

# SFM1 수액 흐름 측정기

SFM1 수액 흐름 측정기는 외부의 도움을 받지 않고 독립적으로 설치해 식물의 수액 흐름이나 증발을 측정하는 기구이다. HRM (Heat Ratio Method) 원리의 이용으로 수액 흐름 측정기는 큰 나무는 물론 작은 나무의 줄기와 뿌리 안의 높고 낮은 수액 흐름의 비율을 측정할 수 있다.

HFD (Heat Field Deformation) 원리처럼 HRM 수액 흐름 측정기는 제로(zero) 흐름과 역 수액 흐름 비율을 측정할 수 있는 유일한 기구이다. 식물의 수분 이용의 직접적인 측정을 위한 가장 강력하고 다양하게 적용될 수 있는 장치이다.



## HRM (Heat Ratio Method) 방식



서호주 대학과 파트너 기관인 ICRAF, CSIRO가 공동 개발한 HRM 원리는 증발에 대한 중량 측정을 대체하는 방식으로 그 유용성을 인정받았고 1998년 이후 수액 흐름 관련 연구 논문에 활용되고 있다.

버지스, S.S.O 외. 2001년 나무의 수액 흐름의 낮고 역전된 비율 측정을 위한 향상된 열 펄스 방식 나무 생리학 21, 598-598.

HRM은 CHPM (Compensation Heat Pulse Method)의 개량된 형태이다. 완화된 열 펄스 기술로 인하여 에너지 소비는 매우 낮아 평균 증발을 하에서 10분간의 표본 간격 동안 하루에 70m Amp 정도만 사용한다.

HRM 탐침들은 방사상 수액 흐름 경사도의 특성을 고려하여 두 개의 방사상 측정 포인트를 가지고 있어서 좀 더 정확한 측정 제공한다. 마이크로프로세서의 조종을 통해 내부의 측정 포인트는 측정되는 나무 종의 특정한 구조에 따라 활성화 혹은 비활성화 될 수 있다. 이렇게 해서 측정할 수 있는

줄기나 뿌리의 지름 범위는 10mm에서부터 세계에서 가장 크다는 미국 삼나무까지 아주 다양해지는 것이다. 이러한 기능은 다양한 범위의 나무 종, 크기, 그리고 건조 지역 또는 수질 문제를 포함한 환경 조건에서의 줄기와 뿌리의 수분의 흐름을 관찰할 수 있다.

SFM1 수액 흐름 측정기는 외부의 도움을 받지 않고 독립적으로 설치해 식물의 수액 흐름이나 증발을 측정하는 기구이다. HRM (Heat Ratio Method) 원리의 이용으로 수액 흐름 측정기는 큰 나무는 물론 작은 나무의 줄기나 뿌리 안의 높고 낮은 수액 흐름의 비율을 측정할 수 있다. HFD (Heat Field Deformation) 원리처럼 HRM 수액 흐름 측정기는 제로(zero) 흐름과 역 수액 흐름 비율을 측정할 수 있다. 식물의 수분 이용의 직접적인 측정을 위한 최상의 효율적인 장치이다.



토양 · 식물 · 환경 모니터링 솔루션

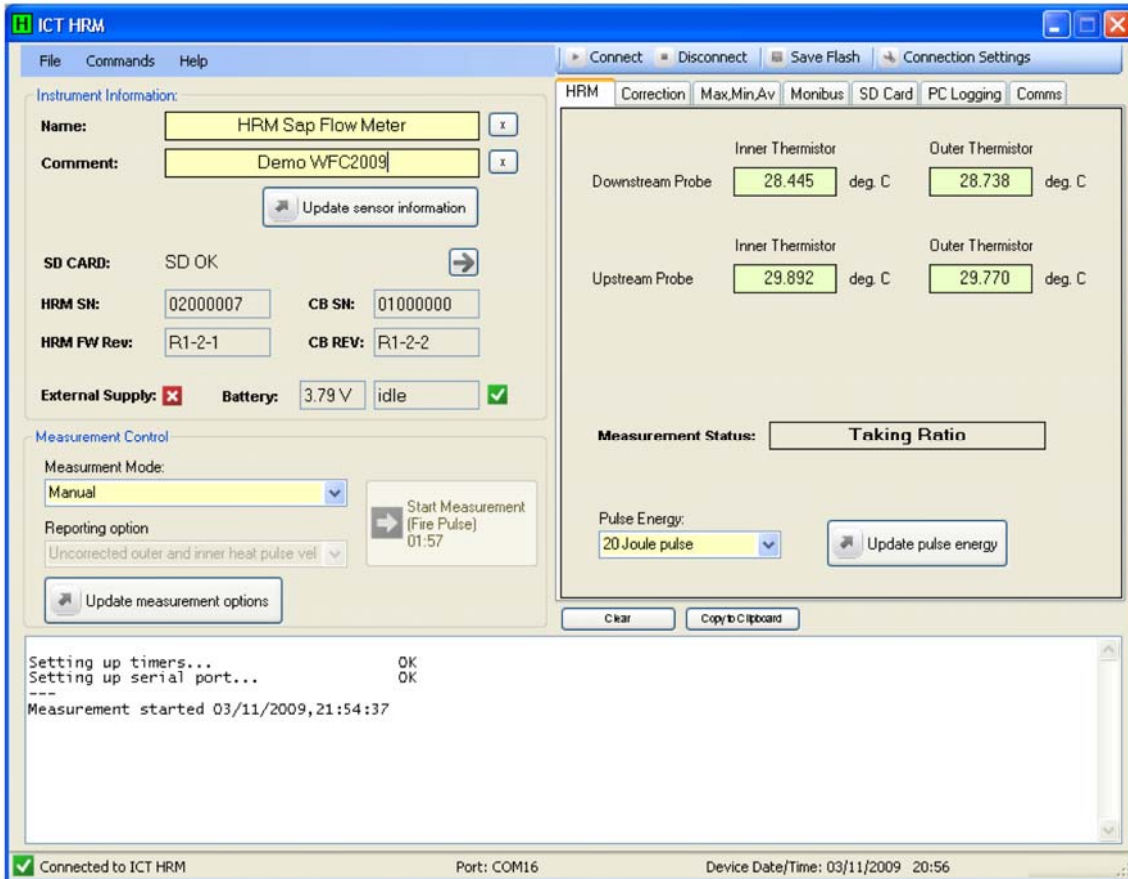
[www.ictinternational.com](http://www.ictinternational.com)

Ph: +61 2 6772 6770 sales@ictinternational.com.au

## 장치 디자인

HRM 탐침은 16비트 마이크로프로세서로 완전하게 연결된 3개의 35mm 길이 긴 바늘로 이루어져 있다. 제일 위와 아래에 있는 탐침들은 각 탐침 끝에서부터 7.5mm 와 22.5mm 부분에 설치되어있는 연결되고 조정된 높은 정밀도의 서미스터 두 세트에 이루어져 있다. 가운데 위치한 세 번째 바늘은 변재를 통해 정확하고 일관된 열의 펄스를 전달할 수 있도록 바늘 전체가 하나의 라인 히터이다.

## 장치 설치와 작동



장치 작동과 계산의 모든 측면은 아날로그 마이크로볼트 신호를 보정된 결과로 자동 전환하는 마이크로프로세서에 의해 통제된다. 열 펄스 간격, 에너지 투입량, 탐침 사이의 간격과 측정 횟수 와 같은 프로그래밍 변수는 모두 비 휘발성 기억장치 안에 저장되어 있다.

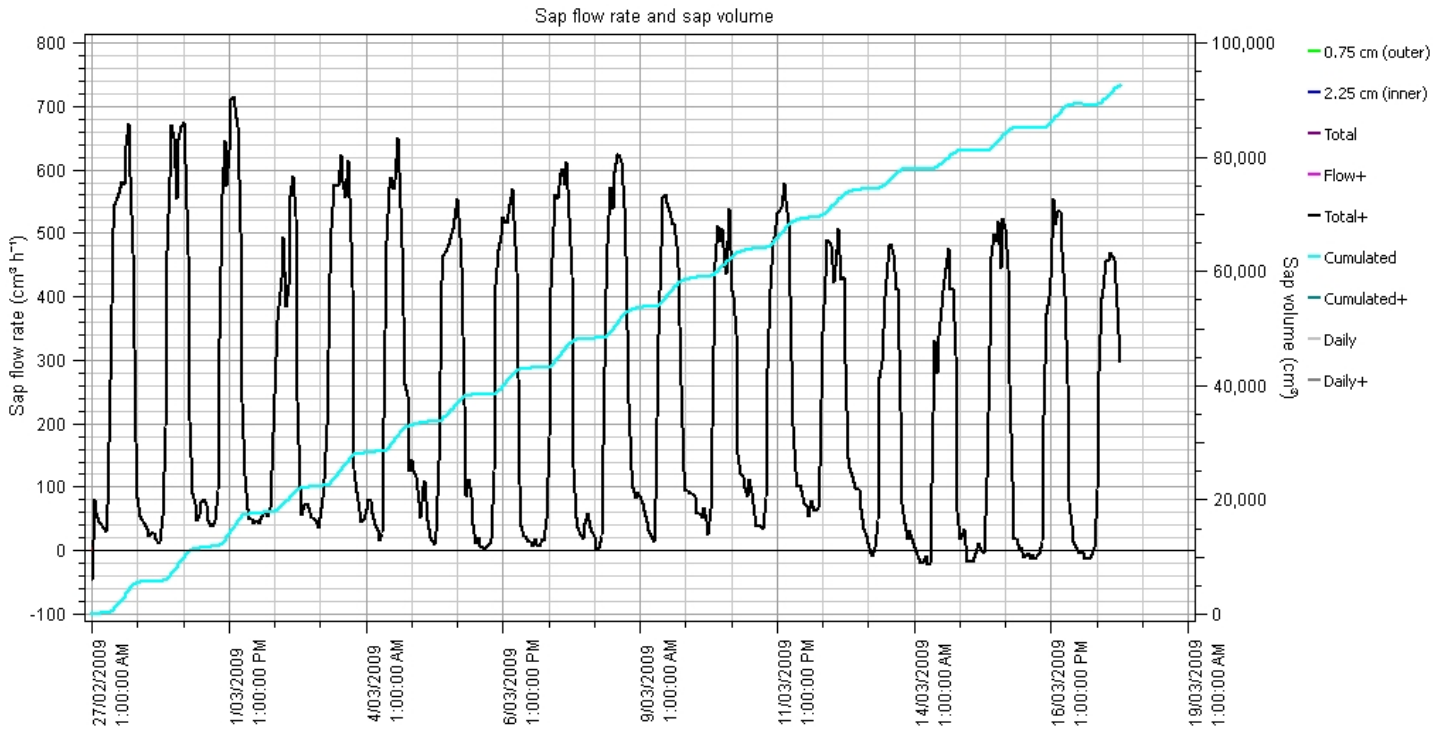
HRM 수액 흐름 측정기는 외부 배터리 상황, 일련 번호, 펌웨어 버전, SD 카드 상황, 측정 간격, 자료 파일 기록 선택 및 보정 계수와 같은 정보를 표시한다. 유틸리티 소프트웨어는 측정기를 수동 모드에서 사용할 수 있도록 해준다. 이 기능은 스크린 위에 나타나는 측정된 원 온도를 살펴보는 것으로 펄스 간격의 효율성을 평가하는 능력을 제공한다. 계속되는 보고에는 줄로 표시되는 정확한 열에너지 총량을 전달하는데 필요한 열 펄스 지속 시간의 상세 내용, 그 전 열 펄스를 따라 일어나는 온도 상승, 수액 흐름이나 수액 순환률, 측정 포인트 사이의 온도 비율 등이 나타날 수 있다.



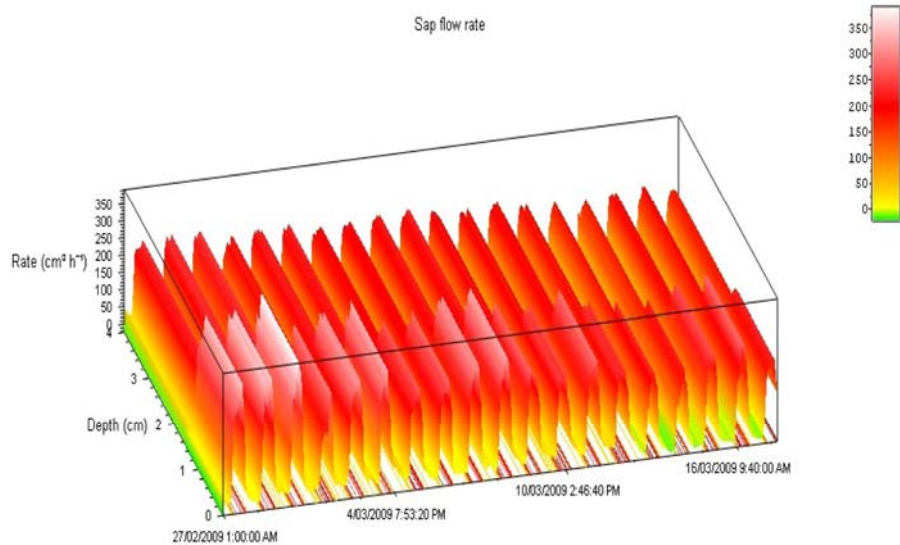
토양 · 식물 · 환경 모니터링 솔루션

[www.ictinternational.com](http://www.ictinternational.com)

Ph: +61 2 6772 6770 sales@ictinternational.com.au



자료는 수액 흐름 측정기가 제공하는 CSV (Comma Separated Values) 파일을 여는 엑셀과 같은 스프레드시트를 사용해 수동 처리될 수 있다. 더 강력하고 즉각적인 처리는 자료 파일을 수액 흐름 툴 소프트웨어에 직접 대입시킴으로써 이루어질 수 있다. 따라서 즉각적인 원 열 펄스 순환 및 수액 순환과 수액 흐름의 처리 과정에 대한 2차원 과 3차원 그래픽을 제공한다. 전체 자료 세트는 만일 보정계수가 수정이나 가능한 추가 정보가 필요한 경우에는 그 즉시 재처리 될 수 있다.



# SFM1 상세설명

측정		특징	
출력 선택	원 기온: 섭씨 열 펄스 순환율: 60cm <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> hr <sup>-1</sup> 수액 순환율: cm <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> hr <sup>-1</sup> 수액 흐름: 리터 hr <sup>-1</sup>	전력 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내장 리튬-폴리머 배터리</li> <li>• 전원 스위치</li> <li>• 광학적 분리와 빛 차단 장치</li> <li>• 기록</li> </ul>
범위	-10 에서 + 60cm <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> hr <sup>-1</sup>	자체 기록	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마이크로 SD 확장가능 메모리</li> <li>• USB 연결 가능</li> <li>• 무선 데이터 전송</li> <li>• IP68 등급 방수 기능</li> <li>• 무료 윈도우 유틸리티 환경 소프트웨어</li> </ul>
조정	0.01 cm <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> hr <sup>-1</sup>	사용	
정확도	0.5 cm <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> hr <sup>-1</sup>		
반응 시간	120초		
자료		사용	
컴퓨터 인터페이스	USB, 무선 RF 2.4 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제로(zero) 및 저 수액 흐름 비율</li> <li>• 역 수액 흐름 비율</li> <li>• 밤시간 수분 손실</li> <li>• 뿌리의 수분 흐름</li> <li>• 건조 지역 생태계 및 가뭄</li> <li>• 포도나무의 수액 흐름</li> </ul>	
자료 저장	마이크로 SD 카드	보조장치	
메모리 용량	2GB / 16GB로 확장 가능		
작동조건			
열 펄스	사용자 조정: 25 줄(디폴트) 대략 2.5초 열 펄스 지속에 해당. 자동 스케일링 사용자 조정: 최소 간격, 3분, 최소 10분 권장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SFT-수액 흐름 툴 소프트웨어</li> <li>• MCC 멀티 컨버터 무선 RF 모듈</li> <li>• HRM30-IK 설치 장비</li> <li>• HRM30-55-HRM 대체 드릴 비트 크기 55호/ 5개입</li> <li>• SX06-6W 태양열 집열판</li> <li>• SX06-10W 태양열 집열판</li> <li>• PDU-과워 분배기, 2W 태양열 판과 내장 배터리</li> </ul>	
전력			
전력 공급	850mA 리튬-폴리머 배터리		
배터리 수명	A. 20줄로 1시간 간격 기록시 1일 B. 6W 태양열 장치를 설치 시 무제한		
충전 전압	12V DC		
전력 소모	2.5 초 동안 667 mA (33mA)		
크기			
센서 디자인	탐침 지름: 1.3mm 탐침 길이: 33mm 열전쌍: 탐침 하나당 2개		
크기	길이: 170mm 너비: 80mm 깊이: 35mm		
무게	400g		



토양 · 식물 · 환경 모니터링 솔루션

[www.ictinternational.com](http://www.ictinternational.com)

Ph: +61 2 6772 6770 sales@ictinternational.com.au