렴 accuracy requirement. Both of these parameters are set with the project’s 수리 옵션. If the unbalanced condition persists, then another hydraulic option, labelled “If Unbalanced”, offers two ways to handle it.

1. 하나는 조건이 발생하면 전체 분석을 종료하는 것입니다.
2. 다른 하나는 모든 링크의 상태를 현재 값으로 고정하고 추가 10회 반복으로 수리 해를 계속 찾는 것입니다. 수렴이 달성되면 시스템이 불안정할 수 있다는 경고 메시지가 발행됩니다. 수렴이 e is not achieved then a “시스템 불균형” warning message is issued. In either case, the analysis will proceed to the next 시간 기간.

주어진 시간 기간의 분석이 시스템 불균형 상태로 끝나면 사용자는 이 시간에 대해 생성된 수리 결과가 기간에 대한 수리 결과가 부정확하다는 것을 인식해야 합니다. 상황에 따라, 저류age tanks, this might affect the accuracy of results in all future periods as well.

수리 방정식을 풀 수 없음

분석의 어느 시점에서 관망의 유량 및 에너지 균형을 모델링하는 방정식 세트를 풀 수 없으면 오류 110이 발행됩니다. 이는 시스템의 일부가 물을 요구하지만 물리적으로 연결된 링크가 없을 때 발생할 수 있습니다. 수원에 연결하는 경우. 이러한 case GISpipe will also issue warning messages about nodes being disconnected. The equations might also be unsolvable if unrealistic numbers were used for certain network properties.

9.6 결과 확인 및 해석

데이터베이스 값과 시뮬레이션 결과를 지도 뷰어에서 직접 확인하는 여러 가지 방법이 있습니다. 분석 및 시뮬레이션 도구 모음의 드롭다운 목록에서 객체, 매개변수를 선택할 수 있습니다 and elements to visualise (see 그림 9-85).

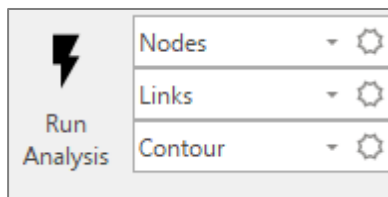


그림 9-85: 결과 보기 옵션 도구 모음

선택 및 설정할 수 있는 보기 옵션은 다음에 표시됩니다: 그림 9-86.

세 가지 유형의 지도 범례를 표시할 수 있습니다. 절점 및 링크 범례는 현재 매개변수의 값 범위에 색상을 연결합니다. time being viewed on the map (see 그림 9-87). 시간 범례는 보고 있는 시뮬레이션 시간 기간의 시계 시간을 표시합니다. 범례를 표시하려면 매개변수를 선택하고, 숨기려면 해당 범례를 마우스 왼쪽 버튼으로 더블클릭합니다.

범례를 다른 위치로 이동하려면:

- 범례 위에서 마우스 왼쪽 버튼을 누릅니다.
- 버튼을 누른 채로 범례를 새 위치로 드래그하고 놓습니다 버튼을 클릭합니다.

절점 범례를 편집하려면:

1. 범례가 표시되어 있으면 우클릭합니다.
2. 나타나는 범례 편집기 대화 상자를 사용합니다 (참조: 그림 9-88) to modify the legend's colours and intervals.

링크 범례를 편집하는 데도 유사한 방법이 사용됩니다.

The image shows the GISpipe interface with three layers: Nodes, Links, and Contour. Each layer has a 'Show on Map' panel and an 'Export to Layer' panel. The 'Nodes' layer shows options for 'No View', 'Elevation', 'Base Demand', 'Actual Demand', 'Emitter Flow', 'Total Head', 'Pressure', and 'Chlorine'. The 'Links' layer shows options for 'No View', 'Diameter', 'Roughness', 'Bulk Coeff.', 'Wall Coeff.', 'Flow', 'Velocity', 'Unit Headloss', 'Friction Factor', 'Reaction Rate', and 'Chlorine'. The 'Contour' layer shows options for 'No View', 'Elevation', 'Base Demand', 'Actual Demand', 'Emitter Flow', 'Total Head', 'Pressure', and 'Chlorine'. The 'Show on Map' panels for Nodes and Links include checkboxes for 'Junction', 'Reservoir', and 'Tank' (Nodes) and 'Pipe', 'Pump', and 'Valve' (Links). The 'Export to Layer' panel for Contour includes options for 'Export to Layer', 'Resolution (Pixel)', 'Style' (Filled or Line), 'Thickness', and 'Lines per Level'.

Nodes	
Show on Map	
Layers	☒ Junction ☒ Reservoir ☒ Tank
Node Values	☐
Node ID's	☐
Size	
Node Size	7
Size by Value	☐
Font Size	7
Decimals	
Demand	2
Head	2
Pressure	2
Quality	2

Links	
Show on Map	
Layers	☒ Pipe ☒ Pump ☒ Valve
Link Values	☐
Link ID's	☐
Flow Direction	☒
Size	
Link Size	1
Size by Value	☐
Font Size	7
Decimals	
Flow	2
Velocity	2
Unit Headloss	2
Friction Factor	3
Reaction Rate	2
Quality	2

Contour	
Show on Map	
Export to Layer	☐
Resolution (Pixel)	100
Style	☐ Filled ☒ Line
Thickness	1
Lines per Level	5

그림 9-86: 보기 옵션

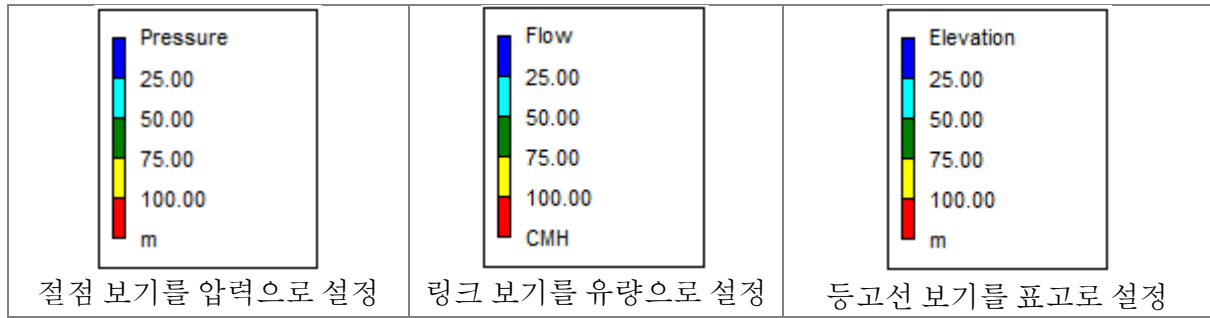


그림 9-87: 범례 옵션

The 범례 편집기 (그림 9-88)는 관망 지도에서 특정 매개변수를 보기 위해 다른 색상이 할당되는 수치 범위를 설정하는 데 사용됩니다. 작동 방식:

- 범위를 정의하기 위해 증가 순서로 수치 값을 편집 상자에 입력합니다. 네 개의 상자 모두에 값이 있을 필요는 없습니다.
- 색상을 변경하려면 편집기에서 해당 색상 밴드를 클릭한 다음 나타나는 색상 대화 상자에서 새 색상을 선택합니다.
- 클릭: 등간격 버튼으로 현재 시간 기간의 매개변수 범위를 동일한 간격으로 나누어 범위를 할당합니다.
- 클릭: 등분위 버튼으로 현재 시간의 값을 기반으로 각 범위 내에 동일한 수의 객체가 있도록 범위를 할당합니다.
- 색상 반전 버튼은 현재 색상 세트의 순서를 반전합니다 (최저 범위의 색상이 최고 범위가 되고 그 반대도 마찬가지입니다).

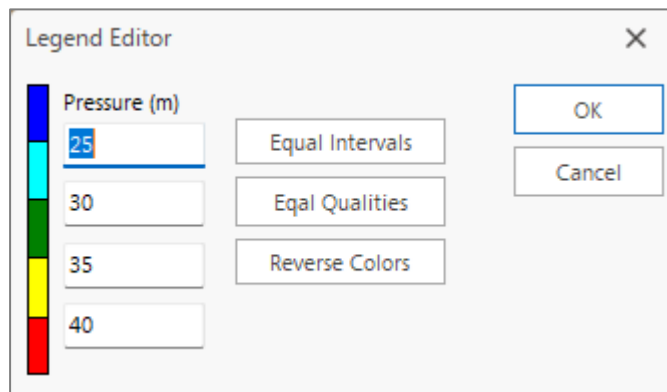


그림 9-88: 범례 편집기

표시할 수 있는 옵션에 대한 설명은 참조: 그림 9-86 다음에 나열됩니다: 테이블 9-27 다음의 예시에 표시됩니다: 그림 9-89.

테이블 9-27: 뷰어 지도의 표시 옵션

옵션	설명
절점	
레이어 - 접합점	지도에서 접합점의 가시성을 전환합니다
레이어 - 저수지	지도에서 저수지의 가시성을 전환합니다
레이어 - 탱크	지도에서 탱크의 가시성을 전환합니다
절점 값	각 절점에서 계산된 결과(예: 압력, 수두)를 표시합니다
절점 ID	절점의 식별 라벨을 표시합니다
크기 - 절점 크기	절점의 표시 크기를 제어합니다

옵션	설명
크기 - 값에 따른 크기	수리 또는 수질 값에 따라 절점 크기를 동적으로 조정합니다
크기 - 글꼴 크기	절점 관련 라벨의 글꼴 크기를 설정합니다
소수점 - 수요	절점의 수요 값에 대한 소수점 자릿수를 설정합니다
소수점 - 수두	수리 수두 값의 소수점 정밀도를 제어합니다
소수점 - 압력	압력 값의 소수점 자릿수를 제어합니다
소수점 - 수질	절점의 수질에 대한 소수점 정밀도를 설정합니다
링크	
레이어 - 관	지도에서 관의 가시성을 전환합니다
레이어 - 펌프	지도에서 펌프의 가시성을 전환합니다
레이어 - 밸브	지도에서 밸브의 가시성을 전환합니다
링크 값	각 링크에서 계산된 값(예: 유량, 유속)을 표시합니다
링크 ID	링크의 식별 라벨을 표시합니다
유향	관의 유향을 나타내는 화살표를 표시합니다
크기 - 링크 크기	지도에서 링크의 표시 두께를 설정합니다
크기 - 값에 따른 크기	수리 값에 따라 링크 두께를 동적으로 조정합니다
크기 - 글꼴 크기	링크 관련 라벨의 글꼴 크기를 설정합니다
소수점 - 유량	유량에 표시되는 소수점 자릿수를 설정합니다
소수점 - 유속	유속 값의 소수점 정밀도를 설정합니다
소수점 - 단위 수두손실	단위 길이당 수두손실의 소수점 자릿수를 제어합니다
소수점 - 마찰 계수	관 마찰 계수의 표시 정밀도를 제어합니다
소수점 - 반응 속도	링크의 화학 반응 속도에 대한 소수점을 설정합니다
소수점 - 수질	링크의 수질에 대한 소수점 정밀도를 설정합니다
등고선	
레이어로 내보내기	시각화 또는 추가 처리를 위해 등고선 지도를 GIS 레이어로 내보냅니다
해상도 (픽셀)	내보낸 등고선 지도의 픽셀 해상도를 설정합니다
스타일	지도의 채움 또는 라인 등고선 스타일을 선택합니다
두께	등고선의 선 두께를 정의합니다
레벨당 라인 수	등고선 레벨당 그려지는 라인 수를 지정합니다

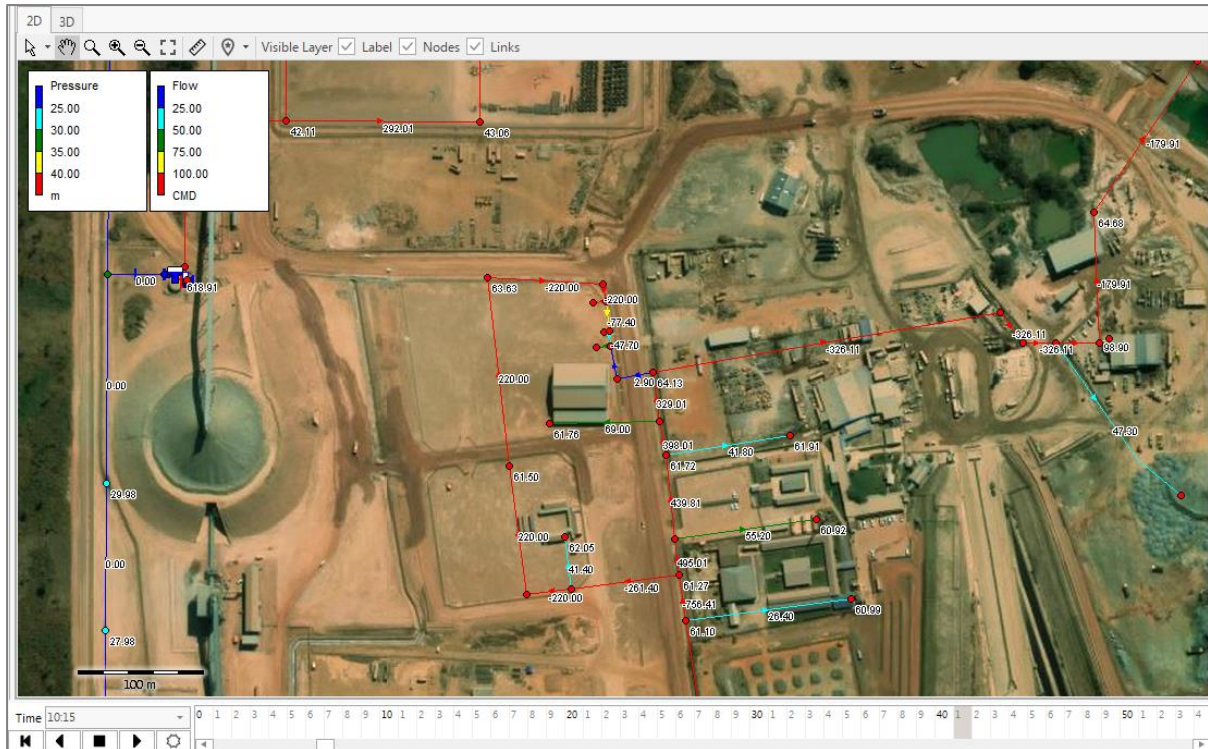


그림 9-89: 지도 보기 수리 분석 결과

지도 보기에 표시되는 결과는 해당 특정 분석 기간에 대한 시뮬레이션을 기반으로 합니다. 사용자가 표시하려는 특정 시간 기간은 하단에 표시된 타임라인에서 선택할 수 있습니다. bottom 의 screen, simply click on the time period block.

또는 시간 제어기의 드롭다운 목록에서 시간 기간을 선택할 수 있습니다 (그림 9-90).

사용자는 배수 관망에서 발생하는 변화의 애니메이션을 볼 수도 있습니다. 타이머 제어의 버튼으로 시간에 따라 지도를 애니메이션할 수 있습니다. 클릭: **앞으로** 버튼으로 애니메이션을 시작하고 **Stop** 버튼으로 중지합니다. 클릭: **옵션** 버튼으로 슬라이더 바(+ 증가 또는 - 감소)에서 설정할 수 있는 시뮬레이션 속도를 봅니다.



그림 9-90: 시간 제어기

지도 뷰어 영역 하단의 타임라인은 분석된 각 시간 기간을 표시합니다. 블록이 하늘색이면 일부 경해당 기간 동안 음의 압력을 경험한 절점이 있음을 나타냅니다. 마우스 왼쪽버튼을 블록에서 클릭하면 음의 압력이 발생한 모든 위치가 표시됩니다. 관망에서 음의 압력이 발생한 참조: 그림 9-91.

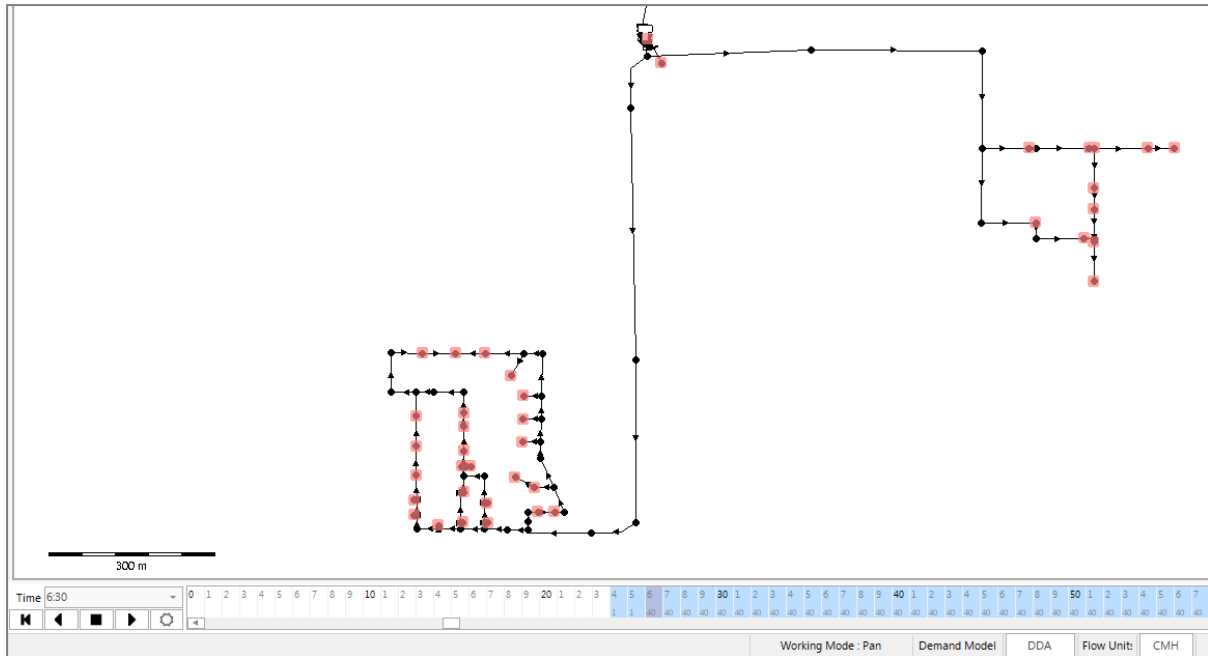


그림 9-91: 확장 기간 시뮬레이션 - 결과

9.6.1 그래프로 결과 확인

분석 결과 및 일부 설계 매개변수는 여러 유형의 그래프를 사용하여 확인할 수 있습니다. 그래프는 인쇄하거나, Windows 클립보드에 복사하거나, 데이터 파일 또는 Windows 메타파일로 저장할 수 있습니다. **테이블 9-28** 선택한 매개변수의 값을 볼 수 있는 그래프 유형을 나열합니다.

테이블 9-28: 결과 확인에 사용 가능한 그래프 유형

그래프 유형	설명	적용 대상
시계열 그래프	값 대 시간 그래프 (예시 참조: 그림 9-92 and 그림 9-94)	모든 시간 기간에 걸친 특정 절점 또는 링크
종단면 그래프	값 대 거리 그래프 (예시 참조: 그림 9-95)	특정 시간의 절점 목록
빈도 그래프	값 대비 해당 값 이하인 객체의 비율을 그래프로 표시합니다 (예시 참조: 그림 9-96 and 그림 9-97)	특정 시간의 모든 절점 또는 링크 또는 분석된 모든 시간 기간
등고선도	값이 특정 간격에 해당하는 지도 영역을 표시합니다	특정 시간

시계열 그래프와 종단면 그래프는 그래프에 하나 이상의 객체를 선택해야 합니다. 시계열 또는 종단면 그래프에 항목을 선택하려면 **plotting**:

- 지도 뷰어에서 객체(절점 또는 링크)를 선택합니다. (시계열 그래프 창은 이 과정 동안 표시됩니다).
- 클릭: 추가시계열 그래프 창의 버튼으로 선택한 항목을 목록에 추가합니다.

시계열 그래프

시계열 그래프에서 그래프로 표시할 수 있는 매개변수는 다음에 나열됩니다: **테이블 9-29**.

테이블 9-29: 시계열 그래프 매개변수

객체	매개변수
절점 (그림 9-92)	실제 수요 전수두 압력 수질 수요 부족 (PDA) 압력 부족 (PDA)
링크 (그림 9-94)	유량 유속 단위 수두손실 마찰 계수 반응 속도 수질 상태

절점의 시계열 그래프와 선택한 3개 접합점의 압력 대 시간 예시는 다음에 표시됩니다: 그림 9-92.

추가된 절점은 다음을 클릭하여 선택하고 삭제할 수도 있습니다: 삭제 버튼과 다음을 클릭하여 새 절점을 추가할 수 있습니다: 추가버튼을 클릭합니다.

그래프 위의 범례에서 체크박스를 클릭하면 선택한 절점을 표시하거나 숨깁니다.

선택한 절점의 순서는 다음을 클릭하여 변경할 수도 있습니다: 위로 이동 or 아래로 이동 버튼.

클릭합니다: 테이블 Tab (see 그림 9-92)를 클릭하면 같은 선택 절점으로 전환되지만 결과가 테이블 Format으로 표시됩니다: 그림 9-93.

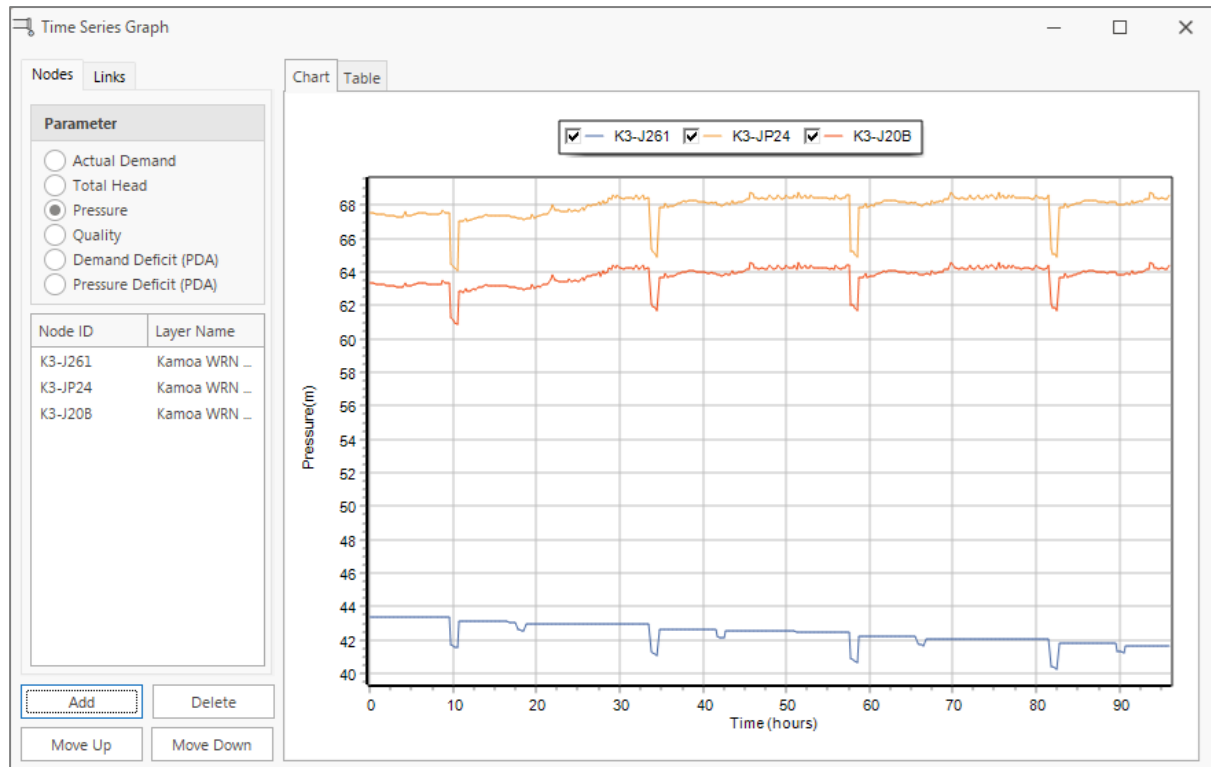


그림 9-92: 시계열 그래프 - 절점

Time Series Graph

Nodes Links

Parameter

- ☐ Actual Demand
- ☐ Total Head
- ☒ Pressure
- ☐ Quality
- ☐ Demand Deficit (PDA)
- ☐ Pressure Deficit (PDA)

Node ID	Layer Name
K3-J261	Kamoa WRN ...
K3-JP24	Kamoa WRN ...
K3-J20B	Kamoa WRN ...

Add Delete

Move Up Move Down

Chart Table

Time (hours)	K3-J261	K3-JP24	K3-J20B
0:00	43.36	67.54	63.34
0:15	43.36	67.53	63.33
0:30	43.36	67.51	63.31
0:45	43.36	67.49	63.29
1:00	43.36	67.48	63.28
1:15	43.36	67.46	63.26
1:30	43.36	67.45	63.25
1:45	43.36	67.43	63.23
2:00	43.36	67.42	63.22
2:15	43.36	67.40	63.20
2:30	43.36	67.39	63.19
2:45	43.36	67.37	63.17
3:00	43.36	67.35	63.15
3:15	43.36	67.34	63.14
3:30	43.36	67.32	63.12

그림 9-93: 시계열 그래프 - 절점 - 테이블 Format

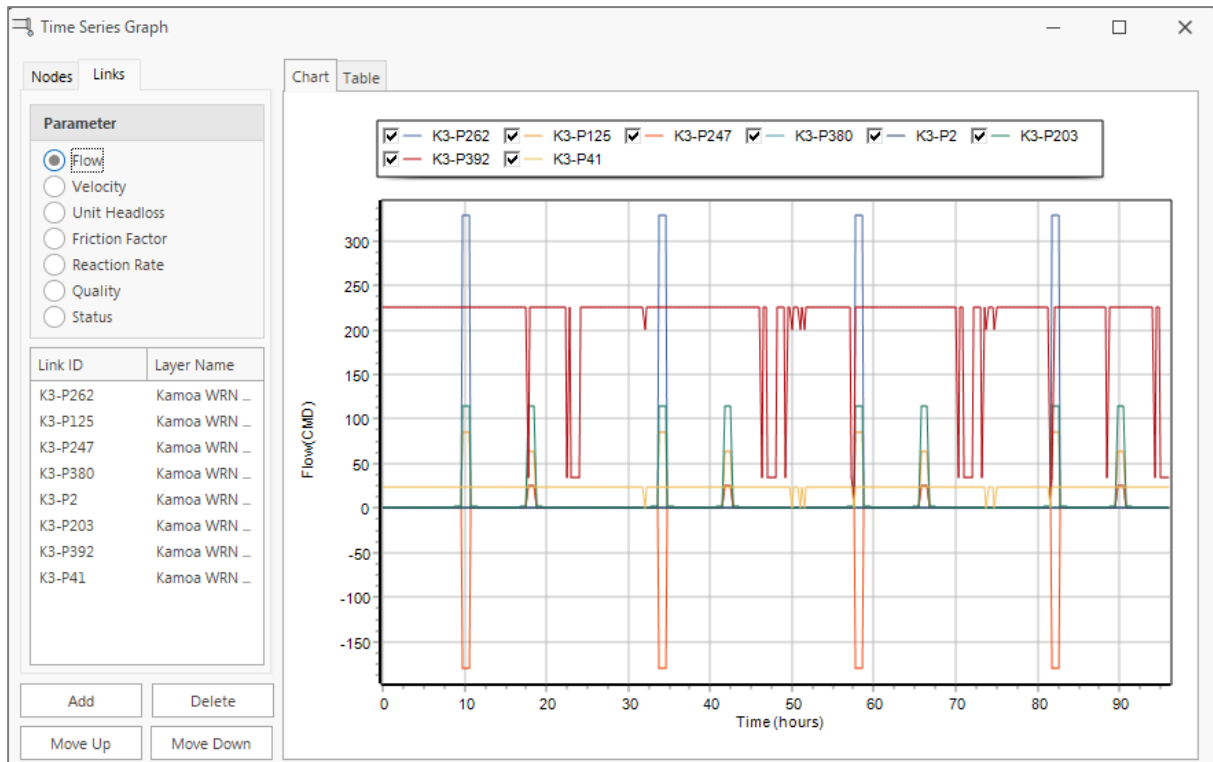


그림 9-94: 시계열 그래프 - 링크

종단면 그래프

종단면 그래프를 생성하려면 시작 및 끝 절점을 선택해야 합니다. 시작 절점을 클릭한 다음 추가 버튼을 클릭하고, 끝 절점을 선택하고 다음을 클릭합니다: 추가 버튼을 클릭합니다. 이 절점들 사이의 모든 절점이 자동으로 추가되고 그래프가 자동으로 그려집니다 참조: 그림 9-95.

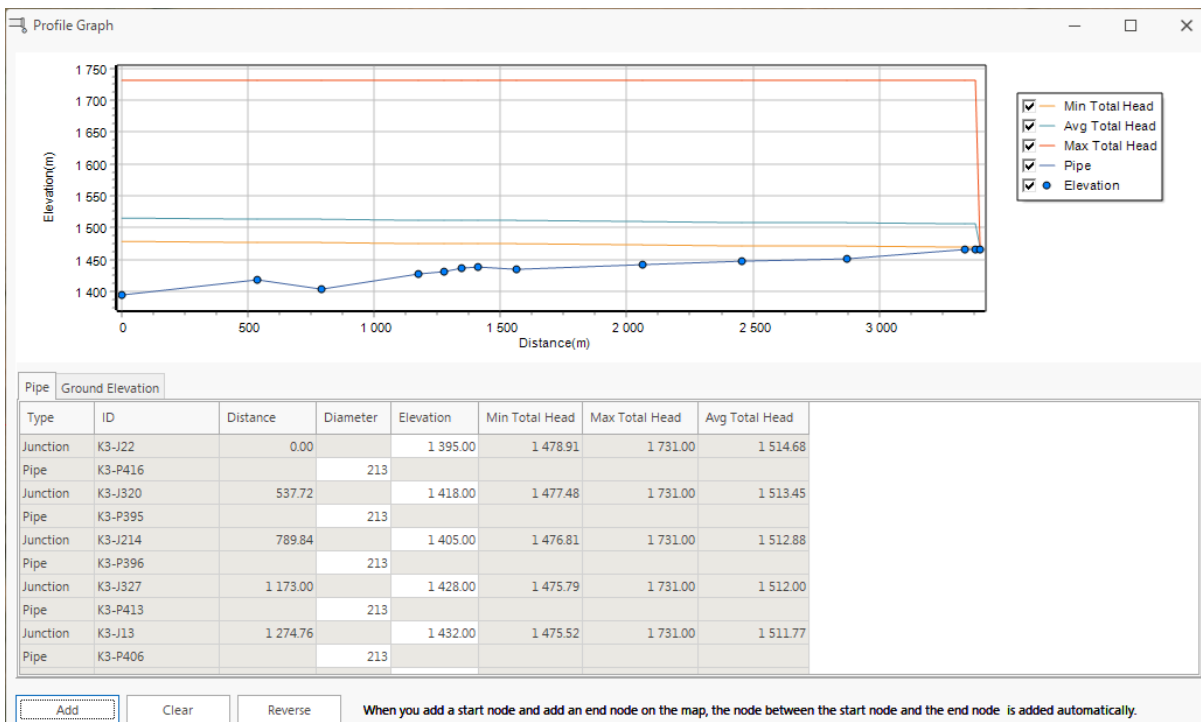


그림 9-95: 종단면 그래프

그래프는 최소 전수두, 평균 전수두, 최대 전수두, 관 및 표고를 표시하며 범례에서 체크박스를 통해 표시하거나 숨기는 옵션이 있습니다 toggle 버튼.

사용자는 다음을 클릭하여 중단면 그래프의 방향을 반전할 수도 있습니다: *반전* 버튼을 클릭합니다. *지우기* 버튼으로 표시된 모든 절점을 삭제하고 빈 그래프를 표시합니다.

빈도 그래프

빈도 그래프는 값 대 해당 값 이하의 객체 비율을 표시합니다 참조: 그림 9-96 and 그림 9-97.

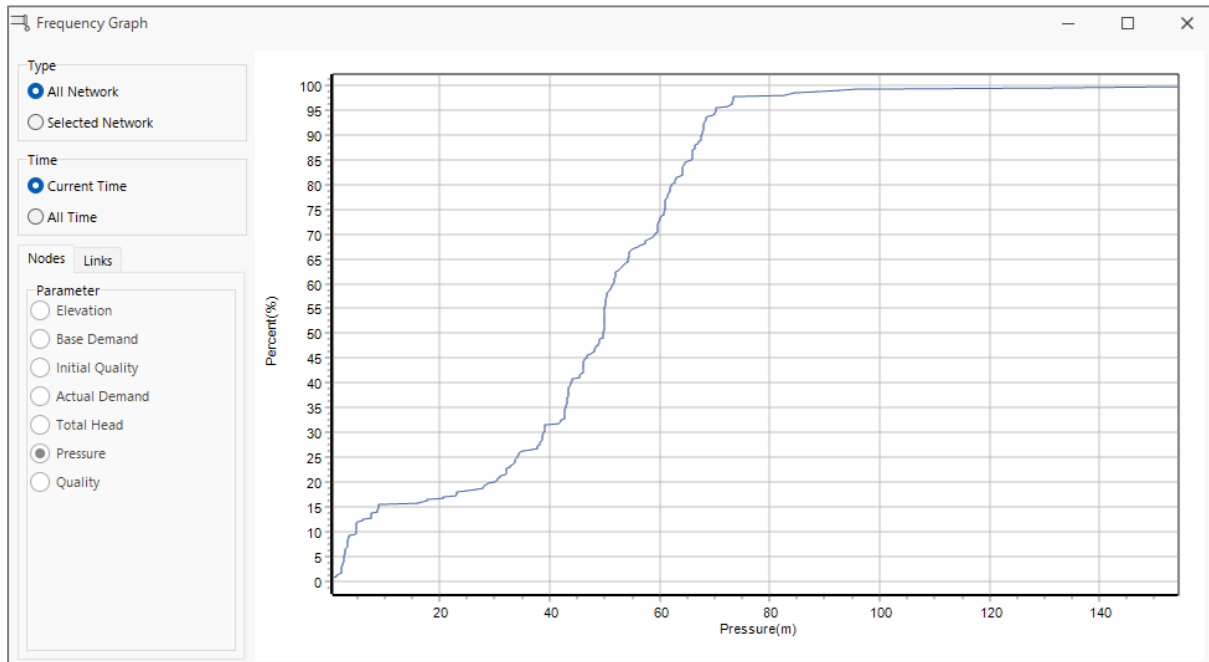


그림 9-96: 빈도 그래프 - 절점 - 압력 (현재 시간)

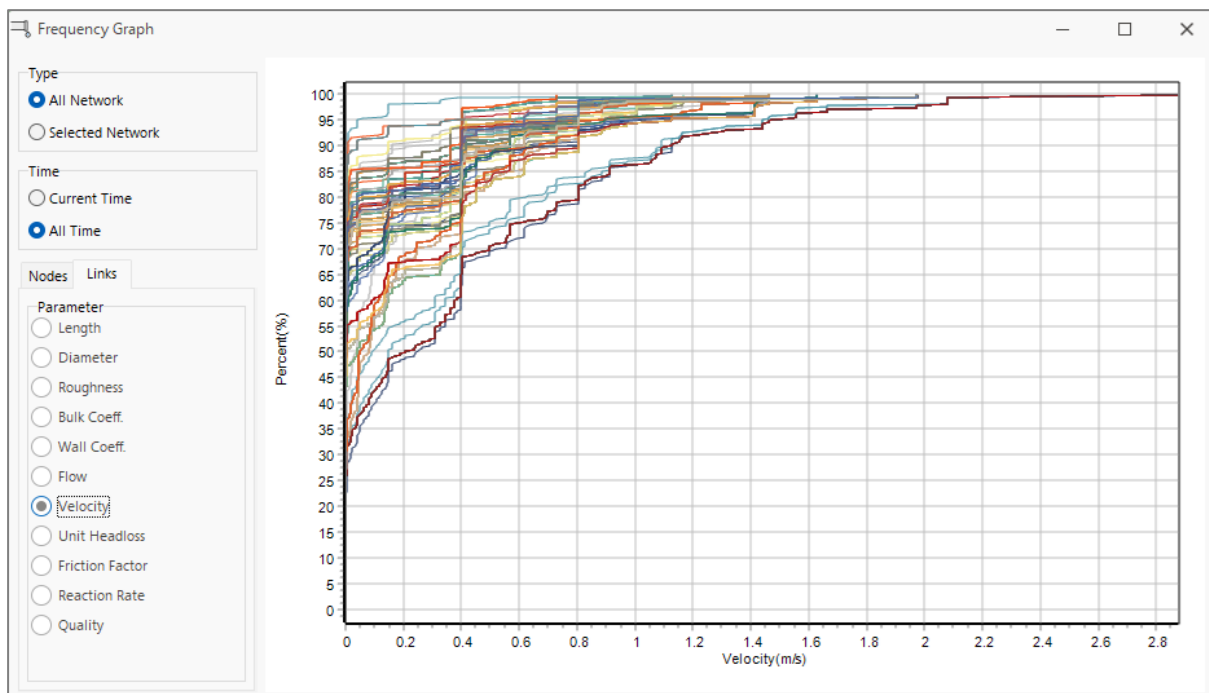


그림 9-97: 빈도 그래프 - 링크 - 유속 (전체 시간)

빈도 그래프를 그릴 때 사용자는 유형을 설정할 수 있습니다:

- 전체 관망
- 선택된 관망

빈도 다이어그램이 필요한 관망의 특정 구간만 선택할 수 있습니다

빈도 그래프를 그릴 때 사용자는 시간을 설정할 수 있습니다:

- 현재 시간 (참조: **그림 9-96**)
- 전체 시간 (참조: **그림 9-97**)

특정 시간 기간만 선택하거나 분석된 모든 시간 기간으로 빈도 다이어그램을 그릴 수 있습니다.

테이블 9-30: 빈도 그래프 매개변수

객체	매개변수
절점 (그림 9-96)	표고 기본 수요량 초기 수질 실제 수요 전수두 압력 수질
링크 (그림 9-94)	길이 직경 조도 체적 계수 벽면 계수 유량 유속 단위 수두손실 마찰 계수 반응 속도 수질

참고: 시계열, 종단면 또는 빈도 그래프는 Shift 키를 누른 채로

drawing a zoom rectangle with the mouse's left button held down. Drawing the rectangle from left to 오른쪽으로 그리면 확대, 오른쪽에서 왼쪽으로 그리면 축소됩니다. 그래프는 다음으로 모든 방향으로 이동할 수도 있습니다:

Ctrl 키를 누른 채로 마우스 오른쪽 버튼을 누른 상태에서 그래프 위로 마우스를 이동합니다.

그래프 아무 곳에서 우클릭 (**그림 9-92**, **그림 9-94** and **그림 9-96**위)하면 일반 모양(색상, 보기 및 제목), 가로축(최소, 최대, 증분, 격자선 및 제목), 세로축(최소, 최대, 증분, 격자선 및 제목), 범례(위치, 색상, 크기, 프레임 및 표시 여부) 및 시리즈(시리즈, 제목, 심bology of lines, markers and labels) as depicted in **그림 9-98**.

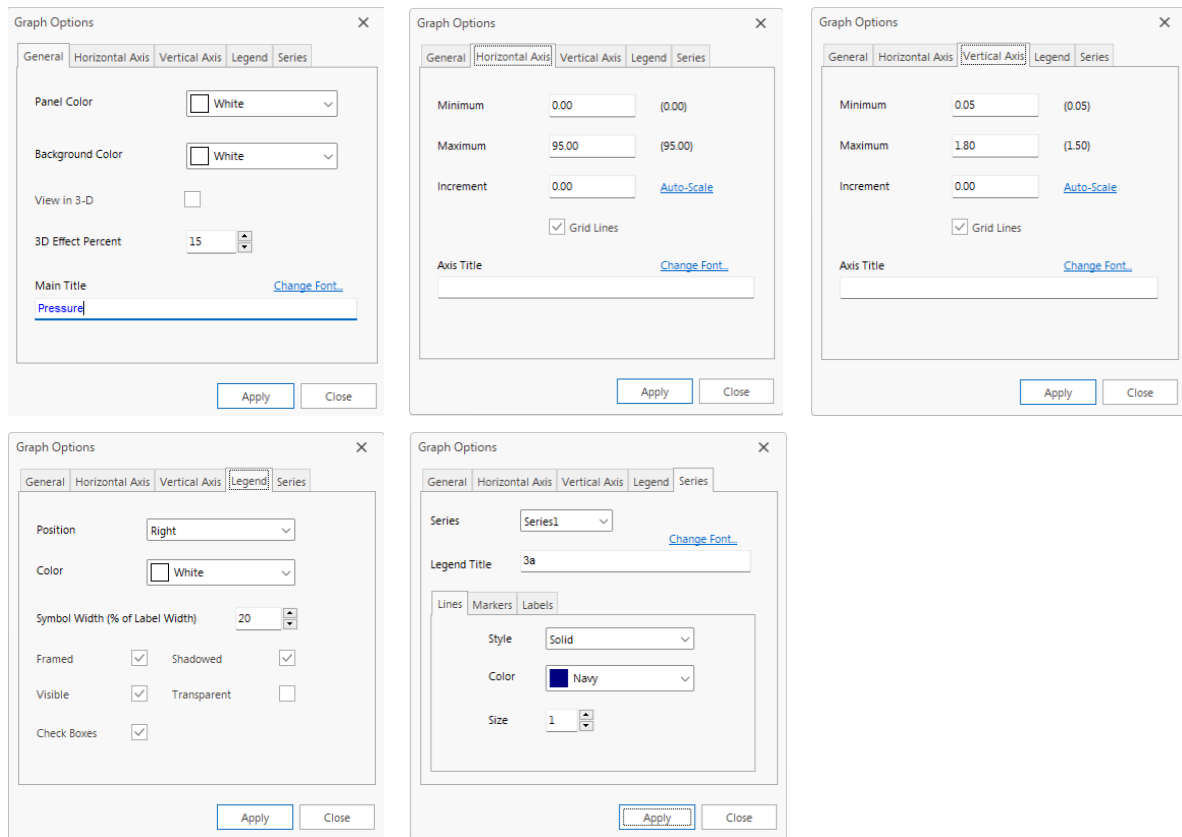


그림 9-98: 그래프 옵션

그래프 옵션 대화 창의 각 탭에 포함된 옵션은 다음에 설명됩니다: 테이블 9-31.

테이블 9-31: 그래프 옵션 일반, 가로축 세로축 및 범례 Tabs

옵션	설명
일반	
패널 색상	Colour of panel which surrounds the graph's plotting area
배경 색상	Colour of graph's plotting area
3D 보기	그래프를 3D로 그릴지 여부를 확인합니다
3D 효과 비율	3D 효과가 그려지는 정도
제목	Text of graph's main title
글꼴	제목에 사용되는 글꼴을 변경합니다
가로축 및 세로축	
최소	축 최소값을 설정합니다 (최소 데이터 값이 괄호 안에 표시됩니다). 비워둘 수 있습니다.
최대	축 최대값을 설정합니다 (최대 데이터 값이 괄호 안에 표시됩니다). 비워둘 수 있습니다.
증분	축 라벨 간의 증분을 설정합니다. 비워둘 수 있습니다.
자동 축척	선택하면 최소, 최대 및 증분 설정이 무시됩니다.
격자선	그릴 격자선의 유형을 선택합니다.
축 제목	축 제목 텍스트
글꼴	축 제목의 글꼴을 선택하려면 클릭합니다.
범례	
위치	범례를 배치할 위치를 선택합니다.

옵션	설명
색상	범례 배경에 사용할 색상을 선택합니다.
심볼 너비	범례의 심볼 부분을 그리는 데 사용할 너비(픽셀)를 선택합니다.
프레임	범례 주위에 프레임을 배치합니다.
표시	범례를 표시합니다.
위치	범례를 배치할 위치를 선택합니다.

클릭: 글꼴 버튼으로 범례에 사용되는 글꼴을 변경합니다. (다른 범례 속성은 대화 상자의 범례 페이지에서 선택됩니다.)

수정할 데이터 시리즈의 속성을 선택합니다. 선택 사항: 선, 마커, 패턴 및 라벨. (모든 속성이 사용 가능하지는 않습니다 for some types of graphs.)

시리즈 탭에서 수정할 수 있는 데이터 시리즈 속성은 다음에 나열됩니다: **테이블 9-32**.

테이블 9-32: 그래프 옵션 시리즈 탭

Category	옵션	설명
선	스타일	선 스타일을 선택합니다.
	색상	선 색상을 선택합니다.
	크기	선 두께를 선택합니다 (실선 스타일에만 해당).
	표시	선의 표시 여부를 결정합니다.
마커	스타일	마커 스타일을 선택합니다.
	색상	마커 색상을 선택합니다.
	크기	마커 크기를 선택합니다.
	표시	마커의 표시 여부를 결정합니다.
패턴	스타일	패턴 스타일을 선택합니다.
	색상	패턴 색상을 선택합니다.
	적층	GISpipe에서 사용되지 않습니다.
라벨	스타일	라벨에 표시되는 정보 유형을 선택합니다.
	색상	Selects the colour of the label's background.
	투명	그래프가 라벨을 통해 보이는지 여부를 결정합니다.
	화살표 표시	파이 차트에 화살표가 표시되는지 여부를 결정합니다.
	표시	라벨의 표시 여부를 결정합니다.

등고선도

결과 보기 옵션 도구 모음을 사용하여, **그림 9-85**, 사용자는 등고선을 표시할 수 있습니다. 이는 예를 들어 고압 또는 저압의 특정 영역을 식별하는 데 매우 유용한 그래프입니다 참조: **그림 9-99**.

생성된 등고선 지도는 다음을 클릭하여 별도의 레이어로 내보낼 수도 있습니다: **레이어로 내보내기** 옵션 참조 **그림 9-86**.

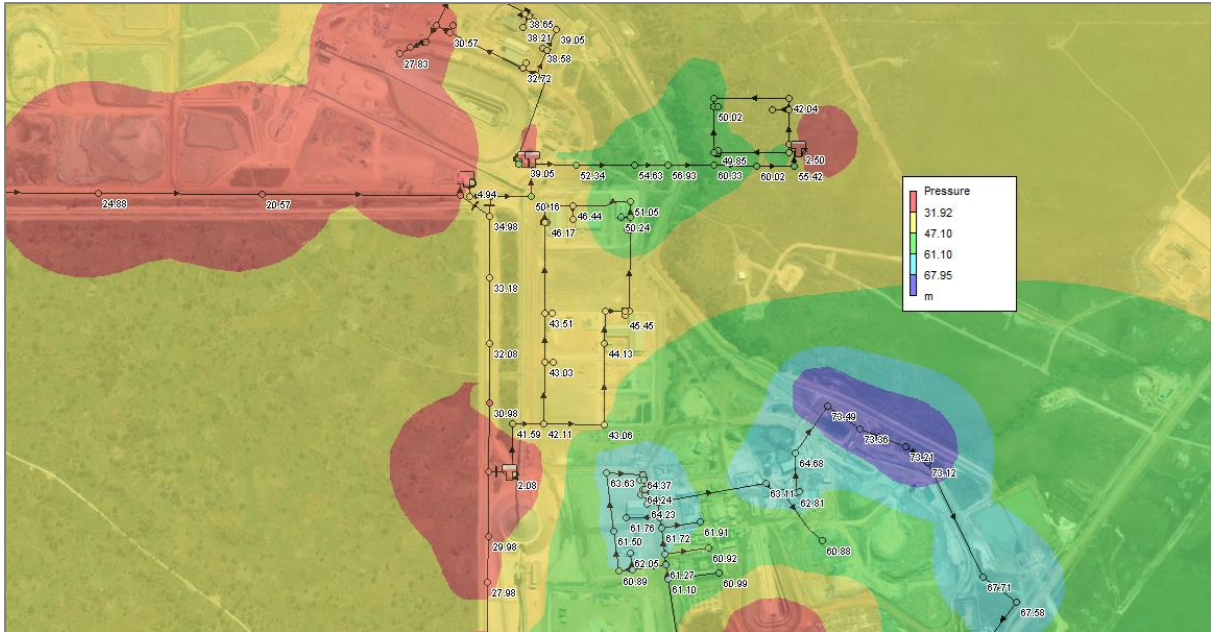


그림 9-99: 등고선도

9.6.2 표로 결과 확인 (작성 예정)

9.6.3 시뮬레이션 결과 내보내기 (작성 예정)

결과 도구 모음에서 내보내기 버튼을 클릭하여 모든 시뮬레이션 결과를 Microsoft Excel 파일에 저장합니다 xcel file, 그림 9-100.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Time	Type	Node ID	Asset Type	Asset ID	Elevation	Base Dem	Initial Qua	Actual Dei	Emitter Fl	Head(m)	Pressure	Quality	DMA
1	0:00	Reservoir	SV-R1	Reservoir		1430	0	0	-7.81005	0	1430	7.42E-06	0	
2	0:00	Tank	SV-T1	Tank		1420	0	0	5.441197	0	1423	3.000025	0	
3	0:00	Junction	SV-J40	Junction		1389	0	0	0	0	1422.988	33.98767	0	
4	0:00	Junction	SV-J41	Junction		1389	0	0	0	0	1422.984	33.98351	0	
5	0:00	Junction	SV-J42	Junction		1387	0	0	0	0	1422.98	35.98008	0	
6	0:00	Junction	SV-J43	Junction		1385	0	0	0	0	1422.979	37.97949	0	
7	0:00	Junction	SV-J44	Junction		1383	0	0	0	0	1422.979	39.97919	0	
8	0:00	Junction	SV-J45	Junction		1382	0	0	0	0	1422.979	40.97874	0	
9	0:00	Junction	SV-J46	Junction		1382	0	0	0	0	1422.978	40.97845	0	
10	0:00	Junction	SV-J47	Junction		1382	0	0	0	0	1422.978	40.97815	0	
11	0:00	Junction	SV-J48	Junction		1380	0	0	0	0	1422.978	42.97785	0	
12	0:00	Junction	SV-J49	Junction		1380	0	0	0	0	1422.978	42.97755	0	
13	0:00	Junction	SV-J50	Junction		1380	0	0	0	0	1422.977	42.9774	0	

그림 9-100: Microsoft Excel로 내보내기 - 결과

9.7 Other 기능

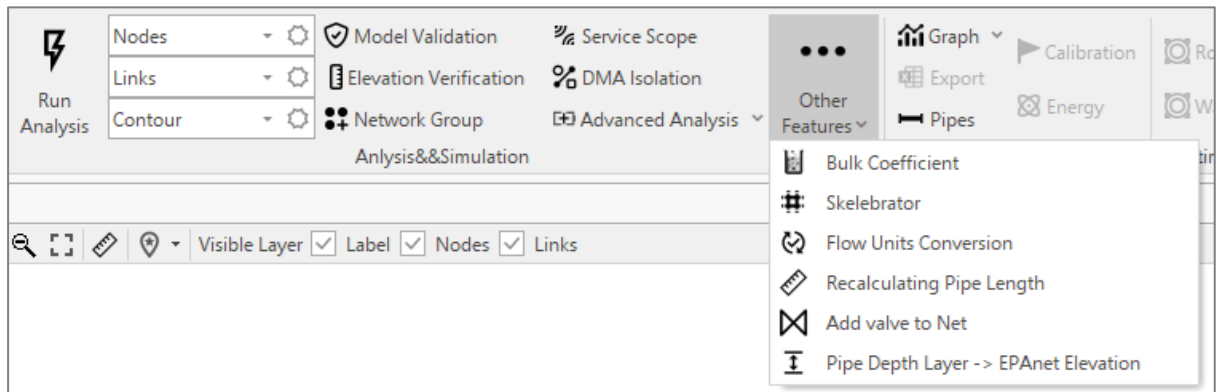


그림 9-101: Other 기능

9.7.1 체적 계수 (작성 예정)

9.7.2 스켈레브레이터 (작성 예정)

스켈레브레이터 도구는, 참조: 그림 9-102, 시스템의 덜 중요한 부분을 선택적으로 제거하여 복잡한 상수관망을 단순화하는 데 사용됩니다. 이 과정은 일반적으로 관망 골격화라고 합니다, 이는 관망의 필수 수리 특성을 유지하면서 계산 복잡성을 줄이는 데 도움이 됩니다.

이 도구는 *Other* 기능 도구 모음의 버튼 분석 및 시뮬레이션 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: 스켈레브레이터 버튼을 클릭합니다.

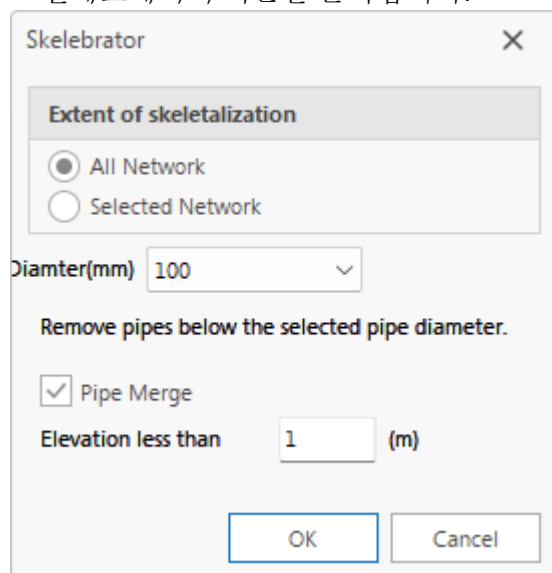


그림 9-102: 스켈레브레이터 옵션

스켈레브레이터는 다음과 같은 방법으로 관망을 단순화합니다:

- 사용자 정의 임계값보다 작은 직경의 관을 제거합니다.
- 표고 차이가 최소인 접합점을 병합합니다.
- 전체 관망 또는 선택된 부분에 집중합니다.

이는 계획 또는 시나리오 분석을 위해 더 추상적인 버전이 필요한 대규모 상세 모델에 특히 유용합니다. 필요한 정보는 **Table 9-33**에 나열됩니다: **Table 9-33**.

Table 9-33: 스케레브레이터 입력

옵션	설명
골격화 범위	전체 관망 또는 선택된 부분에만 단순화를 적용할지 선택합니다.
직경	드롭다운 목록에서 이 값보다 작은 직경의 관을 선택하여 모델에서 제거합니다.
관 병합	활성화하면, 소프트웨어는 표고 변화가 미미한 접합점에서 연결된 관을 병합합니다.
표고 차이 미만	접합점을 병합할 수 있는 표고 차이 임계값을 지정합니다.

9.7.3 flow units 변환

이 도구는 *Other* 기능 도구 모음의 버튼 *분석 및 시뮬레이션* 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: *flow units 변환* 버튼을 클릭합니다. 프로젝트는 특정 *flow units*로 설정됩니다 (**부록 B 참조**). 이 도구를 사용하면 단위를 변경하고 이 과정에서 모든 수요 값을 새 단위로 변경할 수 있습니다. *flow units* 변환 창은, **그림 9-103**, 현재 *flow units*(원본 단위)를 표시하고 사용자가 선택할 수 있는 *flow units*의 드롭다운 목록(대상 단위)을 제공합니다. 다음을 클릭합니다: *Ok* 버튼으로 변환을 확인합니다.

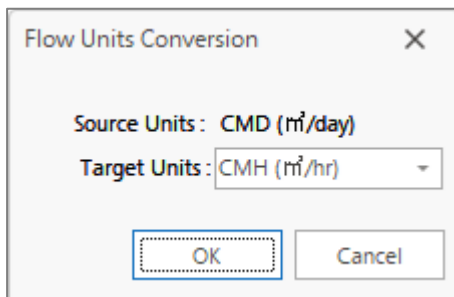


그림 9-103: flow units 변환

9.7.4 관 길이 재계산

이 도구는 *Other* 기능 도구 모음의 버튼 *분석 및 시뮬레이션* 도구 모음에서 다음을 클릭합니다: *관 길이 재계산* 버튼을 클릭합니다. 축척에 따라 모든 관 길이가 재계산됩니다. 완료되면 확인 팝업 창이 표시됩니다, **그림 9-104**, 절차를 확인합니다.

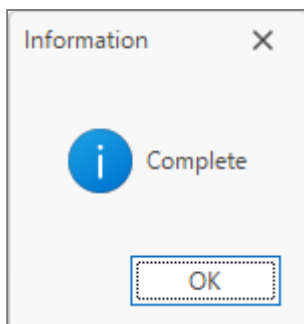


그림 9-104: 관 길이 재계산 완료 절차

9.7.5 관망에 밸브 추가 (작성 예정)

9.7.6 관 매설심에서 EPANET 표고로 변환 (작성 예정)

10 우수 관리 모델 (작성 예정)

GISpipe는 EPA 우수 관리 모델(SWMM)을 지리정보시스템 환경에 통합합니다. 이는 GIS 플랫폼에서 실행되는 주로 도시 지역의 유출량 및 수질에 대한 단일 이벤트 또는 장기(연속) 시뮬레이션에 사용되는 동적 강우-유출 시뮬레이션 모델을 생성합니다. 유출 구성요소 of SWMM operates on a collection of subcatchment areas that receive precipitation and generate runoff and pollutant loads (그림 10-1). SWMM의 추적 부분은 이 유출을 관, 수로, 저류/처리 시설, 펌프 및 조절기 시스템을 통해 이송합니다. SWMM은 각 소유역 내에서 생성된 유출의 양과 수질을 추적합니다, 여러 시간 단계로 구성된 시뮬레이션 기간 동안 각 관과 수로의 유량, 수심 및 수질을 추적합니다. 실행ing under Windows, SWMM 5 provides an integrated environment for editing study area input data, running hydrologic, hydraulic and water quality 시뮬레이션s, and viewing the results in a variety of formats. These include colour-coded drainage area and conveyance system maps, time series graphs and tables, profile plots, and 통계적 frequency analyses. This user's manual describes in detail how to run GISpipe built storm water management models. It includes instructions on how to build a drainage system model, how to set various 시뮬레이션 options, and how to view results in a variety of formats. It also describes the different types of files used by SWMM and provides useful tables of parameter values. Detailed descriptions 의 theory behind SWMM 5 (the engine used in GISpipe) and the numerical methods it employs can be found in a separate set of reference manuals (www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm).

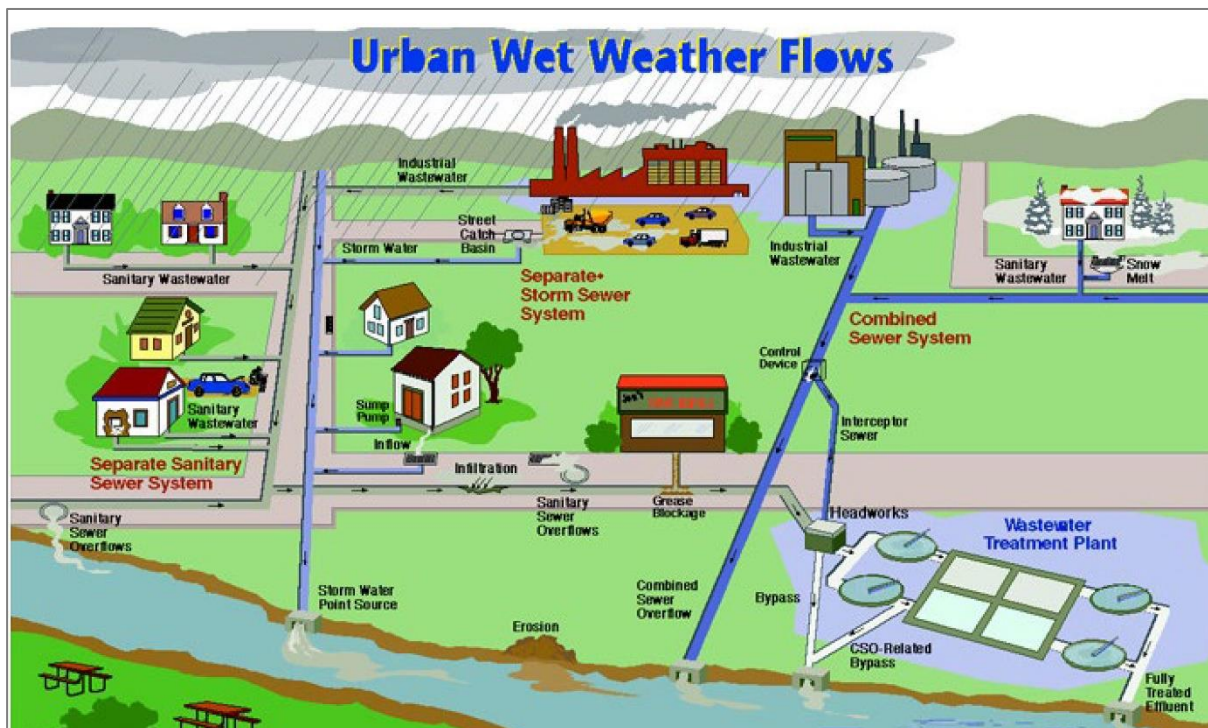


그림 10-1: SWMM (USEPA, 2022)

SWMM은 우수 유출, 합류식 및 분류식 하수관, Other 배수 시스템과 관련된 계획, 분석 및 설계에 전 세계적으로 사용됩니다. 관 및 우수받이와 같은 회색 인프라 우수 관리 전략을 평가하는 데 사용할 수 있으며, 비용 효율적인 녹색/회색 하이브리드 우수 관리 솔루션을 만들기 위한 유용한 도구입니다. SWMM은 침투 및 저류를 통한 유출 감소와 수체 손상을 유발하는 방류 감소를 위한 지방, 주 및 국가 우수 관리 목표를 지원하기 위해 개발되었습니다.

10.1 GISpipe의 개념 모델

10.1.1 시각적 객체

10.1.2 비시각적 객체

10.1.3 계산 방법

10.2 GISpipe 메인 창

10.2.1 개요

10.2.2 메인 메뉴

10.2.3 키보드 단축키

10.2.4 도구 모음

10.2.5 상태 표시줄

10.2.6 연구 지역 지도

10.2.7 프로젝트 브라우저

10.2.8 지도 브라우저

10.2.9 속성 편집기

10.2.10 프로그램 기본 설정

10.3 프로젝트 작업

10.3.1 새 프로젝트 생성

10.3.2 기존 프로젝트 열기

10.3.3 프로젝트 저장

10.3.4 프로젝트 기본값 설정

10.3.5 측정 단위

10.3.6 링크 오프셋 규약

10.3.7 교정 데이터

10.3.8 모든 프로젝트 데이터 보기

10.4 객체 작업

10.4.1 객체 유형

10.4.2 객체 추가

10.4.3 객체 선택 및 이동

10.4.4 객체 편집

10.4.5 객체 변환

10.4.6 객체 복사 및 붙여넣기

10.4.7 링크 형상 조정 및 반전

10.4.8 소유역 형상 조정

10.4.9 객체 삭제

10.4.10 객체 그룹 편집 또는 삭제

10.5 뷰어 지도 작업

10.5.1 지도 레이어 보기

10.5.2 지도 테마 선택

10.5.3 지도 크기 설정

10.5.4 배경 이미지 활용

10.5.5 거리 측정

10.5.6 지도 확대/축소

10.5.7 지도 이동

10.5.8 전체 범위 보기

10.5.9 객체 찾기

10.5.10 지도 쿼리 제출

10.5.11 지도 범례 사용

10.5.12 개요 지도 사용

10.5.13 지도 표시 옵션 설정

10.5.14 지도 내보내기

10.6 시뮬레이션 실행

10.6.1 시뮬레이션 옵션 설정

10.6.2 보고서 옵션 설정

10.6.3 이벤트 기간 선택

10.6.4 시뮬레이션 시작

10.6.5 결과 문제 해결

10.7 결과 보기

10.7.1 상태 보고서 보기

10.7.2 요약 결과 보기

10.7.3 시계열 결과

10.7.4 지도에서 결과 보기

10.7.5 그래프로 결과 확인

10.7.6 그래프 모양 사용자 정의

10.7.7 표로 결과 보기

10.7.8 통계 보고서 보기

10.8 GISpipe에서 사용하는 파일

10.8.1 프로젝트 파일

10.8.2 보고서 및 출력 파일

10.8.3 강우 파일

10.8.4 기후 파일

10.8.5 교정 파일

10.8.6 시계열 파일

10.8.7 인터페이스 파일

11 지표 유출 모델 (작성 예정)

지표 유출 모델 작업 시 *지표 유출 모델* 메뉴를 선택하면 지표 유출 모델과 관련된 분석 및 보기 기능이 표시됩니다. 참조: 그림 11-1.

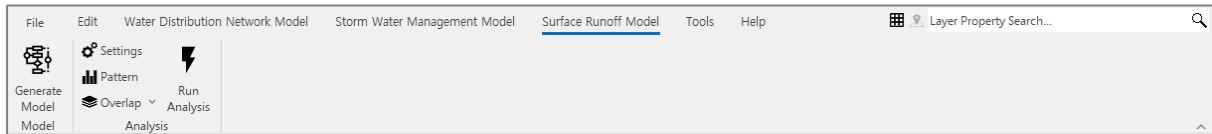


그림 11-1: 지표 유출 모델 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

12 도구

선택: 도구메뉴는 DEM 데이터, 셰이프파일 및 유역 또는 하천 생성과 관련된 특정 도구를 제공합니다. 참조: 그림 12-1 설명은 다음에 나열됩니다: 테이블 12-1.

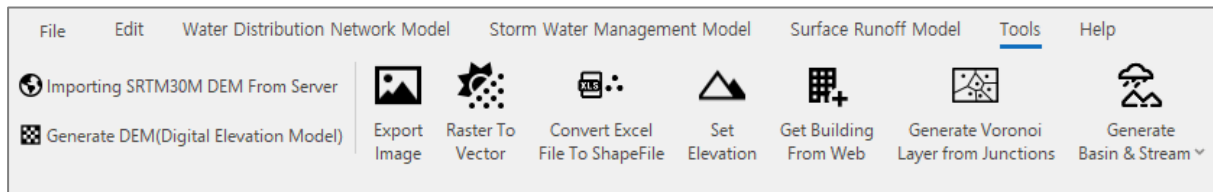
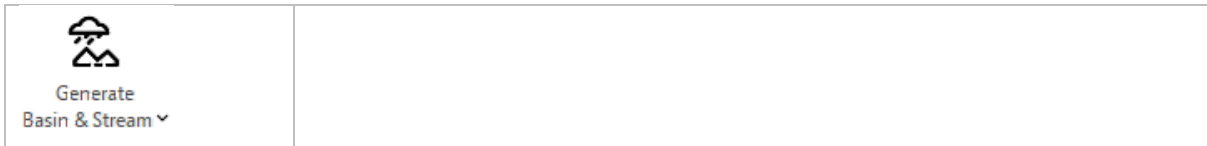


그림 12-1: 도구 메뉴 선택 시 도구 모음 옵션

테이블 12-1: 레이어 도구

아이콘	설명
Importing SRTM30M DEM From Server	온라인 SRTM(셔틀 레이더 지형 임무) 서버에서 30metre 해상도의 Digital Elevation Model(DEM) 데이터를 다운로드합니다. 선택한 지리 영역의 표고 데이터를 제공하며, 일반적으로 지형 분석 또는 수리 모델링에 사용됩니다.
Generate DEM (Digital Elevation Model)	사용 가능한 표고 데이터(예: 점, 등고선)로부터 DEM 표면을 생성합니다. 상수도 계획에서 지형, 배수 경로 및 유역 경계 설정 분석에 유용합니다.
Export Image	사용 가능한 표고 데이터(예: 점, 등고선)로부터 DEM 표면을 생성합니다. 상수도 계획에서 지형, 배수 경로 및 유역 경계 설정 분석에 유용합니다.
Raster To Vector	래스터 데이터(스캔한 지도 또는 DEM 과 같은 픽셀 기반 이미지)를 벡터 객체(포인트, 라인, 폴리곤)로 변환합니다. 일반적으로 배경 이미지에서 관로, 도로 또는 등고선과 같은 객체를 디지털화하는 데 사용됩니다.
Convert Excel File To ShapeFile	Excel 파일에 저장된 좌표 데이터(예: 절점 좌표, 표고)를 셰이프파일 Format으로 변환합니다. GIS 시스템 및 공간 분석 워크플로우와의 통합을 가능하게 합니다.
Set Elevation	수동으로 또는 DEM 데이터를 기반으로 상수관망 모델의 절점 또는 접합점에 표고 값을 할당합니다. 정확한 표고 데이터는 수리 모델링에 중요합니다.
Get Building From Web	웹 기반 GIS 서비스(예: OpenStreetMap)에서 건물 윤곽 또는 구조 데이터를 가져옵니다. 도시 수도 모델링에서 인프라를 시각화하고 영향을 평가하는 데 도움이 됩니다.
Generate Voronoi Layer from Junctions	접합점 또는 절점을 기반으로 보로노이(티센) 폴리곤 레이어를 생성합니다. 각 폴리곤은 특정 절점에 가장 가까운 영역을 정의하며, 수요 구역 또는 서비스 지역을 추정하는 데 유용합니다.
	지형 표면(DEM)을 기반으로 유역 경계와 하천 경로를 식별합니다. 지표 유출, 유역 분석 및 상수관망 시스템과 함께 우수 관리 계획에 유용합니다.



서버에서 SRTM30M DEM 가져오기

이 도구는 온라인 데이터 소스에 연결됩니다 (일반적으로 NASA 또는 USGS 서버) SRTM을 자동으로 다운로드합니다 (셔틀 레이더 지형 임무) Digital Elevation Model 데이터를 선택한 영역에 대해 30metre 공간 해상도로 제공합니다. DEM은 필수적인 지형 정보를 지형을 이해하는 데 사용됩니다. 이는 지역의 지형을 이해하는 데 사용되며, 수도 flow, pressure zones, drainage patterns, and catchment behaviour. Integrating this elevation data into a GIS-based model enhances the accuracy of hydraulic 시뮬레이션 and is particularly valuable for regions without local topographic surveys.

서버에서 SRTM30M DEM 가져오기 버튼으로 데이터를 가져오고 새 레이어(SRTM 30M이라는 이름, 변경 가능)를 생성합니다. 선택: 생성된 레이어를 선택하고 레이어 속성을 설정하여 표고의 색상 램프를 표시합니다. 그림 12-2 (이 경우 투명도 수준도 설정하여 뒤의 Google Earth 이미지를 볼 수 있습니다).

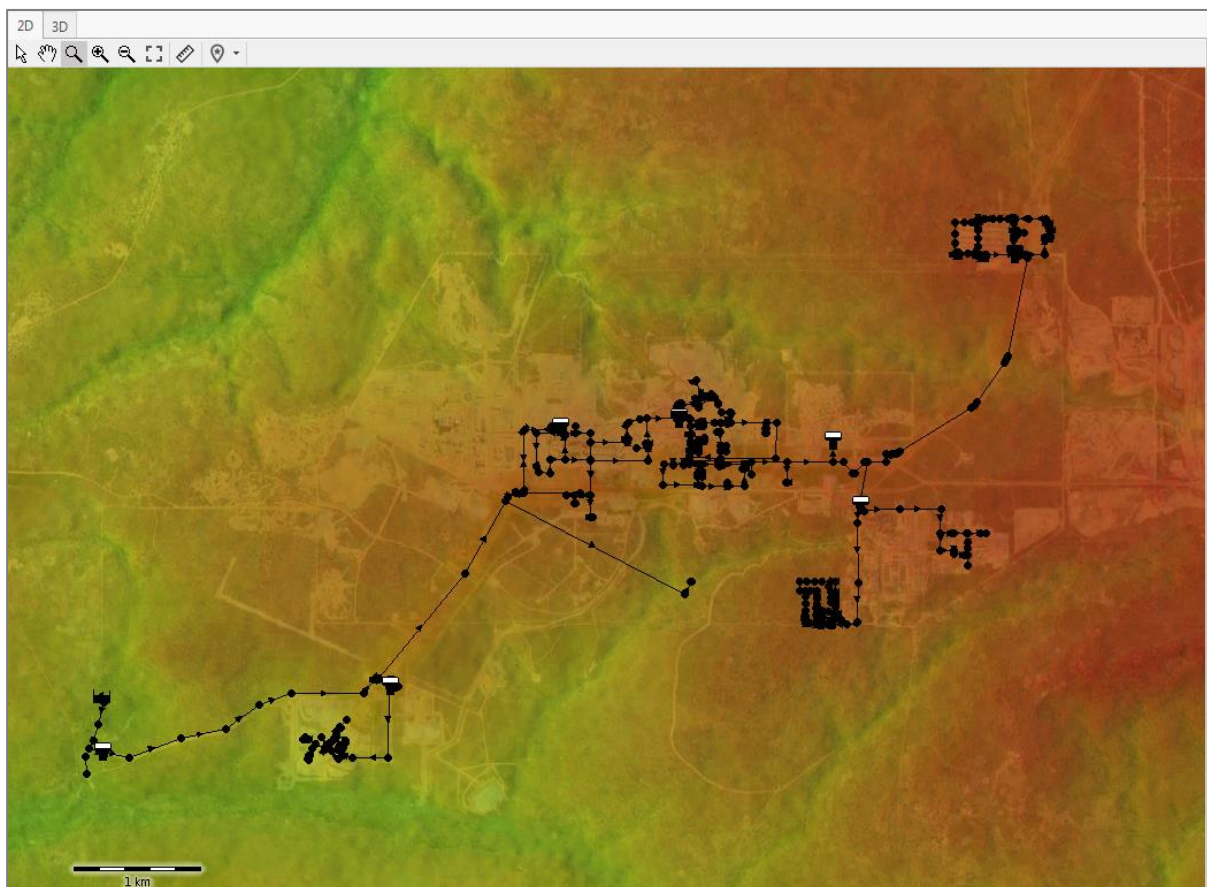


그림 12-2: 서버에서 가져온 SRTM 30M DEM

DEM(Digital Elevation Model) 생성

이 기능을 통해 사용자는 측량 표고 점, GPS 데이터 또는 등고선과 같은 로컬 데이터 소스에서 사용자 정의 Digital Elevation Model 을 생성할 수 있습니다. 이는 보간 알고리즘을 사용하여

연속적인 표고 면을 생성합니다. 지형의 형상을 반영하는 표고 면을 생성합니다. 생성된 DEM 은 이후 be used for hydrologic and hydraulic modelling, including flow direction analysis, slope calculations, and defining natural drainage patterns. This tool is essential when more detailed or localized elevation data is available and preferred over global datasets like SRTM.

DEM 선택 *DEM(Digital Elevation Model)* 생성 버튼을 클릭하면 사용자에게 셀 크기를 입력하라는 메시지가 표시됩니다. 참조: **그림 12-3**. DEM 은 각 셀이 정사각형 영역의 평균 표고를 나타내는 셀의 그리드입니다. 셀 크기는 각 셀이 포함하는 지면 영역의 크기를 결정합니다. 예를 들어, 셀 크기가 10metre 이면 DEM 의 각 픽셀이 포함하는 a 10 × 10 meter area on the ground.

- 더 작은 셀 크기는 더 세밀한 지형 특징을 포착하는 더 상세한 표고 데이터를 제공합니다.
- 더 큰 셀 크기는 더 부드럽고 일반화된 지형의 거친 DEM 을 생성합니다.

셀 크기를 설정하고 다음을 클릭합니다: **확인** 버튼을 클릭합니다.

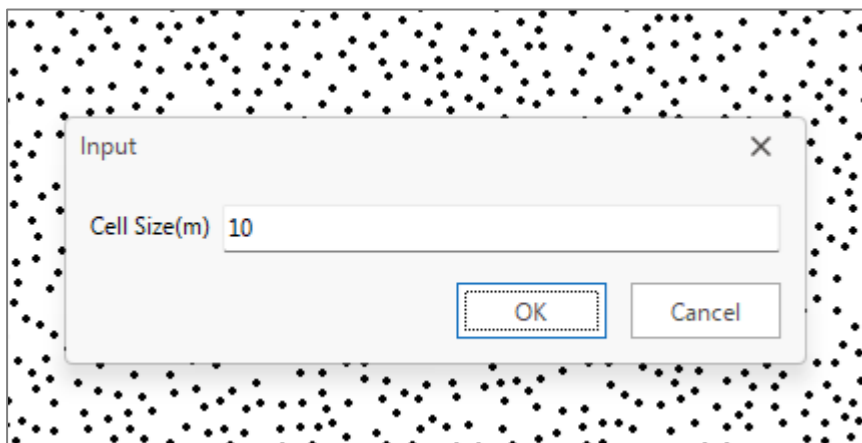


그림 12-3: DEM 생성 - 셀 크기 설정

DEM 이 생성됩니다, **그림 12-4**, 프로젝트에 새 레이어로 나열됩니다.

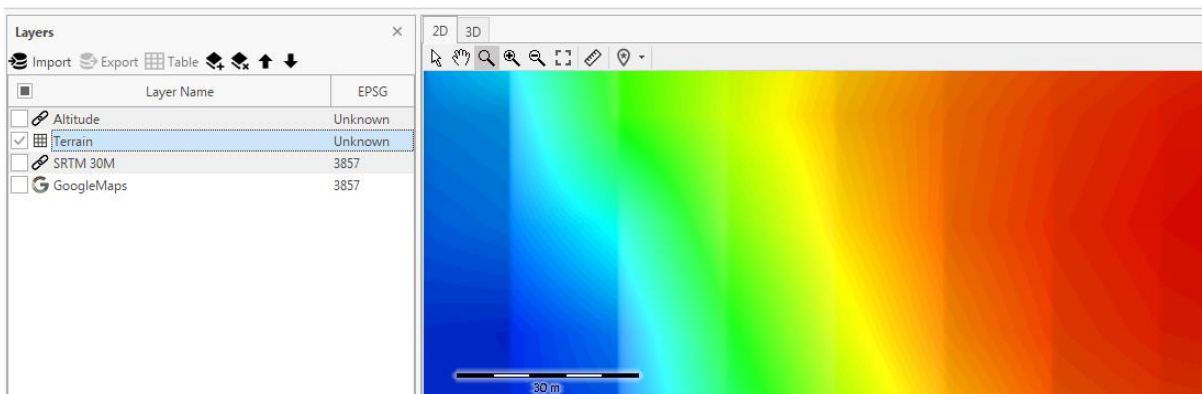


그림 12-4: 생성된 지형

이미지 내보내기

이미지 내보내기 도구를 사용하면 GIS 프로젝트의 현재 보기를 PNG 또는 JPEG 와 같은 래스터 이미지 파일로 캡처하고 저장할 수 있습니다. 이는 특히 보고서, 프레젠테이션 또는 문서를 위한 시각 자료를 준비하는 데 유용합니다. 문서에서 현재의 스냅샷이 모델 레이아웃, 관 network, or terrain features is required. Users can typically select the resolution and extent of the exported image,

making it a valuable tool for communicating the spatial layout and design features of a water distribution or drainage system.

이미지 내보내기 버튼을 클릭하면 다음과 같은 대화 상자 창이 표시됩니다: 그림 12-5. 다음에 나열된 매개변수를 설정합니다: 테이블 12-2, OK 버튼을 클릭합니다. 사용자는 이미지를 저장할 디렉토리 및 파일 이름을 선택할 수 있습니다.

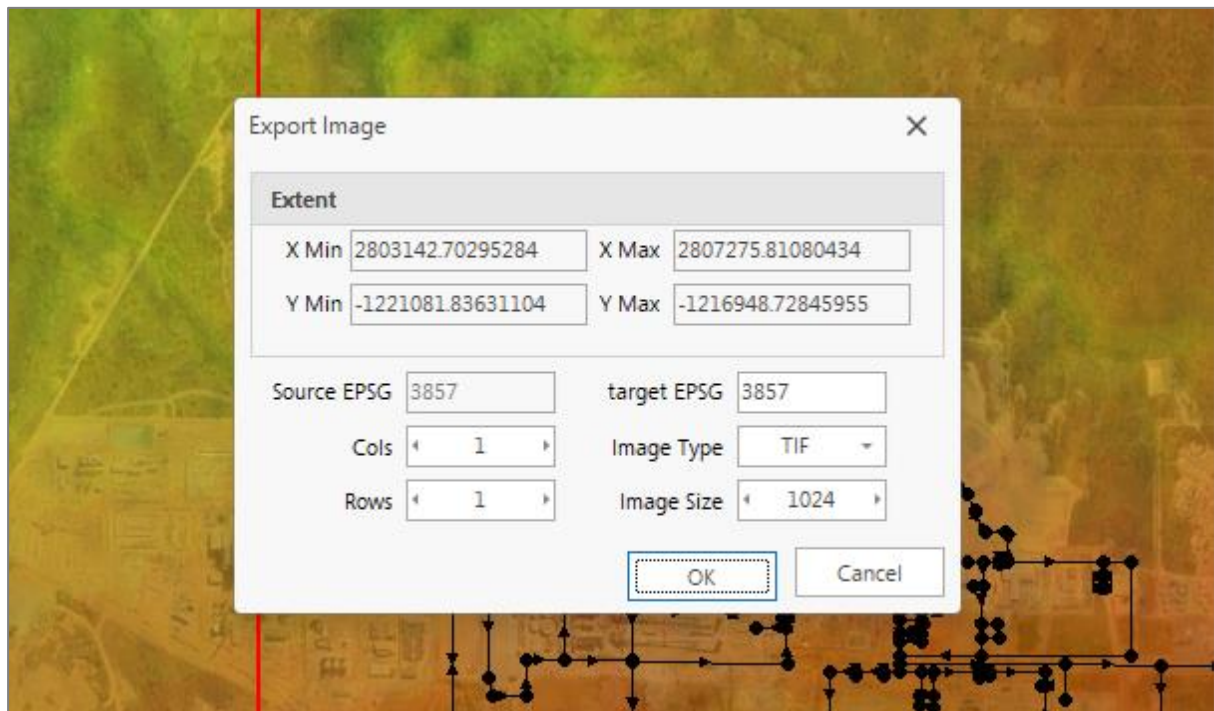


그림 12-5: 이미지 내보내기 대화 창

테이블 12-2: 이미지 내보내기 매개변수

매개변수	설명
X 최소	선택한 공간 범위의 경계 상자(좌측 하단 모서리)의 최소 X(경도 또는 동향) 좌표입니다.
X 최대	선택한 공간 범위의 경계 상자(우측 상단 모서리)의 최대 X(경도 또는 동향) 좌표입니다.
Y 최소	선택한 공간 범위의 경계 상자(좌측 하단 모서리)의 최소 Y(위도 또는 북향) 좌표입니다.
Y 최대	선택한 공간 범위의 경계 상자(우측 상단 모서리)의 최대 Y(위도 또는 북향) 좌표입니다.
원본 EPSG	입력 공간 데이터에 사용되는 좌표 참조 시스템의 EPSG 코드입니다. EPSG:3857은 웹 지도에서 일반적으로 사용되는 Web Mercator 투영법입니다. 이 선택한 레이어의 현재 소스가 됩니다.
대상 EPSG	데이터가 변환 또는 재투영되는 좌표 참조 시스템의 EPSG 코드입니다.
Cols	생성할 래스터 그리드의 열 수(수평 그리드 셀)입니다. 최대 수는 15입니다.
Rows	생성할 래스터 그리드의 행 수(수직 그리드 셀)입니다. 최대 수는 15입니다.
이미지 유형	이미지 또는 래스터의 출력 Format입니다. 예: 지리참조를 지원하는 TIF(Tagged Image File Format) 또는 JPG, PNG, BMP.
이미지 크기	출력 이미지의 해상도 또는 크기(픽셀)입니다. 이 경우 1024 × 1024 픽셀의 정사각형 이미지를 정의합니다.

래스터를 벡터로 변환

래스터를 벡터로 변환은 픽셀 기반 데이터(예: 스캔 지도, 항공 사진 또는 DEM)를 GIS 에서 사용할 수 있는 벡터 객체(점, 선, 폴리곤)로 변환합니다 GIS 에서 편집하고 분석할 수 있습니다. 예를 들어, 스캔한 지형도를 추적하고 converted into elevation lines, or roads and infrastructure visible on a satellite image can be digitized into vector paths. This tool automates part of the digitizing process, allowing for more efficient creation of geospatial features that are necessary for modelling and analysis in GISpipe.

사용자가 래스터 레이어를 선택하고 다음을 클릭하면: *래스터를 벡터로 변환* 버튼으로 허용 오차를 설정할 수 있습니다 참조: **그림 12-6**. T 허용 오차는 벡터 형상이 래스터 이미지의 경계 또는 객체를 얼마나 정밀하게 따르는지 결정하는 수치 임계값입니다. 예 r example, if a scanned map of a pipeline is vectorized:

- 낮은 허용 오차(예: 0.5)는 모든 미세한 굴곡 또는 픽셀 수준의 변동을 추적합니다.
- 높은 허용 오차(예: 5.0)는 더 직선적이고 부드러운 선을 생성하며, 미세한 편차를 무시할 수 있습니다.

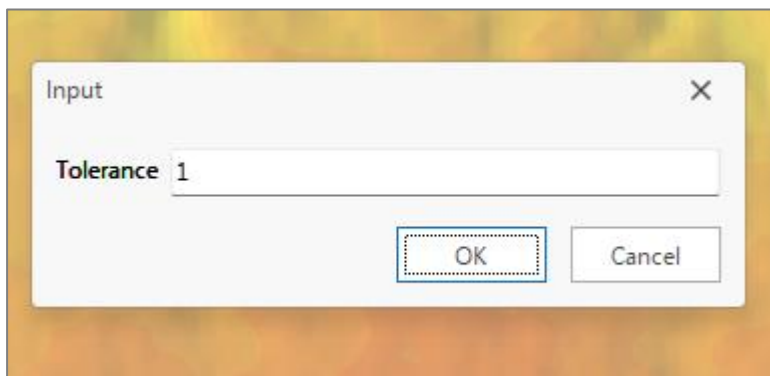


그림 12-6: 래스터 변환 허용 오차 설정

과정이 완료되면 새 벡터 레이어가 생성됩니다 참조: **그림 12-7**.

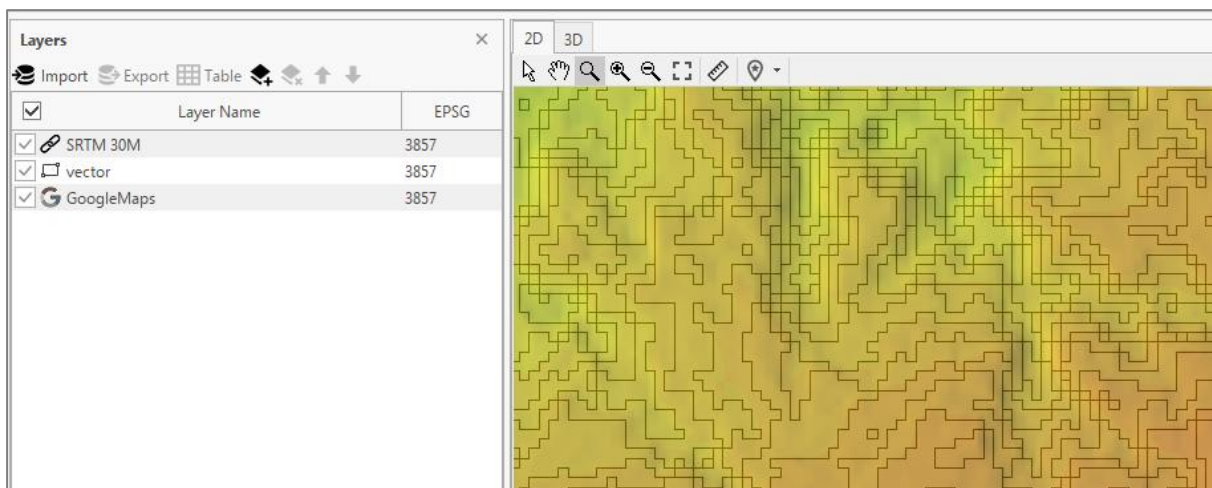


그림 12-7: 벡터 레이어 생성

엑셀 파일을 셰이프파일로 변환

이 도구는 Excel 스프레드시트의 표 Format 데이터를 셰이프파일 형태의 공간 벡터 데이터로 변환합니다. Excel 파일에 좌표 열(예: 위도 및 경도 또는 X 및 Y)과 속성이 포함되어 있으면 표고, 절점 ID 또는 수요 값과 같은 속성 데이터, this tool creates 해당하는 point features in the GIS environment. It is particularly useful for importing survey data, pump station locations, or customer demand nodes into the GISpipe system, allowing for easy integration of non-spatial data into a spatially-aware model.

엑셀 파일을 셰이프파일로 변환 버튼을 클릭하면 다음과 같은 대화 상자 창이 표시됩니다: **그림 12-8**. Excel 파일 열기 버튼을 클릭하고 파일이 로드된 후 X 좌표와 Y 좌표 열을 선택합니다. 다음을 클릭합니다: **확인** 버튼으로 셰이프파일을 생성합니다. 사용자는 셰이프파일을 저장할 디렉토리 및 파일 이름을 선택할 수 있습니다. 자동으로 추가되지 않습니다. 레이어로 추가되지 않습니다. 사용자는 프로젝트를 사용하여 추가할 수 있습니다. **cedure**에 설명된 대로 **Section 9.2.1**.

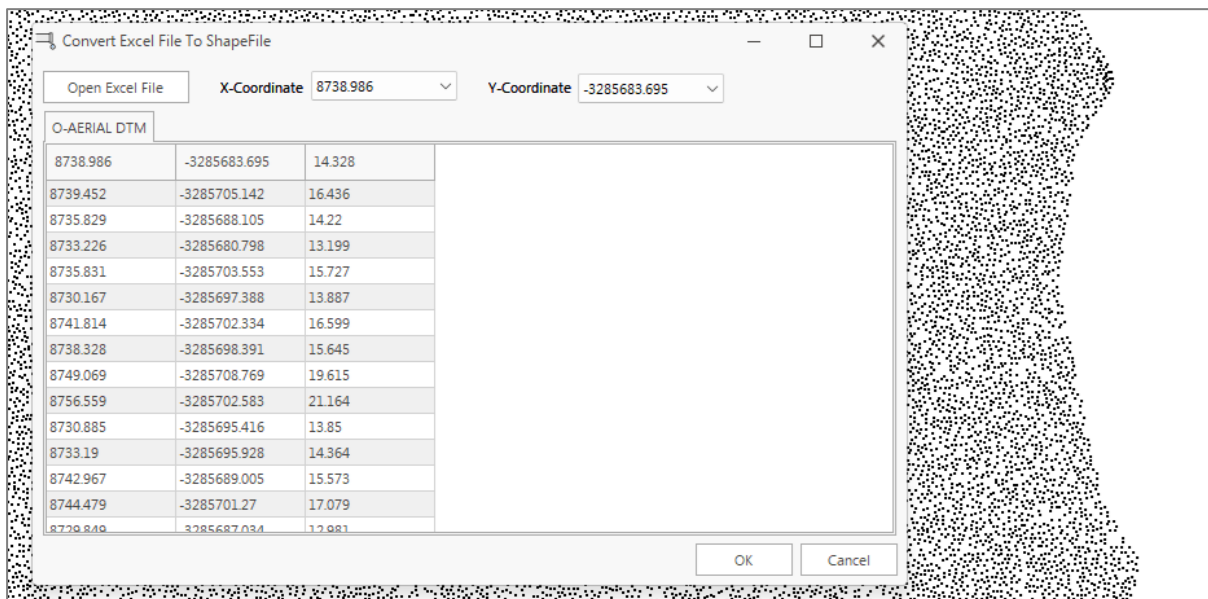


그림 12-8: 엑셀 파일을 셰이프파일로 변환

표고 설정

표고 설정 기능은 상수관망 내의 접합점, 탱크, 저수지 등 특정 절점에 표고 값을 할당합니다. 표고를 수동으로 설정하거나 기본 DEM 또는 등고선 데이터에서 자동으로 도출할 수 있습니다. 정확한 표고 정보는 수리 모델링에 중요합니다. 수리 모델링에 중요하며 ts pressure calculations, head loss, and flow dynamics throughout the network. This tool ensures that every element in the model reflects realistic terrain influences, improving the fidelity of 시뮬레이션 s and design evaluations.

사용자는 DEM에서 가져와야 하는 절점이 있는 레이어를 선택할 수 있습니다. 다음을 클릭합니다: **표고 설정** 버튼을 클릭하면 관 매설 깊이를 입력하고 이 기능을 선택한 절점에만 적용할지 여부를 선택하라는 메시지가 표시됩니다 (전환) 또는 이 기능이 레이어의 모든 절점에 적용되는지를 선택합니다. 참조: **그림 12-9**.

관 깊이를 설정하고 다음을 클릭합니다: **확인** 버튼을 클릭합니다. 선택한 레이어의 모든 절점이 DEM 정보를 기반으로 변경됩니다.

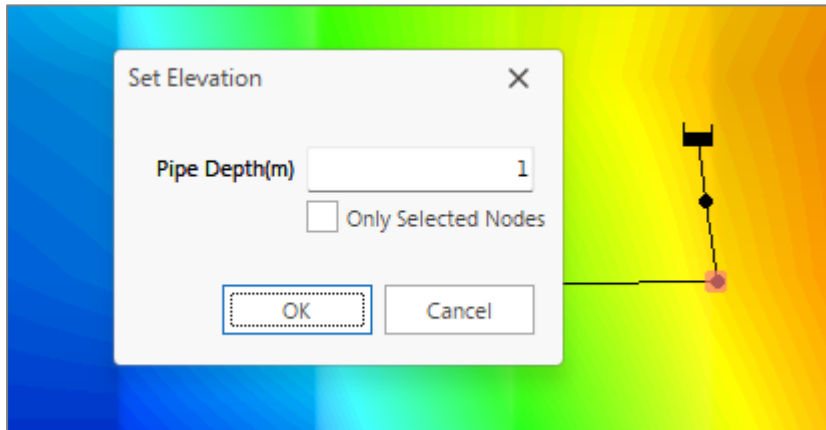


그림 12-9: 표고 설정

웹에서 건물 가져오기

이 기능은 OpenStreetMap 또는 Other 공공 GIS 서비스와 같은 온라인 지리공간 데이터베이스에 연결하여 건물 윤곽선과 구조 데이터를 가져옵니다. 이를 통해 프로젝트 영역으로 가져옵니다. 이를 통해 사용자는 거주주거, 상업 또는 산업 건물을 시각화할 수 있으며 *ding in estimating water demand, planning service coverage, or evaluating the impact of infrastructure placement.* The buildings are downloaded as vector polygons and can be used for further spatial analysis, such as proximity to pipelines, population density mapping, or identifying high-demand zones.

클릭합니다: **웹에서 건물 가져오기** 버튼으로 이 정보의 다운로드 과정을 시작합니다 (이 과정은 영역 크기에 따라 몇 분이 소요될 수 있습니다). 지형의 3D 보기지형이 표고 변화와 구조물을 표시합니다 on their heights, see 그림 12-10.

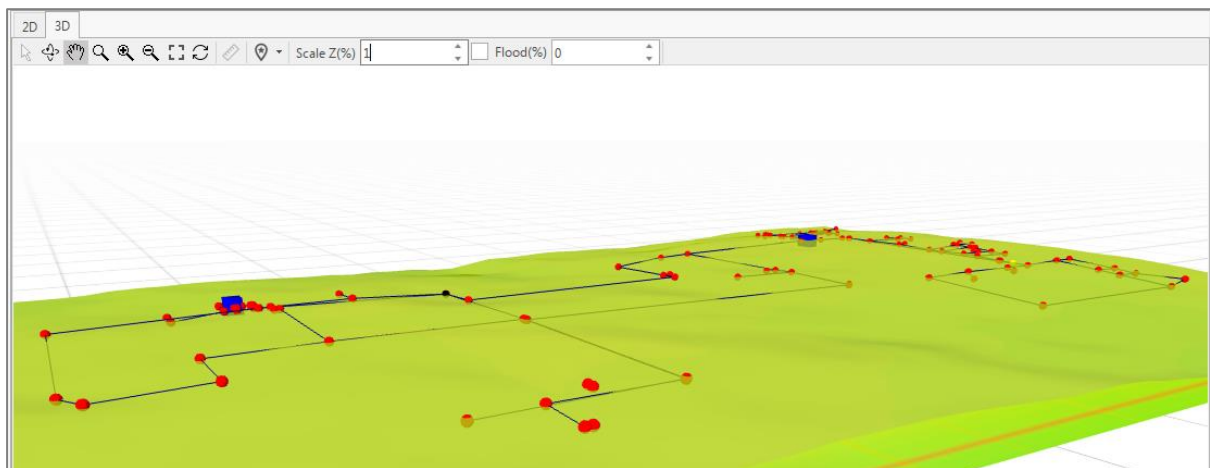


그림 12-10: 3D 보기

접합점에서 보로노이 레이어 생성

이 도구는 선택한 관망 접합점 또는 절점에서 보로노이(또는 티센) 다이어그램을 생성하여, 각 절점 주위에 폴리곤을 생성합니다. 폴리곤 내의 모든 점이 다른 절점보다 해당 중심 절점에 더 가깝습니다. 이러한 폴리곤은 서비스 영역 또는 수요 구역을 나타내며 수도 *distribution modelling to allocate population, demand, or land use data to the nearest supply point.* This spatial partitioning supports network optimization, balancing demand, and locating new infrastructure more effectively.

절점이 있는 레이어를 선택합니다. 다음을 클릭합니다: *보로노이 생성* 접합점에서 보로노이(또는 티센) 다이어그램을 생성하는 접합점에서 레이어 버튼 참조: **그림 12-11**.

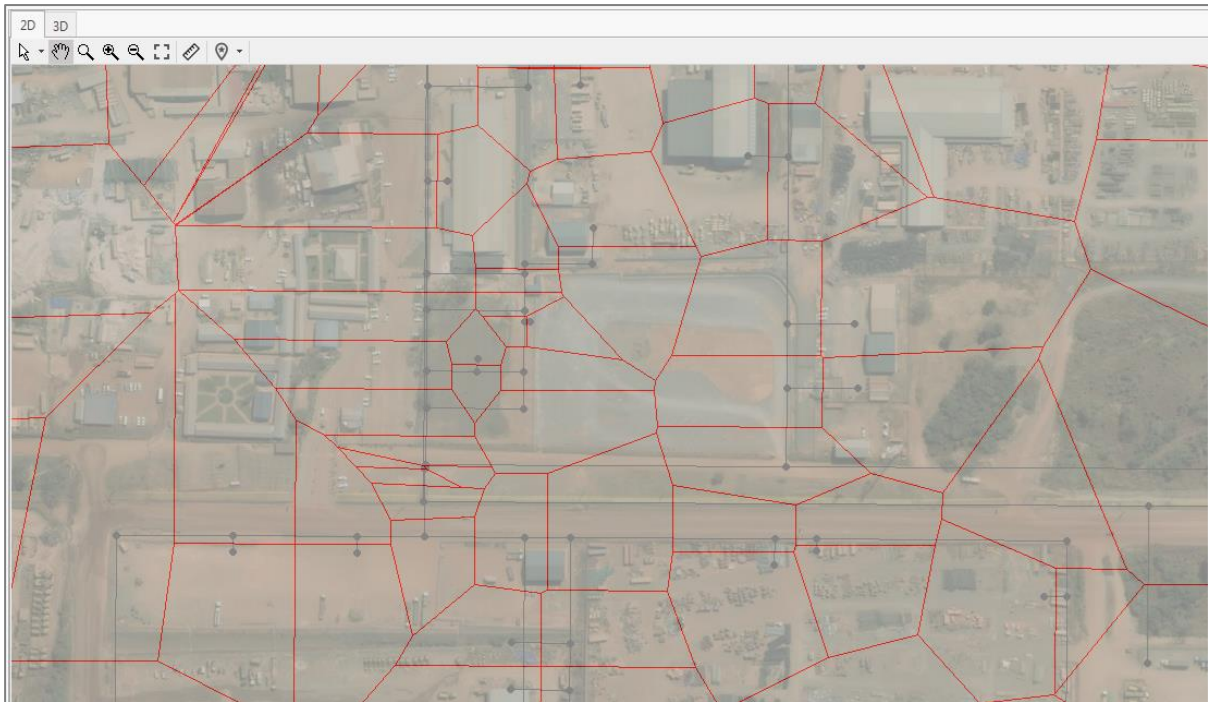


그림 12-11: 접합점에서 생성된 보로노이 레이어

과정이 완료되면 새 보로노이 레이어가 생성되며 이전 섹션에서 설명한 대로 속성을 설정할 수 있습니다 9.2.1.

유역 및 하천 생성

유역 및 하천 생성 도구는 표고 데이터(DEM)를 사용하여 수문 분석을 수행하고 유역 경계를 설정하며 자연 하천을 식별합니다 하천 경로를 식별합니다. 지형 경사를 기반으로 흐름 방향과 축적을 계산하며, 집수 영역과 우수의 가능한 경로를 정의합니다 우수 지표 유출의 경로를 ff. This tool is useful for integrating surface hydrology with piped infrastructure, assessing flood risk, designing stormwater systems, or planning sustainable drainage. The output helps visualize how natural terrain influences water movement, supporting comprehensive water resource management.

DEM 데이터가 포함된 레이어를 선택합니다. 다음을 클릭합니다: *유역 및 하천 생성* 버튼을 클릭하면 정밀도 생성에 대한 메시지가 표시되며 드롭다운 목록(1~9)에서 정확도를 선택할 수 있습니다 참조: **그림 12-12**.

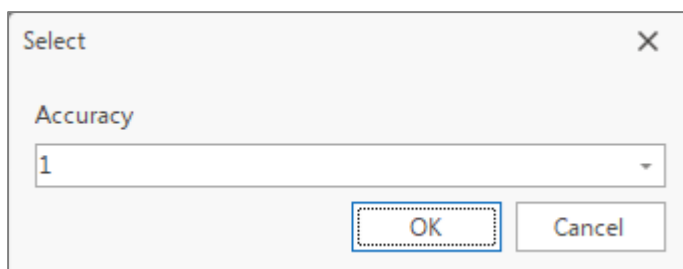


그림 12-12: 유역 및 하천 정밀도 생성

정확도 수준은 처리 중 사용되는 내부 그리드 해상도 또는 정밀화 수준을 설정합니다:

- 1 = 최저 정밀도 (더 빠름, 덜 상세함)
- 9 = 최고 정밀도 (더 느림, 더 상세함)

정밀도 선택은 다음에 영향을 미칩니다:

- 흐름 방향 및 축적 그리드 - 높은 정확도는 지형에서 물이 이동하는 방식의 더 세밀한 계산을 제공합니다.
- 하천 관망 설정 - 더 정확한 하천 경로 식별, 잘못된 수로 또는 누락된 소규모 지류를 방지합니다.
- 유역 경계 - 더 정밀하고 종종 더 복잡한 유역 윤곽으로 자연 지형 특성을 더 잘 따릅니다.
- 평활화 및 임계값 - 낮은 정밀도에서는 작은 지형 변화가 무시될 수 있습니다. 높은 정밀도에서는 미세한 표고 변화가 보존되며 reflected in the output.

높은 정확도(7-9)는 더 현실적이고 상세한 하천 및 유역 출력을 제공하지만 더 느린 처리 시간과 더 높은 메모리 사용을 의미합니다. 작은 영역이나 정확도가 중요한 경우(예: 도시 지역)에 권장됩니다. 낮은 정확도(1-3)는 실행됩니다 faster and is suitable for quick assessments or large regional models where detail is less important.

결과적인 하천과 유역이 결정되고 세 개의 새 레이어(집수구역, 유역 및 하천)가 생성됩니다. 참조: 생성된 유역의 예시 및 Streams in 그림 12-13 생성된 집수구역과 하천의 예시 그림 12-14.

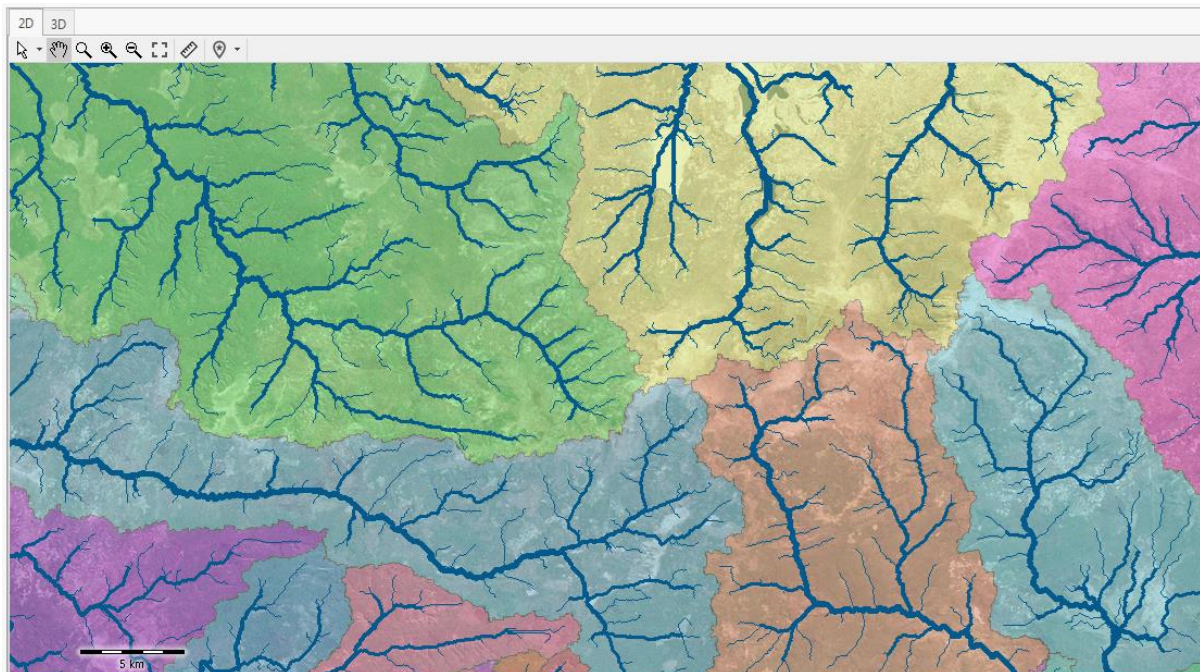


그림 12-13: 생성된 유역 및 하천

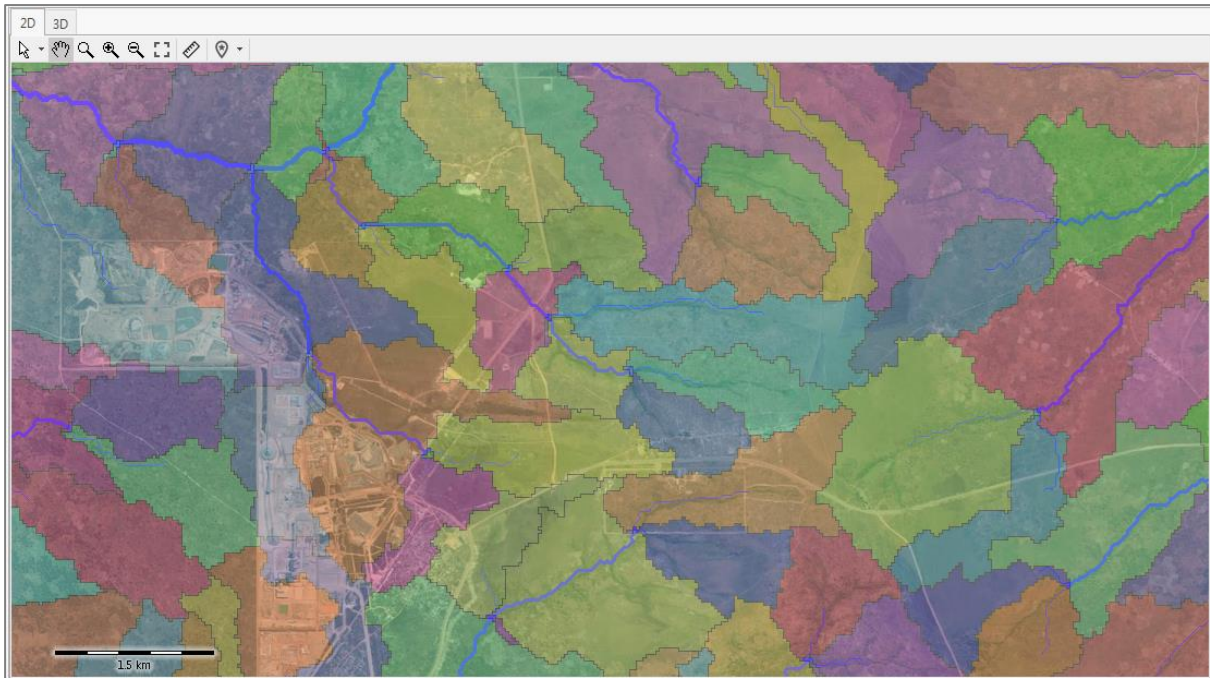


그림 12-14: 생성된 소유역 및 하천

13 도움말

선택: **Help** 메뉴는 소프트웨어 사용 및 라이선스와 관련된 도구 모음 옵션을 제공합니다. 참조: **그림 13-1**. 이러한 각 기능에 대한 자세한 설명은 다음에 제공됩니다: **테이블 13-1**.

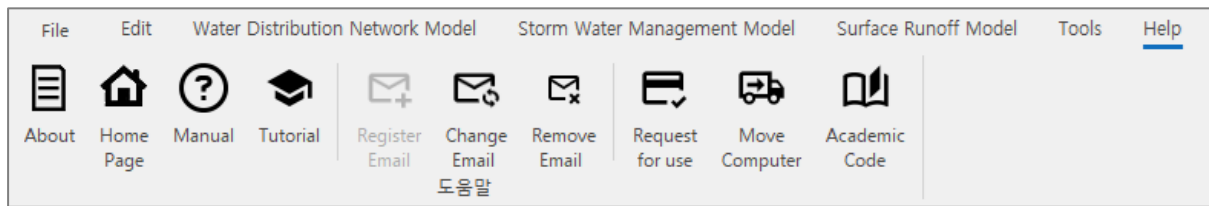


그림 13-1: 도움말 메뉴 도구 모음 옵션

테이블 13-1: 도움말 도구 모음 옵션

도구 모음 아이콘 버튼	설명
 About	버전, 저자 및 감사의 글을 포함한 소프트웨어에 대한 일반 정보를 표시합니다.
 Home Page	기본 웹 브라우저에서 소프트웨어 개발자(진보소프트)의 공식 웹사이트 또는 홈페이지를 엽니다.
 Manual	자세한 소프트웨어 안내를 위해 PDF Format의 사용자 매뉴얼을 엽니다.
 Tutorial	소프트웨어 기능 및 모델링 과정의 튜토리얼 또는 안내 과정에 대한 접근을 제공합니다. 튜토리얼이 있는 온라인 웹페이지로의 링크입니다.
 Register Email	활성화, 알림 및 라이선스 목적으로 이메일 주소를 등록할 수 있습니다. (이미 등록된 경우 회색으로 표시)
 Change Email	소프트웨어 라이선스와 연결된 등록 이메일 주소를 변경할 수 있습니다.
 Remove Email	시스템에서 등록된 이메일 주소를 삭제하여 라이선스를 비활성화합니다.
 Request for use	소프트웨어의 새 라이선스 또는 사용 권한을 요청하는 양식을 엽니다.
 Move Computer	라이선스 또는 소프트웨어 설치를 다른 컴퓨터로 이전하기 위한 도구 또는 지침을 제공합니다.
 Academic Code	교육 목적으로 일부 사용 제한이 있는 학술 버전의 라이선스 코드에 대한 접근을 허용합니다.

14 문의하기

저희 헌신적인 팀은 모든 문제에 대해 언제든지 도움을 드릴 준비가 되어 있습니다.

이메일: help@gispipe.com

인터넷: gispipe.com

15 참고문헌

Rossman, L.A. and U.S. Environmental Protection Agency (2020) *EPANET 2.2 사용자 매뉴얼*. EPA/600/R-20/133. Available at: <https://www.epa.gov/water-research/epanet> (Accessed: 1 2025년 7월).

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2022) *Storm Water Management Model (SWMM) User's Manual Version 5.2*. EPA/600/R-22/195. Available at: <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm> (Accessed: 1 2025년 7월).

부록

- A. 지원 파일 형식
- B. 측정 단위
- C. 좌표계 참조 (EPSG)
- D. 오류 및 경고
- E. 용어 사전

부록 A

지원 파일 형식

Category	formats	Extension
GISpipe Project & Simulation	GISpipe Project File	*.pgp
	EPANET Input File	*.inp
	SWMM Input File	*.inp
	EPANET Network File	*.net
Vector formats	ESRI Shapefile	*.shp
	MapInfo Interchange Format	*.mif
	Arc/Info Export Format	*.e00
	MicroStation Format	*.dgn
	Geographic Markup Language	*.gml
	Google Earth Format	*.kml
	GPS Exchange Format	*.gpx
	OpenStreetMap Format	*.osm
	MapInfo Native Format	*.tab
	Digital Line Graph	*.dlg
	Census 2000 TIGER/Line	*.rt1
	Vector Product Format (VPF)	*.lfz, *.pft, *.tff
Raster & Grid formats	Arc/Info ASCII Grid	*.asc, *.agr
	Golden Software Grid	*.grd
	IHO S-57 ENC	*.000
	Arc/Info Binary Grid	*.adf
	Binary Terrain Grid	*.bt
	Digital Terrain Elevation Data	*.dt0, *.dt1, *.dt2
	Arc/Info Float Grid	*.flt
	SDTS Vector Profile	*.ddf
	Digital Elevation Model	*.dem
	FME Feature Store	*.ffs
CAD Formats	AutoCAD Drawing	*.dxf
	AutoCAD DWG R2000	*.dwg
Raster Compression Format	Enhanced Compressed Wavelet	*.ecw
	ERDAS Imagine Format	*.img
Image formats	Windows Bitmap	*.bmp
	Portable Network Graphics	*.png
	Pictometry Oblique Image	*.jpg, *.jpeg
	Tagged Image File Format	*.tif, *.tiff
	JPEG 2000	*.jp2, *.j2k, *.jpf, *.jpx, *.jpc, *.j2c
	ERDAS Imagine Raw	*.raw
3D & Terrain formats	SDTS DEM	*.ddf
	Digital Terrain Elevation Data (DTED)	*.dt0, *.dt1, *.dt2
Other	Standard Tessellation Language (3D CAD)	*.stl

부록 B

측정 단위

참고:

CFS, GPM, AFD 또는 MGD가 flow units로 선택되면 미국 관습 단위가 적용됩니다.

flow units가 리터 또는 입방metre로 표현될 때 SI Metric 단위가 적용됩니다.

매개변수	미국 관습 단위	SI Metric
농도	mg/L 또는 ug/L	mg/L 또는 ug/L
수요	(see Flow units)	(see Flow units)
직경 (관)	inch	millimetre
직경 (탱크)	foot	metre
효율	percent	percent
표고	foot	metre
방출기 계수	flow units/ (psi) ^{1/2}	flow units/ (metre) ^{1/2}
에너지	kilowatt-hr	kilowatt-hr
유량	CFS (cubic feet/sec) GPM (gal/min) MGD (M gal/day) IMGD (Imperial MGD) AFD (acre-feet/day)	LPS (litre/sec) LPM (litre/min) MLD (M litre/day) CMH (cubic metre/hr) CMD (cu metre/day)
마찰 계수	dimensionless	dimensionless
수리 수두	foot	metre
길이	foot	metre
부차 손실 계수	dimensionless	dimensionless
동력	horsepower	kilowatt
압력	psi	metre
반응 계수 (체적)	1 st -order 1/day	1 st -order 1/day
반응 계수 (벽면)	0-order mass/L/day 1st-order/day(ft)	0-order mass/L/day 1st-order/day(metre)
조도 계수	Darcy-Weisbach 10 ⁻³ foot Otherwise dimensionless	Darcy-Weisbach millimetre Otherwise dimensionless
수원 질량 주입	mass/min	mass/min
유속	feet/sec	metre/sec
체적	cubic feet	cubic metre
수령	hour	hour

부록 C

좌표계 참조 (EPSG)

GISpipe 의 공간 데이터는 통합, 분석 및 지도 정렬을 위해 일관되고 정확한 좌표 참조 시스템(CRS)에 참조되어야 합니다. 통합, 분석 및 지도 정렬을 가능하게 합니다. EPSG 코드는 고유한 식별자로, 국제 석유 및 가스 생산자 협회(IOGP)에서 관리합니다. International Association of Oil & Gas Producers (IOGP).

이 부록은 일반적으로 사용되는 EPSG(European Petroleum Survey Group) 코드를 나열합니다. GISpipe에서 좌표계를 할당하거나 변환할 때 사용할 수 있습니다 GISpipe. 유용한 웹사이트: EPSG 코드 또는 위치로 검색할 수 있는 EPSG 정의 및 변환 매개변수의 전체 목록:

- MapTiler Team's 좌표계 Worldwide
<https://epsg.io>
- SpatialReference.org는 공간 좌표 참조에 대한 상세 정보와 참고 자료를 제공하는 포괄적인 온라인 자원입니다. <https://spatialreference.org/>
- IOGP GeoRepository 사이트에는 공인 EPSG 데이터셋이 포함되어 있습니다
<https://epsg.org/home.html>

C.1 남아프리카 좌표계

WGS84 를 기반으로 한 Hartebeesthoek94(HB94) 측지계는 남아프리카의 지리공간 데이터 국가 표준입니다. Gauss 등각 횡측 메르카토르 투영법을 2 도 경도 존으로 사용합니다.

Hartebeesthoek94 – Lo 시리즈

존 이름	중앙 자오선	EPSG 코드	설명
HB94 / Lo15	15°E	EPSG:2046	북케이프, 나미비아 국경 지역
HB94 / Lo17	17°E	EPSG:2047	북케이프 및 서케이프 서부 지역
HB94 / Lo19	19°E	EPSG:2048	서케이프 / 북케이프 (중부)
HB94 / Lo21	21°E	EPSG:2049	서케이프/북케이프 및 중부 카루
HB94 / Lo23	23°E	EPSG:2050	북케이프 동부, 프리스테이트 일부
HB94 / Lo25	25°E	EPSG:2051	프리스테이트 및 하우스텐 서부
HB94 / Lo27	27°E	EPSG:2052	하우스텐, 북서부, 프리스테이트 북부
HB94 / Lo29	29°E	EPSG:2053	프리스테이트 동부, KZN (수문학에서 일반적)
HB94 / Lo31	31°E	EPSG:2054	와줄루나탈 및 음푸말랑가 동부
HB94 / Lo33	33°E	EPSG:2055	음푸말랑가 동부, 모잠비크 국경 일부

팁: 여러 주를 걸쳐 작업하거나 국가 데이터셋을 통합할 때, 모든 데이터 레이어를 가장 주요한 EPSG 존으로 재투영하거나 지역 planar projection like UTM (아래 참조).

UTM 은 6 도 경도 존으로 나뉜 전 세계 투영 좌표계입니다.

유니버설 횡 메르카토르 (UTM)

존	반구	EPSG 코드	적용 지역
33S	남부	EPSG:32733	남아프리카 동부, eSwatini
35S	남부	EPSG:32735	남아프리카 중부~동부 (일반 UTM)
36S	남부	EPSG:32736	모잠비크 일부 및 림포포 강 유역

남아프리카의 EPSG 사용에 대한 참고사항:

- EPSG 코드를 할당하기 전에 항상 데이터와 투영법을 확인하십시오.
- 적절한 변환 없이 다른 좌표계의 데이터를 혼합하면 공간 불일치가 발생할 수 있습니다.
- 거리, 면적, 표고 또는 수리 계산을 포함하는 작업에는 투영 좌표계(예: EPSG:2053 또는 EPSG:32735)를 사용하십시오.

C.2 대한민국 좌표계

대한민국은 공간 데이터에 지리 좌표계와 투영 좌표계를 모두 사용합니다. 공식 국가 좌표계는 Korean 2000(Korea 2000 / 중부 원점)을 기반으로 하지만, 레거시 시스템은 도쿄 측지계를 기반으로 한 좌표계가 역사적 데이터에서 가끔 사용됩니다.

Korean 2000 / 횡측 메르카토르 투영법

존 이름	중앙 자오선	EPSG 코드	설명
Korea 2000 / 중부 원점	127°E	EPSG:5179	국가 표준; 지적, 공학 및 GIS에 사용
Korea 2000 / 서부 원점	125°E	EPSG:5180	서부 지역에서 사용 (예: 인천, 서울 일부)
Korea 2000 / 동부 원점	129°E	EPSG:5181	동부 지역에서 사용 (예: 강원도, 경상북도)
Korea 2000 / 동해 원점	131°E	EPSG:5182	거의 사용되지 않음; 극동 지역 또는 해양 지역을 커버

참고: EPSG:5179(중부 원점)는 대한민국 정부 및 인프라 프로젝트에서 가장 널리 채택되고 있습니다.

대한민국의 UTM 존

존	반구	EPSG 코드	적용 지역
52N	북부	EPSG:32652	대한민국 대부분을 커버 (서부/중부)
51N	북부	EPSG:32651	서쪽 가장자리 근처에서 사용 (예: 황해 해안)
53N	북부	EPSG:32653	동부 해안 지역 및 해양 구역

팁: UTM 존은 주로 과학적 응용 또는 국제 데이터셋과의 통합에 사용됩니다. 대부분의 지역 프로젝트에서는 Korean 2000이 선호됩니다. work.

대한민국의 EPSG 사용에 대한 참고사항:

- Korea 2000은 GRS80 타원체를 기반으로 하며 최신 GNSS와 호환됩니다.
- 도쿄 측지계(EPSG:4301)를 사용하는 이전 데이터셋으로 작업할 때는 좌표 변환이 필요하므로 주의하십시오.
- GISpipe는 한국 내 또는 한국과 다른 지역 간의 서로 다른 EPSG 코드의 데이터셋을 정렬하기 위한 CRS 변환을 지원합니다 (예: EPSG:5179에서 EPSG:4326).

C.3 지리 좌표계 (위도/경도)

전역 데이터 및 GPS 기반 데이터셋에 사용됩니다. 선형 단위가 없어 거리 또는 면적 계산에는 적합하지 않습니다.

지리 좌표계

이름	EPSG 코드	설명
WGS 84	EPSG:4326	전역 기본값; GPS, 위성 데이터셋에 사용
Hartebeesthoek94	EPSG:4148	남아프리카 지리 CRS (HB94, 투영되지 않음)
Korea 2000	EPSG:4162	GRS80 타원체 기반 지리 CRS
도쿄	EPSG:4301	2000년 이전에 사용된 구 데이터; 레거시 데이터 확인

부록 D 오류 및 경고

ID	설명 (EPANET 오류 코드)
101	사용 가능한 메모리가 부족하여 분석이 종료되었습니다.
110	An 분석 was 종료됨 때문에 the 관망 수리 방정식 수 not be 풀림. 확인 for 부분 of the 관망 not 가지는 any 물리적 링크 back to a tank or 저수지 또는 관망 입력 데이터의 비합리적인 값에 대해 발생합니다.
200	One or more 오류 were 감지됨 in the 입력 데이터. The 성질 of the 오류 will be de- 아래에 나열된 200번대 오류 메시지에 의해 설명됩니다.
201	관망 데이터에서 생성된 입력 파일의 한 줄에 구문 오류가 있습니다. 이는 EPANET 외부에서 사용자가 작성한 .INP 텍스트에서 발생했을 가능성이 높습니다.
202	속성에 잘못된 숫자 값이 할당되었습니다.
203	객체가 정의되지 않은 절점을 참조합니다.
204	객체가 정의되지 않은 링크를 참조합니다.
205	객체가 정의되지 않은 시간 패턴을 참조합니다.
206	객체가 정의되지 않은 곡선을 참조합니다.
207	An 시도 is made to 제어 a 체크 밸브. Once a pipe is assigned a 확인 밸브 상태 with the 속성 Editor, its 상태 불가 be changed by 또는 simple or 규칙 기반 controls.
208	정의되지 않은 절점을 참조했습니다. 제어문에서 발생할 수 있습니다: 예시.
209	절점 속성에 잘못된 값이 할당되었습니다.
210	참조 was made to an 미정의 링크. This 수 발생 in a 제어 문 for 예시.
211	링크 속성에 잘못된 값이 할당되었습니다.
212	수원 추적 분석이 정의되지 않은 추적 절점을 참조합니다.
213	분석 옵션에 잘못된 값이 있습니다 (예: 음수 시간 간격 값).
214	입력 파일에서 읽은 한 줄에 너무 많은 문자가 있습니다. *.INP 파일의 줄은 255자로 제한됩니다.
215	두 개 이상의 절점 또는 링크가 같은 ID 라벨을 공유합니다.
216	정의되지 않은 펌프에 대한 에너지 데이터가 제공되었습니다.
217	펌프에 대한 잘못된 에너지 데이터가 제공되었습니다.
219	A 밸브 is 불법적으로 연결됨 to a 저수지 or 탱크. A PRV, PSV or FCV 불가 저수지 또는 탱크에 직접 연결될 수 없습니다. 둘을 분리하기 위해 관을 사용하십시오.
220	밸브 is illegally connected to another valve. PRV는 같은 하류 절점을 공유하거나 직렬로 연결할 수 없으며, PSV는 같은 상류 절점을 공유하거나 직렬로 연결할 수 없으며, PSV는 PRV의 하류 절점에 직접 연결할 수 없습니다.
221	규칙 기반 제어에 잘못 배치된 절이 포함되어 있습니다.
223	분석할 관망에 절점이 충분하지 않습니다. 유효한 관망에는 최소 하나의 탱크/저수지와 하나의 접합점이 포함되어야 합니다.
224	관망에 탱크 또는 저수지가 하나 이상 없습니다.
225	탱크에 대해 잘못된 하한/상한 수위가 지정되었습니다 (예: 하한 수위가 상한 수위보다 높음).

ID	설명 (EPANET 오류 코드)
226	No pump 곡선 or 동력 등급 was 제공됨 for a 펌프. A pump must 또는 be 펌프 곡선 속성에 곡선 ID 또는 동력 속성에 동력 등급을 할당해야 합니다. 두 속성이 모두 할당된 경우 펌프 곡선이 사용됩니다.
227	펌프에 유효하지 않은 펌프 곡선이 있습니다. 유효한 펌프 곡선은 유량 증가에 따라 수두가 감소해야 합니다.
230	곡선의 X값이 증가하지 않습니다.
233	절점이 어떤 링크에도 연결되어 있지 않습니다.
302	시스템이 임시 입력 파일을 열 수 없습니다. 선택한 EPANET 임시 폴더에 쓰기 권한이 할당되어 있는지 확인하십시오.
303	시스템이 상태 보고서 파일을 열 수 없습니다. 참조: Error 302.
304	시스템이 이진 출력 파일을 열 수 없습니다. 참조: Error 302.
308	결과를 파일에 저장할 수 없습니다. 디스크가 가득 차면 발생할 수 있습니다.
309	보고서 파일에 결과를 쓸 수 없습니다. 디스크가 가득 차면 발생할 수 있습니다.

부록 E 용어 사전

용어	정의
분석	EPANET을 시뮬레이션 엔진으로 사용하여 관망 전체의 수리 또는 수질 거동을 계산하는 과정입니다.
체적 계수	관 내부 흐름에서 화학 성분의 성장 또는 감소를 모델링하는 반응 속도 계수입니다.
교정	압력, 유량 또는 잔류 염소와 같은 관측된 시스템 거동과 일치하도록 모델 매개변수를 조정하는 과정입니다.
등고선도	GISpipe에서 관망 전체에 걸쳐 색상 코드화된 매개변수 값(예: 표고, 압력)을 보여주는 그래픽 표시입니다.
좌표계 (EPSG)	지도 공간에서 모델을 지리참조하는 데 사용되는 공간 참조 시스템입니다. GISpipe는 사용자 지정 EPSG 코드를 지원합니다 (e.g., 32735 for UTM Zone 35S).
수요	절점에서 시스템으로부터의 취수율로, 일반적으로 m^3/hr or CMH.
수요 패턴	시간 경과에 따른 변동을 시뮬레이션하기 위해 접합점의 기본 수요에 적용되는 시변 승수입니다.
소블록 (구역계량구역)	물 배분의 모니터링 및 관리에 사용되는 대규모 관망 내의 정의된 하위 관망 또는 구역입니다.
방출기 계수	압력의 함수로서 방출기(예: 스프링클러 또는 누수)를 통한 유량을 나타냅니다.
EPANET	관망의 압력, 유량 및 수질을 계산하는 시뮬레이션 엔진입니다. GISpipe는 EPANET을 사용하여 수리 및 수질 모델을 실행합니다.
flow units	모델 전체에서 유량을 정의하는 데 사용되는 단위입니다 (e.g., CMH, LPS, GPM). GISpipe는 flow units의 선택 및 변환을 허용합니다.
그래프 도구	GISpipe에서 사용자가 절점 또는 링크에 대한 시계열 또는 매개변수별 그래프를 생성할 수 있는 유틸리티입니다.
수리학	주어진 조건에서 관망을 통한 물의 이동(유량, 압력, 수두손실)에 대한 연구입니다.
초기 상태	시뮬레이션 시작 시 링크(예: 관, 펌프, 밸브)의 운영 상태로, 열림, 닫힘 또는 활성입니다.
접합점	관이 연결되고 수요가 배치될 수 있는 관망 절점입니다.
레이어	관, 접합점, 밸브 또는 탱크와 같은 관망 데이터를 포함하는 GIS 요소입니다. GISpipe 레이어는 EPSG에 등록되어 있으며 켜기/끄기를 전환할 수 있습니다.
링크	관망의 두 절점 간의 연결로, 일반적으로 관, 펌프 또는 밸브입니다.
부차 손실 계수	관의 곡관부, 이음부 또는 밸브로 인한 추가 수두손실을 나타내는 계수입니다.
절점	접합점, 저수지 또는 탱크와 같은 관망 모델의 점 객체로, 표고, 수요 또는 압력을 가질 수 있습니다.
패턴	수요, 수두 또는 에너지 가격의 시간적 변화를 모델링하는 데 사용되는 시간 기반 승수 배열입니다.
관	관망 모델에서 한 절점에서 다른 절점으로 가압 물 흐름을 운반하는 도관입니다.
압력	절점에서 물이 가하는 단위 면적당 힘으로, 일반적으로 수주 metre(mWC) 또는 psi로 측정됩니다.

용어	정의
속성 편집기	선택한 관망 구성요소의 속성 데이터를 보거나 수정할 수 있는 GISpipe의 인터페이스 섹션입니다.
수질 분석	관망에서의 화학 물질 이송, 수량 또는 수위 추적 시뮬레이션 관망.
재계산 (관 길이)	공간 지오메트리를 기반으로 관 길이를 자동으로 재계산하는 GISpipe 기능입니다.
저수지	고정 수리 수두를 가진 무한 수원을 나타내는 경계 절점입니다.
조도 계수	관의 마찰을 나타내기 위해 수두손실 방정식(예: Hazen-Williams C 계수)에서 사용되는 값입니다.
규칙 기반 제어	시스템 조건에 따라 펌프 또는 밸브 운영을 제어하는 논리 기반 명령입니다.
시뮬레이션	시스템 거동을 계산하기 위해 사용자 정의 매개변수, 제어 및 패턴을 사용한 모델 실행입니다.
스켈레브레이터	더 빠른 시뮬레이션을 위해 불필요한 절점 또는 링크를 제거하여 관망 레이아웃을 단순화하는 도구입니다.
탱크	시뮬레이션 중에 채워지거나 비워질 수 있는 저류 체적을 나타내는 절점입니다.
밸브	PRV, PSV, FCV 및 차단 밸브를 포함하여 유량 또는 압력을 제어하는 관망 구성요소입니다.
유속	관을 통해 물이 이동하는 속도로, 일반적으로 초당 metre(m/s)로 표현됩니다.
작업 모드	지도 보기에서 마우스 동작을 제어하는 GISpipe에서 선택된 작업 모드(예: 선택, 절점 추가, 꼭짓점 편집)입니다.