



도시의 열섬효과와 시뮬레이션

차례

I. 열섬 현상이란?

II. 태양복사, 지구복사에 의한 열적 평형

III. 다양한 변수를 고려한 열섬현상

i. 자동차 배기열

ii. 인공구조물

iii. 에어컨

iv. 종합

IV. 결론 및 본 연구의 한계

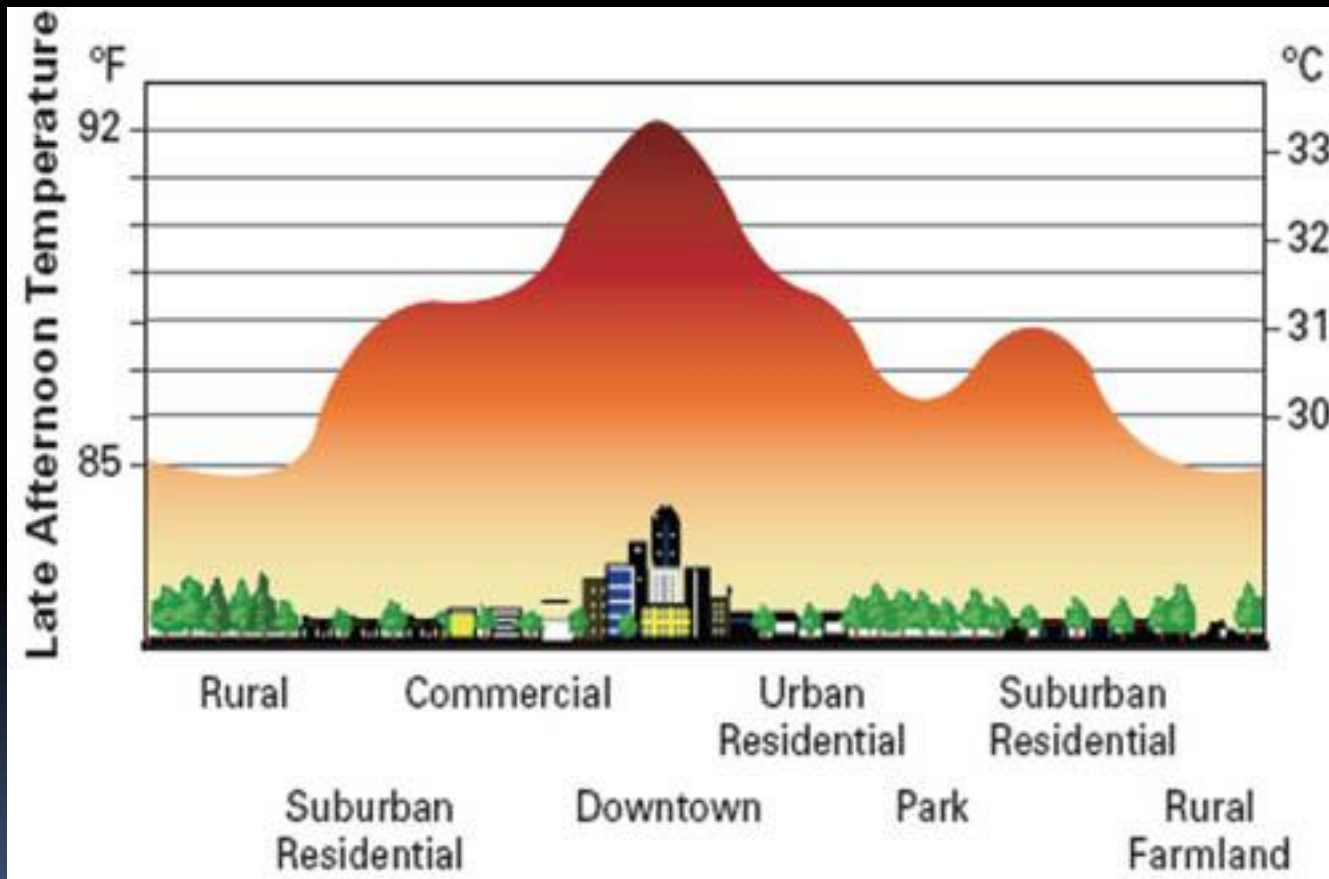
V. 참고

열섬현상이란?

도시의 기온이 교외보다 높아지는 현상이다. 도시화로 인해 녹지면적이 줄어드는 것과 함께 인공열과 인공시설물, 대기오염 등에 의해 도시 상공의 기온이 높아진 것이다.

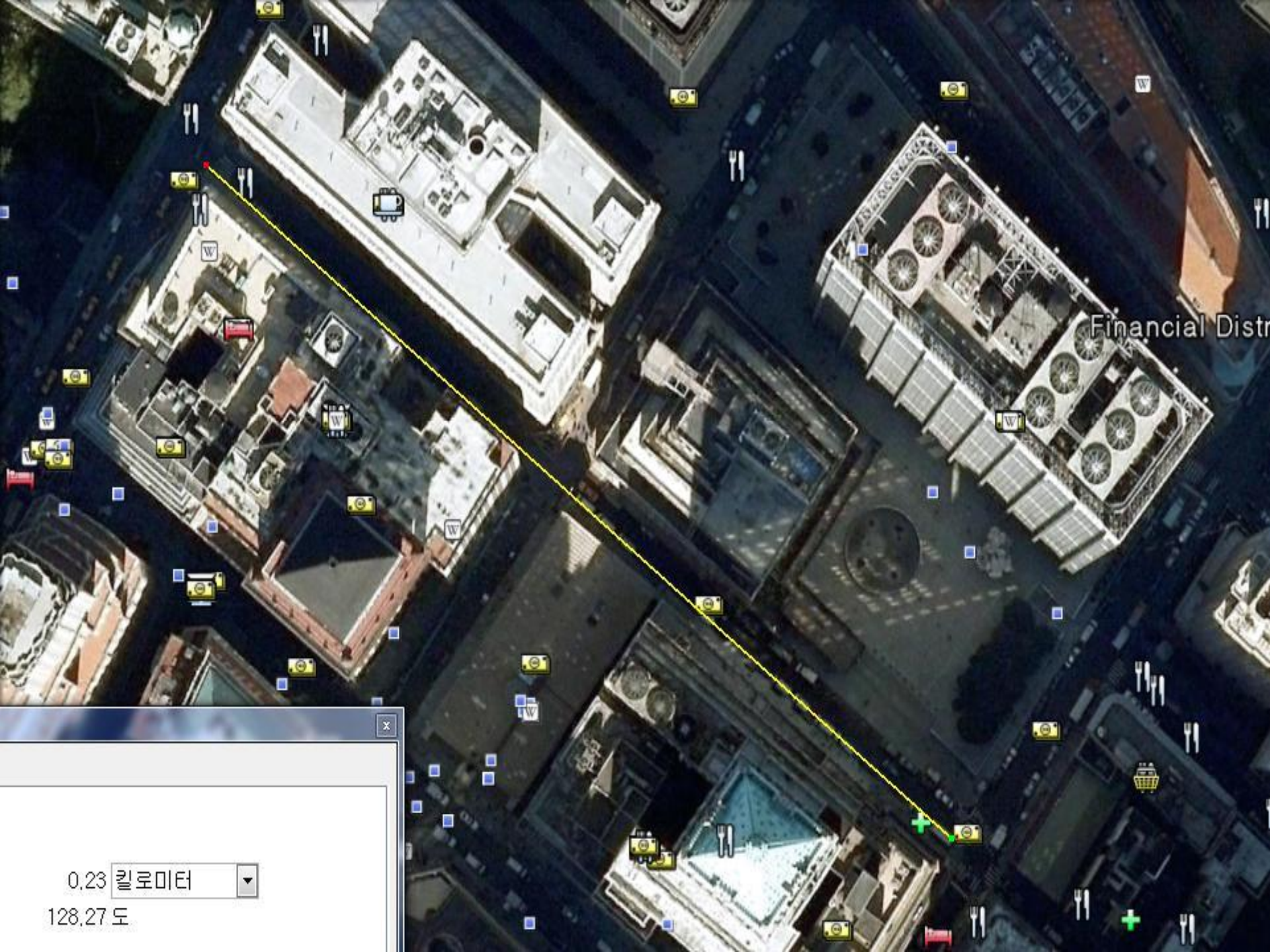
출처 -두산백과사전

열섬현상이란?



★주요가정

1. 수증기가 없는 건조상태의 대기
2. 공기는 이상기체
3. 지표면의 온도 23도
4. 자동차 배기열, 인공구조물, 에어컨을 열섬효과
과의 변수
5. 도시는 뉴욕의 월스트리트에서 착안
6. 가로,세로 0.23km, 건물 네 개가 존재하는 40
층 높이(160m)의 계
7. 따라서 압력은 대기압 1013mb로 일정
8. 열의 출입만 가능한 닫힌계



Financial Distr

0.23 킬로미터

128.27 도

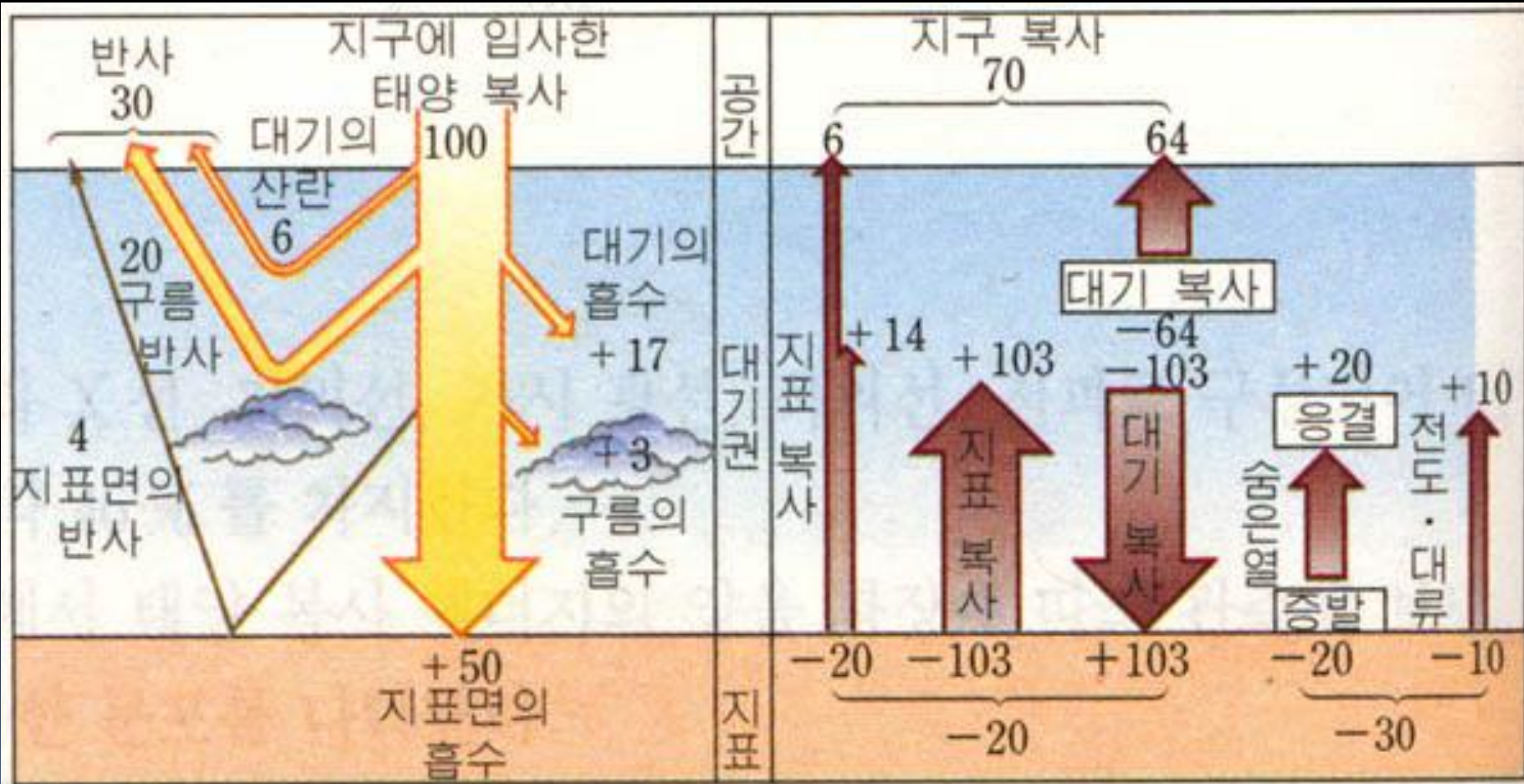
Ⅱ. 태양복사&지구복사의 열적 평형

- 태양상수 = $2 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \times \text{min})$
- 지표면에 평균적으로 입사되는 태양 복사 에너지량 = $\frac{\pi R^2 I}{4\pi R^2} = 1/4 = 0.5 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \times \text{min})$
- 대기에 의하여 흡수 및 산란되어 지표면에 도달하는 에너지는 약 $0.25 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \times \text{min})$

Ⅱ. 태양복사&지구복사의 열적 평형

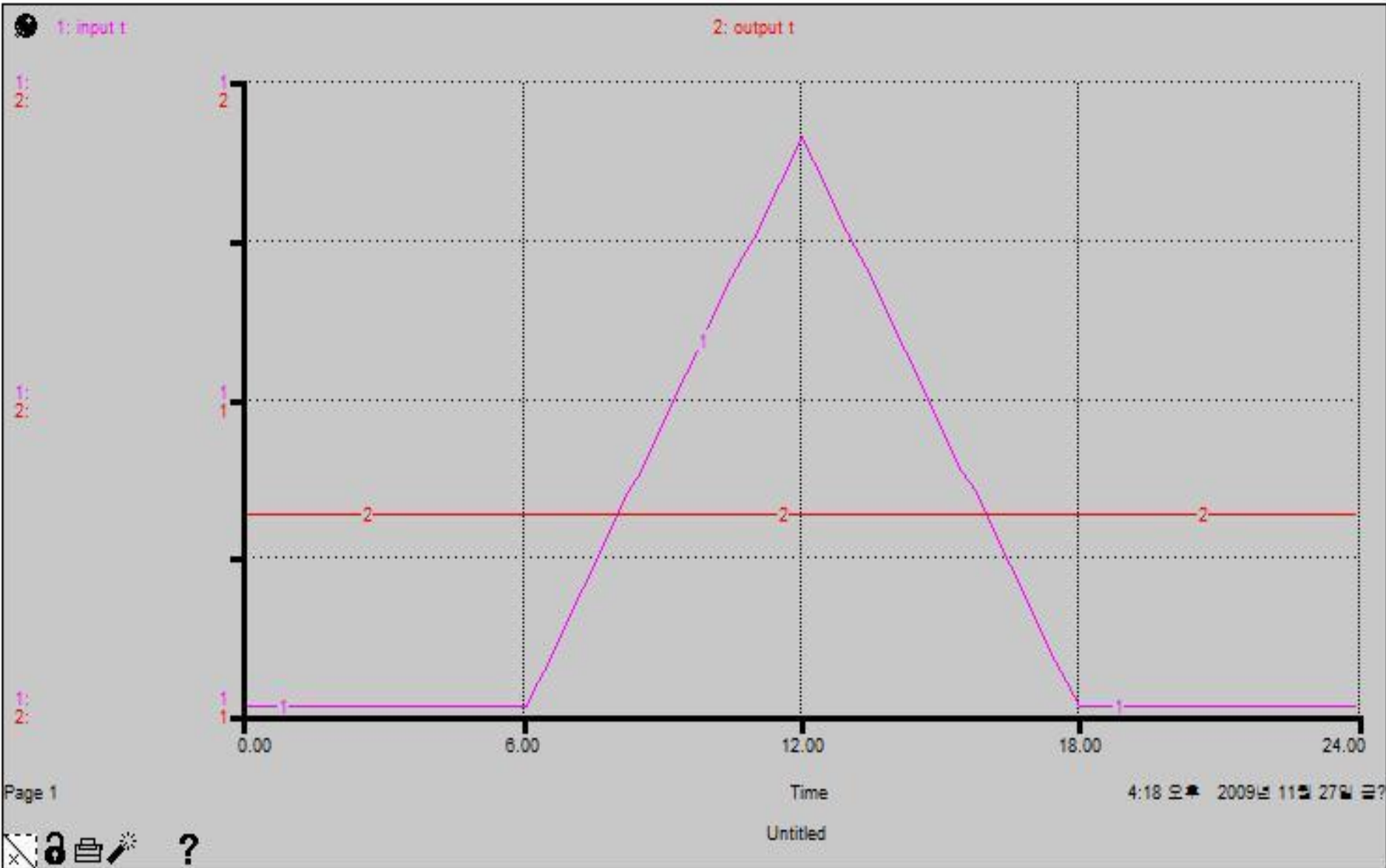
- 지구로 입사하는 태양복사 에너지량을 100%라 하고, 이때 에너지량을 $0.5 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \times \text{min})$
- 지표면의 열적 평형
- 태양복사 in : $0.5 \times 50\% = 0.25$
- 지구복사 in : $0.5 \times 103\% = 0.515$
- 지구복사 out : $0.5 \times 153\% = 0.765$

태양복사, 지구복사

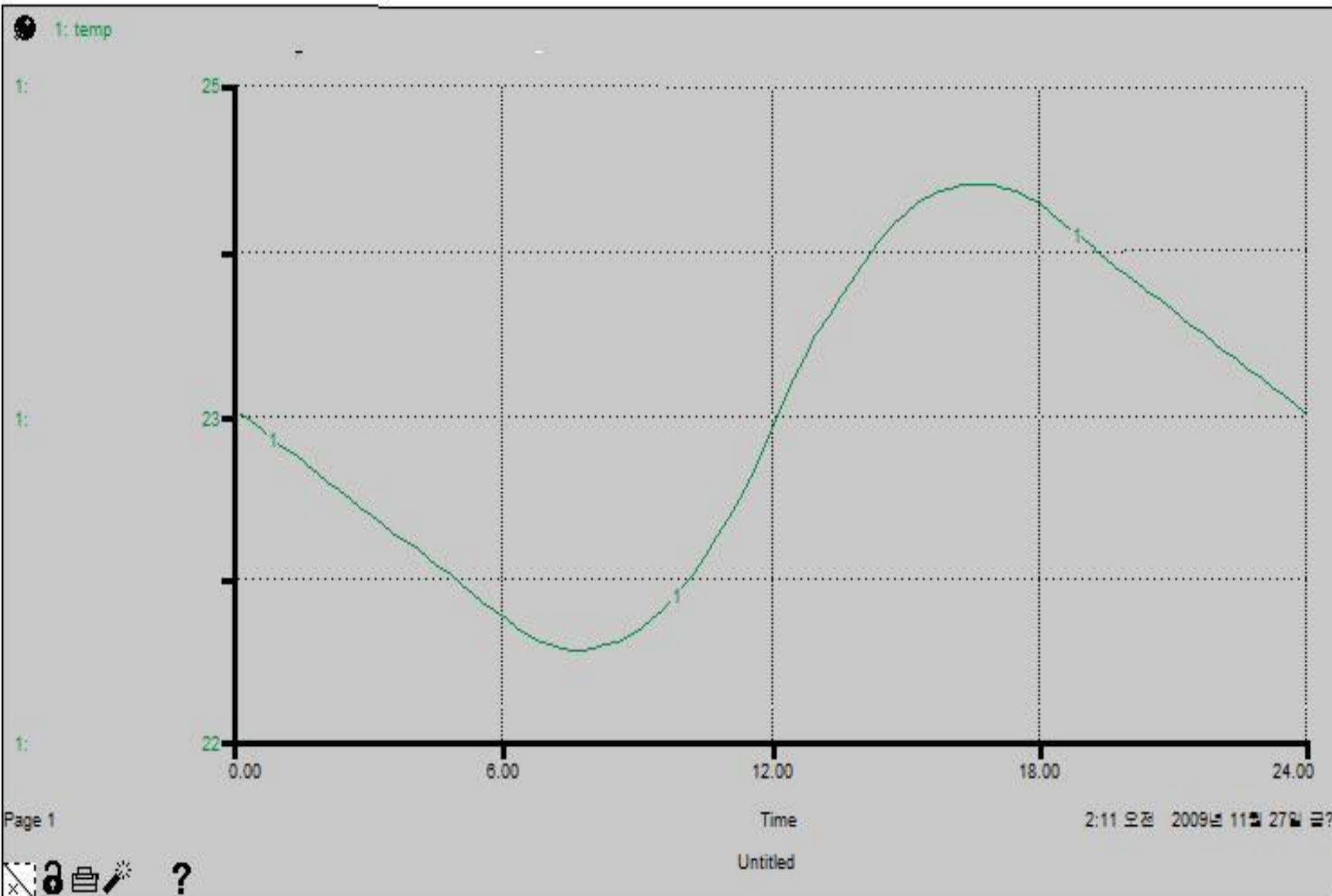


Ⅱ. 태양복사&지구복사의 열적 평형

- 에너지량 100%일 때 지표면에 입사하는 열량 = $0.5 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \times \text{min}) = 3790484379 \text{ [J/h]}$
- [Hand Out 1]
- 태양복사 in $dT = 3.8 \text{ [K]}$, 지구복사 in = 15.7 [K]
지구복사 out $dT = -19.5 \text{ [K]}$



temp	23.000000
------	-----------



temp	23.000000
------	-----------

자동차 배기열

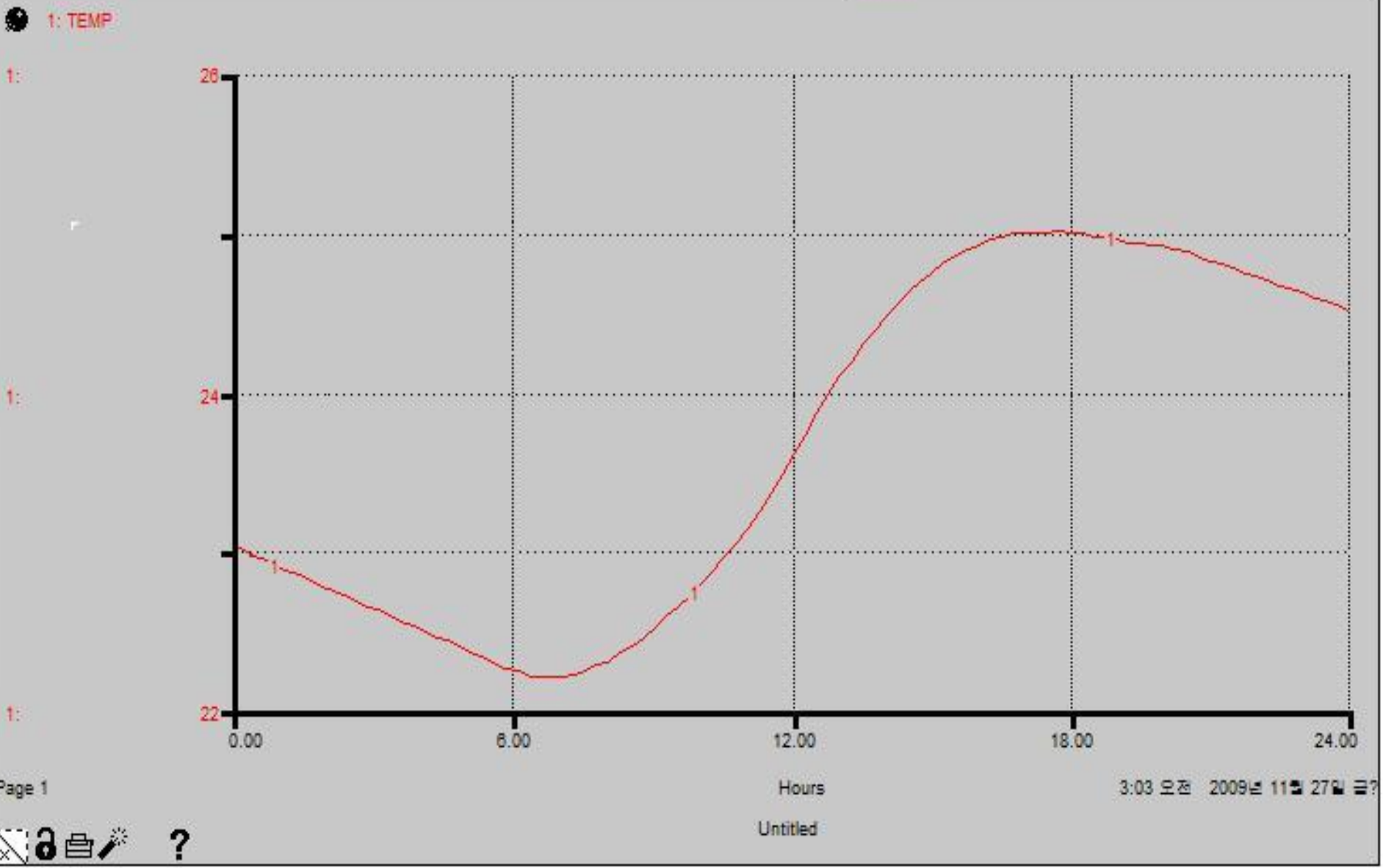
★주요가정

1. 자동차가 신호정지 중 엔진은 800Rpm 주행 중 엔진은 2000Rpm
2. Rpm = revolution per minute
3. 자동차의 연료 : 경유
4. 계 내에 최대 자동차 수 120대(Rush Hour)

자동차 배기열

- 60대 대기중, 60대 주행중
- 흡입효율 50%, 엔진효율 30%
- 이론 공연비 = 14.6
- [Hand Out 2 참고]
- $dT = 0.1138[K/h]$ 이다.





TEMP	24.529188
------	-----------

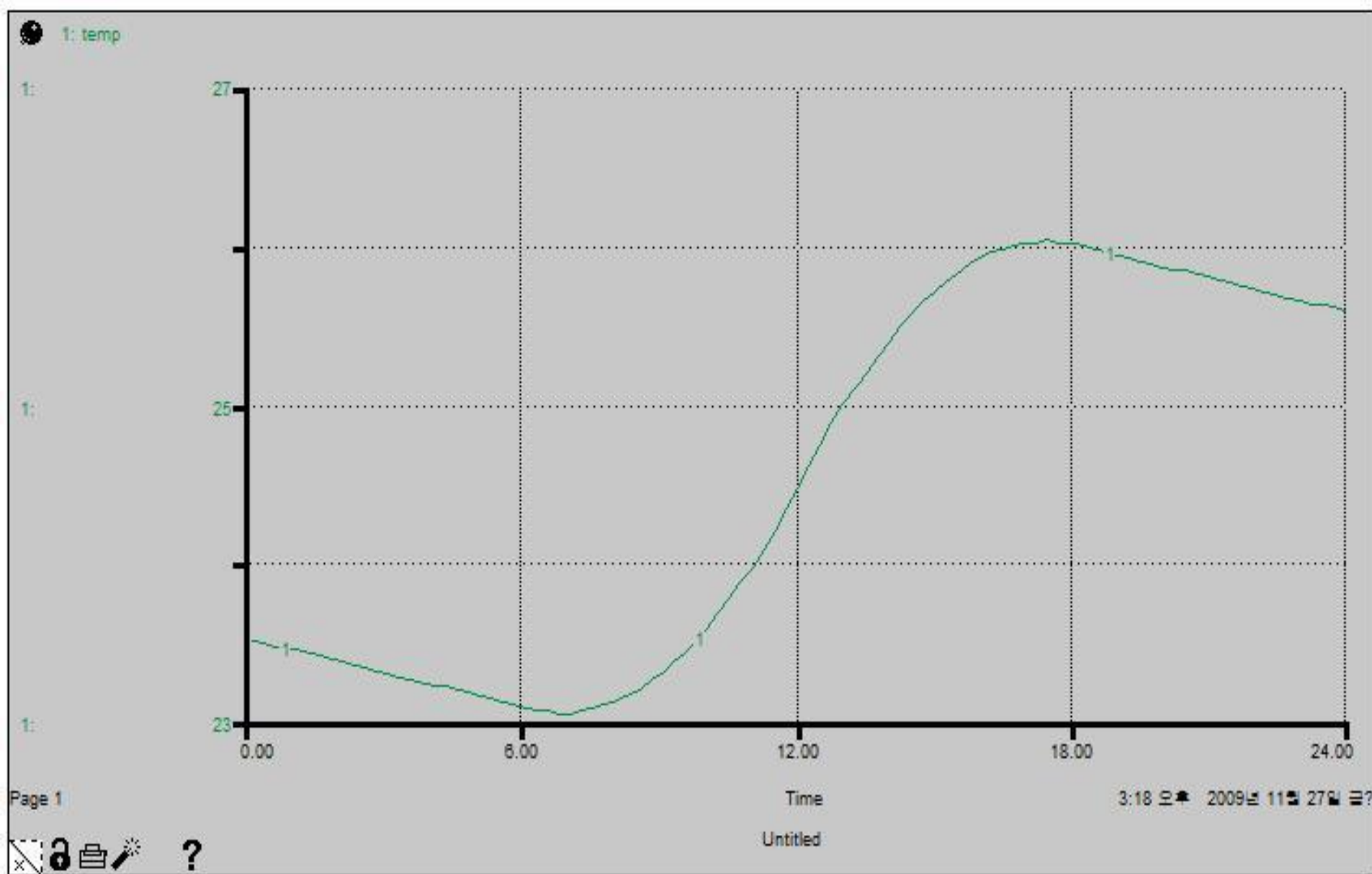
인공구조물

- 아스팔트와 콘크리트는 물질의 특성상 반사도가 낮고, 열용량이 크다.
- 인공구조물은 열을 Trap 하여 새벽에도 복사열로 방출
- 아스팔트의 반사도 약 4%, 콘크리트의 반사도 약 17%, 지표면의 평균 반사도, 25%

출처-Pon, Brian (1999-06-30). "Pavement Albedo". Heat Island Group. Retrieved

인공구조물

- 아스팔트의 면적 : 4500 [m^2]
- 인공구조물의 면적 : 48400 [m^2]
- 인공구조물에 의한 반사도 : 15.9%
- 평균 지표면은 75%를 흡수, 인공구조물은 84%를 흡수.
- 평균 지표면과 인공구조물의 흡수도를 비례식을 이용하여 인공구조물에 의한 복사방출량을 추정.



temp

25.091916

에어컨으로 인한 열섬효과



에어컨으로 인한 열섬효과

★주요가정

1. 에어컨이 식힌 건물 내부의 찬 공기와 에어컨의 팬이 건물 밖으로 방출하는 공기를 섞은 온도가 도시의 평균 온도.
2. 에어컨이 건물 밖으로 내보내는 열에너지 양은 부하의 20%이다.



에어컨으로 인한 열섬효과

- 부하란? = 에너지를 소비하는 물체가 소비한 에너지량
- 건물의 면적은 $S = (110 \times 110) \times 20\text{층} \times 4\text{ 건물}$
- 에어컨 설치 안된 곳 존재! 총 면적에 65%만 가동 면적,
- 부하와 실제 가동면적을 곱하여 시간당 발생 열을 구한다.

에어컨으로 인한 열섬효과

- 이 열로 인한 건물 밖 온도와 냉각된 건물 내의 공기의 평균 온도를 도시의 평균 온도로 잡자!
- 건물 안 냉각된 부피와 건물 밖의 부피비는 1:2
- $T = (m_1T_1 + m_2T_2) / m$ 으로 도시의 평균 기온을 구할 수 있다. [1: 건물 밖, 2: 건물 안(19도)]
- 결과값은 Hand Out-3 참고

1: temp

1:

1:

1:



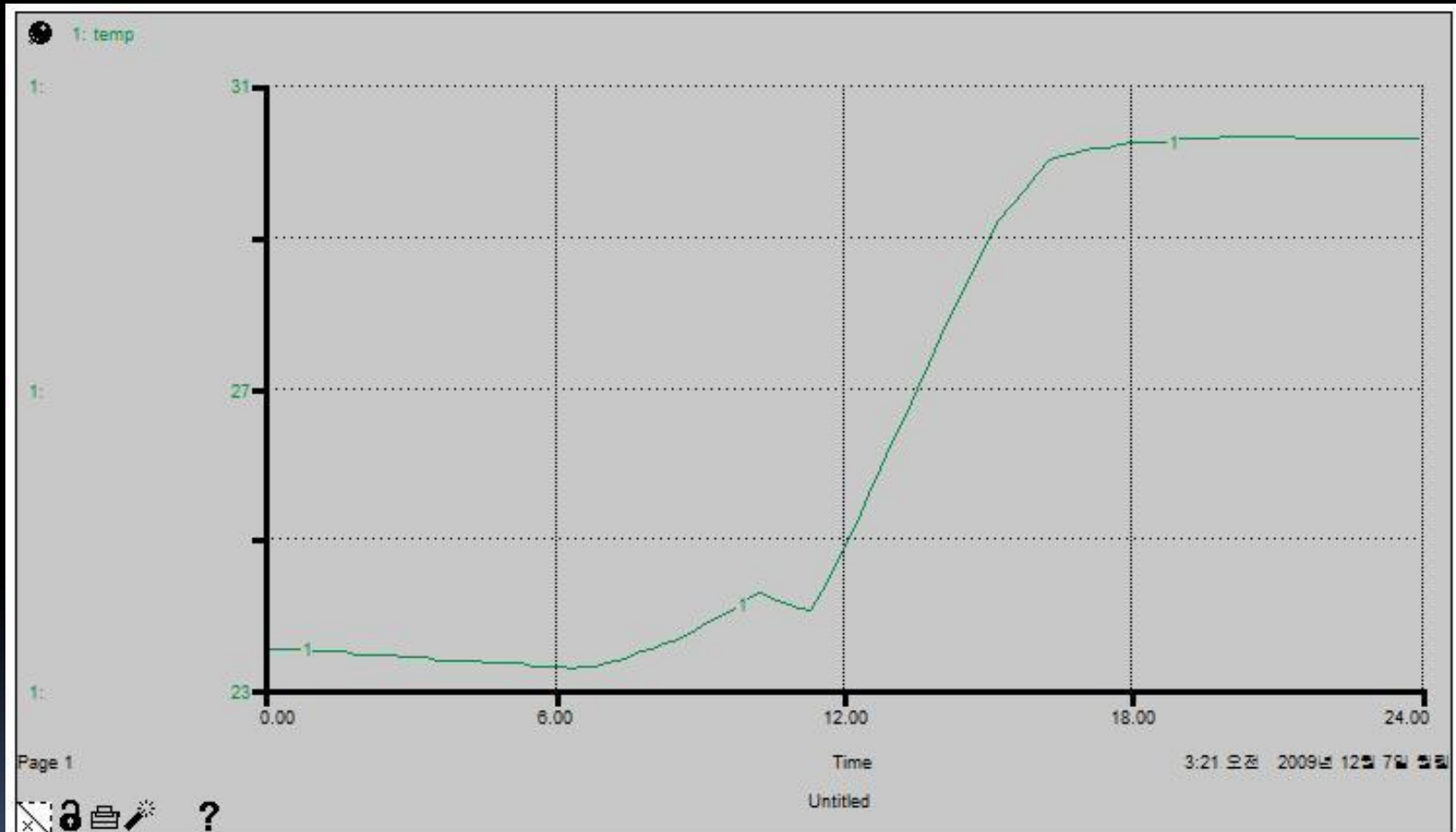
Time

Untitled

temp

26.160000

자동차& 인공구조물& 에어컨



temp

29.781103




人 열

사람(체온)에 의한 열 전달 과정 3가지

1. 복사-슈테판 볼츠만의 복사의 법칙
2. 대류-호흡을 통한 열 전달
3. 전도-공기와 사람 피부 접촉으로 전달

결론

- 하루 동안 23도씨 -> 28.7도씨
- 세 변수에 의한 온도변화는 거의 같다.

자동차	인공구조물	에어컨
1.53도 	2.09도 	3.16도 

- 열섬 현상이 계속될 시 열대야현상이 발생

본 연구의 한계

1. 복잡한 대기현상이 발생하는 도시 내에서 계산의 편의를 위해 상당부분은 단순화.
2. 계산의 편의를 위해 세운 가정이 실제와 상당 부분 다르다.
3. 에어컨이 실내공기 냉각 시킨 것과 실외공기의 mix 열 교환을 고려하지 않았다.
4. 하루 동안의 온도만을 생각하였다.
5. Time scale을 늘리면 흥미로운 자료가 될 것이다.

References

- 두산백과사전, 열섬현상
- 하이탑, 지구과학2 2권, pp 115~121
- 김인수, 한의석, 이광호, Cool Asphalt Pavement(열섬완화 아스팔트 포장) 기술, 한국도로학회 제10권 제1호, 2008. 3 2호
- 조현구, <[집중기획 : 빙축열시스템] 빙축열 에어컨의 소개>, , 설비저널 제30권 제6호, 2001. 6 ,대한설비공학회, pp. 33~37
- KESIS, 국가에너지통계종합시스템, 홈페이지 <http://www.kesis.net>
- Albedo - from Eric Weisstein's World of Physics (www.wikipedia.org/, 검색어, Albedo 에서 재인용)
- Pon, Brian (1999-06-30). "Pavement Albedo". Heat Island Group. Retrieved 2007-08-27.(www.wikipedia.org/, 검색어, Albedo 에서 재인용)
- <http://www.clinic-clinic.com/clncl-mdcne/rsprtry-dsse/ventilator5.asP>
- http://cafe.naver.com/airsystem.cafe?iframe_url=/ArticleRead.nhn%3Farticleid=34