

Independent Snomax Case Study



스노맥스 백서

미국 Kirkwood Mountain 리조트에서 실시한 스노맥스 테스트 제설 작업

VEIC (Vermont Energy Investment Corporation)에 의한 수행 되었으며,
BGEC (Brendle Group Engineering Company) 사의 의해 분석되었다

스노맥스 테스트 보고서



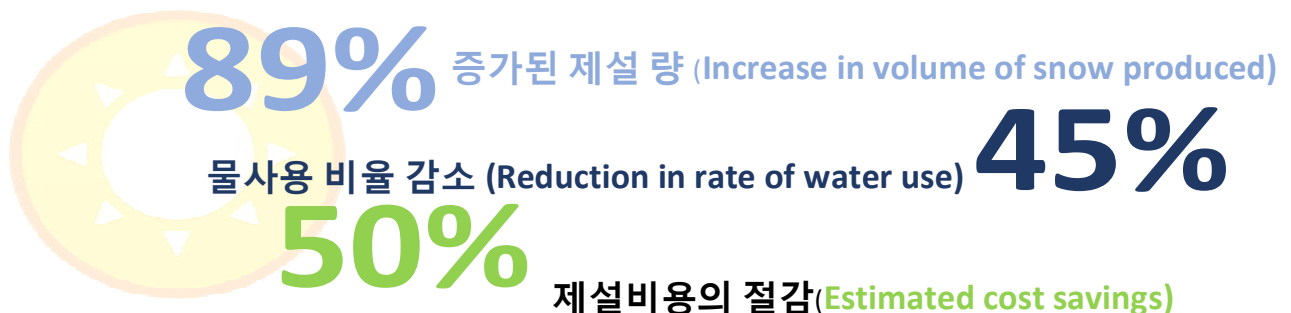
Q: 어떻게 간단한 단백질 기반의 물 첨가제가 눈의 용량 증가와 물과 에너지의 감소의 결과를 가져오며, 따뜻한 온도에서 눈을 만들어 내는 더 많은 기회를 허용할 수 있을까? 그것은 물과 에너지 사용, 제설 및 그루밍 작업 그리고 지속 가능성 측정에 유익한 효과를 줄 수 있을까?

연구범위:

제설 작업에 있어 스노맥스 효과에 대한 실험 데이터를 수집하기 위해, Kirkwood Mountain 리조트에서 실시되었다. 이 효과는 다양한 주위 온도와 제설 조건에서 설질과 제설 량에 관해 평가되었다. 실험은 정확한 테스트 방법에 따라, 2013 년 12 월 5-6 일에 주간 5 시간 야간 6 시간 동안 실시되었다. 눈이 쌓이기 전, 테스트 지역은 동일한 비교를 제공하기 위해 측정 막대기를 표시 하고 및 평탄 작업을 하였다. 테스트를 통해 얻은 데이터는 스노맥스의 효과 및 잠재적 이익을 평가하는데 필요한 정보가 되었다.

성능 분석 - 공정한 비교

제설 프로세스의 효율성은 물 사용, 에너지 사용, 제설 후 눈의 양과 그루밍의 용이성에 의해 측정 될 수 있다. 제설 프로세스에서 스노맥스 사용의 질적 효과는 물, 에너지와 양에 대한 효율성이 계산되어 얻어진 테스트 분석에 의해 입증되었다. 그루밍 용이성의 질적 효과를 얻기 위해, 테스트 참가자는 눈 쌓인 후에 질적 분석을 제공하는 Kirkwood 리조트 직원을 포함했다. 사실 비교를 제공하기 위해, 스노맥스를 사용하지 않은 베이스 테스트 구역과 스노맥스 테스트 구역은 나란히 설치되었고, 동시에 테스트를 실행하였다. 이 두 테스트 기간의 주간 테스트는 주위 평균 온도보다 높은 온도와 짧은 테스트 기간으로 덜 유리한 조건을 가지고 있었다. 그럼에도 불구하고, 이 테스트 결과는 같은 기간 동안 베이스 지역에 비해 상당한 개선을 입증했다.



BACKGROUND



스노맥스란 무엇인가?

물에 대한 상태도의 검토는 대부분의 대기 압력에서 32°F (1°C) 이하 10-15 도에서 시작되는 고체에서 액체로의 전환을 나타내고, 32°F (1°C) 이하로 최대 20 도에서 발생할 수 있다. 스노맥스는 물이 어는 곳보다 높은 주위 온도에서 발생하는 제설 프로세스를 가능하게 하고, 물이 얼기 시작하는 온도를 높이는 제설 첨가제이다. 제설 프로세스를 통합하면, 스노맥스는 제설기의 노즐에 빠르고 가깝게 액체를 고체로 변환하는 물을 발생시키며, 일반적으로 증발, 승화와 바람에 날리는 손실로부터 눈 덩어리는 더 큰 입자로 형성되어 있다. 추가로, 예를 들어 제어되지 않는 숲이나 다른 분수령 분포와는 대조적으로, 첨가제는 스키장의 스키 슬로프에 증가된 정밀한 제설을 달성할 수 있게 한다. 스노맥스는 에너지, 물 그리고 제설 비용 절감의 결과로 원활한 자금 흐름의 스키장을 약속한다.

Kirkwood Mountain 리조트 연구

VEIC (Vermont Energy Investment Corporation)은 캘리포니아 Kirkwood 에 위치한 Kirkwood Mountain 리조트에서 제설 작업의 분석을 실시했다. 이 24 시간에 걸친 연구는 Kirkwood 의 제설 작업에서 스노맥스의 효과를 측정하도록 구성되었다. 이 연구는 두 지역 (120' X 60', '= feet)에 걸쳐 설립된 격자 패턴을 통해, 스노맥스를 사용했을 때와 사용하지 않았을 때의 제설량을 비교했다.

이러한 범위 내에서, 막대기는 각각의 제설기가 제설하는 동안 일관된 측정을 기록하기 위해 10' x 10' 옰로 분산시켰다. 휴대용 주입 시스템을 사용하여, 스노맥스는 제설기로 공급되었고 유량은 스노맥스가 제설기에 도달하기 전에 용액에 혼합되는 것을 확인 후 측정되었다. 테스트 동안, 물 압력(PSI), 물 흐름(gpm), 물 온도(°F), 습구 온도(°F), 주위 대기 온도(°F) 그리고 눈 퇴적 깊이(inches)가 매 시간마다 측정되었다.

제설 작업이 완료 후, 눈 입자는 눈 입자 예제 차트와 관련되어 언급된 그것의 크기와 모양이 비교되었다. 밀도 또한 격자로 된 특정 막대기의 최초 측정과 비교하여 기록되었다. 또한, 눈 주격으로 눈덩이(표면에서 약 6 인치)의 벽에 삽입하여, 눈 덩어리 크기를 측정 하였고, 그것의 초기 측정과 비교 하였다. 눈 분석기 테스트는 스노맥스 눈이 테스트 동안, 슬로프에 있을 때처럼 동일한 상태로 되어 있는지 확인하기 위해 실시되었다. 베이스라인과 소노맥스를 사용한 눈은 Kirkwood 직원으로부터 질적인 피드백을 얻기 위해 그루밍 되었다. 마지막으로, VEIC 는 높은 온도에서 물을 얼리고, 적은 물과 에너지를 사용해서 더 높은 눈 양을 생산하는 스노맥스의 능력을 계산하기 위해 수집된 데이터를 사용했다.

RESULTS



결과 표

테스트 결과 - 타워 건		베이스라인 (스노맥스 사용하지 않은 슬로프)	스노맥스 (스노맥스 사용한 슬로프)
주간 5 시간	평균 온도 와 상대습도	17.4 °F (-6.3°C) / 77% 상대습도	
	테스트 지역 및 제설기 위치	Skier's 좌측	Skier's 우측
	총 제설 량(ft³)	2,622 ft³	4,943 ft³
	총 제설 면적(acre-feet)	0.060 acre-feet	0.113 acre-feet
	제설 물량/acre-foot	267,531 gal/acre-foot	146,881 gal/acre-foot
	눈 밀도	0.43 grams/cm³	0.36 grams/cm³
	Air/water 비율*	1.26	1.11
야간 6 시간	평균 온도 와 상대습도	3.4 °F (-13.3°C) / 72% 상대습도	
	테스트 지역 및 제설기 위치	Skier's 좌측	Skier's 우측
	총 제설 량(ft³)	5,381 ft³	6,998 ft³
	총 제설 면적(acre-feet)	0.124 acre-feet	0.161 acre-feet
	제설 물량/acre-foot	170,093 gal/acre-foot	134,871 gal/acre-foot
	눈 밀도	0.43 grams/cm³	0.36 grams/cm³
	Air/water 비율*	1.39	1.24

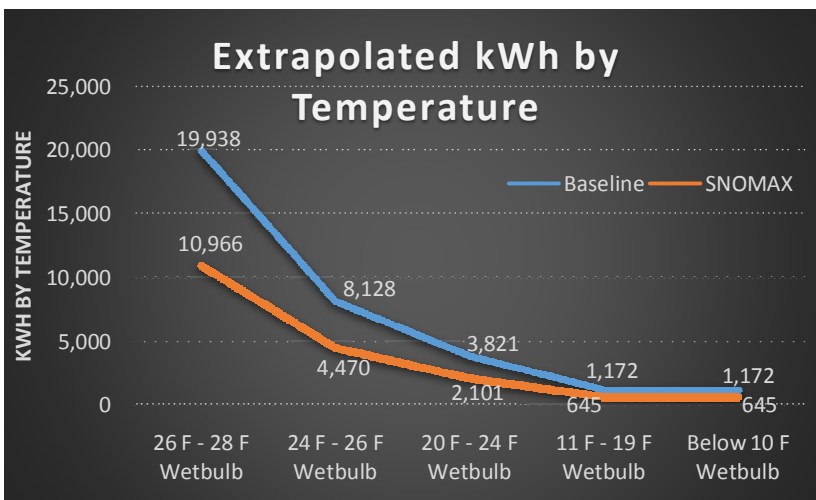
* 다량의 에어 량은 다량의 에너지 소비를 의미하며 에어/물 비율이 적을수록 에너지 효율이 좋다.

동일한 비교

주요 조사 결과

위의 표에서 보여지는 바와 같이, 동일한 테스트에서 상당한 효과가 입증되었다. 주간 제설에 스노맥스를 사용한 전체 제설량은 스노맥스를 사용하지 물에 보다 약 90% 증가했다. 눈의 2,321 ft³ 증가 (베이스라인에서 2,622 ft³, 스노맥스 테스트에서 4,943 ft³)는 눈 생산의 에이커-피트 당 120,650 갤런의 물 소비의 비율에서 실제적 43% 감소를 달성했다. 주간 테스트 동안 평균 기온은 77 %의 상대 습도에 17.4 ° F(-6.3°C)였다. 동일한 비교에서 제설 양의 3D 도형에는 다음 아래 부분에 제시된 도면에서 확인 할 수 있다.

에너지



스노맥스를 사용하여 제설한 생산성은 베이스 라인에 동일한 에너지 양을 사용한 것 보다 확연한 제설량을 보였으며 제설량 증가가 주어진 온도가 주 요인이 될 수 있지만, 제설 프로세스에서 사용되는 전체적인 자원은 동일하게 중요한 고려사항이 될 수 있다. 동등한 에너지를 갖는 더 많은 양의 눈의 비율은 적은 에너지 소비와 감소된 비용으로 만들어진 눈의 동등한 양으로 간주 될 수 있다. 스노맥스를 사용하여 약 50%의 비용 절감

계산에서 다양한 온도에서 제설 프로세스를 위해 필요한 추정 에너지는 왼쪽 그림에서 확인 할 수 있다. 이러한 예상은 800 시간 작업 기간을 기준으로 하였다.

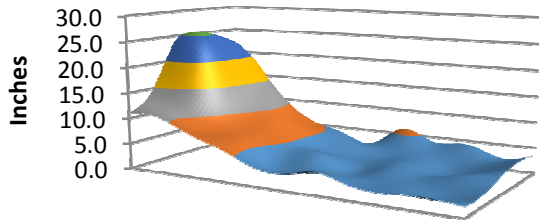
현장의견:

전체적으로 증가된 눈 생산은 스노맥스 첨가제를 사용하지 않은 제설 작업과 비교하여 동일한 양의 에너지를 사용하여 보고 되었다.

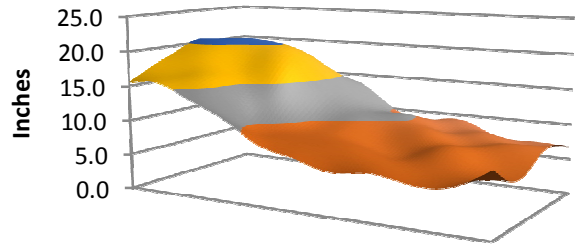
제설량

주간 테스트 과정 동안, 스노맥스 슬로프에는 베이스라인에 비해 추가로 양 350" 눈의 전체 인치가 퇴적되었다. 이 전체 퇴적은 아래 도면에서 보여지는 것과 같이, 테스트 구역에서 발생되었고, 사전에 설치한 막대기를 사용하여 측정되었다.

Baseline 퇴적높이



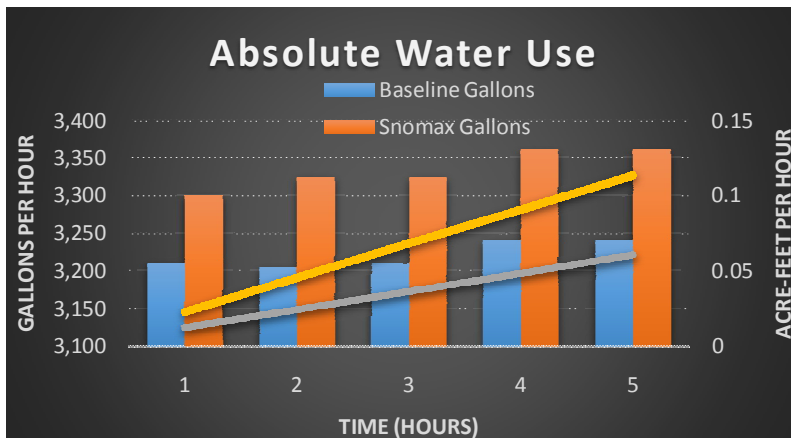
Snomax 퇴적높이



스노맥스 눈은 베이스라인 제설에 비교하여 더 낮은 밀도를 가지고 있었고 (0.43 grams/cm³ 대 0.36 grams/cm³), 많은 제설 량에 기여를 하였으며 증발, 승화, 그리고 바람에 의한 날림으로부터 더 낮은 손실이 있었다.

현장의견:

스키장 설질 관리자는 스노맥스를 사용하지 않은 제설기에 비교하여 스노맥스 눈의 개선된 양과 질을 보고했다. 관리자들은 스노맥스가 물 사용 감소와 더 큰 양으로 눈 더미를 생산 했다고 보고했다.



물 Water

스노맥스의 절대 물 사용은 베이스라인 제설보다 약 3.5% 높았다 (5 시간 주간 테스트 동안 총 564 갤론), 그러나 이러한 물 사용의 증가는 시간당 눈의 acre-feet 의 매트릭 단위로 평가 되었을 때, 약 90%의 눈 양에서 관련된 증가의 결과였다. 이 분석은 스노맥스가 전체적으로 제설 프로세스를 만드는 것 보다 더 큰 효과를 보여주는 것이며,

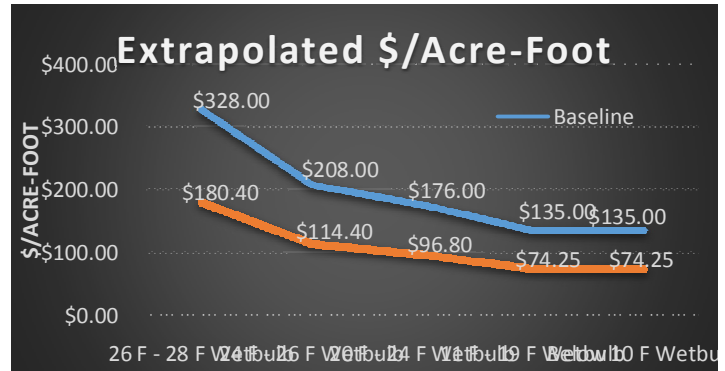
단위 당 물 사용에 관해서 효율적으로 상당한 개선을 제공하는 것이다. 스노맥스를 사용함으로써, 더 많은 눈은 첨가제를 사용하지 않는 것보다 일반적인 제설 온도 범위에서 갤론당 더 많은 제설이 될 수 있다.

현장의견:

작업자는 스노맥스를 사용하는 것이 물 펌프가 갤론 당 더 많은 눈이 생산되는 것을 발견했다.

제설 비용

에너지 효과 분석과 유사하게, 제설 온도의 예상 범위에서 스노맥스를 사용하는 제설 비용에 예상 효과를 고려하게 되었다. 효과 분석은 공기 압축과 물 펌핑에 대한 모든 전기 프로세스와 관련된 비용 절감의 계산에 근거했다. 제설 온도의 예상 범위에 걸쳐 baseline 과 Snowmax 프로세스를 비교하는데 사용되는 \$/acre-foot metric 은 작업 및 유지보수 비용(O&M)을 포함하지 않았다. 집계된 제설 비용의 대부분은 에너지와 물과 연관되어 있지만,



이러한 O&M 비용은 전체 비용의 10-15%를 추가로 대신 할 수 있다. 이 구역의 효과를 확인하기 위해, 질적인 피드백은 이 테스트에 참여하지는 않았지만, 테스트가 완료된 후에 구루밍에 참가한 Kirkwood 직원의 의하여 보고 되었다.

현장의견: 제설 비용과 관련해서 사적인 간섭은 없었으며 그러나 물과 에너지 절감에 근거하여 비용 절감에 추정이 있을 뿐 아니라, 제설 생산성 증가의 결과로서 제설기의 수명 연장이 있을 수 있다.

설문조사 결과는...

Kirkwood 설질 담당자는 VEIC 에 의해 실시된 테스트의 실행에 참여하지 않았지만, 스노맥스 제품이 가진 설질, 제공되는 눈의 양, 그리고 정설 후 표면에서 눈을 처리하는데 요구되는 노동과 자원의 효과에 대한 그들의 관점을 조사하였다. 이 15 개 질문의 설문조사 결과는 VEIC 의 데이터 수집을 마무리하고, 눈 관리 요원의 일상 업무에서 스노맥스 효과에 대한 더 큰 이해를 제공하는데 사용되었다.

Q: 제설 하는 과정에 스노맥스가 제설시간을 앞당겨 주었는가?

A: "잠재적으로 스노맥스 사용은 증가된 생산량을 위한 시간을 줄일 수 있었다."

Q: 스노맥스는 제설 공정에 유연성을 추가로 제공 했나?

A: "제설이 쉽지 않은 한계 습구온도 (-4 도 이상) 에서 더 나은 성능을 제공했다."

Q: 스노맥스를 사용 시, 구루밍, 혹은 효율성에 눈에 띄는 효과가 있었나?

A: "마른 눈, 빠른 제설, 손쉬운 정설 효과."

Q: 동시에 이뤄진 비교에서 무엇이 눈에 띄었습니까?

A: "두 개의 제설기에서 쌓여진 눈퇴적의 모양과 위치 차이를 보았습니다"

Q: 이 실험을 통해 어떤 결론을 낼 수 있는가?

A: "스노맥스 뉴클리에션은 품질, 수량, 그리고 쉬운 구루밍 특성을 향상시켰다."

결론 (CONCLUSION)



이 실제 테스트의 결과는 스노맥스를 첨가하는 것으로 인해 제설 프로세스의 다 방면에 혜택을 주는 경험적 증거를 제공한다. 제설용수 사용과 관련하여, 스노맥스 첨가제는 눈 생산의 acre-foot (1,233.46m³)당 물 사용의 전반적인 비율과 효율성에 상당한 이득을 얻을 수 있었다. 3.5% 이상의 물만 사용하는 스노맥스 제설은 거의 90% 이상인 눈 생산량의 증가를 위해, 분당 갤론의 사용량으로 측정되었다. 물 절약, 천연 자원 보존 및 환경 관리의 관심 증가와 함께, 이 물 효율성 증가는 운영과 지속 가능성과 관련된 혜택을 가질 수 있다.



제설 시 물 사용은 주요 관심사지만, 에너지와 물을 눈으로 바꾸는데 필요한 기타 관련 비용은 똑같이 중요하다. 보다 효율적인 프로세스가 스노맥스 첨가제 사용으로 인해 달성될 때, 같은 양의 제설 시, 더 적은 물에 적은 펌핑, 적은 공기 (압축 공기가 사용되는 경우)와 적은 전기를 사용하게 되었다. 이와 같은 에너지 사용 감소는 관련 에너지 생산, 관련 온실가스와 기타 대기 오염 배출량과 에너지를 생산하는데 필요한 원료의 감소를 발생시킬 것이다. 이러한 에너지와 물 소비 감소의 환경 적 이득은 겨울 눈 스포츠의 수명과 생존을 지원하는 천연 자원을 보존하는데 도움이 될 것입니다.



스노맥스의 사용은 많은 스키와 스노보드 지역의 에너지 및 물 절약 목표를 지원할 뿐만 아니라, 이러한 자원의 감소는 작업성과 제설에 추가되는 장비 물류비에 영향을 주게 된다. 적은 물과 적은 에너지로 눈의 동일한 양 생산에 관련된 비용 감소와 불리한 조건에서 눈을 생산할 가능성은 스키어와 승객 경험 향상과 작업 계절을 확장하고 수익을 증가 시키는 동시에 비용을 절감하는 기회로 변화된다. 스노맥스 첨가제의 추가 금융 혜택은 제설 직원이 정설의 용이성과 정설에 필요한 시간과 노력 감소를 통해 실현될 수 있습니다.

****본 보고서의 질문이 있을 시, HTI Corporation (02 568 3648)로 문의 주시기 바랍니다.**