

在印度尼西亚低收入地区使用生态卫生厕所（Ecosan）的可持续性评估



Almy Fithriana Malisie
Ralf Otterpohl

废水管理和水资源保护协会
汉堡科技大学



概 要

- 背景信息
- 目标与方法
- 方案比较
- 印尼实施的生态措施
- 可持续性评估
- 结论和未来展望

印尼国家概况



- 世界上最大的群岛(**1.91**万平方公里的土地和**81000**多公里的海岸线上,散布着**17508**个岛屿)
- 人口: **8500**万城镇人口; **13500**万农村人口 → **69 %**的城市人口和**46 %** 的农村居民获得了改善环境卫生(世界卫生组织与儿童基金会, **2001**年) .
- 在亚洲, 污水排放设施和卫生水平是最低的 (世界银行, **2003**年)

印尼国家概况

背景信息
1

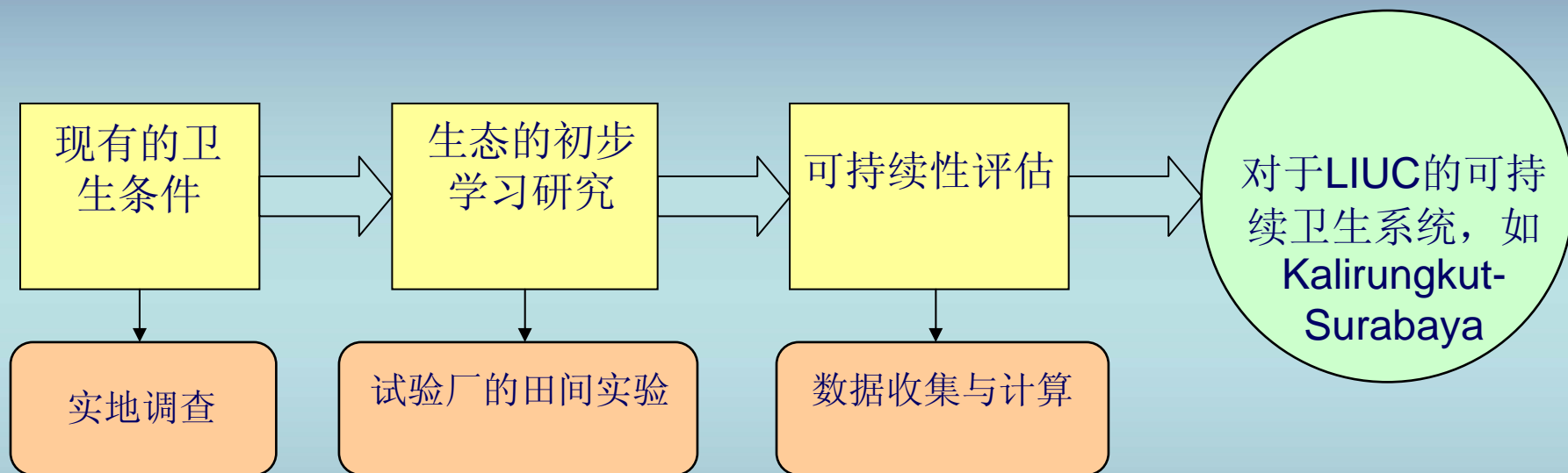


苏腊巴亚案例研究资料:

- 化粪池离水井不足5米
- 据报告, 大多数位于人口高密度地区 (>100人/公顷) 的浅水井含有粪大肠菌群

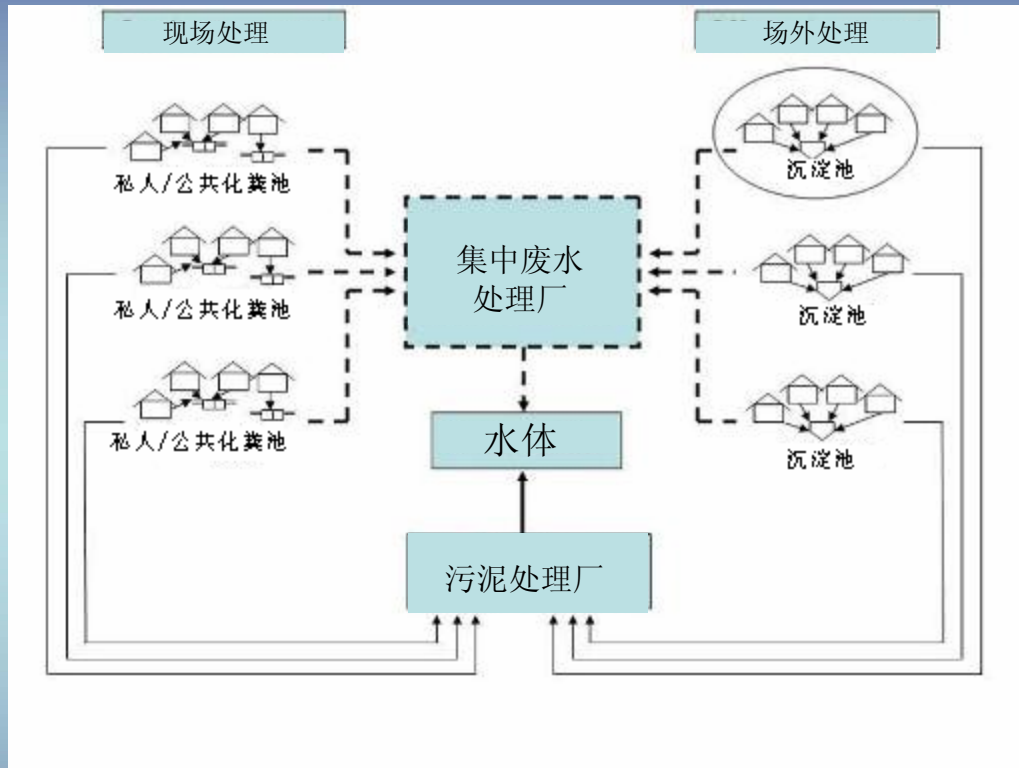
- 初步研究生态卫生概念在印尼低收入市区实施的可行性
- 连同现有的其他两个卫生系统，研究生态系统的可持续性(经济,环境, 和社会方面),

方 法



情景：SSDP

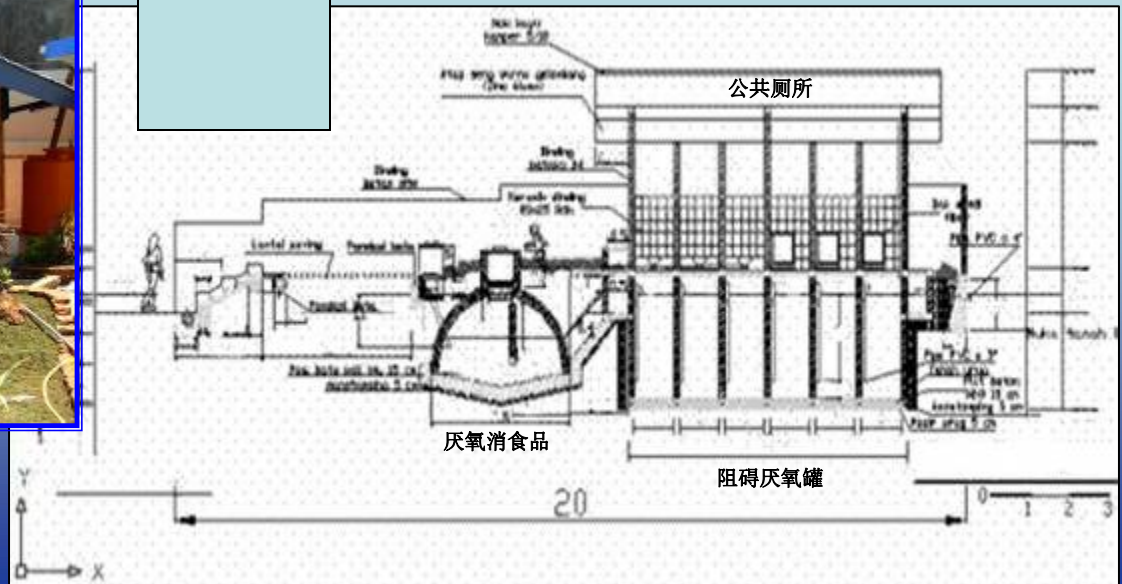
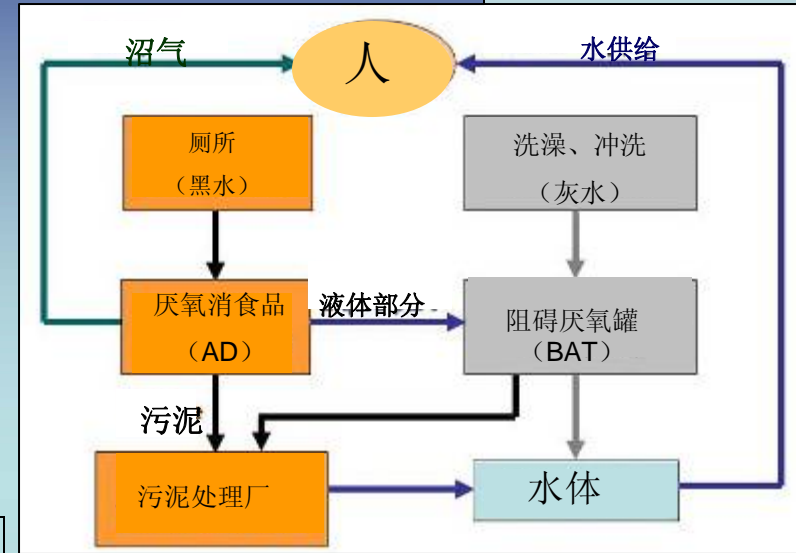
方案比较
3



苏腊巴亚污水处理发展项目 (SSDP)是由当地政府提议的**2020**年苏腊巴亚总计划中的一部分

情景：DEWATS

方案比较



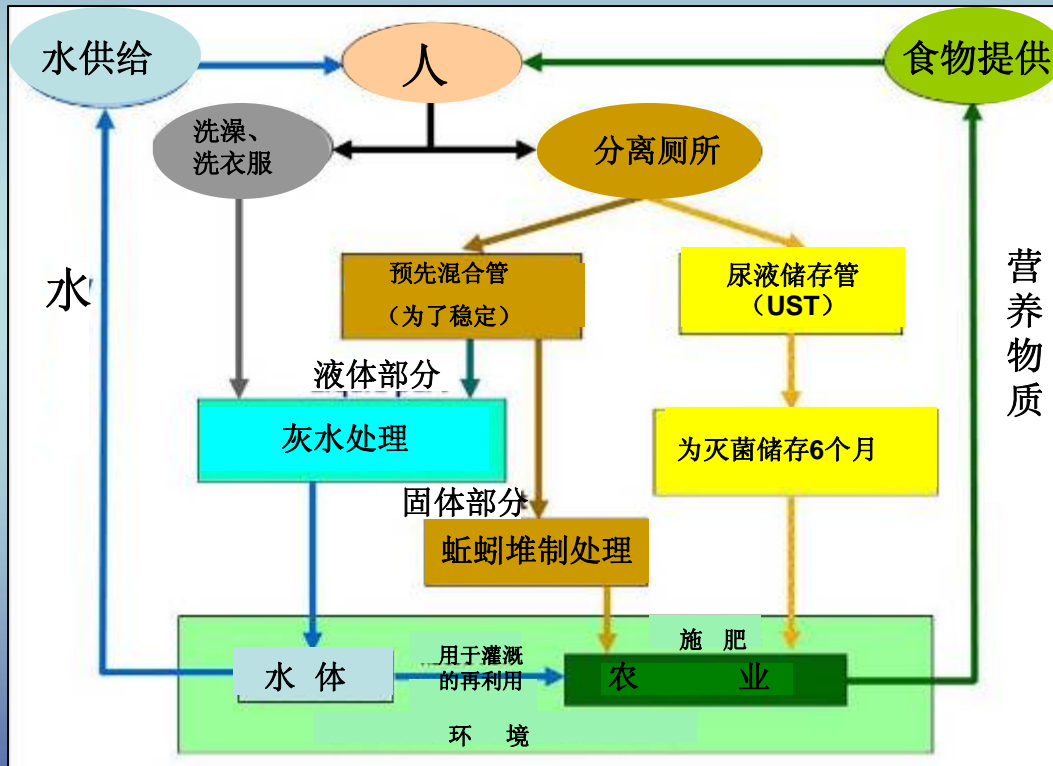
资料来源: www.best.or.id

BORDA: www.borda-sea.org

情景： Ecosan

方案比较

Location: 印尼爪哇东部，泗水，与Rungkut地区相邻的Pusdakota办公室，占地20平米



布朗水处理-蚯蚓

印尼实施的生态措施



排泄物 (没有卫生纸)

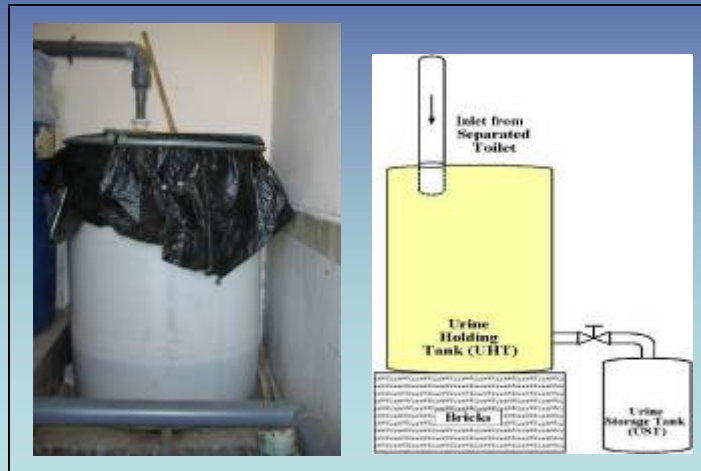
a) 红文小蚯蚓 (*Eisenia fetida*) 处理
30天后的效果图

b) *Lumbricus rubellus*处理30 天后的效果图

参 数	印尼堆肥国家标准	<i>Eisenia fetida</i>	<i>Lumbricus rubellus</i>
C (% C)	最小值 9.8	17.11	14.6
N (%Kjedahl)	最小值 0.40	1.48	1.22
P (%P ₂ O ₅)	最小值 0.10	3.36	3.08
K (%K ₂ O)	最小值 0.20	3.51	2.98
<i>E. 大肠菌</i> (MPN/gr)	最大值 1000 MPN/gr	120	230
C/N	最小值 10	11.56	11.97

黄水处理—存储

印尼实施的生态措施

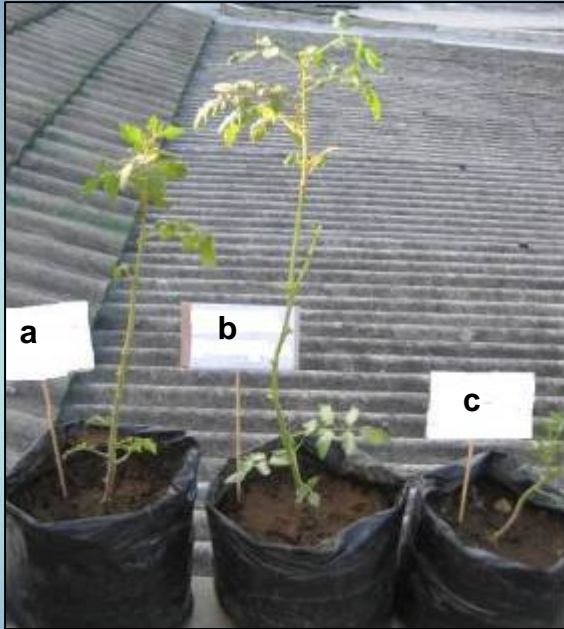


参数	新鲜尿液	储罐中储存6个月的尿液
C总量 (%)	1.46	0.04
N总量 (%)	1.38	0.11
磷(% P ₂ O ₅)	0.12	0.003
钾 (% K ₂ O)	0.23	0.0275
E.大肠菌(群/g)	0	0

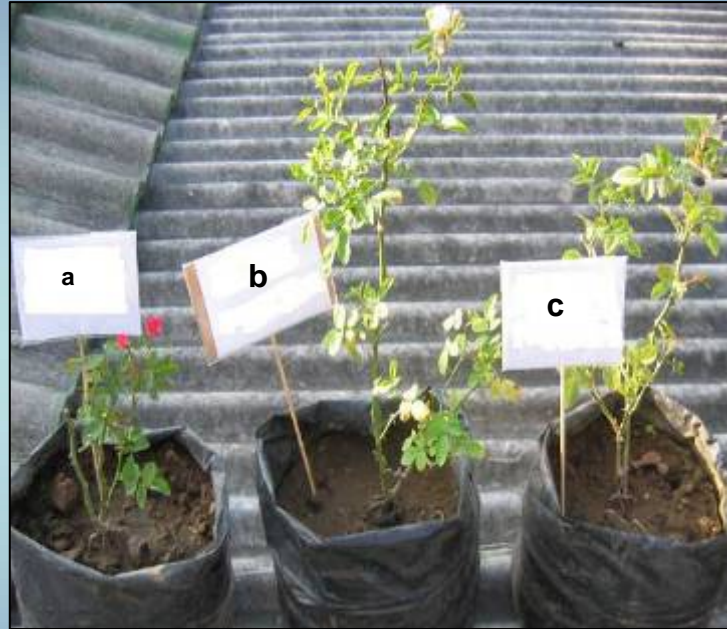
黄水处理—存储

印尼实施的生态措施

番茄



幼小蔷薇植物



施用尿液作肥料和用蚯蚓的粪便作肥料植物的不同生长速度

- a. 用尿液施肥 (200ml/周), 蚯蚓的粪便作为土壤条件 (0.014 kg/m^2)
- b. 只施用尿液 (200 ml/周)
- c. 只施用 蚯蚓粪便(0.014 kg/m^2)

灰水处理 - 亚表面流造就的人工湿地

印尼实施的生态措施



小规模建造沼泽地



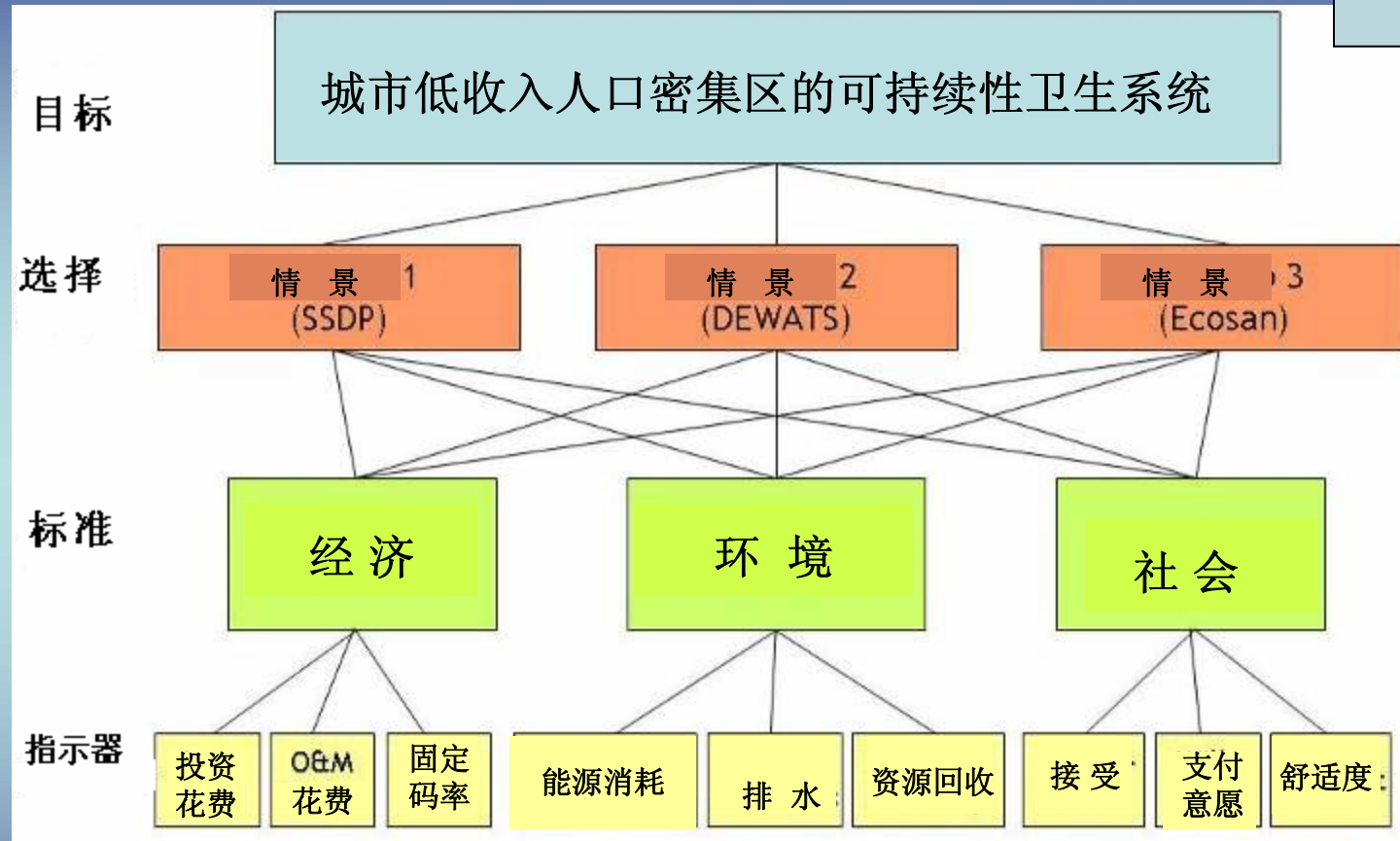
沙砾



椰子木炭

参数	进入	排出				印尼对排放水的要求
		中间变量		植物变量		
		木炭	沙砾	香蒲	芦苇	
BOD (mg/l)	200-490	23-75	23-170	23-100	55-170	12
COD (mg/l)	530-1220	137-313	200-340	185-230	137-340	100
E.大肠菌 (MPN/100ml)	$(1.6-2.9) \times 10^{13}$	370 - 850,000	65- 4,500,000	1,700- 4,500,000	65-35,000	10,000

可持续性的标准



不同的研究标准是基于不同额工作者的工作，
他们都从事可持续环卫领域的工作

(Balkema, 2003; Hellström 等, 2000; 城市供水, 2004;
Larsen and Gujer, 1997; Larsen and Lienert, 2003; Lennartsson, 2004).

环境标准 - 能源消耗

可持续性评估

能源消耗 (MJ/p/d)	情景 1	情景 2		情景 3			
		公共的	分散的	公共的		分散的	
a. 厕所使用	0.162	0.19	0.162	0.19018		0.16216	
b. 可循环产品运输	-	-	-	棕水	黄水	棕水	黄水
				0.016	0.29	0.019	0.266
c. 淤泥运输	0.00053	0.00053	0.00083	0.0008		0.0022	
c. 污水的处理	0.0086	0.0074	0.016	0.0194		0.053	
特殊能源消耗 (MJ/p/d)	0.171	0.198	0.178	0.71		0.68	
		0.184		0.66			

环境标准 - 水排放

可持续性标准

参数	情景 1	情景 2	情景 3	污水 排出处理
BOD (mg/l)	156 ^a	21.6	13.1 ^a	80 ^b
COD (mg/l)	443 ^a	35.3	54.2 ^a	200 ^b

^a = 基于计算机面板的计算, 2000

^b = 居住地环境系实验室

环境标准 - 资源回收

可持续性评估

情景 1

基于苏拉巴亚2020年城市整体规划，对于SSDP系统没有资源回收的计划

情景 2

厌氧所产生的沼气

来自公共系统	每天1.2-1.4 m ³ 沼气
来自分散系统	每天 4.07 m ³ 沼气

情景 3

营养物	灰水产品		黄水产品		棕水产品	
	kg/p/y	%	kg/p/y	%	kg/p/y	%
氮 (N)	0.4	2	12.5	68	5.5	30
磷 (P)	0.4	13	0.9	30	1.6	57
钾 (K)	0.3	10	1.9	67	0.6	23

环境标准 - 投资, O&M 花费

可持续性评估

情景	投资花费 (€)	每年 O&M 花费 (€)	每年收益 (€)
1 - SSDP	6,173,838	308,692	558,125
2 - DEWATS	2,896,973	141,888	559,603
3 - ECOSAN	2,993,827	233,094	1,508,125

社会标准

可持续性评估

可持续性指标	情景1	情景 2	情景 3
赞同	N/A	95 % 赞同	27% 接受使用 UDT, 57% 接受再利用排泄物作为肥料, 26% 接受尿液的再利用, 15% 接受自行处理废物
舒适度	N/A	98 % 感觉舒适	40% 感觉使用 UDT舒适
支付意愿	52 % 愿意为家庭关系支付	100% 愿意为公共厕所支付费用(Rp 300,-)*	61% 愿意为新卫生观念支付, 27% 愿意为每一个公共生态厕所支付 Rp 300

N/A = 没有来自SSDP 报告的定量数据

* Rp 12,000,-在这方面的的工作, 欧元作为基本汇率计算

结论

□SSDP :

- ✓ 最高的花费和最低的收益
- ✓ 最低的能源消耗，但也是最低的排水质量
- ✓ 无社会障碍

□DEWATS :

- ✓ 最低的投资和O&M花费
- ✓ 良好的排出质量，可再利用沼气
- ✓ 公众习惯于此系统

□ECOSAN:

支持在印尼实行生态计划的积极发现

- ✓ 生态计划在印尼没有先进技术的情况下是可行的
- ✓ 生态计划可重新获得营养
- ✓ 生态计划有着最高的金融收益

挑战:

- ✓ 关于再利用人体废物的当地民众理解的社会观念
- ✓ 肥料运输的高花费
- ✓ 需要特殊的使用者培训

谢谢