

소변, 흑색수, 회색수 & 진흙의 처리와 재활용-

소변 수집 & 처리

Håkan Jönsson

교수, 환경공정

EcoSanRes, SEI & SLU

Hakan.Jonsson@sei.se

Gustavsberg

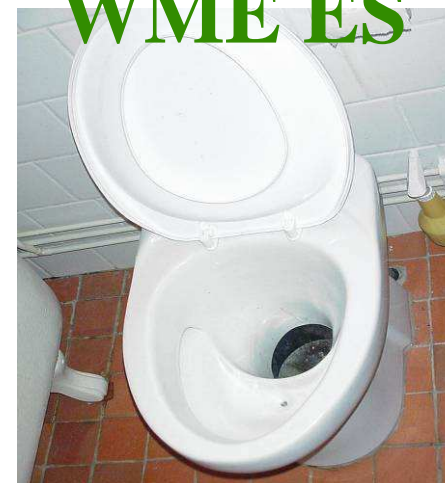
Dubbletten -floor

Dubbletten



WME DS

WME ES



중국의 UD 변기

Roediger



에과도르





Kimberley, South Africa



Tepoztlan January 2004



Harare, Zimbabwe, 2001



EcoSanRes
China



SEI ENVIRONMENT
INSTITUTE
Kisoro, Uganda 2002



Agricultural Sciences
Johannesburg, South Africa



사용자의 경험 & 문제점

질문서

1997- 96, 1999 – 61, 2006 - ≈20 가정용

Double flush toilets - BB Dn & WM DS:

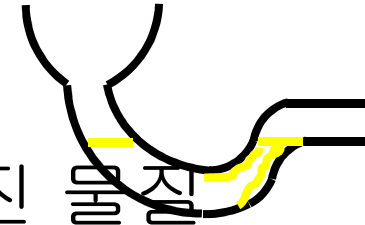
저애/문제는 변기의 U형도관에 있었다

- 물이 불충분하거나 기능불량
- 청결공작이 증가되었다
- 냄새가 있을수 있다

변기의 막힘

- Once - a few times a year

- 머리카락, 섬유물질, 슬에서 떨어진 물질
- 침전 물질 (린, 칼슘, 마그네슘)



- 76% 부드러운 물질 – 머리카락 등 ⇒ rodding iron (mechanical snake) 혹은 NaOH

- 24% 딱딱한 물질 ⇒ NaOH (가성 소다, 소다와 물의 비례 1:2)

진흙 나사 송곳 / 기계적인 하수구 청수용 와이어



물이 없는 기름막



Uridan waterless (E. von Muencin)

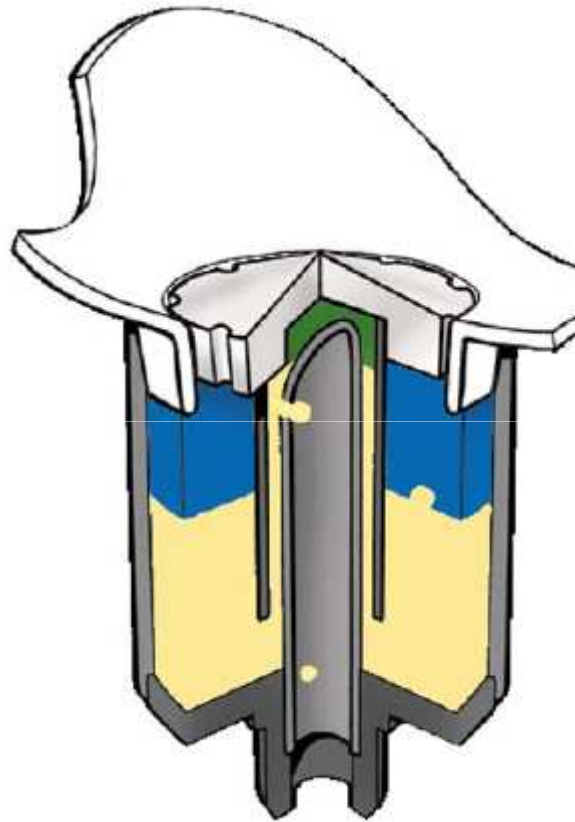


Fig Uridan

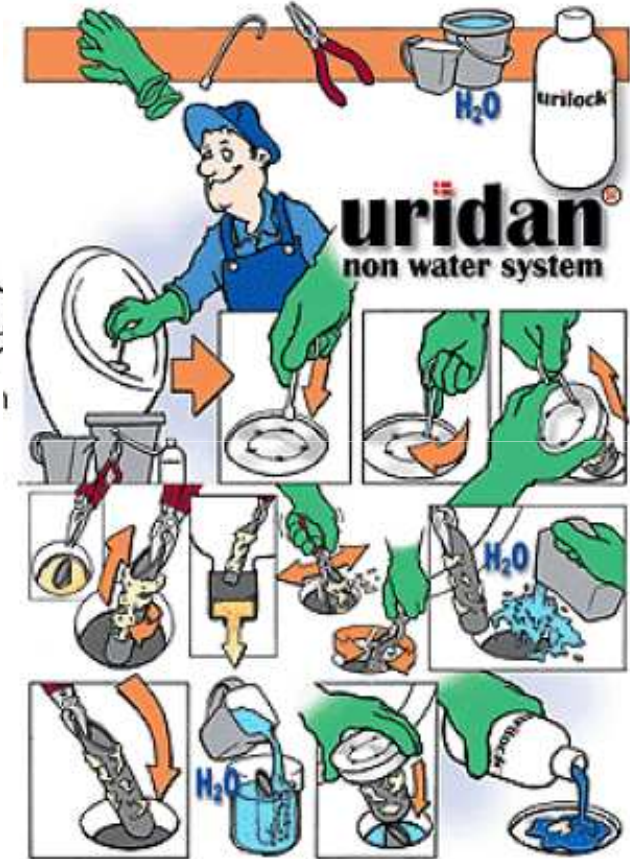


Fig Uridan

입술형 고무 마개



Dubletten silicon rubber seal. Photos: M Cernat

Eco SmelStop Silicon rubber:
Photo: P. Dahm



Four lip rubber seal. Dubletten single lip rubber seal. Photos: H Jönsson

변기 - 소변 전의

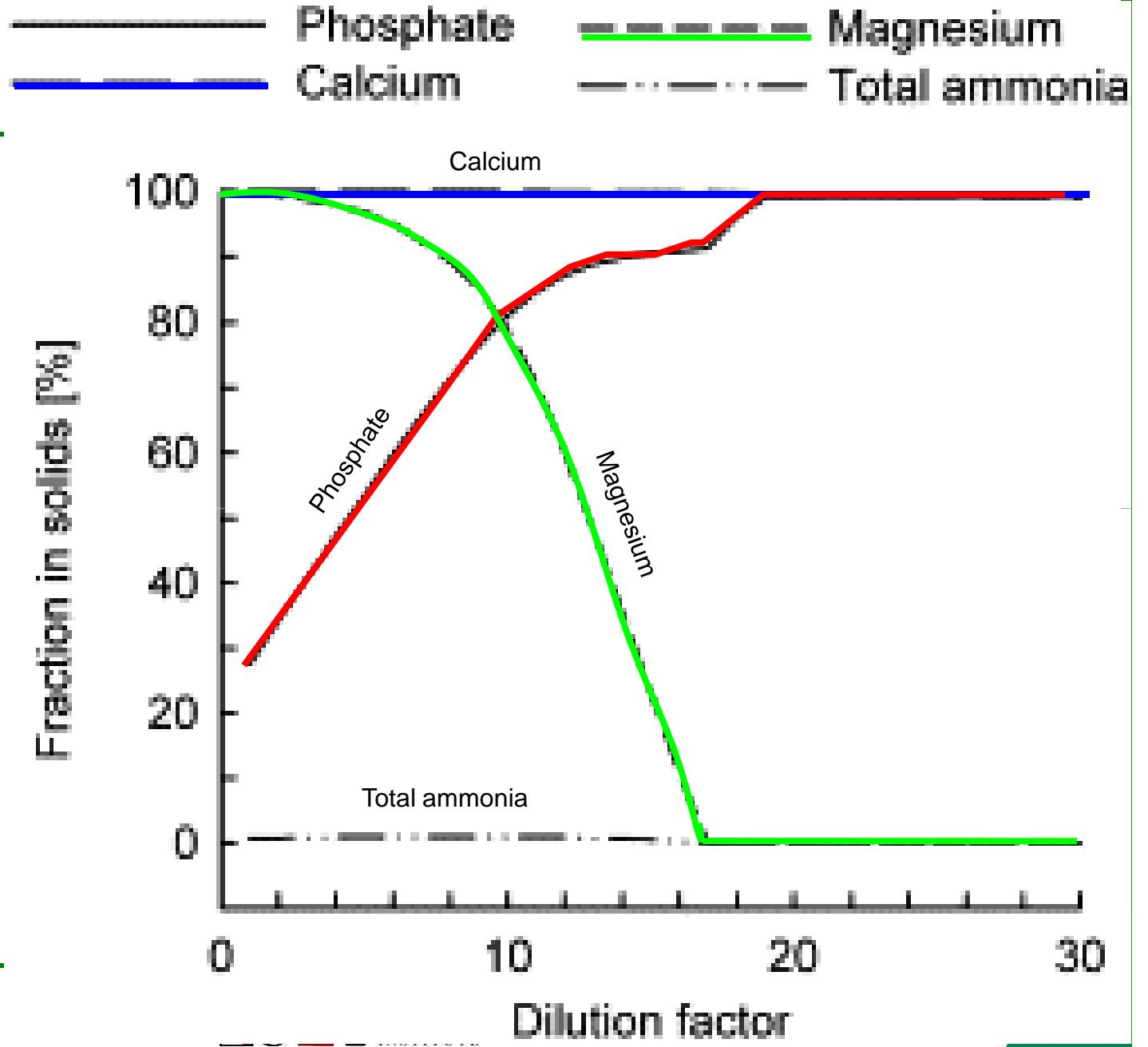
- 간편하고 쉽게 사용할 수 있다.
- 남성들이 설수있게 만들어 젖음- 혹은 변소 제공
- 거침없는 소변 흐름 - 막혀버리는 위험을 감소
- 진흙 나사 송곳이 수요될 때가 있다
- 변기의 U형 도관은 쉽게 접근하고 분해할 수 있다
- 효율적인 흐름은 ≤ 0.1 l/이다
- 냄새를 쉽고 효과적으로 막을 수 있다
- 소변과 접촉되는 물체가 없다
- 냄새를 막는 장치의 표면을 쉽게 청결할 수 있다

수집 & 저장

- 뇨소 \Rightarrow 암모늄/암모니아
- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + 2 \text{OH}^- + \text{CO}_2$
- pH 6 – 7 \Rightarrow 9 – 9.4
- 침전 **MgNH_4PO_4 & $\text{Ca}_x(\text{PO}_4)_z$**
– 다시 말하면 진흙은 형태가 굳어졌다
- $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \Leftrightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_3(\text{aq}) \Leftrightarrow \text{NH}_3(\text{g})$
- \Rightarrow 환기 최소화 – 압력 평형!!

• 높은 pH + ammonia \Rightarrow 병원체가 죽음!

소변이
 수도물에
 희석되었을 때
 소부분이
 침전물에서
 발견되었다.
 (Udert et al.,
 2003)



소변 도관 찌꺼기



소변 도관

- 영상, 2.5년과 8년+15년간 사용한 장치를 맨 눈으로 관찰
- 550 l/매사람매년
- 방수 – 지하수가 새는 자주 보는 문제– 지표면에서 이어지는것을 피하여야 한다
- 수평 도관: $\phi \geq 75 \text{ mm}$ (만약 쉽게 접근하고 분해할수 있으며 완벽하게 안정할수 있다면 50 mm가 적합하다.경제적으로 허락된다면 지하에 110 mm이면 더욱 좋다.)
 - 진흙의 형태가 고정되다
 - 지속적인 기능을 유지하기위하여 최소로 **1% 경사도가 있어야 한다**
- 작은 시스템 (<10 m) 에 사용되는 U형 도관이 없는 도관은 경사각이 크고 (>4%) 쉽게 바꿀수 있으면 25혹은 심지어12mm되어도 괜찮다
- 관찰&청결할수 있는 좋은 기회
- 빈약한 통풍 – 압력 평형 – 수직 도관에도 사용
- ▶ 도관을 최소화함!!

부정적인 레제 - 수직 도관의 통풍



위로 본 모양
Kullön, Sweden, 2006



아래로 본 모양
Photos: H. Jönsson

부정적인 레제 - 수평 도관의 경사각



뒤로 본 수평 도관의 경사각,
Kullön, Sweden, 2006. Photo: H. Jönsson



수평 도관의 찌꺼기가 흘러 나옴,
Kullön, Sweden, 2006.
Photo: A. Richert Stintzing

부정적인 레제



Kimberley, SA, 2002



East London, SA, 2009

Photos: H. Jönsson

보수 유지 - 변기 & 도관

• 만약 u형 도관이 막혔다면

- 처음에 기계적으로와/혹은 화학적 방법으로 매년마다 2-3번씩 청결해야 한다-그 후엔 더욱 빈번하다.

- 화학 제품 1- 농도가 높은 가성 소다 (사전에 용기에 가성소다와 물을 1:2비례로 용해시킨다) 를 도관안에 밤새동안 넣어둔다 -아침에 3-5리터의 물로 도관안에 침전물을 씻어버린다.
- 화학 제품 2- 농도가 높은 초산(25-60%가 적합함)을 도관안에 밤새동안 넣어둔다.- 아침에 1-2리터의 물로 씻는다.
- 권고하는 두가지 화학약품 가성 소다와 초산중 하나만 사용

• 만약 u형 도관과 기름막이 없다면

- 물 1리터로 매 1-2주에 한번씩 씻는다.

- 만약 악취가 있다면 1-2dl 농도가 높은 초산을 천천히 부어넣는다

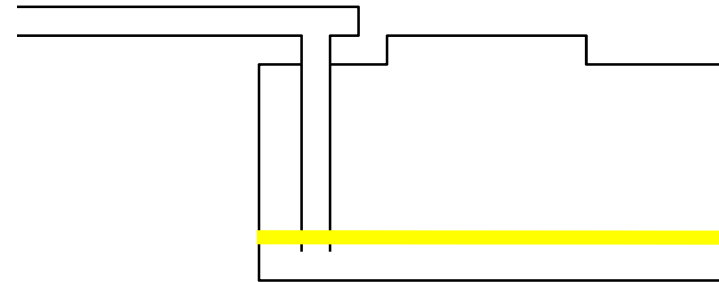
소변 수집 & 저장

- 밑바닥으로부터 채운다

- 적은 소모
- 냄새를 피면함

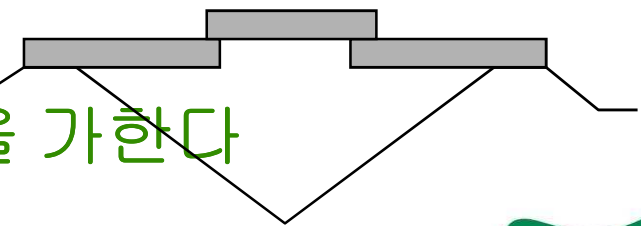
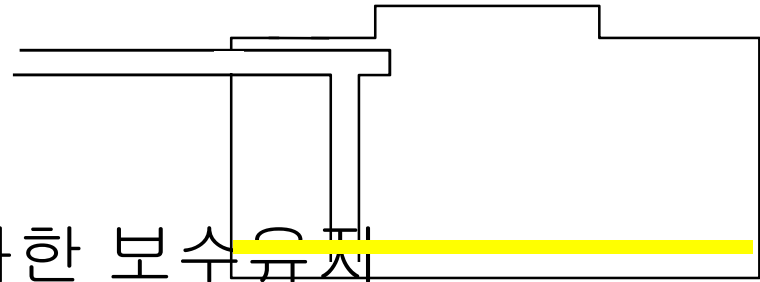
- **No metals**

- ➡ 소변을 저장하는 통이 충족한가?



물통

- 통풍량의 단위 2 물통 * 2 체제
- 통풍이 없음 \Rightarrow 만약 통풍이 있으면 >50배의 소변
흐름량 $\leq 0,1\%$ N-loss
- 밑바닥으로 부터 채운다
 - 적은 소모
 - 냄새를 피면함
- 들어오는 도관의 입구- 간소화한 보수유지
- 깊은 곳의 지하수가 위협 받을 때 \Rightarrow
완전히 밀봉,꽂꽂 묶는다
- **No metals**
- 소변을 저장하는 통이 충족한가?
- 만약 악취가 있으면 - 표면에 기름을 가한다



소변 취급 방법 & 저장



소변의 저장 - 악취 제거 시스템

- 악취 제거 시스템 = 가정에서 먹는 곡물에 비료로 준다
- 저장이 필요 없다 –but for all food crops the recommendation is to harvest no sooner than 1 month after urine application and that urine is incorporated into the soil if above soil part is eaten and on top of soil, watered down, if the root is eaten.
- WHO, 2006

소변 저장 - 대형 시스템, WHO 2006

저장온도	시간	살아 남은 병원체	추천하는 곡물
4°C	≥1 달	병독, 원생 동물	가공된 음식물과 사료 농작물
4°C	≥6 달	병독	사료 농작물, 가공된 음식물
20°C	≥1 달	병독	사료 농작물, 가공된 음식물
20°C	≥6 달	없을 가능성이 많음	All ^d
-	≥1 년	없을 가능성이 많음	All ^d

a) Gram positive bacteria and spore forming bacteria are not included.

b) Large = system includes more than one family.

c) Pasture for forage not included.

d) Recommendation for **food crops consumed raw: harvest no sooner than 1 month after urine application and urine incorporated into the soil.**

분변의 수집과 처리



Photos: H Jönsson



폐편의 사용



Photo: H Jönsson



Photo: H Jönsson



분변의 수집과 운용

스웨덴에서 대략 100명 좌우의 건조한 분변 수집 사용자에게 질문하였다.

- 50-80 kg/명, 년
- 소변이 전이된후 더욱 만족하였다.
- 수집 용기가 작고 닫혀지고 자주 비워질수록 만족도가 높았다
- 추천하는 것들: 소변 전이, 작은 용기 사용, 가정에서 생물 반응 과정이 없음.

분변 - 주요한 처리 과정

- 악취와 파리를 피면해야 한다
- 통풍이 잘 되어야 한다(바람개비).
- 1고뿌의 재와/혹은 석회(Ca)와/혹은 모래의 매번 정화에 넣는다.-젖은 물질을 완전히 덮을 정도
 - pH치를 높임 - 병원체를 죽일 있지만
 - 유기물의 농도가 낮아진다



마른 분변 - 제2차 처리

작은 크기, 0.15-25 l/명, 일 + 청결용과 우에 덮는 재료

- 무해하게 함 - 위생으로 인한 위험성을 최소화하다
- 균질화 - 청결용 물질을 분해하다

마른 분변 - 무해화에 대한 선택

처리 방법	표준	해석
Storage, ambient Temp. 2-20°C	1.5 – 2 years	Will eliminate bacterial pathogens; will reduce viruses, and parasitic protozoa below risk levels. Some soil-borne ova may persist in low numbers
Storage, ambient Temp. 20-35°C	> 1 year	Substantial to total inactivation of viruses, bacteria and protozoa; Inactivation of parasite and worm eggs, and maybe also <i>Ascaris</i> eggs (Strauss 1985).
Alkaline treatment, lime, ash etc.	pH >9, >6 month	If temperature >35° C and moisture <25%, Lower pH/wetter material will prolong time for elimination.
Ammonia (urea) treatment	N _{NH3} ≥ 40 mMol,	≥24° C and N _{NH3} ≥ 70 mMol (about 5.5 g N _{NH3} /liter, pH ≥ 8.8) total inactivation of <i>Ascaris</i> eggs in 6 months, at ≥34° C in 1 month. At ≥4° C pathogenic bacteria reduce very fast. (Nordin et al, 2009; Vinnerås et al. 2009)
Composting	>50° C, >1 week	All material should reach >50° C, mix at least 3 times thoroughly during >50° C period.

Folie 29

HJ1 Håkan Jönsson, 03/05/2009

HJ2 Håkan Jönsson, 03/05/2009

HJ3 Håkan Jönsson, 03/05/2009

뇨소의 처리 방법

- N: 뇨소 첨가
- P: 남음
- K: 남음
- 공중위생시설 시간은 온도와 $\text{NH}_3\text{-N(aq)}$ 에 관계된다
- 뇨소 처리는 높은 퇴비가치가 있는 비료를 만들수 있다



퇴비

- 생명과정
 - 미생물 - 세균, 균류
 - 어느것이 어느것에 영향주는가
 - 수분, 산소, 온도, pH
- 에너지 전환
 - 화학 에너르기 ⇒ 열량
- 온도가 50°C 를 초과 했을 때
혼합하는데 3x 반응기, 5x 도관이
수요된다



퇴비

- 퇴비란 무엇인가?
- 퇴비 기능에서 중요한 요점은 무엇인가?
- 퇴비는 필수적인가?

