

# WatPro

Water Treatment Simulator for Predicting Water  
Quality



사용자 매뉴얼

Copyright ©1992-2018

Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. (HESS, Inc.)

및 하이드로소프트사 판권 소유

No part of this work covered by copyright may be reproduced in any form or by any means - graphic, electronic or mechanical, including photocopying, recording, taping, or storage in an information retrieval system - without the prior written permission of the copyright owner.

The information contained within this document is subject to change without notice. HESS, Inc. makes no warranty of any kind with regard to this material, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. HESS, Inc., shall not be liable for errors contained herein or for incidental consequential damages in connection with the furnishing, performance, or use of this material.

### **Trademarks**

WatPro and all other Hydromantis trademarks and logos mentioned and/or displayed are trademarks or registered trademarks of Hydromantis, Inc. in Canada and in other countries.



[www.hydrosoft.co.kr](http://www.hydrosoft.co.kr)

**하이드로소프트**

# 목 차

1. 소개 .....	3
1.1 WatPro 개요 .....	3
2. 정수처리 시설 설계.....	4
2.1 정수처리 플랜트 예시.....	4
2.2 도구바와 메뉴 .....	5
2.3 레이아웃 작성에 대한 빠른 개요 .....	8
2.3.1 단위 공정 선택하기.....	8
2.3.2 흐름 연결하기.....	9
2.3.3 데이터 입력 .....	11
2.3.4 Hotspots 설정.....	13
2.3.5 레이아웃 이름 바꾸기 .....	14
3. 시뮬레이션 및 출력 결과 .....	15
3.1 시뮬레이션 실행하기 .....	15
3.2 결과 보기.....	16
3.3 보고서 생성 .....	18
4. 모델 보정 .....	19
4.1 소독부산물 형성.....	19
4.1.1 TTHM 형성 보정.....	19
4.1.2 Chlorite 형성 보정 .....	21
4.1.3 Chlorate 형성 보정 .....	22
4.2 염소 감소(Chlorine Decay).....	23
4.2.1 초기 염소 요구량.....	23
4.2.2 염소 감소 보정(Chlorine Decay Calibration) .....	24
4.3 이산화염소 소비(Chlorine Dioxide Consumption).....	25
5. 민감도 분석.....	27
5.1 민감도 분석 설정 .....	27

5.2 민감도 분석 결과 .....	28
6. 추가 항목 .....	30
6.1 파일 내에서 다중 레이아웃 작성하기 .....	30
6.2 확대 및 축소 .....	30
6.3 유출수 허용치 설정하기 .....	30
6.4 시스템 기본 설정 변경하기 .....	31
6.5 흐름 라인 재정렬하기 .....	33
6.6 스트림 속성의 빠른 확인 .....	33
6.7 Hotspots 사용 .....	34
6.8 빠른 편집기에 매개변수 추가하기 .....	35

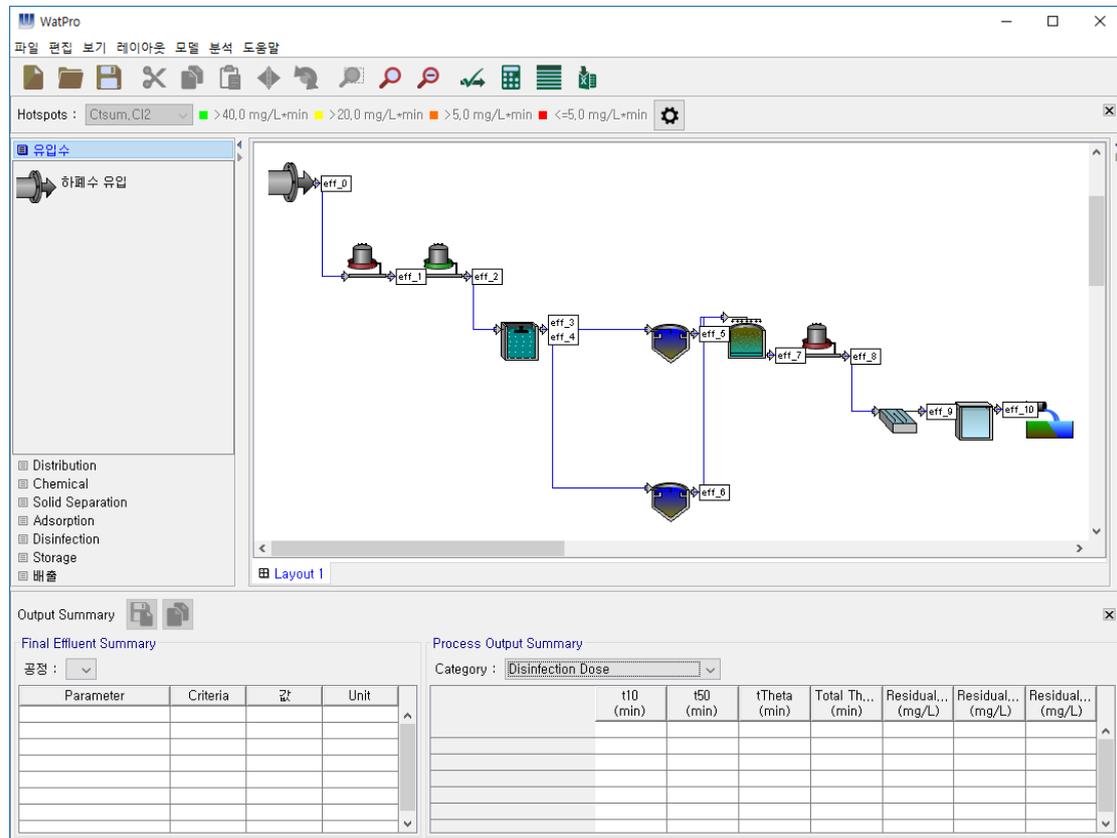
# 1. 소개

## 1.1 WatPro 개요

WatPro는 미생물 및 화학적 관점에서 정수처리 공정의 성능을 빠르고 쉽게 평가할 수 있는 방법을 제공합니다. 이 소프트웨어는 소독 부산물(DBP) 형성, Giardia 및 바이러스의 불활성화, 유기물 제거, 소독제 감소 및 pH의 정상상태 분석을 수행할 수 있습니다. 모델의 처리 공정은 모식도로 표현됩니다.

## 2. 정수처리 시설 설계

정수처리 시설 모식도는 WatPro 모델의 중심으로 아래 그림과 같이 정수처리 설계도가 표시됩니다.



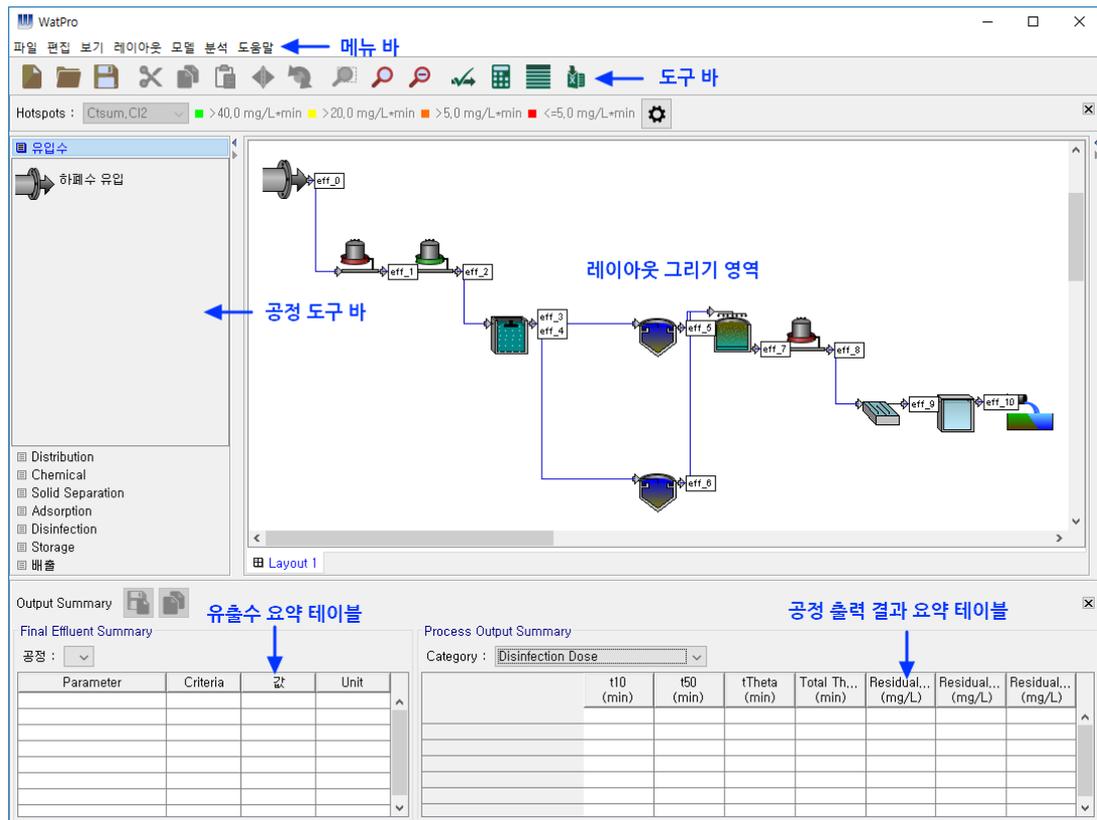
### 2.1 정수처리 플랜트 예시

샘플 레이아웃에서 제공되는 예제 플랜트는 다음 공정들로 구성되어 있습니다.

- 원수 유입
- 전 염소처리 및 약품 투입 (alum)
- 급속 혼화/응집
- 침전지
- 여과지
- 후 염소처리 및 접촉조
- 약품 투입 (염화 제1철)
- 정수지
- 유출수

## 2.2 도구바와 메뉴

이 섹션에서는 사용자가 시뮬레이션에서 사용할 수 있는 다양한 기능 및 구성에 익숙해지도록 WatPro 인터페이스에 대한 간략한 소개를 드립니다. WatPro는 아래와 같이 프로그램 창으로 시작합니다. 프로그램 창에는 메뉴 바, 도구 바, Hotspot 바, 공정 도구 바 및 레이아웃 그리기 영역이 있습니다. 또한 유출수 수질과 공정 출력 결과를 요약한 두 개의 빠른 출력 테이블을 포함합니다.



**메뉴 바** - 메뉴 바는 파일(File), 편집(Edit), 보기(View), 레이아웃(Layout), 모델(Model), 분석(Analysis) 및 도움말(Help)와 같은 메뉴 항목들로 이루어져 있습니다. 각 메뉴 항목에서는 아래 그림과 같이 사용할 수 있는 다양한 명령들이 있습니다.

**파일 메뉴**는 WatPro 파일을 검색하고 저장하기 위한 명령을 포함합니다.

**편집 메뉴**는 그리기 영역에서 레이아웃을 편집하기 위한 명령을 제공합니다.

**보기 메뉴**는 그리기 영역에 레이아웃을 표시하기 위한 다양한 옵션을 제공합니다. 또한, 시스템 단위, 슬로버(slover)의 정확성 및 사용자 기본설정과 같은 모델 설정을 보기 위한 명령도 포함합니다.

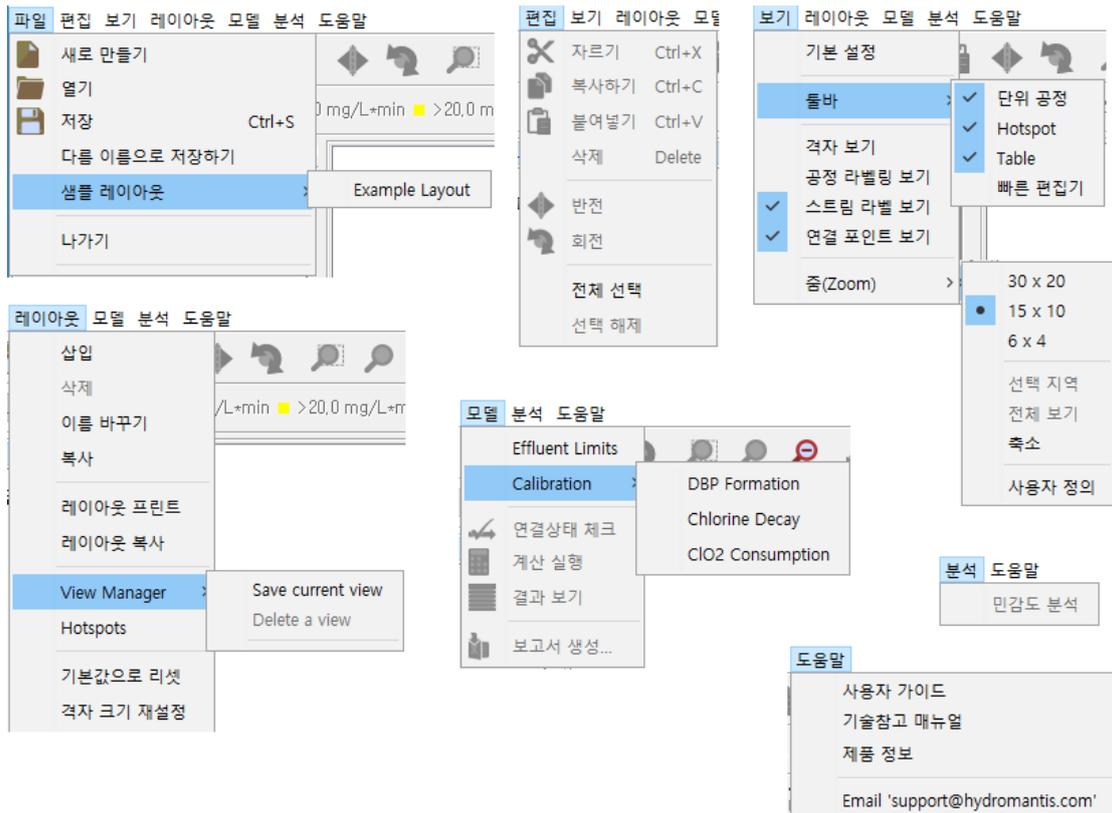
**레이아웃 메뉴**는 동일한 파일에서 여러 레이아웃을 관리하는 명령을 제공합니다. 또한 사이트 속성 및 hotspot과 같은 명령이 포함되어 있으며 레이아웃 관련 속성을 설정하는데 사용됩니다.

**모델 메뉴**에는 레이아웃이 완전히 정의된 후 결과 확인, 계산 및 보기 명령이 포함됩니다. 모델

모드에는 공정 연결이 완료되었는지 확인하고, 출력 보고서의 형식을 정의하고, 모델을 실행하고, 사이트별 보정된 매개 변수로 모델을 사용자화하고, 소독 부산물 hotspot을 식별하는 옵션이 있습니다.

분석 메뉴는 DBP 형성, 미생물 소독능 또는 다른 수질 매개변수에 대한 모델링 매개변수의 효과를 사용자가 조사할 수 있게 하는 민감도 분석을 제공합니다.

도움말 메뉴에서는 사용자 가이드와 기술 참고서를 확인할 수 있습니다.



도구 바 - 도구 바에는 WatPro에서 가장 많이 사용되는 명령 버튼이 있습니다. 도구 바의 명령에서 사용할 수 있는 메뉴 항목과 해당 명령은 다음과 같습니다.



**파일**

- 새 레이아웃
- 레이아웃 열기
- 레이아웃 저장

**편집**

- 자르기
- 복사
- 붙여넣기
- 지우기
- 반사
- 회전

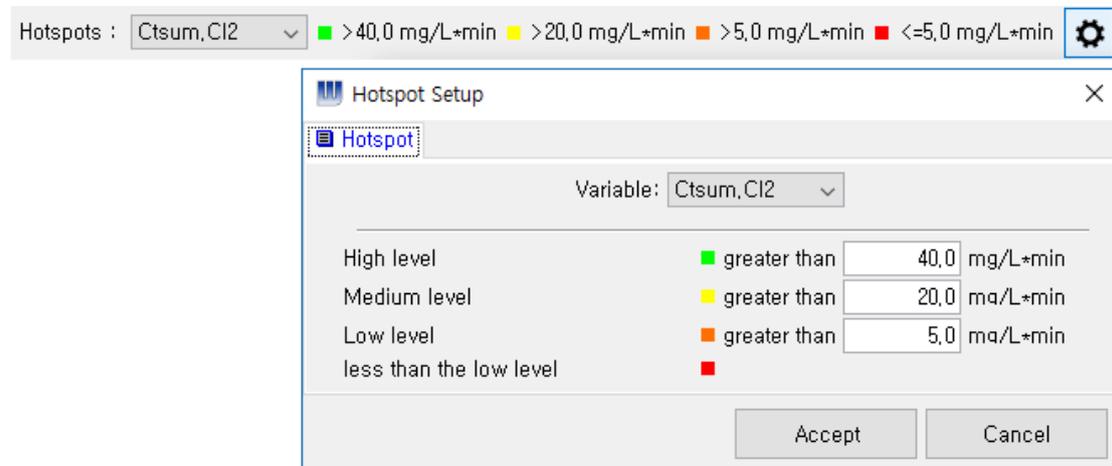
**보기**

- 선택영역 확대
- 전체 플랜트 확대
- 축소

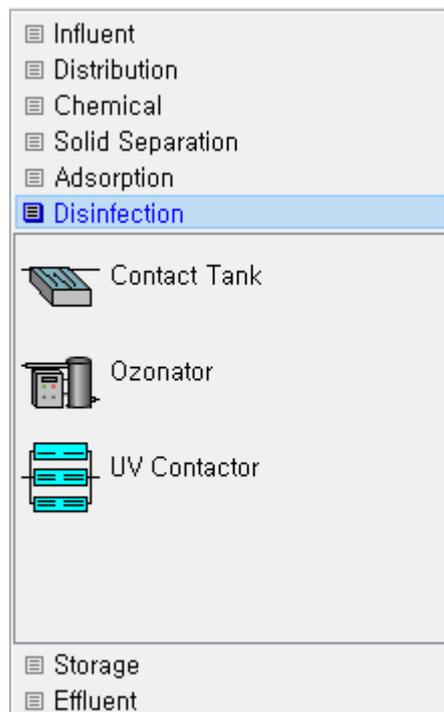
**모델**

- 연결 확인
- 계산
- 보고서 보기
- 보고서 만들기

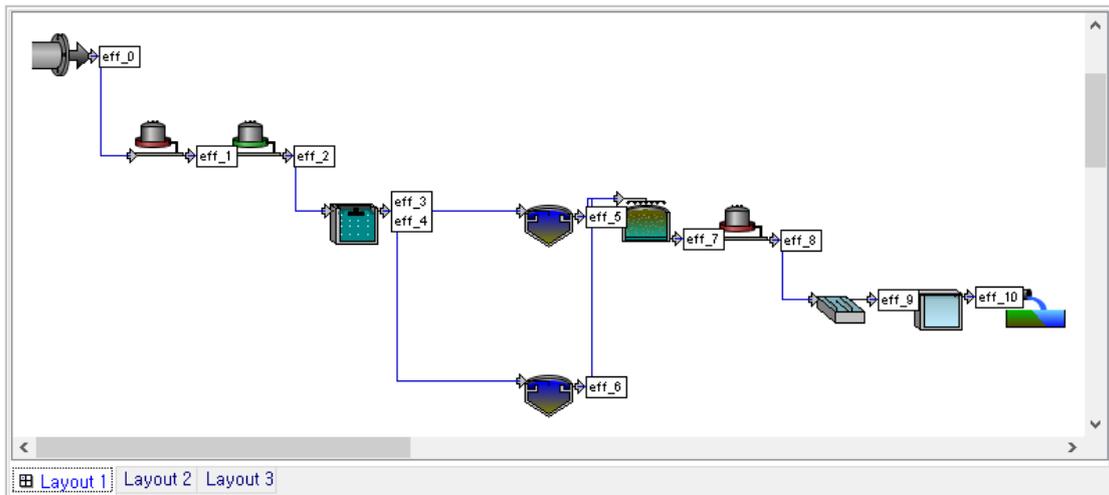
Hot Spot 바 - Hot Spot 바는 hot spot 디스플레이 설정을 보고 편집할 수 있도록 합니다. 또한 다른 매개 변수 한계에 사용되는 현재 색상 코드를 보여줍니다.



공정 도구 바 - 공정 도구 바는 레이아웃 작성을 위한 WatPro에서 사용가능한 모든 단위 공정을 제공합니다. 공정 단위는 유입수(Influent), 분배(Distribution), 화학약품(Chemical), 고형물 분리(solid Separation), 흡착(Adsorption), 소독(Disinfection), 저장(Storage) 및 유출수(Effluents)의 서로 다른 범주로 분류됩니다. 모든 목록에서 사용 가능한 단위 공정은 목록 탭을 클릭하여 사용할 수 있습니다.



레이아웃 그리기 영역 - 레이아웃 그리기 영역은 단위 공정을 배치하고 연결하여 분석을 위한 공정 모식도를 만드는 데 사용됩니다. 레이아웃 그리기 영역은 그리기 영역의 왼쪽 하단에 나타나는 레이아웃 이름에만 적용됩니다.



최종 유출수 요약 테이블 - 레이아웃이 계산된 후, 테이블은 레이아웃에 대한 최종 유출수 수질과 수질 기준을 나타내 줍니다.

공정 출력결과 요약 테이블 - 레이아웃이 계산된 후, 테이블은 시스템 내의 모든 공정들의 출력 결과를 보여줍니다.

Final Effluent Summary				Process Output Summary							
Process : Water				Category : Disinfection Dose							
Parameter	Criteria	Value	Unit		t10 (min)	t50 (min)	tTheta (min)	Total T... (min)	Residu... (mg/L)	Residu... (mg/L)	Residu... (mg/L)
<b>Disinfectants</b>											
Effluent Chlorine	4.0	1.0399	mg/L	Influent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Effluent Chlorine Dioxide	0.8	0.0	mg/L	Disinfectant Addition	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Effluent Chloramines	1.0	0.0	mg/L	Chemical Addition	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
<b>DBPs</b>				Flocculator	5.76	40.32	57.6	40.32	0.394336	0.0	0.0
TTHMs	100.0	86.0314	ug/L	Settling Basin	11.52	80.64	115.2	120.96	0.316137	0.0	0.0
HAA5s	100.0	116.315	ug/L	Settling Basin(2)	11.52	80.64	115.2	120.96	0.316137	0.0	0.0
Chlorite	1.0	0.0	mg/L	Filtration	43.2	77.76	86.4	198.72	0.268027	0.0	0.0

## 2.3 레이아웃 작성에 대한 빠른 개요

정수처리 시설을 만들기 위해 메뉴 항목에서 **파일(File) > 새로 만들기(New)**를 클릭하여 비어 있는 그리기 영역으로 시작합니다.

### 2.3.1 단위 공정 선택하기

플랜트 레이아웃을 준비하려면 그리기 영역의 왼쪽에 있는 단위 공정 테이블에서 단위 공정을 선택합니다. 단위 공정 테이블은 다양한 단위 공정을 포함하는 다양한 탭으로 구성됩니다. 탭을 클릭하면 탭이 확장되고 해당 탭에서 사용 가능한 단위 공정의 세부 정보가 나타납니다.

단위 공정을 도면 보드에 배치하려면 단위 공정을 사용할 수 있는 탭을 클릭한 다음 단위 공정을 그리기 영역의 원하는 위치로 끌어다 놓습니다(drag & drop).

그리기 영역에서 단위 공정을 제거하려면 해당 공정에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하고 팝업 창에서 삭제(delete)를 선택합니다. 단위 공정을 삭제하는 또 다른 방법은 단위 공정을 왼쪽 클

릭한 다음[객체 주위에 빨간색 테두리가 나타납니다] 편집(Edit) 메뉴 또는 도구 바에서 삭제 명령을 선택하는 것입니다. 키보드의 삭제 키를 사용하여 단위 공정을 삭제할 수도 있습니다.

한 셀에서 다른 셀로 단위 공정을 이동하려면 공정을 새 위치로 끌어다 놓기만 하면 됩니다. 이동 작업은 선택한 공정 그룹에 대해 수행할 수도 있습니다.

모든 공정들이 그리기 영역에 추가되면 보기 > 줌(Zoom)을 클릭하고 "전체 보기(Entire Plant)"를 선택하여 화면보기를 최적화합니다 (참고: "전체 플랜트 확대(Zoom to Entire Plant)" 명령은 도구 바에서도 사용할 수 있습니다).

단위 공정 배치 후 그리기 영역이 아래 그림과 같이 나타나도록 합니다.



공정 모식도가 완료될 때까지 단위 공정 아이콘을 계속 클릭하여 그리기 영역에 배치합니다.

### 2.3.2 흐름 연결하기

필요한 모든 공정들을 그리기 영역에 배치한 후에는 단위 공정들 간의 흐름 연결을 정의해야 합니다.

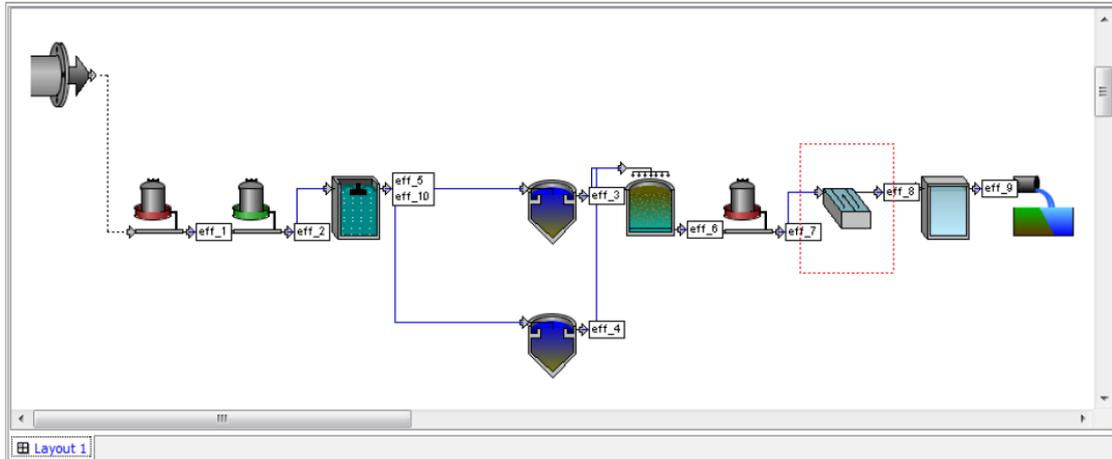
두 공정을 연결하려면 연결이 시작되는 단위 공정의 출구방향 화살표 연결 지점에 마우스를 위치시킵니다. 커서가 올바른 위치에 오면 커서가 회색 화살표로 바뀝니다.



해당 출구방향 화살표에서 다른 단위 공정의 입구로 화살표를 클릭하고 드래그합니다. 커서가 입구 화살표 연결의 적절한 위치에 있으면 커서가 녹색으로 변경되어 수용 가능한 연결임을 나타냅니다.

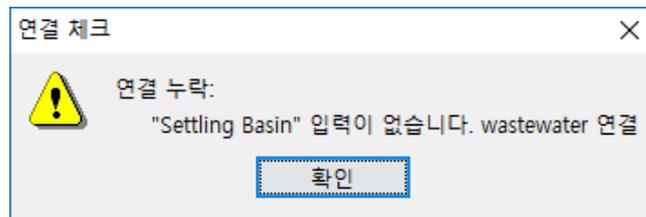


마우스 버튼을 놓으면 단위 공정간 연결선이 나타납니다. 연결이 잘못되었거나 수정해야하는 경우 단위 공정 간의 연결을 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 "연결 삭제(Delete Connection)"를 선택하여 기존 연결을 삭제할 수 있습니다.



모든 공정의 연결이 완료되면 "모델/연결 확인(Model/Check Connections)" 메뉴 명령을 선택합니다. 공정 연결이 누락된 경우 모델은 연결이 필요한 공정의 위치를 나타냅니다.

**참고: 연결 확인(Check Connection)** 기능은 누락된 연결만 식별하므로 연결이 정확한지는 확인할 수 없습니다.



WatPro에는 보기(**View**) 메뉴에서 액세스 할 수 있는 몇 가지 표시 옵션이 있습니다. 공정 라벨을 표시하거나 숨기려면 보기의 **공정 라벨 표시(Display Process Labels)**를 선택/선택 취소합니다. 마찬가지로 스트림 라벨을 표시하거나 숨기려면 보기의 **스트림 라벨 표시(Display Stream Labels)**를 선택/선택 취소합니다. 그리기 영역의 빈 셀을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 **공정 라벨 표시** 또는 **스트림 라벨 표시**를 선택하여 공정 및 스트림 라벨 표시를 켜거나 끌 수 있습니다.

**참고:** Watpro는 공정 및 스트림 라벨을 자동으로 할당합니다. 공정 라벨은 공정 객체가 공정 테이블에서 그리기 영역으로 배치될 때 지정됩니다. 스트림 라벨은 연결 지점이 하류의 객체에 연결되면 지정됩니다. 자동으로 할당된 라벨을 다른 이름으로 변경하려면 공정 객체를 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 팝업 창에서 **라벨 편집(Edit Labels)**을 선택합니다. 라벨 편집 창의 공정/스트림 라벨 필드에 새로운 공정/스트림 라벨을 입력합니다. **승인(Accept)**을 눌러 변경 사항을 확인합니다.

### 2.3.3 데이터 입력

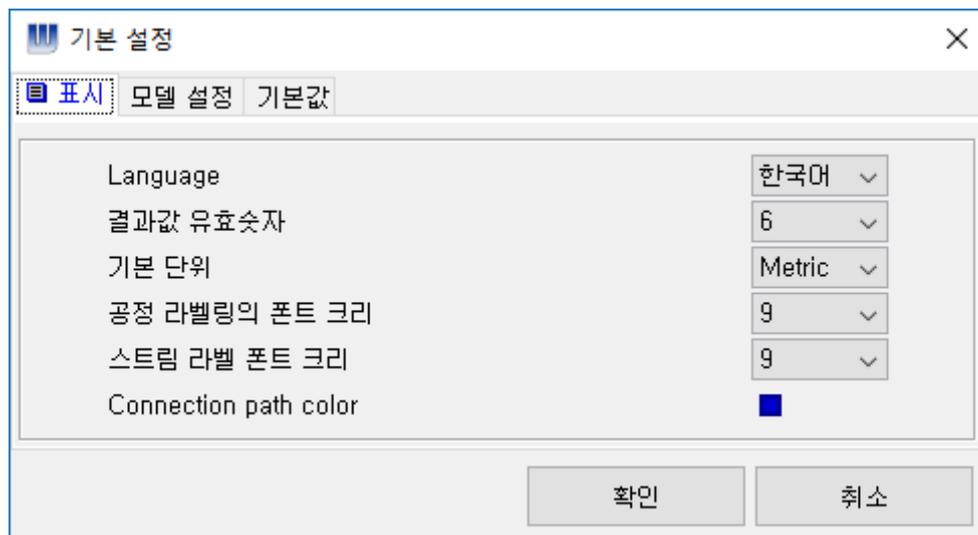
일단 모식도가 확인되면 공정 데이터 입력을 시작할 수 있습니다.

**참고:** WatPro는 데이터 입력을 세 가지 범주(전역 데이터(Global Data), 레이아웃 세부 데이터(Layout Specific Data) 및 단위 공정 세부 데이터(Unit Process Specific Data))로 구성합니다.

#### 2.3.3.1 전역 데이터(Global Data)

전역 데이터 양식은 보기(View) 메뉴로 이동하여 기본설정(Preferences) 명령을 클릭하여 접근할 수 있습니다.

전역 데이터는 프로젝트 파일의 모든 레이아웃에 대한 디스플레이 및 모델 설정을 제어합니다. 디스플레이 설정 탭에서 출력 숫자의 유효 자릿수 및 기본 단위 시스템(미터법, US)과 같은 설정을 사용자가 수정할 수 있습니다. 모델 설정 탭에서 사용자는 정상 상태 솔버의 정확도를 설정하고 부유 성장 공정에 대한 생물학적 모델을 선택할 수 있습니다.

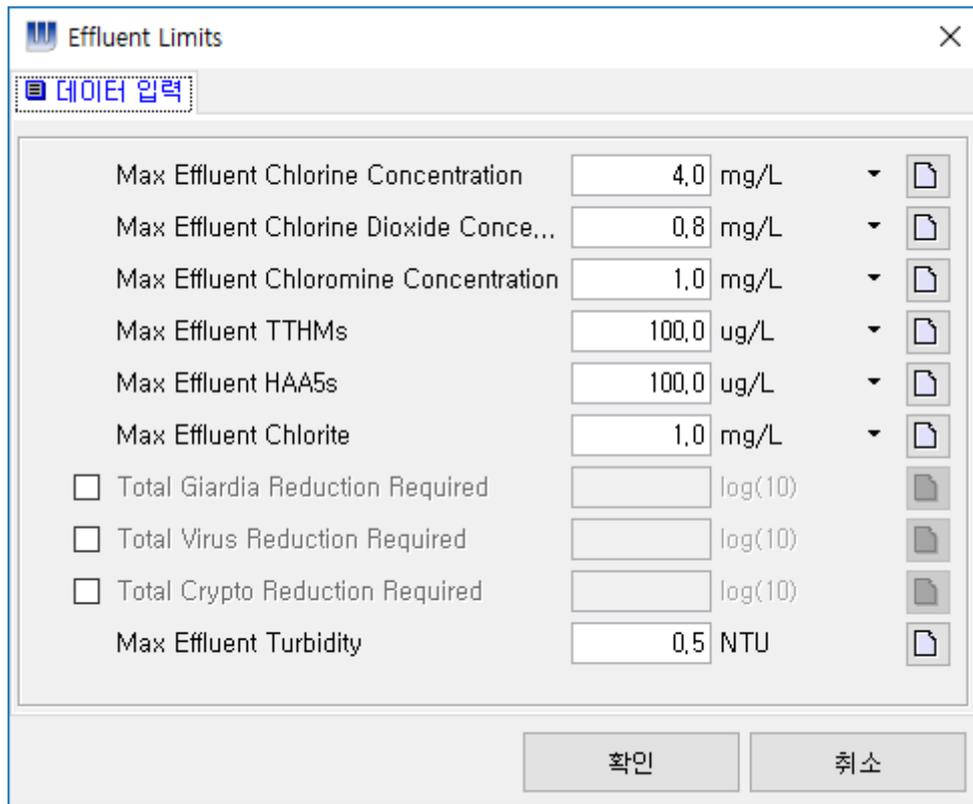


#### 2.3.3.2 레이아웃 세부 데이터

레이아웃 세부 데이터는 레이아웃에 적용 가능하며 레이아웃마다 다르게 설정할 수 있습니다.

이 데이터 값은 레이아웃 메뉴의 Hotspot 설정 및 모델 메뉴의 유출수 제한(Effluent Limits) 및 보정(Calibration) 옵션입니다.

유출수 제한 대화 상자는 유출수에서 충족되어야 하는 농도 한계를 입력하는 데 사용됩니다.



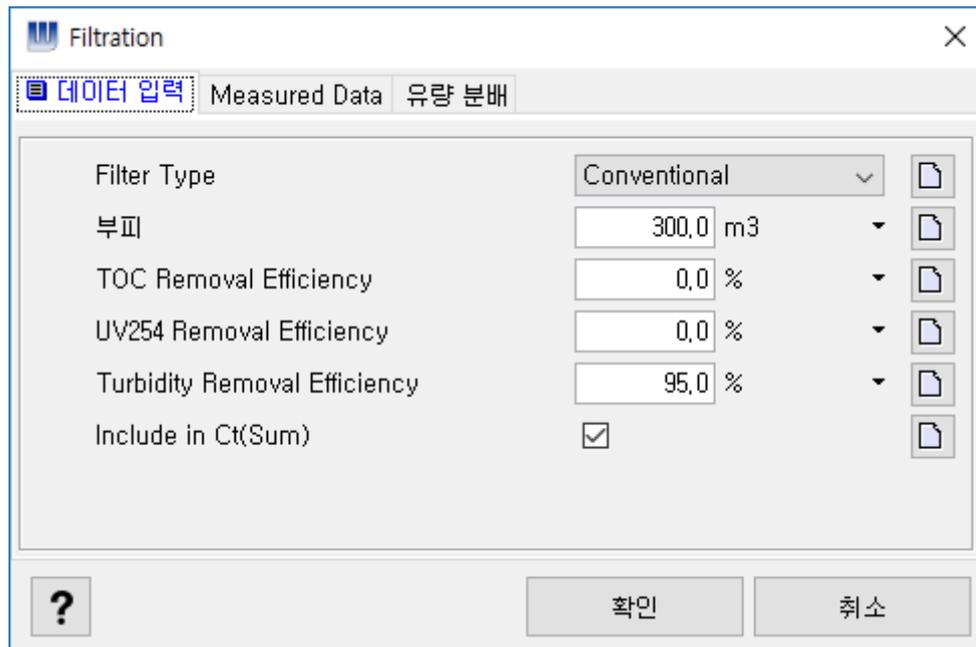
처리시설의 최종 처리수가 소독 부산물(총 THM, HAA<sub>5</sub>, chlorite, chlorate), 소독 잔류물(염소, 클로라민, 이산화염소) 또는 탁도의 최대 허용 농도를 초과하는 경우 이 처리수는 수질기준을 만족하지 못한 것으로 간주됩니다. 앞에서 논의했던 최종 유출수 요약 테이블은 기준에 미달하는 매개변수를 나타낼 것입니다.

WatPro는 EPA의 지표수 처리 규칙에 명시된 유입수 Giardia 포낭 농도에 근거하여 Giardia 및 바이러스 불활성화에 대한 플랜트의 요구 조건을 결정합니다. 이 요구 조건은 상자를 선택하여 대체할 수 있습니다.

### 2.3.3.3 단위 공정 데이터

단위 공정 데이터를 지정하려면 그리기 영역의 각 공정을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 *파라미터 편집*을 선택한 다음 대화 상자에서 데이터 입력을 완료합니다. 기본값을 변경하면 디스플레이 색이 파란색으로 바뀝니다. 이 색상 변경은 사용자가 모델에서 변경된 값을 추적하는데 도움이 됩니다. 변경이 완료되고 사용자가 커서를 필드 위로 가져 가면 원래의 기본값을 볼 수 있습니다. 도구 설명에 기본값이 표시됩니다.

**참고:** 기본 단위 이외의 단위로 데이터를 입력하려면 단위 라벨을 클릭하고 팝업 창에서 필요한 단위를 선택하십시오.



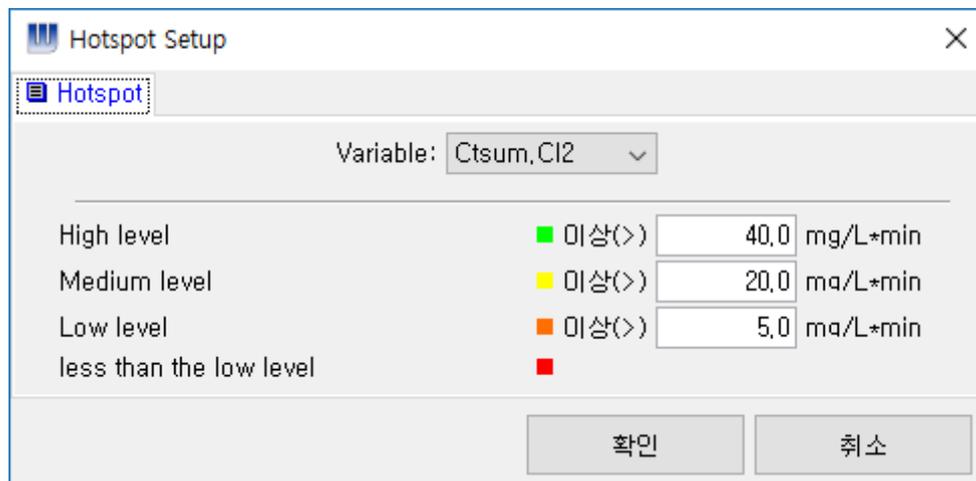
참고: 왼쪽 아래 모서리에 있는 "도움말" 버튼은 각 입력 매개변수가 의미하는 바를 자세히 설명합니다.

### 2.3.4 Hotspots 설정

"Hotspots" 기능을 사용하면 처리시설에서 선택된 변수에 대해 중요하지 않거나 중요한 소스인 공정들을 시각적으로 차별화할 수 있습니다. Hotspots 기능이 활성화되면 단위 공정이 농도에 따라 다른 색상으로 둘러싸여 나타납니다.

Hotspots의 레벨을 설정하려면 레이아웃 메뉴 항목에서 **Hotspots**을 선택합니다. 값을 변경한 후 **확인** 버튼을 클릭하여 설정을 확정합니다.

Hotspot은 hotspot 도구 바가 보기 > 툴바 메뉴에서 활성화된 경우에만 표시됩니다.



### 2.3.5 레이아웃 이름 바꾸기

레이아웃 이름은 그리기 영역의 왼쪽 하단에 나타납니다. 탭을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 드롭 다운 메뉴에서 **이름 바꾸기**를 선택합니다. 레이아웃 이름 변경 창에 새 이름을 입력하고 **확인**을 눌러 변경 내용을 적용합니다.

### 3. 시뮬레이션 및 출력 결과

#### 3.1 시뮬레이션 실행하기

계산을 시작하기 위하여 도구 바에서 계산 버튼을 클릭합니다.



레이아웃이 계산된 후에 hotspots이 활성화된 경우 단위 공정들 주변이 다른 색상으로 표시됩니다. 다른 색상이 나타나지 않으면 보기 > 툴바 메뉴에서 **Hotspots** 을 선택하여 hotspots 표시를 활성화합니다. Hotspots 기능을 사용하면 선택한 매개변수의 주요 소스를 빠르게 식별할 수 있습니다.

The screenshot shows the WatPro software interface. At the top, there's a menu bar and a toolbar. Below that, a 'Hotspots' legend is visible, showing color-coded boxes for different concentration ranges: green (>40.0 mg/L\*min), yellow (>20.0 mg/L\*min), orange (>5.0 mg/L\*min), and red (<=5.0 mg/L\*min). The main workspace displays a process flow diagram with various units like tanks and filters, some of which are highlighted in red, orange, or yellow. On the left, there's a sidebar with a tree view of process categories including 'Storage', 'Disinfection', etc. At the bottom, there are two summary tables: 'Final Effluent Summary' and 'Process Output Summary'.

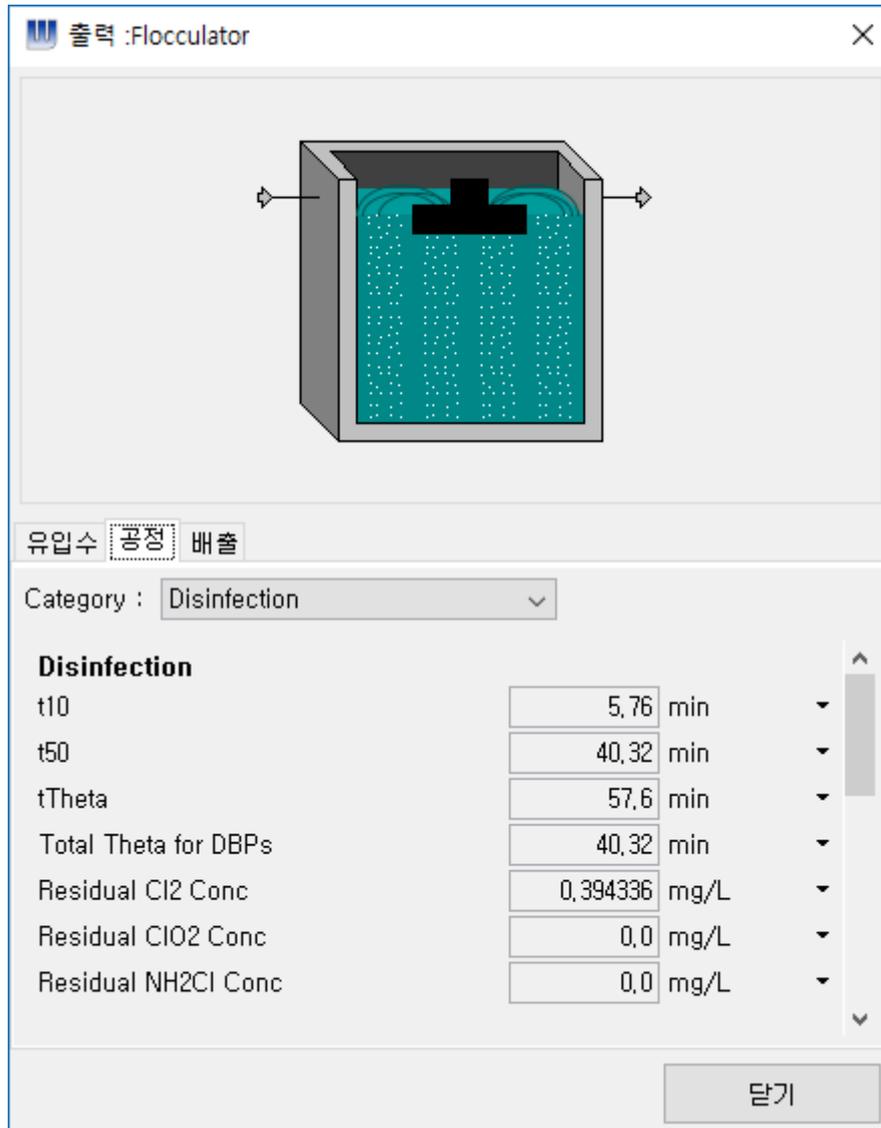
Parameter	Criteria	값	Unit
<b>Disinfectants</b>			
Effluent Chlorine	4.0	1.0399	mg/L
Effluent Chlorine Dioxide	0.8	0.0	mg/L
Effluent Chloramines	1.0	0.0	mg/L
<b>DBPs</b>			
TTHMs	100.0	86.0314	ug/L
HAA5s	100.0	116.315	ug/L
Chlorite	1.0	0.0	mg/l

	t10 (min)	t50 (min)	tTheta (min)	Total Th... (min)	Residual... (mg/L)	Residual... (mg/L)	Residual... (mg/L)
Influent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disinfectant Addition	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chemical Addition	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Flocculator	5.76	40.32	57.6	40.32	0.394336	0.0	0.0
Settling Basin	11.52	80.64	115.2	120.96	0.316137	0.0	0.0
Settling Basin(2)	11.52	80.64	115.2	120.96	0.316137	0.0	0.0
Filtration	43.2	77.76	86.4	198.72	0.268027	0.0	0.0

### 3.2 결과 보기

레이아웃을 성공적으로 계산한 후에는 여러 가지 방법으로 시뮬레이션 결과를 볼 수 있습니다.

- (1) 해당 공정을 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 **결과 보기(View Results)**를 선택하여 해당 공정의 출력결과를 봅니다.



- (2) 전체 레이아웃의 시뮬레이션 결과에 대한 자세한 요약 보려면 툴바에서 결과보기 단추를 사용하는 것이 좋습니다.



결과

	Influent eff_0	Disinfecta... eff_1	Chemical... eff_2	Flocculator eff_3	Flocculator eff_4	Settling B... eff_5	Settling B... eff_6
Flow Rate (m3/d)	5000,0	5000,0	5000,0	2500,0	2500,0	2500,0	2500,0
pH (-)	7,5	7,5	7,5	7,03503	7,03503	7,03503	7,03503
TOC (mg/L)	3,0	3,0	3,0	2,26281	2,26281	2,26281	2,26281
UV254 (1/cm)	0,8	0,8	0,8	0,313375	0,313375	0,313375	0,313375
Temperature (deg C)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Ammonia (mg/L)	0,05	0,05	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
Alkalinity (mg/L)	100,0	100,0	100,0	87,9615	87,9615	87,9615	87,9615
Hardness (mg/L)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Turbidity (NTU)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25
Ca(aq) (mg/L)	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Mg(aq) (mg/L)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Carbonates(aq) (mg/L)	214,914	214,914	214,914	214,914	214,914	214,914	214,914
CaCO3(p) (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgOH(p) (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Other Anion (Ca') (moles/L)	0,0020018	0,00203001	0,00223191	0,00223726	0,00223726	0,00223726	0,00223726
Other Cation (Cb') (moles/L)	0,00199827	0,00199827	0,00199827	0,00199827	0,00199827	0,00199827	0,00199827
TTHM (ug/L)	0,0	0,0	0,0	39,0175	39,0175	47,3995	47,3995
CHCl3 (ug/L)	0,0	0,0	0,0	32,1192	32,1192	38,3212	38,3212
CHBrCl2 (ug/L)	0,0	0,0	0,0	5,09138	5,09138	6,80943	6,80943
CHBr2Cl (ug/L)	0,0	0,0	0,0	0,724498	0,724498	1,03984	1,03984
CHBr3 (ug/L)	0,0	0,0	0,0	1,08248	1,08248	1,22898	1,22898
Chlorite (mg/l)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

닫기

- (3) 최종 유출수 요약 테이블 및 공정 출력결과 요약 테이블은 최종 유출수 및 모든 공정에 대한 시뮬레이션 결과를 표시합니다. 이 데이터는 표 왼쪽 상단에 있는 데이터 내보내기(Export Data) 및 클립 보드로 표 복사(Copy Table to Clip Board) 단추를 사용하여 Excel 또는 시스템 클립 보드로 내보낼 수 있습니다.

Output Summary

Final Effluent Summary				Process Output Summary									
Parameter	Criteria	값	Unit	Category : Disinfection Dose									
				t10 (min)	t50 (min)	tTheta (min)	Total Th... (min)	Residual... (mg/L)					
<b>Disinfectants</b>				Influent	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Effluent Chlorine	4,0	1,0399	mg/L	Disinfectant Addition	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Effluent Chlorine Dioxide	0,8	0,0	mg/L	Chemical Addition	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	
Effluent Chloramines	1,0	0,0	mg/L	Flocculator	5,76	40,32	57,6	40,32	0,394336	0,0	0,0	0,0	
<b>DBPs</b>				Settling Basin	11,52	80,64	115,2	120,96	0,316137	0,0	0,0	0,0	
TTHMs	100,0	86,0314	ug/L	Settling Basin(2)	11,52	80,64	115,2	120,96	0,316137	0,0	0,0	0,0	
HAA5s	100,0	116,315	ug/L	Filtration	43,2	77,76	86,4	198,72	0,268027	0,0	0,0	0,0	
Chlorite	1,0	0,0	mg/l										

### 3.3 보고서 생성

WatPro는 위의 데이터 보기 및 내보내기 기능 외에도 사용자가 모든 공정 및 흐름 스트림에 대한 정보가 포함된 정교한 보고서를 생성할 수 있습니다.

보고서를 생성하려면 모델 메뉴에서 보고서 생성을 선택하고 원하는 설정을 선택합니다.



## 4. 모델 보정

WatPro에서는 모델링한 여러 매개변수를 특정 사이트 데이터에 맞게 조정할 수 있습니다. 조정할 수 있는 매개 변수는 다음과 같습니다.

- \* 형성된 DBPs(총 THMs, HAAs, chlorite, chlorate)
- \* 소비된 염소(초기 수요, 감소, 필터 요구량)
- \* 소비된 이산화염소(초기 수요, 소비)

WatPro에서 방정식을 보정하기 전에 사용자가 보정할 매개변수와 관련된 수학적 모델에 익숙해지는 것이 좋습니다(자세한 내용은 기술 참조 문서 참조).

### 4.1 소독부산물 형성

#### 4.1.1 TTHM 형성 보정

총 트리할로메탄(TTHM) 형성 보정 대화 상자는 **모델 > Calibration > DBP Formation** 메뉴에서 찾을 수 있습니다.

DBP Formation Calibration

TTHM Chlorite Chlorate

$$\text{TTHM} = K1 \cdot (\text{TOC} \cdot \text{UV}_{254})^{K2} \cdot (\text{BR} + 1)^{K3} \cdot (\text{pH} - 2.6)^{K4} \cdot T^{K5} \cdot \text{Cl}_{\text{Dose}}^{K6} \cdot (t^{K7} - t_p^{K7})$$

K1	0,00309	K5	1,06
K2	0,44	K6	0,409
K3	0,0358	K7	0,265
K4	0,715		

확인 취소

**K1.....K7:** 일반적인 TTHM 방정식을 보정하기 위해 할당된 변수입니다.

**TOC:** 물 내의 총 유기탄소 농도

**UV<sub>254</sub>:** 물 1 cm(cm<sup>-1</sup>)에 의한 파장 254 nm에서의 자외선의 흡광도

**BR:** 물 내의 브롬화물 농도(mg/L)

**ClDose:** 단위 공정에 할당된 염소량

**T:** 온도 (°C)

**t:** 고려중인 단위 공정의 종료시의 시간( $t_{50}$ ) (hr)

**tp:** 고려중인 단위 공정의 시작시의 시간(이전) ( $t_{50}$ ) (hr)

WatPro 총 THM (TTHM) 모델의 보정은 보정되지 않은 Amy 모델 (Amy et al., 1987)과 비교하여 모델의 예측 정확도를 향상시킵니다. 특히 수원의 온도가 약 15°C (60°F) 이하로 떨어지면 모델의 예측 정확도가 향상됩니다.

TTHM 모델의 보정은 스프레드 시트 패키지 또는 통계 소프트웨어 패키지를 사용하여 수행할 수 있습니다. 보정은 측정된 TTHM 농도와 보정된 모델에 의해 예측된 농도 사이의 제곱 차이의 합을 최소화하는 루틴을 사용하여 수행됩니다.

Amy 모델(Mathematical Models 장 참조)의 기본 매개변수는 다음과 같습니다.

매개변수	기본 값	매개변수	기본 값
K1	0.00309	K5	1.06
K2	0.440	K6	0.409
K3	0.0358	K7	0.265
K4	0.715		

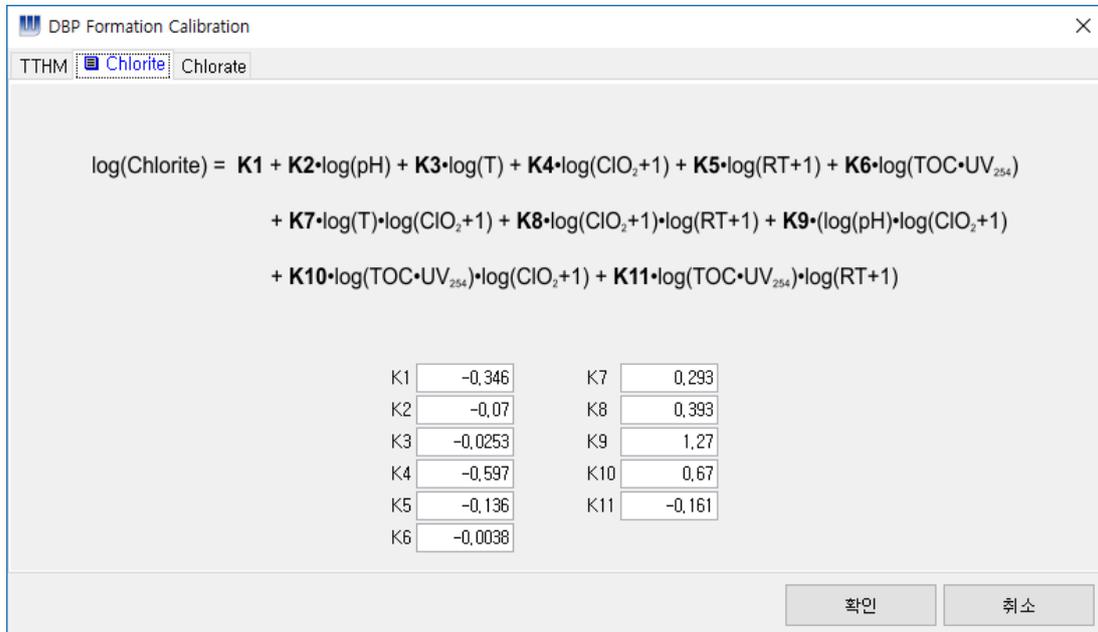
보정된 모델에서, 상기 매개변수는 관찰 측정된 TTHM 농도와 보다 밀접하게 일치하는 형성 모델을 만들기 위해 상기 표시된 절차에 의해 조정됩니다.

모델은 각 배치 반응기에서 형성된 TTHM 농도를 계산합니다. 따라서, 만약 전체 공정에서 여러 보정 점을 사용하는 경우 누적 예상 TTHM 농도를 연습에 사용해야 합니다. 보정 포인트 간의 시간 증가는 모델에서 사용됩니다. 새로운 염소 첨가 점이 생기면, 모델 보정에 사용된 시간 값이 주입 점에서 0으로 재설정되고 이후 반응 시간이 다시 증가하기 시작합니다. Amy 모델은 염소 반응 시간을 시간 단위로 사용합니다.

Amy 모델은  $\mu\text{mole/L}$  단위로 TTHM 형성을 예측합니다. Mathematical Models 장의 평균 분자량(AMW) 식은  $\mu\text{mole/L}$  단위에서  $\mu\text{g/L}$  단위로 농도를 변환하는데 사용됩니다.

### 4.1.2 Chlorite 형성 보정

아염소산(Chlorite) 생성 보정 대화 상자는 **모델 > Calibration > DBP Formation** 메뉴에서 찾을 수 있습니다.



**K1.....K11:** 일반 chlorite 방정식을 보정하기 위해 할당된 변수

**T:** 온도 (°C)

**ClO2:** 이산화염소 농도, mg/L

**RT:** 반응 시간 (hours)

WatPro는 다중 매개변수 비선형 다항식을 사용하여 각 반응조의 chlorite 형성을 추정합니다. 방정식에서 두 매개변수 상호 작용에 대한 용어는 Korn(1998)에 의해 개발되었습니다. WatPro에서 사용된 이 방정식에서 TOC는 Korn(1998)이 지정한 NPOC(non-purgeable organic carbon) 매개변수 대신에 사용되었습니다. Chlorite 형성 모델의 보정은 보정되지 않은 식과 비교하여 모델의 예측 정확도를 향상시키려는 시도가 가능합니다.

Korn(1998)이 개발한 방정식에 사용된 경험적 매개변수의 기본값은 다음과 같습니다.

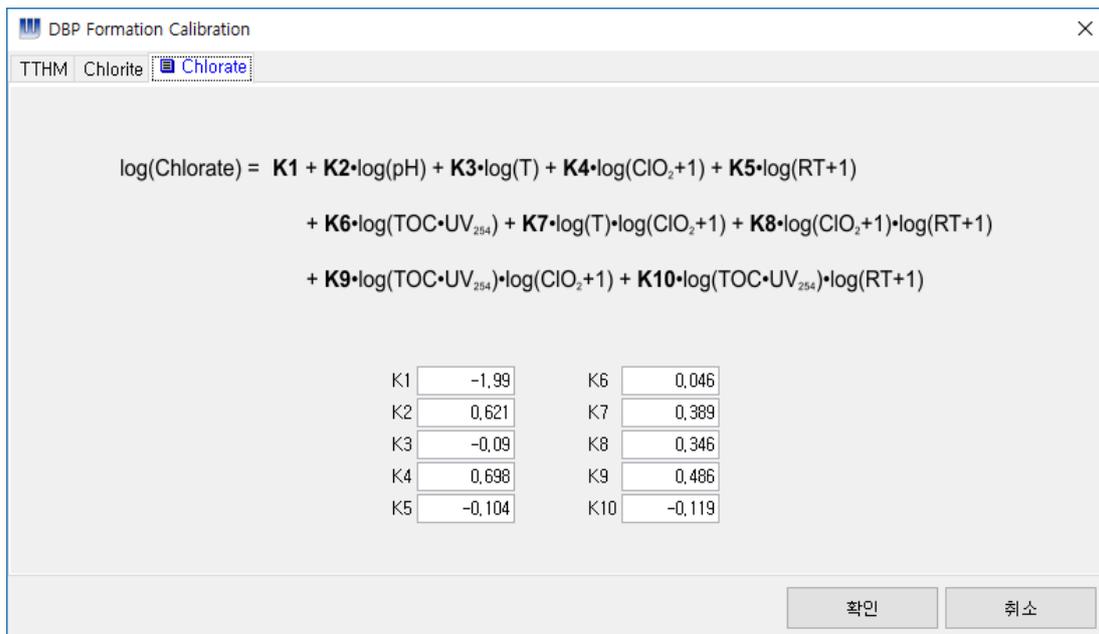
매개변수	기본 값	매개변수	기본 값
K1	-0.346	K7	0.293
K2	-0.07	K8	0.393
K3	-0.0253	K9	1.27
K4	-0.597	K10	0.67
K5	-0.136	K11	-0.161
K6	-0.0038		

모델의 보정은 스프레드 시트 패키지 또는 통계 소프트웨어 패키지를 사용하여 수행할 수 있습니다. 보정은 측정된 chlorite 농도와 보정된 모델에 의해 예측된 것과의 제곱 차이의 합을 최소화하는 루틴을 사용하여 수행됩니다.

이 모델은 각 배치 반응기에서 형성되는 로그 chlorite 농도(mg/L 단위)를 계산합니다. 따라서 전체 공정을 통해 여러 보정 점을 사용하는 경우 누적된 chlorite 농도가 연습에 사용되어야 합니다. 보정 포인트 간의 시간 증가는 모델에서 사용됩니다. 새로운 이산화염소 첨가점이 생기면, 모델 보정에 사용된 시간 값은 주입 지점에서 0으로 재설정되고 이후 반응 시간은 다시 증가하기 시작합니다. 각각의 새로운 이산화염소 첨가점에서, ClO<sub>2</sub>의 초기 요구량은 그 지점의 잔류 농도가 0 일 때만 행해지게 됩니다.

### 4.1.3 Chlorate 형성 보정

Chlorate 생성 보정 대화 상자는 **모델 > Calibration > DBP Formation** 메뉴에서 찾을 수 있습니다.



WatPro는 다중 매개변수 비선형 다항식을 사용하여 각 반응조에서 chlorate 형성을 추정합니다. 방정식에서 두 매개변수 상호 작용에 대한 용어는 Korn(1998)에 의해 개발되었습니다. WatPro에서 사용된 이 방정식에서 TOC는 Korn(1998)이 지정한 NPOC(non-purgeable organic carbon) 매개변수 대신에 사용되었습니다. Chlorate 형성 모델의 보정은 보정되지 않은 식과 비교하여 모델의 예측 정확도를 향상시키려는 시도가 가능합니다.

Korn (1998)이 개발한 방정식에 사용된 경험적 매개변수의 기본값은 다음과 같습니다.

매개변수	기본 값	매개변수	기본 값
K1	-1.99	K6	0.046
K2	0.621	K7	0.389
K3	-0.09	K8	0.346
K4	0.698	K9	0.486
K5	-0.104	K10	-0.119

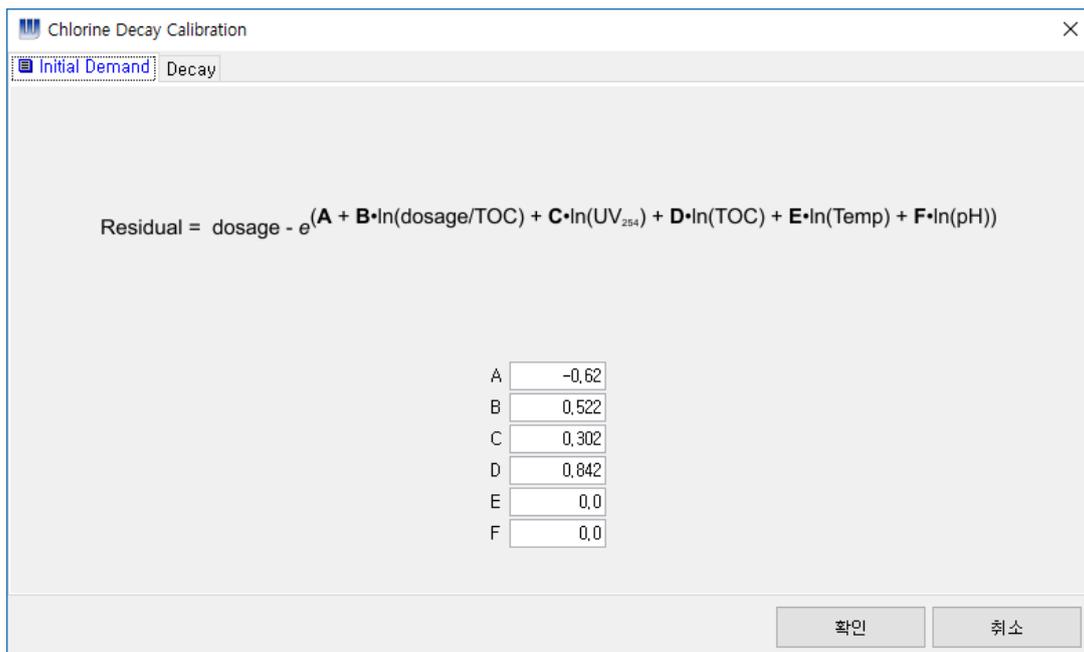
모델의 보정은 스프레드 시트 패키지 또는 통계 소프트웨어 패키지를 사용하여 수행할 수 있습니다. 보정은 측정된 chlorate 농도와 보정된 모델에 의해 예측된 농도의 제곱 차이의 합을 최소화하는 루틴을 사용하여 수행됩니다.

모델은 각 배치 반응기에서 형성되는 로그 chlorate 농도(mg/L 단위)를 계산합니다. 따라서 전체 공정을 통해 여러 보정 점이 사용되는 경우 누적된 chlorate 농도를 연습에 사용해야 합니다. 보정 포인트 간의 시간 증가는 모델에서 사용됩니다. 새로운 이산화염소 첨가 점이 생기면, 모델 보정에 사용된 시간 값은 주입 지점에서 0으로 재설정되고 이후 반응 시간은 다시 증가하기 시작합니다. 각각의 새로운 이산화염소 첨가 점에서, ClO<sub>2</sub>의 초기 요구량은 그 지점의 잔류 농도가 0 일 때만 행해지게 됩니다.

## 4.2 염소 감소(Chlorine Decay)

### 4.2.1 초기 염소 요구량

초기 염소 요구량 보정 대화 상자는 **모델 > Calibration > Chlorine Decay** 메뉴에서 찾을 수 있습니다.



초기 염소 요구량 방정식에 사용된 경험적 매개변수의 기본값은 다음과 같습니다.

매개변수	기본 값	매개변수	기본 값
A	-0.62	D	0.842
B	0.522	E	0
C	0.302	F	0

보정가능한 초기 염소 요구량 방정식의 형태는 WatPro에서 사용되는 기본 방정식과 유사합니다(Mathematical models 장 참조). 더 많은 융통성을 제공하기 위해 온도(Temp)와 pH의 추가 조건이 포함되었습니다. 초기 요구량 방정식을 보정할 때 암모니아의 존재로 인한 요구량이 별도로 고려된다는 점에 유의해야한다. 결과적으로, 염소 투입량은 암모니아 요구량이 충족된 후의 농도를 반영해야 합니다.

초기 요구량 모델의 보정은 실험 데이터 또는 현장 데이터를 사용하여 충분한 데이터가 이용 가능한 경우(예를 들어, 짧은 샘플 간격)를 사용하여 달성될 수 있습니다. 스프레드시트 소프트웨어 또는 통계 패키지는 보정 목적으로 사용될 수 있습니다.

#### 4.2.2 염소 감소 보정(Chlorine Decay Calibration)

염소 감소 보정 대화상자는 **모델 > Calibration > Chlorine Decay** 메뉴에서 찾을 수 있습니다.

Chlorine Decay Calibration

Initial Demand  Decay

$$K = \frac{e^{(A + B \cdot \ln(\text{dosage}/\text{TOC}) + C \cdot \ln(\text{UV}_{254}) + D \cdot \text{pH} + E \cdot \text{Temp} + F \cdot \ln(\text{Temp}) + G \cdot \ln(\text{TOC}))}}{\text{dosage}^H}$$

Use Order:

Use 1st Order when Cl2/TOC >

1st Order		2nd Order	
A1	-1.67	A2	-2.44
B1	0.0	B2	-1.57
C1	1.0	C2	0.799
D1	0.0	D2	0.422
E1	0.0	E2	0.0
F1	0.0	F2	0.0
G1	2.73	G2	0.0
H1	0.0	H2	1.0

확인 취소

방정식에 사용된 경험적 매개변수의 기본값은 다음과 같습니다.

매개변수	기본 값		매개변수	기본 값	
	1 <sup>st</sup> 반응	2 <sup>nd</sup> 반응		1 <sup>st</sup> 반응	2 <sup>nd</sup> 반응
A	-1.67	-2.44	E	0	0
B	0	-1.57	F	0	0
C	1	0.799	G	2.73	0
D	0	0.422	H	0	1

감쇠 방정식의 형태는 WatPro에서 사용되는 기본 모델과 유사합니다(Mathematical models 장 참조). 온도(Temp)를 고려한 추가 용어가 보정 유연성을 높이기 위해 포함되었습니다. G의 값은 사용자가 Mathematical models 장에서 제시된 것과 같은 형태의 1차 및 2차 방정식을 유지할 수 있게 합니다. 예를 들어, G가 0으로 설정되면 방정식의 형식은 Mathematical models 장에 제시된 1차 감쇠 방정식과 유사합니다. 위의 그림에서 "Both"로 설정된 주문 옵션과 염소 투입량 대 TOC 비 상자는 사용되는 감쇠 방정식이 1차 또는 2차 이어야 하는지 또는 두 가지 조합을 사용해야 하는지를 나타내는데 사용됩니다. 둘 다 사용된다면 염소 투입량 대 TOC 비를 사용하여 감소가 1차 반응인 지점과 어떤 지점이 2차 반응인지를 결정합니다.

염소 감소 보정은 실험 데이터 또는 현장 데이터를 사용하여 수행할 수 있습니다. 스프레드시트 소프트웨어 또는 통계 패키지는 보정 목적으로 사용될 수 있습니다.

### 4.3 이산화염소 소비(Chlorine Dioxide Consumption)

이산화 염소 소비 보정 대화상자는 **모델 > Calibration > CLO2 Consumption** 메뉴에서 이용할 수 있습니다.

Chlorine Dioxide Consumption Calibration

$$\log(\text{ClO}_2 \text{ consumed}) = K1 + K2 \cdot \log(\text{pH}) + K3 \cdot \log(\text{T}) + K4 \cdot \log(\text{ClO}_2 + 1) + K5 \cdot \log(\text{RT} + 1) + K6 \cdot \log(\text{TOC} \cdot \text{UV}_{254}) + K7 \cdot \log(\text{T}) \cdot \log(\text{ClO}_2 + 1) + K8 \cdot \log(\text{ClO}_2 + 1) \cdot \log(\text{RT} + 1) + K9 \cdot \log(\text{TOC} \cdot \text{UV}_{254}) \cdot \log(\text{ClO}_2 + 1) + K10 \cdot \log(\text{TOC} \cdot \text{UV}_{254}) \cdot \log(\text{T})$$

K1	-0.482	K6	0.162
K2	0.338	K7	0.361
K3	-0.0934	K8	0.258
K4	0.455	K9	0.336
K5	-0.0288	K10	-0.114

확인      취소

보정 가능한 이산화염소 소비 방정식의 형태는 WatPro에서 사용되는 기본 방정식과 유사합니다 (Mathematical models 장 참조).

WatPro는 다중 매개변수 비선형 다항식을 사용하여 각 반응조의 이산화염소 소비를 예측합니다. 방정식에 포함된 두 매개변수 상호 작용에 대한 용어는 Korn(1998)에 의해 개발되었습니다. WatPro에서 사용된 이 방정식에서 TOC는 Korn(1998)이 지정한 NPOC(non-purgeable organic carbon) 매개변수 대신에 사용되었습니다. 이산화염소 소비 모델의 교정은 실험 데이터 또는 현장 데이터를 사용하여 보정되지 않은 식과 관련하여 모델의 예측 정확도를 향상시키려고 시도할 수 있습니다. 최근 스프레드시트 소프트웨어 패키지(예: MS Excel) 또는 통계 패키지는 보정 목적으로 사용할 수 있습니다. Korn(1998)이 개발한 방정식에 사용된 경험적 매개변수의 기본값은 다음과 같습니다.

매개변수	기본 값	매개변수	기본 값
K1	-0.482	K6	0.162
K2	0.338	K7	0.361
K3	-0.0934	K8	0.258
K4	0.455	K9	0.336
K5	-0.0288	K10	-0.114

## 5. 민감도 분석

민감도 분석 기능을 통해 사용자는 정수 처리장에서 다양한 설계 및 운전 조건의 영향을 확인할 수 있습니다. 본질적으로 민감도 분석은 다른 모든 테스트 조건을 일정하게 유지하면서 관심있는 매개변수의 크기를 조정합니다. 이를 통해 사용자는 유출수 수질 관리에서 가장 중요한 요인을 평가할 수 있습니다.

### 5.1 민감도 분석 설정

처리장 레이아웃이 적절히 구성되면 민감도 분석을 실행할 수 있습니다. 민감도 분석을 설정하려면 분석 메뉴에서 민감도 분석을 선택합니다. 민감도 분석 설정 창에서 공정의 위치, 독립변수(X) 및 종속변수(Y)를 설정합니다.

다음은 민감도 분석 대화 상자 예제입니다.

민감도 분석을 평가할 범위를 명시해야 합니다. 이를 수행하려면 먼저 공정에서 지정된 현재 값을 기록합니다. 그런 다음 효과를 조사할 범위에 대해 최소 값과 최대 값을 설정합니다. 평가를 위한 충분한 수의 지점들을 얻기 위한 단계 수를 설정합니다.

### 민감도 분석 옵션

**Y축 대상 공정(Y):** 처리 플랜트가 처리된 플랜트 유출수로 하나 이상의 공정 스트림을 갖는 경우 여기에서 선택합니다. 처리수 스트림이 하나만 있는 경우 기본적으로 선택됩니다.

**위치:** 스크롤 다운 메뉴를 사용하여 변경할 매개변수가 포함된 단위 공정을 선택합니다.

**매개변수(X):** 스크롤 다운 메뉴를 사용하여 달라지는 매개변수(독립 변수, X)를 선택합니다.

**현재 값:** 단위 공정에서 입력된 독립 변수의 현재 값을 나타내며 변경할 수 없습니다.

**최소값:** 독립 변수(X)에 사용할 최저 값에 대한 사용자 입력입니다.

**최대값:** 독립 변수(X)에 사용될 최고 값에 대한 사용자 입력입니다.

**구간 단위 개수:** 민감도 분석을 테스트하는 데 사용되는 숫자 매개변수 값(낮은 X 값과 높은 X 값 사이)을 나타냅니다.

### 스케일 옵션

민감도 분석의 범위는 작은 범위에서 수십 배 이상으로 다양할 수 있습니다. 관심이 가장 큰 민감도 분석 곡선의 부분에 따라 사용자는 범위의 중간 지점을 선형 기준 또는 로그 기준으로 추정하도록 선택할 수 있습니다.

**선형 분포:** 낮은 요소와 높은 요소를 설정하여 결정된 범위는 단계 수 -1로 나뉘어 집니다 (초기 단계에 대해 0 증분). 각 단계는 해당 양만큼 증가합니다.

$$\Delta X = (X_{max} - X_{min}) / (\#steps - 1)$$

그리고

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X$$

**로그 분포:** 범위는 최소와 최대 로그 값의 차이로 설정되며 증분은 최소와 최대 로그 값의 차이를 단계 수 -1로 나눈 값이 됩니다(초기 단계에 대해 0 증분). 각 단계는 해당 양만큼 증가합니다.

$$\Delta X = [\log(X_{max}) - \log(X_{min})] / (\#steps - 1)$$

그리고

$$X_n = 10^{(1 + (n - 1) * \Delta X)}$$

## 5.2 민감도 분석 결과

민감도 분석 매개변수가 설정되면 분석은 실행 버튼을 클릭하여 실행할 수 있습니다. 민감도 분석은 지정된 단계 수에 걸쳐 수행되고 그래프 및 값들의 표로 표시됩니다. 작업이 끝나면 분석 결과가 다른 탭 아래에 표시됩니다.

그래프의 왼쪽에서 노란색의 위 및 아래 방향 화살표를 사용하여 그래프의 스케일을 변경할 수

있습니다. 노란색 사각형은 스케일을 초기화합니다. 클립 보드에 그래프를 복사하려면 그래프 범례 버튼 아래에 있는 클립 보드에 이미지 복사 버튼을 사용합니다.

어떤 경우에는 민감도 분석 변수의 범위가 수십 배 이상 확장될 수 있습니다. 이러한 상황에서는 선형 눈금보다는 로그 눈금에 데이터를 표시하는 것이 좋습니다. 범위 설정 머리글 상자에서 사용자는 선형 분포/로그 분포 옵션을 쉽게 전환할 수 있습니다. 차트의 데이터 곡선은 선택 항목이 로그 분포에서 선형 분포로 변경된 후에도 기본적으로 변경되지 않지만, X 축은 선형 분포와 비교하여 낮은 범위에 더 많은 데이터 요소가 있음을 확인하시기 바랍니다.



## 6. 추가 항목

### 6.1 파일 내에서 다중 레이아웃 작성하기

WatPro는 사용자가 하나의 파일에서 다른 공정 레이아웃으로 작업할 수 있습니다. 이는 변경 사항이 거의 없는 둘 이상의 다른 공정 레이아웃을 비교해야 하는 경우 유용합니다. 새 레이아웃은 다음 방법 중 하나를 이용하여 파일에 추가할 수 있습니다.

- (1) 레이아웃 메뉴에서 **삽입**을 선택하여 빈 레이아웃을 파일에 추가합니다. 또는 현재 레이아웃의 복사본을 만들려면 **복사** 옵션을 사용합니다.
- (2) 레이아웃 이름 탭(드로잉 보드의 왼쪽 하단에 있음)을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 **삽입** 옵션을 선택합니다.

### 6.2 확대 및 축소

사용자는 **보기 > 줌(Zoom)** 명령을 사용하여 레이아웃을 확대하거나 축소할 수 있습니다. 3 개의 확대/축소 버튼이 도구 바에도 제공됩니다. 도구 바의 **선택 영역 확대** 버튼()을 사용하여 선택한 격자를 확대할 수 있습니다. **플랜트 전체보기** 버튼()을 사용하여 레이아웃이 차지한 영역을 확인할 수 있습니다. 추가로 **축소** 버튼()이 도구 바에 제공됩니다. 이 버튼은 드로잉 보드 보기에서 행 및 열의 개수를 늘리는데 사용할 수 있습니다(레이아웃 축소).

### 6.3 유출수 허용치 설정하기

시뮬레이션을 실행한 후에 WatPro는 소독 부산물(THMs, HAA<sub>5</sub> 및 chlorite) 및 소독제 잔류 농도(염소 및 이산화염소)를 포함하여 특정 매개변수에 대해 처리수 수질을 사용자가 지정한 최대 허용 농도(MACs)와 비교합니다. 이 매개변수는 **모델 > Effluent Limits** 메뉴에서 찾을 수 있는 Effluent Limits 대화상자에서 설정할 수 있습니다.

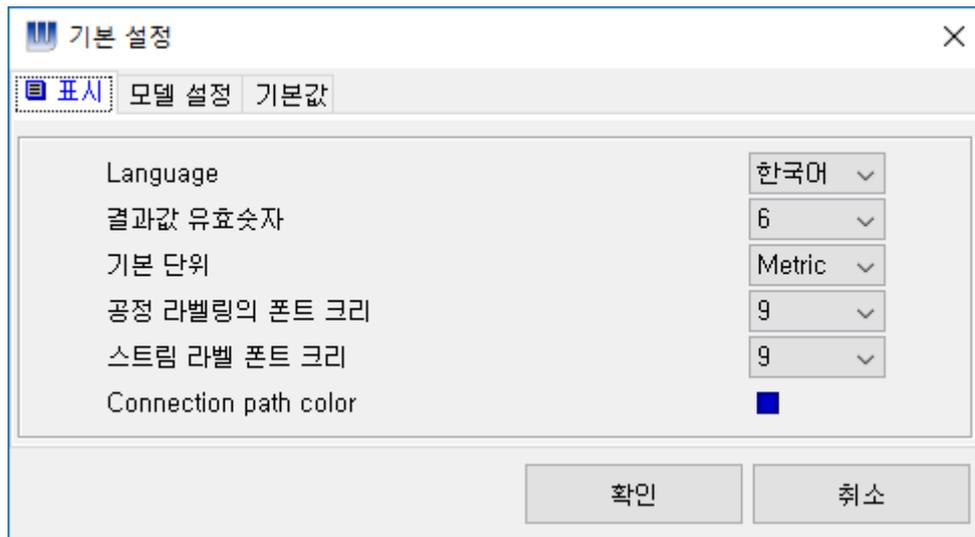
Parameter	Value	Unit
Max Effluent Chlorine Concentration	4.0	mg/L
Max Effluent Chlorine Dioxide Concentration	0.8	mg/L
Max Effluent Chloramine Concentration	1.0	mg/L
Max Effluent TTHMs	100.0	ug/L
Max Effluent HAA5s	100.0	ug/L
Max Effluent Chlorite	1.0	mg/L
<input type="checkbox"/> Total Giardia Reduction Required		log(10)
<input type="checkbox"/> Total Virus Reduction Required		log(10)
<input type="checkbox"/> Total Crypto Reduction Required		log(10)
Max Effluent Turbidity	0.5	NTU

정수처리시설의 최종 처리수가 소독 부산물(총 THM, HAA<sub>5</sub>, chlorite, chlorate), 소독 잔류물(염소, 클로라민, 이산화염소) 또는 탁도의 최대 허용 농도를 초과하는 경우 물은 부적합한 것으로 간주됩니다. 앞에서 논의했던 최종 유출수 요약 테이블은 기준에 미달하는 매개변수를 나타낼 것입니다.

WatPro는 EPA의 지표수 처리 규칙에 명시된 유입수 Giardia 포낭 농도에 근거하여 Giardia 및 바이러스 불활성화에 대한 플랜트의 요구 조건을 결정합니다. 이 요구 조건은 상자를 선택하여 대체할 수 있습니다.

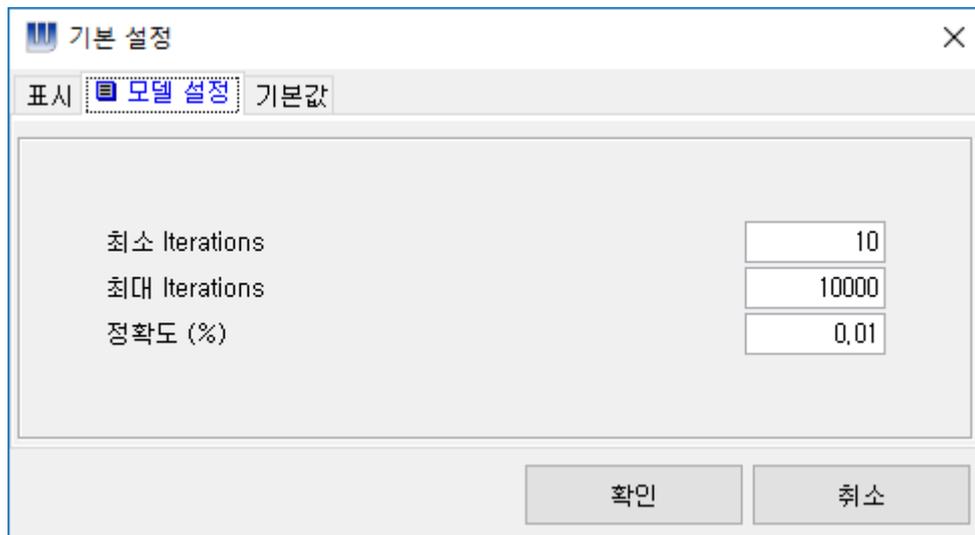
## 6.4 시스템 기본 설정 변경하기

WatPro는 디스플레이의 사용자 정의 및 디스플레이 및 보고서에 출력할 기본 단위(미터법 또는 US) 선택을 허용합니다. 이러한 옵션은 보기 > 기본 설정에서 찾을 수 있습니다. 아래 그림은 WatPro에서 사용할 수 있는 사용자 정의를 보여줍니다.



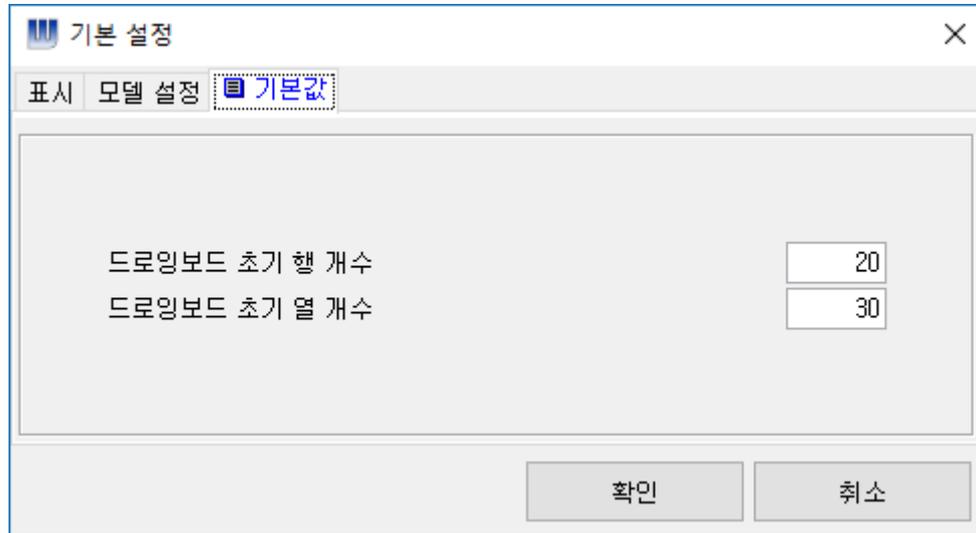
**표시(Display) 설정:** 이 설정은 언어, 모든 데이터 입력 화면의 연결 경로 색상 표시, 모델 보고서 화면 및 모든 보고서의 단위, 출력 단위의 유효 숫자, 기본 단위, 글꼴 크기를 결정합니다. 이 설정은 소프트웨어 사용자의 기본 설정으로 설정해야 합니다.

**모델 설정:** 모델 설정 기능은 모델에서 모델 계산의 반복의 길이와 정확성을 결정하는데 사용됩니다.



WatPro의 특정 모델은 반복적인 절차를 사용하여 수치 솔루션에 도달합니다. 모델이 반복 솔루션에 도달할 수 있는 기회는 수행된 반복 횟수와 솔루션의 지정된 정밀도에 의해 결정됩니다. 모델은 연속 반복의 수치 솔루션 간의 차이가 지정된 정확도보다 작거나 같은 경우 또는 솔루션에 도달하지 않고 최대 반복 횟수에 도달한 경우 반복 절차를 중지합니다. 솔루션에 도달하지 않은 경우 사용자는 모델이 솔루션에 도달할 수 있도록 반복 횟수 또는 솔루션 정확도를 변경하도록 선택할 수 있습니다. 기본적으로 WatPro는 최대 반복 횟수로 1000을 사용하고 0.001 %의 솔루션 정확도를 사용합니다.

**기본값 설정:** 이 설정은 새 모식도 구성을 만들 때 사용됩니다. 드로잉 보드의 기본 행(rows) 수는 20, 기본 열(columns) 수는 30 개입니다. 이 값은 열 또는 행 수에 대한 보다 적절한 값이 필요할 때 변경할 수 있습니다.

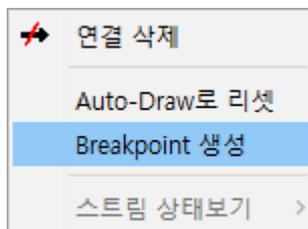


## 6.5 흐름 라인 재정렬하기

흐름 라인은 연결점의 더 나은 표현과 더 나은 추적을 위해 재정렬할 수 있습니다. 흐름 라인을 재정렬하면 플랜트 배치의 모양이 개선될 수 있습니다. 흐름 라인을 수평 및 수직 방향으로 이동하는 것 외에도 추가 점 선을 만들기 위해 중단 점(break points)을 추가할 수 있습니다.

다음 단계는 절차를 보여줍니다.

- (1) 이동하려는 흐름 라인에 커서를 위치시킵니다. 마우스 커서가 화살표로 바뀌고 선택한 연결선이 자동으로 붉은 색으로 바뀝니다. 클릭 및 드래그하여 원하는 방향으로 선을 이동합니다.
- (2) 중단 점을 만들려면 중단 점이 필요한 지점에서 흐름 라인을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭합니다. 팝업 메뉴에서 "Breakpoint 생성"을 선택합니다.



## 6.6 스트림 속성의 빠른 확인

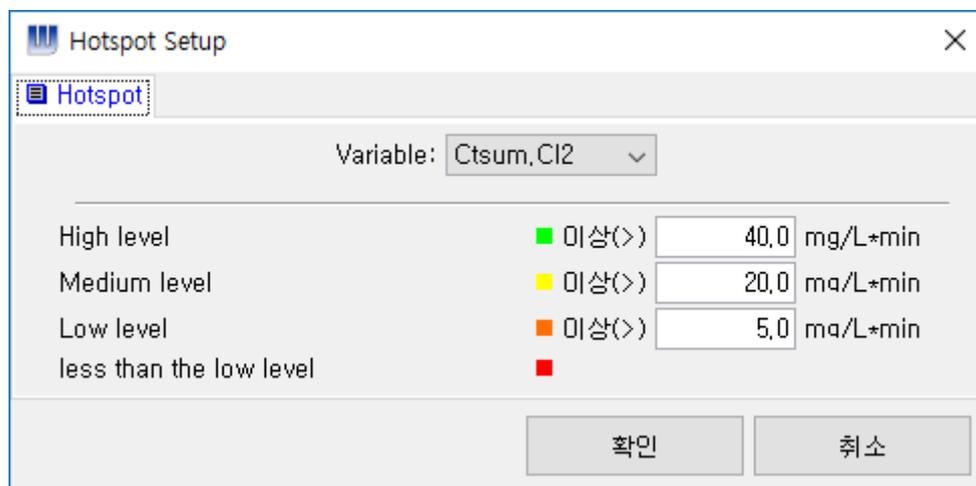
계산 후에 스트림의 속성을 보려면 스트림을 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 "스트림 상태보기"를 선택합니다. 팝업 창에 스트림 속성의 계산된 값이 표시됩니다.

## 6.7 Hotspots 사용

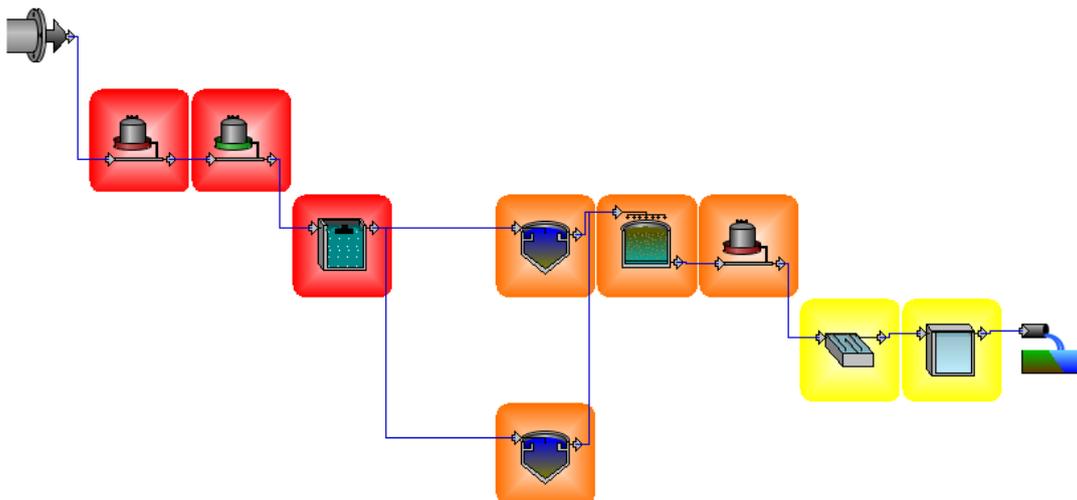
Hotspots 기능을 사용하면 모델이 성공적으로 실행된 후, 다양한 단위 공정의 배경이 예측 농도에 따라 지정된 색상으로 나타납니다. 따라서, 디스플레이는 "hotspot" 농도가 어디에 있는지를 신속하게 나타낼 수 있습니다. Hotspots 기능은 수처리 설비를 통해 모델링된 매개변수의 진행을 따라가는데 사용될 수 있습니다.

이 기능을 적용하려면 hotspot 도구 바가 표시되어야 합니다(보기 > 툴바 > **Hotspot** 메뉴). 원하는 변수를 선택하기 위한 드롭 다운 목록에 따라 툴바에 범례가 표시되며, 설정 버튼을 클릭하여 각 변수의 범위를 설정할 수 있습니다.

Hotspots 표시는 hotspots 도구 바를 숨김으로써 비활성화할 수 있습니다.



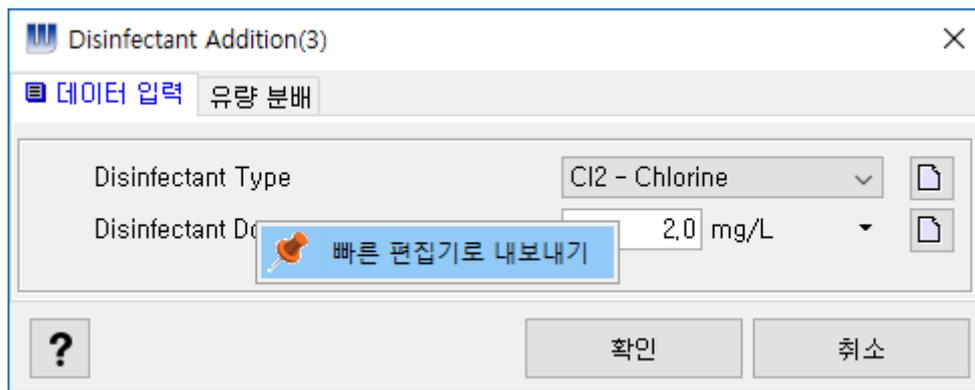
Hotspots 기능이 활성화된 상태에서 실행한 후의 모델 구성 예는 아래와 같습니다.



## 6.8 빠른 편집기에 매개변수 추가하기

빠른 편집기는 쉽게 접근할 수 있는 위치에서 조정하려는 특정 매개변수를 분리하여 신속하게 수정하고 레이아웃을 다시 계산할 수 있는 편리한 곳입니다.

빠른 편집기에 매개변수를 배치하려면 개체를 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 **파라미터 편집**을 선택하여 데이터 입력 양식을 엽니다. 그런 다음 빠른 편집기에 배치해야 하는 매개변수를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 "빠른 편집기로 내보내기"를 선택합니다.



다양한 매개변수를 구별하려면 빠른 편집기 패널의 오른쪽 위에 있는 옵션 단추에서 "라벨링 추가" 명령을 사용하여 라벨을 지정하는 것이 좋습니다. 라벨을 배치해야 하는 매개변수를 선택하십시오(예: Flow Rate를 선택하고 Options 버튼을 클릭하고 "Add a Label"을 선택하십시오). 라벨을 추가하는 동안 라벨이 잘못된 위치에 나타나면 이를 클릭하여 이동할 수 있습니다. 라벨을 제거하려면 라벨을 마우스 오른쪽 단추로 클릭하고 **삭제하기**를 선택합니다.

