

# AutoCAD에서 Plant 3D 툴셋을 사용할 때 얻을 수 있는 이점

이 생산성 연구에서는 기본 AutoCAD®와 Plant 3D 툴셋  
간의 차이점을 상세하게 소개합니다.

AutoCAD 전문화 툴셋 제품의 일부로 제공되는 **Plant 3D** 툴셋은 플랜트 설계자가 P&ID(파이프 및 계기 도면)를 작성 및 편집하는 과정을 지원합니다. 이 툴셋은 파이프 등각투상 및 직교 도면을 작성하기 위해 공정 플랜트 모델을 작성 및 수정하는 데 사용됩니다.



# 개요

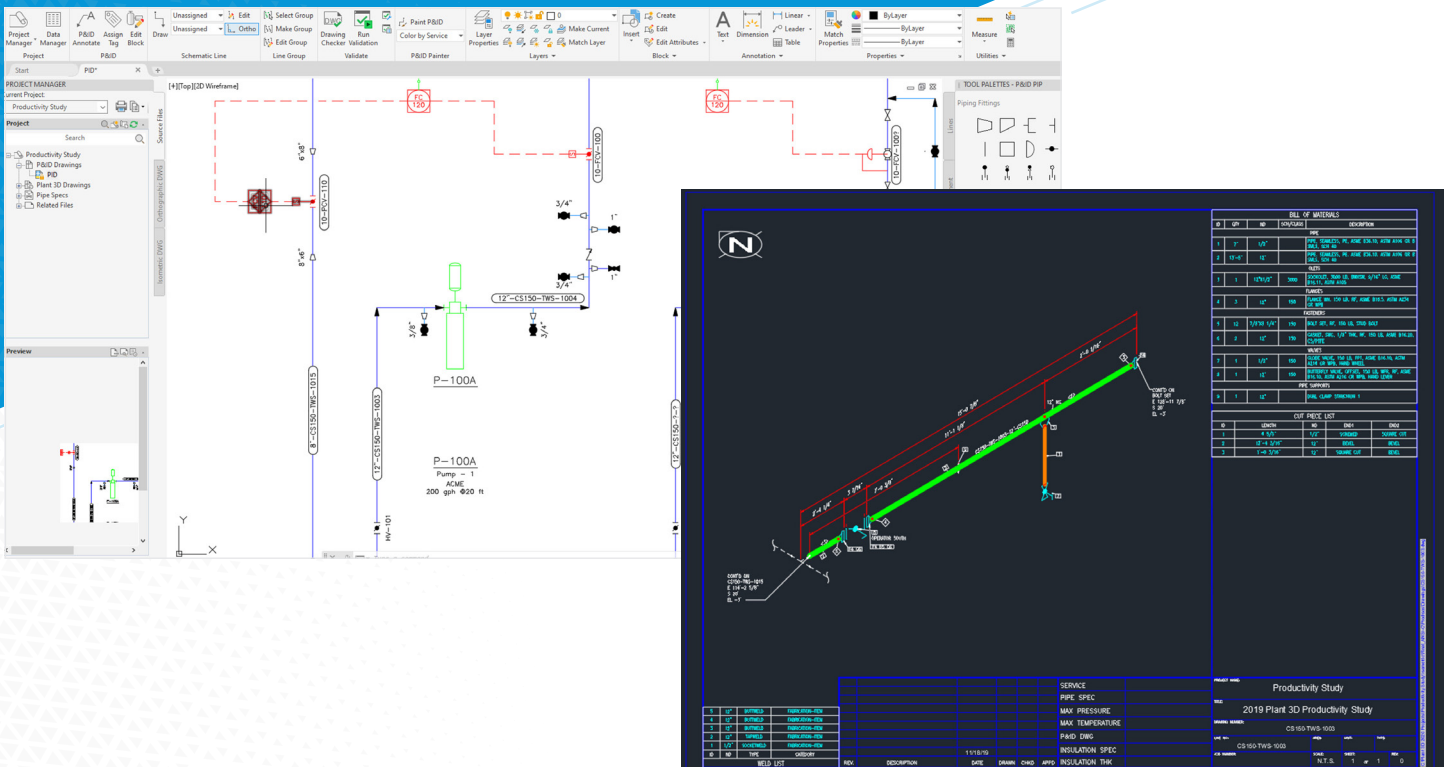
이 연구에서는 공정 플랜트 설계자들이 일반적으로 수행하는 6가지 작업을 검토하면서 설계자가 기본 AutoCAD 대신 Plant 3D 툴셋을 이용해 작업을 수행하는 방법을 직접적으로 비교하여 보여줍니다.

생산성 향상 효과는 작업 특성에 따라 다를 수 있습니다. Plant 3D 툴셋 사용 시 소폭의 속도 향상을 보이는 작업도 있고 상당한 수준의 속도 향상을 보여주는 작업(예: 파이프 등각투상 작성 및 편집)도 있습니다.

P&ID 작성 및 편집 작업은 제도 중에 약 10~25%의 생산성 향상을 보여 주는 반면 선 리스트 등의 보고서를 생성할 때는 66% 이상의 생산성 향상 효과를 얻을 수 있었습니다.

Plant 3D 툴셋은 기본 AutoCAD에서 작업을 수행할 때에 비해 시간 측면에서 전체적으로 74%의 생산성 향상 효과를 보여 주었습니다 (사용자의 Plant 3D 툴셋 활용 수준에 따라 다를 수 있음).

배관 작업의 경우 배관, 장비, 구조를 수정하고 파이프 등각투상 및 직교 도면 등의 도면을 작성하는 작업에서 특히 생산성 향상 효과가 두드러졌습니다.





# 주요 결과

Plant 3D 툴셋을 사용할 경우 다음과 같은 이점을 얻을 수 있습니다.

더 빠르게 새 P&ID를 작성할 수 있습니다.

선 리스트 작성 속도가 50% 이상 빨라졌으며 오류 발생 빈도도 감소했습니다.

기본 AutoCAD에서 하나의 파이프 직교 도면을 작성하는 시간에 3D 플랜트 모델을 생성할 수 있습니다.

훨씬 더 빠른 속도로 모델을 수정하고 새 파이프 직교 도면을 생성할 수 있습니다. 변경 범위에 따라 10% ~ 50%의 속도 향상이 가능합니다. 도면에 여러 개의 투영이 있는 경우 생산성 향상 효과는 더욱 커집니다.

여러 개의 투영 도면으로 작업할 수 있습니다. 모든 투영은 동일한 모델에서 생성되므로 일관성이 보다 향상됩니다. 기본 AutoCAD를 사용할 경우 투영 간에 불일치가 발생할 위험이 있습니다.

편집이 불필요하며 모델에서 거의 즉각적으로 파이프 등각투상을 생성할 수 있습니다. 신규 등각투상이든 모델 변경으로 인한 수정이든 수백 퍼센트의 생산성 향상 효과를 보여 주었습니다.

단일 소스(플랜트 모델)를 기반으로 모든 문서가 작성(파이프 직교 도면, 파이프 등각투상, MTO, 보고서)되므로 문서 간의 일관성이 향상되며 오류도 대폭 감소합니다.

배관 사양을 작성 및 관리할 수 있으며, 배관 사양이 정의되면 이를 기반으로 모델에 배치할 구성요소를 선택할 수 있습니다. 구성요소의 치수가 정확해져 보고서의 모든 정보를 포함해 문서 전반의 일관성이 향상됩니다.



이 연구에서는 플랜트 설계 중에 일반적으로 수행되는 6가지 작업을 검토합니다. 여기에는 파이프 등각투상으로 알려진 배관 스키매틱 표현 등의 축척 도면을 작성하기 위한 플랜트 장비, 구조 및 배관 레이아웃을 포함한 구조도 설계 (P&ID)와 물리적 플랜트 설계가 모두 포함됩니다.

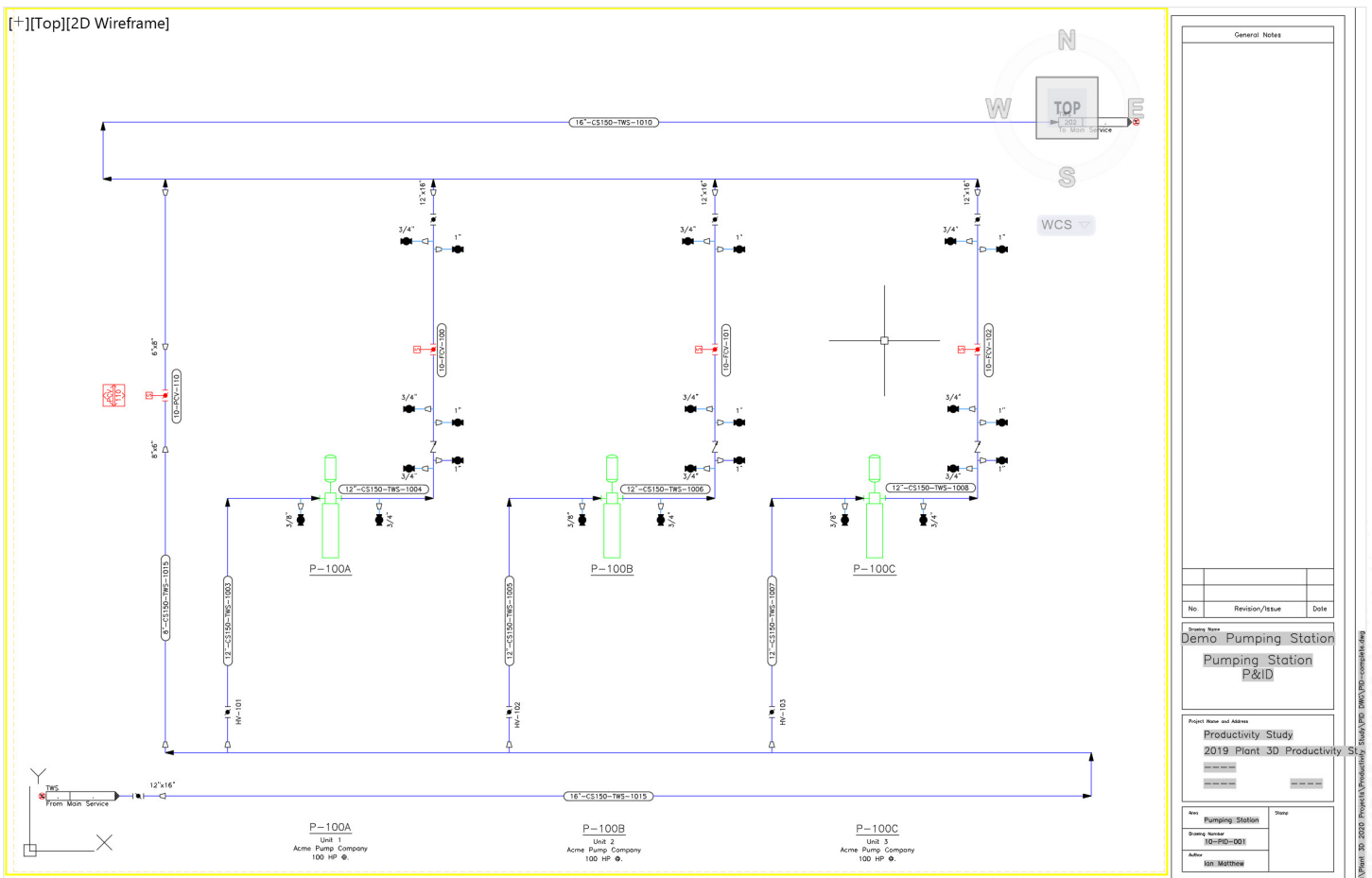
1. P&ID의 작성 및 수정(보고서 포함)
2. 사양 기반 3D 배관, 장비 및 구조 작성 및 수정
3. 쿼리, 수정, 엔지니어링 데이터 추가를 비롯한 엔지니어링 데이터 관리. 계산을 포함하는 BOM(재료 명세서) 작성
4. 파이프 등각투상 도면 작성
5. 2D 파이프 직교 도면 작성
6. 배관 사양 및 카탈로그 관리

## P&ID의 작성 및 수정

이 작업에는 다음과 같은 하위작업이 포함되었습니다.

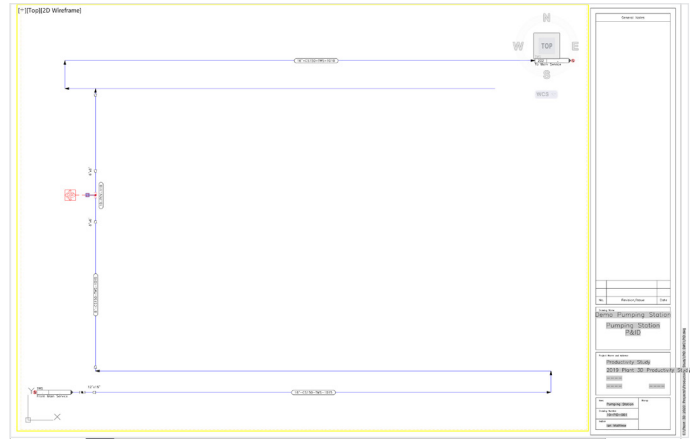
- 새 라인과 인라인 에셋 추가
- 기존 라인과 인라인 에셋 수정
- P&ID 레이아웃 수정 및 새 기기와 장비 추가
- P&ID 레이아웃 수정 및 새 제어 스테이션 추가
- 선 리스트 내보내기, 수정 및 P&ID에 선택한 변경 사항이 반영되도록 다시 가져오기

모든 작업은 이 P&ID를 사용해 수행되었습니다.

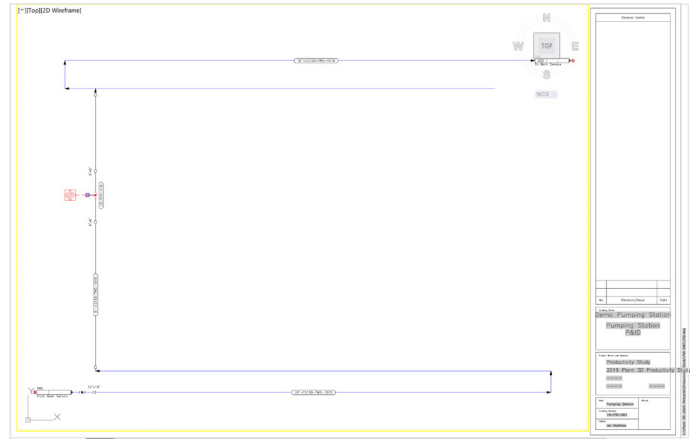


## 1. 새 라인과 인라인 에셋 추가

다음 P&ID로 시작했습니다.



이 작업은 펌프를 삽입하고 펌프에 연결된 두 라인과 모든 인라인 구성요소를 배치하는 것으로, 다음과 같은 P&ID를 얻을 수 있습니다.



### 작업 노트:

- 흡입 라인(12" -CS150- TWS-1003) 배치 시 라인이 흡입 노즐에 자동으로 연결되고 흐름 화살표가 배치됩니다. 삽입 리듀서는 기존 라인에 맞춰 정렬되고 라인을 끊고 올바른 크기로 축소됩니다. Plant 3D 툴셋을 이용하면 이 모든 작업이 자동으로 수행됩니다.
- 인라인 밸브를 배치할 경우 라인이 자동으로 끊어지며 기호가 라인에 맞춰 정렬됩니다. 기본 AutoCAD를 사용할 경우 여기에 '정리' 과정이 필요하지만 Plant 3D 툴셋의 경우에는 필요 없습니다. 레이블이 구성요소와 함께 배치되며 구성요소가 배치되면 이에 맞춰 정렬됩니다.
- 'NC(노멀 클로즈)' 밸브는 밸브를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 '오픈/클로즈 상태' 옵션을 선택해 변경할 수 있습니다.
- 펌프 배출 라인에 체크 밸브를 배치하면 라인 흐름 방향에 맞게 자동으로 정렬됩니다. 별도 정리 과정이 필요하지 않습니다.
- 기본 AutoCAD에 비해 라인을 그리는 데 들어가는 수고가 약 30% 감소합니다.

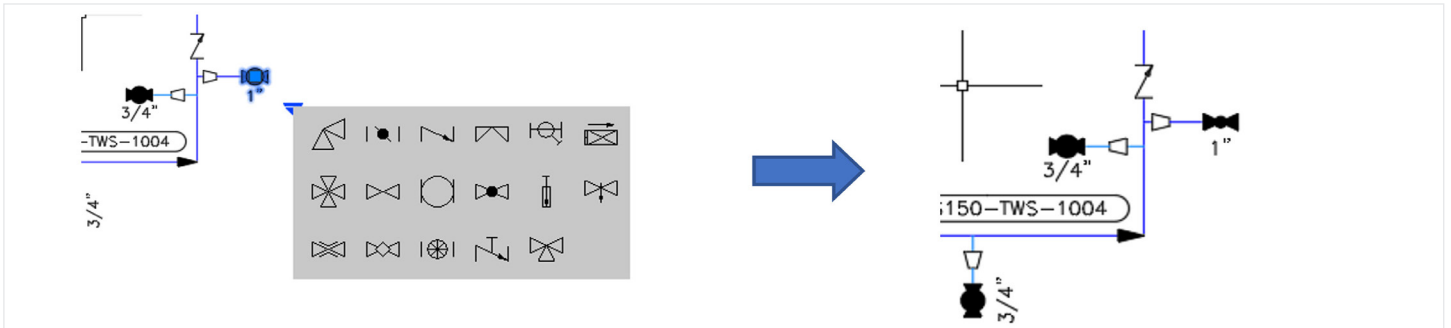


## 2. 기존의 라인과 인라인 에셋 수정

이 작업은 일반적으로 NC(노멀 클로즈) 1인치 볼 밸브를 동일한 크기의 NC(노멀 클로즈) 글로브 밸브로 교체하는 것입니다. 이 작업은 세 번의 클릭으로 수행됩니다.

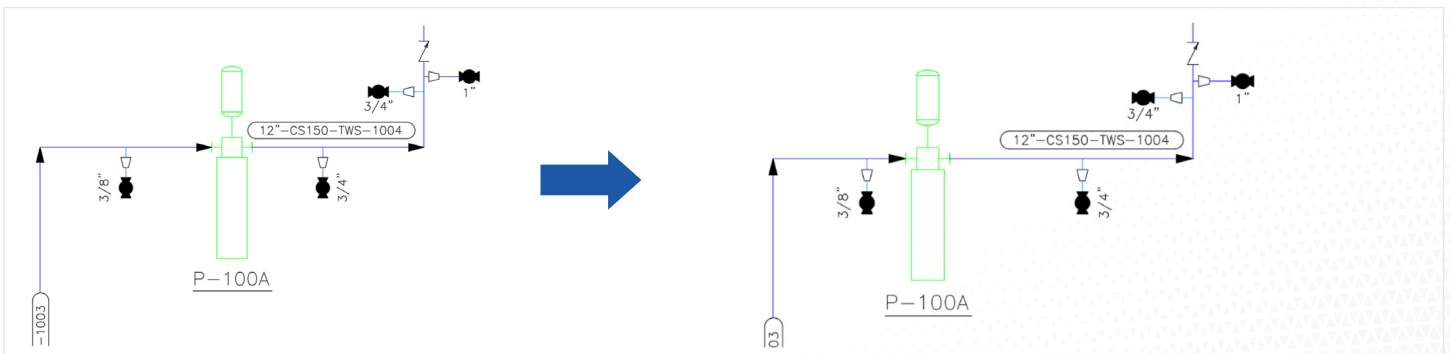
- 밸브를 클릭합니다.
- '대체 구성요소' 아이콘을 클릭합니다.
- 글로브 밸브 기호를 선택해 클릭합니다.

기본 AutoCAD에서도 거쳐야 할 단계 수가 비슷하기는 하지만 Plant 3D 툴셋을 이용하면 배관 구성요소가 라인의 일부로 남아 있으므로 속성이 올바르게 업데이트됩니다.

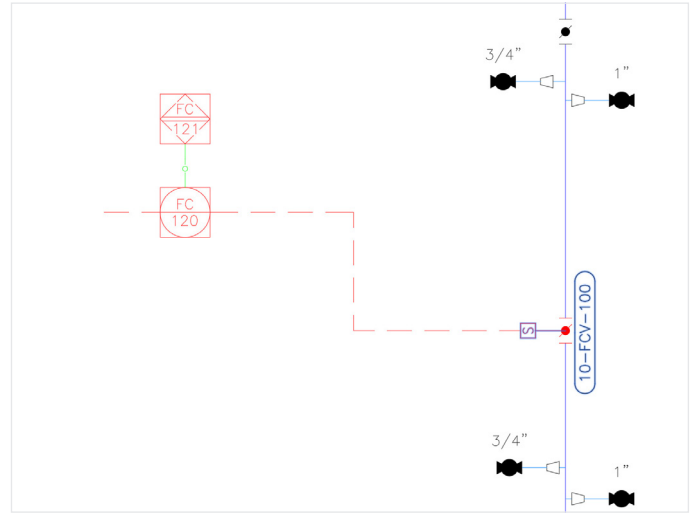


## 3. P&ID 레이아웃 수정 및 새 기기와 장비 추가

첫 번째 작업은 펌프를 약간 왼쪽으로 이동하는 것입니다. 펌프를 클릭하고 시작점을 선택한 다음 끝점을 선택하는 방식으로 수행합니다(세 번의 클릭). 이동 과정에서 정렬 작업이 함께 수행되므로 모든 연결이 유지됩니다.



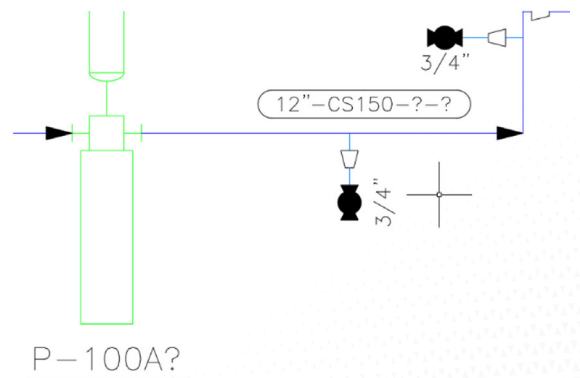
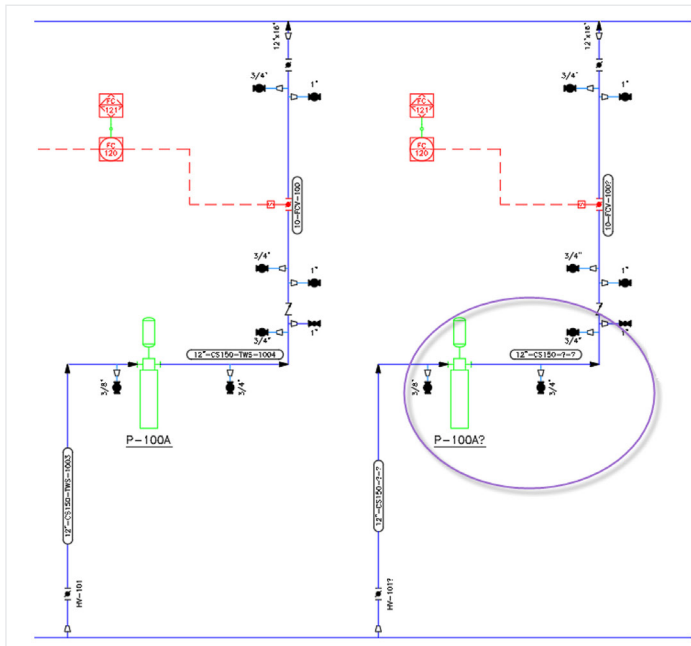
두 번째 작업은 기기 추가입니다. 기본 AutoCAD를 사용할 때도 과정은 매우 유사하지만 툴셋을 사용할 때는 기기를 연결하는 동안 자동으로 연결이 유지된다는 점이 다릅니다.



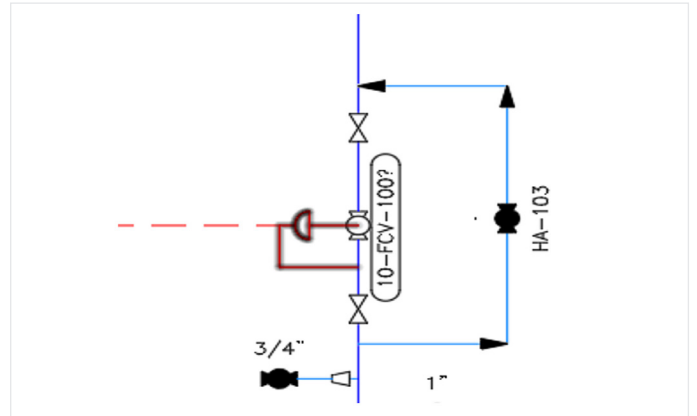
## 4. P&ID 레이아웃 수정 및 새 제어 스테이션 추가

이 작업에서 설계자는 펌프 배치를 복사합니다. 툴셋은 항목 번호를 복제하지 않는다는 점을 제외하면 펜스를 사용함으로써 기본 AutoCAD와 Plant 3D 툴셋 간에 그래픽 작업은 동일합니다. 항목 번호는 이 항목이 복제되었음을

나타내는 "?"로 교체됩니다. 그래픽 작업의 생산성은 동일하지만 데이터가 적절히 관리되므로 P&ID 보고서에 포함된 데이터의 정확성이 보장됩니다.



제어 스테이션을 추가하는 과정은 새 라인을 배치하고 새 밸브를 삽입하는 과정과 동일합니다. 생산성 향상 효과는 위의 작업 1에서 확인된 것과 동일합니다.



## 5. 선 리스트 내보내기, 수정 및 P&ID에 선택한 변경 사항이 반영되도록 다시 가져오기

이 작업은 기본 AutoCAD와 직접 비교할 수 없습니다. 작업 단계는 다음과 같습니다.

- 데이터 관리자를 사용해 데이터를 Excel로 내보내기
- Excel에서 데이터 편집
- 데이터 관리자를 사용해 수정된 스프레드시트를 P&ID로 가져오기

변경 전:

Tag	Type	Description	Manufacturer	Model Number	Supplier	Flow Capacity	Power	Total Dynamic Head	Vol
P-100A	P								
P-100A?	P								



데이터를 내보내고 Excel 스프레드시트가 편집됩니다.

Tag	Type	Description	Manufacturer	Model Number	Supplier	Flow Capacity	Power	Total Dynamic Head	Vol
P-100A	P	Pump - 1	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft	240
P-100B	P	Pump - 2	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft	240

변경 사항이 수락됩니다.

Tag	Type	Description	Manufacturer	Model Number	Supplier	Flow Capacity	Power	Total Dynamic Head
P-100A	P	Pump - 1	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft
P-100B	P	Pump - 2	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft

설계자는 보고서 작성기를 이용해 오류나 누락 없이 P&ID 데이터베이스에서 바로 장비 리스트를 생성할 수 있습니다. 블록에서 자산 데이터를 추출하기 위해 사용자 정의 스크립트를 작성한 경우가 아니라면 기본 AutoCAD와 직접적으로 비교할 수는 없습니다.

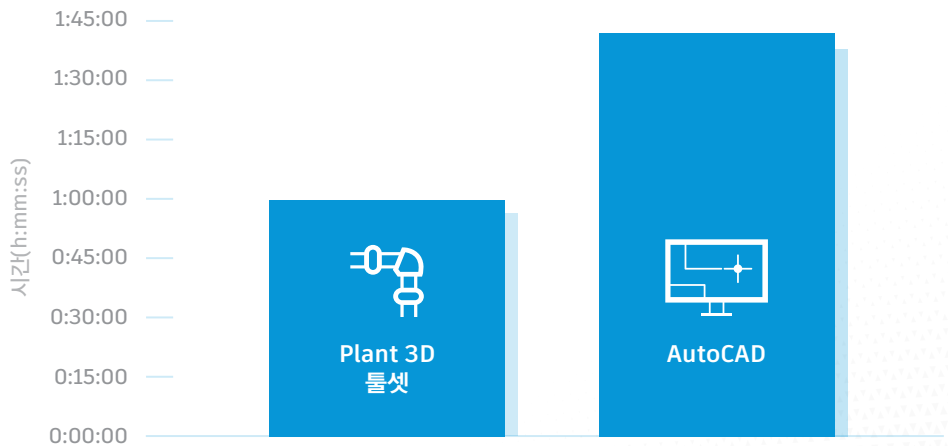
Equipmentlist					
Project: Productivity Study					
Tag	Manufacturer	Model Number	Supplier	Material Of Construction	Weight
P-100A	Acme Pump Compa				
P-100B	Acme Pump Compa				
P-100C	Acme Pump Compa				



## P&ID 생산성

연구 결과에 따르면, Plant 3D 툴셋은 일반적인 P&ID 작업에 대해 기본 AutoCAD보다 훨씬 우수한 생산성을 제공합니다. 모든 사용자층에 걸쳐 두 시스템을 통해 다양한 작업을 수행할 때의 평균적인 생산성 차이는 42%<sup>1</sup>에 달했습니다. 이 결과는 또한 P&ID의 경우 기본 AutoCAD에서 Plant 3D 툴셋으로의 전환 효과가 분명하다는 주장을 강력히 뒷받침합니다.

## 모든 P&ID 작업에 소요된 시간



<sup>1</sup> Cambashi 보고서 "AutoCAD P&ID 생산성 연구"에서 보고된 실제 생산성 데이터

## 생산성 검토 그래픽 작업

연구 결과에 따르면 기본 그래픽 생산성의 측면에서는 두 시스템이 매우 유사한 것으로 나타났습니다.

P&ID 작업에는 더 많은 요소가 있기는 하지만 그래픽을 효율적으로 편집하는 것은 대단히 중요하며 전통적으로 AutoCAD는 이 영역에서 강점을 보여 기본적으로 사용되고 있습니다. 높은 수준의 기호 콘텐츠와 널리 사용되고 있는 레이아웃 규칙 덕분에 사용자들은 기본 AutoCAD 시스템을 효과적인 P&ID 도면 도구로 활용할 수 있습니다. Plant 3D 툴셋에서 P&ID 작성을 지원하는 지능형 속성과 연결 계층 구조는 '잘라서 붙여넣기' 등의 기본 AutoCAD 기능을 사용할 때 유연성을 다소 저하시키고 오버헤드를 약간 높이는 결과를 보여 줍니다. 그렇지만 Plant 3D 툴셋은 내재된 몇 가지 고급 그래픽 기능으로 이러한 단점을 상쇄합니다.

”

기호 배치로 얻을 수 있는 다른 실질적인 생산성 이점은 **AutoCAD P&ID**에서는 기호를 배치할 때 라인이 끊어져도 기본 AutoCAD에서처럼 나중에 정리할 필요가 없다는 점입니다. 밸브의 라인이 끊어져도 '논리적'으로는 여전히 연속된 라인이므로 어디를 선택하든 라인 전체가 강조 표시되어 실질적으로 전체 변경을 수행할 수 있습니다.

전환을 고려할 때 제도 생산성이 같은 수준으로 유지되는지는 중요한 요소입니다. 전체 P&ID 작업의 일부이기는 하지만 테스트의 기본 제도 성능은 Plant 3D 툴셋으로 전환 시 제도 생산성 저하가 최소화된다는 것을 보여줍니다.



## 데이터 기반 그래픽 작업

이 작업 범위에서 나타난 평균적인 향상 수준은 50% 이상이었습니다.

당연히 이것은 P&ID 작업의 진정한 '정수'로 데이터 기반의 그래픽 생성/업데이트 측면에서 주된 이점을 제공하며 도면과 속성 데이터베이스 간의 정확한 상관성을 보장해 줍니다.

Plant 3D 툴셋은 이러한 작업(테스트 목적상 가정된 데이터 정확성 보장 문제와는 별개로)에서 극적인 생산성 향상 효과를 보여 줄 것으로 기대되었으며 결과는 기대한 것과 같았습니다. Plant 3D를 사용할 때 모든 인라인 에셋과 노즐을 포함한 전체 라인의 직경을 변경하는 작업은 평균적으로 기존에 걸렸던 시간의 절반 이내에 완료되었습니다.

”

그래픽의 생산성을 고려한다면 사용자의 숙련도에 따라 엔지니어링 시간에서 이점을 얻을 수 있습니다. 데이터 관리자도 고려 대상에 포함한다면 **엔지니어링 시간 측면에서 40~50%의 절약 효과를 얻을 수 있습니다.**

## 데이터 집약적 작업

데이터 조작 작업은 P&ID 작업의 핵심적인 부분입니다. 필요로 하는 기능을 기본 AutoCAD가 제공하지 않을 때 사용자들은 간극을 메우기 위해 수작업을 진행하고 외부 소프트웨어를 활용하는 경우가 많습니다.

이러한 작업에서 기본 AutoCAD 사용 시의 분석 비교 데이터를 생성할 수 없기는 하지만 예상대로 Plant 3D 툴셋의 강력한 데이터 관리 성능을 확인할 수 있었습니다. 이는 작업 시간 기록을 통해 확인됩니다. 기본 AutoCAD에 비해 Plant 3D 툴셋은 42%의 생산성 향상 효과를 보여 주었습니다.

게다가 Plant 3D 툴셋으로 장비, 라인, 밸브 리스트 등의 데이터를 비롯한 작업을 완료하는 데 평균적으로 소요된 시간이 AutoCAD<sup>2</sup>로 그래픽 작업을 완료하는 데 평균적으로 소요된 시간보다 24% 짧게 나타났습니다.

”

P&ID의 최장점 중 하나는 데이터 관리자와 도면이 연결되므로 **이 둘이 서로 엇나갈 일이 없다는 점입니다.** 도면에서 에셋을 클릭하면 데이터 관리자에서 강조되며 데이터 관리자에서 변경한 사항은 도면에 즉시 반영됩니다. 기본 AutoCAD를 이용할 경우에는 실수를 저질렀을 때 그래픽적인 방법 외에는 확인할 방법이 없습니다.

<sup>2</sup>전체 분석 데이터는 앞에서 언급한 Cambashi 보고서에서 보고된 사항입니다.

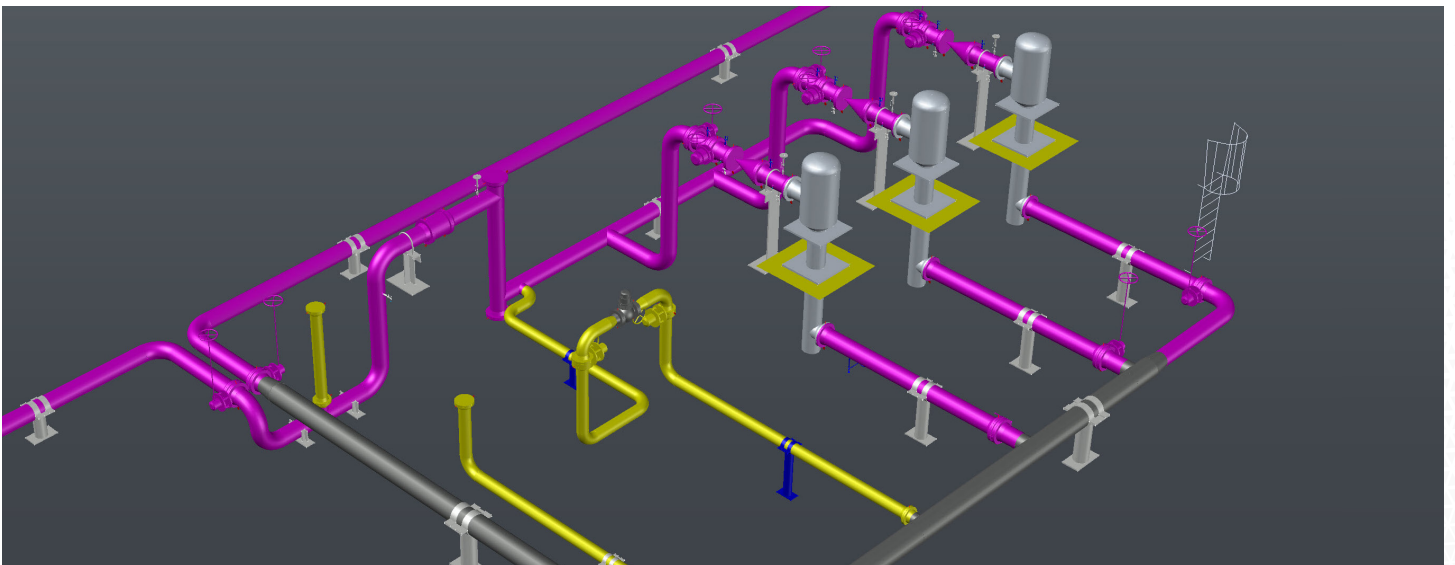
# 사양 기반 3D 배관, 장비 및 구조물의 작성 및 수정

다음과 같은 작업을 수행했습니다.

- 장비 배치
- 강 구조 배치
- 파이프라인 경로 지정, 밸브 및 배수관 삽입, 지지대 배치
- 장비를 이동해 파이프라인 편집
- 단일 파이프라인의 크기 조정
- 경사 배관 추가 및 편집

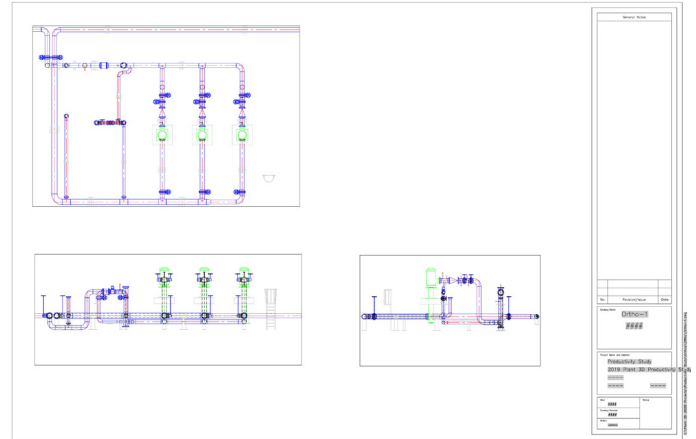
이 섹션에서는 Plant 3D 툴셋을 사용할 때와 기본 AutoCAD를 사용할 때, 플랜트 설계 문서 작성에 대한 접근 방법이 달라진다는 것을 보여 줍니다. Plant 3D 툴셋에서는 설계자는 모든 문서의 소스가 되는 '지능형' 3D 모델을 생성합니다. 이 단일 모델을 통해 수많은 직교 도면 외에, 모든 파이프 등각투상 도면도 생성할 수 있습니다. 기본 AutoCAD를 사용하는 설계자는 서로 연결되지 않은 '독립적' 도면과 등각투상 도면을 각기 별도로 작성해야 합니다.

이를 확인할 수 있도록 Plant 3D 툴셋 사용자는 설계를 3D 모델로 배치합니다.





기본 AutoCAD를 사용하는 설계자는 평면도와 몇 가지의 입면도를 작성합니다. 도면은 제도 기술과 대규모 블록 라이브러리를 바탕으로 작성됩니다. 모든 제도는 정밀하게 완료해야 하며 수많은 치수 계산이 필요합니다. 각각의 뷰는 별개의 도면이며 개별적으로 제도되어야 합니다. (작업 5 참조)

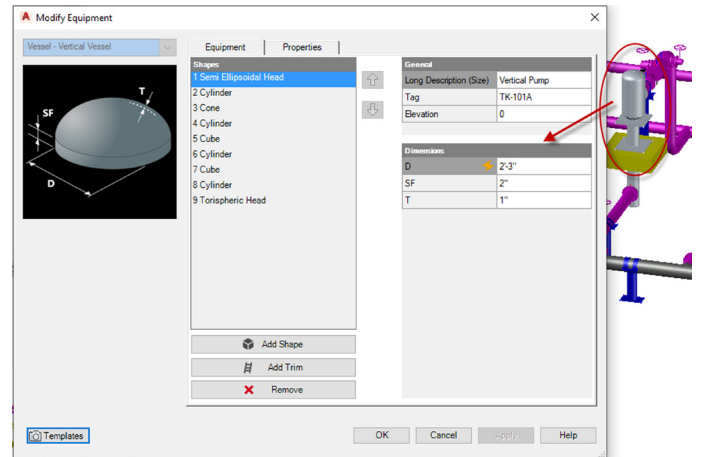


## 3D 모델 생성

Plant 3D 툴셋은 3D 플랜트 모델을 신속하게 생성할 수 있게 해 주는 몇 가지 도구로 구성됩니다. 3D 모델을 간편하게 생성할 수 있게 해 주는 파라메트릭 장비 라이브러리, 표준 철강 라이브러리, 다양한 배관 사양 및 카탈로그가 함께 제공됩니다.

### 장비

Plant 3D 툴셋에서 장비를 생성하려면, 제품과 함께 제공되는 장비 라이브러리를 이용해 대부분의 표준 장비를 생성할 수 있습니다. 예를 들어 수직 펌프 등의 장비 치수를 장비 대화상자를 이용해 입력할 수 있습니다.

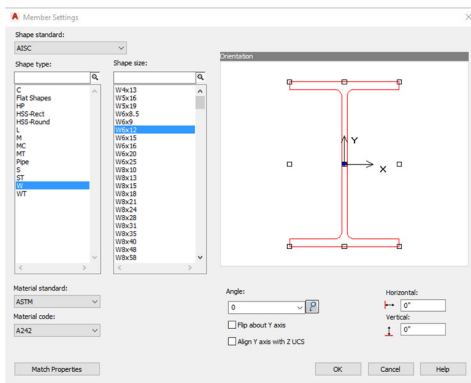


사용자는 형상을 추가하고 모든 치수를 입력한 후 편집해 장비의 정확한 표현을 완성할 수 있습니다.

장비가 배치되면 설계자는 동일한 대화상자에서 개별 치수를 변경할 수 있습니다.

## 구조물

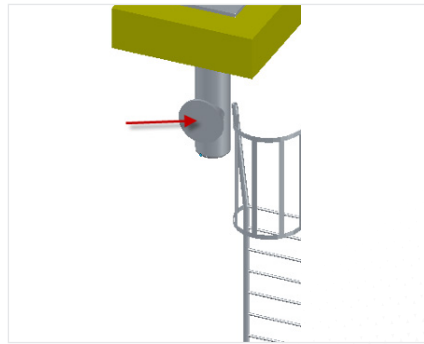
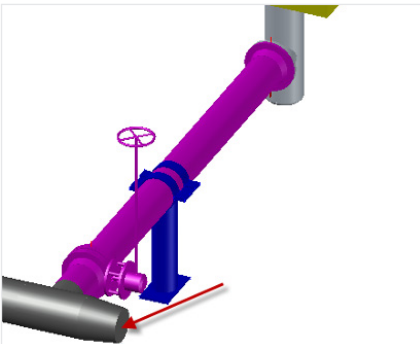
설계자는 AISC, CISC, DIN을 포함한 특정 표준 강재를 이용해 강 구조를 생성할 수 있습니다. 대화상자에서 **표준, 형상, 크기**를 선택할 수 있습니다.



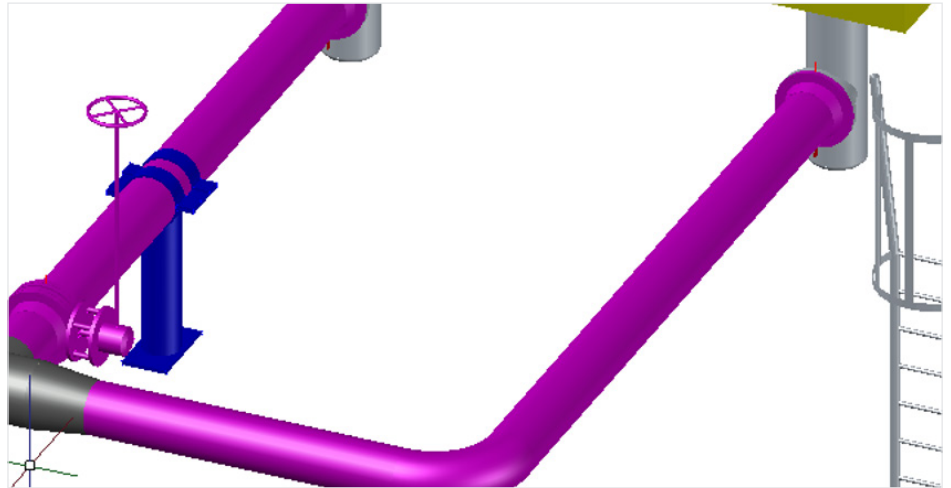
형상 치수는 철강 카탈로그에서 가져오므로 설계자가 입력할 필요가 없습니다.

## 배관 및 배관 구성요소

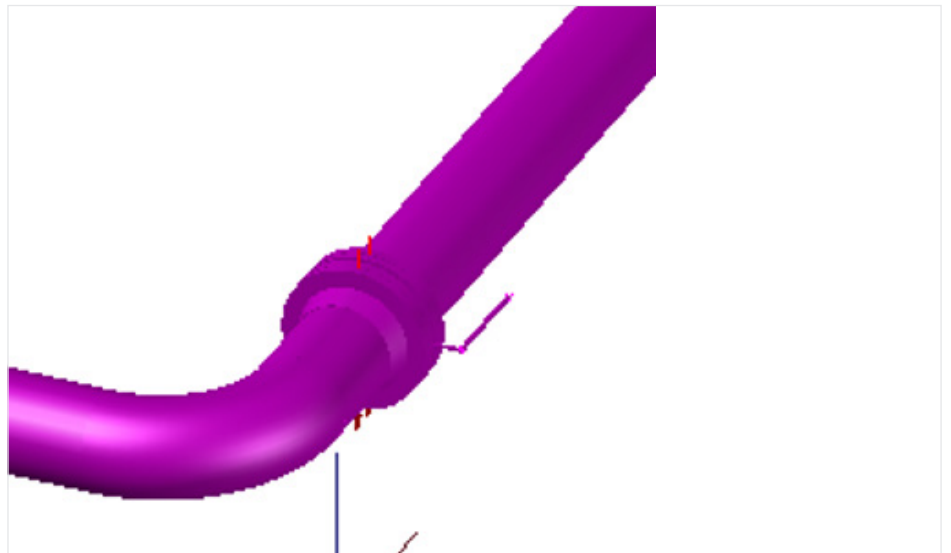
장비 및 구조와 마찬가지로, 배관에는 배관 구성요소의 물리적 치수를 정의하는 카탈로그가 사용됩니다. 설계자는 치수에 대해 걱정할 필요가 없으며 레이아웃에만 신경쓰면 됩니다. 예를 들어, **배관 완료 시 모습은 다음과 같습니다.**



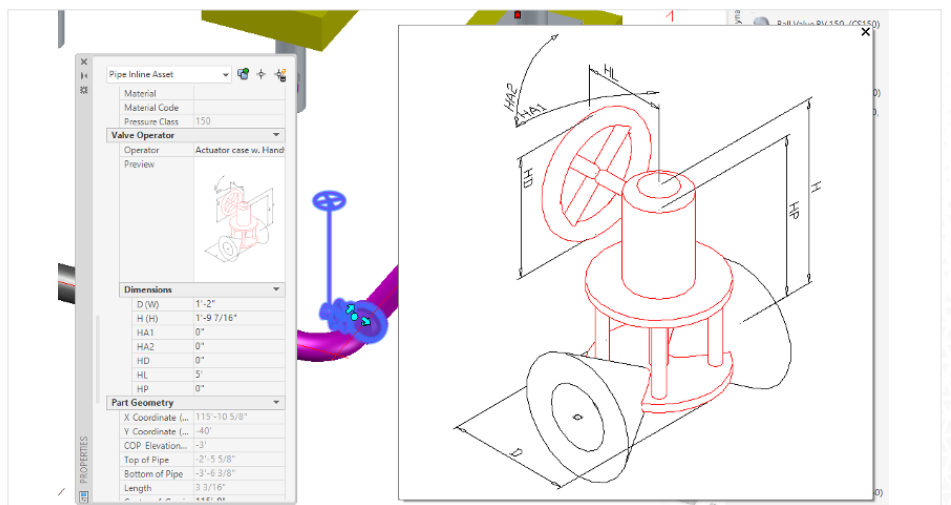
설계자는 '배관 경로 지정' 명령을 선택하고 배관 경로를 선택하면 됩니다. 이 경우, 리듀서와 펌프 노즐의 끝은 다음과 같습니다.



설계자는 사양에서 밸브를 선택하고 배관 삽입점을 식별해 밸브를 삽입합니다.  
맞는 플랜지가 자동으로 배치됩니다.



설계자는 밸브에 속한 파라메트릭 구성요소로 밸브 작동기를 간편하게 변경할 수 있습니다.



## 플랜트 설계 생산성

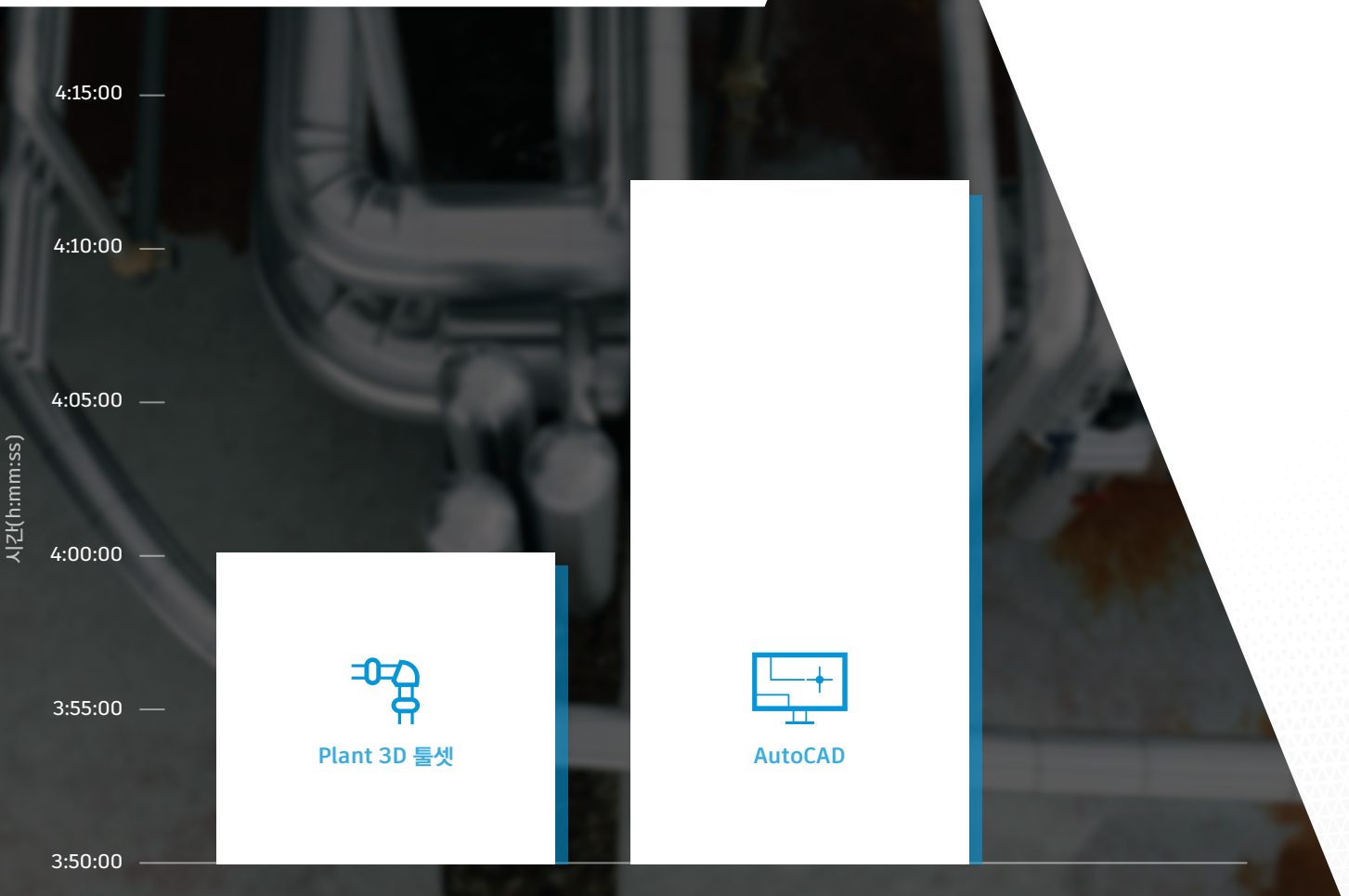
여기에서는 플랜트 레이아웃 작성 작업에 대해 기본 AutoCAD와 Plant 3D 툴셋을 비교합니다. 이 작업에는 변경이나 보고서가 필요하지 않습니다.

플랜트 설계는 복잡하므로 일반적인 비교만 가능합니다. 최종 결과물은 동일하지 않습니다. Plant 3D 툴셋은 '전체 크기' 모델을 제공하는 반면 기본 AutoCAD는 단일 직교 평면뷰 도면을 생성합니다.

작업 수행 시간은 대략 비슷합니다. 하지만 기본 AutoCAD 설계자는 모든 구성요소의 치수(또는 광범위한 블록 라이브러리)가 있어야 하는 반면 Plant 3D 툴셋 설계자는 다양한 기존 카탈로그를 이용해 올바른 치수의 구성요소를 배치하기만 하면 됩니다.

또한 기본 AutoCAD를 사용하는 설계자는 새 뷰(예: 입면 또는 단면도)를 그릴 때 원래 뷰의 그래픽을 전혀 사용할 수 없습니다. 새 뷰를 '처음부터' 제도해야 합니다.

### 플랜트 레이아웃 작성 및 편집에 소요된 시간



# 엔지니어링 데이터의 쿼리, 수정, 추가를 포함한 엔지니어링 데이터 관리. 계산 및 레이아웃 설계를 포함한 BOM(재료 명세서) 작성

## 작업 설명

- P&ID에서 데이터 관리자를 엽니다.
- Excel로 데이터를 내보내고 엔지니어링 데이터를 수정합니다.
- Excel 스프레드시트를 가져오고 P&ID를 업데이트합니다.
- BOM을 작성합니다.

위의 모든 작업은 기본 AutoCAD에서 직접 비교되지 않았습니다. 위의 작업 1, 2, 3에 대한 기본 AutoCAD 단계는 다음과 같을 것입니다.

- 데이터 관리자를 사용해 데이터를 Microsoft Excel로 내보냅니다.
- Excel에서 데이터를 편집합니다.
- 데이터 관리자를 사용해 수정된 스프레드시트를 P&ID로 가져옵니다.

데이터 관리자는 Plant 3D 툴셋에서 기본 제공되는 기능으로 데이터베이스에 스프레드시트와 유사한 인터페이스를 제공합니다.

Tag	Type	Description	Manufacturer	Model Number	Supplier	Flow Capacity	Power	Total Dynamic Head	Vol
P-100A	P								
P-100A?	P								

데이터 관리자를 사용하면 사용자는 데이터를 확인하고 '내보내기' 명령을 이용해 이를 Excel로 내보낼 수 있습니다. 내보낸 데이터는 Excel에서 편집한 후 데이터 관리자 '가져오기' 명령을 이용해 다시 Plant 3D 툴셋으로 가져올 수 있습니다. P&ID 와 데이터 관리자 간의 차이는 아래에 강조 표시되어 있습니다.

Tag	Type	Description	Manufacturer	Model Number	Supplier	Flow Capacity	Power	Total Dynamic Head	Vol
P-100A	P	Pump - 1	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft	240
P-100B	P	Pump - 2	ACME	123-456		200 gph	100 HP	20 ft	240

설계자는 데이터 관리자의 '변경 사항 수락' 명령을 이용해 P&ID를 업데이트할 수 있습니다.

작업 4(BOM의 작성 및 레이아웃)의 경우에 사용된 도구가 Plant 3D 보고서 작성기입니다. 이것은 종합 데이터 보고 도구로서 사용자는 이를 이용해 필드 내에 계산이 포함된 사용자 정의 보고서를 작성할 수 있습니다(데이터 관리자에서는 불가능함). 이를 PDF, Excel, HTML 및 텍스트 등의 다양한 형식으로 내보낼 수 있습니다.

P&ID	Description	COG X	COG Y	COG Z	Weight	Weight Unit
862	REDUCER(COGL) P1P1ND BVA 100020194	84.20262	-36	-12.76	1.8	
2094	REDUCER(COGL) P1P1ND BVA 1696.969471 ASME B16.9	-68.49664	36	14.33	1.8	
2362	REDUCER(COGL) P1P1ND BVA 1696.969471 ASME B16.9	-68.47944	36	14.33	1.8	
1340	TEE (RED) 1P1P1ND BVA 1300.816056 ASME B16.9	-90	-36	262.34	1.8	
2368	TEE (RED) 1P1P1ND BVA 1300.816056 ASME B16.9	-90	-36	262.34	1.8	
1330	TEE (RED) 1P1P1ND BVA ASME 1300.360056 B16.9	-124.97228	-36	266.73	1.8	
1844	TEE (RED) 1P1P1ND BVA ASME 1300.360056 B16.9	48.02302	-36	266.73	1.8	
<b>Total Weight</b>					13602.228724	
<b>COG</b>		16.7022	-299.02	-41.11		



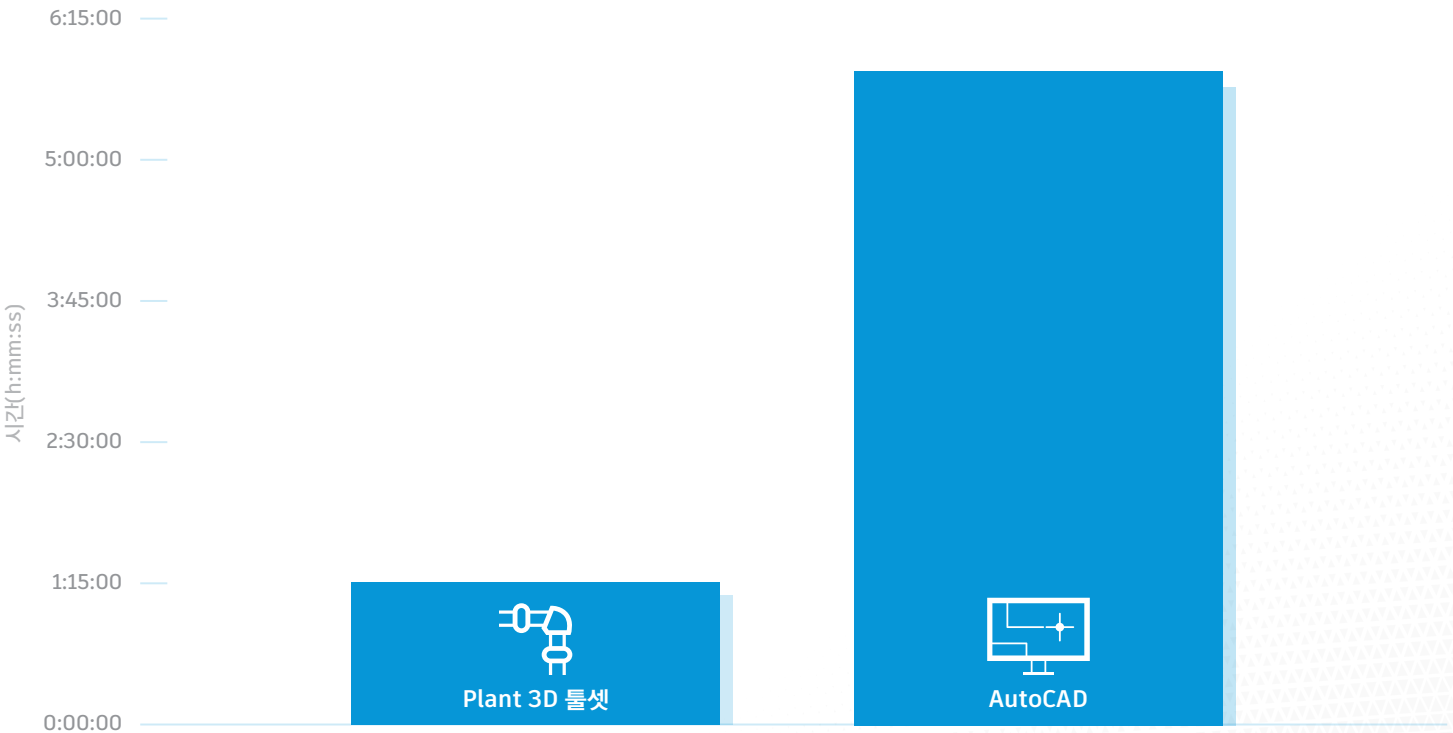
기본 AutoCAD를 사용할 경우에는 보통 Excel 스프레드시트를 사용해 이 작업을 수행합니다. 수작업이므로 설계자는 누락된 항목이 없는지 잘 확인해야 합니다. 또한 스프레드시트와 데이터 소스 간에 연결이 없으므로 기본 AutoCAD에서 변경한 사항은 스프레드시트에서 수작업으로 업데이트해야 합니다.

## 데이터 관리, 보고 및 BOM 생산성

데이터 관리자를 이용해 Plant 3D 툴셋에서 데이터를 내보내는 것은 두세 번의 클릭만으로 수행할 수 있는 간단한 작업입니다. 필터를 추가하려면 몇 번의 데이터 클릭과 데이터 입력이 추가로 필요할 수 있지만 데이터는 즉시 내보내지며 Excel 파일을 생성하는 데 소요되는 시간은 도면 또는 프로젝트에 포함된 데이터의 양에 따라 다릅니다.

기본 AutoCAD에는 이에 상응하는 도구가 없으므로 이와 같은 데이터 관리 작업에 Plant 3D 툴셋을 사용할 경우 얻을 수 있는 생산성 향상 효과는 어마어마하며 76% 이상에 달할 수 있습니다. 기본 AutoCAD를 사용할 때는 AutoCAD에서 데이터를 수작업으로 내보낸 다음 수작업으로 Excel 스프레드시트로 가져와야 합니다. 또한 이 과정에서 사용자 오류가 발생하는 경우가 흔하므로 프로젝트 기획자는 데이터를 부지런히 확인해야 합니다.

## 엔지니어링 데이터 관리 작업에 소요된 시간



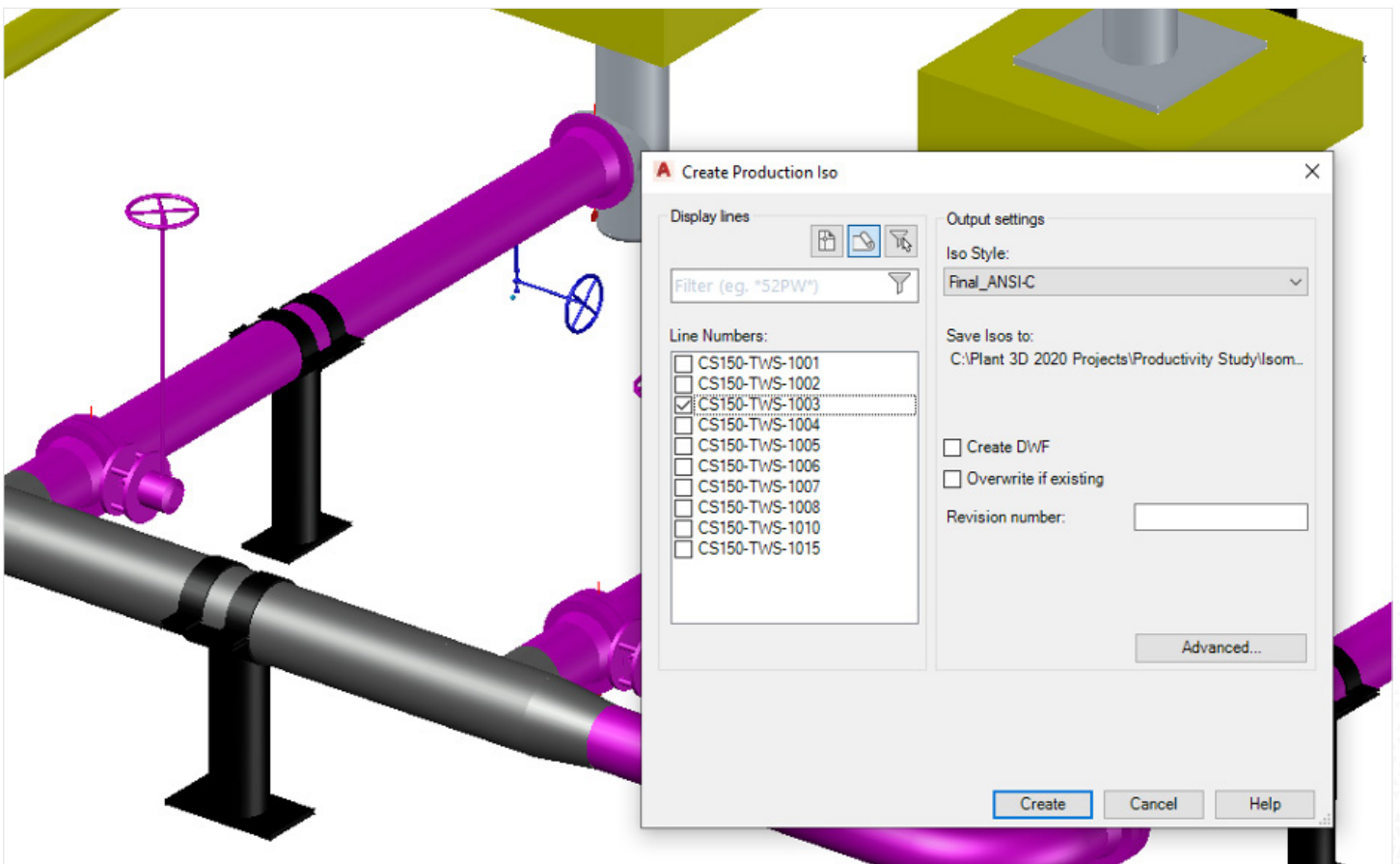
# 등각투상 도면 작성

## 작업 설명

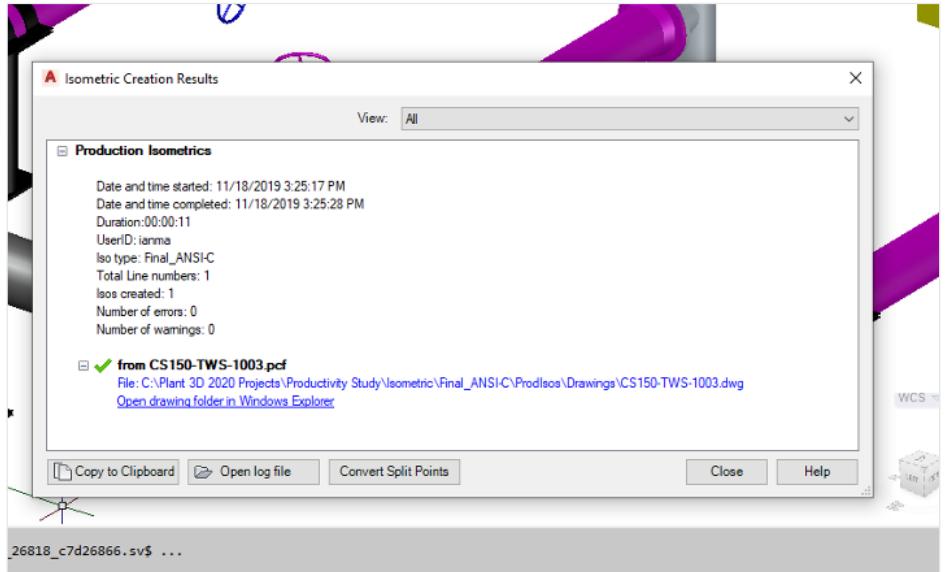
- 작업 2에서 생성된 라인의 파이프 등각투상을 추출합니다.
- AutoCAD에서 작업을 반복하고 파이프 등각투상을 그립니다.

## Plant 3D 툴셋에서의 등각투상 작성

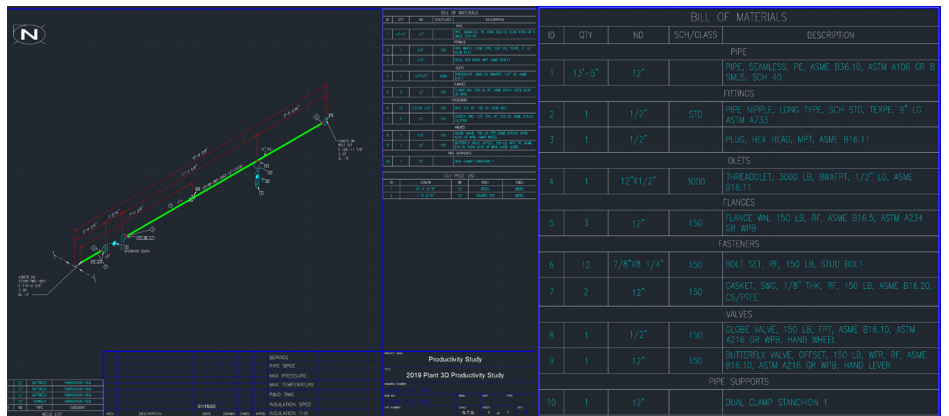
Plant 3D 툴셋에서는 파이프 등각투상이 모델에서 자동으로 생성됩니다. 등각투상 작성은 3D 모델을 열고 'iso' 명령을 클릭해 생성할 iso의 유형을 선택하는 과정으로 이루어집니다(이 경우 제작 iso).



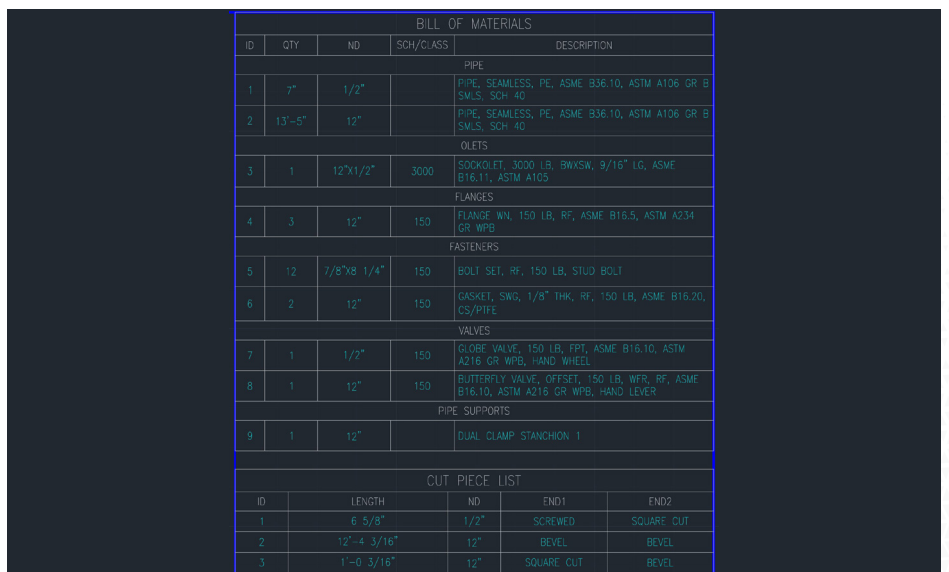
생성할 등각투상과 라인 유형을 선택한 후에는 도면 프로세스가 백그라운드 작업으로 진행되므로 사용자는 다른 작업을 계속 진행할 수 있습니다. 생성이 완료되고 도면을 열 준비를 마치면 Plant 3D 툴셋이 사용자에게 알립니다.



완료된 등각투상은 다음과 같습니다.



MTO는 백그라운드 도면 프로세스에서 자동으로 생성됩니다.

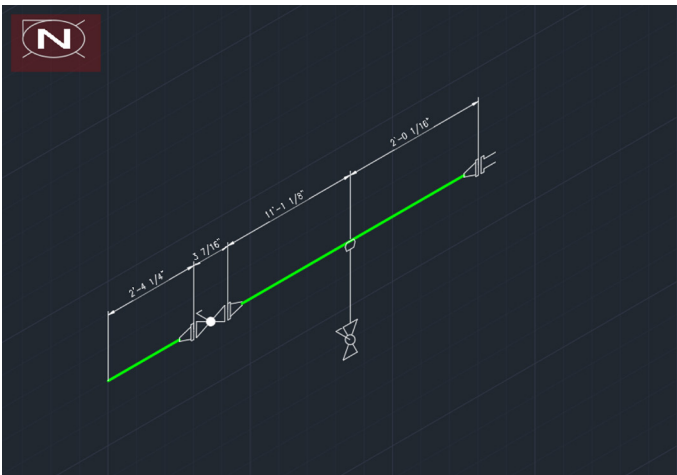


## 기본 AutoCAD를 이용해 파이프 등각투상 작성

AutoCAD에는 사용자가 등각투상 모드에서 그릴 수 있게 해 주는 등각투상 제도라는 유용한 기능이 있습니다. 하지만 등각투상을 작성하기 위해서는 대규모의 블록 라이브러리가 필요합니다. 모든 배관 구성요소에 대해 6가지의 서로 다른 그래픽 표현이 있습니다. 아래의 게이트 밸브를 예로 들 수 있습니다.



등각투상 모델을 그리는 작업은 비교적 쉬우며 위의 도면은 기본 AutoCAD를 이용해 작성할 수 있습니다.



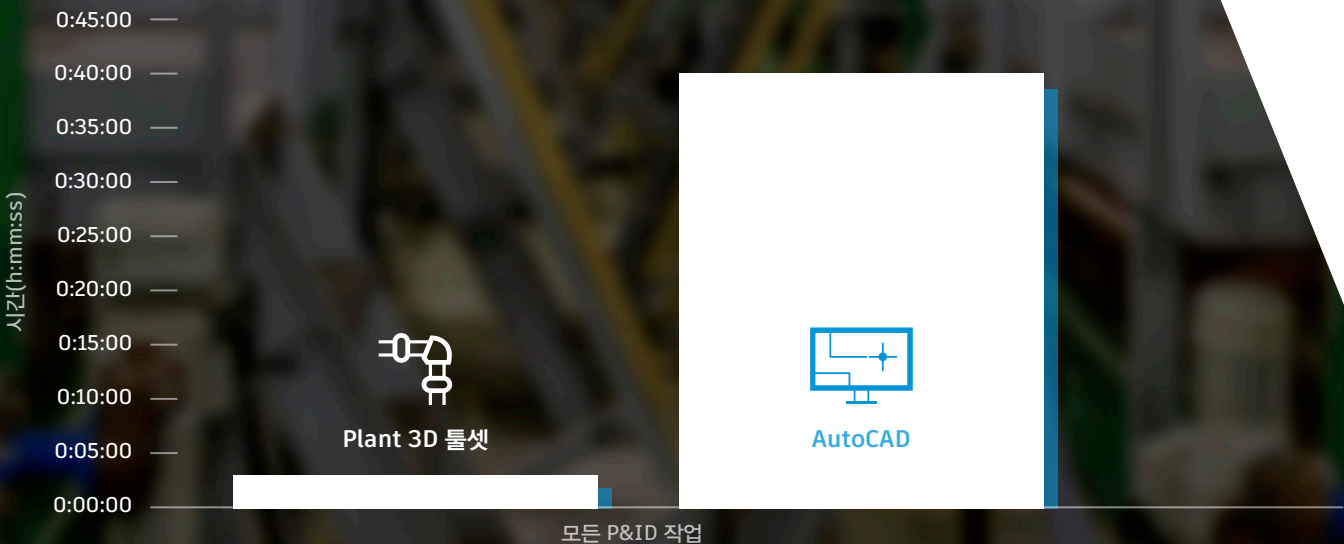
등각투상 도면은 축척에 따라 크기가 조정되지 않으므로 모든 치수를 입력해야 합니다. 또한 MTO 표는 AutoCAD 표로 수작업으로 입력해야 하므로 숙련된 AutoCAD 사용자라도 상당한 수고가 필요합니다.

## 파이프 등각투상 도면 작성의 생산성

위에서 확인한 바와 같이 툴셋을 이용하면 3D 모델에서 파이프 등각투상을 자동으로 작성할 수 있습니다. 모델링이 일단 완료되면 등각투상을 작성하는 데 별도의 시간이 들지 않습니다. 모델에서 도면을 작성하는 것은 백그라운드 작업으로 수행되므로 사용자는 등각투상이 생성되는 동안 다른 작업을 수행할 수 있습니다. 등각투상에는 모델이 반영되므로 작성된 후에는 변경하지 않는 것이 좋습니다(수작업으로 인해 오류가 발생하는 것을 방지하기 위해).

이와 대조적으로 기본 AutoCAD에서 수작업으로 생성하는 등각투상의 경우 먼저 사용자가 그래픽을 작성해야 합니다. 등각투상 도면 기능 덕분에 이 작업을 좀 더 수월하게 수행할 수 있지만 사용자에게는 여전히 대규모 블록 라이브러리가 필요하며 배치할 때 라인을 잘라내야 합니다. 또한 이 도면에서는 배관 형상이 축척에 맞게 표현되지도 않습니다. 사용자가 치수 기입 시 치수 텍스트를 수작업으로 편집해야 합니다. 마지막으로 모든 MTO 정보를 표에 수작업으로 추가해야 하며 이는 도면 경계의 일부가 될 수 있습니다. MTO는 수동 프로세스이므로 오류가 발생하기 쉽습니다. 자동화된 확인 과정은 없으며 수작업으로 수행해야 합니다. 따라서 등각투상을 작성하는 데 소요되는 시간과 노력은 Plant 3D의 자동화된 절차에 비해 대단히 클 수 있습니다.

### 파이프 등각투상 작성에 소요된 시간



파이프라인이 수정되더라도 Plant 3D 툴셋의 생산성 이점은 동일하게 유지됩니다. 수정 사항이 비교적 단순한 경우에는 수작업으로 그린 등각투상을 약간만 편집하면 되지만 광범위한 변경이 필요할 경우 등각투상을 완전히 다시 그려야 할 수도 있습니다.



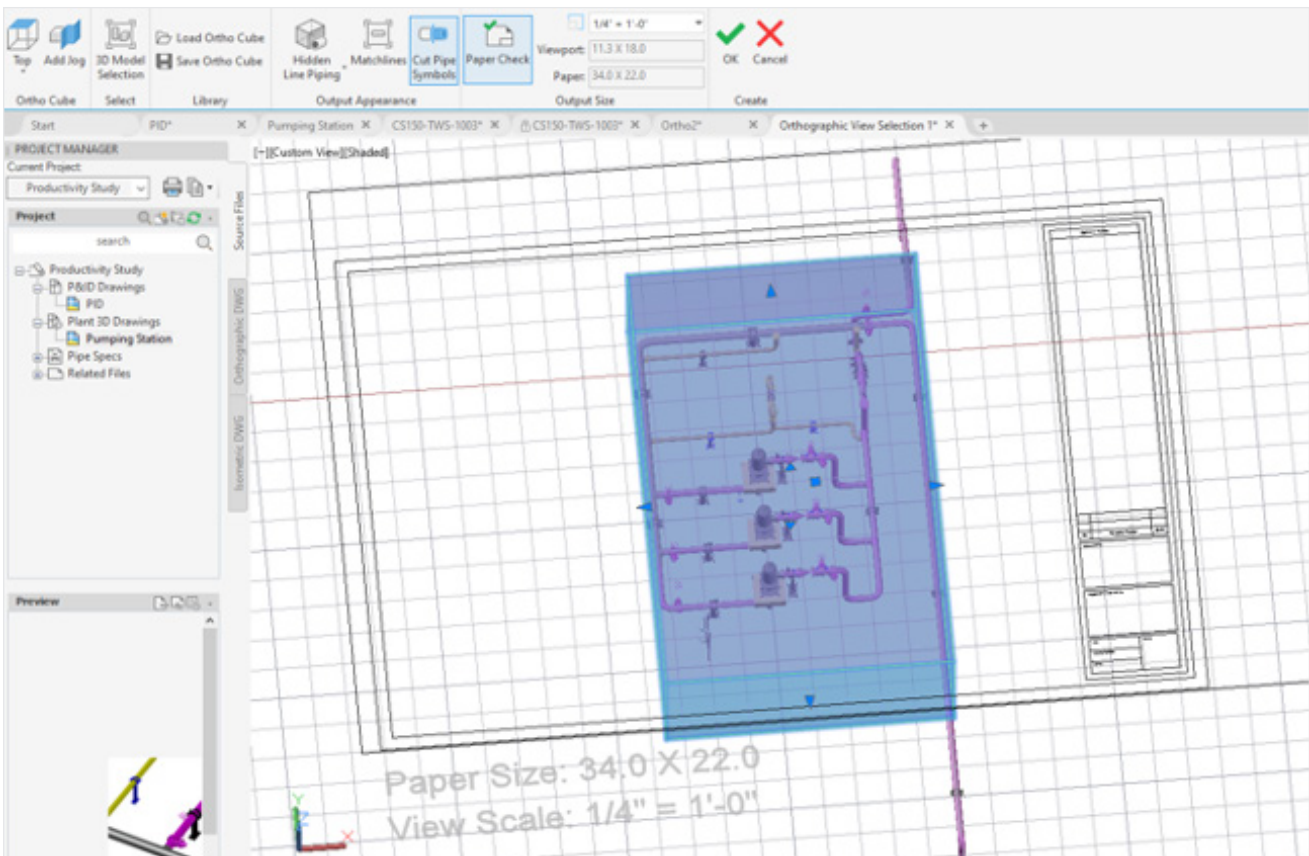
# 2D 직교 뷰 작성

## 작업 설명

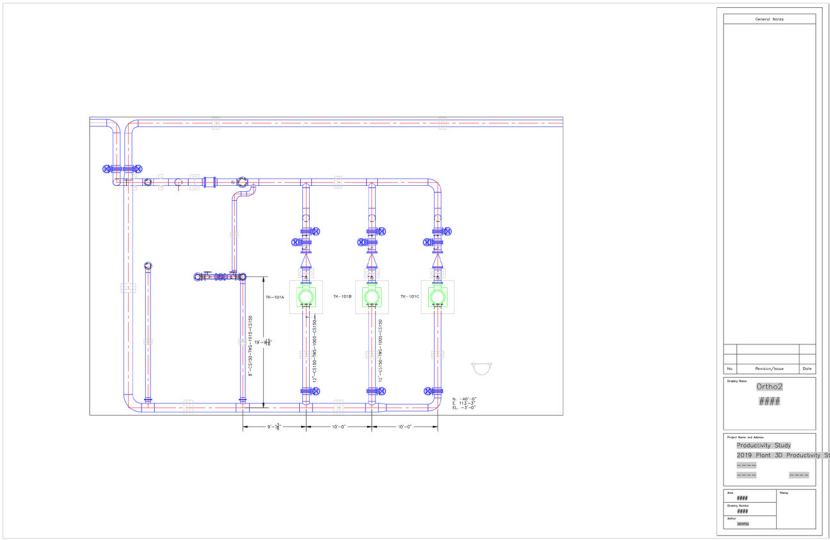
- 작업 2에서 생성된 모델에서 직교를 추출합니다.
- 도면에 주석을 추가합니다.
- BOM 및 BOM 주석을 추가합니다.
- 기본 AutoCAD에서 이 단계를 일부 반복합니다.

## Plant 3D 툴셋을 이용한 직교 도면 작성

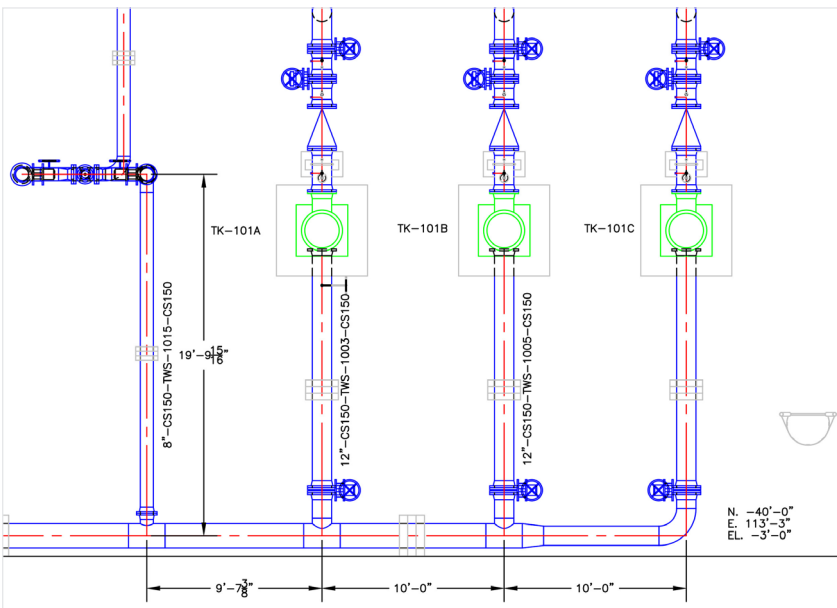
파이프 직교 도면은 Plant 3D 툴셋에서 등각투상을 작성한 것과 동일한 방식으로 모델에서 직접 생성됩니다. 사용자가 '직교 편집기(ortho editor)' 리본 명령으로 도면을 설정하면 숨겨진 라인 제거 프로세스가 시작되며 수작업으로 도면에 뷰포트를 배치할 수 있습니다.







뷰포트 생성 후에, 설계자는 장비 태그, 라인 번호, 배관 입면도 등을 추가하기 위해 Plant 3D 툴셋의 '주석 추가하기' 명령을 이용할 수 있습니다. 툴셋은 **선형 치수**를 배치 하기 위해 표준 치수기입을 사용합니다.



모델이 변경되면 직교 뷰포트의 '뷰 업데이트(update view)' 명령이 주석을 포함한 업데이트된 도면을 보여 줍니다. 선형 치수기입은 자동으로 업데이트되지 않으므로 수동 편집이 필요합니다.

MTO를 도면에 추가할 수 있으며 등각투상과 마찬가지로 데이터가 데이터베이스에서 추출되므로 수작업으로 데이터를 입력할 필요가 없습니다.

## 기본 AutoCAD를 이용한 파이프 직교 작성

기본 AutoCAD를 이용한 파이프 직교 작성은 표준 제도 작업입니다. 다양한 기법을 사용할 수 있으며 표준 2D 제도에는 표준 배관 구성요소를 배치하기 위한 블록이 포함됩니다. 여기에는 광범위한 블록 라이브러리의 생성이 필요하며 구성요소 제조업체의 블록도 필요할 수 있습니다. 설계자는 표준 제도 도구를 사용해 치수를 기입하고 주석을 달고 텍스트를 추가합니다. 이는 쉽지 않은 작업일 수 있으며 특히 레이아웃이 복잡하고 배관의 대부분이 "숨겨져" 있을 경우 더욱 그렇습니다. 경우에 따라서는 Plant 3D 툴셋으로 3D 모델을 작성할 때보다 훨씬 더 많은 시간이 소요될 수 있습니다.

도면을 편집하는 것은 때로 매우 부담스러운 작업일 수 있습니다. 특히 배관 레이아웃에 복잡한 변경 사항을 적용해야 해서 광범위한 도면 편집이 필요할 경우 더욱 그렇습니다.

마지막으로 도면에 MTO를 추가하는 것은 수작업으로 수행해야 하는 작업입니다. 구성요소가 "숨겨져" 있을 경우 보이지 않으므로 구성요소 '누락'으로 인한 오류가 발생할 수 있습니다.

## 파이프 직교 도면 작성의 생산성

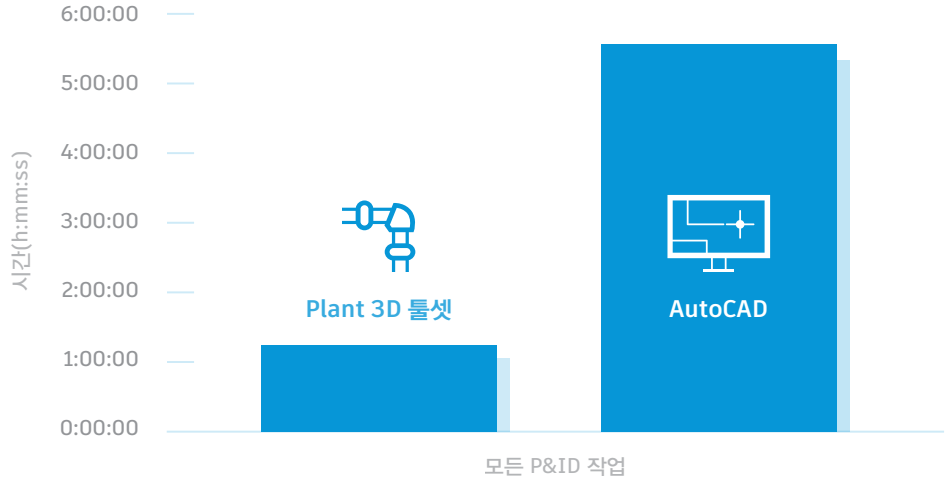
다시 한번 자동화된 작업과 수작업을 비교합니다.

Plant 3D 툴셋을 사용할 때 제도 시간은 도면 치수기입과 주석 추가에 할애됩니다. 하지만 모델 수정 후에는 도면을 업데이트하는 것이 매우 간단해 도면을 약간 편집하기만 하면 됩니다.



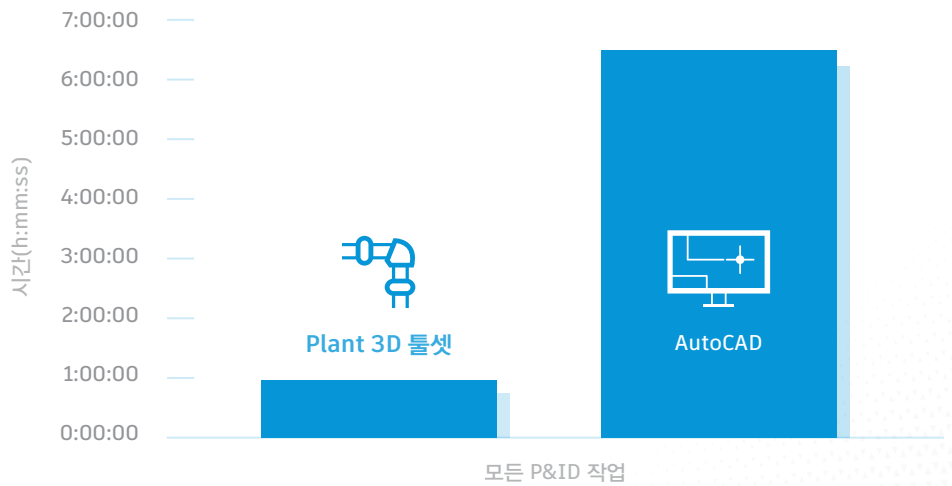
기본 AutoCAD를 이용할 경우에는 파이프 직교 도면 작성이 Plant 3D 툴셋에서 3D 모델을 생성하는 것보다 복잡한 작업일 수 있습니다. 따라서 파이프 직교 도면 작성 작업을 비교한다면 그림과 같은 생산성 향상 효과를 확인할 수 있습니다.

## 모든 파이프 직교 도면 작성에 소요된 시간



파이프 직교 도면 수정의 경우에는 더 큰 폭의 생산성 향상 효과가 나타날 수 있습니다.

## 파이프 직교 도면 편집에 소요된 시간





# 배관 사양 및 카탈로그 관리

## 작업 설명

- 사양 편집기에서 기존 배관 사양(CS150)을 엽니다.
- 플러그, 스톱렛, 니플을 추가합니다.
- 업데이트된 사양을 이용해 배수관 구성을 변경합니다.
- 모델링된 사양(CS300)에서 새 CS150으로 파이프라인을 변경합니다.

## Plant 3D 툴셋 프로세스

배관 사양 및 카탈로그 관리는 Plant 3D 툴셋에 포함된 Plant 3D 사양 편집기로 수행합니다.



## 1단계 및 2단계 - 기존의 CS150 배관 사양을 열고 플러그, 스레돌렛, 니플 추가

사양 관리자에서 사양 편집기를 열고 CS150 사양을 선택합니다. 관련 카탈로그도 자동으로 열립니다.

다음은 스레돌렛이 추가되기 전의 사양으로, **사양에 추가될** 준비가 된 카탈로그 구성요소가 강조되어 있습니다.

Spec Sheet: C:\Plant 3D 2020 Projects\Productivity Study\Spec Sheets\CS150.psp\* Spec: CS150

Min Size	To	Max Size	Long Description	Part Use Priority	Branch In Use
3"	to	24"	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 Gr V		
----- Gasket -----					
1/2"	to	24"	GASKET, 150 LB, CS/PTFE	●	
1/2"	to	24"	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/	●	
----- Olet -----					
2"	to	24"	SOCKOLET, 3000 LB, BWXSW, 9/16" LG, ASME B16.11, 1		✓
----- Pipe -----					
1/2"	to	24"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SM		✓
----- Reducer -----					
3"	to	24"	REDUCER (CONC), BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WF	●	

Buttons: Edit Parts..., Add Notes to Group, Add to Spec, Remove from Spec, Find in Catalog, Layout and Settings

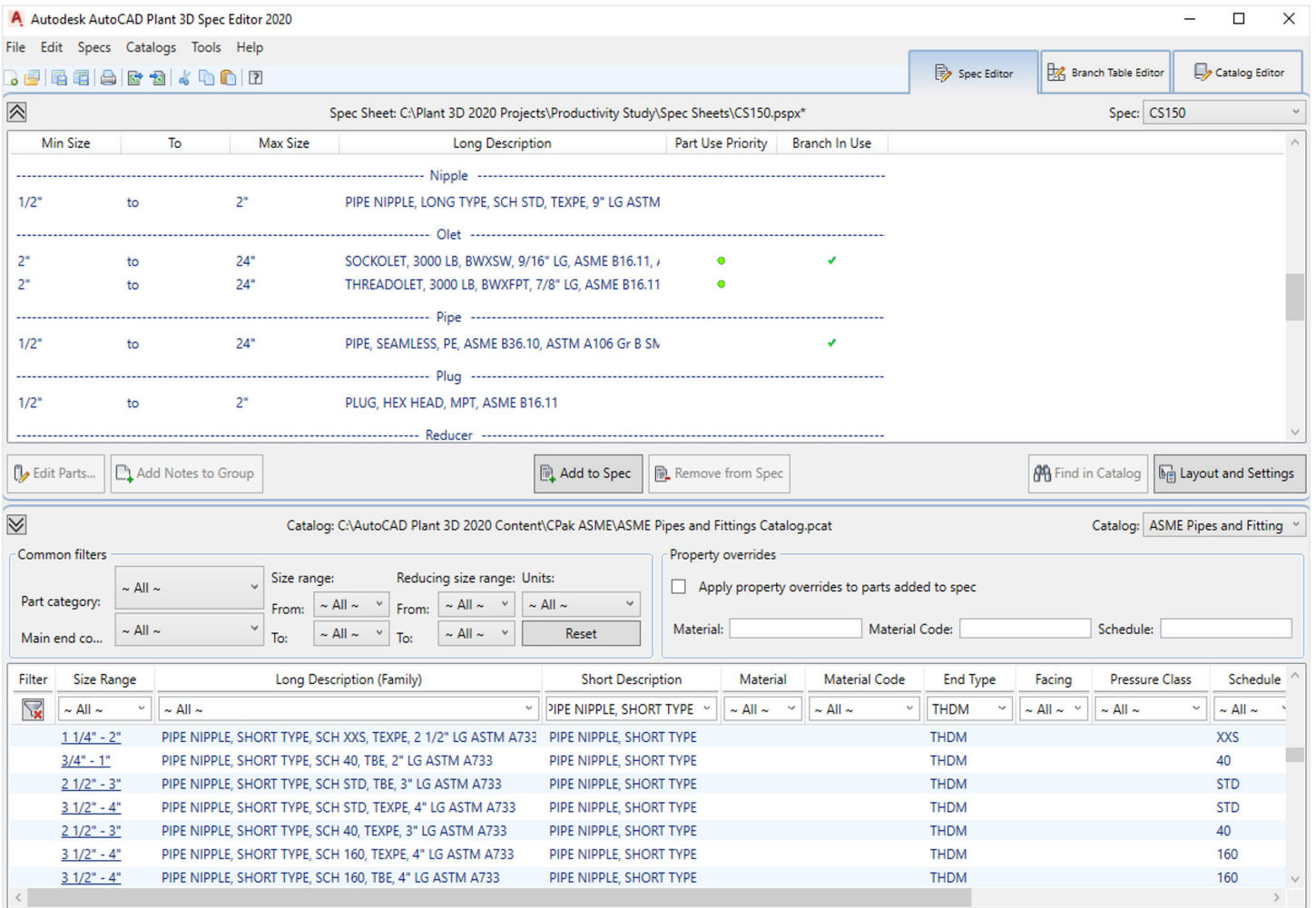
Catalog: C:\AutoCAD Plant 3D 2020 Content\CPak ASME\ASME Pipes and Fittings Catalog.pcat Catalog: ASME Pipes and Fitting

Common filters: Part category: ~ All ~, Main end co...: ~ All ~, Size range: From: ~ All ~, To: ~ All ~, Reducing size range: From: ~ All ~, To: ~ All ~, Units: ~ All ~, Reset

Property overrides:  Apply property overrides to parts added to spec, Material: \_\_\_\_\_, Material Code: \_\_\_\_\_, Schedule: \_\_\_\_\_

Filter	Size Range	Long Description (Family)	Short Description	Material	Material Code	End Type	Facing	Pressure Class	Schedule
☑	~ All ~	~ All ~	THREAOLET	~ All ~	~ All ~	~ All ~	~ All ~	~ All ~	~ All ~
	1 1/2" - 42"	THREAOLET, 3000 LB, BWXFPT, 1/2" LG, MSS SP-97	Threadolet			BV		3000	
	1 1/2" - 42"	THREAOLET, 6000 LB, BWXFPT, 11/16" LG, ASME B16.11	THREAOLET			BV		6000	
	1 1/2" - 42"	THREAOLET, 3000 LB, BWXFPT, 13/16" LG, ASME B16.11	THREAOLET			BV		3000	
	1 1/2" - 42"	THREAOLET, 6000 LB, BWXFPT, 7/8" LG, MSS SP-97	Threadolet			BV		6000	

'사양에 추가(Add to Spec)' 명령을 이용하면 선택한 스레돌렛이 배관 사양에 자동으로 추가됩니다. 플러그와 니플도 같은 방법으로 추가됩니다.



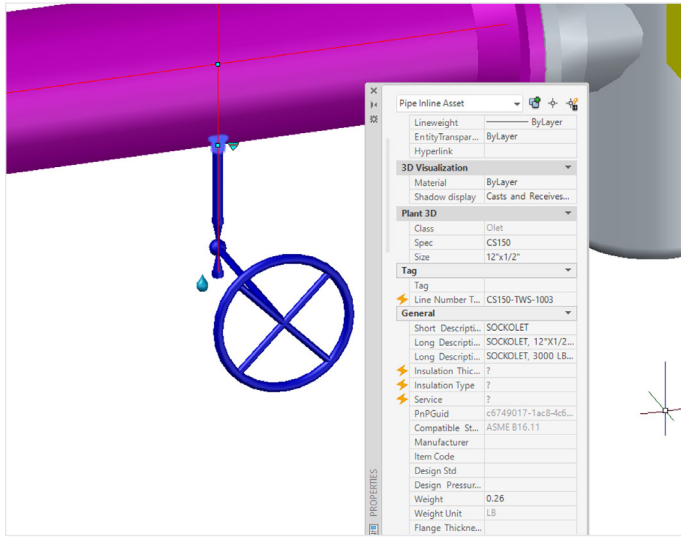
배관 사양이 저장되면 Plant 3D 툴셋 모델러에서 업데이트된 사양을 사용할 수 있습니다.

### 3단계 - 업데이트된 사양을 이용해 배수관 구성 변경

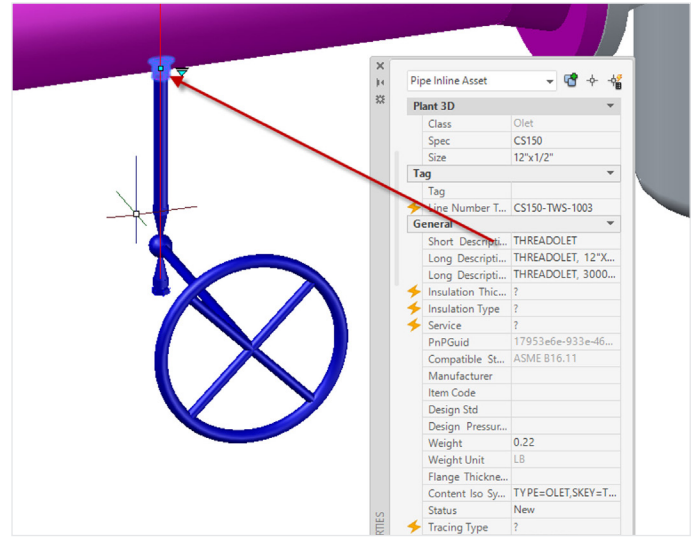
이 부분에서 사용자는 플랜트 모델을 열고 밸브와 파이프를 삭제해 배수관 구성을 교체하고 '대체 부품' 그림 문자를 이용해 소켓을 같은 크기의 스레드olet으로 교체한 다음 니플, 글로브 밸브, 플러그를 추가합니다.



변경 전:



변경 후:



## 3a단계 - 직교 도면 업데이트

다음은 변경 전의 직교 도면입니다.

ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION
1	1	1'-3 5/8"	1/2"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
2	2	1'-6"	1"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
3	130'	5 7/8"	12"	PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
4	15'-7 3/8"	16"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
5	3	1"		CP IMPERIAL Plug
6	2	12"		ELL, 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
7	1	12"		TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
8	1	16"x12"		TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
9	4	12"x1"	3000	SOCKOLET, 3000 LB, BWXSW, 9/16" LG, ASME B16.11, ASTM A105
10	7	12"x1/2"	3000	SOCKOLET, 3000 LB, BWXSW, 9/16" LG, ASME B16.11, ASTM A105
11	1	1"		PH IMPERIAL Flange
12	10	12"	150	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 Gr WPB
13	84	7/8"x8 1/4"	150	BOLT SET, RF, 150 LB, STUD BOLT
14	10	12"	150	GASKET, SWG, 1/8" THK, RF, 150 LB, ASME B16.20, CS/PTFE
15	3	1/2"	150	Globe Valve, 150 LB, SW, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB, Hand Wheel
16	1	1/2"	150	Globe Valve, 150 LB, FPT, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB, Hand Wheel
17	1	1"	150	Globe Valve, Solid Wedge, 150 LB, SW, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB, Hand Wheel
18	3	1"	150	Globe Valve, 150 LB, FPT, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB, Hand Wheel
19	1	12"	150	Check Valve, Swing, 150 LB, RF, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB
20	3	12"	150	Butterfly Valve, Offset, 150 LB, WFR, RF, ASME B16.10, ASTM A216 Gr WPB, Hand Lever
21	1	12"		Dual Clamp Stanchion 1
22	1	12"		Clamped Stanchion

도면 업데이트는 '뷰 업데이트(Update View)' 명령을 이용해 간편하게 수행할 수 있습니다.

BILL OF MATERIALS				
ID	QTY	ND	SCH/CLASS	DESCRIPTION
1	9'	1/2"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
2	1'-6"	1"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
3	130'-5 7/8"	12"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
4	15'-7 3/8"	16"		PIPE, SEAMLESS, PE, ASME B36.10, ASTM A106 Gr B SMLS, Sch 40
5	1	1/2"	STD	PIPE, NIPPLE, LONG TYPE, SCH STD, TEXPE, 9" LG, ASTM A133
6	1	1/2"		PLUG, HEX HEAD, MPT, ASME B16.11
7	3	1"		CP IMPERIAL Plug
8	2	12"		ELL, 90 LR, BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
9	1	12"		TEE, BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
10	1	16"x12"		TEE (RED), BW, ASME B16.9, ASTM A234 Gr WPB SMLS, Sch 40
11	1	12"x1/2"	3000	THREADOLET, 3000 LB, BWNKPT, 1/2" LG, ASME B16.11
12	4	12"x1"	3000	SOCKOLET, 3000 LB, BWXSW, 9/16" LG, ASME B16.11, ASTM A105
13	6	12"x1/2"	3000	SOCKOLET, 3000 LB, BWXSW, 9/16" LG, ASME B16.11, ASTM A105
14	1	1"		PH IMPERIAL Flange
15	10	12"	150	FLANGE WN, 150 LB, RF, ASME B16.5, ASTM A234 Gr WPB

새 구성요소(니플, 밸브, 플러그)에 대한 BOM 주석은 자동으로 추가됩니다. 치수는 수작업으로 업데이트해야 합니다.

등각투상 작성은 이전과 동일합니다. 추가로 변경할 필요가 없습니다.

## 4단계 - 모델링된 사양(CS 300)에서 새 CS150으로 파이프라인 변경

CS150에서 CS300으로 사양을 변경해 모델을 업데이트하는 것은 라인을 선택하고 특성에서 사양을 변경하고 모든 연결이 유효한지 확인하면 되는 단순한 작업입니다. (구성요소 치수가 변경되었으므로 일부는 자동으로 업데이트되지 않습니다. 재연결을 위해 이동하는 것은 매우 간단합니다.) 도면을 업데이트하는 것은 위와 동일합니다.

새 파이프 등각투상을 작성하는 것은 전과 동일한 자동화 작업입니다.

## 기본 AutoCAD 프로세스

기본 AutoCAD에는 사양 편집기에 상응하는 도구가 없습니다. 배수관 기존 도면의 단면을 업데이트할 수 있다는 점을 제외하면 제도 과정은 작업 4와 동일합니다. 구성요소 치수를 확인하는 과정은 수작업이나 블록을 교체하는 방법으로 수행해야 하며 치수가 업데이트되어야 합니다.

4단계에서 사용자는 기존 라인을 삭제하고 새 사양을 이용해 처음부터 다시 그려야 합니다.

등각투상이 필요하다면 이것도 다시 그려야 합니다.

## 배관 사양 및 카탈로그 관리 생산성

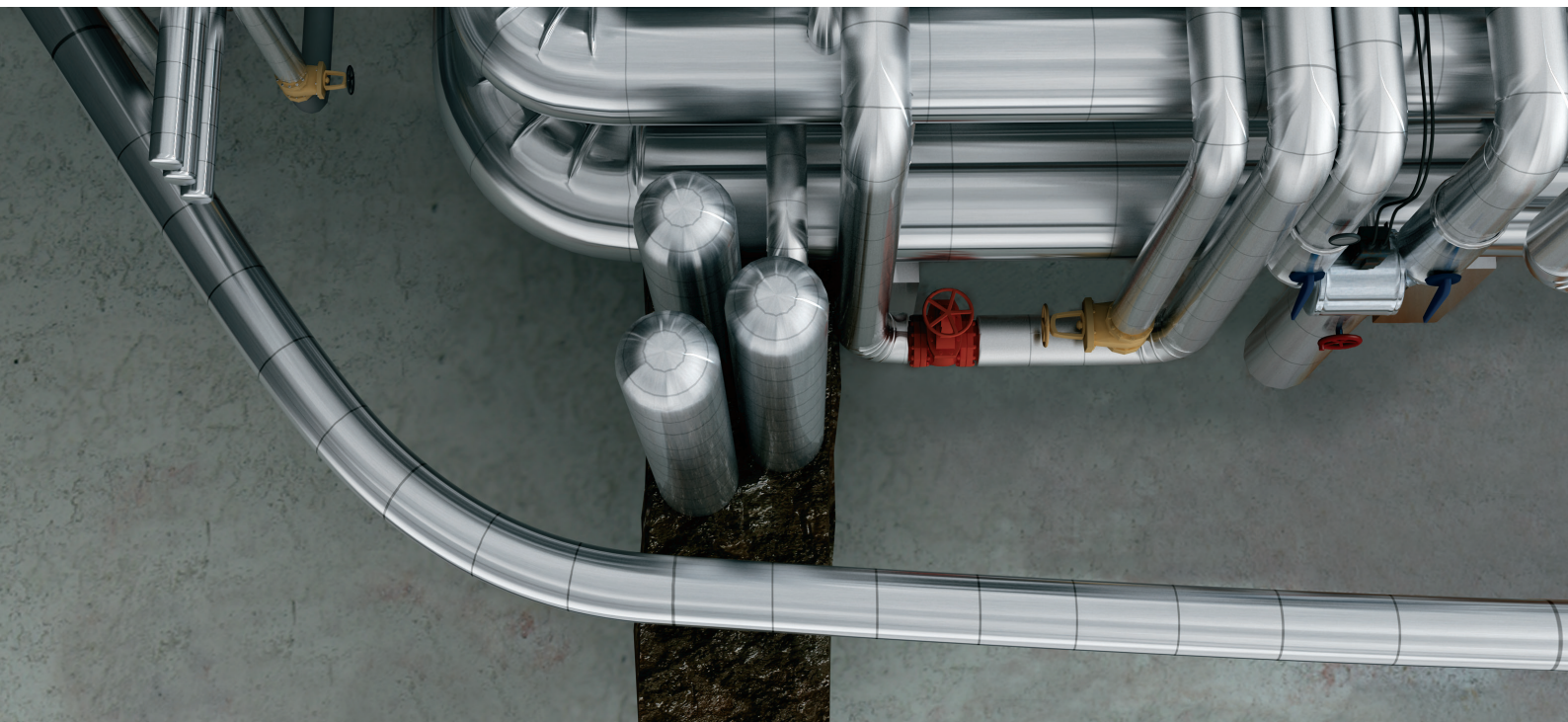
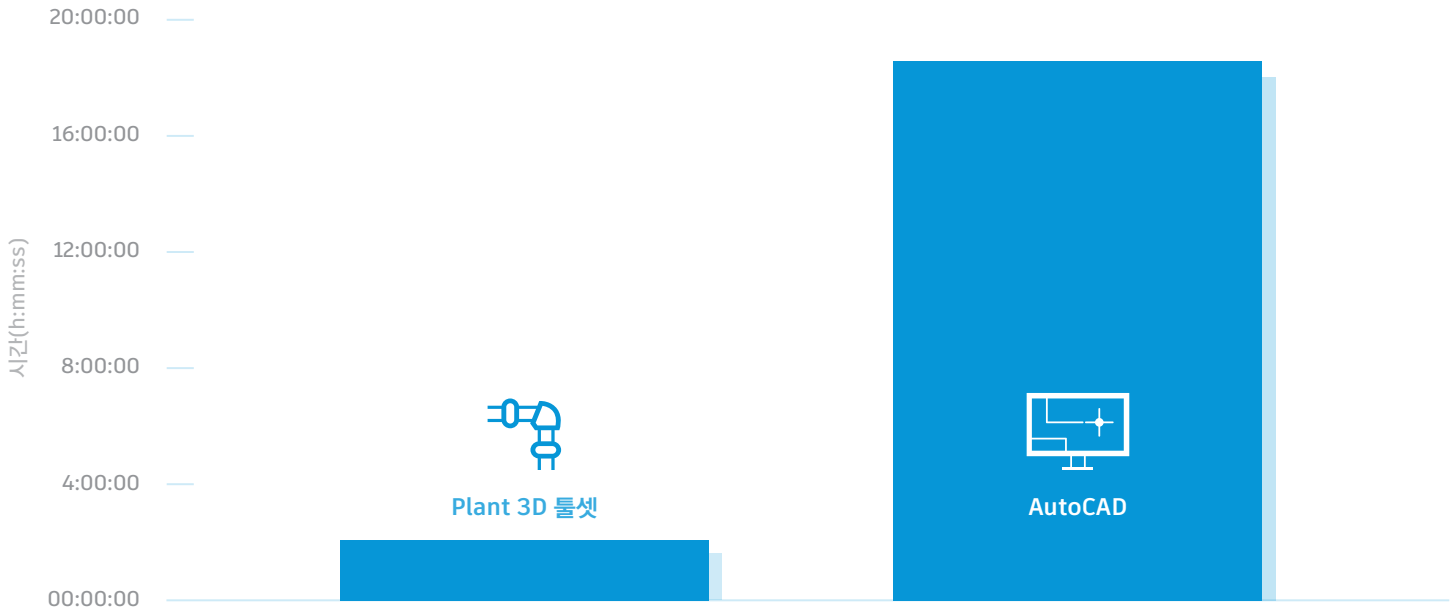
사양 편집기와 AutoCAD를 직접적으로 비교할 수는 없으므로 생산성 분석은 도면 측면에 집중됩니다.

Plant 3D 툴셋을 이용한 모델 기반 설계는 다음과 같은 영역에서 기본 AutoCAD에 비해 막대한 생산성 향상 효과를 제공합니다.

- 1. 사양을 변경할 경우** Plant 3D 툴셋 사용자는 사양 기반 카탈로그를 이용해 모델을 업데이트한 다음 뷰 업데이트 명령을 이용해 도면을 업데이트합니다. 둘 이상의 뷰를 수정해야 하는 경우에는 모든 뷰를 동시에 업데이트할 수 있습니다. 기본 AutoCAD 사용자는 각 도면 뷰를 수작업으로 업데이트해야 하며 시간을 들여 치수를 확인해야 합니다.
- 2. 파이프 등각투상이 필요할 경우** Plant 3D 툴셋 사용자는 모델에서 바로 새로운 iso를 생성합니다. 직접 도면을 작성할 필요가 없습니다. 반면에, 기본 AutoCAD 사용자는 각 등각투상을 별도로 다시 작성해야 합니다.
- 3. 도면에 MTO가 추가된 경우** Plant 3D 툴셋 사용자는 뷰 업데이트 명령의 일환으로 MTO가 자동으로 업데이트되는 것을 볼 수 있습니다. 기본 AutoCAD 사용자는 수작업으로 MTO 표를 편집해야 하며, 도면의 복잡성으로 인해 상당한 수고가 필요합니다.

Plant 3D 툴셋을 사용할 경우 이 작업에서 상당한 생산성 향상 효과를 얻을 수 있습니다. 플랜트의 동일한 영역에 대한 도면이 많을수록 생산성 향상 효과가 높아집니다.

## 배관 사양과 그에 따른 도면 변경을 관리하는 데 소요되는 시간



# 결론

이 연구에서는 기본 AutoCAD를 사용할 때와 Plant 3D 툴셋을 사용할 때 설계 프로세스가 달라진다는 점을 설명하기 위해 여섯 가지 설계 작업을 수행하고 분석했습니다.

Plant 3D 툴셋을 이용한 설계 프로세스에서는 전체 크기 단일 플랜트 모델을 생성하여 이를 기반으로 도면을 추출하고 사용자가 지정한 축척으로 조정합니다. 이 방식을 사용할 경우에는 모델이 변경됨에 따라 새 버전의 도면을 생성하고 도면을 관리하는 것이 매우 간단하며 각 뷰에 대한 설계 작업을 반복할 필요가 없습니다.

파이프 등각투상은 모델에서 자동으로 생성되며 이는 백그라운드 작업으로 수행되므로 생산성 향상 효과는 거의 무한대입니다.

가장 중요한 것은, 도면에 포함된 BOM (재료 명세서)과 자재 산출량 계산이 훨씬 더 정확하다는 점입니다. 또한 오류 발생도 현저히 줄어 들었습니다.

기본 AutoCAD에 비해 Plant 3D 툴셋 사용 시 얻어지는 생산성 향상 효과는 다음과 같이 요약할 수 있습니다.

설계 작업	Plant 3D 툴셋(h:mm)	AutoCAD (h:mm)	생산성 향상 효과 (추정 %)
P&ID의 작성 및 수정	1:00	1:44	42%
사양 기반 3D 배관, 장비 및 구조물의 생성 및 편집	4:00	4:12	2-5%
엔지니어링 데이터의 쿼리, 수정, 추가를 포함한 엔지니어링 데이터 관리. 계산을 포함하는 BOM(재료 명세서) 작성	1:25	5:50	76+%
파이프 등각투상 도면 작성	0:03	0:40	93+%
2D 파이프 직교 도면 작성	1:15	5:30	77%
배관 사양 및 카탈로그 관리	1:45	~18:30	91+%
총 시간	9:28	36:26	
Plant 3D 툴셋 사용 시 전체적으로 절약되는 시간			74%



# 면책 사항

이 연구에 언급된 생산성 향상 효과는 특정 데이터 세트, Plant 3D 2020 툴셋 및 AutoCAD 2020 을 사용해 작업을 수행한 결과입니다. 다른 버전의 소프트웨어를 사용하거나 다른 방식으로 제도를 수행하거나, 혹은 소프트웨어 활용 수준이 다를 경우 다소 다른 결과가 도출될 수 있습니다. 모든 테스트는 출시 상태의 소프트웨어를 사용해 수행되었습니다.

**모든 성능 테스트와 마찬가지로 본 결과치는 시스템, 운영 체제, 필터 그리고 소스 자료에 따라 달라질 수 있습니다.** 최대한 공정하고 객관적인 테스트가 될 수 있도록 최선을 다했지만 실제 사용 환경에서의 결과치는 다를 수 있습니다. 제품 정보 및 사양은 공지 없이 변경될 수 있습니다. Autodesk는 명시적이거나 암시적인 어떠한 유형의 보증 없이 이 정보를 "있는 그대로" 제공합니다.



