기술 개요

Agilent
Trusted Answers

# Advanced Dilution 시스템 2의 기능 및 작동

## Agilent ICP-OES 및 ICP-MS 기기에 대한 검량 및 시료 희석 자동화

## 워크플로의 효율성을 향상시키세요

전 세계 실험실은 현재 더 적은 리소스로 더 많은 분석을 수행해야 하는 과제에 직면해 있으며, 이로 인해 많은 분석법에 대한 재평가가 요구되고 있습니다. 특정 작업을 자동화하면 실험실 관리자가 워크플로를 간소화하고 리소스 활용도를 최적화하는 데 도움이 될 수 있습니다. Agilent ICP-OES 또는 ICP-MS 계측을 갖춘 실험실의 효율성을 높이기 위해 애질런트는 일상적인 고처리량 응용 분야를 위해 설계된 완전히 통합된 인라인 자동 희석 시스템인 Advanced Dilution 시스템 2(ADS 2)를 개발했습니다. ADS 2는 stock 표준물질과 시료를 최대 400배까지 자동으로 희석할 수 있어 검량 표준물질과 시료의 자동 전처리 또는 범위를 벗어난 시료의 희석에 이상적입니다. ADS 2는 ICP-OES 또는 ICP-MS에 대한 정량 분석법을 준비할 때 작업자가 수행해야 하는 수동 작업을 효과적으로 줄여 다른 작업에 더 많은 시간을 할애할 수 있습니다.

이중 시린지 ADS 2는 Agilent 5800 및 5900 ICP-OES*와 Agilent 7850, 7900 및 8900 ICP-MS*에 사용할 수 있습니다. ADS 2와 고성능 밸브 시스템(AVS)**은 소프트웨어 제어 하에 원활하게 함께 작동하여 시료 처리량을 최대화하고 시료 처리 시간을 단축하며 시료당 비용을 절감합니다. ADS 2와 AVS의 통합 설계는 희석을 수행하지 않을 때 과도한 시간이 추가되는 것을 방지하여 다른 희석 시스템의 일반적인 단점을 해결합니다. 또한 필요할 때마다 인라인 시료 희석을 제공하기 위해 시스템을 쉽게 사용할 수 있도록 설계되었습니다. 시료의 반응성 희석이 필요한 경우 지능형 소프트웨어가 각 워크시트 실행이 끝날 때 희석된 시료에 대한 결과를 편리하게 표시하는 동시에 모든 데이터에 대한 전체 액세스를 유지합니다.

## ADS 2 자동 희석기의 특징

ADS 2는 ICP-OES용 Agilent ICP Expert 소프트웨어 버전 7.7 이상과 ICP-MS용 (Agilent) ICP-MS MassHunter 소프트웨어 버전 5.3 이상을 사용하여 완전히 통합되고 제어됩니다.

간단한 이중 시린지 자동 희석 시스템으로 다음을 수행할 수 있습니다.

**자동 검량**—ADS 2는 stock 표준물질의 정확한 희석을 통해 자동으로 검량 표준물질을 전처리합니다. 분석가는 stock 표준물질을 자동 시료 주입기 랙에 놓고 자동 검량 보조 도구를 사용하여 검량 범위를 정의하기만 하면 됩니다. 다음, 멀티포인트 검량선이 자동으로 생성됩니다. 자동 검량 보조 도구는 원소당 여러 stock 표준물질 및 검량 범위를 지원합니다. 수동 프로세스에 비해 자동 검량은 분석 시간을 절약하고 낭비를 최소화하며 분석에 오류나 오염이 발생할 위험을 줄이는 편리하고 효율적인 프로세스입니다.

**규정된 희석**—분석법 설정 중에 작업자는 시료 용액의 자동 전처리를 위해 정의된(규정된) 희석률을 설정할 수 있습니다. 예를 들어 일련의 시료 용액을 분석하기 전에 10배(1/10)로 희석해야 하는 경우 분석가는 시료 리스트에 희석률로 10을 입력하기만 하면 됩니다. 그러면 소프트웨어가 ADS 2를 자동으로 트리거하여 시료 분석 전에 용액을 전처리합니다.

**반응성 희석**—예상치 못한 결과가 발생한 경우(예를 들어 시료의 측정 결과가 검량 범위를 초과하거나 내부 표준물질 회수 문제가 있는 경우) ADS 2가 자동으로 희석을 수행하도록 트리거될 수 있습니다. 실패한 결과를 기반으로 소프트웨어는 알고리즘을 사용하여 적절한 반응성 희석률을 계산하고 시료 측정을 다시 실행합니다. 이 자동 프로세스를 사용하면 실행이 끝날 때 완전한 데이터 세트가 보장되므로 시간이 많이 걸리는 수동 재작업이 필요하지 않습니다. 여러 가지 희석 농도로 측정된 시료는 각 원소에 대한 정확한 범위 결과에 따라 요약됩니다. 이 소프트웨어 지원 데이터 검토 프로세스를 통해 결과를 더 빠르게 생성할 수 있어 분석가의 프로세스가 간소화됩니다.

**처리 시간 단축**—용액을 자주 희석하지 않을 때 ADS 2는 분석에 추가 시간(일반적으로 2초 미만)이 거의 추가되지 않도록 최적화되었습니다. 희석이 트리거되는 경우(시료 리스트에 정의되거나 반응적인 경우)에만 용액의 흐름이 ADS 2의 희석 유로를 통해 전달됩니다. 따라서 ADS 2는 AVS 스위칭 밸브가 장착된 ICP와 유사한 빠른 시료 처리 시간을 유지하면서 지능형 자동 희석의 이점을 제공합니다.

**분석당 비용 절감**—간단한 이중 시린지 설계와 필요한 경우에만 시료과 용액을 희석함으로써 ADS 2는 교체용 시린 및 밸브 마모 부품과 같은 소모품을 절약합니다. 장갑, 시료 바이알, 피펫 팁을 포함한 실험실 용품 소비와 폐기물 처리 비용이 수동 희석에 비해 감소합니다. ADS 2의 비용 효율적인 작동은 지능형 소프트웨어 제어 기능을 통해 분석 시간과 ICP 운영 비용(아르곤 및 전력 소비 등)을 절약함으로써 더욱 향상됩니다.

**사용의 용이성**— ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 기기 제어 소프트웨어에는 ADS 2 사용 시 분석법 개발, 데이터 분석, 보고 및 문제해결을 간소화하는 여러 도구가 있습니다. 두 소프트웨어 제품군 모두 ADS 2에 대한 실시간 시스템 정보를 제공하는 대화형 유로 다이어그램을 포함하고 있으며 도움말 및 학습 센터에는 시스템 사용 및 간단한 유지보수 방법에 대한 자세한 정보가 포함되어 있습니다. 스마트 조기 유지보수 피드백(EMF) 기기 성능 추적 카운터 및 센서, 유지보수 로그, 온라인 가이드 등의 기능은 의사 결정을 지원하므로 예방적 유지보수가 적시에 수행됩니다.

**모두 애질런트의 부품**—ADS 2는 통합 시스템으로 작동하도록 설계된 Agilent ICP에 최적화되어 있습니다. 모든 설정이 분석법에 포함되어 있으므로 학습할 소프트웨어 응용 프로그램은 하나뿐입니다. 자동 희석기와 기기의 긴밀한 통합으로 소프트웨어와 하드웨어가 하나로 설계되었을 때만 실현할 수 있는 고성능 기능을 사용할 수 있습니다. 거래할 회사가 하나뿐이므로 구매 및 지원 프로세스가 간단합니다.



**ADS 2는 Agilent 5100 및 5110 ICP-OES 및 Agilent 7800 ICP-MS와도 호환됩니다*
***ICP-MS용 AVS(AVS MS)는 이전에 ISIS 3으로 불렸습니다*

## ADS 2의 작동 방식

ADS 2의 이중 시린지는 희석을 수행해야 할 때만 작동하여 ICP 워크플로의 효율성을 극대화하고 분석 소요 시간과 시료당 비용을 개선합니다. 그림 1과 2에 표시된 것처럼 ADS 2는 두 가지 작동 모드(비희석 및 희석)를 사용합니다.

비희석 모드(그림 1a 및 b)에서 시료는 ADS 2를 거치지 않고 스위칭 밸브 분석법의 처리량을 유지하고 시스템 구성 요소의 수명을 최대화합니다. 희석 모드(그림 2a-d)에서 밸브 A와 B를 전환하면 ICP 분석에 인라인 자동 희석의 이점이 제공되어 검량 준비 및 시료 희석을 포함한 수동 프로세스가 제거됩니다. ADS 2는 시료와 캐리어 흐름 사이에 자동으로 기포를 주입하여 캐리어 용액과의 혼합을 방지합니다. 이 작업은 시료의 사용 가능한 판독 시간을 최대화하고 세척 시간을 최소화합니다.

ADS 2의 밸브 A는 AVS와 밸브 C 사이의 흐름을 유도하는 데 사용됩니다. 밸브 B는 용액이 자동 시료 주입기에서 유입되어 밸브 A 또는 희석 루프로 직접 유도되는 곳입니다. 시료 용액이 아닌 희석제와 캐리어 용액을 포함하는 시린지는 밸브 B에 연결됩니다. 밸브 C는 ADS 2 시스템의 헹굼을 간단하게 합니다. 밸브 A와 B 옆에 위치한 표시등은 로딩(노란색) 또는 주입(초록색) 중 어떤 기능이 수행되고 있는지를 나타냅니다.

ADS 2 및 AVS는 또한 다른 시린지 및 관련 비용 없이 분석 중에 내부 표준물질의 자동 온라인 추가를 포함하거나 제외할 수 있는 유연성을 제공합니다.

### 비희석 모드

그림 1a에 표시된 것처럼 자동 시료 주입기 프로브는 시료(진한 파란색으로 표시)를 흡수하기 위해 이동하며, 여기서 시료는 ADS 2의 희석 루프를 거치지 않고 AVS 펌프에 의해 AVS 시료 루프에 로드됩니다. AVS는 이제 '로드' 위치에 있습니다. 초과 시료는 AVS 펌프를 통해 폐기물로 전달됩니다. 동시에, 연동 펌프는 AVS에 의한 시료 전달을 준비하기 위해 헹굼 용액(연한 파란색)과 내부 표준 용액(보라색)을 네뷸라이저, 스프레이 챔버 및 ICP 기기의 토치에 전달합니다. ADS 2의 두 시린지는 비희석 모드에서 유휴 상태입니다.

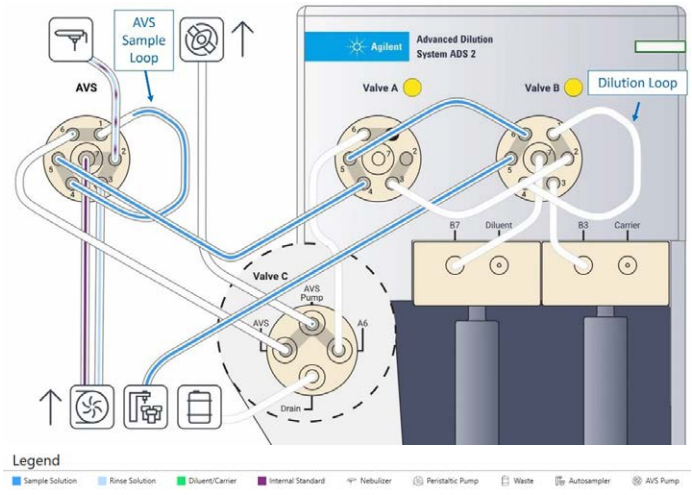


**그림 1a.** 비희석 모드: 시료는 ADS 2의 희석 루프를 거치지 않고 자동 시료 주입기에서 AVS로 로드됩니다

그림 1b에 표시된 것처럼 AVS가 '주입' 위치로 전환되면 시료(진한 파란색)가 내부 표준물질(보라색)과 혼합되어 캐리어 용액(연한 파란색)에 의해 ICP의 시료 주입 시스템으로 밀려 들어갑니다. 이 과정은 연동 펌프에 의해 수행됩니다. 동시에 자동 시료 주입기로 가는 유로는 다음 시료를 전처리하기 위해 밸브 C(연한 파란색)를 통해 AVS 펌프를 사용하여 헹궈집니다. ADS 2의 시린지는 유휴 위치에 남아 있습니다.

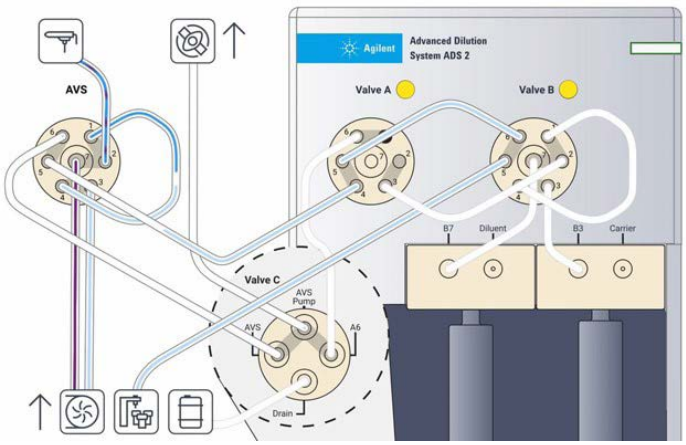


**그림 1b.** AVS에서 Agilent ICP-OES 또는 ICP-MS로 시료 주입(희석 없음)

### 희석 모드

그림 2a에 표시된 것처럼 자동 시료 주입기 프로브는 시료(진한 파란색)를 흡수하기 위해 이동하며, 여기서 시료는 AVS 펌프에 의해 ADS 2의 밸브 B 희석 루프에 로드됩니다. 초과 시료는 밸브 C를 통해 우회되고 AVS 펌프에 의해 폐기물로 전달됩니다. 동시에 연동 펌프에 의한 시료 전달을 준비하기 위해 네뷸라이저, 스프레이 챔버 및 토치에는 헹굼(연한 파란색) 및 내부 표준물질(보라색) 용액이 제공됩니다. AVS는 이제 '로드' 위치에 있습니다.

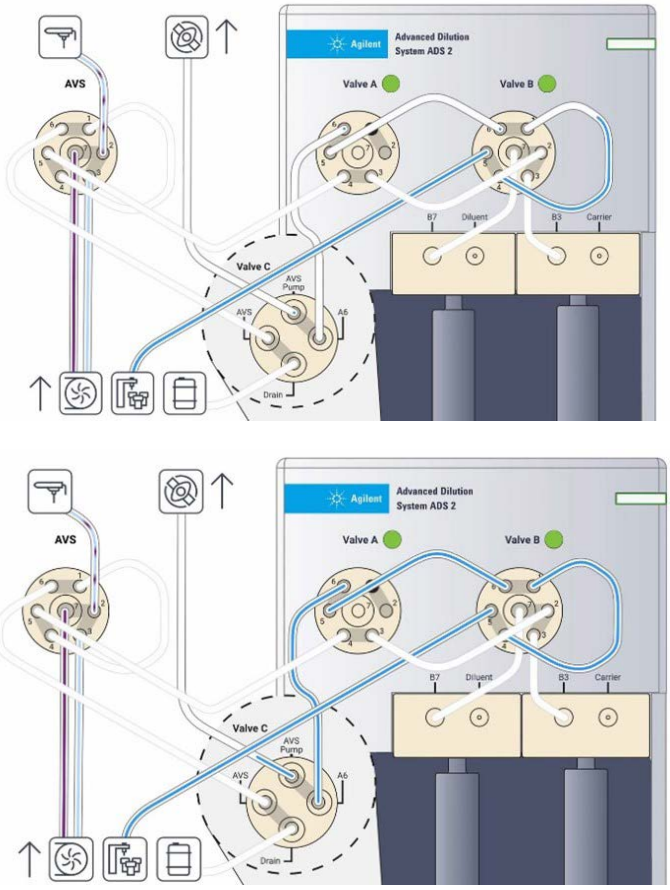


**그림 2a.** 희석 모드: 시료는 ADS 2의 희석 루프에 로드되기 시작하고(상단) 일단 채워지면 넘친 모든 것은 폐기물로 펌핑됩니다(하단)

그림 2b에 표시된 대로 밸브 B가 주입 위치로 전환되고 희석제 및 캐리어 시린지가 해당 용액을 밸브/루프에 전달하기 시작합니다. 희석제(초록색)는 포트 7에서 밸브 B로 들어가 포트 2에서 혼합되고 미리 로드된 시료(짙은 파란색)는 포트 1의 희석 루프에서 들어갑니다.

시료와 캐리어가 섞이는 것을 방지하기 위해 작은 기포를 주입합니다. 이러한 분리는 추가 액세서리를 사용하지 않고도 측정에 사용할 수 있는 용액을 극대화합니다. 캐리어 시린지는 캐리어 용액(초록색)을 전달하여 캐리어가 시료 용액에 접촉하지 않고 희석 루프를 통해 시료를 밀어냅니다. 이 프로세스 전반에 걸쳐 네뷸라이저, 스프레이 챔버 및 토치는 시료 전달을 준비하기 위해 연동 펌프에 의해 여전히 헹굼(연한 파란색) 및 내부 표준물질(보라색) 용액과 함께 제공됩니다. 이 시점에서 AVS는 여전히 '로드' 위치에 있습니다.

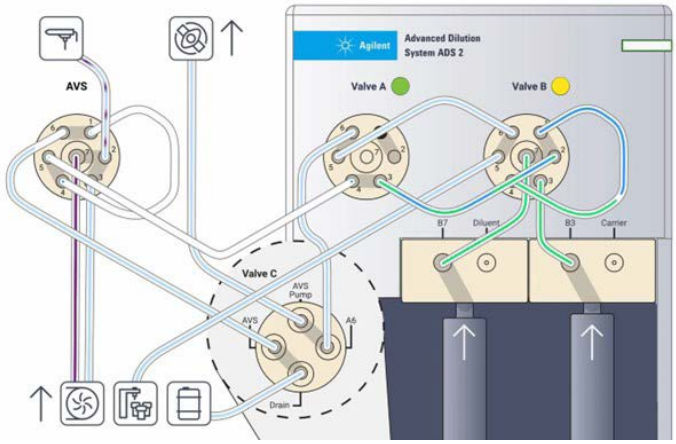


**그림 2b.** AVS 루프의 희석 프로세스 및 로딩

그림 2c에 표시된 것처럼 희석된 시료(진한 파란색/초록색 혼합)는 밸브 B에서 밸브 A로 직접 전송되어 AVS의 시료 루프에 로드됩니다. 초과 용액은 AVS 시료 루프를 종료하고 폐기됩니다. AVS 밸브는 '로드' 위치에 있습니다.

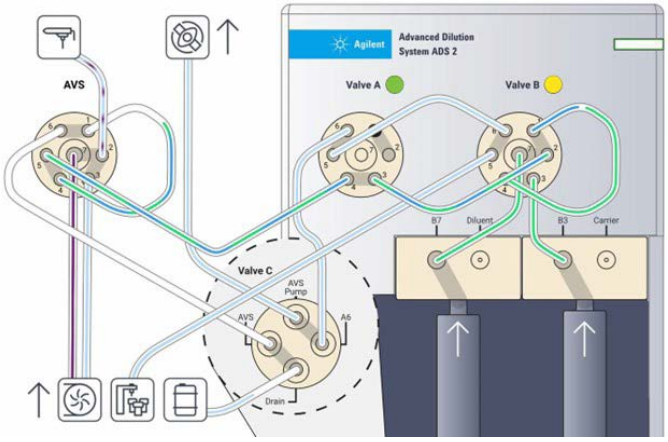


**그림 2c.** 희석된 시료를 통한 AVS 루프 로딩

그림 2d에 표시된 것처럼 AVS 밸브는 '주입' 위치로 전환됩니다. 희석된 시료(짙은 파란색과 초록색 혼합)는 내부 표준물질(사용하는 경우)과 혼합된 다음 연동 펌프를 사용하여 네뷸라이저로 전달됩니다. 동시에 희석 루프와 자동 시료 주입기 튜브가 모두 헹구어지고 다음 시료를 사용할 준비가 됩니다.

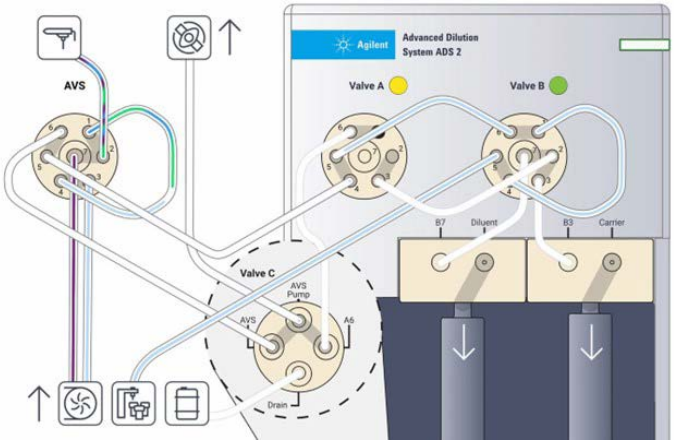


**그림 2d.** Agilent ICP-OES 또는 ICP-MS로 희석된 시료 전달

## 자동 검량

검량 표준물질 전처리는 ICP-OES 또는 ICP-MS를 통해 고품질 분석 데이터를 수집하는 데 있어 중요한 단계입니다. 데이터 정확성을 보장하려면 검량에 주의해야 합니다. 2023년에 실시된 여론 조사에서 검량 표준물질 전처리는 분석가의 시간 대부분을 소비하는 수동 작업에서 2위를 차지했습니다.

ADS 2를 사용하여 단일 다원소 stock 표준물질 또는 여러 표준물질에서 검량 표준물질을 자동으로 전처리하면 검량 프로세스가 가속화됩니다. 자동 검량은 또한 수동 전처리 방법과 관련된 오류 및 오염 위험을 최소화합니다.

ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 패키지에는 모두 그림 3에 표시된 '자동 검량 보조 도구'가 포함되어 있습니다. 소프트웨어의 'stock 라이브러리'에는 일반적인 검량 stock 표준물질 리스트가 포함되어 있습니다. 사용자 정의 표준물질을 라이브러리에 쉽게 추가할 수 있습니다. 라이브러리에서 stock 표준물질을 선택하고 희석률을 입력하면 검량 농도가 자동으로 계산되고 ADS 2가 ICP 검량을 처리합니다.

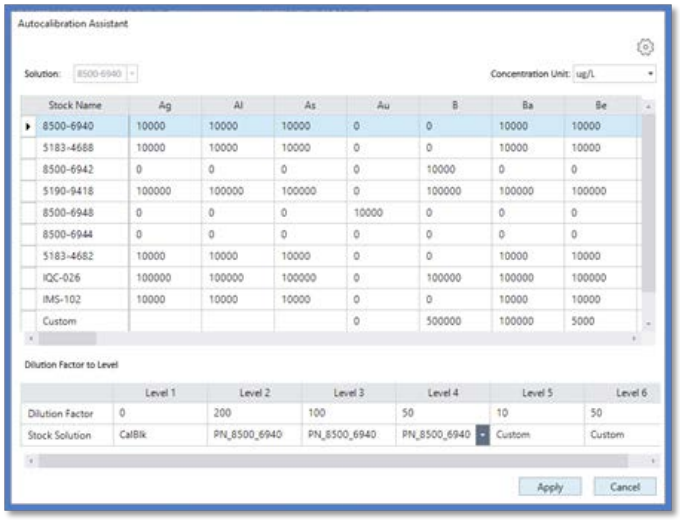


**그림 3.** Stock 표준물질 라이브러리(상단) 및 stock에 규정된 희석률으로부터 검량 수준을 자동으로 계산(하단)

검량 표준물질 전처리를 자동화하면 수동 프로세스에 내재된 작업자 사이의 변동성이 제거되어 실험실의 ICP 데이터 품질이 향상됩니다. 자동으로 전처리된 검량 표준물질은 상관 계수(R)가 일반적으로 0.9999 이상이고 각 지점에서 5% 미만의 오류로 넓은 분석 범위에 걸쳐 선형 검량선을 생성합니다.

탈륨에 대한 0.25에서 100µg/L까지의 대표적인 ICP-MS 검량선($^{205}$Tl)은 그림 4에 나와 있습니다. 낮은 수준의 검량 표준물질(확대한 스케일, 오른쪽)의 우수한 직선성은 ADS 2가 표준물질을 최대 400x까지 정확하게 희석할 수 있음을 보여줍니다.

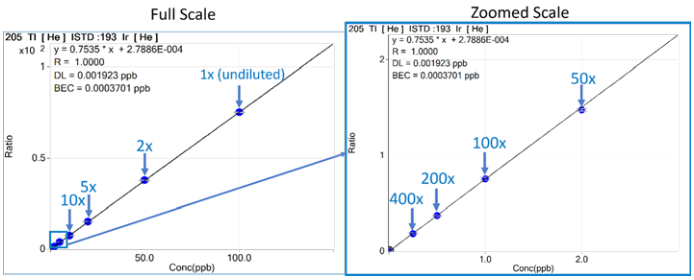


**그림 4.** 왼쪽: (Agilent) ICP-MS MassHunter 소프트웨어에서 생성된 R= 1.0000의 우수한 상관 계수를 갖는 0.25에서 100µg/L까지의 $^{205}$Tl에 대한 ICP-MS 검량선. 오른쪽: ADS 2를 사용하여 400x에서 50x까지 전처리된 저농도 검량 표준물질의 확대된 섹션

0.0125-5mg/L의 Se 196.026nm에 대한 대표적인 ICP-OES 검량선이 그림 5에 나와 있습니다. 데이터는 4% 미만의 오류로 R = 1.0000의 우수한 상관 계수를 얻었음을 보여주며, 이는 최대 400x의 표준물질을 정확하게 희석하는 ADS 2의 기능을 더욱 우수하게 입증합니다.

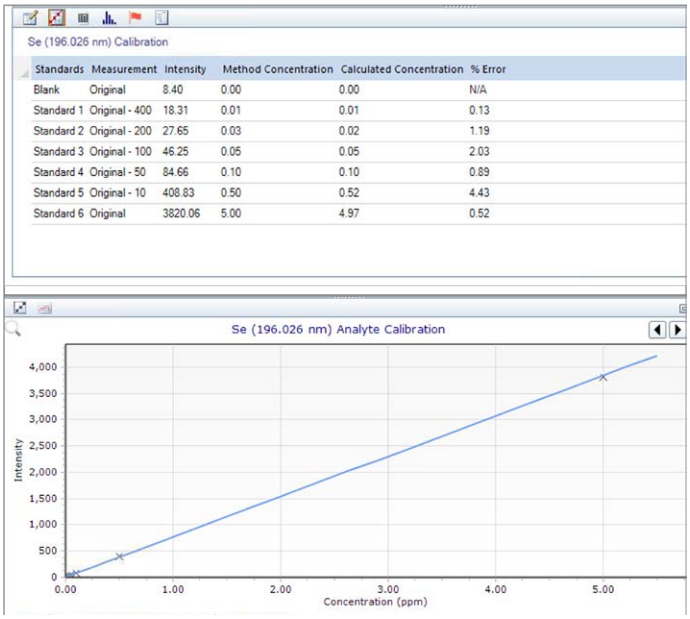


**그림 5.** Agilent ICP Expert 소프트웨어에서 생성된 R=1.0000의 우수한 상관 계수를 갖는 0.0125-5mg/L까지의 Se 196.026에 대한 ICP-OES 검량선

ADS 2에 의한 자동 검량은 각 분석에 새로운 표준물질이 사용되도록 보장하여 데이터 품질을 향상시키는 동시에 수동 표준물질 전처리로 인해 발생하는 낭비의 양을 줄입니다.

## 규정된 희석

ADS 2는 분석 전 시료를 희석하는 지루하고 반복 가능한 수동 작업을 자동화하여 분석가의 시간을 절약할 수 있습니다. 기기 제어 소프트웨어에서 사전 정의된 희석률(2x-400x)을 선택하면 ADS 2가 자동으로 시료를 희석합니다. 규정된 희석을 사용하면 측정 전에 시료를 수동으로 희석할 필요가 없어 분석가가 더 중요한 작업에 집중할 수 있습니다. ADS 2는 재현성이 높은 시료를 전처리하여 수동 희석 절차와 관련된 오류 위험을 제거합니다.

규정된 희석은 인증 표준물질(CRM)과 같은 QC 용액에도 적용될 수 있습니다. 예를 들어, ADS 2는 시료에 사용된 것과 동일한 희석률을 CRM에 적용할 수 있습니다.

## 반응성 희석

시료 재측정은 2023년에 실시된 여론 조사에서 시료 처리 시간과 분석당 비용을 높이는 상위 5개 수동 처리 작업 중 하나입니다.

ICP Expert 또는 ICP-MS MassHunter 기기 제어 소프트웨어 패키지는 시료 결과가 범위를 벗어나는 시기를 자동으로 측정할 수 있습니다. 예상치 못한 결과에는 검량 범위를 벗어난 결과 또는 내부 표준물질 비율이 분석가가 설정한 한계를 벗어난 결과가 포함될 수 있습니다. 이러한 경우 소프트웨어는 ADS 2를 트리거하여 재측정을 위해 시료를 자동으로 희석하므로 사용자 개입이 필요하지 않습니다. 이 접근법은 분석을 간소화하고, 시료를 수동으로 희석하고 재측정하는 비용을 줄이며, 신속한 처리 시간을 보장하는 동시에 보고 가능한 결과의 정확성을 유지합니다. QC 용액이 실패하는 경우 반응성 희석도 사용할 수 있습니다.

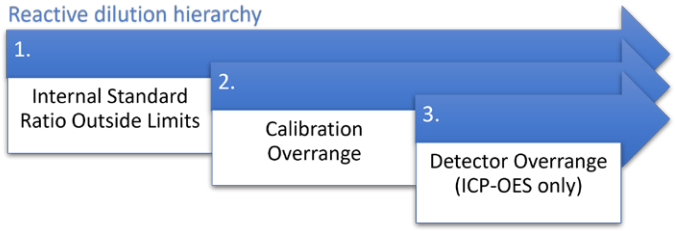


**그림 6.** Agilent ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 패키지 내의 반응성 희석 결정 프로세스

## 간편성 및 스마트

ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 제품군에는 ADS 2 기능 내에 스마트 희석 리스트가 포함되어 있습니다. 희석 리스트는 시료의 범위 초과 결과, QC 실패 또는 내부 표준물질 비율이 주요 분석물질 세트에 대해 원하는 한계를 벗어나는 경우에 대한 조치에 대한 규정을 제공할 수 있습니다.

## 다양한 시료 유형에 대한 희석 트리거 제어

그림 7과 8에 표시된 것처럼 희석 리스트 기능은 선택한 핵심 원소의 범위 초과 결과에 따라 시료를 희석할 수 있는 유연성을 제공합니다. 그런 다음 이 리스트를 개별적으로 시료에 적용하여 불필요한 측정을 방지할 수 있습니다. 이 기능은 처리 시간을 단축하고 시료당 비용을 줄여줍니다.

예를 들어, 일부 실험실에서는 단일 분석법으로 다양한 물 유형이 포함된 배치를 측정하려고 하고, 분석가는 해수의 나트륨(Na)에 대한 결과를 보고하고 싶지 않지만 먹는 물 시료 분석 중에 Na를 분석물질로 사용하기를 원할 수 있습니다. 해수 시료에 대한 희석 트리거에서 Na를 제외하는 희석 리스트를 설정함으로써 소프트웨어는 불필요한 희석 및 재측정을 방지하고 조치를 취하지 않도록 보장할 수 있습니다. 그러나 먹는 물의 경우 ADS 2는 자동으로(반응적으로) 시료를 희석합니다.

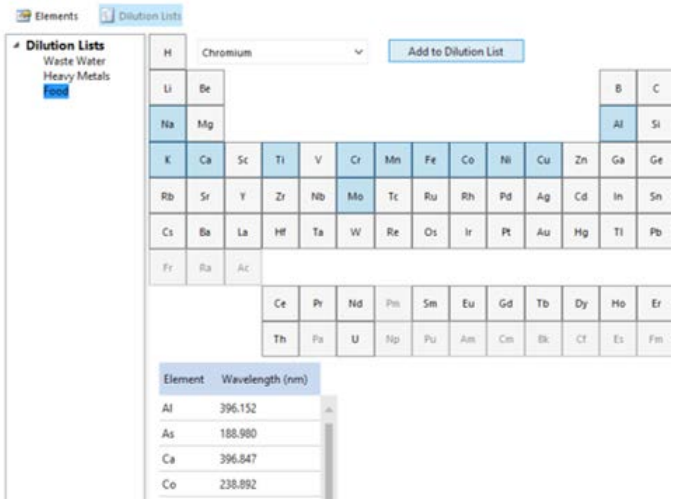


**그림 7.** Agilent ICP Expert 7.7 소프트웨어의 희석 리스트 구성 탭

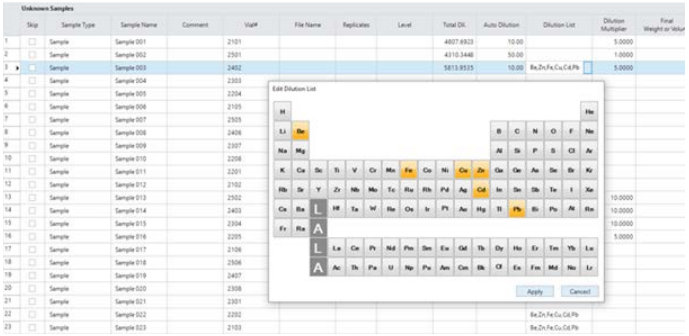

**그림 8.** (Agilent) ICP-MS MassHunter 5.3 소프트웨어의 희석 리스트 원소 선택 팝업 창

## 각 시료에 대한 최상의 결과 자동 비교

ICP Expert와 ICP-MS MassHunter 소프트웨어의 ADS 2용 요약 기능은 데이터 분석 및 보고 작업을 간소화하고 자동화합니다. 결과 요약은 스마트 알고리즘을 사용하여 시료의 모든 측정값을 필터링하고 Mg 및 Fe에 대한 그림 9에 설명된 대로 각 원소에 대한 최상의 결과를 제공합니다. 각 시료의 각 분석물질에 대한 단일 요약 결과는 기기 소프트웨어에서 보고서 템플릿으로 쉽게 내보낼 수 있습니다. Al, As, Ba 및 Fe에 대한 ICP-OES 시료 데이터의 요약 보기 예가 그림 10에 나와 있습니다. 모든 시료의 모든 데이터는 유지되며 내보낼 수 있습니다.

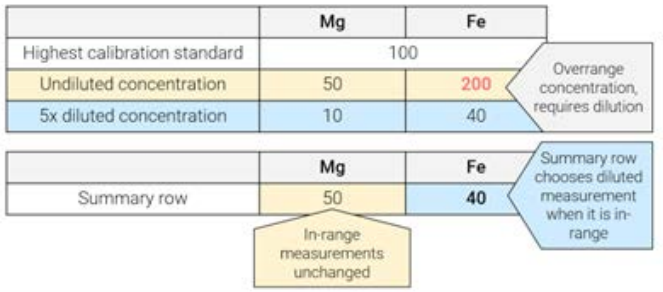


**그림 9.** 데이터 보고를 위한 요약 기능 의사 결정 트리. (주의: 모든 결과는 조정되지 않은 값을 사용하여 표시되었습니다

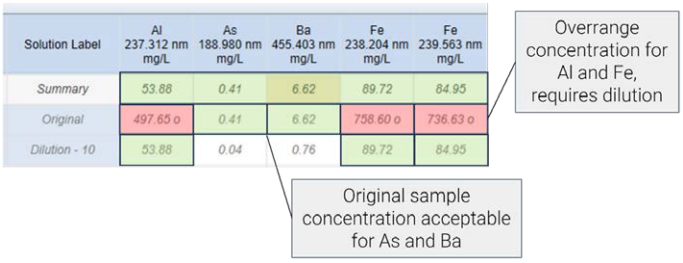


**그림 10.** 각 분석물질에 대한 최상의 결과에 대한 간소화된 요약 행 보기를 보여주는 Agilent ICP Expert의 시료 데이터 예

## 다양한 시료량

ADS 2에는 사용 가능한 시료량에 맞게 0.5-3.0mL 범위의 시료 루프를 장착할 수 있습니다. 그림 11에 표시된 것처럼 루프를 선택하면 ICP-OES의 경우 20-150초, ICP-MS의 경우 25-410초의 측정 시간이 발생합니다. ADS 2의 설계 및 통합 제어는 비희석 및 희석 작동 모드 모두에서 일관된 측정 시간을 보장합니다.

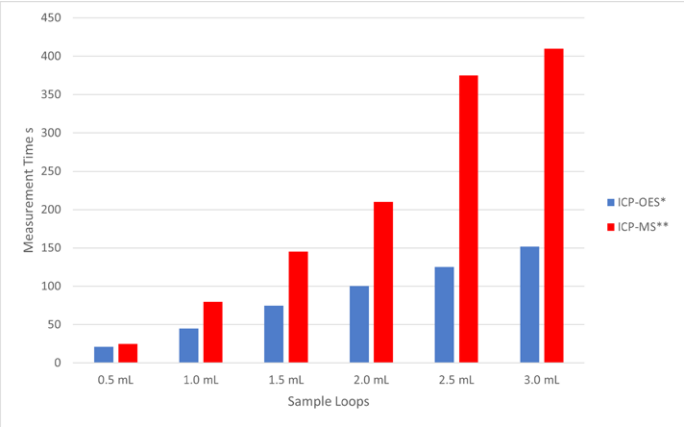


**그림 11.** ADS 2에 대해 다양한 크기의 루프와 다양한 시료량을 사용한 최대 ICP-OES 및 ICP-MS 측정 시간

**ICP-OES 측정 시간은 5초의 안정화 시간, 12RPM 연동 펌프 속도 및 1.02mm 흰색/흰색 연동 펌프 튜브를 기준으로 합니다. ** ICP-MS 측정 시간은 20초의 안정화 시간, 0.1 RPS 연동 펌프 속도 및 1.02mm ID 흰색/흰색 튜브를 기준으로 합니다*

## 유용한 분석법 개발 도구

ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 패키지에는 분석법 개발을 촉진하도록 설계된 다음과 같은 스마트 도구가 포함되어 있습니다.

– 조건 계산기—정의된 튜브 유형 및 길이에서 분석법 파라미터에 대한 권장 타이밍을 제공하는 유용한 도구입니다

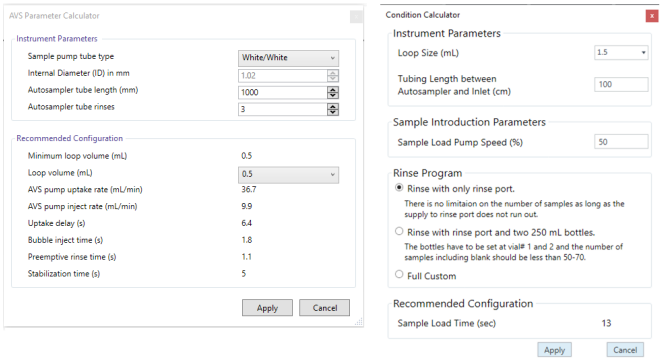


**그림 12.** Agilent ICP Expert(왼쪽) 및 (Agilent) ICP-MS MassHunter 소프트웨어(오른쪽)의 조건 계산기

– AVS/ADS 타이밍 모니터—분석법 조건을 검토하거나 추가로 최적화하기 위해 AVS/ADS 타이밍 모니터 기능은 전체 분석법 시퀀스 동안 획득된 신호를 표시합니다. 예를 들어, 특정 시료 유형에 대한 조건 계산기로 설정된 것보다 신호가 더 빨리 안정되면 안정화 시간이 단축되어 시간이 절약될 수 있습니다. 그림 13에 표시된 것처럼 ICP-OES를 통한 Zn 213.857nm 측정에 대한 분석물질 신호가 측정되고 각 조건 변경이 소프트웨어에 의해 트리거됩니다. 이 도구는 시스템 내의 잠재적인 문제를 해결하는 데도 유용합니다

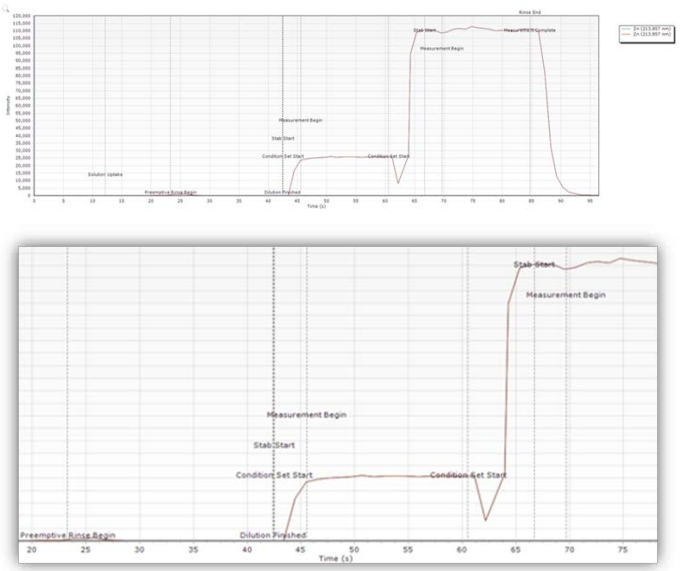


**그림 13.** Agilent ICP Expert ADS/AVS 타이밍 모니터링 예는 두 가지 조건의 ICP-OES 분석법에 대한 희석 시료에서 Zn 213.857nm를 측정하여 분석 조건에 대한 개요를 제공합니다. 두 가지 조건은 방사형 측정에 이어 신호의 축 측정과 관련이 있습니다. 축 조건 설정과 측정 시작 사이의 안정화 시간이 5초 이상 줄어들 수 있습니다. 상단: 전체 시퀀스. 하단: 20-75초 사이의 확대 보기

## 시료당 비용 절감 및 오염 방지

현장에서 수집된 일부 환경 물 시료와 같은 시료는 15 또는 50mL 자동 시료 주입기 튜브에 직접 샘플링하여 자동 시료 주입기 랙에 놓고 자동으로 희석할 수 있습니다. 이 접근법을 사용하면 실험실에서 분취액을 옮기고 희석할 필요가 없으므로 불필요한 시료 처리가 방지됩니다. 또한 규정된 희석 또는 반응성 희석 등 다양한 희석이 필요한 시료의 경우 하나의 바이알만 사용됩니다. 이 효율적인 시료 처리 프로세스는 시료 처리 시간을 단축하고, 시료 오염 및 실수 위험을 감소하며 또한, ADS 2와 관련된 시료당 비용을 절감합니다. 실험실에서 시간이 많이 걸리고 반복적인 수동 작업을 간소화하는 또 다른 이점은 직원의 신체적 피로를 줄이는 것입니다.

수동 희석 단계를 제거함으로써 ADS 2는 생산성을 높이고, 에너지 소비를 줄이며, 피펫 팁, 시료 바이알 및 장갑과 같은 시약 및 플라스틱 소모품의 낭비를 줄입니다. 이러한 모든 요소가 결합되어 분석 비용을 낮추고 분석이 환경에 미치는 영향을 줄여 실험실의 지속 가능성을 높이는 데 도움이 됩니다.

**그림 14.** 수동 시료 희석 단계를 제거하면 플라스틱 폐기물을 줄이는 데 도움이 될 수 있습니다

## 문제해결 및 유지보수

ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 기기 소프트웨어 제품군에 ADS 2를 통합하면 액세서리, 상태 모니터링, 유지보수 추적 및 향상된 문제해결 기능을 완벽하게 제어할 수 있습니다.

자동 희석 시스템을 통한 시료, 헹굼, 희석제, 캐리어 및 내부 표준 용액의 이동을 실시간으로 보여주는 대화형 유로 다이어그램이 ICP 기기 제어 소프트웨어에 내장되어 있습니다(그림 15). 유로는 분석의 각 단계에서 용액을 보여줍니다. 따라서 막힘이 있는 경우 다이어그램은 용액이 흘러야 하는 위치와 잠재적인 막힘이 존재하는 위치를 식별하는 데 도움이 되어 문제해결을 간소화할 수 있습니다.

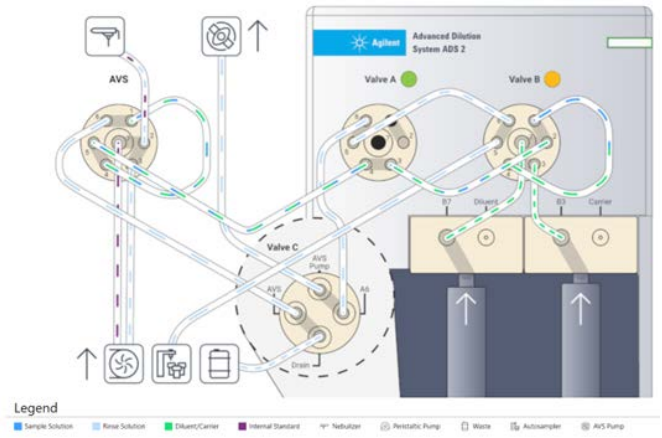


**그림 15.** 자동 희석 시스템을 통해 기기 시료 주입 시스템으로 다양한 용액의 이동을 보여주는 대화형 유로 다이어그램

AVS/ADS 타이밍 모니터를 사용하여 문제를 해결할 수도 있습니다. 예를 들어, 튜브에 누출이 있거나 희석제의 양이 적거나 희석제 병이 비어 있는 경우 타이밍 모니터가 시각적으로 문제를 나타냅니다. 그런 다음 신호 추적을 도움말 및 학습 센터의 신호 문제에 대한 일반적인 원인을 나타내는 추적 라이브러리와 비교할 수 있습니다.

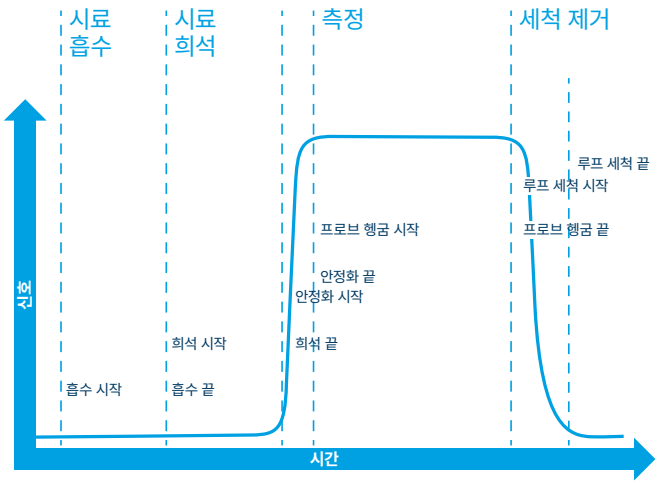


**그림 16.** 소프트웨어에는 입력된 튜브 길이와 시료 루프 크기를 기반으로 최적의 분석법 설정을 결정하는 자동화된 기능이 포함되어 있습니다. 또한 이 기능은 측정 신호를 모니터링하여 분석법 설정을 미세하게 조정하기 위한 정보를 제공하거나 문제해결을 지원합니다

### 조기 유지보수 피드백(EMF)

EMF는 ICP 기기, AVS 및 ADS 2의 구성 요소를 추적하고 유지보수가 필요할 때 운영자에게 경고합니다. 그림 17에 표시된 것처럼 EMF 카운터의 신호등 색상 코딩은 즉시 수행해야 하는 유지보수 작업(빨간색), 임박한 작업(노란색), 약간 여유를 가지고 수행할 수 있는 작업(초록색)을 표시합니다. 카운터에 대한 기본값 설정은 대부분의 일반적인 응용 목적에 유용하지만 사용자는 특정한 요구 사항에 맞게 카운터 제한을 설정할 수도 있습니다. EMF는 정해진 시간이 아닌 실제 사용량을 바탕으로 구성 요소의 정기 유지보수 일정을 스케줄링하므로 가동 중단 시간과 수리 비용이 줄어듭니다.

ADS 2는 희석이 수행될 때만 시린지와 스위칭 밸브를 구동하므로 EMF 추적을 통해 경과 시간을 기준으로 하지 않고 필요할 때만 유지보수가 수행되도록 보장합니다.

EMF 기능 내의 유지보수 로그는 하드웨어의 유지보수 내역을 디지털 방식으로 기록하므로 기기가 충분히 유지보수되었는지 쉽게 확인할 수 있습니다.

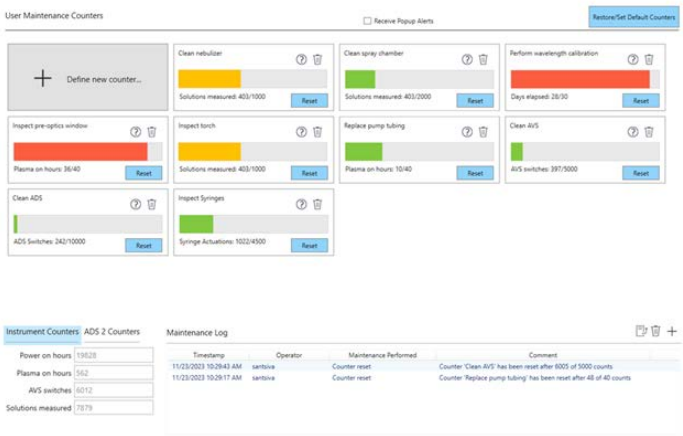


**그림 17.** Agilent ICP-OES, AVS 및 ADS 2에 대한 유지보수 카운터를 보여주는 EMF 스크린샷의 예

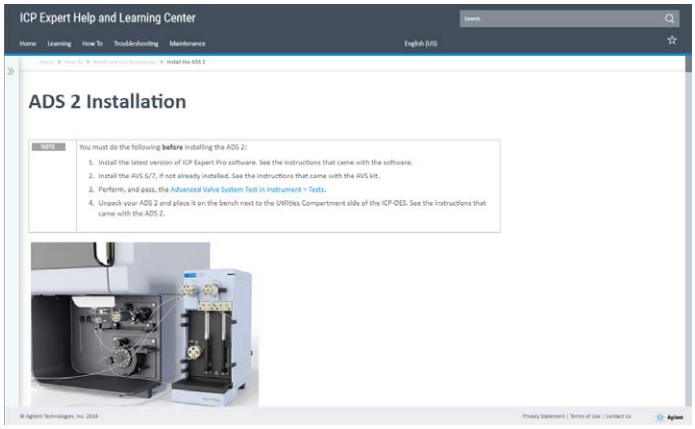


**그림 18.** ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 제품군의 통합 도움말 및 학습 센터 소프트웨어 페이지에서 ADS 2의 설치, 작동, 유지보수 및 문제해결 절차에 액세스하세요

### 도움말 및 학습 센터

분석가가 ADS 2 사용 시 모범 사례를 개발하는 데 도움이 되도록 도움말 및 학습 센터에는 액세서리의 작동, 유지보수 및 문제해결에 대한 방법 가이드와 자세한 동영상이 포함되어 있습니다. ICP Expert 및 ICP-MS MassHunter 소프트웨어 제품군 모두 기기 소프트웨어 화면의 오른쪽 상단에 도움말 및 학습 센터에 대한 빠른 액세스 버튼이 포함되어 있습니다.

## 사양

| | |
|---|---|
| 희석 범위 | 2-400x |
| 시린지 펌프 정확도 | ± 1% @ 100% 스트로크 |
| 시린지 펌프 정밀성 | ≤ 0.05% @ 100% 스트로크 |
| 규격 | 높이 37.9cm(15인치)<br>폭 15.8cm(6.2인치)<br>깊이 31.3cm(12.3인치) |
| 무게 | 7.9kg (17.4lbs) |
| 해발고도 | 최대 2,000m |
| 호환성 | Agilent 5900, 5800, 5110 ICP-OES<br>Agilent 8900, 7900, 7850, 7800 ICP-MS |
| 자동 시료 주입기 | 기기 소프트웨어에서 지원되는 Agilent SPS 4, SPS 6 또는 기타 자동 시료 주입기 |
| 소프트웨어 | ICP-MS에는 MassHunter 5.3 이상이 필요<br>ICP-OES에는 ICP Expert 7.7 이상이 필요 |

## 추가 정보


1. McCarthy, D., ICP-OES를 이용한 토양 분석 워크플로 자동화, 애질런트 발행물, 5994-7203KO
2. ICP-OES을 통한 자동 희석을 이용한 리튬염의 다원소 측정, 애질런트 발행물, 5994-7179KO
3. Zou, A. Yamanaka, M., 자동 희석기가 통합된 애질런트 ICP-MS를 사용한 폐수의 지능형 분석, 애질런트 발행물, 5994-7113KO
4. Yamashita, R., 단일 ICP-MS 분석법을 사용한 저매트릭스에서 고매트릭스 환경 시료의 자동 분석, 애질런트 발행물, 5994-7114KO
5. Riles, P., Advanced Dilution 시스템이 통합된 ICP-MS를 사용한 고매트릭스 시료의 생산적인 분석, 애질런트 발행물, 5994-7232KO


**explore.agilent.com/icp-automation**


**DE07677911**



이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2024-2025



2025년 12월 12일, 한국에서 발행
5994-7211KO



한국애질런트테크놀로지스㈜
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
DF타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com


Agilent
Trusted Answers