Ecological Sanitation Symposium
11-13 December 2005, Damascus , Syria

استعراض التكنولوجيات اللاهوائية للمعالجة منخفضة التكاليف لمياه الصرف الصحى الأدمى و إعادة إستخدامها

خبرات من ألمانيا و مصر

إعداد:

د/ وليد عبد الحليم - أ.د/ هشام عبد الحليم – أ.د/ كارل هاينز رويزينفينكل

المحتويات

- الأسباب الملحة وراء ضرورة و زيادة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة
- إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة فى الرى (بين الإيجابيات و السلبيات)
- استعراض التكنولوجيا اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى
- استعراض النظام المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصحى و إعادة استخدامها
- النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد ISAH, CUFOE, HBRC فى مجال المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحى
- ملخص المحاضرة

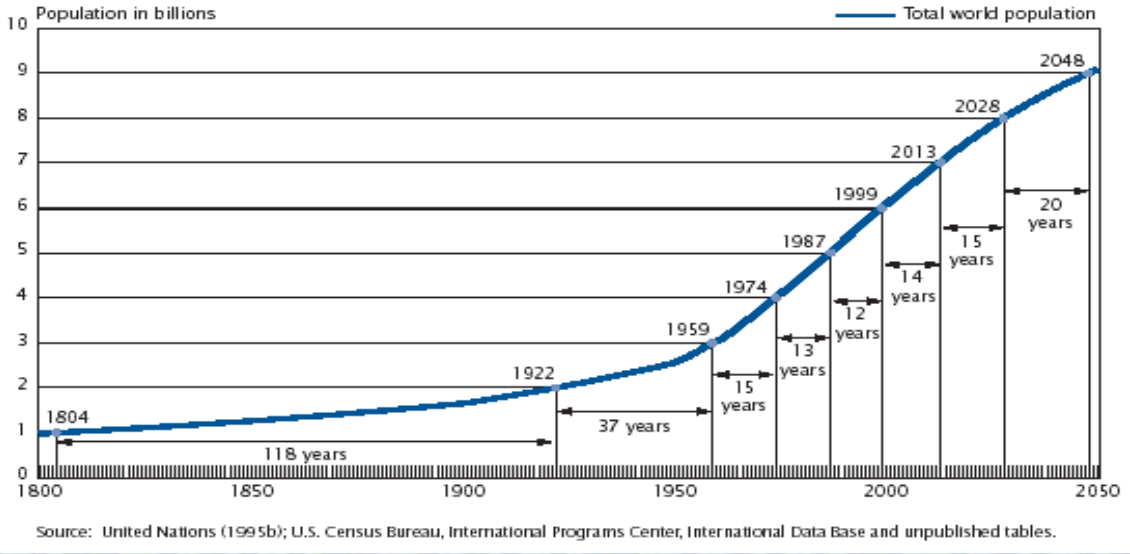
لماذا التكنولوجيا المستدامة مطلوبة لمعالجة مياه الصرف الصحى؟

حقائق و أرقام مجمعة من (WHO, Unicef, WB)

- فى العالم النامى: حوالى ثلثى السكان يعيشون بدون أنظمة أمنة صحيا لمعالجة مياه الصرف و التخلص منها
- فى مصر (علي سبيل المثال): زيادة عن 3000 قرية تعانى من عدم وجود معالجة لمياه الصرف الصحى
- معظم أنظمة معالجة مياه الصرف فى العالم النامى ليست ناجحة فعليا و غير مستدامة
- فى معظم الدول النامية يوجد فقر و ضعف فى سياسات و قوانين إدارة المياه و كذلك تقدير و تقييم الأثر الصحى و البيئى لإدارة المياه

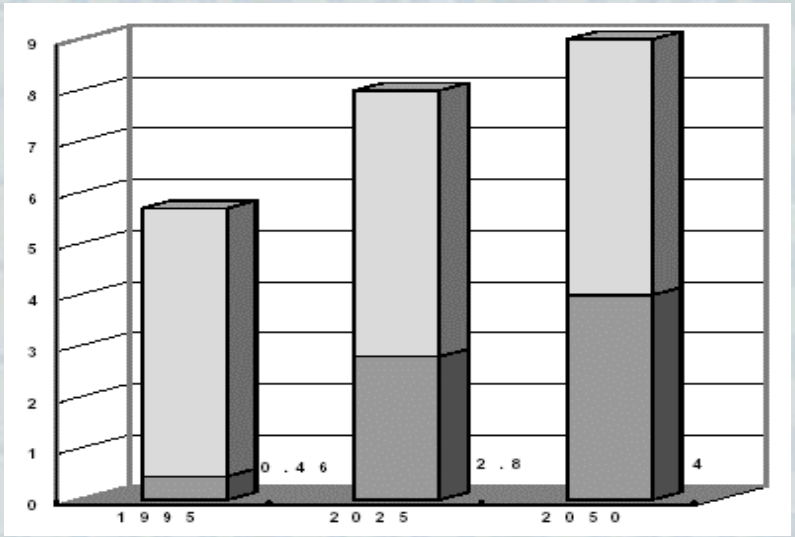
الأسباب الملحة وراء ضرورة و زيادة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة

زيادة عدد سكان العالم



Source: United Nations (1995b); U.S. Census Bureau, International Programs Center, International Data Base and unpublished tables.

زيادة عجز المياه على مستوى العالم



- سنة 2050: سوف يعيش أكثر من 40 % من سكان العالم فى دول تعانى من عجز فى المياه
- فى عام 2050 : عدد سكان العالم يقدر بـ 9 بليون نسمة

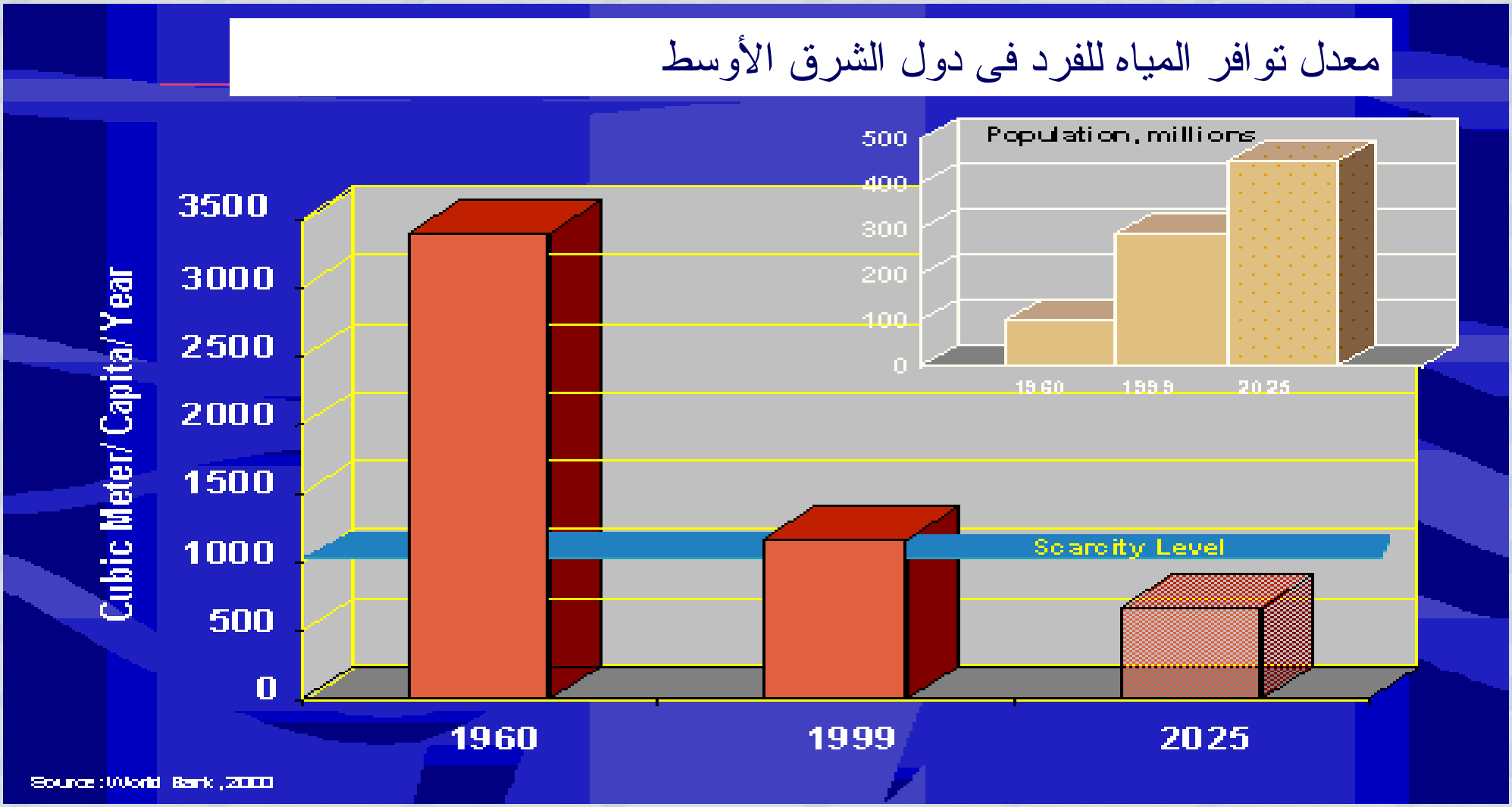
* فى العالم النامى : معدل إنتاج مياه الصرف يقدر بحوالي 30 – 70 متر مكعب/ فرد/ سنة

ISAH HBRC CUFOE

الأسباب الملحة وراء ضرورة و زيادة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة

زيادة عجز المياه فى دول الشرق الأوسط و شمال أفريقيا

معدل توافر المياه للفرد فى دول الشرق الأوسط

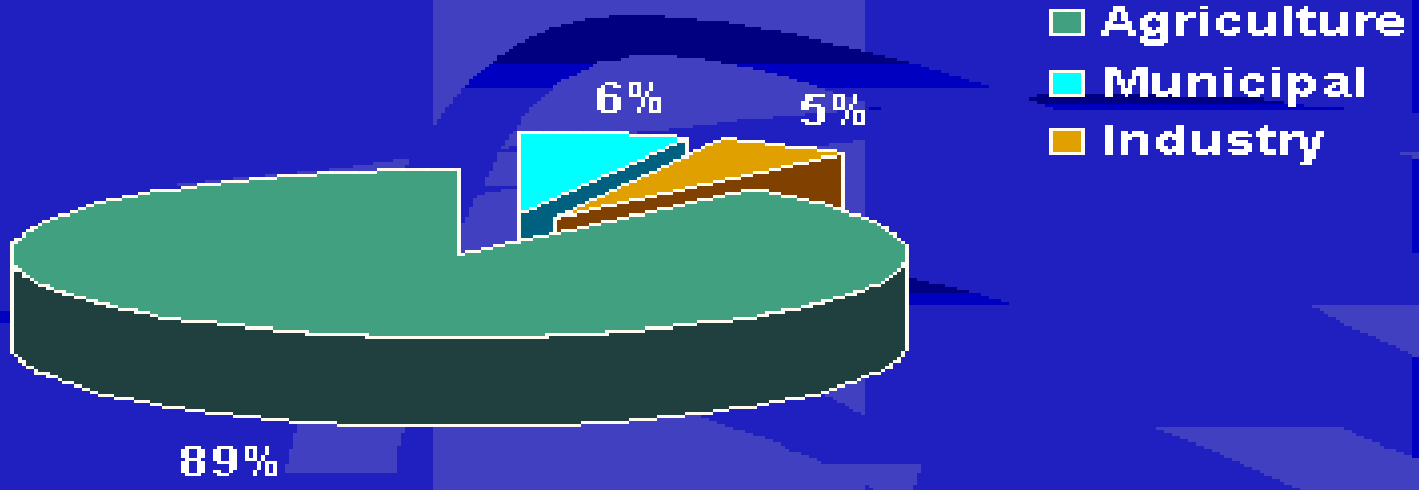


ISAH HBRC CUFOE

الأسباب الملحة وراء ضرورة و زيادة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة

توزيع معدلات استهلاك المياه فى الدول النامية

التوزيع القطاعى للمياه



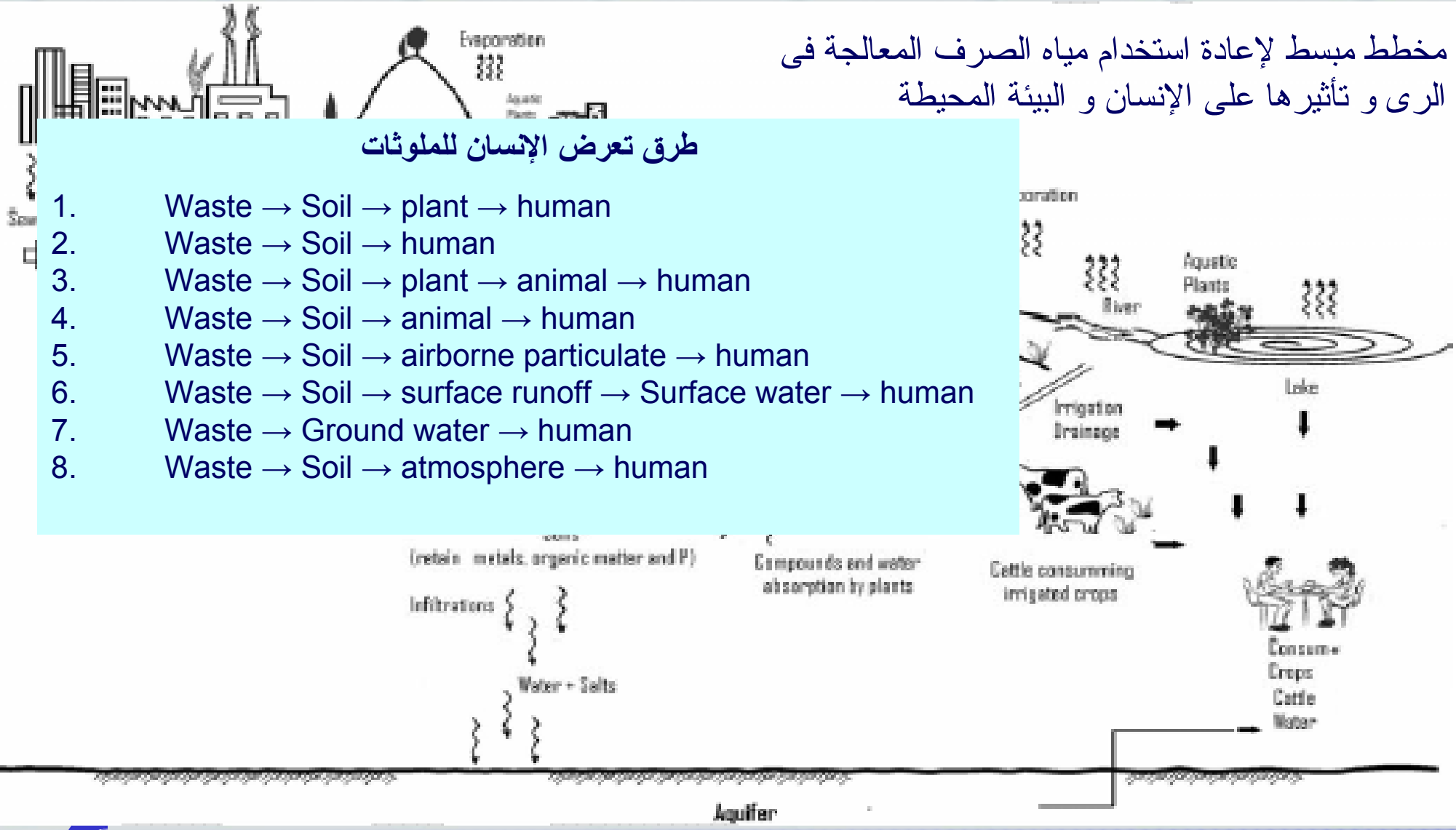
Share of agriculture in GDP is relatively low
(est. range: 5 – 20%, depending on the country)

Source: "World Development Indicators", World Bank, 1999.

ISAH HBRC CUFOE

إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة فى الرى
(بين الإيجابيات و السلبيات)

مخطط مبسط لإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة فى الرى و تأثيرها على الإنسان و البيئة المحيطة

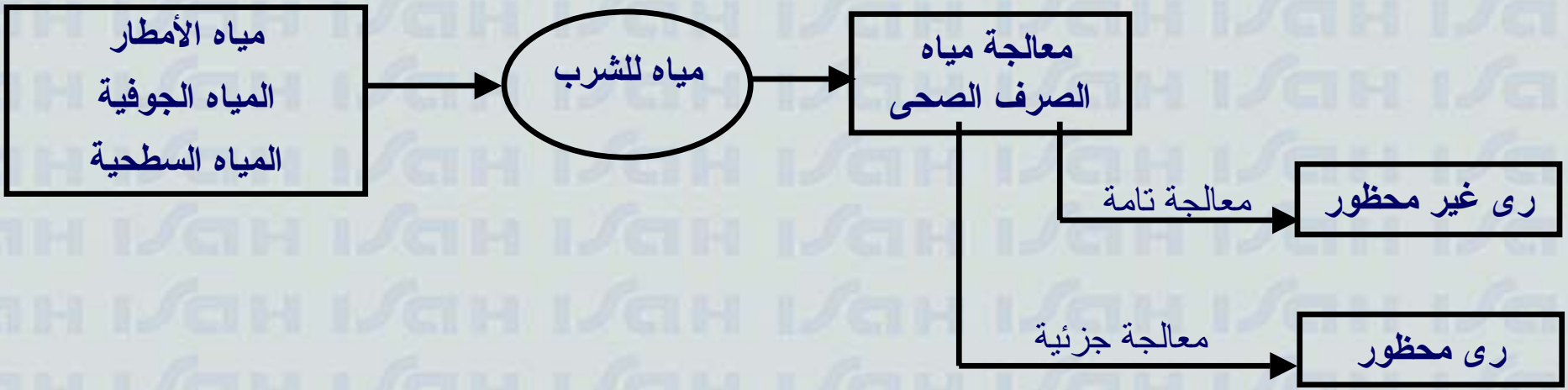


طرق تعرض الإنسان للملوثات

1. Waste → Soil → plant → human
2. Waste → Soil → human
3. Waste → Soil → plant → animal → human
4. Waste → Soil → animal → human
5. Waste → Soil → airborne particulate → human
6. Waste → Soil → surface runoff → Surface water → human
7. Waste → Ground water → human
8. Waste → Soil → atmosphere → human

إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة فى الرى
(بين الإيجابيات و السلبيات)

الإيجابيات: 1. توفير مصادر المياه عالية الجودة



2. الاستدامة البيئية عن طريق اعادة استخدام عناصر التغذية (نيتروجين و فوسفور) فى التسميد
3. توفير النقود المنصرفة علي التسميد الكيميائى
4. زيادة المحاصيل و الإنتاج الزراعى
5. تقليل فترات الإنتاج

(WHO, 2005)

إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة فى الرى
(بين الإيجابيات و السلبيات)

السلبيات:

(فى حالة عدم كفاية تقدير و إدارة الأثار الخطرة لمياه الصرف)

* استخدام تكنولوجيات ذات كفاءة غير كافية
* كفاءة معالجة غير مطابقة للمواصفات
* استخدام اساليب الرى ضعيفة القدرة و الكفاءة
* التعامل و ملامسة مياه الصرف الصحى بدون توقى اشتراطات الحظر الكافية

الأمراض المتسببة من المياه

Diarrhoea; Typhoid; Ascariasis; Hookworm; Hepatitis A

وفاة

2.4 مليون/عام

عجز و عدم قدرة

70 مليون/ عام

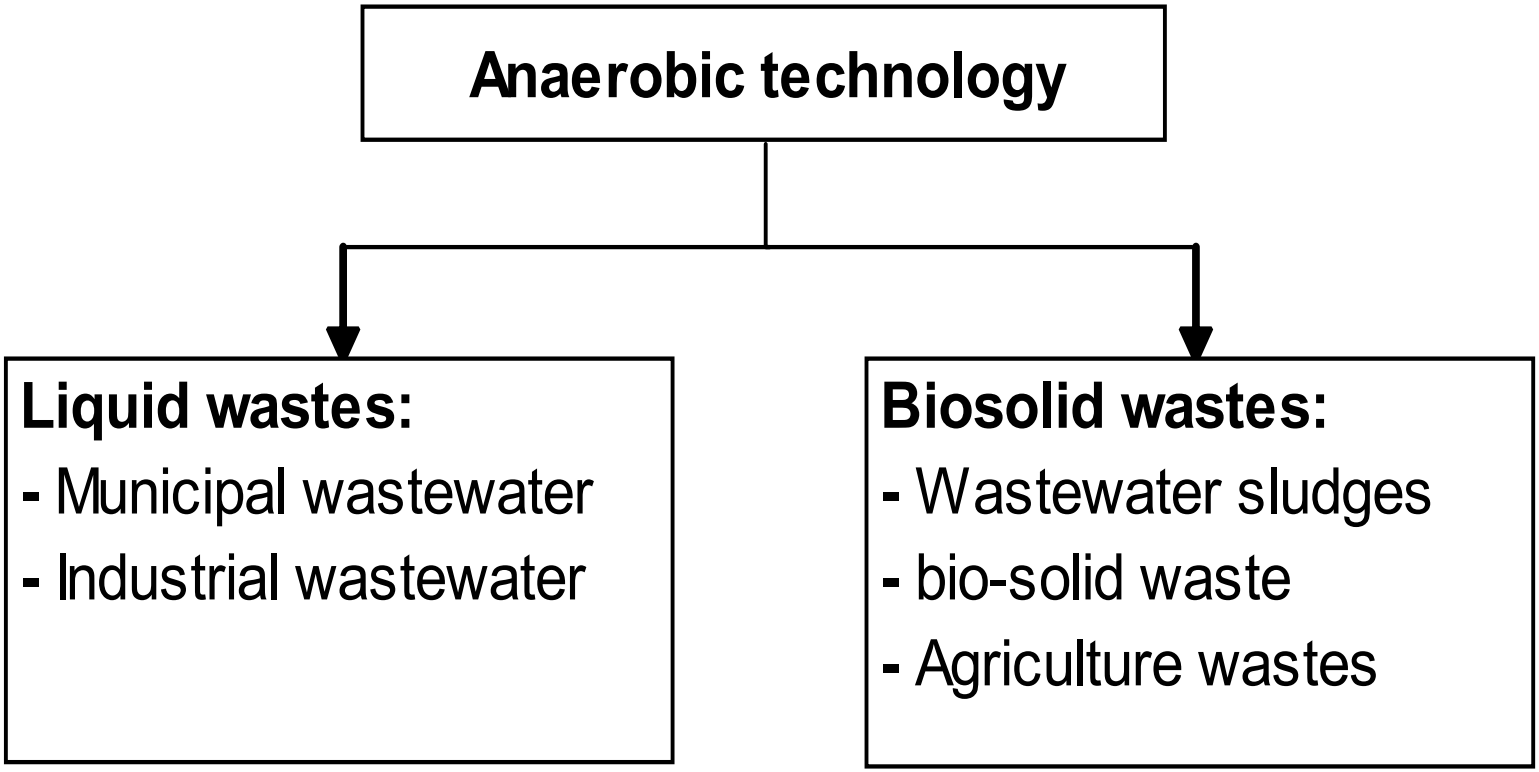
99.8 % من الوفيات من الدول النامية

99 % من نسبة الوفيات من الأطفال فى سن (0-4) سنوات

WHO: 00; 03,04

ISAH HBRC CUFOE

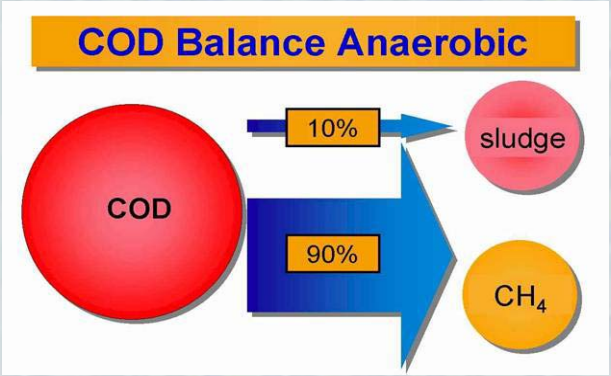
استعراض التكنولوجيا اللاهوائية
التطبيقات الرئيسية

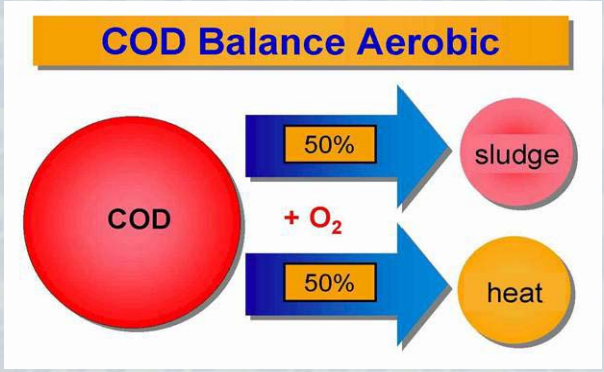


لماذا ؟

فوائد المعالجة اللاهوائية

* تكنولوجيا اقتصادية (منخفضة فى تكاليف الإنشاء و التشغيل و الصيانة)
* إنتاج قليل جدا من الحمأة الزائدة



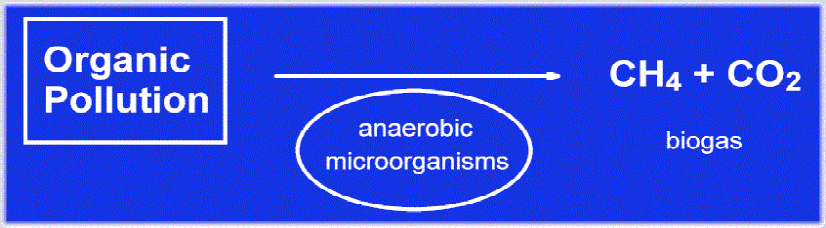


Jim Field, UASB website 2001

استعراض التكنولوجيات اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى

لماذا ؟

- توازن إيجابى للطاقة: فى صورة إنتاج غاز عضوى يستخدم فى إنتاج الطاقة البيولوجية

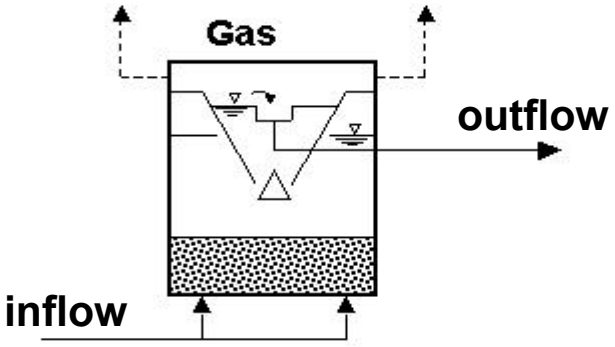


$1\ kg\ COD_{rem} \rightarrow 350\ L\ CH_4$

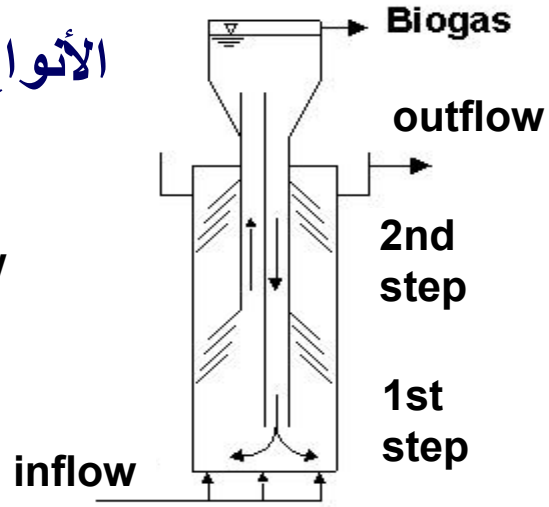
- منخفضة التكاليف في معالجة و إدارة الحمأة
- تحميل عضوى عالى
- عدم إزالة عناصر التغذية (نيتروجين و فوسفور و بوتاسيوم و كالسيوم)
- كفاءة معالجة عالية
- تكنولوجيا مستدامة

ISAH HBRC CUFOE

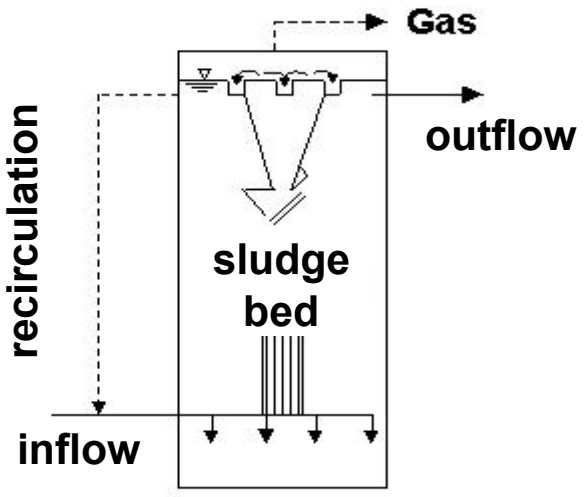
الأنواع المختلفة للمفاعلات اللاهوائية



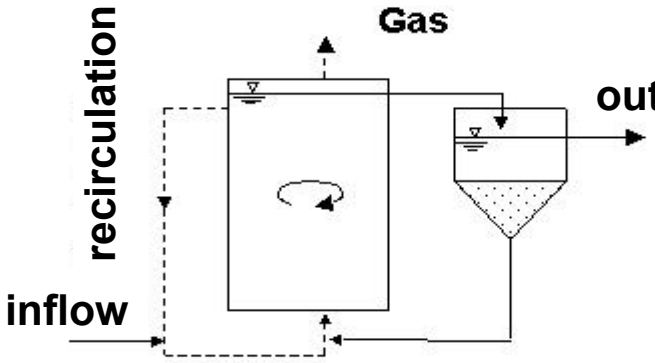
UASB-reactor



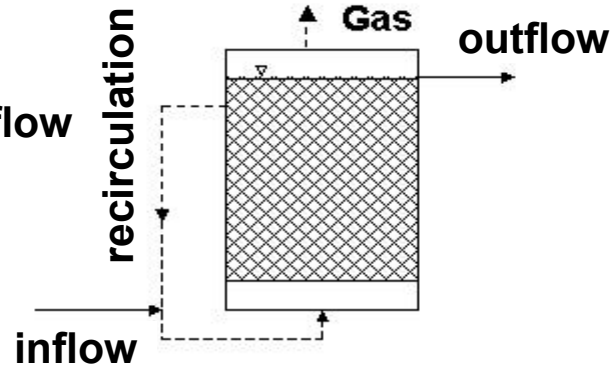
IC-reactor



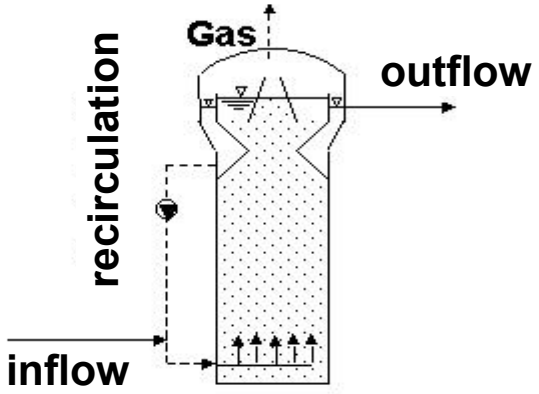
biobed-reactor



anaerobic activated sludge process



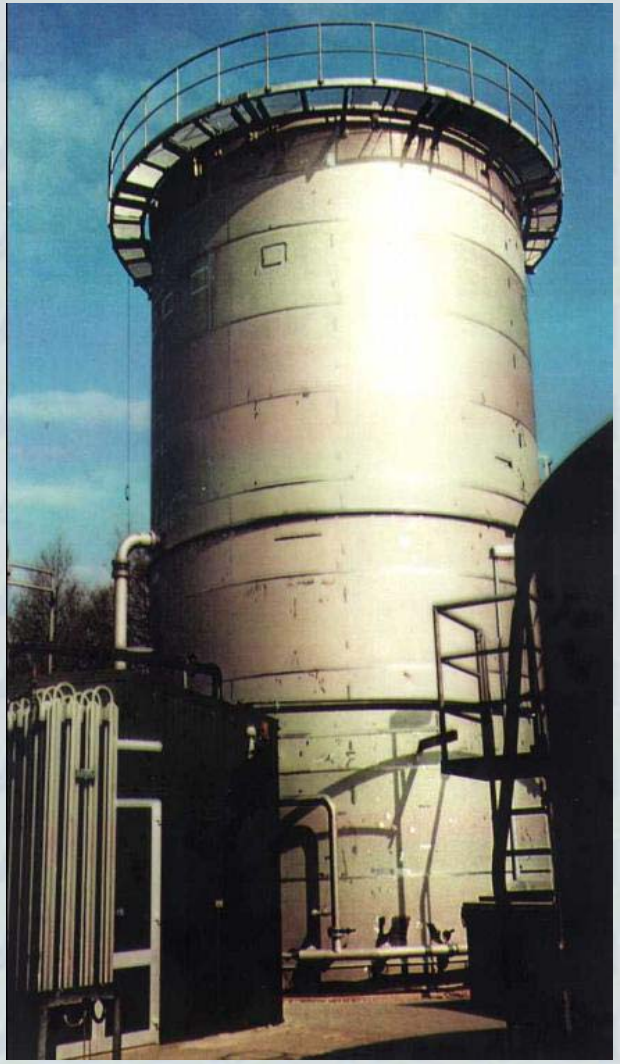
packed bed-reactor



fluidized bed-reactor

استعراض التكنولوجيا اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى
تطبيقات الصرف الصناعى

معالجة مياه الصرف المخلفة من تصنيع البطاطس



استعراض التكنولوجيا اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى

تطبيقات الصرف الصناعى

IC Reactors
OLR ≈ 15-30 kg COD/(m^3•d)

H ≈ 20-25 m
V_w ca. 6-8 m/h
V_g ca. 4-6 m/h

صناعة الورق
صناعة المشروبات
الصناعات الغذئية

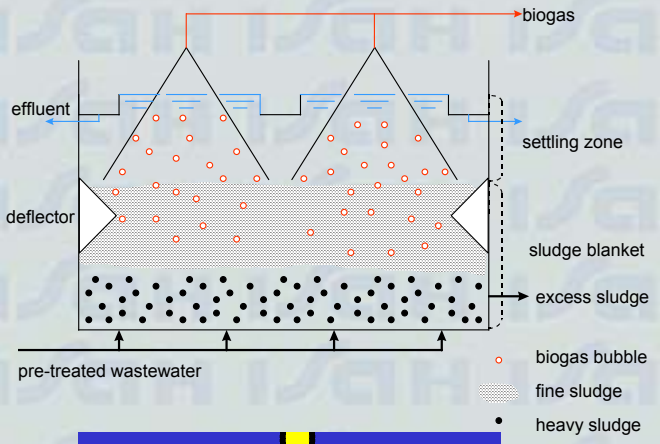
Kraul & Wilkening & Stelling (Distillery)

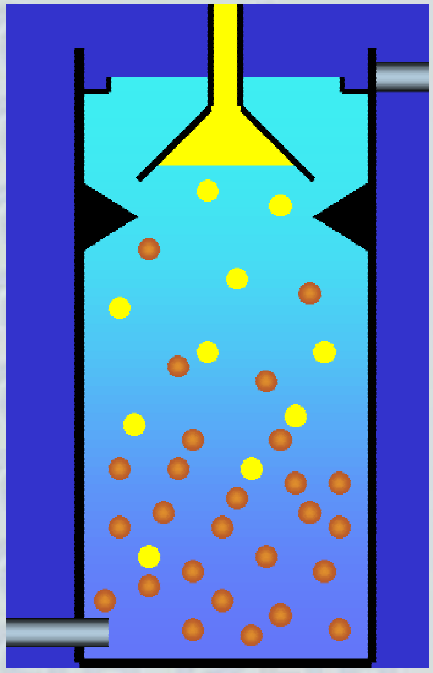
ISAH HBRC CUFOE

استعراض التكنولوجيا اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى

Upflow Anaerobic Sludge Blanket " UASB-Reactor"

يعد الـ UASB أكثر المفاعلات اللاهوائية استخداما و قد أثبت نتائج إيجابية و كفاءات عالية حتى لمعالجة مياه الصرف ذات التركيزات العضوية المنخفضة و مياه الصرف الأدمى



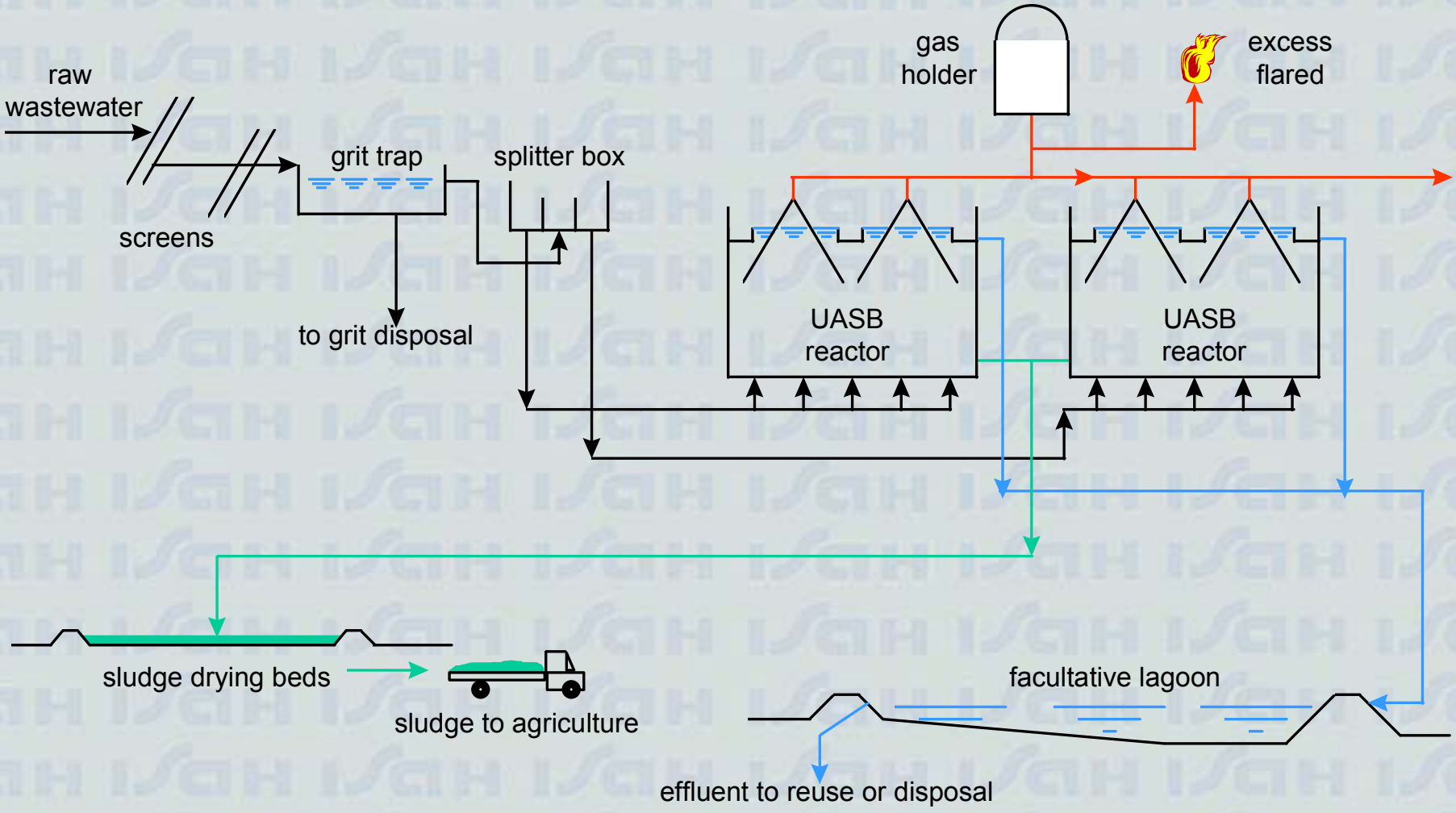


Source: *Jams Field, 2001*

ISAH HBRC CUFOE

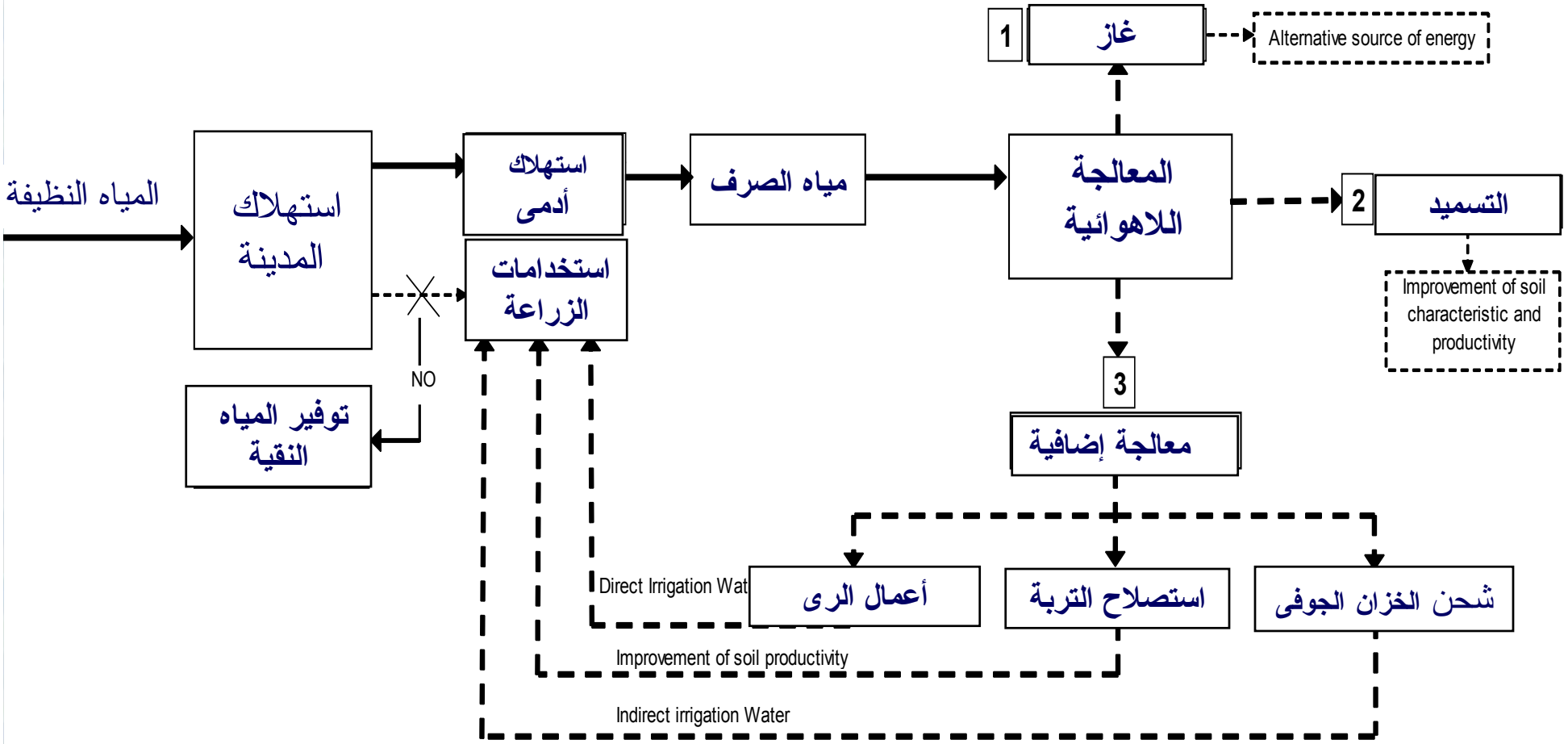
استعراض التكنولوجيا اللاهوائية لمعالجة مياه الصرف الصحى الأدمى

المخطط النمطى لمراحل المعالجة



استعراض النظام المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصحى و إعادة استخدامها

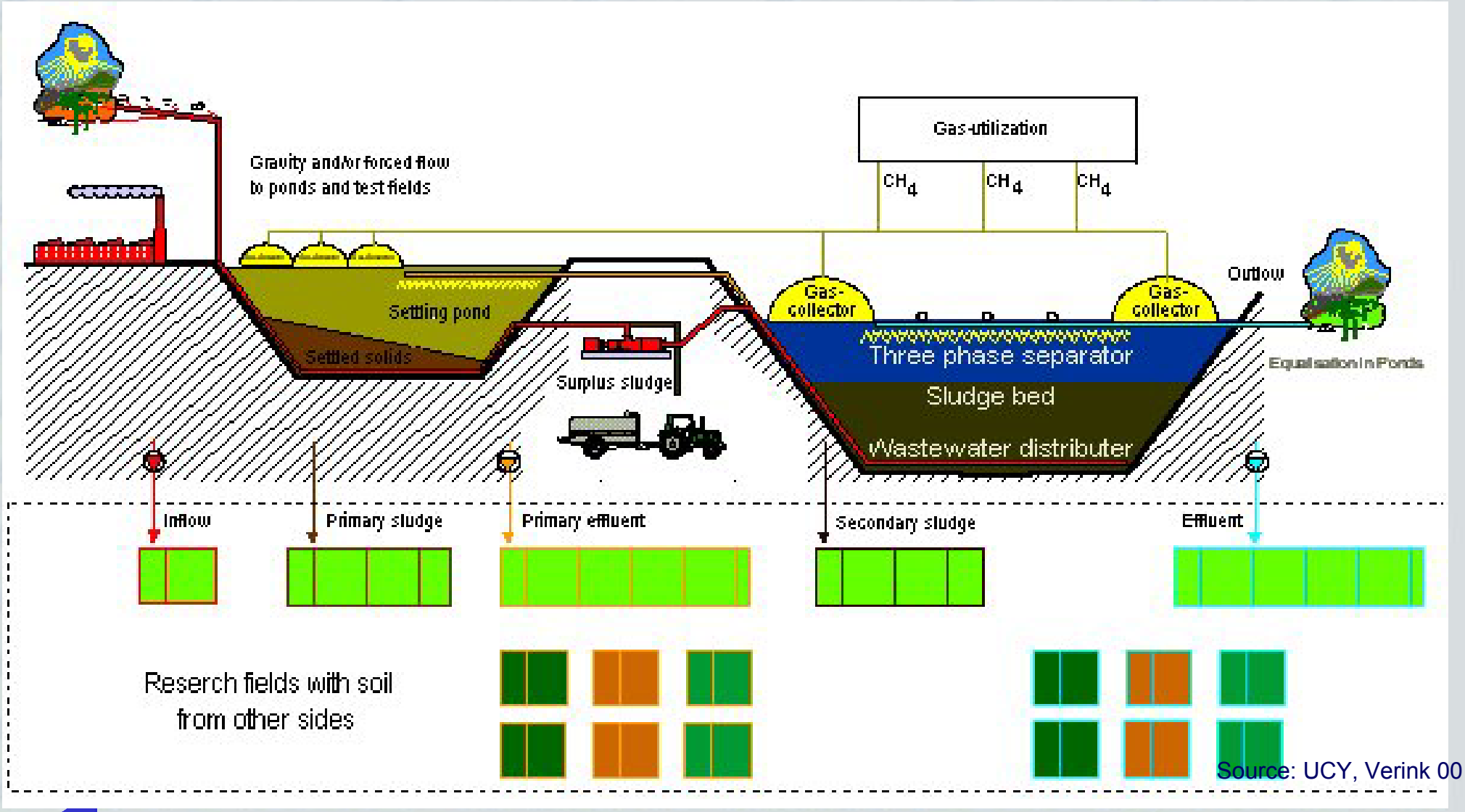
Closing the Loop



ISAH HBRC CUFOE

استعراض النظام المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصحى و إعادة استخدامها

"Natural UASB-Pond "



Source: UCY, Verink 00

ISAH HBRC CUFOE

استعراض النظام المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصحى و إعادة استخدامها

“Natural UASB-Pond ”

Natural UASB-Pond constructed in Jamaica

ISAH HBRC CUFOE

استعراض النظام المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصحى و إعادة استخدامها

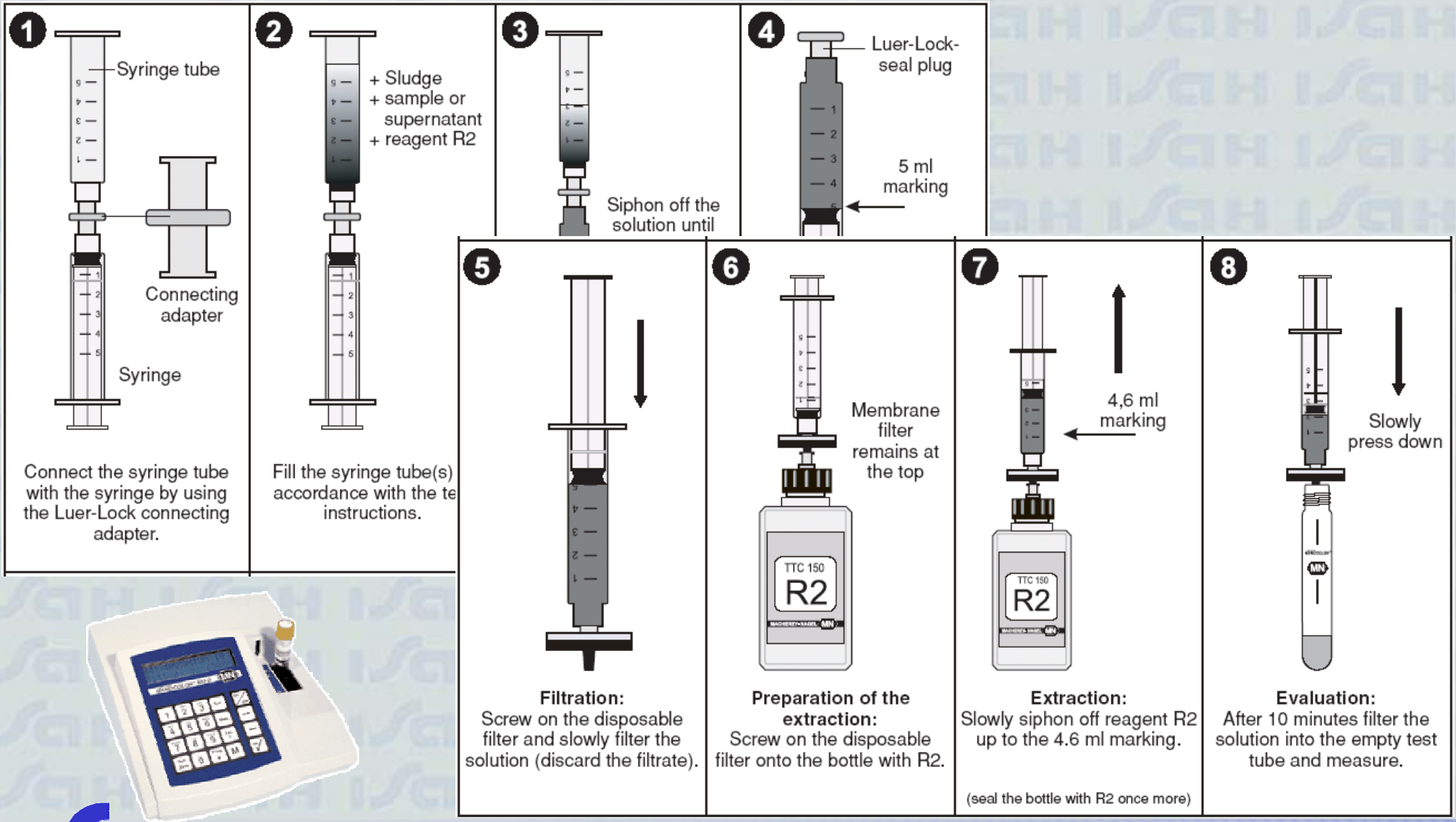
عرض و مقارنة بعض النتائج

Parameter	Municipal Wastewater			Mixed wastewater	Municipal wastewater
	Bucaramanga, Colombia	Mirzapur, India	Kanpur, India	Kanpur Indea	UASB-Pond
Design peak capacity (MLD)	42	14	5	36	Large pilot plant (40 m^3/d)
Operating capacity (MLD)	36	10	4.8	21.8	
Average organic loading					
COD (mg/l)	400	360	560	1183	550
BOD_5 (mg/l)	150	180	210	484	300
TSS (mg/l)	230	360	420	1000	400
Average removal efficiency					
Average HRT (h)	5	8	6	5.2	6 - 8
Influent teperature range (°C)	23-25	21-30	20-30	22-30	15-30
Gas production (m^3/d)	3300	500	480	–	250 L/kg CODrem

ISAH HBRC CUFOE

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة

حساب النشاط البيولوجى للحمأة



ISAH HBRC CUFOE

التصميم الأمثل لمحطات المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف

محددات التصميم

معدل التحلل اللاهوائى يعتمد علي العوامل الأتية:

1. نوعية و مكونات مياه الصرف الصحى
2. مدة المكث
3. الحمل العضوى علي حجم المفاعل
4. الحمل العضوى على التركيز الحيوى للحمأة
5. النشاط الحيوى للحمأة
6. درجة الحرارة و التحميل السطحى

إذن

حساب معدلات التحلل اللاهوائى تحت قيم مختلفة لهذه العوامل هام جدا لتصميم محطات المعالجة اللاهوائية

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة الاهوائية

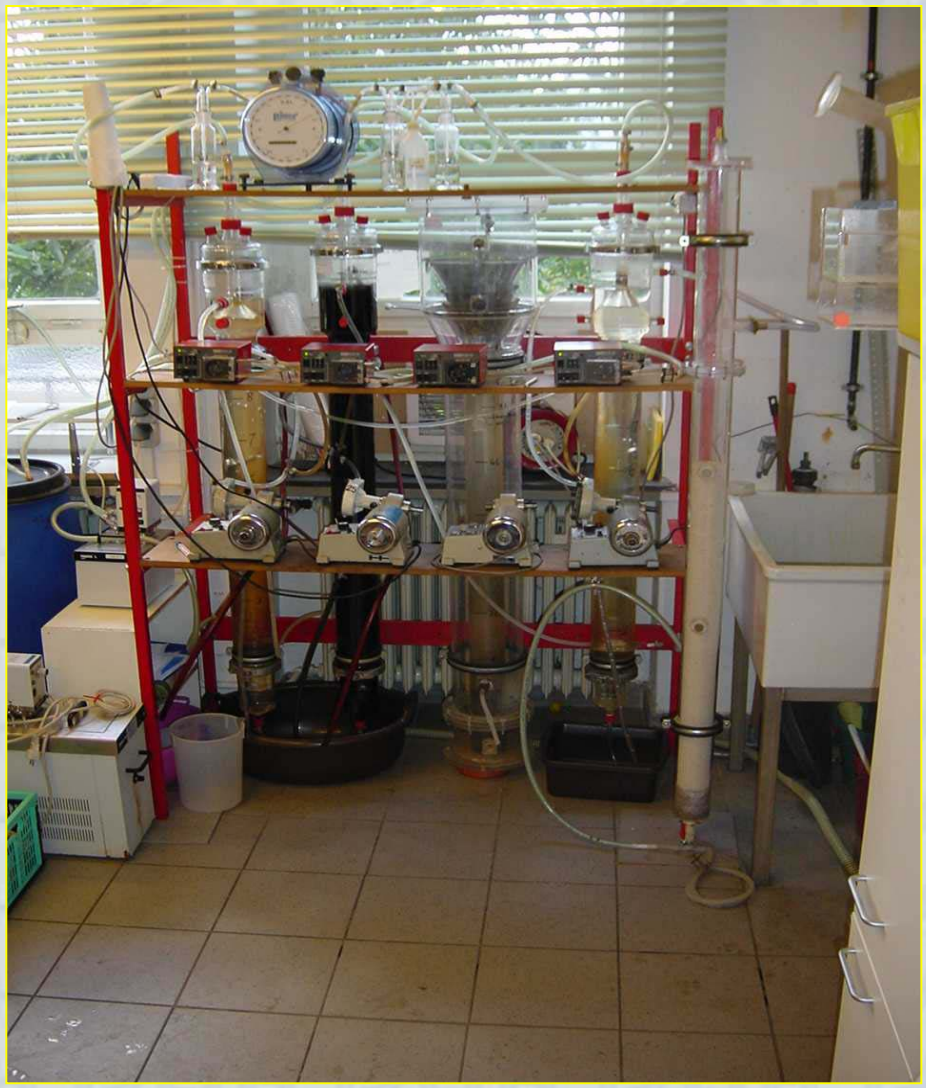
استخدام أفضل التكنولوجيات المتاحة

استنباط معاملات التصميم و التشغيل

ISAH HBRC CUFOE

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة الاهوائية

محطات تجريبية



النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة اللاهوائية

محطة تجريبية لمحاكاة الـ UASB بنظام البركة الطبيعية

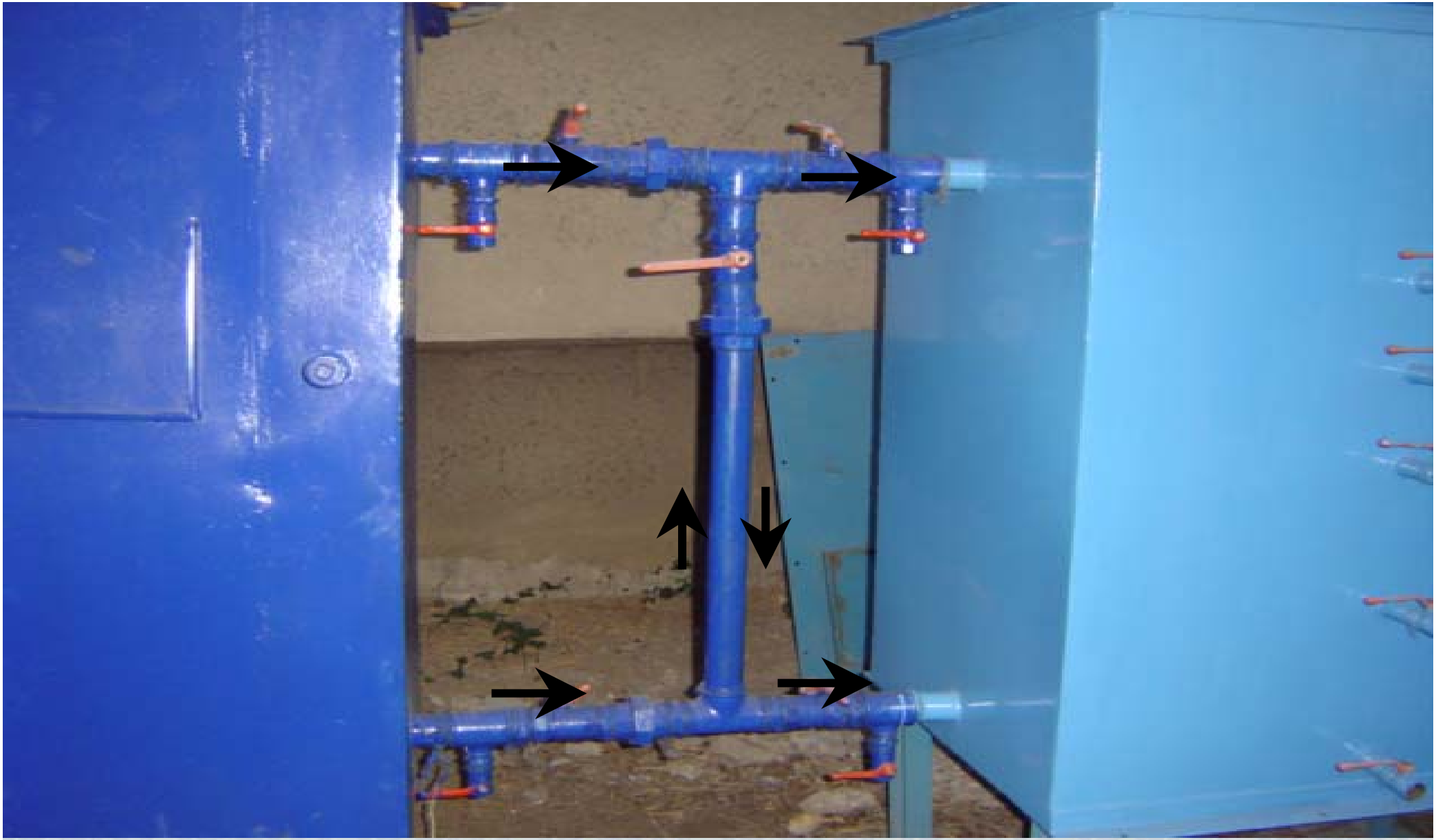
ISAH HBRC CUFOE

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة الاهوائية

المفاعل اللاهوائى ذو الوسط الثابت المطور

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة الاهوائية

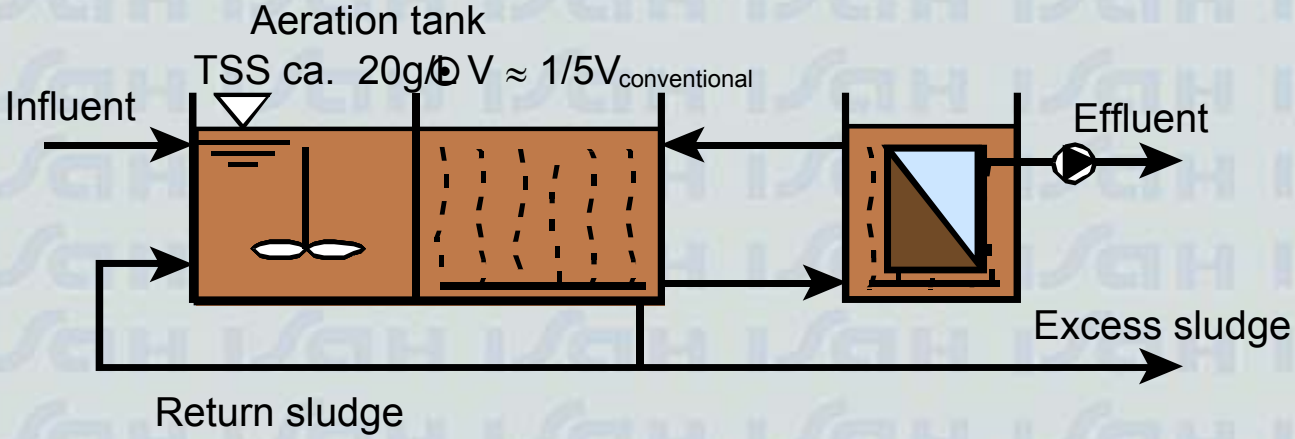
المفاعل اللاهوائى ذو الوسط الثابت المطور

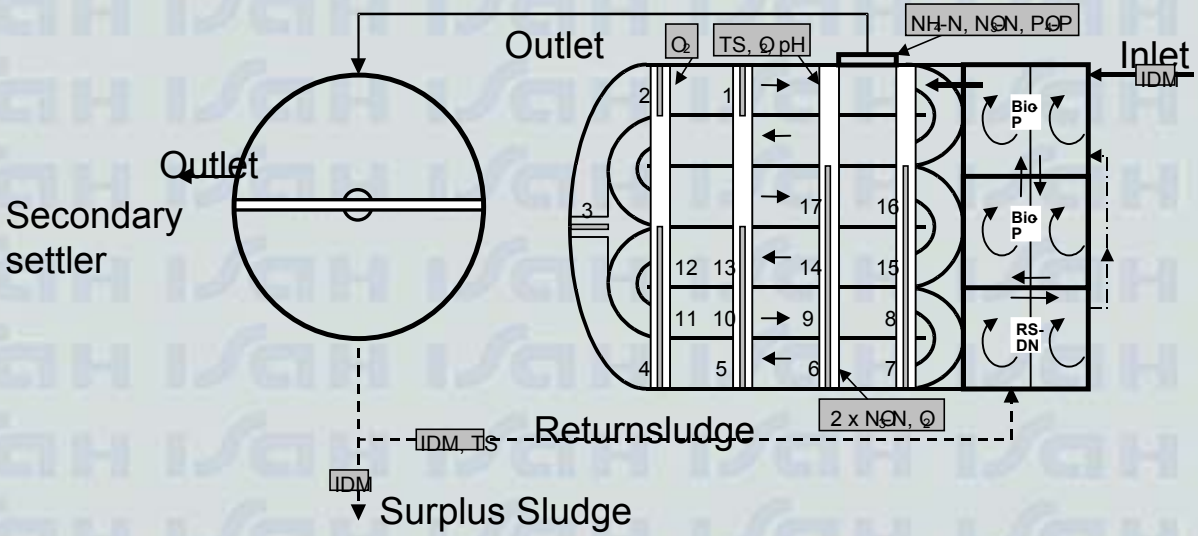


الوصلات التحكم فى اتجاهات سريان المياه بين المرحلتين

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة اللاهوائية

المعالجة الاضافية

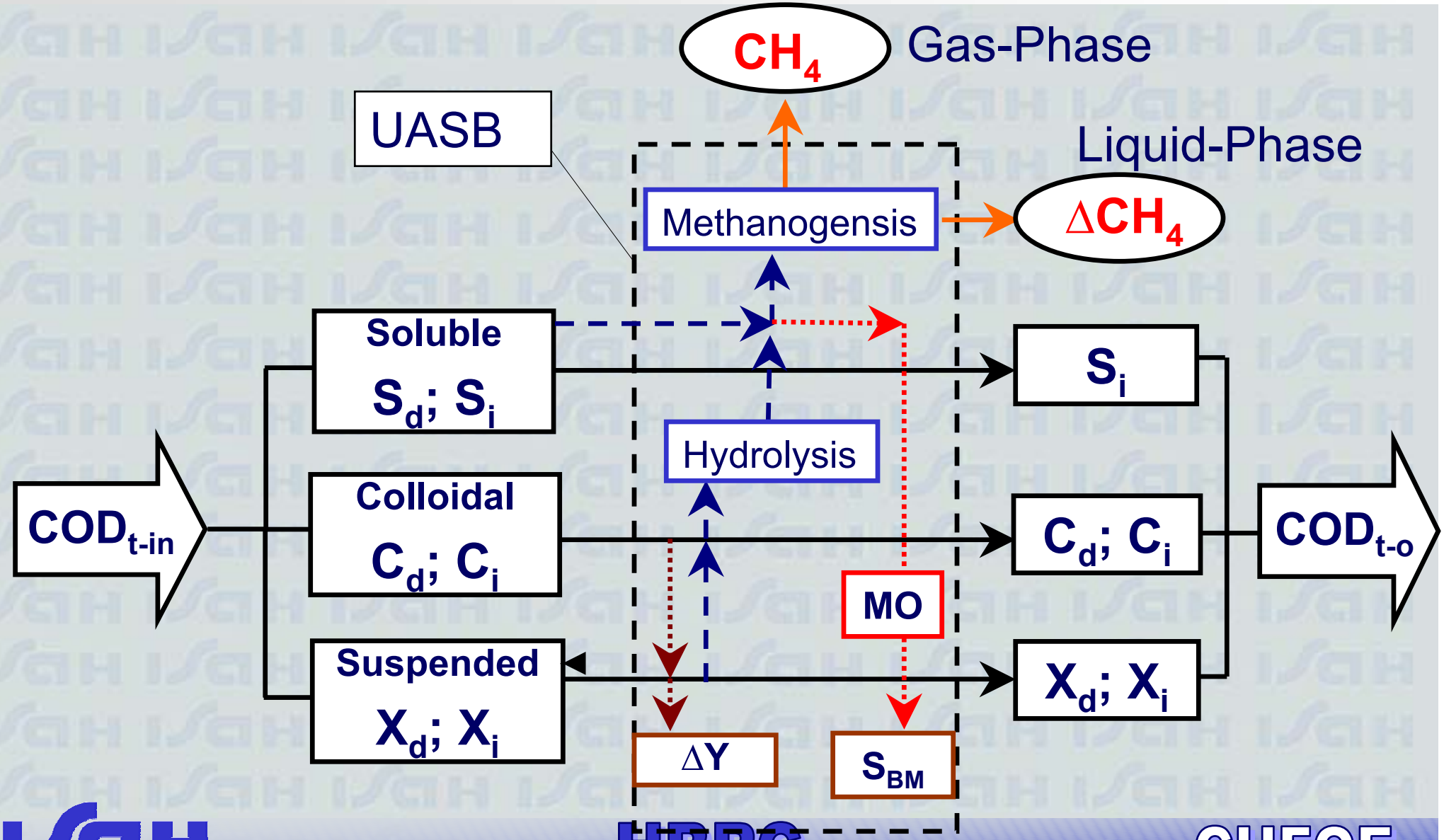




ISAH HBRC CUFOE

النشاطات الحالية و المستقبلية للمعاهد فى مجال المعالجة الاهوائية

النمذجة الرياضية لعملية المعالجة اللاهوائية



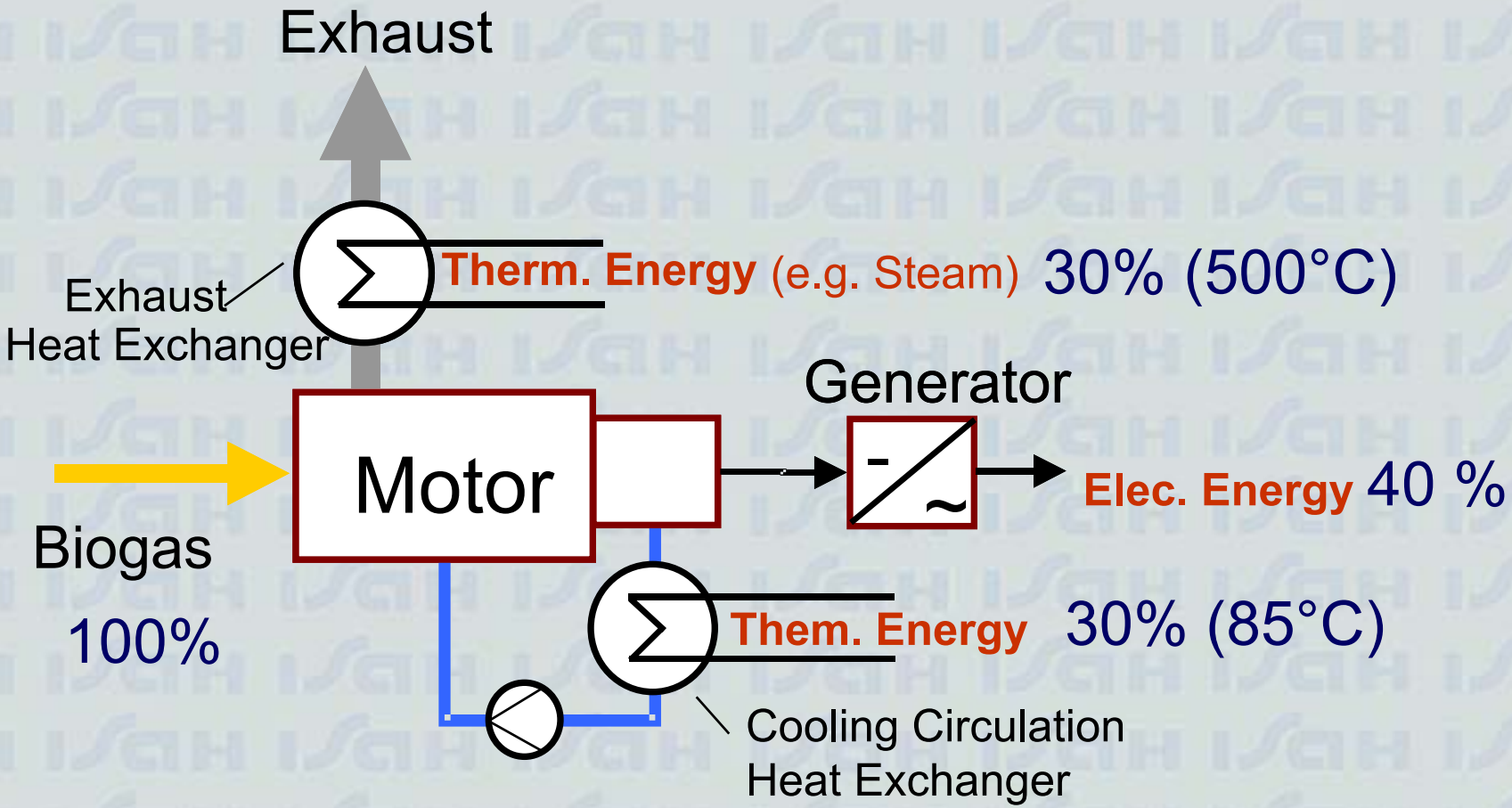
النموذج الرياضى

استعراض و مقارنة بعض نتائج حساب المحددات البيولوجية لعملية المعالجة

Temerature range (°C)	Conversion Parameter			Kinetics Parameter			Reference
	Hydrolysis	Acidification	Methanogensis	μ	K_d	Y	
	%	%	%	1/d	1/d	g VSS/g COD_{rem}	
37-14	33 - 25	51 - 43	55 - 48	0.023 - 0.021	0.011- 0.005	0.13 - 0.09	
25	–	–	33 - 50	–	–	–	Lettinga 2001
13	12	21	23	–	–	–	Elmitwalli 2000 HUSB/UASR
18	46	–	42	–	–	–	Halalsheh 2002
30 - 37	–	30 - 50	–	0.02 - 1.4	0.004 - 1.2	0.1	Meyer 2004

ISAH HBRC CUFOE

■ الغاز الناتج



ملخص المحاضرة

1. لتجنب حدوث العجز في المياه للفترة القادمة:
   - استحداث تكنولوجيات حديثة لإعادة توليد المياه المتجددة
   - خفض استهلاك المياه
   - استحداث تكنولوجيات لمعالجة مياه الصرف منخفضة التكاليف و إعادة الإستخدام الآمن فى أغراض الزراعة

2. استحداث الطرق الحديثة لإختيار أساليب المعالجة المثلي المناسبة للظروف المناخية و الاقتصادية لكل مدينة أو قرية لضمان الاستدامة

3. المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحى أثبتت كفاءة و منافسة كأسلوب منخفض التكاليف مع امكانية اعادة استخدام المياه المعالجة فى الرى

4. يجب تعظيم الإستفادة من الغاز الناتج من المعالجة اللاهوائية فى توليد الطاقة البيولوجية كمصدر لإنتاج الكهرباء النظيفة

شكرا لحسن الإستماع