พลังงานทางเลือกในมุมมองภาคอุตสาหกรรม

รศ.ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์

ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษากลุ่มพลังงานทดแทน
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
ประธาน บริษัทพร้อมมากจำกัด

18 มกราคม 2553

เป้าหมายพลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์ 8% ในปี 2554

พลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์ 8% ในปี 2554 จากกลุ่มไฟฟ้า เชื้อเพลิงชีวภาพและ พลังงานความร้อน สรุปได้ ดังนี้

- ไฟฟ้า 2,200 MW = 1%
- เชื้อเพลิงชีวภาพ เอทานอล 3 ล้านลิตร / วัน
  ไบโอดีเซล 4 ล้านลิตร / วัน

  } 3%

- พลังงานความร้อน 3,700 Ktoe = 4%

เป้าหมายพลังงานทดแทนเชิงพาณิชย์ 8% ในปี 2554

พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์
(Solar Cell)

พลังงานลม
(Wind)

พลังงานชีวมวล
(BioMass)

พลังงานก๊าซชีวภาพ
(BioGas)

พลังงานเอทานอล
(Ethanol)

พลังงานไบโอดีเซล
(Biodiesel)

Solar Cell Energy

The manufacturers in Thailand have invested in the solar cell productions more than 6 billion baht which propose to produce both Solar Module Fabrication and Solar Cell Manufacture.

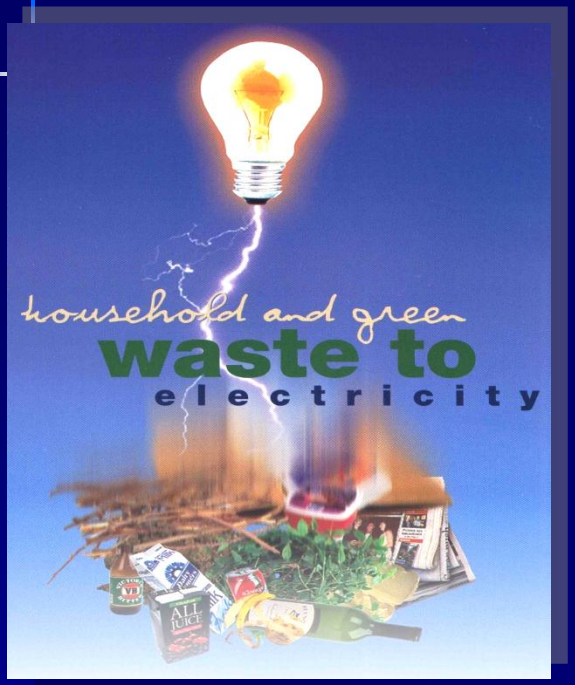
However, the market of the solar cell is foreign market due to the lack of government policy support for local market.

Commercial low-speed wind turbines (2.5-3.0 m./sec.) of 100-5,000 watt capacity have been produced in Thailand. Its capacity will be developed to 50,000 watt soon.

For the high capacity wind turbine such as the project of Ministry of Energy, which has been installed in the southern, is imported from other country. This business still has few investors.

There are a lot of biomass plants established and can produce electricity by cogeneration system which is more popularly used in Thailand than other technologies.

Interesting technology for biomass such as "pyrolysis gasification" is now at the stage of research and development in Thailand.



There are 14-15 million tons per annum of MSW which are interested by investors and technology providers. However, most of those technologies have not efficiently solved Thai MSW problem.

Thailand is expecting the investors who can provide effective waste management solutions appropriate to Thai situations.

Waste Plastic to Oil Solution

There are more than 10 entrepreneurs who can design and fabricate biogas plants and more than 500 factories (small, medium and large) operate biogas plants throughout Thailand.

Most of the biogas plants can run successfully by using waste from tapioca starch process, pig farm and food factory.

In addition, the biogas business suits for BOT (Built Operation Transfer) investment because it is low investment and return in a short period.

พลังงานจากชีวมวล

เศษเหลือทิ้งจากภาคเกษตรในอนาคตทุกส่วนของพืช จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด (Zero Residue)

ชานอ้อย (Sugarcane)

ปาล์ม (Palm)

มันสำปะหลัง (Cassava)

มะพร้าว (Coconut)

สบู่ดำ (Jatropha)

น้ำมันพืชใช้แล้ว (Used cooking oil)

ประโยชน์

- ใช้ทดแทนพลังงานน้ำมัน หรือ ก๊าซธรรมชาติ เพื่อใช้ในที่พักอาศัยหรือผลิตสินค้า
- มีงบการลงทุนที่ต่ำกว่า พลังงานรูปแบบอื่น
- สามารถใช้งานร่วมกับเชื้อเพลิงอื่นได้
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คุณสมบัติชีวมวลที่ดี

- มีปริมาณมากเพียงพอที่ดำเนินการโครงการได้อย่างยั่งยืน
- มีปริมาณความชื้นต่ำ
- มีความหนาแน่น
- มีขนาดเล็ก สามารถที่จะเคลื่อนย้ายสะดวก
- มีปริมาณขี้เถ้าต่ำ

คุณสมบัติชีวมวลที่ดี

- มีต้นทุนต่ำหรือไม่มีต้นทุนเลย
- ไม่ผูกติดอยู่กับการแกว่งตัวของราคาตลาด
- สามารถหาได้ในท้องถิ่น ไม่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ หรือจากพื้นที่ห่างไกล
- ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ สามารถจัดการโดยไม่เป็นอันตราย

แหล่งชีวมวล

- ของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร
- ของเหลือทิ้งจากการเกษตร
- การปลูกเพื่อใช้เป็นพลังงาน

ชีวมวลจากของเหลือใช้

- อ้อย -- กากอ้อย / ยอดและใบ
- ข้าว -- ฟางข้าว / แกลบ
- ข้าวโพด -- ซังข้าวโพด
- มันสำปะหลัง -- ลำต้น
- ยางพารา -- ขี้เลื่อย / ไม้ฟืน
- ปาล์ม -- ทะลาย / กากใบ / กะลา / ทางใบ

ก๊าซชีวภาพ
มูลสัตว์
น้ำเสีย
กากวัตถุดิบ

ขยะ

เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า

ชนิดเชื้อเพลิง	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (บาท/kW-h)	External Cost (บาท/kW-h)	รวมต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (บาท/kW-h)
1. ก๊าซธรรมชาติ	1.38	0.44	1.82
2. ลิกไนต์	2.46	2.20	**4.66**
3. น้ำมันเตา	2.54	1.25	**3.75**
4. แกลบ (2.5 MW)	2.82	0.08	**2.90**
5. เศษไม้	3.33	0.08	**3.41**
6. ชานอ้อย	2.74	0.08	**2.82**

- ข้อมูลของสำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติ

เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซพิษของโรงไฟฟ้า

ประเภทเชื้อเพลิง	SO_2	NO_x	CO_2
ถ่านหิน	750	300	0.092
น้ำมัน	670	140	0.078
ก๊าซ	20	100	0.058
ชีวมวล	20-50	90	0

หน่วย : มิลลิกรัมต่อเชื้อเพลิงหนึ่งเมกะจูล

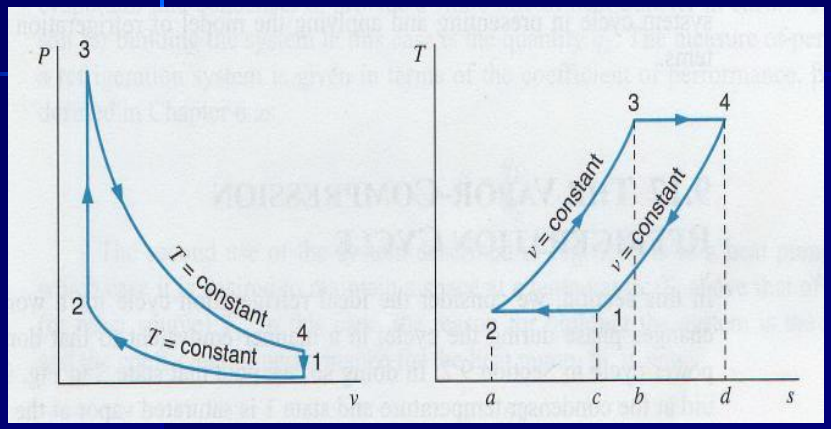
ที่มา : ข้อมูลของสำนักนโยบายพลังงานแห่งชาติ

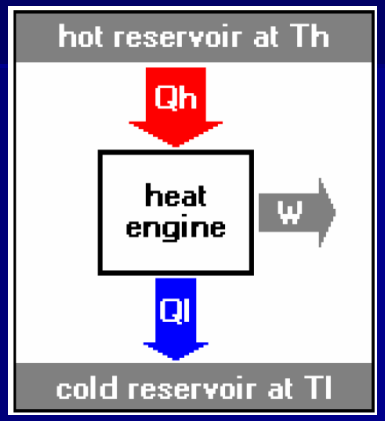
อุปกรผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

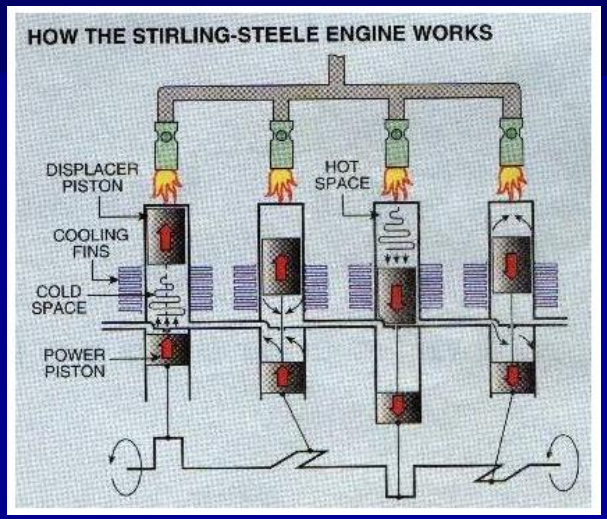
- เครื่องยนต์สันดาปภายใน
- เครื่องยนต์ Stiring engine
- เครื่อง Micro-turbine
- เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell)

Gasifier for Gas Engine

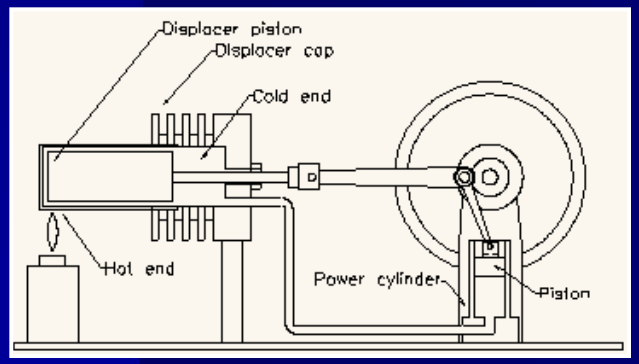
Stirling Engine

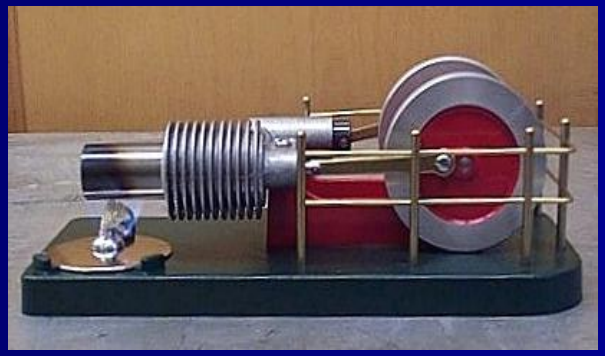




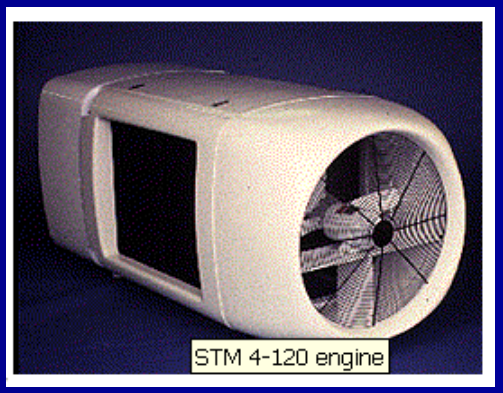


ภาพในอดีต





ปัจจุบัน



ข้อดีของเครื่องยนต์สเตอลิ่ง
(The Advantages of Stirling engine)

High Efficiency - 30% electrical efficiency our up to 80% overall efficiency in CHP applications

Can operate using an external heat source instead of fuel.

lower installation costs.

Low Maintenance

The engine generally requires maintenance once a year in full time operation.

1. Efficiency equivalent to a Diesel engine
2. Fast transient response.
3. The power changes from idle to full load in 1/3 of a second.
4. Ultra-low emissions
5. Compact design, with constant thrust load on the swashplate, constant torque and very low vibration.

Scalable - Competitively priced 55 kW modules.
Fuel Versatility - Can utilize a broad variety of liquid and gaseous fuels.

ขนาดโรงไฟฟ้า

ข้อมูลพื้นฐาน ผลผลิตเมล็ดสบู่ดำ

ผลผลิต (ปีที่ 1) 200-500 กก/ไร่

ผลผลิต (ปีที่ 2) 0.8-1.2 ตัน/ไร่

ผลผลิต (ปีที่ 3) 1.0-1.4 ตัน/ไร่

ผลผลิต (ปีที่ 4) 1.3-1.7 ตัน/ไร่

ผลผลิต (ปีที่ 5) 1.4-2.0 ตัน/ไร่

ผลผลิต (ปีที่ 6) 1.8-2.2 ตัน/ไร่

ขนาดโรงไฟฟ้า

พื้นที่ปลูก	3000 ไร่
คำนวณที่ผลผลิต	1.5 ตัน/ไร่/ปี
บีบน้ำมันได้	0.25 ลิตร/กก
ได้น้ำมัน (ประมาณ)	3000 ลิตร/วัน
กากสบู่ดำเหลือ	9.3 ตัน/วัน
เปลือกสบู่ดำ	8.2 ตัน/ วัน
กิ่งและใบ	2.5 ตัน/ วัน
ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ	0.8 MW

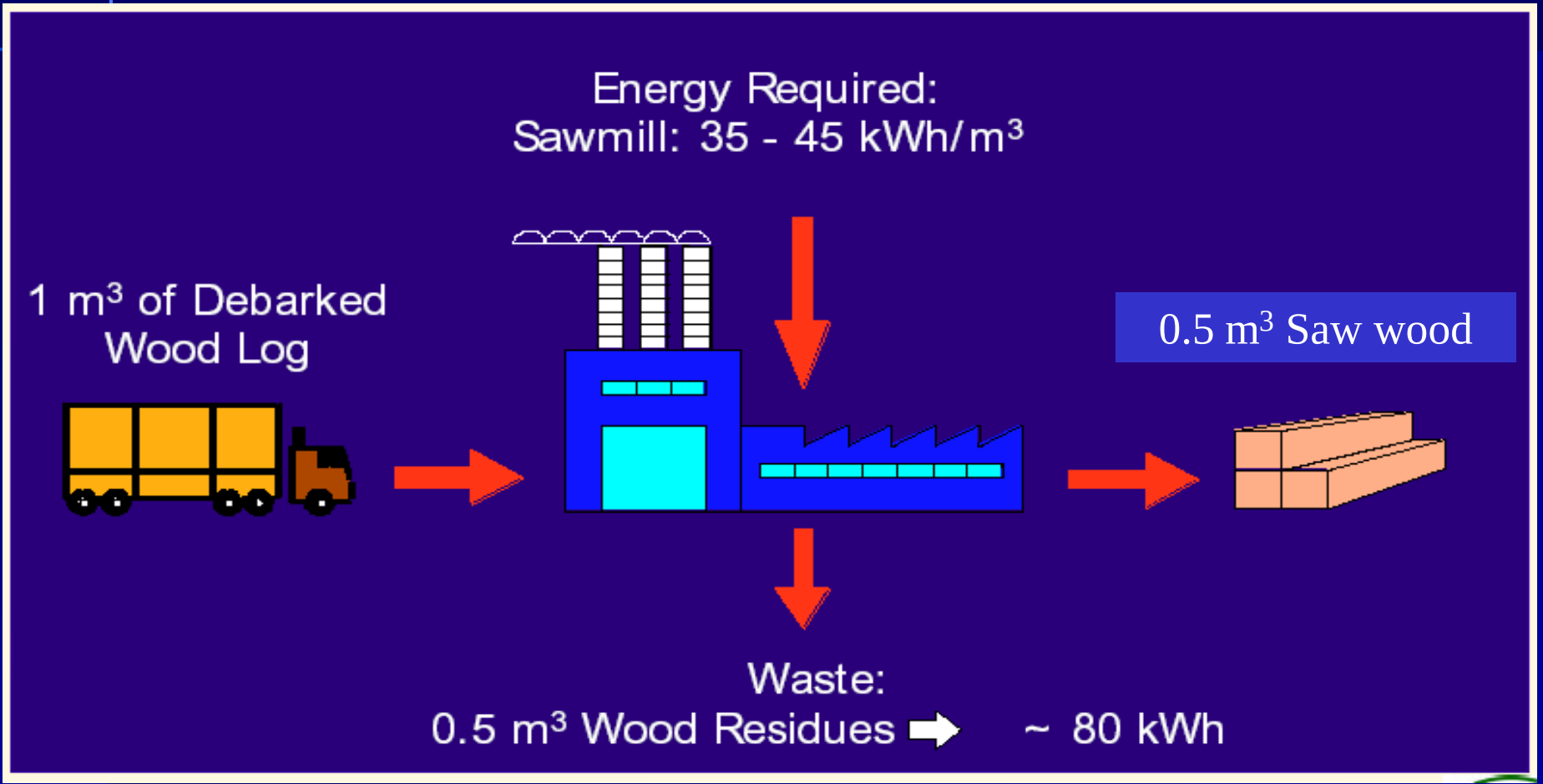
พลังงานชีวมวล - ฟืนและถ่านไม้

ฟืนและถ่านไม้ : ไม้ยางพารา 12 ล้านไร่

> 114.2 ล้าน ลบ.ม./ปี (2545 - 2550)

> 136.0 ล้าน ลบ.ม./ปี (2551 - 2556)

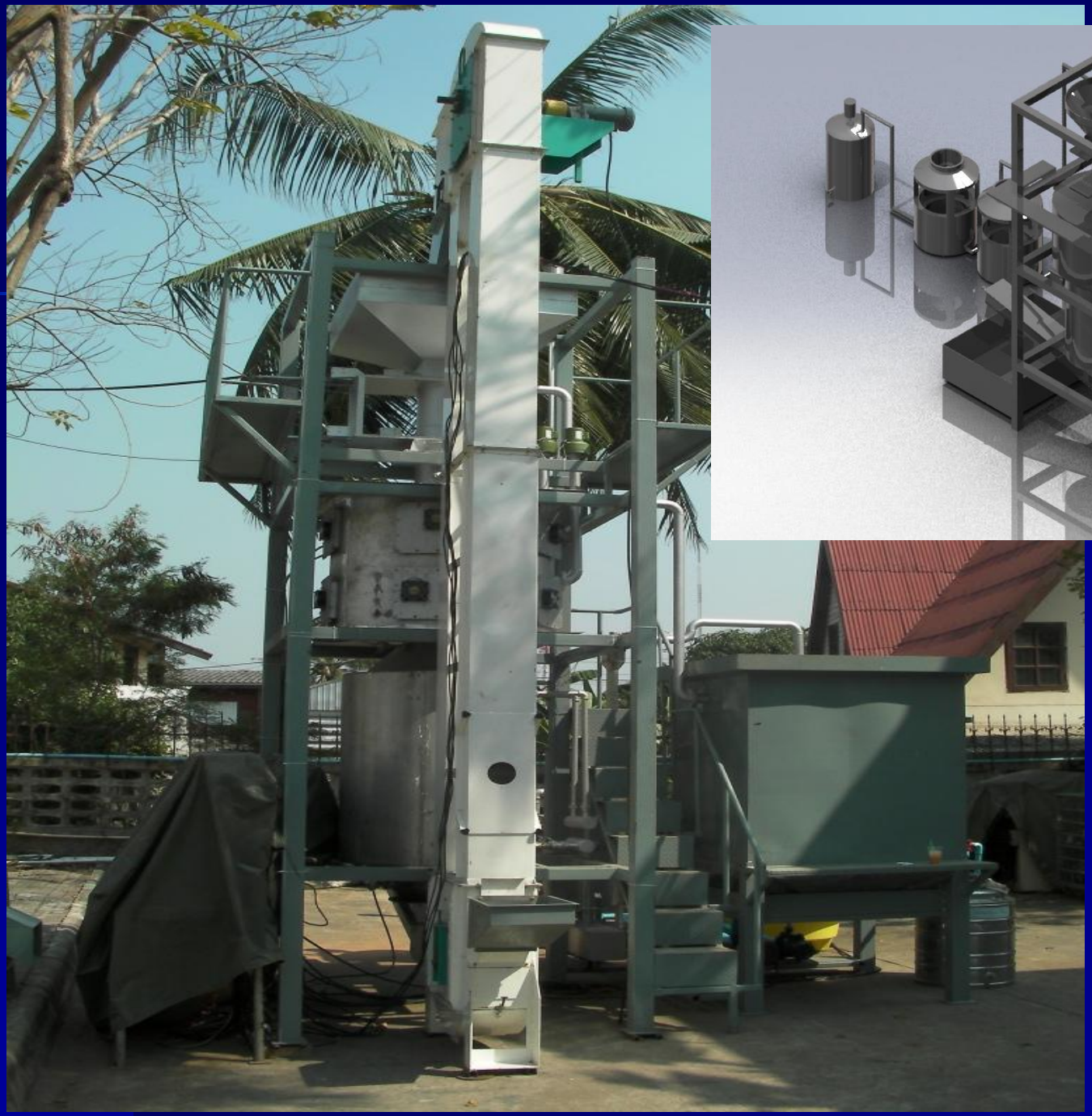
Wood Residues from Sawmill Industry

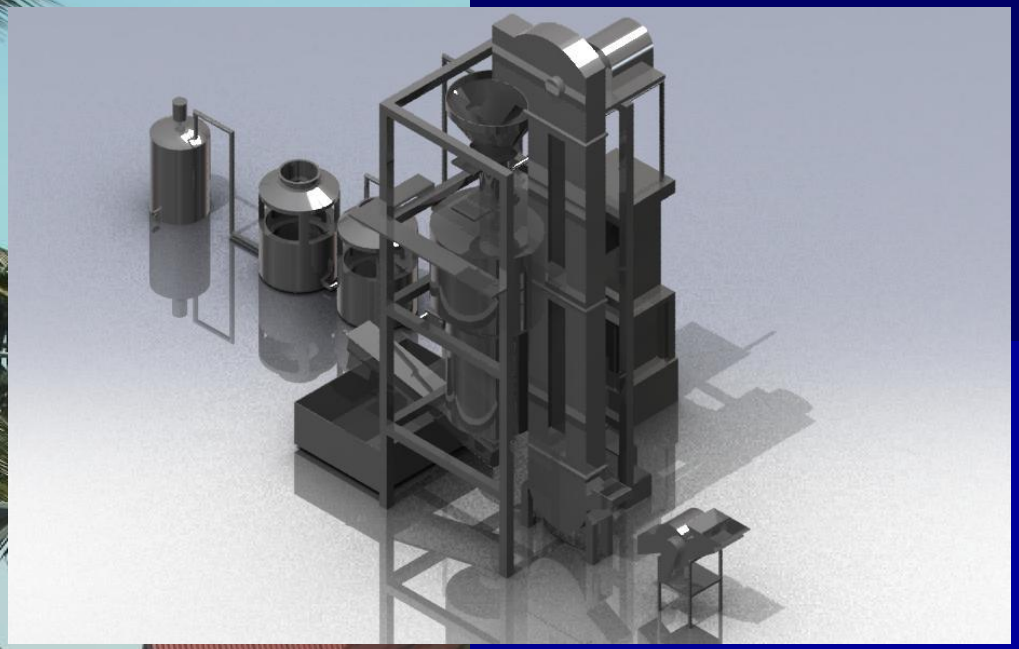


Source: COGEN-AIT

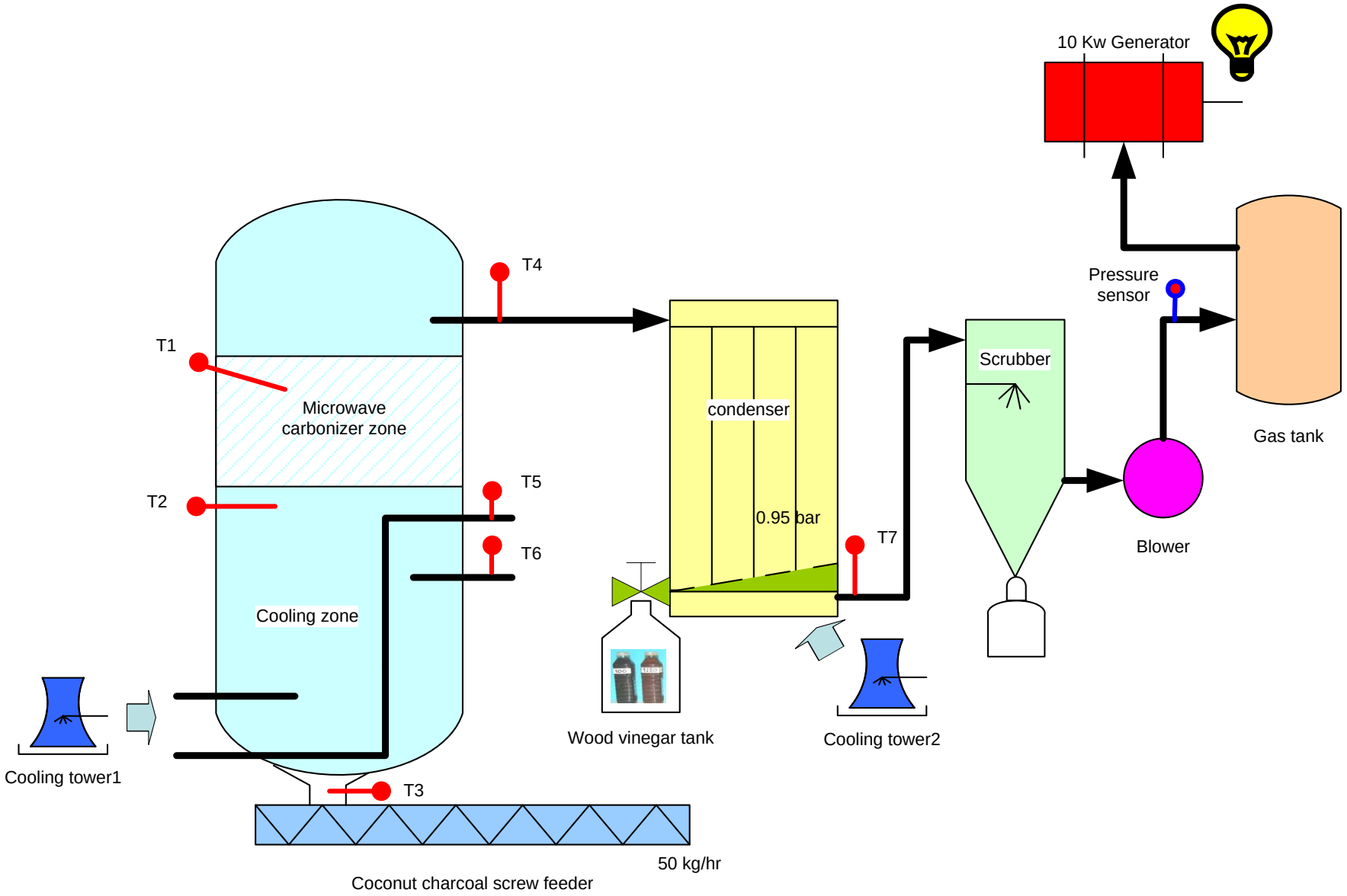
High efficiency Charcoal Making Kiln

High Efficiency Biomass combustor for rural cottage industry





เตาเผาถ่าน
ไมโครเวฟ



แผนภาพแสดง T1 – T7 ที่ติดตั้งและตำแหน่งของกระบวนการคาร์บอนไนเซอร์

พลังงานชีวมวล - แกลบ

แกลบ : พื้นที่ปลูกข้าว 57.192 ล้านไร่ (ปี 2542)

=> 23.3 ล้านตันข้าวเปลือก

5.36 ล้านตันแกลบ

Paddy Husk

Paddy Rice

25,608,000 Ton/Yr

RPR = 0.23

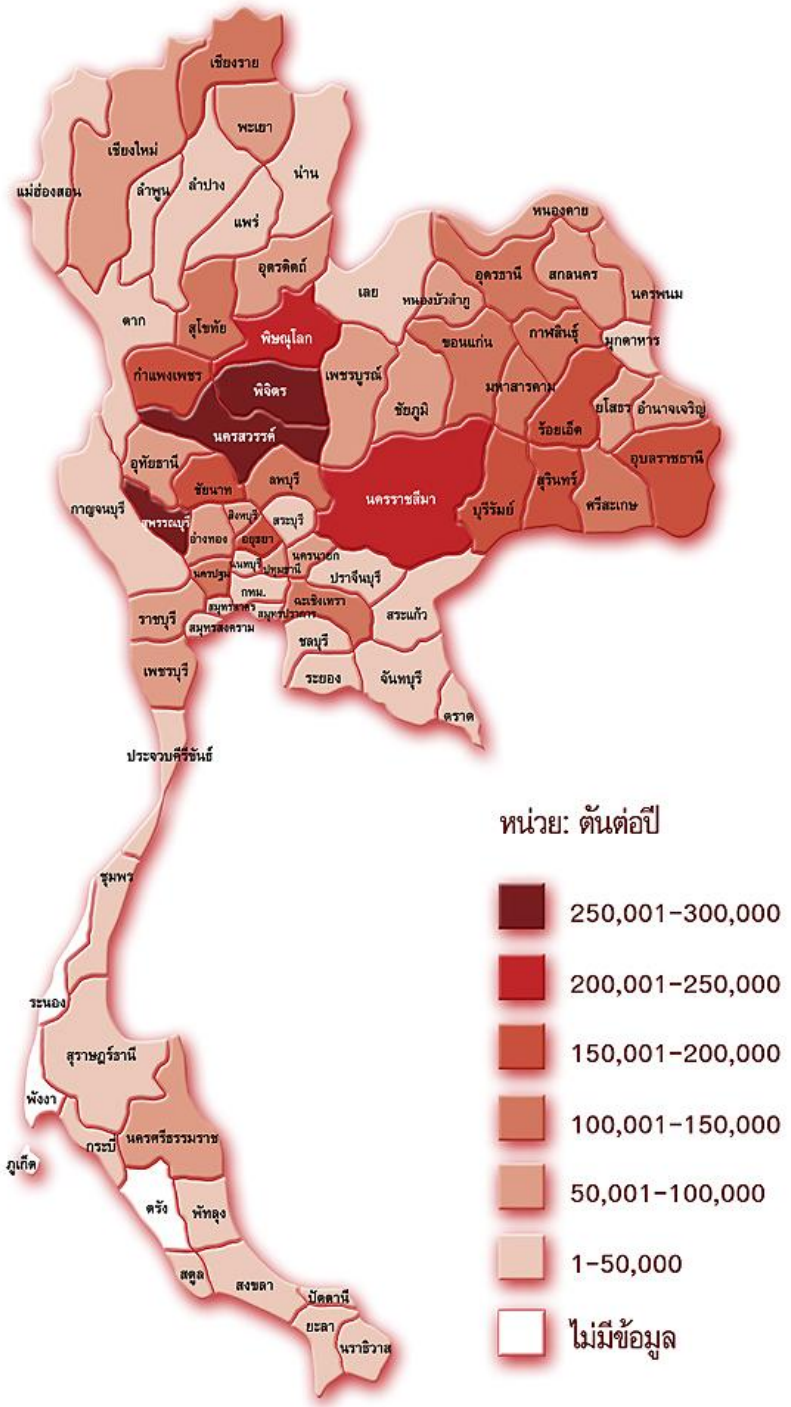
Paddy Husk

5,890,000 Ton/Yr

9,800 Ton/MW

Electricity Generation

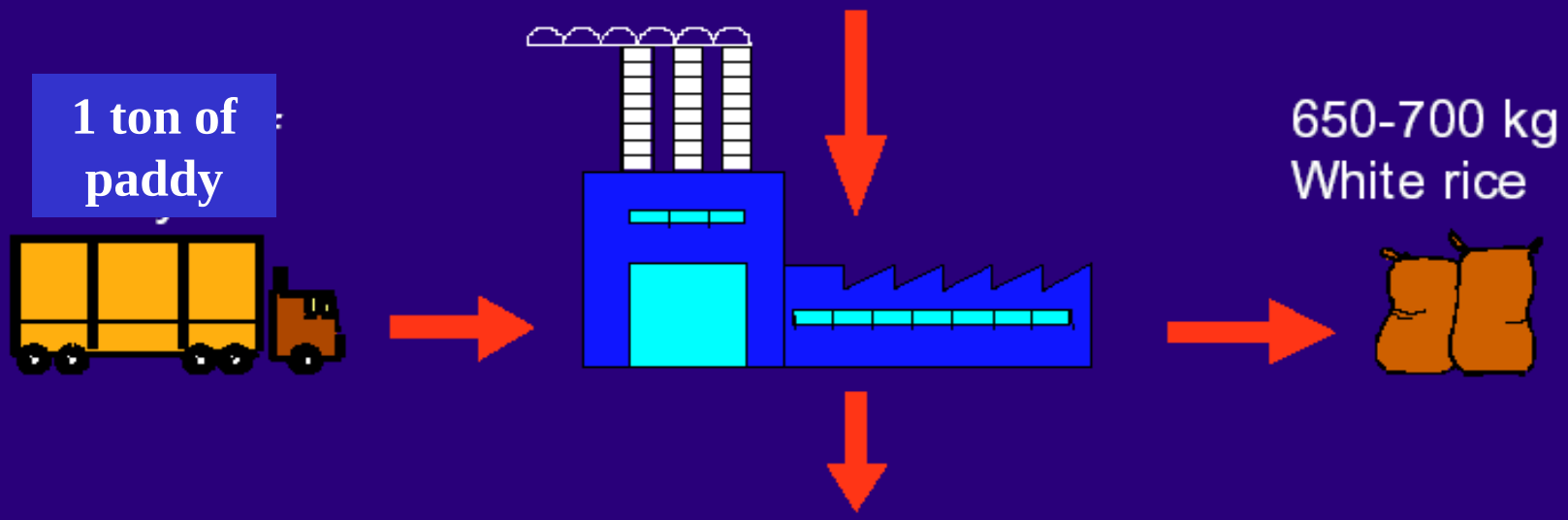
601 MW



Paddy Husk from Rice Industry

Process energy required

Paddy milling and drying : 30-60 kWh/ton/day



พลังงานจากแกลบ

ประเทศไทยปลูกข้าวนาปีจำนวน 57.7 ล้านไร่ ข้าวนาปรัง 9.4 ล้านไร่ (ข้อมูล จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 48) แกลบมีสัดส่วน 23% ของข้าวเปลือกประมาณการปี 2548 มีแกลบ 5.6 ล้านตัน

ข้อมูลเพิ่มเติม

- ภาคอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้าแกลบใช้ไป 36%
- อบสีข้าว 18%
- ราคาซื้อขายแกลบในอดีตตันละ 200 บาท
- ราคาซื้อขายแกลบปัจจุบันตันละ 1000 บาท
- แกลบเก่าจะมีค่าความร้อนต่ำเมื่อใช้ผลิตไฟฟ้า
- จำนวนแกลบ 1-3 กิโลกรัม จะได้ไฟ 1 หน่วยไฟฟ้า
- โรงไฟฟ้า 10 MW ต้องใช้แกลบประมาณ 300 ตันต่อวัน
- ปริมาณแกลบ 5,969 ตัน ผลิตไฟฟ้าได้ 1 MW- ปี (Plant factor = 0.68)

พลังงานชีวมวล - อ้อย

ชานอ้อย : พื้นที่ปลูกอ้อย 5.64 ล้านไร่ (ปี 2542)

=> ยอดอ้อย + ใบอ้อย 16.60 ล้านตัน

ชานอ้อย 16.03 ล้านตัน

Bagasse

Sugar cane

49,070,000 Ton/Yr

RPR = 0.291

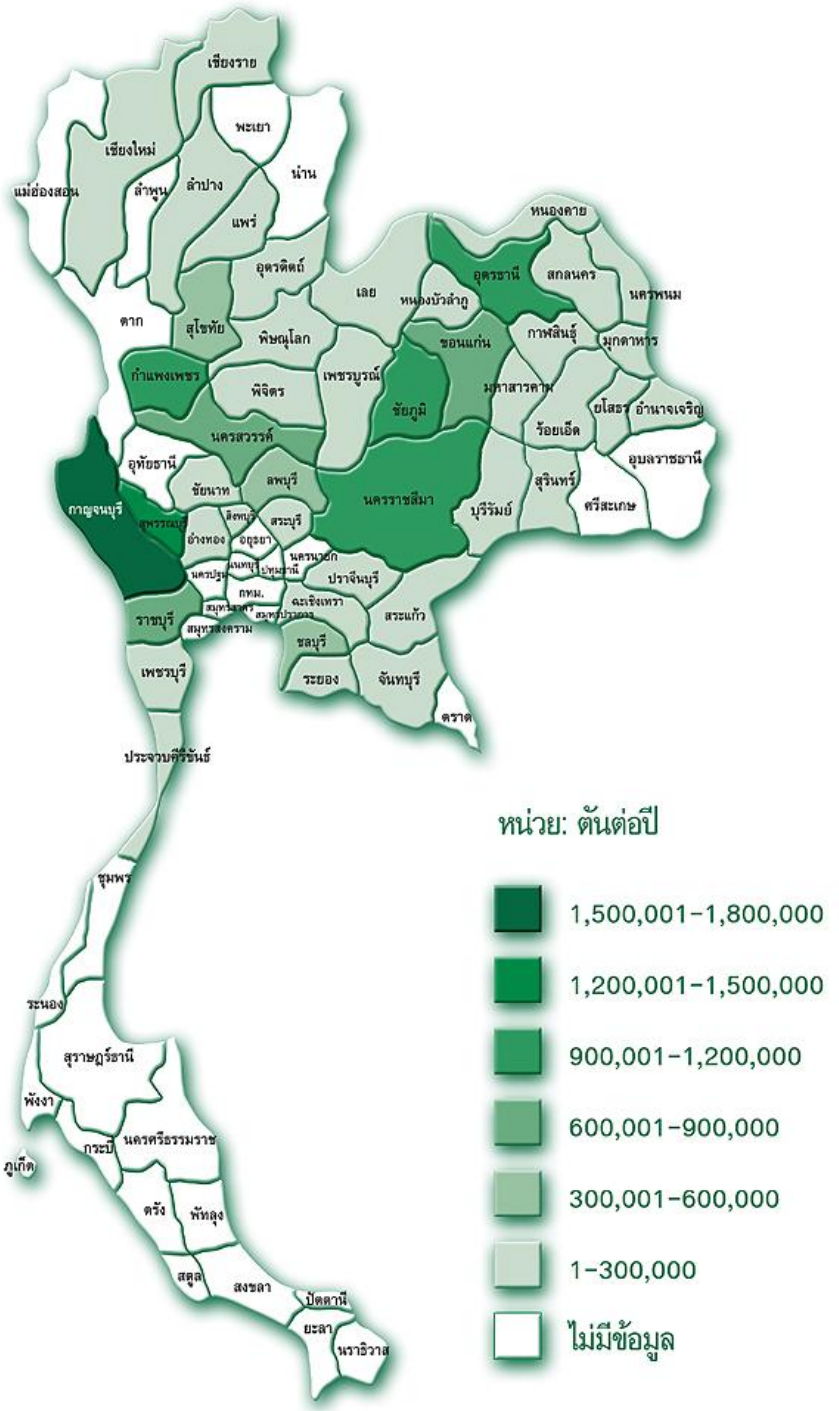
Bagasse

14,279,000 Ton/Yr

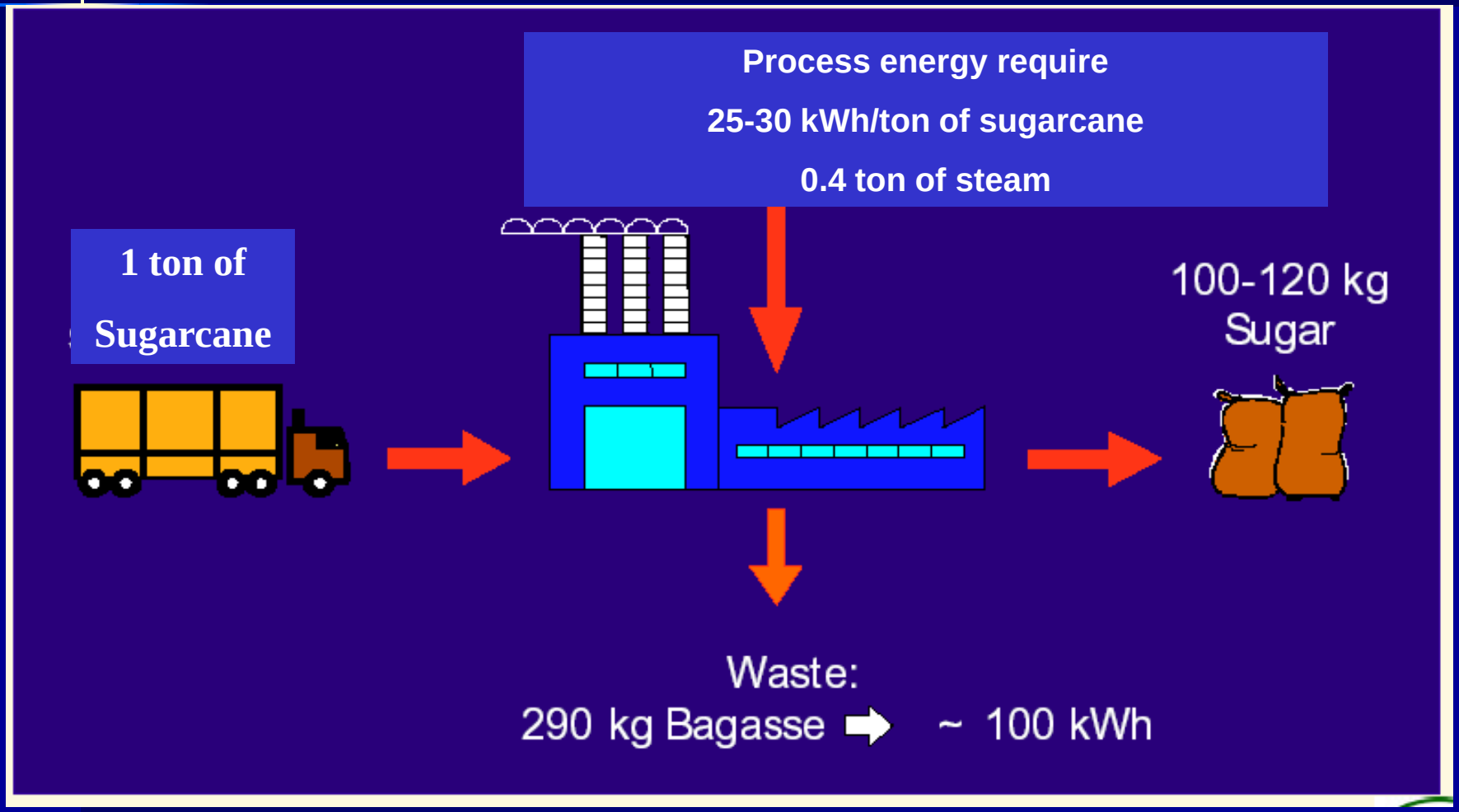
14,100 Ton/MW

Electricity Generation

1,012 MW



Bagasses from sugar industry



พลังงานจากชานอ้อย

ประเทศไทยปลูกอ้อยประมาณ 7.3 ล้านไร่ บริโภคน้ำตาลปีละ 1.6-1.7 ล้านตัน และส่งออกปีละ 3 ล้านตันนอกจากนี้ กากน้ำตาล (โมลาส) สามารถนำมาผลิตแอลกอฮอล์และเอทานอล ชานอ้อยสามารถนำมา ใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าได้

ข้อมูลเพิ่มเติม

- ปริมาณอ้อย 1 ตัน จะได้กากน้ำตาลราว 50-60 kg
- ปริมาณกากน้ำตาล 1 ตัน ผลิตเอทานอลได้ ประมาณ 260 ลิตร
- ปริมาณชานอ้อย 12,000 ตัน ผลิตไฟฟ้าได้ 1 MW-ปี (Plant factor = 0.29)

โรงไฟฟ้าที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง

พลังงานชีวมวล - ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน : ปี 2542 ใช้เป็นวัตถุดิบ 2.12 ล้านตัน

ทะลาย (19 โรงงาน)

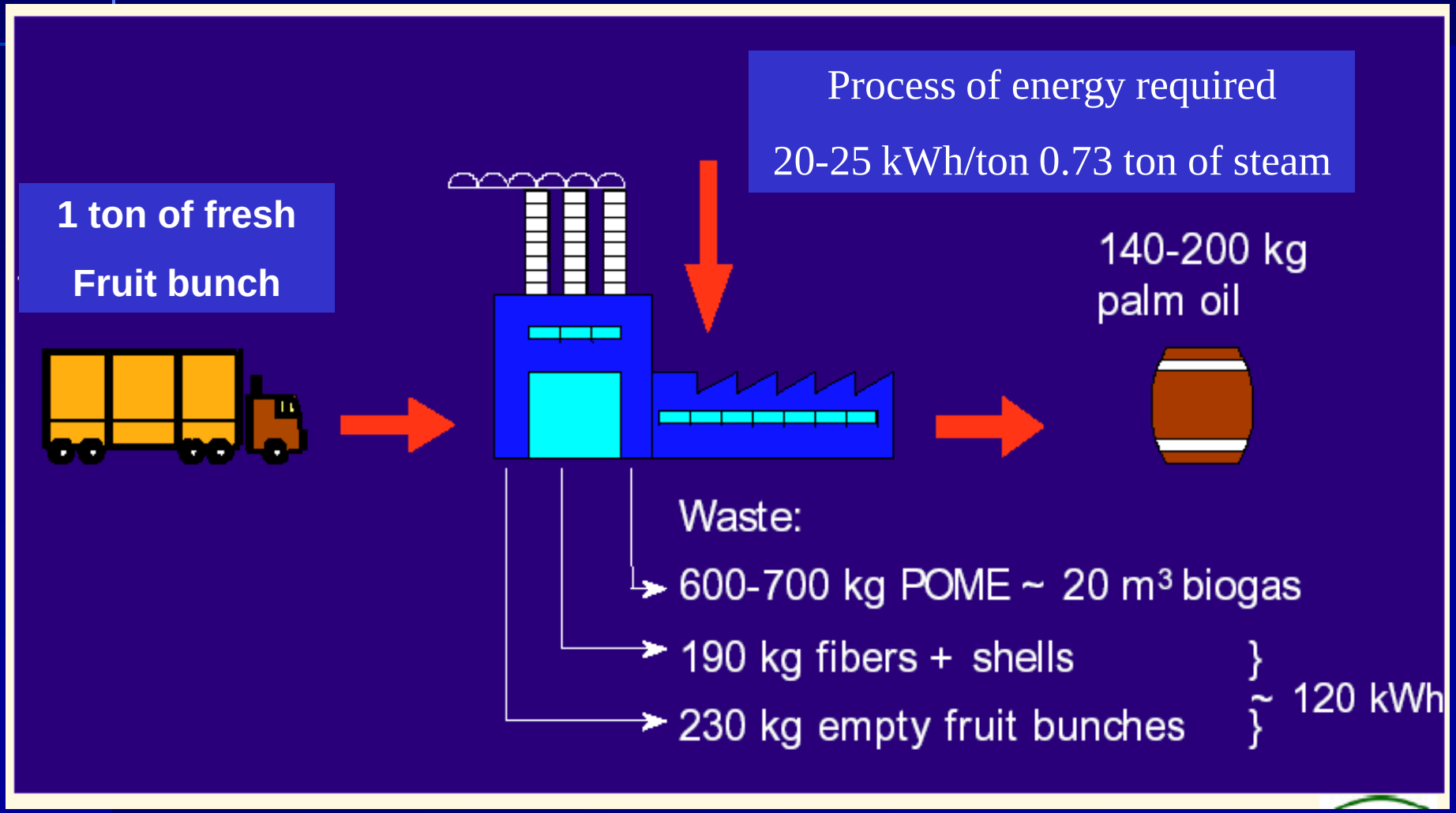
=> 0.593 ล้านตันทะลายเปล่า

0.254 ล้านตันใยปาล์ม

0.170 ล้านตันกะลาปาล์ม

1.840 ล้านตันน้ำเสีย

Waste from Palm Oil Industry



พลังงานจากกากปาล์ม

ปี 2548 ประเทศไทยปลูกปาล์มน้ำมัน 1.8 ล้านไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 2.5 ตันต่อไร่ต่อปี (เพื่อนบ้านผลผลิต 5 ตันต่อไร่ต่อปี)

ข้อมูลเพิ่มเติม

ปาล์มหีบน้ำมันได้ประมาณ 20% ทะลายปาล์มหีบน้ำมันประมาณ 25%

กะลาปาล์มจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 1 - 1.50 บาท โรงงานหีบน้ำมันปาล์มขนาด 30-45 ตัน/ชม

งบประมาณลงทุน ประมาณ 150 ล้านบาท

น้ำเสียจากโรงงานปาล์ม 1 ลบ.เมตร จะผลิตก๊าซชีวภาพได้ราว 30 ลบ.เมตร

ปริมาณกากปาล์ม จำนวน 9,707 ตัน ผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 MW-ปี (Plant factor = 0.57)

พลังงานชีวมวล - เหง้ามันสำปะหลัง

พื้นที่เพาะปลูก 8 – 10 ล้านไร่

เหง้ามัน 6 – 7 ล้านตัน/ปี

Cassava stalk, rhizome

Cassava

17,330,000 Ton/Yr

RPR = 0.088

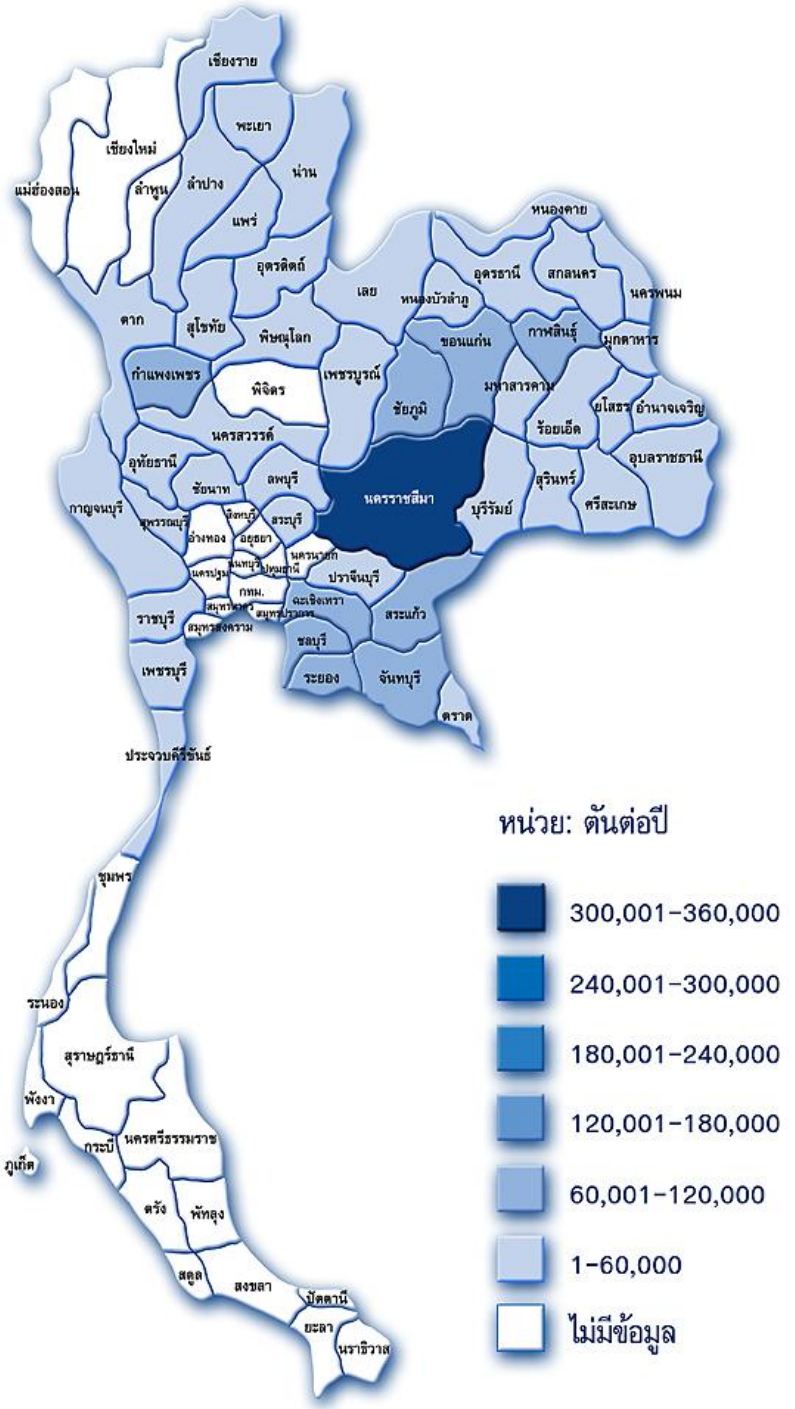
Cassava stalk, rhizome

1,525,000 Ton/Yr

14,687 Ton/MW

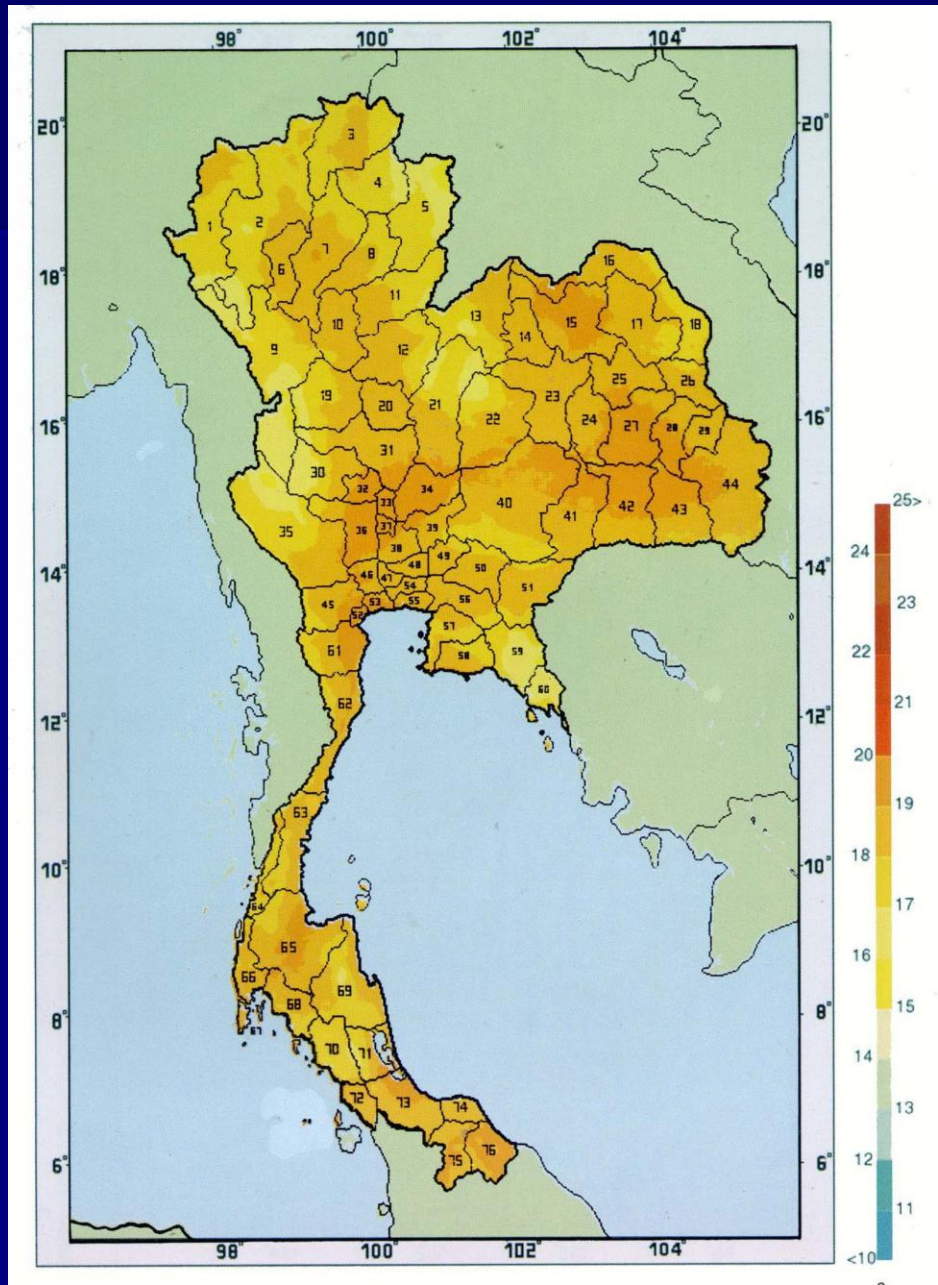
Electricity Generation

106 MW

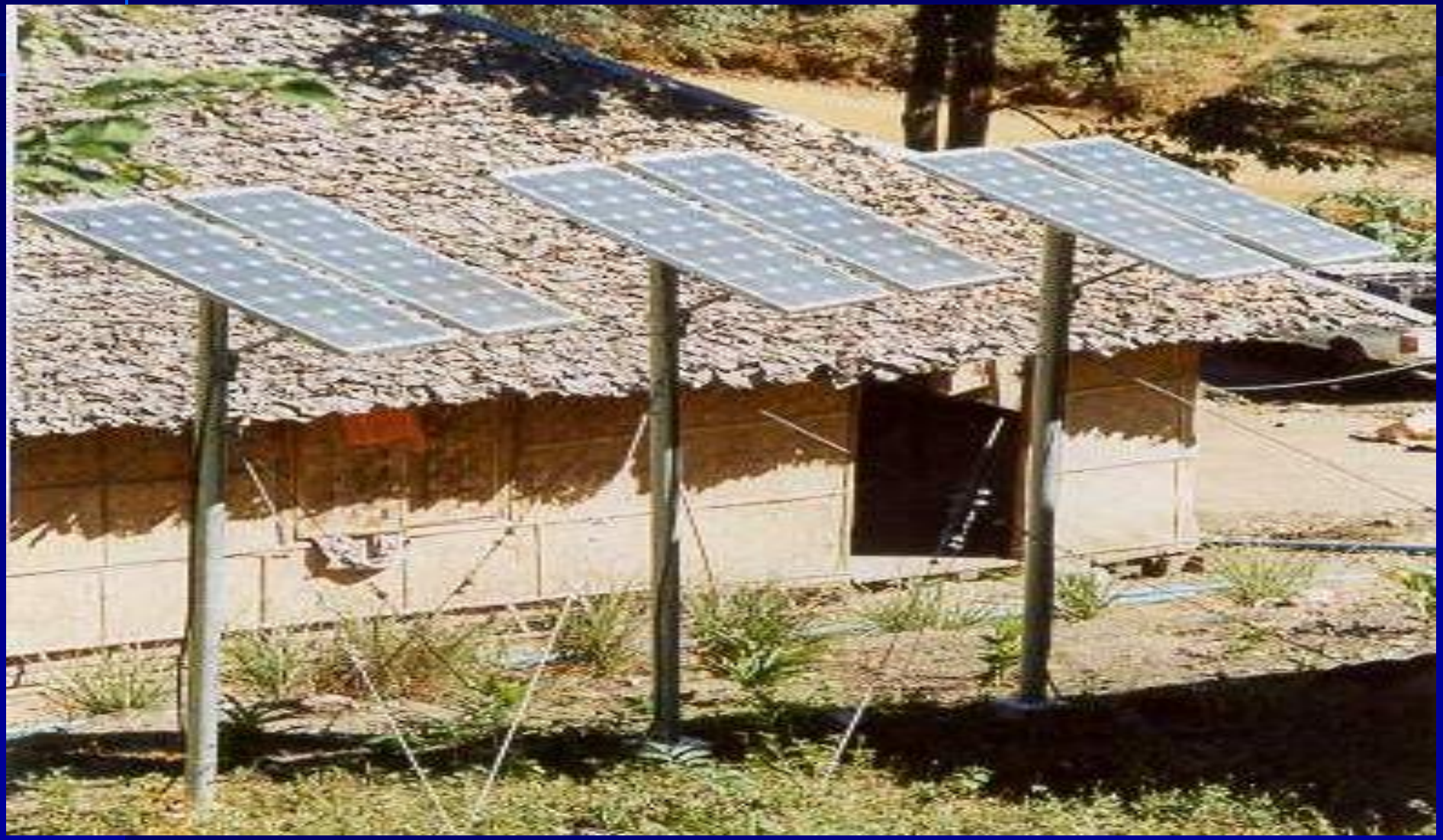


ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

- Highest solar radiation during April and May, 20-24 MJ/m2-day
- Yearly average daily highest solar radiation : northeast and central, 19-20 MJ/m2-day
- 50.2% of area of the country, 18-19 MJ/m2-day
- Yearly average 18.2 MJ/m2-day



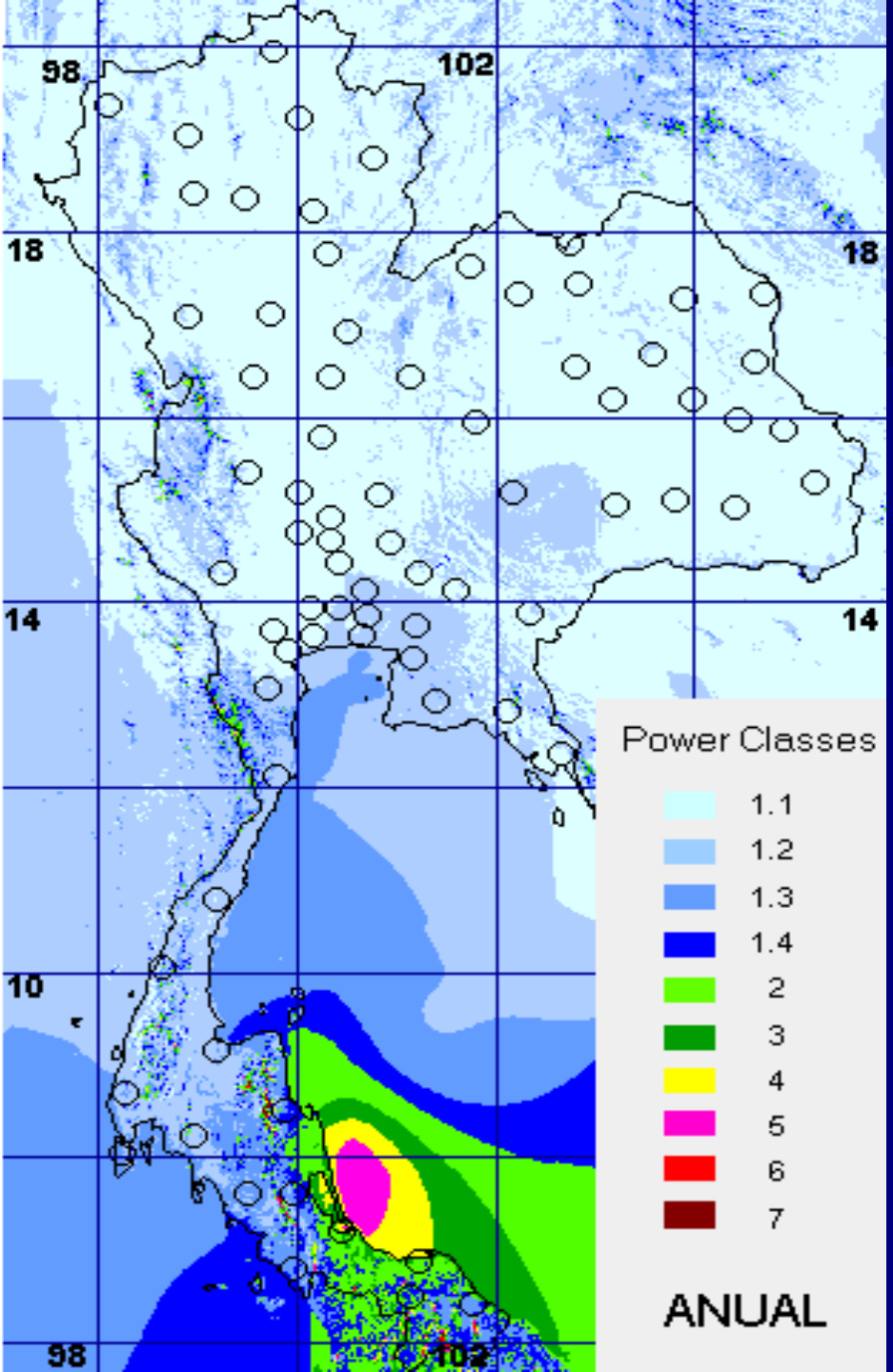
Solar Cell



100 kWp PV and PEA mini-grid Diesel Gen-set hybrid system Libong island, Trang Province

PV Roof top stand alone and Solar hot Water System

ศักยภาพพลังงานลม



THAILAND WIND POWER CLASSES

Elevation		1.1	1.2	1.3	1.4	2	3	4	5	6	7
10 m	m/s	0	2.8	3.6	4.0	4.4	5.1	5.6	6.0	6.4	7.0	9.4
	W/m^2	0	25	50	75	100	150	200	250	300	400	1,000
30 m	m/s	0	3.3	4.1	4.7	5.2	5.9	6.5	7.0	7.4	8.2	11.0
	W/m^2	0	40	80	120	160	240	320	400	480	640	1,600
50 m	m/s	0	3.6	4.4	5.1	5.6	6.4	7.0	7.5	8.0	8.8	11.9
	W/m^2	0	50	100	150	200	300	400	500	600	800	2,000

พลังงานชีวมวล — ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์

ปี 2540

โค	5.6 ล้านตัว
สุกร	9.6 ล้านตัว
ไก่ - เป็ด	196 ล้านตัว

→

มูลสัตว์ 2.58 ล้านตัน

(ก๊าซชีวภาพ 10.24 ล้าน MJ)

บ่อหมักก๊าซชีวภาพ

พลังงานชีวมวล – ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากโรงงาน

BOD รวม 4,275 ตัน/วัน

ก๊าซชีวภาพ 22,500 ล้าน MJ/ปี

พลังงานชีวมวล — ขยะ

ขยะเทศบาล

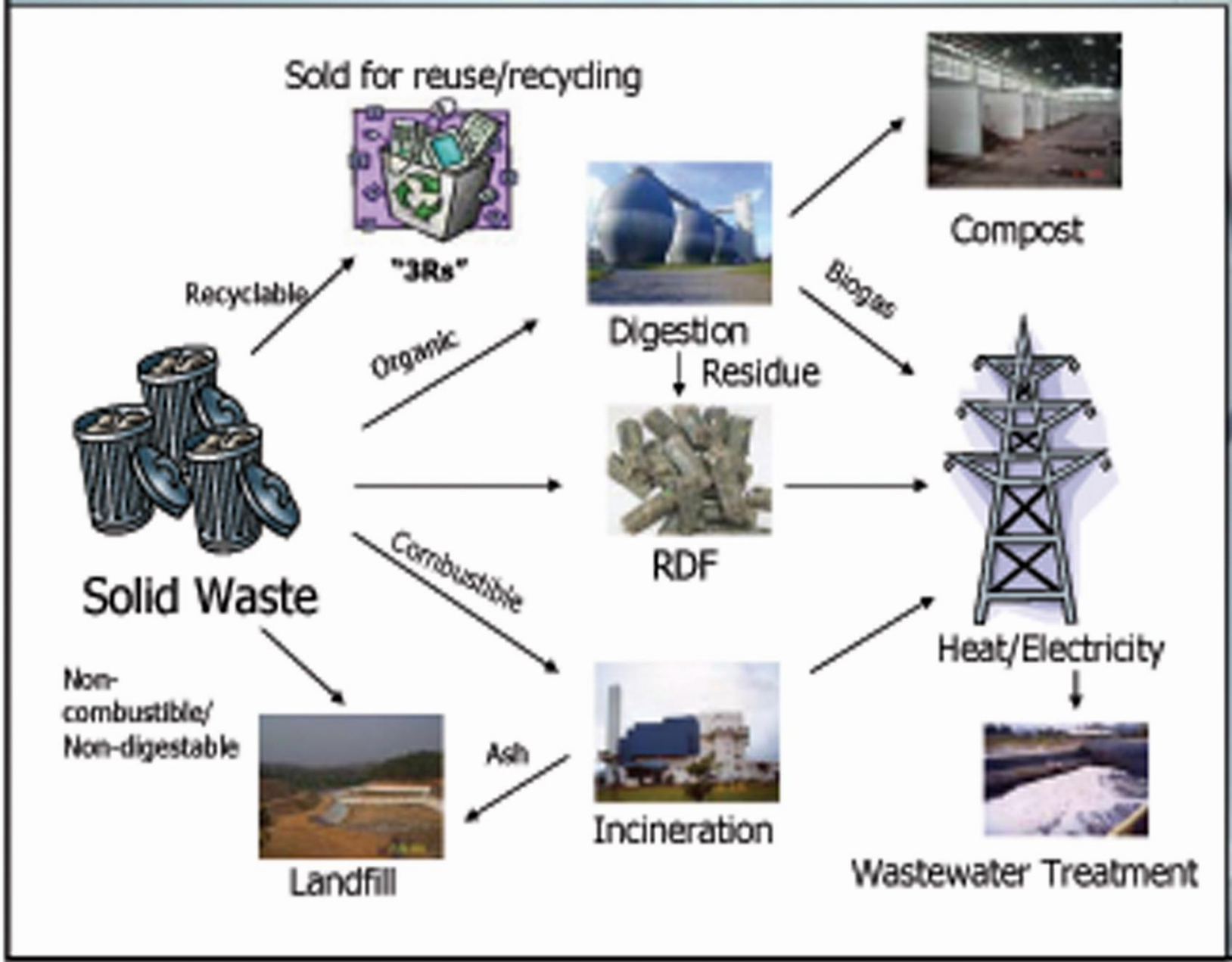
- กทม. 8,000 ตัน/วัน
- เทศบาลอื่น ๆ 17,000 ตัน/วัน

เผาโดยตรง 41,700 ล้าน MJ/ปี

ฝังกลบได้ก๊าซ 7,300 ล้าน MJ/ปี

บ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเทศบาล จ. สุรินทร์

Solid Waste Management Policy and Strategy



Adder for Solid Waste to Energy

Waste to Energy

AD: Anaerobic Digestion

Adder 2.50 ฿/ kWh

Subsidiary Period (7 years)

Thermal Process

Adder 3.50฿/ kWh

Subsidiary Period (7 years)

CDM

CDM

Waste to Energy

Thermal Process

Adder 3.50 ฿/ kWh

Subsidiary Period (7 years)

The Conclusion of Adder classified by Technology and Fuel

Fuel/ Technology	Existing Adder (Baht/kWh)	New Adder (Baht/kWh)	Extra Adder* (Baht/kWh)	Special Adder in the 3 Southernmost Provinces (Baht/kWh)	Subsidiary Period (Years)
1. Biomass					
- Capacity ≤ 1 MW	0.30	0.50	1.00	1.00	7
- Capacity > 1 MW	0.30	0.30	1.00	1.00	7
2. Biogas					
- Capacity ≤ 1 MW	0.30	0.50	1.00	1.00	7
- Capacity > 1 MW	0.30	0.30	1.00	1.00	7
3. MSW & Non-Hazardous Waste					
- Fermentation system & Landfill	2.50	2.50	1.00	1.00	7
- Thermal Process	2.50	3.50	1.00	1.00	7
4. Wind Energy					
- Capacity ≤ 50 kW	3.50	4.50	1.50	1.50	10
- Capacity > 50 kW	3.50	3.50	1.50	1.50	10
5. Mini Hydro Power Plant					
- Capacity 50 kW - <200 kW	0.40	0.80	1.00	1.00	7
- Capacity <50 kW	0.80	1.50	1.00	1.00	7
6. Solar Energy	8.00	8.00	1.50	1.50	10

Remarks*: VSPP who produce Electicity from Renewable Energy in the area that Electricity has been generating by Diesel (Fossil Fuel)

Energy Policy and Planning Office
MINISTRY OF ENERGY

Current Situation of the electricity purchasing from SPP and VSPP

Type of Renewable Energy	Sale to the grid on year 2008 (MW)	15 years target (MW)	Under Consideration (MW)	Consideration Passed (MW)	Contract Signed (Still not sale to the grid) (MW)	Already Sale to the grid (MW)	Total (MW)	Total sale to the grid after 2008 (MW)
Solar Energy	1.96	500.00	819.57	356.56	998.54	5.58	2,180.42	2,178.46
Wind Energy	0.08	800.00	1,182.79	85.80	1.50	0.33	1,270.42	1,270.34
Waste	3.45	160.00	120.10	91.45	70.86	5.10	287.51	284.06
Biogas	19.48	120.00	70.11	43.75	67.91	23.09	204.86	185.38
Water Energy	13.23	324.00	-	5.04	1.28	13.74	33.25	6.80
Biomass	563.64	3,700.00	933.78	759.40	530.45	583.89	2,807.52	2,243.89
<50 KW	0.06	n/a	-	-	0.03	0.06	0.09	0.03
50-200 KW	0.09	n/a	-	-	0.18	0.09	0.27	0.18
>200 KW	13.11	n/a	-	5.04	1.07	13.59	19.70	6.59
Total	601.83	5,604.00	3,126.35	1,342.00	1,670.54	631.72	6,783.97	6,168.93

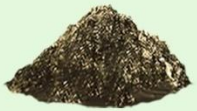
Clean Development Mechanism

CDM

ปริมาณขยะชุมชน	แนวคิดการใช้เทคโนโลยีจัดการขยะชุมชนด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม	ผลลัพธ์

Sorting system (Conveyor)

Biobin in site composting



compost

compost

Shredder

Trommel

RDF

Pyrolysis & Gasification

Shredder

Eddy Current Separator

Magnic Separator

RDF

Synthetic Oil Plant

Power Plant

Synthetic Oil

Shredder

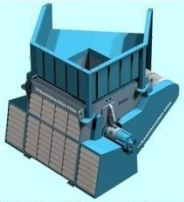
< Incinerator for Electrical Generator

Sorting system (Conveyor)

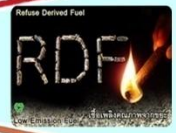
Eddy Current & Magnet

compost

Cement Kiln



Main Shredder



Organic waste

Inert waste

Biomass Power Plant

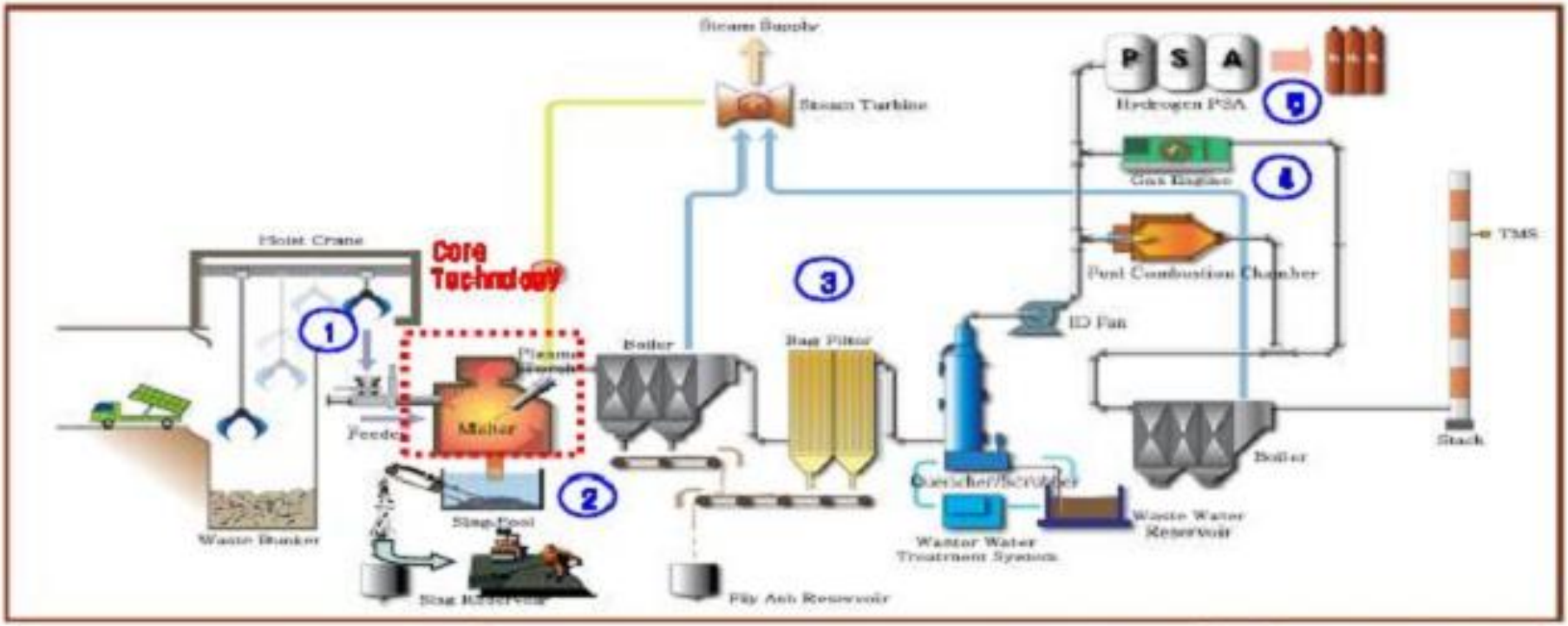
Industrial Plant

THERMAL PROCESS

- Pyrolysis
- Gasifier
- Incinerator
- Plasma

WTE ADDER = 3.50 ฿/kWh

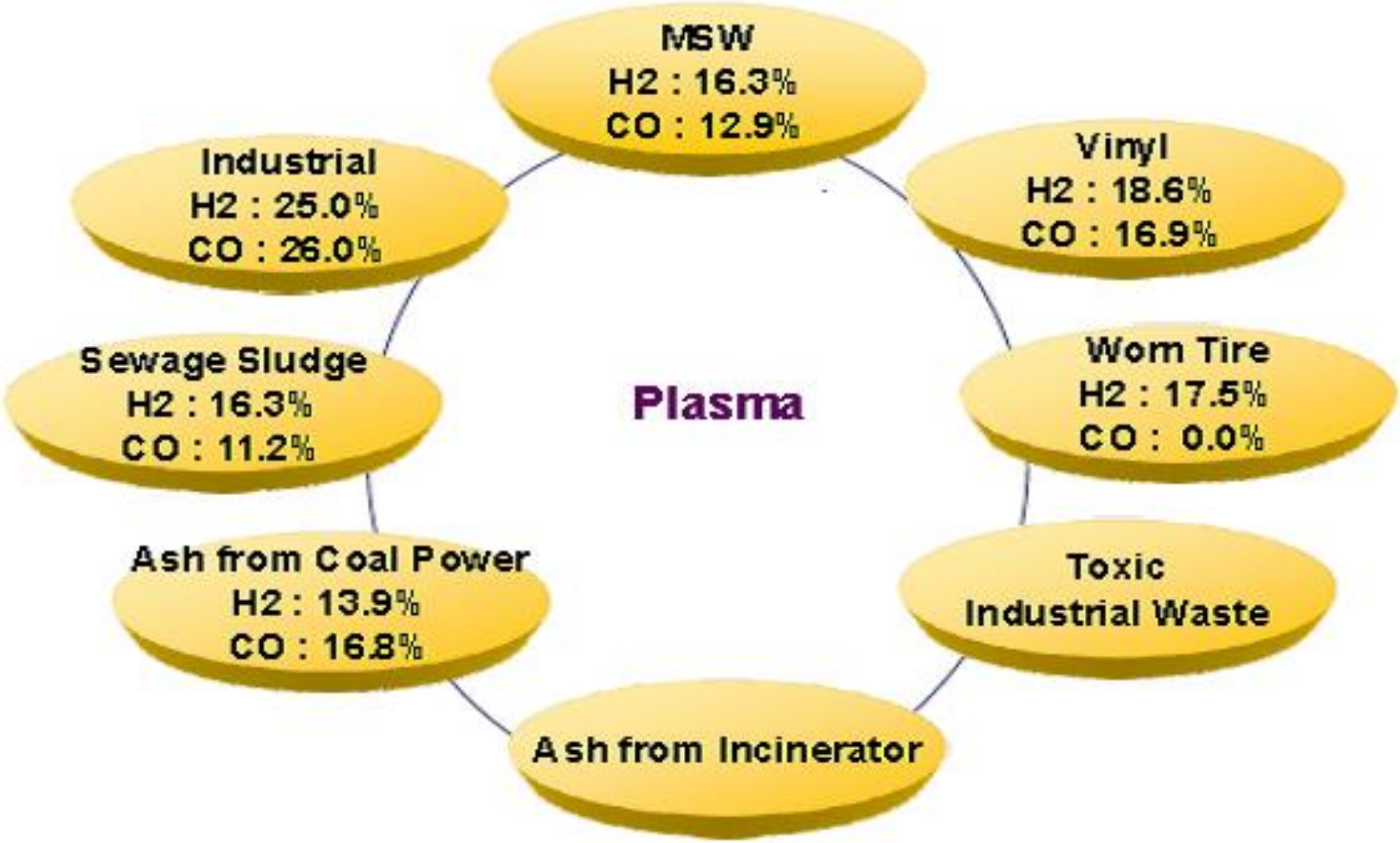
Process Flow Diagram



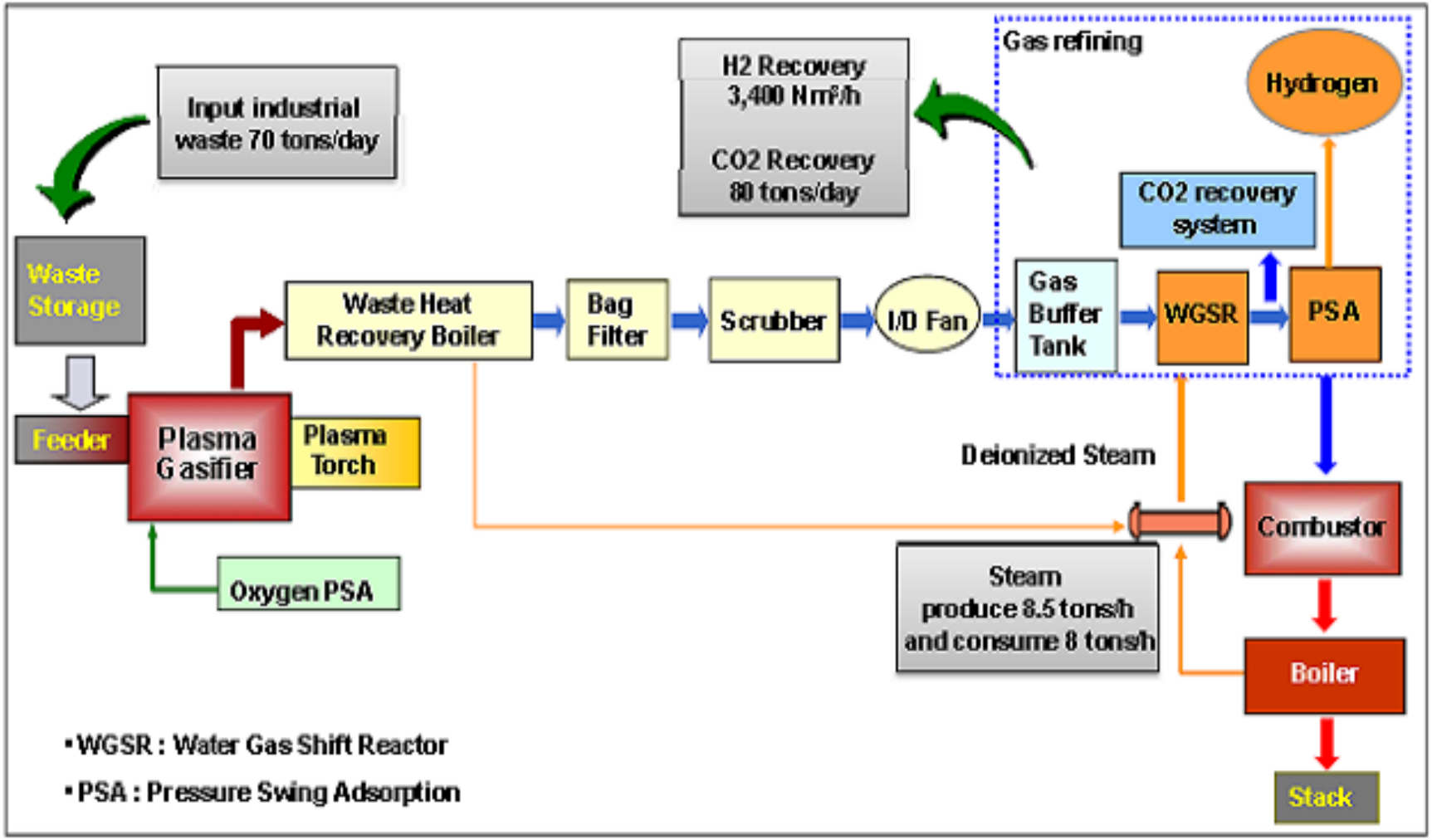
< Plasma Torch >

< Plasma Pyrolysis-Gasification-Vitrification >

Syngas from Various Wastes with Air Plasma



Business Model: Hydrogen Recovery



High Purity Hydrogen Recovery from SynGas (99.99%, 20m3 /hr)

PSV system

Hydrogen recovery system

Oil FCC

Semiconductor

Hydrogen car

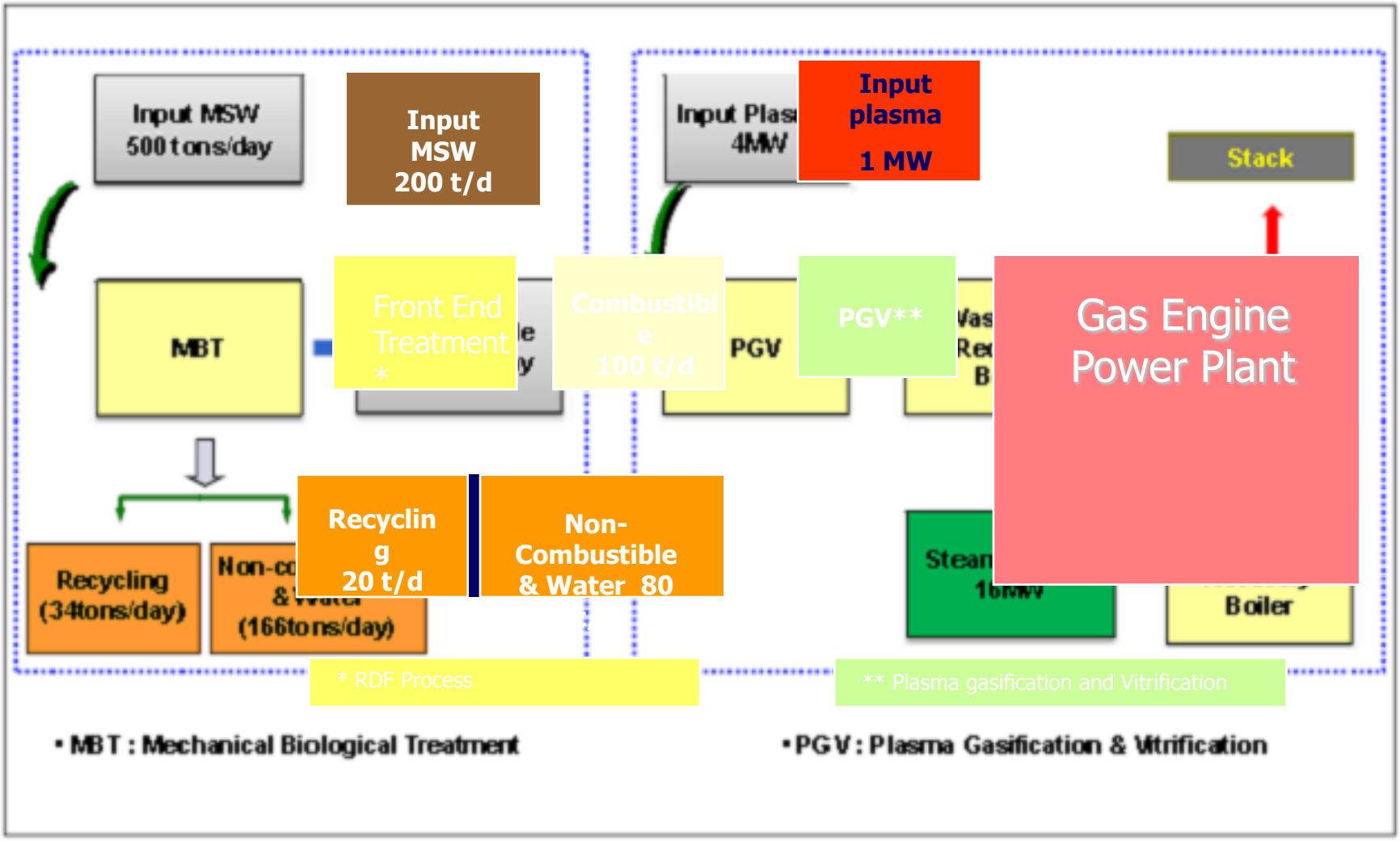
Fuel cell

Hydrogen recovery

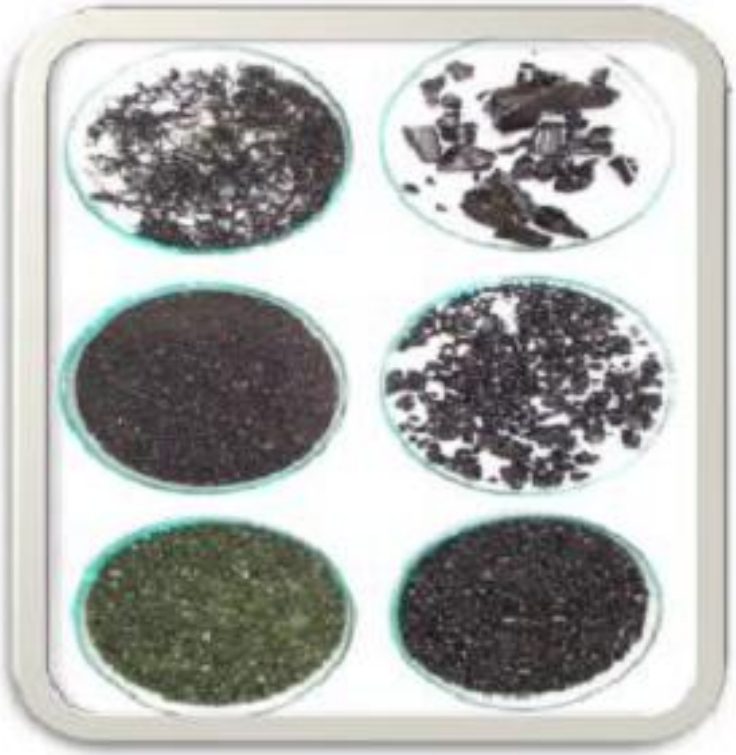
Hydrogen flare

* Remarks : FCC (Fluidized Catalytic Craking)

Business Model: Waste to Energy



Slag Leaching Test & Recycling



Test Result / Metal	TCLP Test (mg/L)	
	Reject	Ash
Cu	< 0.000	< 0.000
Pb	< 0.000	< 0.000
Zn	< 0.000	< 0.000
Cr	< 0.000	< 0.000
Cd	< 0.000	< 0.000
As	< 0.000	< 0.000
Hg	< 0.000	< 0.000

< REMARKS >

- Leaching Test Result are officially measured and analyzed by Authorized Agency and certified from Ministry of Environment, Korea.
- TCLP : Toxicity Characteristic Leaching Procedure

AD

Anaerobic Digestion

Fermentation system & Landfill

Food Waste

Waste Water

MSW

Municipal Solid Waste

ADDER

0.50 B/kWh

0.50 B/kWh

2.50 B/kWh

INTEGRATED MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT

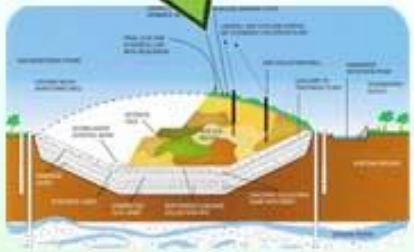
Inorganics

Organics

Inert waste

Biogas

Refuse Derived Fuel



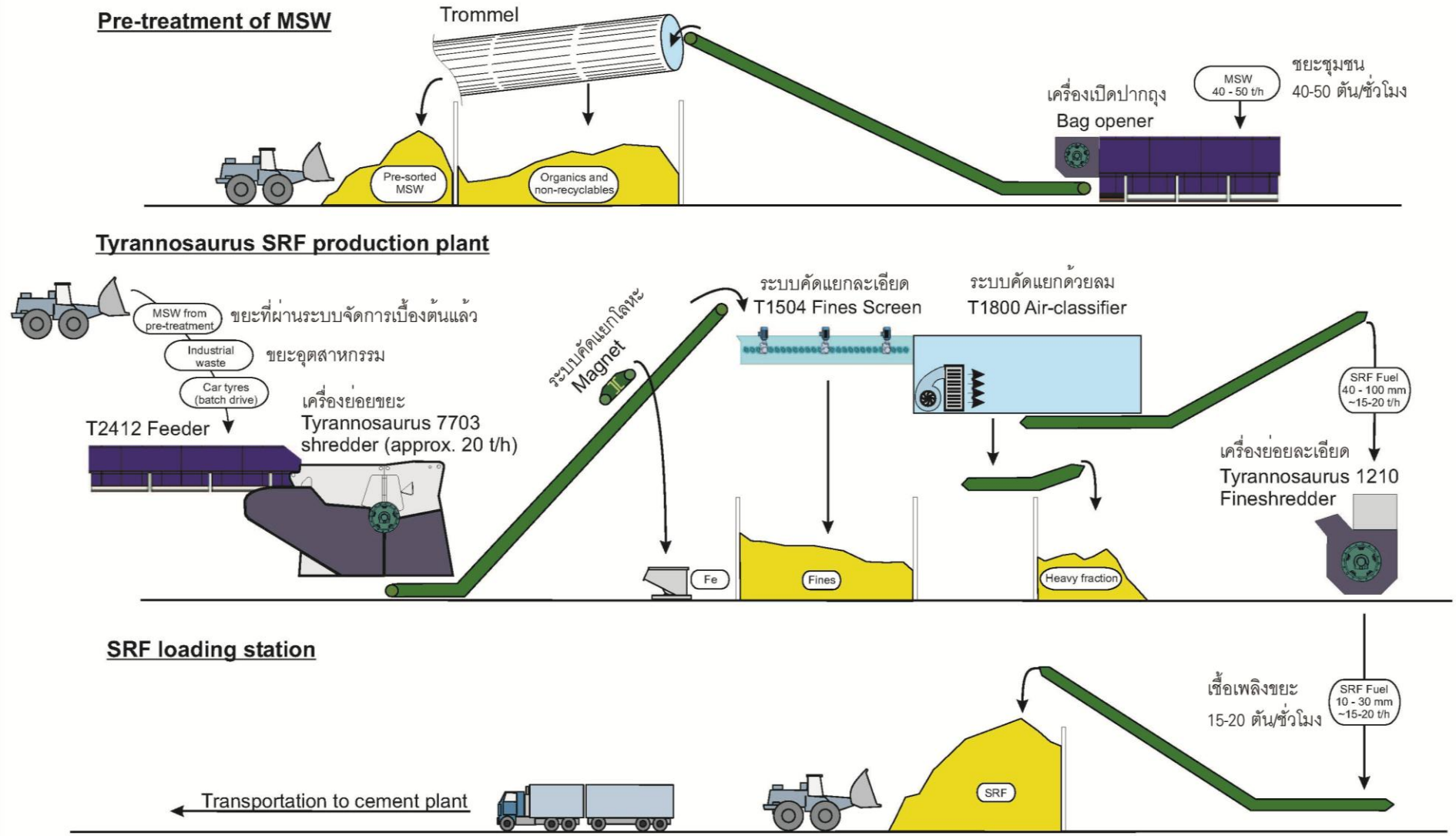
Sanitary Landfill

Biomass Power Plant

Industrial Plant

Tyrannosaurus® SRF Process

BMH Enviro



Visiting SLC, Gyeonggi Do, Korea

(8 July 2009)

The Last Process of RDF

IDEAL PROJECTS BUDGETING

RDF	300-400 TPD	500-600 TPD	1,000 TPD
	380 M THB	500 M THB	800 M THB

INCINERATOR	100 TPD	300 TPD	500 TPD	1,000 TPD
	350 M THB	650 M THB	900 M THB	1,200 M THB

PYROLYSIS & GASIFICATION	160 TPD	200 TPD	400 TPD	500 TPD
	35 M USD	45 M USD	80 M USD	100 M USD

การแปลงขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

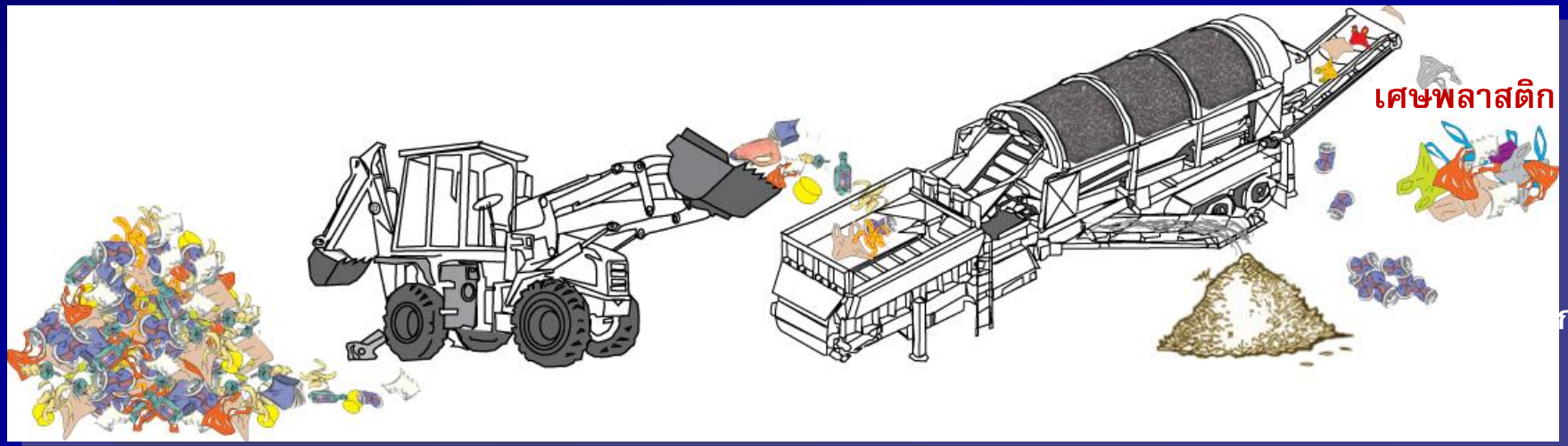
กระบวนการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ภาพแสดงกระบวนการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน

การแยกประเภทและขนาดขยะจากบ่อ(1/2)

❶ เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ (Trommel) 100 ตัน/วัน

ขยะจากบ่อฝังกลบ จะผ่านเข้าเครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ ซึ่งจะร่อนเอาเศษดินและอินทรีย์สารออกจากพลาสติก ส่วนโลหะจะถูกแยกด้วยแม่เหล็ก ที่เหลือเป็นขยะพลาสติก



การแยกประเภทและขนาดขยะจากบ่อ(2/2)

การป้อนขยะพลาสติกเข้าเครื่อง

เศษดินและอินทรีย์สาร

พลาสติกที่เหลือจากการร่อนดิน

การแยกโลหะด้วยแม่เหล็ก

ค่าธาตุอาหารของดินและอินทรีย์สาร

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	ค่ามาตรฐาน*
ความเป็นกรดด่าง (pH)	7.0	7.1	5.5 – 8.5
ธาตุ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
ฟอสฟอรัส (P)	0.02	0.02	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
โปแทสเซียม (K)	0.05	0.08	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
โลหะหนัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)			
ปรอท (Hg)	0.114	0.471	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
สารหนู (As)	1.530	2.715	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
โครเมียม (Cr)	16.30	12.5	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

การคัดแยกพลาสติกและขยะที่ไม่เหมาะสม(1/2)

❷ ระบบสายพานลำเลียงเพื่อการคัดแยก

ขยะที่ผ่านการร่อนจะถูกขนส่งมายังช่องพักขยะที่ต่ออยู่กับสายพานลำเลียง ซึ่งจะลำเลียงขยะขึ้นไปสู่หน่วยคัดแยกด้วยคน โดยจะผ่านเครื่องสั่นเพื่อกระจายให้ขยะเกิดการกระจายตัวตามแนวกว้างของสายพานลำเลียง จากนั้นขยะก็จะถูกคัดแยกด้วยคน ซึ่งจะคัดเอาขยะประเภท inert waste และพลาสติกหรือขยะบางชนิดที่ไม่เหมาะสมสำหรับกระบวนการไพโรไลซีส

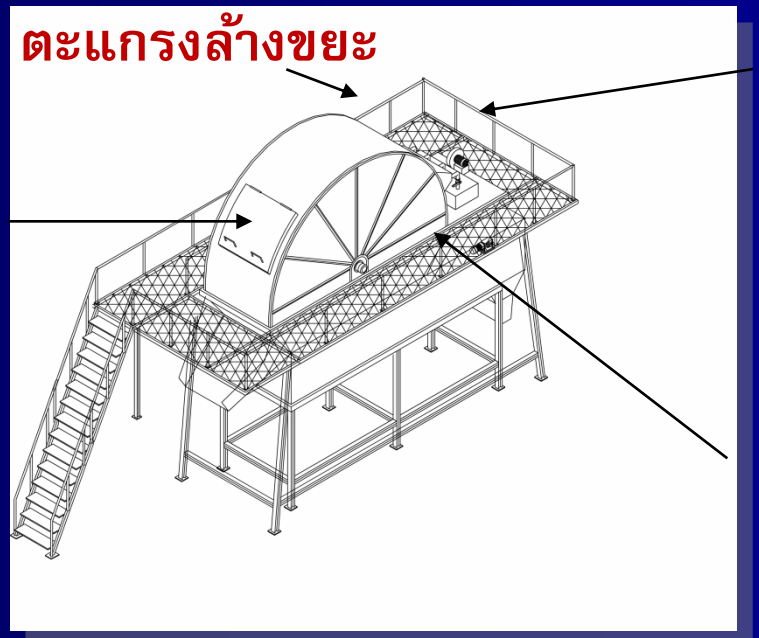
- แยกพลาสติกที่ไม่เหมาะสม
- แยกขยะที่ยังมีค่า
- แยก inert waste ออก

การคัดแยกพลาสติกและขยะที่ไม่เหมาะสม(2/2)

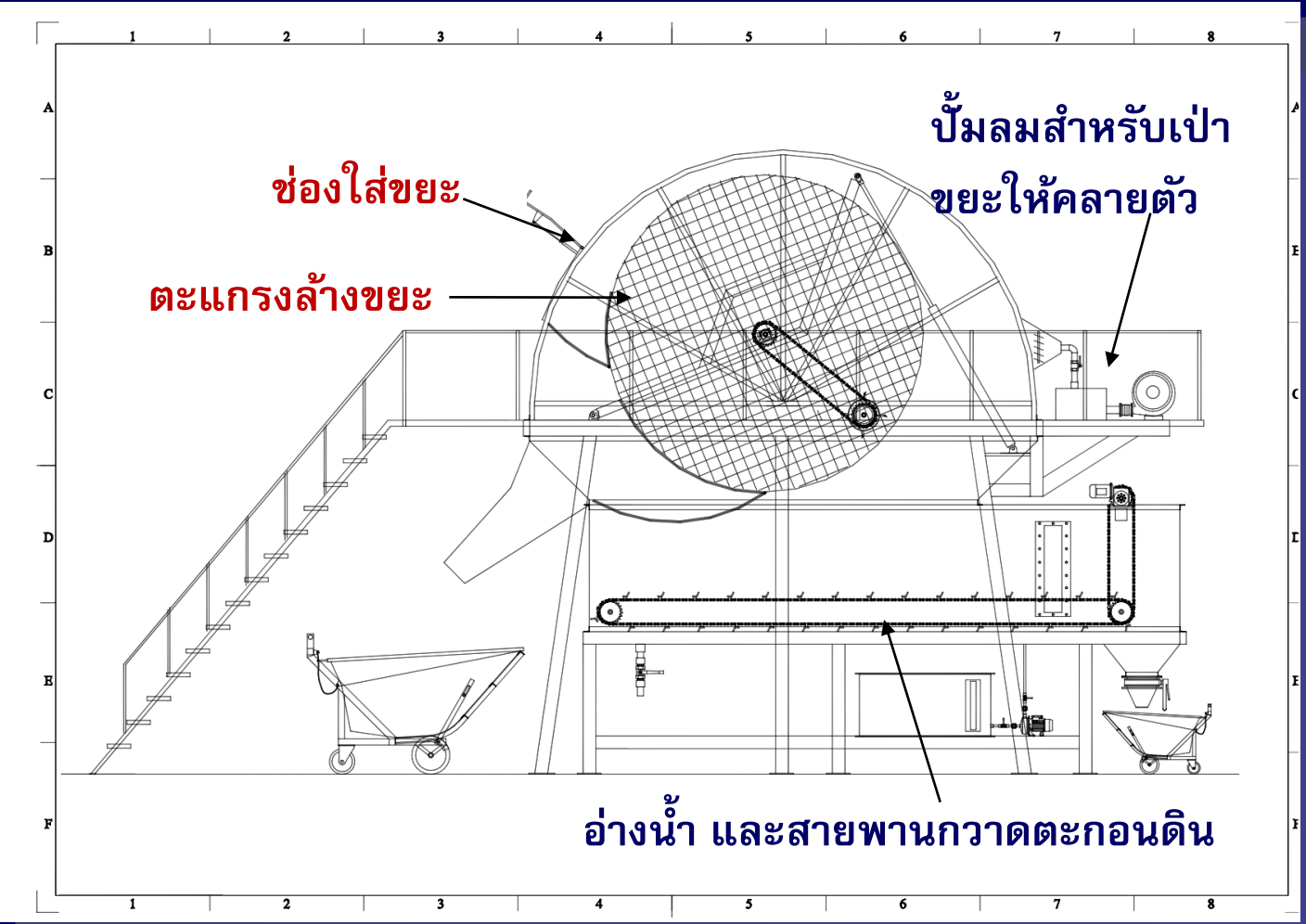
การล้าง ลดขนาด และอบแห้งขยะพลาสติก(1/3)

❸ เครื่องล้างขยะแบบปั่นเหวี่ยง

- เป็นเครื่องล้างขยะพลาสติกโดยใช้น้ำและตะแกรงทรงกระบอกหมุนรอบตัวเอง
- ใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า และปั้มลมเพื่อช่วยให้ขยะคลายตัว
- มีระบบสายพานที่ติดครีบสำหรับกวาดตะกอนดินและสิ่งโสโครกจากบ่อล้าง
- ระบบยกตะแกรงเพื่อยกตะแกรงขึ้นสำหรับสลัดน้ำจากพลาสติก



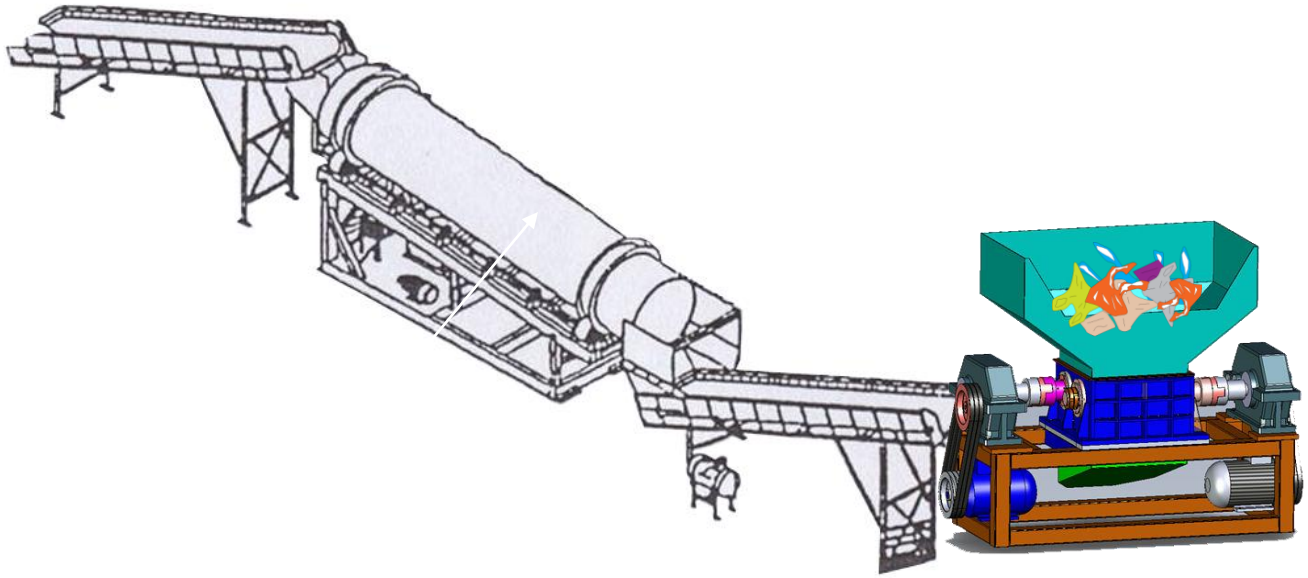
การล้าง ลดขนาด และอบแห้งขยะพลาสติก(2/3)



การล้าง ลดขนาด และอบแห้งขยะพลาสติก(3/3)

4 / 5

เครื่องลดขนาดและเครื่องอบไล่ความชื้น



ยเพื่อลดขนาด

ำเครื่องไพโรไลซีส

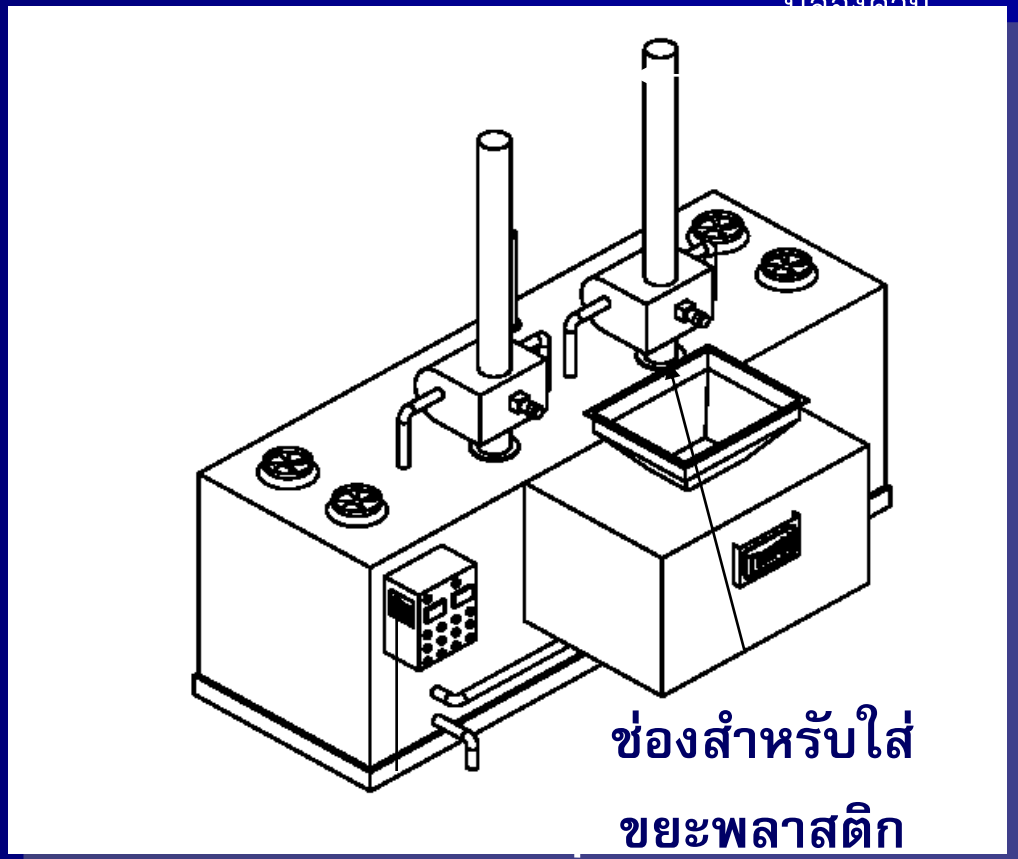
งเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ

ดขนาด

เครื่องแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

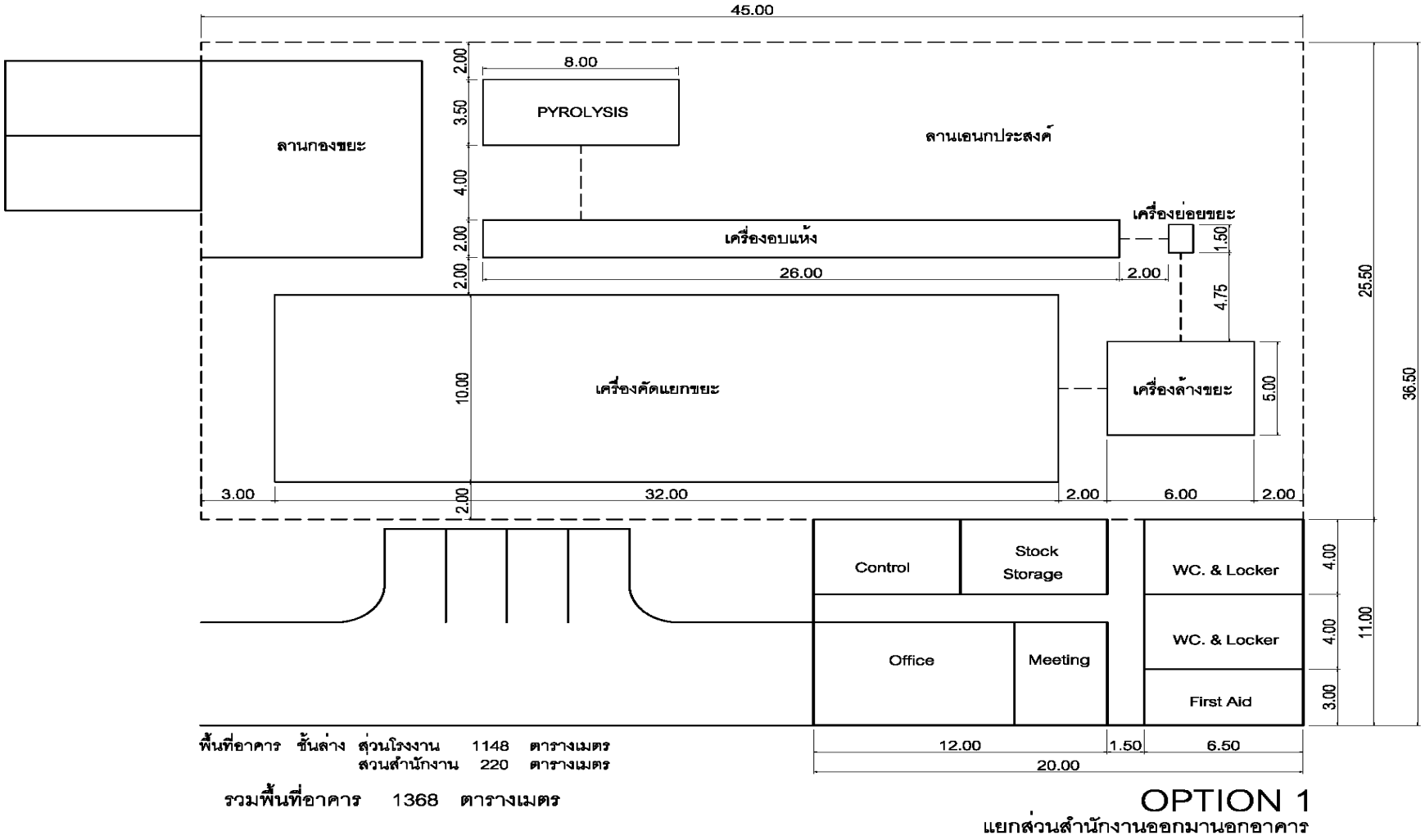
⑥ เครื่องแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน (pyrolyser)

- กำลังการป้อนพลาสติก 6 ตัน/วัน
- ประสิทธิภาพการผลิตน้ำมัน ร้อยละ 60 หรือ 600 ลิตร/ตันขยะพลาสติก
- ทำงานในระบบต่อเนื่อง



อาคารและสำนักงาน

- อาคารสำหรับวางเครื่องจักร และห้องสำนักงาน



น้ำมันเชื้อเพลิงจากไพโรไลซีส

- น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ มีส่วนผสมของเบนซีนและดีเซล ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงกับเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อการเกษตร โดยสามารถผสมกันระหว่างน้ำมันไพโรไลซีสกับดีเซลในอัตราส่วนไม่น้อยกว่า 20%

- การผลิตในปริมาณมากสามารถขายในระดับราคาอ้างอิงกับราคาน้ำมันดิบให้กับโรงกลั่นน้ำมัน

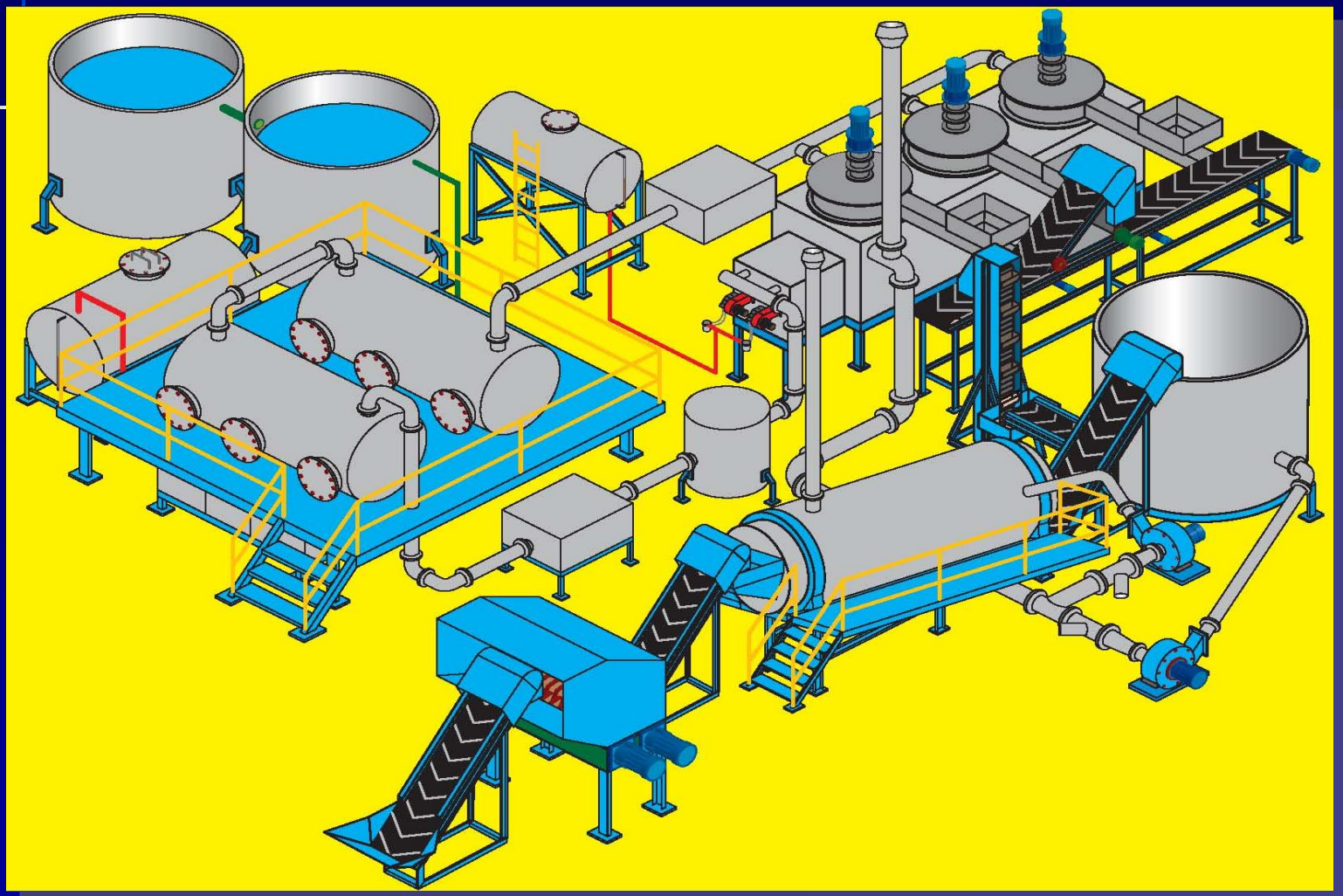
เครื่องผลิตน้ำมัน/ไฟฟ้าจากขยะพลาสติกและชีวมวล

(Pyrolysis/Gasification System)

เครื่องผลิตน้ำมัน/ไฟฟ้าจากขยะพลาสติกและชีวมวล (Pyrolysis/Gasification System)

เครื่องผลิตน้ำมัน/ไฟฟ้าจากขยะพลาสติกและชีวมวล (Pyrolysis/Gasification System)

การผลิต เครื่องแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



การผลิต เครื่องแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การผลิต เครื่องแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การผลิต เครื่องแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ผลผลิต

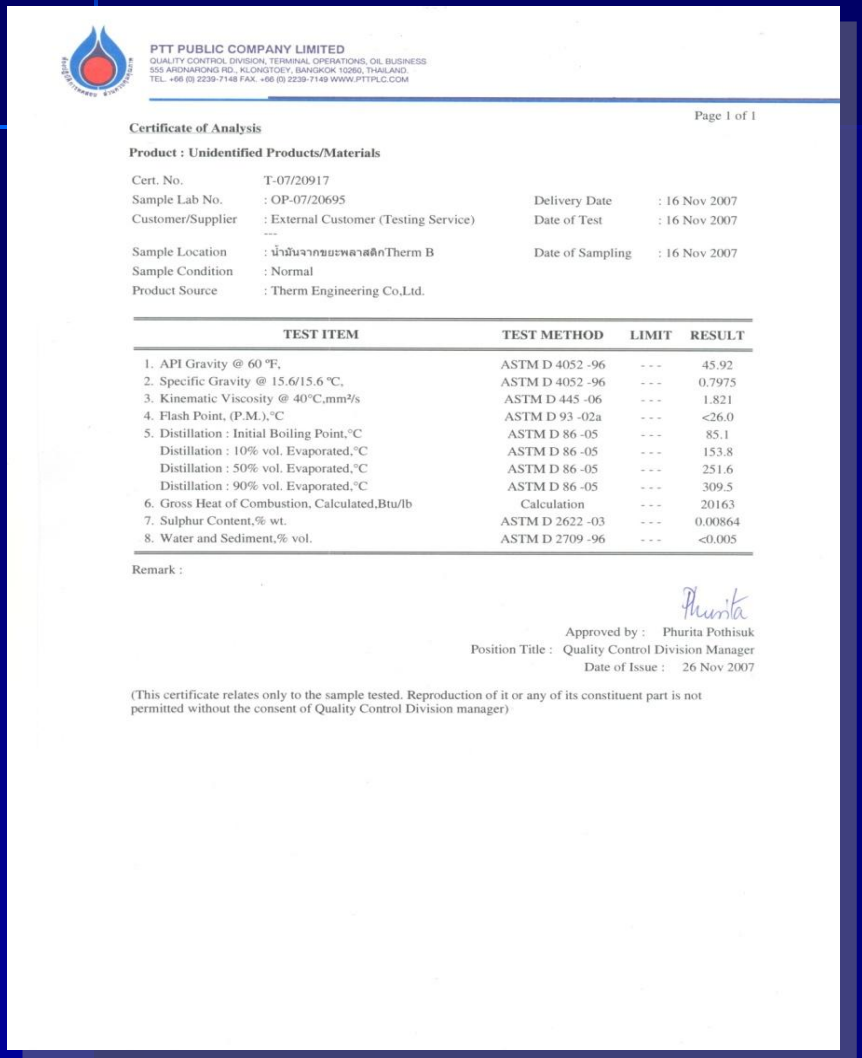
- ผลผลิตประกอบด้วย
  - Gasoline
  - Diesel
  - Premium bunker oil

- **สามารถปรับแต่งเครื่องให้ผลิตผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาดได้**
- **ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต**
- **ใช้ E-Catalyzer เฉพาะของบริษัทฯ เป็นตัวเร่งผลผลิต**

ผลผลิต ทางออกการแก้ไขปัญหาพลังงานและสิ่งแวดล้อม

- ให้ผลผลิตมาก
- ระยะเวลาคืนทุนและการบำรุงรักษาต่ำ
- มุ่งสรรหาแหล่งฝังกลบที่มีปัญหา เพื่อแบ่งเบาภาระของการจัดการขยะให้กับภาครัฐ
- ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ผลผลิตเป็นที่ต้องการของตลาด
- แก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์ของประเทศ

ผลการทดสอบน้ำมันจากห้องทดสอบ ปตท.



PTT PUBLIC COMPANY LIMITED
QUALITY CONTROL DIVISION, TERMINAL OPERATIONS, OIL BUSINESS
555 ARDNARONG RD., KLONGTOEY, BANGKOK 10260, THAILAND.
TEL. +66 (0) 2239-7148 FAX. +66 (0) 2239-7149 WWW.PTTPLC.COM

Page 1 of 1

Certificate of Analysis

Product : Unidentified Products/Materials

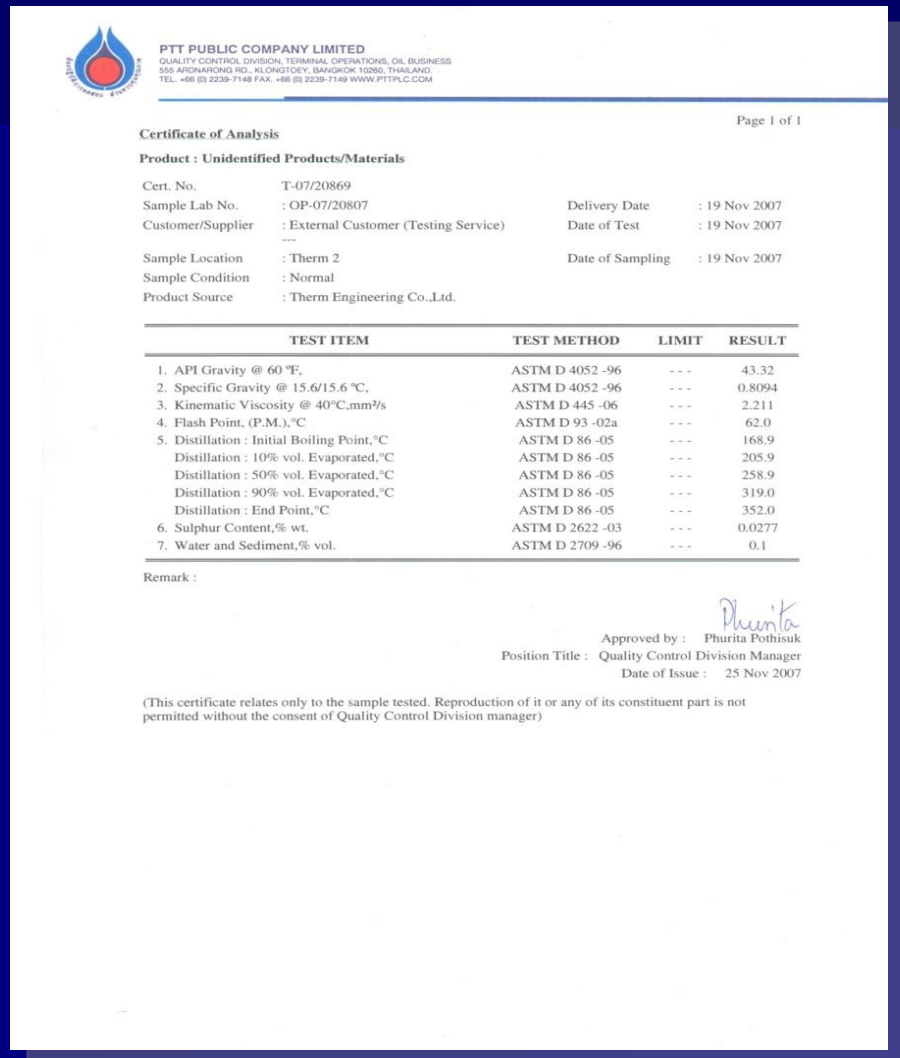
Cert. No.	T-07/20917		
Sample Lab No.	: OP-07/20695	Delivery Date	: 16 Nov 2007
Customer/Supplier	: External Customer (Testing Service)	Date of Test	: 16 Nov 2007
Sample Location	: น้ำมันจากขยะพลาสติกTherm B	Date of Sampling	: 16 Nov 2007
Sample Condition	: Normal		
Product Source	: Therm Engineering Co,Ltd.		

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
1. API Gravity @ 60 °F,	ASTM D 4052 -96	- - -	45.92
2. Specific Gravity @ 15.6/15.6 °C,	ASTM D 4052 -96	- - -	0.7975
3. Kinematic Viscosity @ 40°C,mm²/s	ASTM D 445 -06	- - -	1.821
4. Flash Point, (P.M.),°C	ASTM D 93 -02a	- - -	<26.0
5. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -05	- - -	85.1
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	153.8
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	251.6
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	309.5
6. Gross Heat of Combustion, Calculated,Btu/lb	Calculation	- - -	20163
7. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -03	- - -	0.00864
8. Water and Sediment,% vol.	ASTM D 2709 -96	- - -	<0.005

Remark :

Approved by : Phurita Pothisuk
Position Title : Quality Control Division Manager
Date of Issue : 26 Nov 2007

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)



PTT PUBLIC COMPANY LIMITED
QUALITY CONTROL DIVISION, TERMINAL OPERATIONS, OIL BUSINESS
555 ARDNARONG RD., KLONGTOEY, BANGKOK 10260, THAILAND.
TEL. +66 (0) 2239-7148 FAX. +66 (0) 2239-7149 WWW.PTTPLC.COM

Page 1 of 1

Certificate of Analysis

Product : Unidentified Products/Materials

Cert. No.	T-07/20869		
Sample Lab No.	: OP-07/20807	Delivery Date	: 19 Nov 2007
Customer/Supplier	: External Customer (Testing Service)	Date of Test	: 19 Nov 2007
Sample Location	: Therm 2	Date of Sampling	: 19 Nov 2007
Sample Condition	: Normal		
Product Source	: Therm Engineering Co.,Ltd.		

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
1. API Gravity @ 60 °F,	ASTM D 4052 -96	- - -	43.32
2. Specific Gravity @ 15.6/15.6 °C,	ASTM D 4052 -96	- - -	0.8094
3. Kinematic Viscosity @ 40°C,mm²/s	ASTM D 445 -06	- - -	2.211
4. Flash Point, (P.M.),°C	ASTM D 93 -02a	- - -	62.0
5. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -05	- - -	168.9
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	205.9
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	258.9
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -05	- - -	319.0
Distillation : End Point,°C	ASTM D 86 -05	- - -	352.0
6. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -03	- - -	0.0277
7. Water and Sediment,% vol.	ASTM D 2709 -96	- - -	0.1

Remark :

Approved by : Phurita Pothisuk
Position Title : Quality Control Division Manager
Date of Issue : 25 Nov 2007

(This certificate relates only to the sample tested. Reproduction of it or any of its constituent part is not permitted without the consent of Quality Control Division manager)

รางวัล 10 สุดยอดนวัตกรรม ประจำปี 2550

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

"พร้อมมาก พี.จี."...พลังงานสะอาดจากขยะพลาสติก
โดย บริษัท พร้อมมาก จำกัด

ได้รับคัดเลือกเป็น อันดับที่ ๗
๑๐ สุดยอดธุรกิจนวัตกรรม ประจำปี ๒๕๕๐
Top Ten Innovative Business 2007

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๐ ธันวาคม พุทธศักราช ๒๕๕๐

(ดร. สุจินดา โชติพานิช)
ประธานกรรมการนวัตกรรมแห่งชาติ
และปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

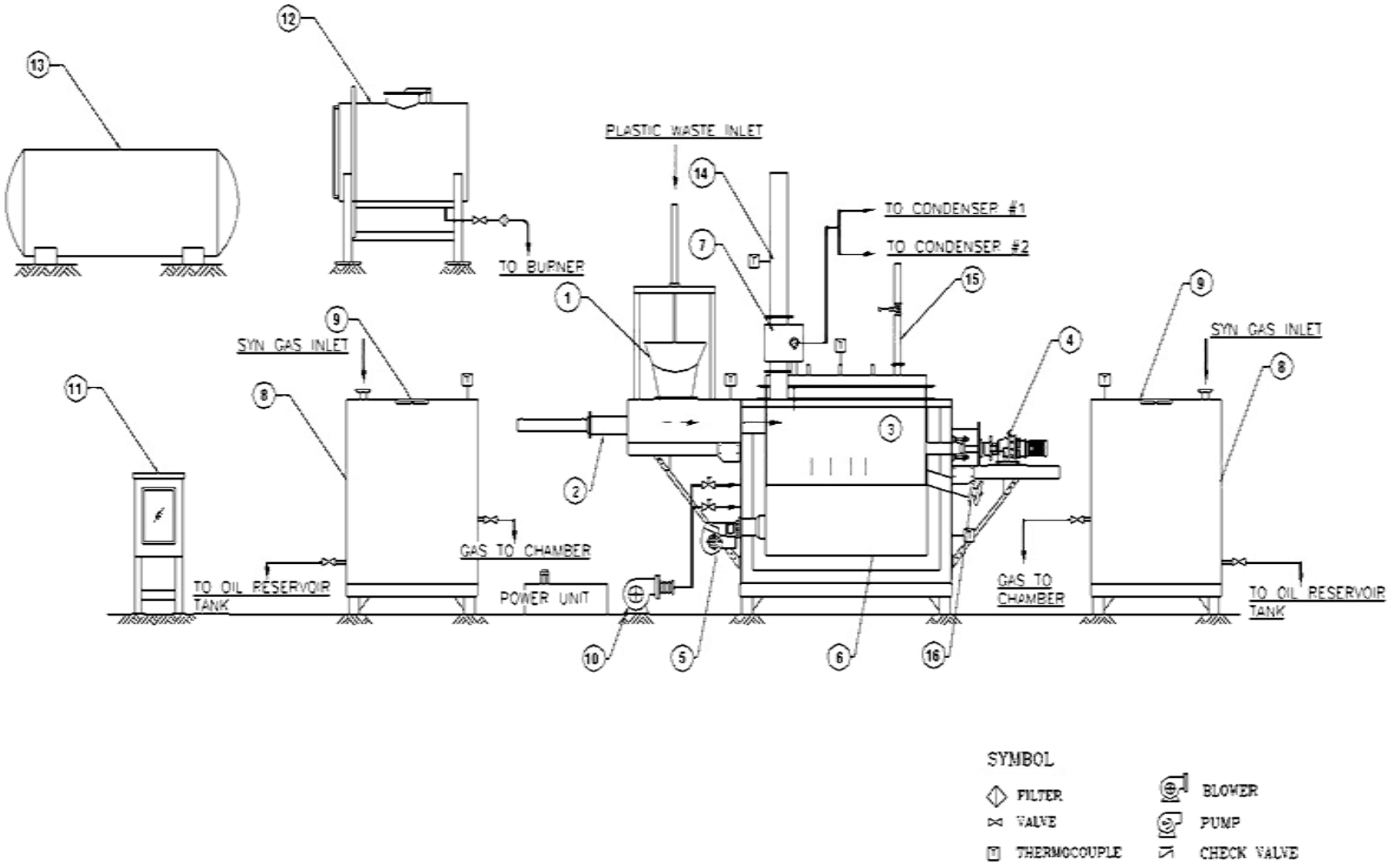
(นายศุภชัย หล่อโลหการ)
ผู้อำนวยการ
สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ

เครื่องผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก

คุณลักษณะของเครื่อง

เตาปฏิกรณ์ในการแปลงสภาพขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ความสามารถของเครื่องจักรไม่ต่ำกว่า 1 ตันต่อวัน มีช่องป้อนขยะได้ตามต้องการอย่างต่อเนื่องสามารถแปลงพลาสติกเป็นน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 60 % โดยน้ำหนักและน้ำมันที่ได้ต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้

ภาพอธิบายการผลิต



ส่วนประกอบเครื่อง (1)

ชุดป้อนขยะพลาสติก

ส่วนประกอบเครื่อง (1)

ชุดต้นกำลังเครื่องป้อนขยพลาสติก

ส่วนประกอบเครื่อง (2)

ถังปฏิกรณ์

ส่วนประกอบเครื่อง (3)

ชุดคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ

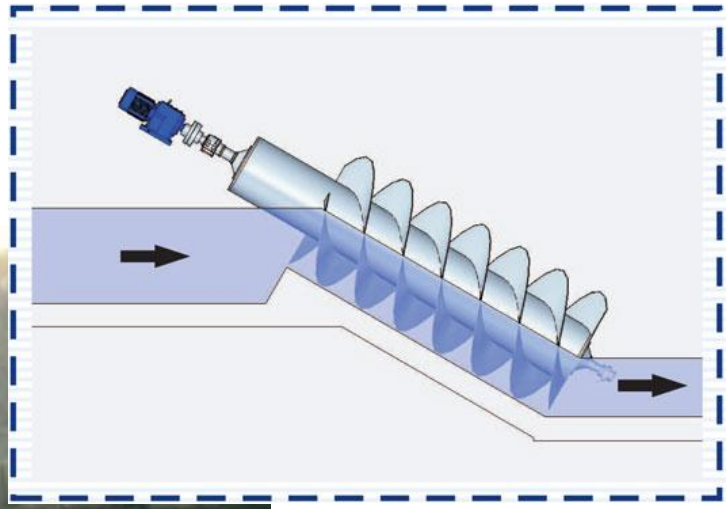
ส่วนประกอบเครื่อง (4)

หัวเผาใช้น้ำมันจากขยะพลาสติก

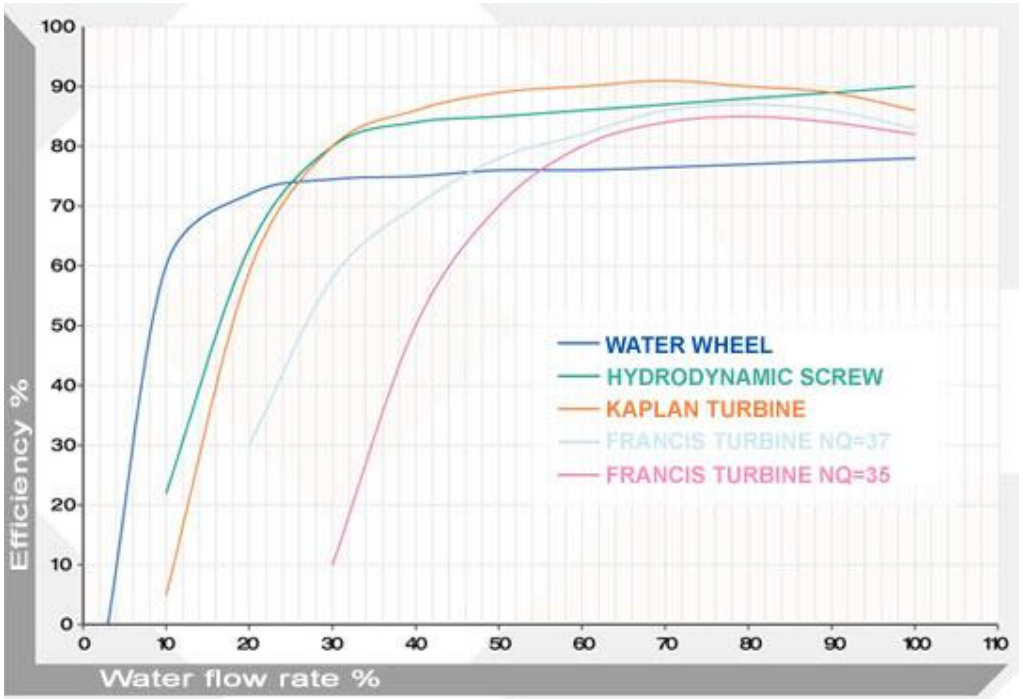
ผลิตภัณฑ์ที่ได้

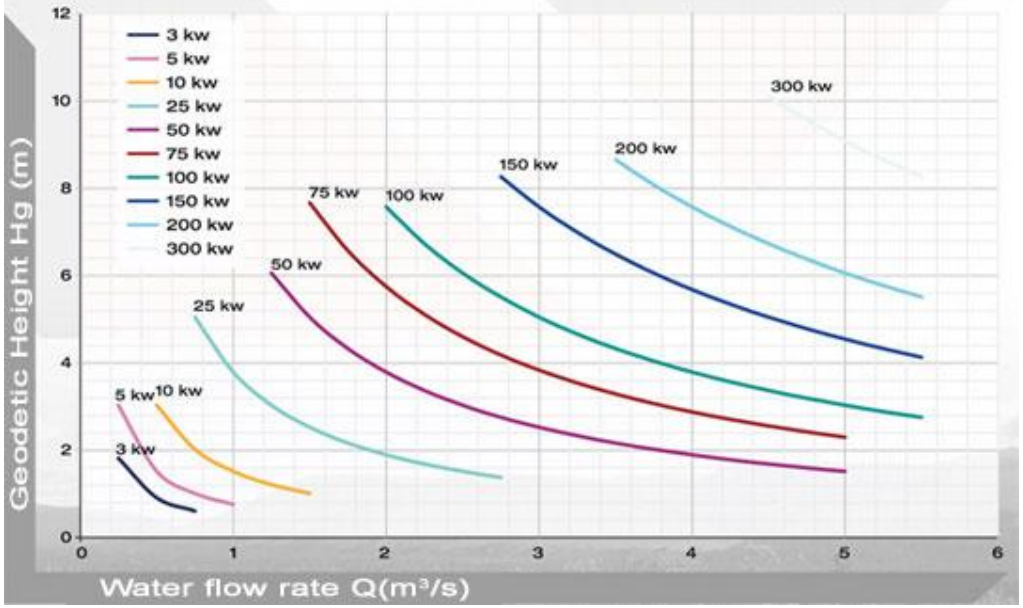
ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากกระบวนการ คือ **น้ำมัน**

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสกรูอาคีเมดีส



แผนภูมิเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องจักรพลังน้ำแบบต่าง ๆ





Q & A

สวัสดี