

## **Attachment IX**

### **Report on Workshop on Capacity Building on Accounting and Utilizing GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Thailand**

**Held on 25-27 January 2012 at Bangkok, Thailand**



**Organized by**

**Institute for Global Environmental Strategies (IGES)  
Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT)  
Pollution Control Department (PCD)**

# Attachment IX

## Report on

### **Workshop on Capacity Building on Accounting and Utilizing GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Thailand**

#### **Part 1 Introduction**

Municipal solid waste in tropical country contains large portion of organic components. In some area the organic components of waste could be as high as 70 percent. Improper management of organic waste can further lead to other environmental and sanitary problems. As Thailand is located in tropical climate, organic waste can easily be decomposed and by products can also create benefit and act as incentive in organic waste management.

In addition to the economic incentive from proper organic waste management, one additional benefit that has been overlooked by most of Thai local authorities is the benefit in Greenhouse Gases (GHGs) emission reductions. When organic components were used to produce compost or convert into energy (i.e. methane gas, and heat) it can reduce the quantity of waste entering final disposal site, and thus, reduce GHG emission from landfill sites.

One major obstacle in understanding the role of different technologies that can be employed in organic waste management in GHG emission reduction is the fact local authorities may not able to calculate GHG emission from different technologies.

Institute for Global Environmental Strategies (IGES) together with Pollution control Department and Sirindhorn International Institute of Technology, therefore, have organized the workshop on Capacity Building on Accounting and Utilising GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Thailand in order to disseminate the relevant of waste management and climate change as well as to promote the utilization of urban solid waste for food and energy security and climate protection benefits.

#### **Part 2 Summary of the workshop**

The Workshop on Capacity Building on Accounting and Utilizing GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Thailand was held during 25<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup> of January 2012 at the Twin Towers Hotel, Bangkok, Thailand. The agenda of the workshop can be found in **Appendix 1**.

On the 25<sup>th</sup> of January, the agenda started with an opening ceremony held by Dr. Daisuke Sano(IGES), Ms. Sunee Piyapanpong (PCD) and Dr. Alice Sharp (SIIT) have given a warm welcome and regards to all attendances of this meeting. All speakers also emphasized the importance of organic waste management and the relationship between technology employed in waste management and the reduction of GHG emission.

After the opening ceremony, the meeting was organized into four sessions. Session one emphasized on the National policy and plan for organic waste management: co-benefits on climate change mitigation, food and energy security. Speakers in this session were from government offices responsible in drafting and implementing national policy and plan for organic waste in Thailand.

Session two was aimed to present the relationship between solid waste management and climate change. Session three was the lesson learnt from different countries including Indonesia, Cambodia, Lao PDR and Japan while Session four was on different kinds of technology employed locally. Technologies covered in both sections were such as decentralized composting, centralized composting, anaerobic digestion, and integrated waste management.

The second day, January 26<sup>th</sup>, 2012, participants visited the integrated solid waste management program at Muangklang municipality in Rayong Province.

On the last day of the workshop, participants were grouped according to their regions to work on the group exercise on solid waste management and try to calculate greenhouse gas emissions from the case studies.

In terms of participants, there were 115 participants from local authorities, government offices including academia and staff from Pollution Control Department. Lists of speakers and participants were shown in **Appendix 2** and **Appendix 3** respectively.

### **Part 3 Summary of presentations**

All presentations files can be found in **Appendix 4**, while photos of the workshop are shown in **Appendix 5**.

#### **January 25<sup>th</sup> Session 1**

##### **1. Policy on Solid Waste Management by Mr. Rangsan Pinthong**

Solid wastes compose of mainly of 64% organic wastes followed up by 30% of recycled wastes. 82% of recycled wastes and organic wastes were used for recycling while half of all the wastes were done in an appropriate procedure. Several policies were proposed on solid waste management such as promoting the Reduce Reuse Recycle (3Rs) strategy, integrated technologies,

clustering and cooperation between private and governmental organizations. The 3Rs strategy consists of several procedures; Resource efficiency, sustainable consumption, increasing the efficiency in waste reduction and waste utilization and the treatment and disposal of waste with an appropriate technology. Resource efficiency covers the processes in the production of product materials that are friendly towards the environment and reduce and preventing the occurrence of wastes. Sustainable consumption can provide in supporting a better recycling procedure of used products, reduce the use of dangerous and hard to manage materials in production and encourages the public to sort out different types of waste after consumption. The increase in waste reduction's efficiency and waste utilization supports in sorting out organic wastes based from its origin and promoting the uses of organic waste management such as creating a waste bank. Treatment and disposal of waste with appropriate technology includes the development in an appropriate waste management databases. Factors in succeeding involves in technical and financial factors, capacity building, appropriate guidelines and motivations.

Question and Answer:

Dr. Pisanu Toochinda asked on the idea of Mr Rangsan on how to effectively raise the awareness of local people in order to have successful 3Rs Policy. Mr. Rangsan suggested the awareness raising in all levels in society, starting from family, school, university and in general society.

**2. Policies in Organic Waste Management for the Benefits of Health, Environment, Food and Energy by Ms. Pisamai Satianyanont**

This presentation proposes an alternative energy development plan (AEDP: 2012 -2021) and the waste management strategy for energy production. AEDP consists of the development towards low carbon society that aims for the uses of renewable energy at 25 percent of overall energy consumption by year 2021. Two main factors were discussed along with the plan; cost in research and development and support between the private and governmental organizations. Investments also depend on the existing amount of waste produced. Strategies in waste management for energy production involve small scales of biogas production from organic waste from schools, markets and municipality. Energy produced from municipal waste can be categorized based on their waste generation. As for municipality that produces less than 5 tons of waste per day and municipalities with 5-50 tons of waste per day. The system includes biogas production unit and Refuse derived fuel unit.

### Question and Answer:

Dr. Premakumara asked question on the target waste to energy project. As the AEDP plans to use 25% of energy required by 2021 from renewable source, how municipal solid waste can contribute to this target. The answer was that within this target 160 MW is expected to come from municipal solid waste. As of 2012 there are 25 MW of electricity produced from the conversion of solid waste to energy.

One participant was asking on type of technology that can convert Biogas to electricity. Ms. Pisamai answer was on that so far the gas obtained from pilot project is mainly for household and community consumption in substitute for LPG, the conversion of biogas to electricity may need technology such as gas turbine.

Participant was asking the question concerning constrains on implementation of biogas pilot project. Ms. Pisamai answered that the obstacles are varies depending on size and location of project. For example in biogas from school waste, some schools could not get sufficient amount of waste to feed the system as a result of school policy that encourage student to eat all their foods, therefore quantity of organic waste is low.

Another question was on the security measure of the pilot project as the implementation in school may have increase the risk of accident. Ms. Pisamai answered that the school project normally have specific area for the biogas tank and the students were trained to operate the system under close supervision from teacher at the school.

### **3. Waste Management Project to Prevent Global Warming by Mr. Sorot Saelim; Land Development Department**

Procedures of compost tea production using the accelerator called PD2 invented by Land Development Department and also the use of another accelerator PD6 in waste water treatment to reducing odour were introduced. Wastes are distinguished into two categories; a waste that are easily degraded which are plants' parts and wastes that are hard to decompose which are meats and food scraps. Easily degraded wastes are incubated for 7 to 10 days while the other takes 20 to 30 days to decompose. Processes of creating a complete compost tea has to be considered by the following conditions; Growth of microbes have to be maintained at a low rate, less odours of alcohol and more sourness, no carbon dioxide gases are present and has an pH value of 3-4.

## **January 25<sup>th</sup> Session 2**

### **1. Guidelines in Supporting Organic Waste's Benefits by Dr. Alice Sharp**

This guideline proposes suggestions in supporting organic waste's benefits. The objective of the guidelines is in lowering the quantity of waste entering the final disposal site through various organic waste treatment technologies. The reduction of municipal solid waste can be done by increasing the efficiency of waste separation at source along with better performance of organizing waste management. Policies in waste management include the 3Rs Strategy and expected results in decreasing wastes along with the current statistics of wastes in every parts of Thailand were presented. Technologies in organic waste treatment include the production of compost, biogas production from anaerobic digester, Bio-digester, Mechanical-Biological treatment for mixed wastes, Biogas recovery from landfill were used as example of practices in Thailand. Comments and suggestions to improve the guidelines were welcome.

### **2. Integrated Solid Waste Management and Climate Change Mitigation in Thailand by Dr. Janya SANG-ARUN and Nirmala Menikpura**

This presentation covers a general background on Greenhouse Gas (GHG) emissions from waste management and the evaluations of GHG emissions from selected municipalities in Thailand. Major areas of GHG emissions from solid waste management come from two main sectors; waste sector and non-waste sector. Methane gas emissions from landfills/open dumping of organic waste, carbon dioxide emissions from burning of fossil-derived waste and nitrous oxide emissions from combustion and composting existed within the waste sector. Non-waste sectors include GHG emissions from combustion of fossil fuel, grid electricity production and agricultural wastes. Selected municipalities in Thailand were used for case studies on GHG emissions as a tool for evaluation. Evaluation comprises of waste, energy, industrial and agriculture sectors. Suggestions of GHS emission reduction involves in avoiding the disposal of organic wastes in landfill, change of fuel types from diesel to NGV, and shortening transportation distance. Suggestions for the Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) were discussed on the current situation of aligning solid waste sectors in Thailand with the draft law on the 3Rs and promoting the implementation of local initiatives and application of local wisdom in parallel with import of appropriate technology.

**3. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions and Other Impacts from Recycling Activities: A Case Study in Thailand by Nirmala Menikpura**

Municipal Solid Waste (MSW) Management of Thailand indicated that volumes of garbage in Thailand were created approximately 41,410 tons per day. Only 23 percent of generated waste is separated and sent to the recycling centre while the remaining fraction is disposed at open dumps and non-engineered landfills. As a result, the promotion of recycling activities in Thailand is crucial in order to minimize the severity of waste problems. Processes in recycling activities required a significant amount of energy and materials which results in environmental impacts. A case study on the effects of recycling was held in the Nonthaburi municipality in order to evaluate the implications of recycling activities on its sustainability. The LCA framework was used as the basic tool to evaluate the environmental economic and social impacts. Data collection involves in basic data on material and energy consumptions, costs and revenues, employment opportunities from various sorting plants and recycling facilities in Thailand. Composition of the recyclable mix and material recovery rate of the different materials are important factors to assess the amount of materials that can be recovered from recycling. GHG emissions from virgin production are significantly higher than recycling except plastics recycling. Contributions of recycling on saving natural resources are remarkable compared with extraction of virgin materials.

**Question and Answer:**

Participants asked Dr. Nirmala for the reason to select Nonthaburi municipality as a case study and can the number presented be used to compare with other municipalities. Dr. Nirmala answered that Nonthaburi city municipality was selected based on the availability of data. The collection of data on recycle activity in Nonthaburi has been carried out for a long time and the data set is completed. On the issue of comparison with other municipality, it may be too early at this stage to use this data as a basis for other municipalities as local conditions may be different.

**January 25<sup>th</sup> Session 3**

**1. Decentralized Composting in Municipal Solid Waste Management by Dr. D.G.J.Premakumara**

Developing cities in Asia are facing tremendous challenge in disposing solid waste in an environmental friendly manner since most common disposal method disposes waste in an unsafe manner. These practices could lead to a major environmental and health impacts on local residents, release GHG to atmosphere and discourages efficient uses of resources. Estimates show that over

half of the waste generated is organic and easily can be composted but have not been utilized effectively. In decentralized composting, waste is composted near its source using appropriate technology such as small-scale, labour intensive, locally acceptable and economically affordable. Compared with centralized composting, decentralized composting provides simple technology, low cost and provides a number of jobs while centralized composting is highly technical, high cost and highly mechanized with mostly based on sale purposes. Case studies taken place in Surabaya indicates that SWM has become a serious environmental issue where the total waste generation was 1,800 tons per day in 2004 and the city's waste collection coverage only 70%. The rest is left within the streets, ditches and open spaces. Development of SWM strategy based on the success of the model community under the strong political support of the Mayor by promoting decentralized composting. Given in smaller size and location, decentralized composting is more flexible in management and operation and can adapt to changes better in local needs and requirements.

## **2. Centralized Composting by Mr. Chau Kim Heng**

The purpose of centralized composting is to prevent complicate decentralized composting policy, reduce conflicts on land issues and provide source separation on wastes. Open windrow turned composting consists of the following procedures; waste separation, pile-up compost heap, composting, maturing compost, screening and bagging. During waste separation, employees manually separate wastes until every waste is fully organized in order to pile up compost heap. Compost process is initiated after waste separation, processing at approximately 4 to 6 months with the optimal temperature of 65 to 70 Celsius and 65 percent of water content. Screening compost has to contain organic matter and other nutrients, free of unwanted materials such as plastic, rubber, metal, glass and stones and moisture level should be less than 45 percent. Current obstacles involving centralized composing are the lack of responsibility in certain tasks. Source separation in non-compostable waste consumes a large amount of time and stakeholders do not feel responsible for the delivery of organic waste to the compost facility. Organic waste is often mixed with hazardous waste due to the unawareness of people. Possible solutions include constant communication between waste collectors and the local government by sending reports and provide feedback. Promotion in compost marketing by demonstrating its use and benefits could also greatly help the support in centralized composting waste management.

### Questions and answers for first and second speakers on compost

The question and answer session for the first two presenter was combined as the topics are related. Participant from Khon Khean Municipality asked on the raw materials used in compost



project in both cities whether it includes food waste or other components such as leaves and branches. The answer for Surabaya case is those raw materials come from separated household organic waste as for the case of Cambodia, the raw material is mainly from market waste.

The second question was on the ownership right for the land. For Surabaya case the land used in the project is an area set aside at the common area of the community. In case of Cambodia it is the land owned by local government at the centralized composting facility is also located at the city landfill site. In some cities the lands belong to private sector who has got the permission to operate waste collection, transportation and disposal.

In term of measures that will promote the production of compost, Surabaya use tax system that will be add to water bill or electricity bill and send to the government.

For Cambodia case study, waste collection and transportation was done by the local authority at the beginning. However, the operation failed due to financial and human resource constrains, therefore, the responsibility is commissioned to private sector.

Another participant was asking for measures to convince farmers to use compost instead of chemical fertilizers. In most countries in South East Asian Region, government provide subsidy to chemical fertilizer to help farmers reducing their cost of production and it is difficult to convince farmers to change from chemical fertilizer to compost. The answer from both cities is that the authority should have started their own farm to be used as case study and show to farmers that compost does give high productivity. Another measure is to have contracted farm to use compost in comparison with chemical fertilizer and compare productivity.

### **3. Organic Waste Utilization for Energy in Laos by Assoc. Prof. Korakanh Pasomsouk**

Most developing countries are facing the problem of MSW disposal due to lack of budget and human resources. In parallel with the population and economic growth, the quantity of solid waste increases gradually each year. It is found that open dumping and burning are commonly used as the method of disposal MSW. Organic waste such as food, vegetable, fruits, etc. contaminates other wastes within the landfill where open dumping disposal is used. Human activities are releasing greenhouse gases (GHG) into the atmosphere which is likely to have a significant impact on the global environment, economy and society. Laos is having the industrial pollution at the early stages. Currently, many people in rural areas are moving into the city for employments. Most people continue to use the traditional methods in disposing daily wastes; burning, dumping waste outside of the surrounding area and throwing it into a nearby river or swamp. Municipal solid waste

contains about 75 percent of organic material which can be converted to a useful energy. The 3Rs practice could provide in reducing the amount of MSW. Biogas generation pilot program consists of creating energy based from food remains to preserve energy usage. Thermal processes suggest the use of a more efficient stove technology and the use of dry, compact biomass fuel such as wood. Creation of fuel briquettes benefit in less usage of firewood and charcoal, time and money saving, energies from the waste are recovered and are able to provide profit in selling.

#### **4. Treating Greenhouse Gases Reduction in an Appropriate Manner and the Benefits of Plastic Wastes by Prof. Yoichi Kodera**

Plastic waste is one of the types that include a significant portion of the total municipal solid wastes. Production of plastic waste comes from crude oil which is distilled in order to create polymers and resins, creating 8.4 tons per cycle. In Japan, plastic wastes are produced at 9 million tons per year, having the share of both the municipality and the industry. 17 percent of the plastic waste is able to be recycled for machinery and 13 percent for consumer products. Wastes based from kitchenware that is recyclable are distinguished into two types; flammable (food remains, wood and papers) and resourceful materials (plastics). Challenges in waste management include the conversion of food scraps into fertilizers, recycled papers and plastics into plastic resins and fuel. Benefits of recycling plastic wastes can be converted into plastic resin which is one of the clean development mechanism approved by the UN and uses for energy consumption based on certain types of plastics which is cleaner than coals or fuels. Plastic resins are created by grinding plastic wastes, cleaned and converted into pellets. As a result, these recycle materials can be reconstructed as a house decoration or vehicle parts. Production of fuels based on plastic wastes is executed by drying and then grind into pellets at 200 degrees Celsius.

#### **Question and Answer:**

The first question was on the measures to promote waste separation in Japan as This normally throw away waste as mixed waste especially in urban area. Dr. Koder answered that waste separation campaign in Japan has started for more than 30 years and there are measures for household that do not separate waste such as social sanction if household does not separate waste or waste collector will not collect waste that have not been separated. The community also take turn in cleaning the community's waste collection area, therefore every household tend to be more responsible for their own activity.

The second question for Dr. Koder was on the efficiency of incinerators in Japan, whether there is a plan for energy recovery with the incineration system and how does Japan deal with air

emission such as dioxin and SO<sub>x</sub>. Dr. Kodera answer that energy recovery is not possible because of the scale of the incinerator. Most incinerators in Japan are of medium size, planned to burn not more than 300 Tons of waste per day, heat generation from such incinerator is only 10-15%. To increase heat generation, more waste should be burnt and the incinerator must be of larger scale. The construction of large scale incinerator is expensive and difficult to construct. It has to be in remote area and thus increase the cost of transportation. Therefore it may not be appropriate to do so. On the air emission question, gases are burnt at 120degree Celsius which is also considered as high energy consumption step.

#### **January 25<sup>th</sup> Session 4**

##### **1. Composting by Mrs. Nongnuch Khanchaiyaphum**

Pangkone municipality has started community composting project and the objecting of this presentation is to share lesson learnt from the activity. Materials that require in composting project consist of concrete pipe, shovel, and sieve. Tree branches are placed into the concrete pipe for a significant flow of air. A municipal solid waste which is mainly composed of food scraps are mixed along with the tree branches inside the concrete pipe. Several key factors in composting relies on the flow of air in order to decompose organic wastes faster, temperature at 10 to 55 Celsius, percentage of moisture should be at 40 to 70 and the size of organic matter which smaller in size provides a faster process. Issues that may face during composting are cases of dryness, wetness, worms and odours. Water should be added if the process becomes dry, dried leaves should be added if the materials are too wet, ash water should be added if in cases of worms existing inside and dried leaves should be added if foul odours existed.

##### **2. Integrated Organic Waste Management by Mr, Somchai Jariyachareon**

The Mayor of Muangklang municipality had described the integrated organic waste management system employed at the municipality. The integrated system includes the separation of organic waste from the waste collector trucks; fresh organic wastes were then fed to animals such as pigs, rabbits, and goat for their consumption. The remaining of market waste can be used for vermin-composting, market waste mixed with leaves and branches were used in the production of compost. Remaining of organic waste will be used at the anaerobic digestion (AD) system. Apart from organic waste management, the municipality also managed to convert other waste stream into energy or raw materials for other products. For example, the fat collected from grease trap is used to produce solid fuel, which can be used at the municipality slaughter house. In addition milk

containers were collected to be sent to recycling factory and separate different layers then produce different products.

### **3. Phitsanulok Mechanical Biological Treatment – MBT by Dr. Suthi Hantrakul**

Mixed solid wastes can be separated into five categories; saleable materials, biological, hazardous, infectious and unsorted wastes. Saleable materials and biological wastes can be separated for further uses in recycling and composting biogas. Hazardous wastes are required to be kept in storage to prevent from major impacts on the environment. All hazardous wastes are transported and disposed by a private company. Infectious wastes are highly contagious which is required to be incinerated at all cost. Other unsorted wastes are processed by a mechanical biological treatment (MBT) and is transported for screening and can be used as plastic bags pyrolysis and compost-like substance gasification.

### **4. Benefits in Uses of Gases from Landfills By Mr. Thawatchai Jungmongkolkarn**

This company aims to reduce pollution that spreads throughout the areas of the company location along with the reduction of Greenhouse Gases. Municipal solid wastes could be used to create landfill gas (LFG) to create electricity of Very Small Power Producer (VSPP). Guidelines in electrical energy production from LFG are required to take research in mathematic simulations and databases. Experiment in LFG production covers in measuring gas's quantity and quality. Landfill gas consists of 50 percent of CH<sub>4</sub>, 45 percent of CO<sub>2</sub> and 5 percent of Nitrogen and other inert gases which is one of the greenhouse gas types. Production of landfill gas requires consideration with its components from wastes, quantity of MSW, moisture and landfill management. LFG generation could provide benefits in the uses of fuel cells, liquid methane and the co-generation method.

### **5. Operation of Solid Waste Processing into Energy Fuel by Mrs. Runghapha Tubnonhee**

The total amount of municipal solid wastes within the Warinchumrap municipality contains approximately 24-25 tons per day. Only 20 percent of the wastes are recyclable while 12.5 percent are plastic wastes. Most plastics wastes are grouped in a polyethylene (PE) type and a polypropylene (PP) types. Procedures in processing plastic wastes into light crude oil includes in separation of types of wastes and the process of pyrolysis. Pyrolysis is a thermochemical decomposition of organic material at high temperatures. This process is a part of depolymerization,

using temperature control and catalyst in contrast to the creation of plastics which uses polymerization from natural gas and crude oil. Uncondensed gases result from pyrolysis will be transported back to the heating process after the process of syn-gases condensation while other gases will be transported to an exhaust gas scrubbing process. After the process of pyrolysis, wax and carbon black were created. Crude oils created from pyrolysis has similar properties as a generic crude oil similar to diesel and benzene.

## **6. Municipal Solid Waste Incineration in Phuket**

The incineration facility of Phuket was first constructed in 1998 and finished in 2001 which is further fully administered by the Phuket Municipal. This incineration facility is able to incinerate MSW without the process of separation, incinerating 250 tons of waste per day. Four steps are divided within the process of incineration; waste gathering, waste incineration, pollution control after incineration and the production of electric energy. Vehicles that gather wastes are weighed for recording statistic and wastes are dumped into the transfer station. The process of incineration consists of the uses of diesel fuel at a temperature of 800 Celsius which can continuously incinerate for 5 to 6 months. Maintaining gas flow after the incineration process requires several issues in monitoring. Dust should be filtered before releasing gases and nitrogen Oxide are used in order to let the incineration exceed 1000 Celsius. Currently, the problem within the incineration process is the excess amount of waste being produced. This results in transporting overloaded wastes back into the landfill which the island of Phuket is reaching its landmass limit. Current project by the Phuket Municipal is to convince private organizations to invest in creating addition incineration facility in order to handle the excess amount of waste by the next 15 to 20 years.

**January 26<sup>th</sup>**

### **1. Climate Change Mitigation through Integrated Municipal Solid Waste Management of Muangklang municipality by Janya Sang-arun and Nirmala Menikpura**

Estimation of GHG emissions are measured by analyzing the life cycle approach for evaluation. Waste sectors create methane emission from open dumping and landfill and fossil carbon dioxide emission from incineration. Energy sector creates combustion of fossil fuel along with the consumption of grid electricity. GHG emission was estimated from integrated system considering the effects of individual technologies. Emission reduction was calculated as compared

to sanitary landfill. A total GHG emission from sanitary landfill was calculated at approximately 3,444 tCO<sub>2</sub>eq/year of waste disposed. Keys in maximizing GHG emissions reduction could be done by avoiding landfill of organic waste and increase capacity of waste utilization. A promotion in waste separation at source is crucial by increase organic waste for utilization such as paper, food, leaves and wood. Decentralized waste such as animal feeds, composting and anaerobic digestion should also be promoted to provide utilization. Methane emissions from landfills can be avoided with the application of MBT for mixed waste at the disposal site or an installation of landfill gas recovery system.

## **2. Field trip to Muangklang Municipality**

On January 26<sup>th</sup>, participants were taken to field trip at Muangklang Municipality. The municipality has implemented Integrated waste management concept with the main idea that waste from one process can be used as raw materials or energy in another process. The field trip started with the presentation at the Municipality office in order to provide general overview of municipality waste management activity. Later in the afternoon, participants visited Integrated Solid Waste Management Learning centre, where they were shown the process of waste management. The whole process starts with the separation of waste at the separation line, organic wastes are used to feed animals (i.e. pigs, goat, and rabbits), produce vermin-composting, compost from leaves and branches, and anaerobic digesters. Other types of wastes are sorted for recycle processes.

### **January 27<sup>th</sup>**

#### **Estimation of GHG emissions from Waste Disposal and Treatment by Baasansuren Jamsranjav and Janya Sang-arun**

Typically, solid waste disposal sites (SWDS) are the largest source within the waste sector which the process of disposing and treatment of waste produce GHGs. It is likely that emissions of GHGs from waste disposal and treatment will increase significantly in developing countries. Estimating GHG emissions is an important element to monitor climate actions where estimation is calculated by all emissions/removals of particular gases from given sources from a defined region at a specific period of time. A common methodological approach in estimating GHG emission consist of the activity data (AD) and emission factor (EF). CH<sub>4</sub> Emissions measurement assumes that all potential CH<sub>4</sub> is released in the year of waste disposal. The first order decay (FOD) produces more

accurate estimates of annual emissions which accounts for the fact that emissions will occur over many years. This method requires data for historical disposals of waste.

### **Part 3 Summary and compilation of the group's reports**

On the 27<sup>th</sup> of January, participants were divided into 6 groups to conduct group activity. Each group was required to answer 6 main questions which are

1. Selecting the city that will be used as case study and describe the solid waste management of that city
2. Identify problems in solid waste in each city, then identify 5 major problems out of the list.
3. Calculate GHGs Emission
  - a. Methane form landfill
    - i. Quantity of waste to landfill
    - ii. Depth of landfill
    - iii. Management at the landfill
    - iv. Waste composition
  - b. Methane and nitrous oxide from composting and biogas
    - i. Type of waste (wet or dry)
    - ii. Quantity of waste (Ton)
  - c. Carbon dioxide methane and nitrous oxide from burning
    - i. Quantity of waste
    - ii. Waste composition
4. Identify solid waste management improvement measures with supporting reason.
5. Calculate the new solid waste management measure and compared with point 3.
6. Prepare for presentation.

Result of each group is summarized in Table below. Most groups managed to complete the whole exercise of calculation.

Group No. (Case City)	Waste management situation	Problems identified	Calculation result	Improvement measure	Calculation result	Conclusion
1 (Phitsanulok)	Waste generation 80 T/day Landfill with MBT technology	1 Solid waste from nearby municipalities	13425.6 T/yr of CO <sub>2</sub> ton/y eq.	-	-	Misunderstood of the assignment and did not prepare the improvement measures.
2 (Eastern region)	110 T/d of waste 18 waste collector trucks with GPS	1 collection and transportation of waste 2 waste collection fee is not clear 3 cannot use landfill site (public opposition)	CH <sub>4</sub> 1753.08 T/yr	Biogas production for organic waste and Pyrolysis for plastic wastes	-	Misunderstood of the assignment and did not calculate the emission from new measures.
3 (Central region)	Waste generation: 400 T/day Waste collection 300 T/day Landfill system Disposal fee 150 B/T	1 Local politics 2 Financial constrain 3 Local waste management 4 Awareness of citizens 5 Central government policy	CH <sub>4</sub> 1,610 T/yr (33,810 CO <sub>2</sub> ton/y eq.) CO <sub>2</sub> = None N <sub>2</sub> O = None	Biogas from Food 50% Compost from leaves 10% Recycle from Paper 10% + Plastic 20% Open burning from Textile 5% + Wood 5%	CH <sub>4</sub> 84.9 T/yr (1,782.9 CO <sub>2</sub> T/y eq.) CO <sub>2</sub> 1.95 T/yr N <sub>2</sub> O 2.3 T/yr (713 CO <sub>2</sub> ton/y eq.)	When use new management measure GHG emissions = 2,497.85 CO <sub>2</sub> ton/y eq. Reduced from the original method 31,312.15 CO <sub>2</sub> ton/y eq. (reduced 92.6%)
4 (Amnart Charoen)	Waste 30 tons/day Use landfill system	1 No waste separation 2 No waste data 3 Waste pickers and animal 4 Personnel constrain 5 Limited budget	CH <sub>4</sub> 310 T/yr CO <sub>2</sub> = None N <sub>2</sub> O = None	To landfill 20% of waste Organic wastes used for compost 3504 Tons	CH <sub>4</sub> 224 T/yr CO <sub>2</sub> T/yr N <sub>2</sub> O 1.05 T/yr	When use new management measure GHG emissions = CH <sub>4</sub> 224 ton/y eq. Reduced from the original method CH <sub>4</sub> 310 ton/y eq. (reduced 27.7%)



Group No. (Case City)	Waste management situation	Problems identified	Calculation result	Improvement measure	Calculation result	Conclusion
5 (Bangkok)	Waste 8800 T/day 100% collected Use for compost 1000 T/day and 7800 T/day send to landfill	1 high organic content 2 low recycle rate 3 policy changes after each election	69,195.41 T/yr of CO <sub>2</sub> ton/y eq.	Incinerator and increasing waste to compost production	69,195.48 T/yr of CO <sub>2</sub> ton/y eq.	•Based on the assumption that waste generation will be increased but can maintain the GHG emission
6 (Phuket)	Incineration	1 Incinerator has been used for 4 years has to stop operation quite often  2 Landfill will be full soon  3 Higher cost of operation  4 No waste separation at source	130 t/yr	Additional incinerator For 700T/d capacity	62 T/yr	52% reduction in implementing the new plan

#### Part 4 Summary of comments from participants

At the end of the workshop, evaluation forms were distributed to participants. Forty-eight questionnaires were returned. The questionnaire covers three main parts; ceremony and general management of the workshop, presentation of speakers and content of presentations. The summary of evaluation forms is shown in the Table below. Overall, this workshop has been successfully organized and considered as useful for most participants. The opening ceremony and location was outstanding according to all participants' comments and feedback. All participants that have attended this conference have given full attention to every program. However, many participants have commented that there should be a strict policy in presentation timeline since many presenters tend to stretch their presentation time span ineffectively. As a result, the workshop has been running its schedule very slowly, making participants uncomfortable in their time management. Certain participants have also indicated that English language is also another issue since foreigners find that presentations in Thai are hard to follow. Possible solutions in language issues are to inform every participant in a better preparation of providing an English presentation before the day of the workshop conference.

	Excellent	Very Good	Good	Fair	To be improved	N/A
<b>Ceremony and General Management</b>						
Details of workshop	23%	77%				
Conveying of messages	36%	50%	14%			
Sequence of presentation	18%	72%	5%			5%
Time management	8%	64%	14%	14%		
Workshop arrangement (venue, meals and accommodation)	36%	54%	5%	5%		
<b>Presentation of Speakers</b>						
Easy to understand	36%	55%		9%		
Clarity of information	45%	50%		5%		
Appropriate content can be apply to real implementation	31%	64%		5%		
Time management	9%	59%	18%	9%	5%	
<b>Content of Presentations</b>						
Useful for waste management	45%	41%	14%			
Possibility to implement locally	18%	50%	32%			
Fulfil expectation before joining the workshop	27%	55%	13%			5%

#### Part 5 Follow-up activities

The Pollution Control Department had mentioned the follow-up workshop next year, with the objective to show real implementation of what have been learnt from this workshop. It is expected that municipalities will be able to apply their knowledge from this workshop in real situation and can be the speakers for follow up workshop to share their implementation experiences. However, as the budget for the follow up workshop has not been secured, therefore the workshop has not been confirmed.

## **Appendices**

- Appendix 1 Final agenda
- Appendix 2 List of speakers and contact's details
- Appendix 3 List of participants and contact's details
- Appendix 4 Presentation files
- Appendix 5 Photos from workshop

# Appendix 1

## Agenda

Workshop on Avoiding GHG emissions through MSW management in Thailand

25-27 January 2012

Mingmuang Room, 4<sup>th</sup> floor, The Twin Tower Hotel, Bangkok

---

---

25 January 2012	Sharing experience
8.30-9.00	Registration
9:00-9:30	<b>Welcoming speech and opening ceremony</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● Dr. Diasuke Sano; Director, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Regional Centre in Bangkok: Introductory note</li><li>● Assoc. Prof. Dr. Alice Sharp; Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University : Welcoming speech</li><li>● Ms. Sunee Piyapanpong; Deputy Director General, Pollution control Department: Opening speech</li></ul>
9.30-10.30	<b>Session 1: National policy and plan for organic waste management: co-benefits on climate change mitigation, food and energy security</b> Chair: Dr. Alice Sharp, SIIT <ul style="list-style-type: none"><li>● Mr. Rangsan Pinthong, Director of Hazardous Waste Management Office, PCD</li><li>● Ms. Pisamai Satiyanont, Senior Science Expert, Department of Alternative Energy Development and Efficiency</li><li>● Mr. Sorot Saelim, Senior Agricultural Science Expert, Land Development Department</li></ul>
10.30-10.45	CoffeeBreak
	<b>Session 2: Solid waste management and climate change</b> (presentation 15 min, Q&A 5 min)
10.45-11.10	Promoting utilisation of urban organic waste, Dr. Alice Sharp, SIIT
11.10-11.40	Integrated solid waste management and climate change mitigation in Thailand, Dr. Janya Sang-Arun, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
11.40-12.00	Lifecycle greenhouse gas emissions through recycling activities: a case study in Thailand, Dr. Nirmla Menikpura, Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
12.00-13.15	Lunch
	<b>Session 3: Lesson learnt from aboard</b> (presentation 15 min, brief translation 5 min, Q&A 5 min) Chair: Dr. Alice Sharp, SIIT
13.15	Community composting in Surabaya, Indonesia, Dr. D.G.J. Premakumara
13.40	Urban composting in Cambodia, Mr. Chau Kim Heng (COMPED)
14.05	Study on organic waste management in Laos, Assoc. Prof. Korakanh Pasomsouk
14.30	GHG emission reductions through plastic waste recycling, Dr. Yoichi Kodera (AIST)
14.55-15.10	Break
	<b>Session 4: Domestic experience</b> (15 min presentation, 5 min Q&A) Chair: Dr. Janya Sang-Arun, IGES
15.10	Community based composting, Ms. Nongnuch Khanchaipume, Director of Satitation and Environmental Department, Pangkone Municipality
15.30	Integrated organic waste management, Mr. Somchai Jariyachareon, Mayor of Muang Glang Municipality
15.50	Mechanical Biological Treatment, MD. Suthi Hantrakul, Deputy mayor of Phitsanulok Municipality

16.10	Landfill gas recovery: Rachatewa landfill, Mr. Tawatchai Jungmongkolgam, Pirotsonpong Co.Ltd.
16.30	Waste Incineration, Mr. Bandit Chantawat, Managing director of BTech Mitsu Corporation Co.Ltd.
16.50	Plastic waste pyrolysis to liquid fuel, Ms. Rungnapa Tubnonghee, Director of Sanitation and Environmental Department, Warinchamrap Municipality
17.10	Announcement from organiser
18.00-20.00	Welcome dinner
<b>26 January 2012</b>	<b>Field study: Muang Glang Municipality</b>
7.00	Registration at the hotel lobby
7.15	Departure to Muang Glang Municipality
10.30	Presentation on Muang Glang Integrated Solid Waste Mangement, Mr. Somchai Jariyachareon, Mayor
11:45	GHG emission reduction through the municipal solid waste management of Muang Glang Municipality, Dr. Janya Sang-Arun, IGES
12.00 – 13.00	Lunch
13.00-14.30	Group's visit to each facility
14.30	Departure to hotel
<b>27 January 2012</b>	<b>Group's exercise</b>
	Facilitator: Dr. Janya Sang-Arun (IGES) & Dr. Alice Sharp (SIIT)
8.30-9.00	Registration
9.00-10.30	Exercise 1: Brainstorming on identifying problem and solutions of municipal solid waste management and climate change mitigation
10.30-10.45	Break
10.45-12.00	Exercise 2: Estimation of GHG emissions from waste management practices, Dr. Jamsranjav Baasansuren (IPCC/TSU) & Dr. Janya Sang-Arun (IGES)
12.00-13.15	Lunch
13.15-16.00	Exercise 2 (continue)
15.00-15.15	Break
15.15-16.00	Preparation for group's presentation
16.00-17.00	Group's presentation (5 min each)
17.00-18.00	Closing ceremony

## Appendix 2

### List of Speakers (Based on presentation schedule)

#### Foreign Speakers

1. Dr. Daisuke Sano  
Director  
IGES Regional Centre  
606 SG Tower 6<sup>th</sup> Floor  
161/1 Soi Mahadlek Luang 3  
Rajdamri Rd. Pathumwan  
Bangkok 10330 Thailand
2. Dr. Nirmala Menikpura  
Researcher  
IGES  
2108-11, Kamiyamaguchi, Hayama  
Kanagawa, Japan
3. Dr. D. G. J. Premakumar  
Researcher  
IGES, Kitakyushu Urban Centre  
International Village Center 2F,  
1-1-1 Hirano, Yahata-Higashi-Ku,  
Kitakyushu City, Japan 805-0062
4. Mr. Chau Kim Heng  
Director  
Cambodian Education and Waste Management  
Organization (COMPED)  
#34BEO, Str376, BKIII, Chamkar Mon (Near Fire Station)  
Phnom Penh  
Cambodia 855
5. Assoc. Prof. Korakanh Pasomsuk  
Associate Professor  
Faculty of Engineering  
National University of Laos  
Dongdoke Village, Xaythany District, Vientiane  
Lao PDR
6. Dr. Yoichi Kodera  
Researcher  
The National Institute of Advanced Industrial Science  
and Technology (AIST)  
1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8561 Japan
7. Dr. Janya Sang-Arun  
Researcher  
IGES  
2108-11, Kamiyamaguchi, Hayama  
Kanagawa, Japan

## Local Speakers

1. Assoc. Prof. Dr. Alice Sharp  
Associate Professor  
Sirindhorn International Institute of Technology  
Thammasat University  
99 M. 18 Paholyothin Rd.,  
Klong Luang, Pathum Thani 12121 Thailand
2. Ms. Sunee Piyapanpong  
Deputy Director General  
Pollution Control Department  
92 Soi Phahon Yothin 7  
Phahon Yothin Road, Sam Sen Nai  
Phayathai District Bangkok 10400, Thailand
3. Mr. Rangsan Pinthong  
Director of Waste and Hazardous Substance  
Management Bureau  
Pollution Control Department  
92 Soi Phahon Yothin 7  
Phahon Yothin Road, Sam Sen Nai  
Phayathai District Bangkok 10400, Thailand
4. Ms. Pisamai Sathienyanon  
Scientist (Senior Professional Level)  
Department of Alternative Energy Development and  
Efficiency (DEDE), Bureau of Energy Research  
8<sup>th</sup> Floor, Building#7, 17 Rama I Rd., Kasatsuk Bridge  
Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand
5. Mr. Sorot Saelim  
Special Agricultural Expert  
Institute of Research and Development for Soil  
Biotechnology  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
6. Asst. Prof. Dr. Pisanu Toochinda  
Assistant Professor  
Sirindhorn International Institute of Technology  
Thammasat University  
99 M. 18 Paholyothin Rd.,  
Klong Luang, Pathum Thani 12121 Thailand
7. Ms. Nongnuch Khanchaiyapume  
Director of Sanitation and Environmental Department,  
Pangkone Municipality  
Pangkone municipality office,  
Sakonnakorn province, 47260 Thailand
8. Mr. Somchai Jariyacharoen  
Mayor, Muang Glang Municipality  
68/1 tessaban 2 Rd. Thangkiawn District , Klaeng ,  
Rayong 21110 Thailand

9. MD. Suthi Hantrakul Deputy Mayor, Phitsanulok Municipality  
1299 Baromtrilokkanart2 Rd.Muang District Phitsanulok  
65000 Thailand
10. Mr. Thawatchai Jungmongkolgarn Pirotsonpong Co. Ltd.  
17/7 Moo. 2 Petchkasem Rd., Aomyai, Samphan  
Nakornpathom,73160 Thailand
11. Ms. Juntima Mongkol Assistant to Sanitary Officer  
Phuket City municipality  
52/1 Naritsorn Rd. Muang District  
Phuket 83000 Thailand
12. Ms. Rungnapa Tubnonghee Director of Sanitation and Environmental Department,  
Warinchamrap Municipality  
Pathumtheppakdee Rd. Warinnchamrap District  
Ubon Ratchathani 34190 Thailand



## Appendix 3

### List of Speakers (Based on Registration Sequence)

#### Local Administrative Office

1. Ms. Suthinee Suriyakul Na Mayor, Lamphoon Municipality  
Ayudhaya 27 Tessabarn1 Rd. Muang District, Lamphoon  
51000 Thailand
2. Mr. Dechchotiwat Yayapao Community Public Health Officer  
Lampang City Municipality Office  
Clock Tower Junction Chatchai Rd. Muang District,  
Lampang 52000 Thailand
3. Mr Suchart Juntawong Sanitary Officer,  
Khelang Nakhorn City Municipality  
Boonyawat Rd. Muang District,  
Lampang 52000 Thailand
4. Mr. Chusak Raksanor Sanitary Officer  
Phitsanulok Municipality  
1299 Baromtrilokkanart2 Rd.Muang District, Phitsanulok  
65000 Thailand
5. Mr. Chuchai Lornimitdee Sanitary Engineer  
Phitsanulok Municipality  
1299 Baromtrilokkanart2 Rd.Muang District, Phitsanulok  
65000 Thailand
6. Ms. Buapha Kaewmongkol Director of Sanitation and Environmental Department  
Nan City Municipality  
214 Mahayos Rd. Muang District  
Nan Province 55000 Thailand
7. Ms. Ploenpit Sripop Director of Sanitation and Environmental Department  
Taklee Municipality  
Taklee District, Nakhon Sawan Thailand
8. Ms. Tippawan Yukasem Director of Sanitation and Environmental Department  
Kampangpetch City Municipality  
111 By Pass Rd. Muang District, 62000 Thailand
9. Ms. A-nong Tangjai Administrative officer  
Mae Sod Municipality  
Asia Rd. Mae Sod District, Tak 63110
10. Ms. Nattawan Wechwongwan Water quality management office  
Nakhon Pathom City Municipality,  
Muang District, Nakhon Pathom Thailand

11. Mr. Jirawat Makraksa  
Sanitary Officer  
Aom Noi City Municipality  
234 M. 11 Soi Petchkasem 87,  
Kratum Ban District, Samut Sakorn 74130, Thailand
12. Mr. Suchart Arun-muang  
Director of Sanitation and Environmental Department  
Chainart City Municipality,  
58/36 Muang District, Chainart
13. Mr. Chaiyan Bunditphollert  
Assistant to Sanitary Officer  
Suphanburi City Municipality  
338 Muen Harn Rd.,  
Muang District, Suphanburi, 72000 Thailand
14. Mr. Sakdathep Preedakasemsin  
Clerk of Municipality  
Samchuk Distict Municipality  
995 Samchk District, Suphanburi, 72130 Thailand
15. Mr. Prasert Kongharn  
Community Public Health Officer  
Pakkred City Municipality  
1 M. 5, Chaeng Wattana Rd.,  
Pakkred District, Nonthaburi 11120 Thailand
16. Mr. Ronnarong Kaewplard  
Director of Sanitation and Environmental Department  
Singhburi City Municipality  
Wilaichit Rd. Muang District, Singhburi 16000 Thailand
17. Mr. Paisarn Petchsuksiri  
Head of Administrative Division  
Petchaboon Municipality  
26 Kasemrat Rd. Muang District,  
Petchaboon Thailand
18. Ms. Warunee Ngampanichkij  
Public Health Administrator  
Saraburi City Muniaplity  
Muang District, Saraburi, Thailand
19. Mr. Somsak wajaranat  
Deputy Clerk of Municipality  
Prachuab Kirikanh Municipality  
Muang District, Prachuab Kirikanh THailand
20. Ms. Karuna Kludnoenkum  
Pathum Thani City Municipality  
Pathum Thani
21. Mr. Suwanna Shummana  
Civil Engineer  
Petchburi City Municipality  
46/1 Ratwithee Rd.  
Muang District, Petchburi, Thailand
22. Mr. Rungroj Koteprom  
Sanitary Officer  
Sakon Nakorn City Municipality Office  
1695 Sukkasem Rd.,  
Muang District, Sakon Nakorn 47000 Thailand

23. Mr. Somsak Seangcharoenrat Mayor,  
Loei City Municipality  
146/20 Charoenrat Rd.  
Muang District, Loei 42000 Thailand
24. Mr. Kriengkrai Viriya-asha Deputy Mayor,  
Chumpae City Municipality  
Chumpae District, Khon Kean, Thailand
25. Ms. Penporn Supasuk Director of Sanitation and Environmental Department  
Mahasarakham City Municipality  
Mahasarakham 44000 Thailand
26. Ms. Kanokwan Korcharoen Sanitary Officer  
Nakhon Ratchasima Municipality  
635 Bhodi Klang Rd., Muang District, Nakhon Ratchasima,  
30000 Thailand
27. Dr. Suwicha Sapama Director of Sanitation and Environmental Department  
Pak Chong City Municipality,  
73, Mittaparb Rd. Pakchong District,  
Nakhon Ratchasima 30130  
Thailand
28. Mr. Jumphol Mongkolsindhu Khon Kaen City Municipality
29. Mr. Phumipat Rasri Head of Administrative Office  
Srisaket Municipality  
987/39 Kukanh Rd. Muang District,  
Srisaket 33000 Thailand
30. Ms. Aumporn Kaewroeng Public Health Officer  
Ubon Ratchathani,  
147 Sri Narong Rd. Muang District,  
Ubon Ratchathani 34000 Thailand
31. Mr. Supachai Booharn Civil Engineer  
Amnart Charoen City Municipality  
Muang District, Amnart Charoen, Thailand
32. Mr. Nitiphan Sansuk Sanitation Officer  
Mukdaharn City Municipality  
Muang District, Mukdaharn, Thailand
33. Mr. Baworn Maneerat Director of Sanitation Works Department  
Mab Ta Phut Municipality  
9 Mueang Mai Mab Ta Phut Sai 7 Rd.  
Muang Rayong, 21150, Thailand
34. Mr. Suthon Sueprasert Deputy Clerk of Municipality  
Rayong City Municipality  
Muang District, Rayong 21000 Thailand

35. Mr. Suthee Tubnonghee Director of Sanitation Works Department  
Warinchamrap Municipality  
Pathumtheppakdee Rd. Warinnchamrap District  
Ubon Ratchathani 34190 Thailand
36. Mr. Nathee Pleumchit Director of Sanitation Works Department  
Rayong City Municipality  
Muang District, Rayong 21000 Thailand
37. Mr. Kittiwat Amnuayprasert Civil Engineer  
Chanthaburi City Municipality  
39, Wat Mai Sub District, Muang District,  
Chanthaburi 22000 Thailand
38. Ms. Natchaporn Srinopparattanakul Head of Administrative office  
Chonburi City Municipality  
Bang Plasoi, Muang Chonburi, Thailand
39. Mr. Tanaphat Ritthipajarn Assistant to Sanitary Officer  
Sansuk City Municipality  
Bang San 2 Rd., San Suk, Chonburi, Thailand
40. Mr. Surin Anake Director of Sanitation and Environmental Department  
Patanikhom City municipality  
Patanikhom District, Chonburi 20140 Thailand
41. Mr. Jaruk Wongwanich Director of Sanitation Works Department  
Surat Thani City Municipality  
24/120 Muang District,  
Surat Thani Thailand
42. Mr. Athorn Ukkati Mayor  
Trang City Municipality  
103 Wisetkul Rd. Muang District, Trang  
92000 Thailand
43. Mr. Naphat Chatpreteungkul Assistant to Civil Engineer  
Phuket City municipality  
52/1 Naritsorn Rd. Muang District  
Phuket 83000 Thailand
44. Ms. Juntima Mongkol Assistant to Sanitary Officer  
Phuket City municipality  
52/1 Naritsorn Rd. Muang District  
Phuket 83000 Thailand
45. Mr. Kusol Korbkarn Director of Sanitation and Environmental Department  
Pangnga City Municipality  
195 Petchakasem Rd.  
Muang District, Pangnga 82000 Thailand

46. Mr. Sarat Kiewkong  
Director of Sanitation Works Department  
Krabi municipality  
292 Maharaj Rd. Muang District,  
Krabi, 81000 Thailand
47. Mr. Thawatchai Praditukrit  
Director of Sanitation Works Department  
Songkhla City Municipality  
Ratchadumnoen Rd., Muang District  
Songkhla 90000 Thailand
48. Ms. Montha Chaingarm  
Director of Sanitation and Environmental Department  
Korhong City Municipality  
62/65 Soi 5 Had Yai District, Songkhla, 90110  
Thailand
49. Mr. Suraphol Buakaew  
Director of Sanitation Works Department  
Patthalung Municipality  
Surin Rd. Muang District,  
Patthalung, Thailand
50. Mr. Songkran Phomchaluay  
Community Development Officer  
Khon Kaen City Municipality
51. Mr. Tirayuth Santikul  
Deputy Mayor  
Mae Sod Municipality  
Asia Rd. Mae Sod District,  
Tak 63110
52. Mr. Decha Tangjai  
Civil Engineer  
Mae Sod Municipality  
Asia Rd. Mae Sod District,  
Tak 63110
53. Mr. Watcharakorn Boonprasob  
Civil Engineer  
Amnart Charoen City Municipality  
Muang District, Amnart Charoen, Thailand

## Other Government Offices

1. Mr. Kookiet Nimneum  
Department of Local Administration  
Ratchasima Rd. Dusit, Bangkok, Thailand
2. Mr. Chaiyanam Disthaporn  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
3. Ms. Kulrassamee Ananpongsuk  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
4. Ms. Pikul Katecharnwit  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
5. Mr. Montrawee Peerawat  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
6. Mr. Wuttichai Chantarasombat  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
7. Ms. Nisa Meeseang  
Land Development Department  
2003/61 Lard Yao, Jatujak,  
Bangkok 10900 Thailand
8. Ms. Pisamai Sathienyanon  
Scientist (Senior Professional Level)  
Department of Alternative Energy Development and  
Efficiency (DEDE), Bureau of Energy Research  
8<sup>th</sup> Floor, Building#7, 17 Rama I Rd., Kasatsuk Bridge  
Pathumwan, Bangkok 10330 Thailand
9. Ms. Nucharee RUngrittayatorn  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
10. Mr. Worapong Billy  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
11. Ms. Yanee Kaewprasit  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
12. Ms. Natchnaret Macharoen  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand

13. Ms. Wachiraporn Meesingh  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
14. Ms. Wankaew Homnan  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
15. Ms. Yanumas Suansamai  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang, Bangkok, Thailand
16. Ms. Orasa Siripornchai  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang,  
Bangkok, Thailand
17. Mr. Thongchai Seefah  
Environmental Research and Training Centre  
Klong 5, Klong Luang Pathum Thani Thailand
18. Mr. Charnchai Obromwan  
Nong Kheam Waste transfer centre  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration
19. Ms. Somruthai Phuthong  
Faculty of Engineering, Mahidol University
20. Ms. Suwanna Boontanont  
Faculty of Engineering, Mahidol University
21. Asst. Prof. Dr. Kanoksak Eimopart  
Faculty of Engineering, Mahidol University
22. Mr. Rattapol Jaturapruk  
Department of Environment  
Bangkok Metropolitan Administration  
Mitmaitree Rd. Din Dang,  
Bangkok, Thailand

**Pollution Control Department (PCD)**

1. Ms. Napawat Bausuang
2. Ms. Wanich Sawayo
3. Mr. Chaiya Boochit
4. Ms. Sunantha Poltawong
5. Mr. Imran Hayeebaga
6. Mr. Banchakarn Winaipanich
7. Ms. Jeerawan Kaewma
8. Ms. Saowaros Seangprasert
9. Ms. Jiraporn Nualthong
10. Mr. Wanlop Sonngarm
11. Ms. Sirinart Boonasa
12. Ms. Akepatcha Juthamas
13. Ms. Pattaraporn Srichumni
14. Mr. Soonthorn Uppaman
15. Mr. Sirisak Khamkhong
16. Ms. Prapaisri Asanarattanajinda
17. Mr. Manorat Rittem
18. Ms. Panthanut Pongkwan
19. Ms. Khamkaew Marksup
20. Ms. Chalalai Rungreung
21. Mr. Rachane Rajpila

Pollution Control Department  
92 Soi Phahon Yothin 7  
Phahon Yothin Road, Sam Sen Nai  
Phayathai District Bangkok 10400, Thailand



## Appendix 4



# นโยบายการบริหารจัดการมูลฝอย

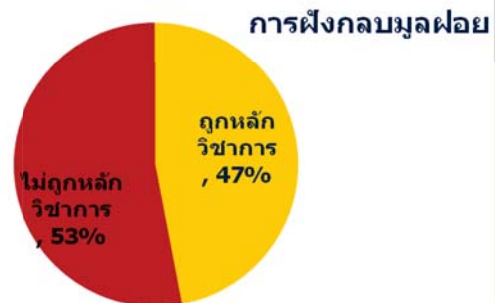
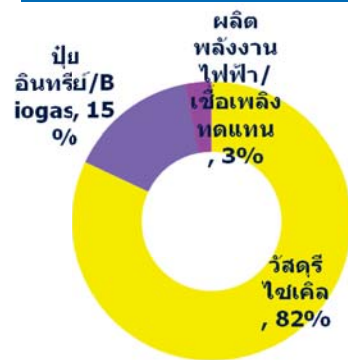
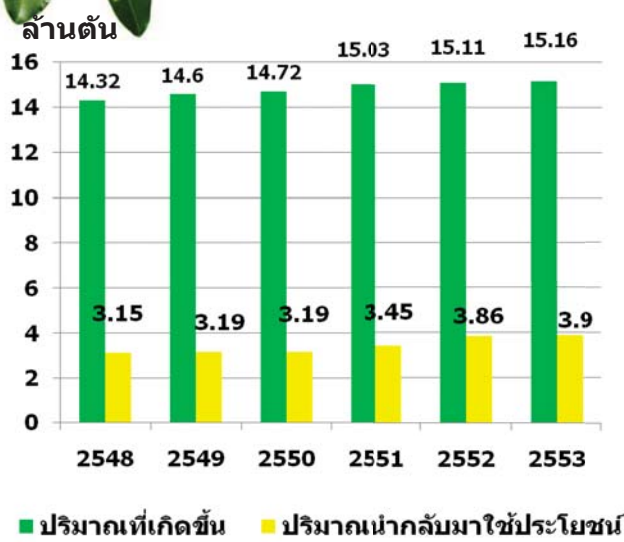
นายรังสรรค์ ปิ่นทอง  
ผู้อำนวยการสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย  
กรมควบคุมมลพิษ



## ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น และปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่

ร่วม

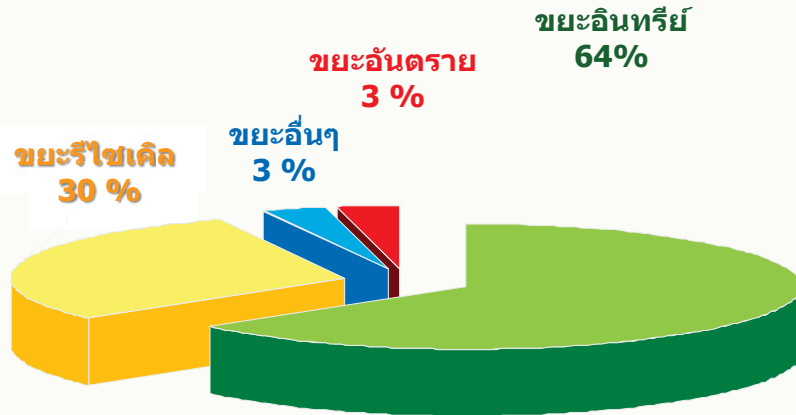
### ปริมาณการนำกลับมาใช้ประโยชน์



ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ 2553

## องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

- พลาสติก 17% ได้แก่ ถังพลาสติก โฟม บรรจุภัณฑ์ภัณฑ์ต่างๆ
- กระดาษ 8% ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษบรรจุภัณฑ์ นิตยสาร
- แก้ว 3% ได้แก่ ขวด แก้วแบบใช้ครั้งเดียว
- เหล็ก โลหะ 2% ได้แก่ กระป๋องบรรจุภัณฑ์



## ศักยภาพการนำกลับมาใช้ประโยชน์

### วัสดุรีไซเคิล 30%

- พลาสติก 17%
- กระดาษ 8%
- แก้ว 3%
- เหล็ก อะลูมิเนียม 2%



- ซื้อขายผ่านชุมชน
- ธนาคารขยะในโรงเรียน
- ร้านรับซื้อของเก่า
- เซ็่อเพลิงทดแทน



- ใช้ซ้ำ
- แปรรูปใหม่
- นำกลับคืนในรูปพลังงาน

### มูลฝอยอินทรีย์ 50%

- เศษอาหาร เศษใบไม้ และมูลฝอยอินทรีย์อื่นๆ



- บ้านเรือน
- ตลาดสด
- ห้างสรรพสินค้า
- ร้านอาหาร
- โรงแรม



- ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
- ปุ๋ยหมัก
- พลังงาน

## การจัดการเศษวัสดุทางการเกษตร



ประเภท	ปริมาณที่เกิดขึ้น (ตัน)	อัตราการเก็บรวบรวม	ปริมาณ (ตัน)
1. อ้อย	37,800,000	73%	27,720,000
2. ปาล์มน้ำมัน	6,212,500	83%	5,131,875
3. ข้าว	40,623,262	18%	7,352,238
4. ข้าวโพด	835,388	60%	501,233
5. มันสำปะหลัง	3,861,000	40%	1,544,400
6. ยางพารา	26,000,000	45%	11,600,000
7. ยูดาลิปตัส	2,040,000	70%	1,428,000
8. ไม้จากสวนป่า	606,000	10%	60,600
<b>Total</b>	<b>117,978,150</b>		<b>55,338,346</b>

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

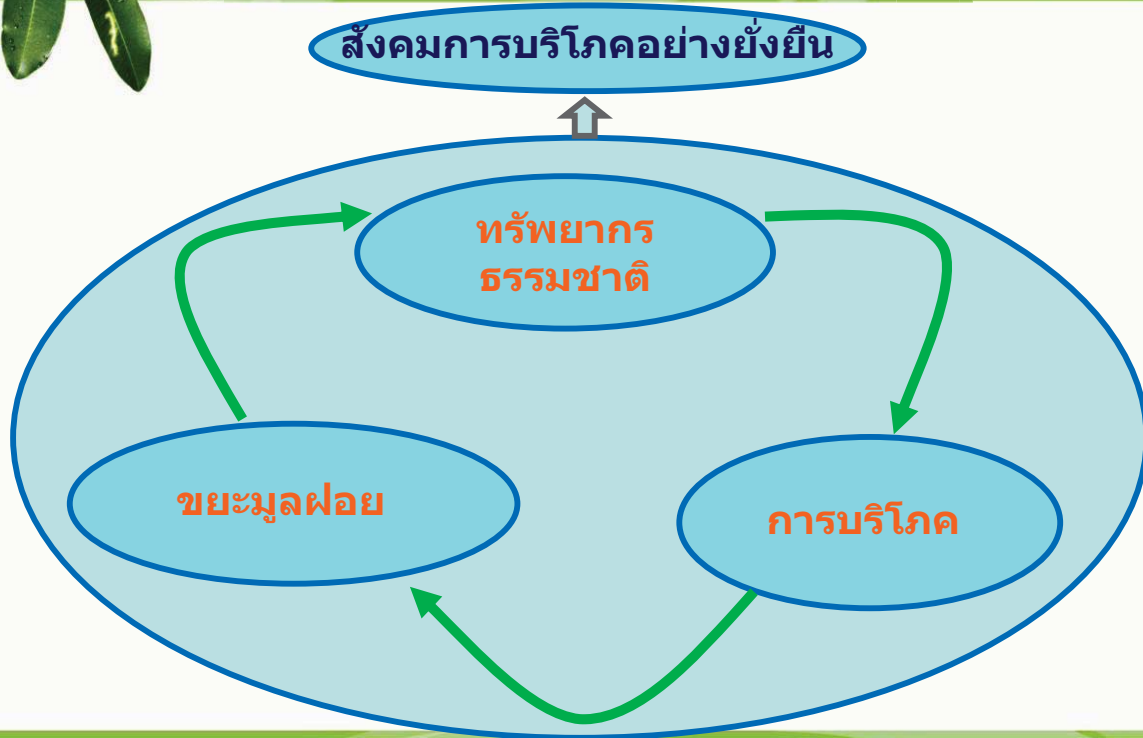
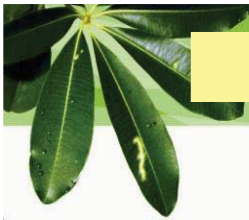
## การจัดการเศษวัสดุทางการเกษตร



ประเภท	ปริมาณการนำกลับมาใช้ประโยชน์			รวม (ตัน)
	อุตสาหกรรม (ตัน)	ผลิตไฟฟ้า (ตัน)	อื่นๆ (ตัน)	
1. อ้อย	-	21,000,000	-	21,000,000
2. ปาล์มน้ำมัน	1,098,000	80,000	747,000	1,925,000
3. ข้าว	-	860,000	-	860,000
4. ข้าวโพด	74,000	-	-	74,000
5. มันสำปะหลัง	-	-	-	-
6. ยางพารา	1,500,000	200,000	50,000	1,750,000
7. ยูดาลิปตัส	-	250,000	-	250,000
8. ไม้จากสวนป่า	-	-	-	-
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>2,672,000</b>	<b>22,390,000</b>	<b>797,000</b>	<b>25,859,000</b>

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

# ทรัพยากรและการจัดการมูลฝอย



## นโยบายการจัดการขยะมูลฝอยระดับชาติ



### ปัจจัยภายใน

- การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม
- นโยบายรัฐบาล
- กระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรและพลังงาน
- สถานการณ์มลพิษ

### ปัจจัยภายนอก

- ข้อตกลงระหว่างประเทศ
- การค้าและสิ่งแวดล้อม
- มาตรฐานระหว่างประเทศ
- ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก

### นโยบายการจัดการขยะมูลฝอยระดับชาติ

สนับสนุนส่งเสริม 3Rs	เทคโนโลยีแบบผสมผสาน	รวมกลุ่มการจัดการ	ความร่วมมือภาคเอกชนและผู้เกี่ยวข้อง
----------------------	---------------------	-------------------	-------------------------------------

## ยุทธศาสตร์

การดำเนินงานด้านการลด คัดแยก และนำ  
ขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ (Reduce Reuse  
Recycle: 3Rs)

ยุทธศาสตร์ที่ ๑ การใช้ทรัพยากรอย่างมี  
ประสิทธิภาพ (Resource Efficiency)

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ การบริโภคอย่างยั่งยืน  
(Sustainable Consumption)

ยุทธศาสตร์ที่ ๓ การเพิ่มประสิทธิภาพการลด  
มลพิษสู่ปริมาณที่น้อยลง

ยุทธศาสตร์ที่ ๔ การบำบัดและกำจัด  
อย่างถูกหลักวิชาการ

## แนวทางการดำเนินงานด้าน 3Rs

ขั้นตอน

การออกแบบ  
ผลิต และจำหน่าย

ยุทธศาสตร์ที่ 1  
การใช้ทรัพยากร  
อย่างมีประสิทธิภาพ  
(Resource efficiency)

การลด/ป้องกันการเกิดของเสีย

- การออกแบบและสินค้า/บรรจุภัณฑ์  
ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- การลดปริมาณสารพิษในผลิตภัณฑ์
- ระบบฉลากสิ่งแวดล้อม

การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่

- ส่งเสริมการคัดแยกและนำของเสียจาก  
ขบวนการผลิตไปใช้ซ้ำหรือรีไซเคิล
- ส่งเสริมการนำวัสดุรีไซเคิลมาเป็นวัตถุดิบ  
ในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่

ส่งเสริมการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อ  
สิ่งแวดล้อม

## แนวทางการดำเนินงานด้าน 3Rs



ขั้นตอน  
การบริโภค

ยุทธศาสตร์ที่ 2  
การบริโภคอย่างยั่งยืน  
(Sustainable  
consumption)

ส่งเสริมให้ประชาชนใช้สินค้าที่  
สามารถใช้ซ้ำหรือนำกลับมา  
รีไซเคิลได้

ส่งเสริมการใช้สินค้าที่เป็นมิตร  
ต่อสิ่งแวดล้อม

ส่งเสริมการลดการใช้บรรจุภัณฑ์  
ที่เป็นอันตรายและจัดการยาก

ส่งเสริมให้ประชาชนคัดแยก  
ขยะมูลฝอยหลังการบริโภค

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## แนวทางการดำเนินงานด้าน 3Rs



ขั้นตอนการคัดแยก  
รีไซเคิลและกำจัด

ยุทธศาสตร์ที่ 3  
การเพิ่มประสิทธิภาพ  
การลดและ  
ใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย

การสนับสนุนให้มีการคัดแยก  
ขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด

การส่งเสริมการนำขยะมูลฝอยกลับมา  
ใช้ประโยชน์ในระดับชุมชน เช่น  
ธนาคารขยะ ศูนย์วัสดุรีไซเคิลปุ๋ยหมัก  
ชุมชน เป็นต้น

การส่งเสริมการใช้ประโยชน์ขยะมูล  
ฝอยแบบศูนย์รวม เช่น ศูนย์หมักปุ๋ย  
และใช้ประโยชน์ด้านพลังงานความ  
ร้อนและก๊าซชีวภาพระดับภูมิภาค

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## แนวทางการดำเนินงานด้าน 3Rs



ขั้นตอนการคัดแยก  
รีไซเคิลและกำจัด

**ยุทธศาสตร์ที่ 4**  
การบำบัดและกำจัด  
อย่างถูกหลักวิชาการ

พัฒนาระบบ เทคโนโลยีกำจัดมูลฝอยที่เหมาะสม  
พัฒนาระบบข้อมูลการกำจัดขยะ โดยการประยุกต์ใช้  
เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ  
ขยะมูลฝอย

พัฒนาหลักเกณฑ์ แนวทาง การกำกับดูแลระบบบำบัด  
และกำจัดขยะมูลฝอย รวมทั้งพัฒนาแนวทาง วิธีการ  
ติดตามตรวจสอบระบบบำบัด และกำจัดขยะมูลฝอย  
อย่างถูกหลักวิชาการ

การควบคุมดูแลระบบกำจัดขยะมูลฝอย และการ  
ติดตามตรวจสอบพื้นที่ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่  
ถูกสุขลักษณะเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและ  
สุขภาพอนามัยของประชาชน รวมทั้งการเผยแพร่  
ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

www.pcd.go.th

## เป้าหมายของยุทธศาสตร์ 3Rs



### เป้าหมายและปริมาณการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้

กิจกรรม	เป้าหมาย	ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำกลับมา ใช้ประโยชน์ (ล้านตัน/ปี) <sup>๑</sup>
๑. คัดแยกและนำกลับคืนขยะ รีไซเคิล (Material recovery)	๒๐	๓.๐
๒. การใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน (Waste to Energy)	๕	๐.๗๕
๓. การใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์ (Biodegradable recovery)	๕	๐.๗๕
<b>รวม</b>	<b>๓๐</b>	<b>๔.๕</b>

หมายเหตุ <sup>๑</sup> คาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยตามเป้าหมายโดย  
เปรียบเทียบกับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ ๑๕.๐๓  
ล้านตัน/ปี (๒๕๕๑)

www.pcd.go.th



# เป้าหมายการใช้พลังงานทดแทน



แหล่งพลังงาน	กำลังผลิต (MW)	เป้าหมายการผลิต (MW)	ศักยภาพในการผลิต (MW)
ชีวมวล	1,507	2,800	4,400
ลม	1	150	1,600
น้ำ	50	165	700
ก๊าซชีวภาพ	29	60	190
แสงอาทิตย์	32	55	>50,000
ขยะมูลฝอย	5	100	320

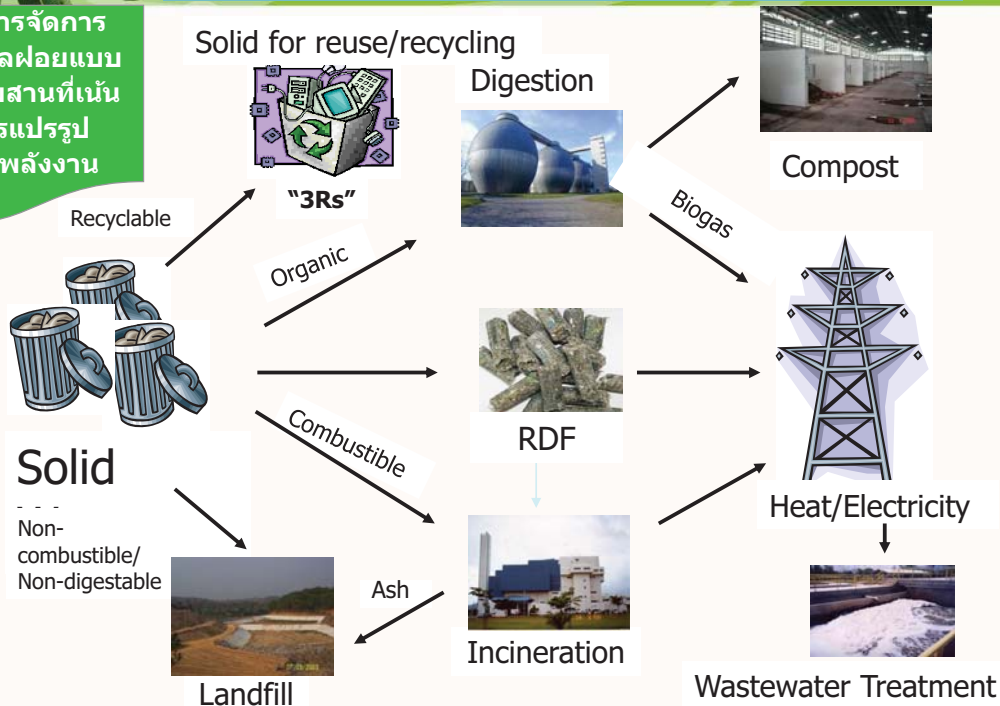
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

# การจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน ที่เน้นการแปรรูปเป็นพลังงาน



บริหารจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสานที่เน้นการแปรรูปเป็นพลังงาน



[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## การจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน



การส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน โดยส่งเสริมการลงทุน ให้เงินอุดหนุน หรือให้เงินทดแทน



Waste to oil



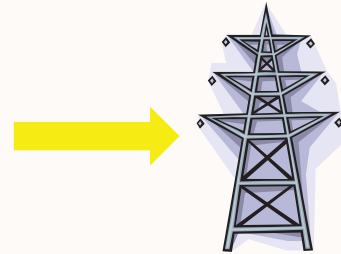
Biogas



RDF



Heat



Heat/Electricity /Oil

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## สถานที่แปรรูปมูลฝอยเป็นพลังงาน



กำลังผลิตเต็มทีของระบบสามารถผลิตได้ถึง **5.075 MW**



เตาเผาที่ภูเก็ต  
(2.5 MW)



ก๊าซชีวภาพจากการ  
ฝังกลบที่ราชาเทวะ  
(950 kW)



ก๊าซชีวภาพที่  
เทศบาลนครระยอง  
(625 kW)



ก๊าซชีวภาพจากการ  
ฝังกลบที่กำแพงแสน  
(1 MW)

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

# การจัดการแบบครบวงจร



ขยะเข้าระบบ 100 %

ระบบการคัดแยก



ระบบการหมักปุ๋ย

50 - 60 %



การกำจัดขั้นสุดท้าย

น้อยกว่า 5%



วัสดุรีไซเคิล

20 - 30 %



วัสดุเหลือใช้

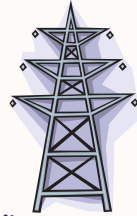
10 - 20 %



แปรสภาพเป็น RDF



貯蔵槽から取り出されたRDF (8/31)



ใช้ประโยชน์ด้าน  
พลังงานความร้อนและ  
ไฟฟ้า



## ปุ๋ยหมักชุมชน



# อาหารสัตว์



## การจัดการขยะมูลฝอยแบบผสมผสาน : เทศบาลเมืองฝาง จังหวัดเชียงใหม่



## ปัจจัยสู่ความสำเร็จ



- **สนับสนุนทางเทคนิคและทางการเงิน :** ส่งเสริมระบบการจัดการแบบชีวมวล อย่างเช่น การพัฒนาการผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบการหมักปุ๋ย และการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุที่เหลือใช้
- **ส่งเสริมศักยภาพในการดำเนินงาน:** ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจให้แก่หน่วยงานท้องถิ่นเกี่ยวกับการจัดการกับชีวมวลให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้
- **ออกแนวทางและมาตรฐานในการดำเนินงาน:** ส่งเสริมการทำชีวมวลในรูปแบบที่มีการคำนึงถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีและเป็นระบบ
- **นโยบายสร้างแรงจูงใจ:** สนับสนุนการใช้ประโยชน์จากชีวมวล อย่างเช่น ให้เงินเพิ่มกับผู้ที่ผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล หรือให้เงินสนับสนุนสำหรับการหมักปุ๋ยจากชีวมวล เป็นต้น

www.pcd.go.th

## สภาพปัญหาขยะจากอุทกภัย



น้ำท่วมบ่อฝังกลบ  
เทศบาลตำบลโรงช้าง



น้ำท่วมรอบบ่อฝังกลบ  
เทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา



น้ำท่วมรอบบ่อฝังกลบ แต่ใช้งานได้  
เทศบาลเมืองลพบุรี



ไม่สามารถใช้รถขนส่งได้



www.pcd.go.th

# ปริมาณมูลฝอยจากภาวะอุทกภัย



## ผู้ประสบอุทกภัย ทั้งภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (65 จังหวัด)

(กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย วันที่ 22 ธันวาคม 2554)

- จำนวน 3,357,597 ครัวเรือน
- จำนวน 11,098,308 คน

## ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากภาวะอุทกภัย ประมาณ 2,052,739 ตัน

- นอกเขต กทม. มีมูลฝอยประมาณ 1,304,859 ตัน (คิดจากปริมาณมูลฝอยเฉลี่ย 0.5 ตันต่อครัวเรือน จำนวน 2,609,717 ครัวเรือน)
- ในพื้นที่ กทม. มีมูลฝอยประมาณ 747,880 ตัน (คิดจากปริมาณมูลฝอยเฉลี่ย 1 ตัน ต่อครัวเรือน จำนวน 747,880 ครัวเรือน)

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

# การแก้ไขปัญหามูลฝอยจากอุทกภัย



พื้นที่ได้รับผลกระทบ



ทิ้งขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลลงแหล่งน้ำ



แจกจ่ายถุงดำให้กับประชาชนเพื่อใส่ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล



หน่วยงานท้องถิ่นนำเรือท้องแบนมารับขนขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน หรือประชาสัมพันธ์ชี้แนะกับชนให้ประชาชนทราบ



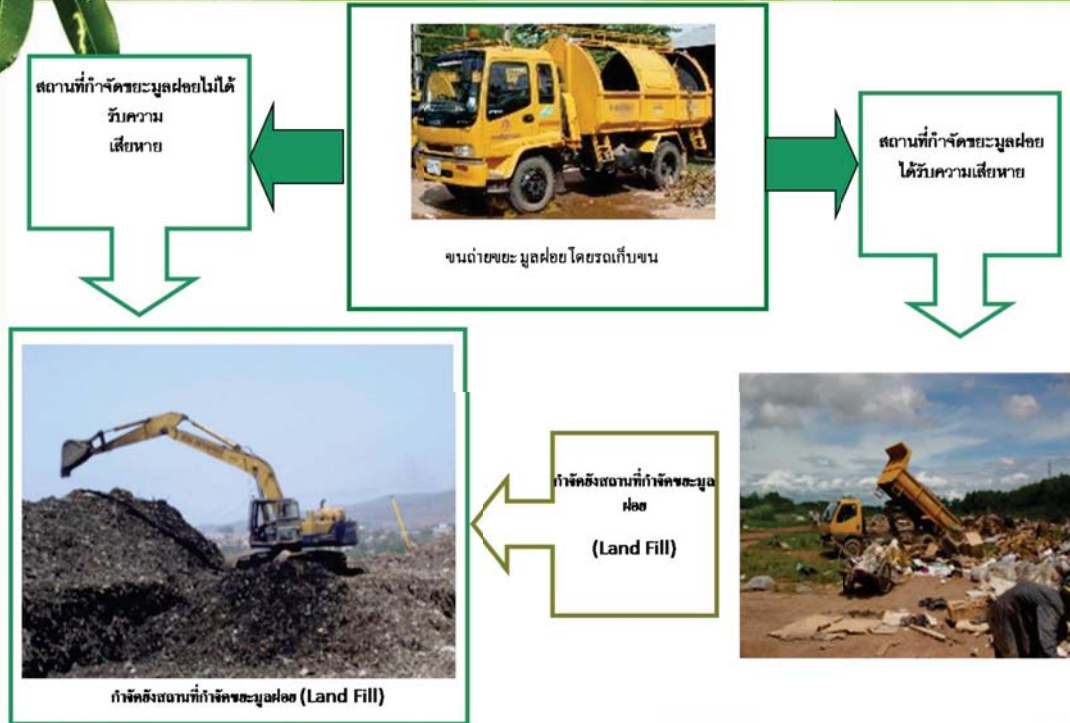
ขยะมูลฝอยที่เกิดจากบริเวณที่พักประชาชนชั่วคราวในช่วงประสบอุทกภัย



จัดหาดังขยะมาวาง ในบริเวณจุดพักประชาชนชั่วคราว

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## การจัดการมูลฝอยในภาวะฉุกเฉิน



[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

## แผนรองรับการกำจัดมูลฝอยในภาวะฉุกเฉิน

### การแก้ไขปัญหาขยะในภาวะฉุกเฉินในระยะเร่งด่วน

- ติดตามสถานการณ์อย่างต่อเนื่องเพื่อจัดทำแผนการปรับปรุงและฟื้นฟูระบบกำจัดมูลฝอย โดยจัดทำเอกสารเป็นรายสัปดาห์
- จัดหาสถานที่จัดการมูลฝอยภายหลังภาวะฉุกเฉิน วางแผนจัดการน้ำเสียจากการท่วมขัง และอุบัติเหตุจากสารเคมีที่อาจเกิดขึ้น

### การแก้ไขปัญหามูลฝอยในภาวะฉุกเฉินในระยะยาว

- เร่งสนับสนุนงบประมาณในการปรับปรุงซ่อมแซมระบบกำจัดมูลฝอย โดยเร็ว เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม
- กำหนดบทบาท หน้าที่ ของหน่วยงาน รวมทั้งแหล่งงบประมาณที่จะนำมาใช้ในให้มีความชัดเจน เพื่อให้หน่วยปฏิบัติงานสามารถดำเนินการได้โดยรวดเร็ว
- ออกกฎระเบียบในการสนับสนุนงบประมาณสำหรับการปรับปรุงซ่อมแซมระบบกำจัดมูลฝอยที่ได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)



# น้ำสกัดชีวภาพ



น้ำสกัดชีวภาพ คือ สารละลายเข้มข้นที่เกิดจากการหมัก เศษพืช หรือสัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็น แหล่งพลังงานของจุลินทรีย์

## การทำน้ำสกัดชีวภาพ

1. นำเศษพืช ผัก ผลไม้ หรือเศษอาหารต่างๆ มาสับหรือบด เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปใส่ภาชนะที่มีฝาปิด
2. เติมหากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายประมาณ 1 ใน 3 ของน้ำ
3. นำก้อนหินหรือของหนักๆ มาวางทับไว้ แล้วปิดฝาทิ้งไว้
4. จะมีของเหลวสีน้ำตาลไหลออกมา กรอกใส่ขวดปิดฝาให้สนิท พร้อมทั้งจะ นำมาใช้งาน



[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)



# อีเอ็มบอล (EM Ball)



อีเอ็มบอล (EM Ball) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มี ประสิทธิภาพ โดยทำมาจากการนำรำละเอียด รำหยาบ น้ำ หัวเชื้อ EM กากน้ำตาล ดินทรายละเอียด มาบั่นผสมรวมกัน ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่ นำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย



## การนำอีเอ็มบอลมาใช้ประโยชน์ในภาวะอุทกภัย



การเติมอีเอ็มบอลลงไปแหล่งน้ำนิ่ง ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วย ปรับสภาพน้ำในบริเวณนั้น และช่วย ลดกลิ่นที่เกิดจากน้ำเน่าและ การหมักหมมได้

[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)





ควบคุมมลพิษ สิ่งแวดล้อมดี เพื่อประชาชน อย่างมีส่วนร่วม



## ข้อมูลเพิ่มเติมติดต่อ

ส่วนลดและใช้ประโยชน์ของเสีย  
สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย  
กรมควบคุมมลพิษ

โทร 0 2298 2408-11 โทรสาร 0 2298 2409

Website : [www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

Email : [recycle99@gmail.com](mailto:recycle99@gmail.com)



[www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

นโยบายและแนวทางการจัดการ  
มลพิษอินทรีย์ เพื่อประโยชน์ในการรักษา  
สภาพภูมิอากาศ แหล่งอาหาร และพลังงาน

กรมควบคุมมลพิษ ร่วมกับ IGES

โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร

วันพุธที่ 25 มกราคม 2555



พิสมัย เสถียรยานนท์

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ  
อนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน

## หัวข้อนำเสนอ

1. แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 10 ปี (2555-2564)
2. แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอินทรีย์เพื่อผลิตพลังงาน



# แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 10 ปี (55-64)

การพัฒนาไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

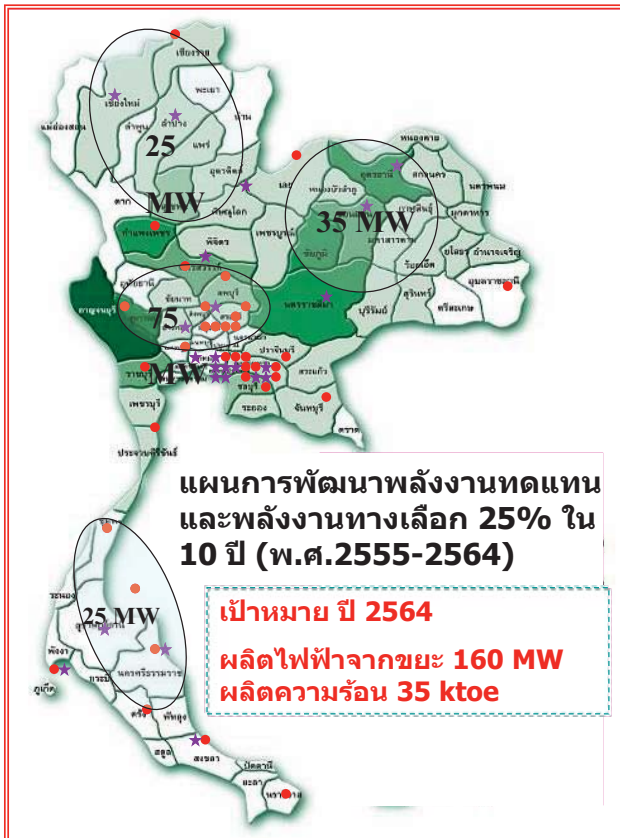
งบประมาณสนับสนุน  
ด้านการวิจัย และพัฒนา

แผนพัฒนาพลังงานทดแทน  
10 ปี 2555-2564

สนับสนุนการลงทุน  
โดยภาคเอกชน  
และชุมชน

เป้าหมายการใช้พลังงานทดแทน 25 % ของการใช้พลังงาน  
ทั้งหมด ภายในปี 2564

แสงอาทิตย์		ลม	พลังงานชีวมวล			พลังงานน้ำ			เชื้อเพลิงชีวภาพ	พลังงานรูปแบบอื่นๆ	
ไฟฟ้า	2000 MW	1,200 MW	ไฟฟ้า	ชีวมวล	ก๊าซชีวภาพ	ขยะ	เล็ก	จืด	ระบบสูบกสิบล้อ	<ul style="list-style-type: none"> <li>เอทานอล 9 ลล./วัน</li> <li>ไบโอดีเซล 5.97 ลล./วัน</li> <li>เชื้อเพลิงใหม่ทดแทนดีเซล 25 ลล./วัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>คลื่น 2 MW</li> <li>ความร้อนใต้พิภพ 1 MW</li> </ul>
	3,200 MW			3,630 MW	600 MW	160 MW					
ความร้อน	100 ktoe	-	4,390 MW			1,608 MW			ทดแทนน้ำมัน 44 %	3 MW	
			ความร้อน	8,200 ktoe	1,000 ktoe	35 ktoe					



ปริมาณขยะเทศบาลและ อบต.

เทศบาลที่มีปริมาณขยะ > 100 ตันต่อวัน  
จำนวน 25 แห่ง  
(100-170=20 แห่ง 200-300 =5 แห่ง )  
รวม 3,791 ตัน/วัน

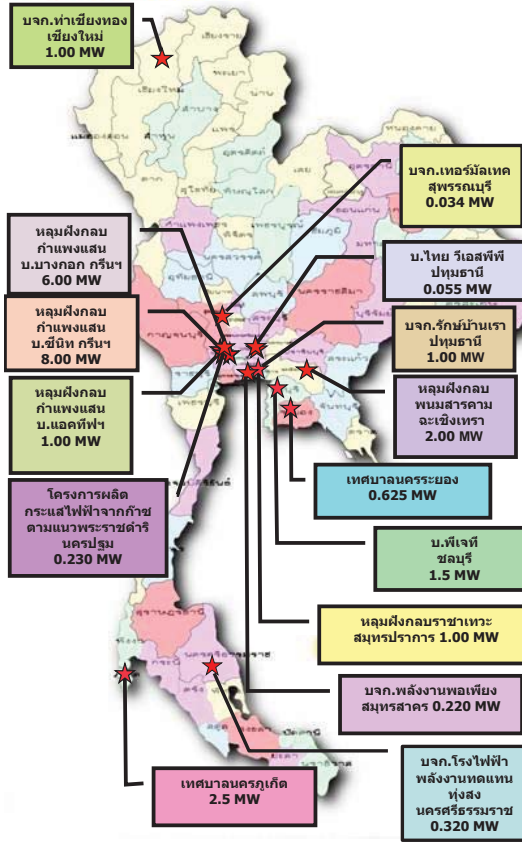
เทศบาลปริมาณขยะ 50 - 100 ตันต่อวัน  
จำนวน 37 แห่ง  
รวม 2,488 ตัน/วัน

เทศบาลปริมาณขยะ 10 - 50 ตันต่อวัน  
จำนวน 177 แห่ง  
รวม 3,794 ตัน/วัน

เทศบาลปริมาณขยะ 5-10 ตันต่อวัน  
จำนวน 267 แห่ง  
รวม 1,839 ตัน/วัน

เทศบาลปริมาณขยะ <5 ตันต่อวัน  
จำนวน 639 แห่ง  
รวม 1,692 ตัน/วัน

## โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานขยะที่จำหน่ายไฟฟ้าแล้ว 15 แห่ง



ที่	โครงการ / หน่วยงาน	เทคโนโลยี	สถานที่ตั้งโรงไฟฟ้า	กำลังการผลิต (MW)
1	เทศบาลนครภูเก็ต	เตาเผา (incinerator)	อ.เมือง จ.ภูเก็ต	2.50
2	เทศบาลนครระยอง	ก๊าซชีวภาพระบบหมักไม่ใช้ออกซิเจน (AD)	อ.เมือง จ.ระยอง	0.625
3	หลุมฝังกลบราชวาทะ/ บจก.เจริญสุขสมบูรณ์	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	1.00
4	หลุมฝังกลบกำแพงแสน/ บจก.แอลทีพีเอ็นแอสซี	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	1.00
5	นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร/ บจก. ทีเจที เทคโนโลยี	เตาเผา (incinerator)	อ.เมือง จ.ชลบุรี	1.50
6	โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซตามแนวพระราชดำรินครปฐม	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	0.230
7	หลุมฝังกลบกำแพงแสน/ บจก.ซีพีที กรีน เอ็นเนอร์ยี	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	8.00
8	โครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักแบบ covered lagoon/บจก.โชน รีเอสตีที	ก๊าซชีวภาพจากบ่อหมักแบบ covered lagoon	อ.สามโคก จ.ปทุมธานี	0.055
9	หลุมฝังกลบกำแพงแสน/ บจก.บางกอก กรีน พาวเวอร์	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	6.00
10	หลุมฝังกลบพนมสารคาม/ บจก.เจริญสุขสมบูรณ์	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา	1.00
11	บจก.วิษย์บ้านเรา	ก๊าซชีวภาพระบบหมักไม่ใช้ออกซิเจน (AD)	อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี	1.00
12	บจก.พลังงานเพื่อเพียง	Gasification	อ.นาดี จ.สมุทรสาคร	0.220
13	บจก.ท่าเรือแหลมฉบัง	ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFG)	อ.สลด จ.เชียงใหม่	1.00
14	บจก.โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนแห่งอง	ก๊าซชีวภาพระบบหมักไม่ใช้ออกซิเจน (AD)	อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช	0.32
15	บจก.เทอร์มิค เคน	ก๊าซชีวภาพระบบหมักไม่ใช้ออกซิเจน (AD)	อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี	0.034
รวม				25.484

## แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยอินทรีย์เพื่อผลิตพลังงาน

## โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในโรงเรียน



- ขนาด 2.5 ลบ.ม.
- รับขยะอินทรีย์ 40 กก./วัน
- ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 2.5 ลบ.ม./วัน
- ติดตั้งแล้ว 540 ถัง ใน โรงเรียน โรงพยาบาล อบต. หน่วยงานทหาร อื่นๆ



## โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในตลาดสด



การรณรงค์ในตลาด

- ติดตั้งระบบที่ตลาด อตก.
- รับขยะอินทรีย์ได้ 2 ตัน/วัน
- ได้ก๊าซชีวภาพ 100 ลบ.ม./วัน
- ก๊าซที่ได้นำไปใช้กับร้านค้าในตลาด



ก๊าซนำไปหุงต้ม.ในตลาด



บอลลูนเก็บก๊าซ



ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดรองรับ  
ขยะอินทรีย์ 2 ตัน/วัน

- ติดตั้งที่เทศบาลตำบลหนองม่วง จ.ลพบุรี
- ประกอบด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพและระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ



ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ  
รับขยะอินทรีย์ได้ 800 กก./วัน



ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะด้วย  
วิธีทางกลและวิธีทางชีวภาพ  
รับขยะ 4.2 ตัน/วัน

เทศบาลที่มีปริมาณขยะ 5-10 ตัน/วัน	เทศบาลที่มีปริมาณขยะ 10-50 ตัน/วัน
1. ทต.สามง่าม จ.นครปฐม *	ทต.เมืองแกลง จ.ระยอง *
2. ทต.โคกกรวด จ.นครราชสีมา *	ทม. เดชอุดม จ.อุบลราชธานี *
3. ทต. พิมาย จ.นครราชสีมา	ทต. อีสาน จ.บุรีรัมย์ *
4. ทต. วังกระพี้ จ.อุดรดิตถ์ *	ทต. บ้านกลาง จ.ลำพูน
5. อบต.นาฝาย จ.ชัยภูมิ	ทม. สิงหนคร จ.สงขลา

หมายเหตุ \* ดำเนินการเดินระบบและนำก๊าซชีวภาพไปใช้แล้ว

ระบบประกอบด้วย :-

1. ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์
2. ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF (Refuse Derived Fuel) สำหรับขยะที่เผาไหม้ได้



## ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ



## ระบบผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF

- รับขยะได้ 6 ตัน/วัน
- ประกอบด้วย



เครื่องลดขนาดขยะรวม  
แบบ Shear Shredder



เครื่องลดขนาดขยะ  
พลาสติก



เครื่องผสมขยะ



เครื่องอัดขยะ



RDF





# กรมพัฒนาที่ดิน



## มีภารกิจเกี่ยวกับ

1. กำหนดนโยบายและวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรม
2. การสำรวจและจำแนกดิน
3. การอนุรักษ์ดินและน้ำ
4. การปรับปรุงบำรุงดิน
5. การให้บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดิน ข้อมูลดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

## โครงการจัดการขยะภายในกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อลดภาวะโลกร้อน

จุดเรียนรู้อุปลงขยะเป็นทอง

กรมพัฒนาที่ดิน  
สะอาด สดใส  
ร่วมใจคิดแยกขยะ

คณะกรรมการบริหารโครงการจัดการขยะภายในกรมพัฒนาที่ดินเพื่อลดภาวะโลกร้อน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โทร 0-2579-0679 E-mail: ceb\_4@ddp.go.th

## ทำการตัดแยกขยะ ประกอบด้วย

1. ขยะสด ได้แก่ เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เพื่อนำไปผลิตเป็นน้ำหมักชีวภาพ และ สารบำบัดน้ำเสียและขจัดกลิ่นเหม็น
2. ขยะเศษวัสดุ ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า สำลี และ เศษใบไม้กิ่งไม้ เศษหญ้า เพื่อนำไปผลิตเป็นปุ๋ยหมัก
3. ขยะทั่วไป ได้แก่ พลาสติก โลหะ และแก้ว เพื่อนำไปให้ กทม. กำจัดต่อไป



การผลิตน้ำหมักชีวภาพ  
โดยใช้สารเร่ง พด.2



การผลิตสารบำบัดน้ำเสีย  
และขจัดกลิ่นเหม็น  
โดยใช้สารเร่ง พด.6

# วัสดุผลิตน้ำหมักชีวภาพ

พืช



เนื้อสัตว์



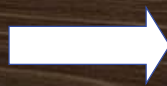
เศษอาหาร



กลุ่มย่อยสลายง่าย

กลุ่มย่อยสลายยาก

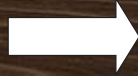
## วัสดุกลุ่มที่ย่อยสลายง่าย



ผักหรือผลไม้	40	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	10	กิโลกรัม
น้ำ	10	ลิตร
สารเร่ง พด.2/6 (1ซอง)	25	กรัม

ใช้เวลาหมัก 7-10 วัน

## วัสดุหมักกลุ่มย่อยสลายยาก



เนื้อสัตว์หรือเศษอาหาร	30	กิโลกรัม
กากน้ำตาล	20	กิโลกรัม
น้ำ	10	ลิตร
สารเร่ง พด.2/6 (1ซอง)	25	กรัม

ใช้เวลาหมัก 20 - 30 วัน

## การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่สมบูรณ์

- การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง
- กลิ่นแอลกอฮอล์ลดลง
- กลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น
- ไม่พบฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 3-4

เริ่มต้นการหมัก



ช่วง 5-10 วัน



ช่วง 10-20 วัน



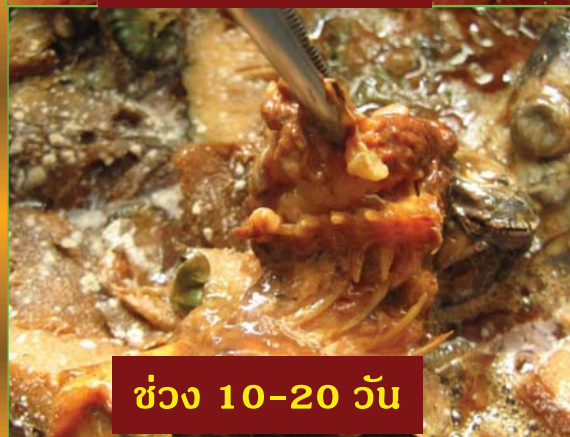
หมักเสร็จ



เริ่มต้นการหมัก



ช่วง 5-10 วัน



ช่วง 10-20 วัน



หมักเสร็จ



# การผลิตปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่ง พด.1

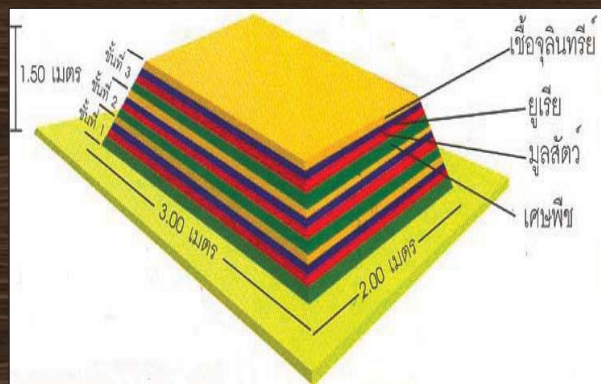


## ส่วนผสมและวิธีการกองปุ๋ยหมัก

เศษพืชแห้ง	1,000	กิโลกรัม
มูลสัตว์	200	กิโลกรัม
ยูเรีย	2	กิโลกรัม
สารเร่ง พด.1 (1ซอง)	100	กรัม



วิธีการกองปุ๋ยหมักเศษพืชชิ้นส่วนเล็ก



วิธีการกองปุ๋ยหมักเศษพืชชิ้นส่วนใหญ่

## การพิจารณาปุ๋ยหมักเป็นแล้ว

1. สี : เป็นสีน้ำตาลเข้มหรือดำ
2. ลักษณะวัสดุ : มีความย่อย
3. กลิ่น : ไม่มีกลิ่นเหม็น
4. ความร้อนภายในกองเท่ากับ  
ภายนอกกองปุ๋ยหมัก



# แนวทางการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ จากขยะอินทรีย์

ดร.อลิส ชาร์ป

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



## เนื้อหาการนำเสนอ

- นโยบายการจัดการขยะมูลฝอย  
แห่งชาติ
- สถานการณ์ขยะมูลฝอยในปัจจุบัน
- เทคโนโลยีการบำบัดขยะอินทรีย์ในตัว  
เมืองที่ใช้อยู่ในประเทศไทย
- การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม
- แนวทางเพื่อการปรับปรุงการจัดการ  
ขยะอินทรีย์





## นโยบายการจัดการขยะมูลฝอยแห่งชาติ - เป้าหมาย

- ลดอัตราการผลิตขยะมูลฝอยของเทศบาลให้น้อยกว่า 1 กิโลกรัม/คน/วัน
- ใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยของเทศบาลอย่างน้อย 30%
- เพิ่มการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลให้เป็นไปตามหลักสุขาภิบาลอย่างน้อย 40%
- เพิ่มการคัดแยกขยะอันตรายจากขยะของเทศบาลและทำการกำจัดอย่างปลอดภัยอย่างน้อย 30%
- ก่อตั้งศูนย์การจัดการขยะอันตรายของเทศบาลในแต่ละภูมิภาค



## นโยบายการจัดการขยะแบบผสมผสานแห่งชาติ

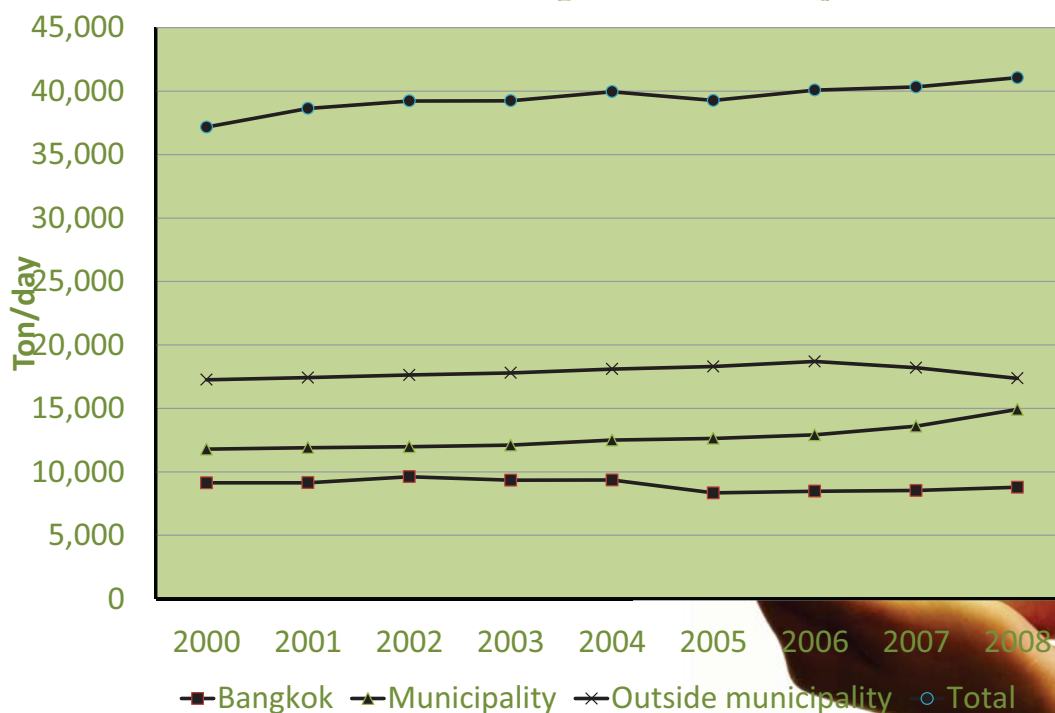
- ยุทธศาสตร์ 3Rs แห่งชาติ
- กระบวนการผลิตและการจัดจำหน่าย – ส่งเสริมการออกแบบสินค้าและหีบห่อที่เหมาะสม และส่งเสริมการผลิตและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
- กระบวนการบริโภค – เพิ่มการมีส่วนร่วมของสาธารณะในการใช้สินค้าที่สามารถใช้ซ้ำได้ สินค้าที่รีไซเคิลได้ และสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
- การใช้ซ้ำ รีไซเคิล บำบัดและกำจัด – ส่งเสริมการคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด ส่งเสริมการใช้ขยะที่ย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพสำหรับการปรับปรุงดินและการใช้พลังงาน ส่งเสริมการผลิตพลังงานความร้อนจากขยะที่รีไซเคิลไม่ได้ เป็นต้น



# เป้าหมายการลด การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล

ยุทธศาสตร์	เป้าหมาย (%)		
	1-5 ปี (2550-2554)	5-10 ปี (2555 – 2559)	> 10 ปี (2560 เป็นต้นไป)
1. การลดขยะ	1	3	5
2. การกู้คืนวัสดุ	20	22	25
3. การใช้ขยะมูลฝอยและการรีไซเคิลวัสดุต่าง ๆ			
3.1 การใช้ซ้ำและการรีไซเคิล*			
- แก้ว	70	75	85
- กระดาษ	60	70	80
- พลาสติก	30	55	75
- เหล็ก	95	95	95
- อลูมิเนียม	70	80	90
- ค่าเฉลี่ยAverage	65	75	85
3.2 การเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน (การกู้คืนพลังงานความร้อน)	5	10	15
3.3 การกู้คืนสิ่งที่ย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ (ปุ๋ยหมัก การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน)	5	30	50
4. การกู้คืนรวม (เป้าหมาย 2, 3.2, 3.3)	30	62	90
5. การบรรลุเป้าหมายโดยรวม (เป้าหมาย 1, 4)	31	65	95

## สถานการณ์ขยะมูลฝอยในปัจจุบัน





# สถานการณ์ขยะมูลฝอยในปัจจุบัน



## 1. สถานการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ปี 2551-2552

พื้นที่	ปริมาณขยะมูลฝอย				เพิ่มขึ้น/ ลดลง (ร้อยละ)
	ปี 2551		ปี 2552		
	ตันต่อวัน	ร้อยละ	ตันต่อวัน	ร้อยละ	
กรุงเทพมหานคร	8,780	21.4	8,834	21	+0.62
เขตเทศบาลและเมืองพัทยา (2,007 แห่ง)	14,915	36.3	16,368	40	+9.74
เขตองค์การบริหารส่วนตำบล (5,770 แห่ง)	17,369	42.3	16,208	39	-6.68
<b>รวม</b>	<b>41,064 ตันต่อวัน</b>		<b>41,410 ตันต่อวัน</b>		<b>+0.84</b>

ในปี 2552 มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นทั่วประเทศ ประมาณ 15.11 ล้านตัน

สถานการณ์และนโยบายการจัดการมูลฝอยของประเทศไทย โดย ดร.เชาวน์ นกอยู่ 25 พ.ค.2554

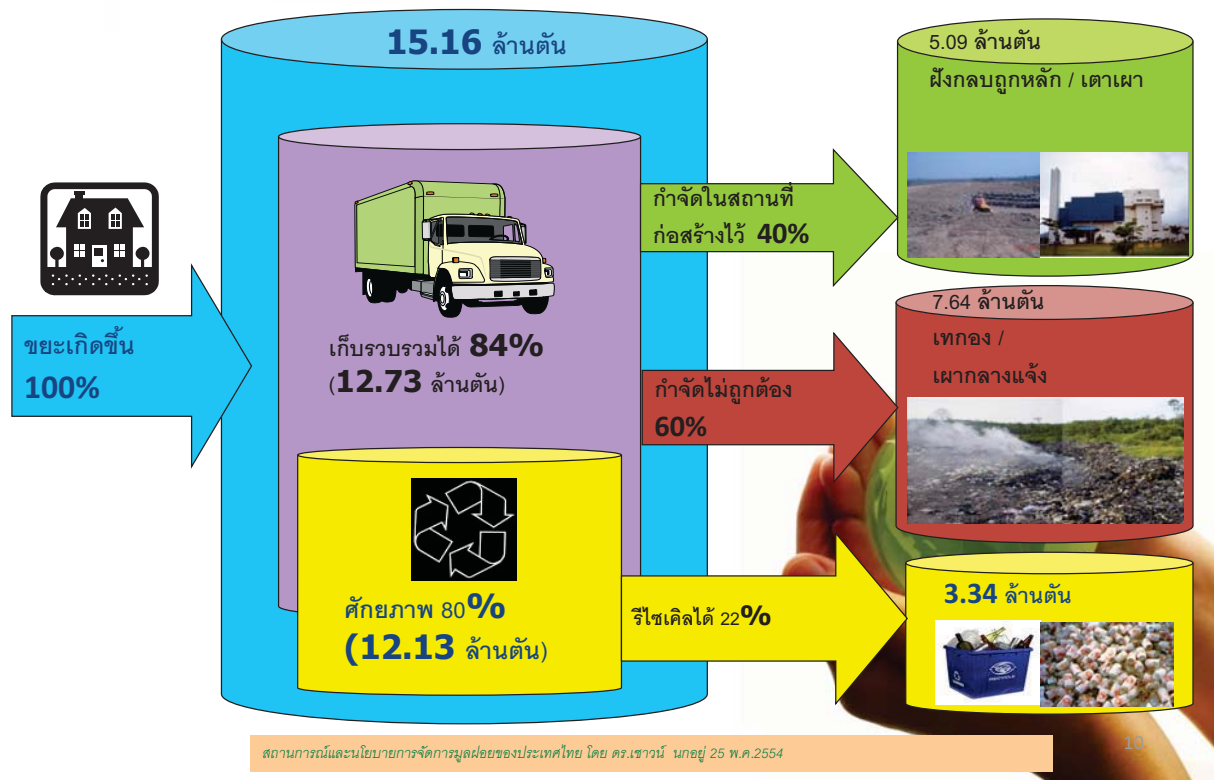
## องค์ประกอบขยะมูลฝอยของเทศบาล

องค์ประกอบขยะ (ร้อยละของขยะเปียก)	ภูมิภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	กลาง	ตะวันออก เฉียงเหนือ	ตะวันออก	ใต้	ค่าเฉลี่ย
ขยะอินทรีย์	59.71	62.56	67.53	67.53	57.65	61.43
ขยะจากสวน	0.96	0.60	0.51	0.77	0.25	0.62
ขยะที่รีไซเคิลได้	24.06	20.43	20.21	21.61	26.73	22.61
ขยะอันตราย	0.05	0.34	0.14	0.37	0.19	0.22
ขยะอื่น ๆ	15.23	16.34	11.61	17.57	15.18	15.19
<b>รวม</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
ความหนาแน่นขยะ (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	179.47	185.28	176.82	167.28	209.40	183.65

ท้องถิ่น	องค์ประกอบขยะ (%ของขยะเปียก)									จำนวน ครัวเรือน	ประชากร	ขยะที่ผลิต ตัน/วัน	
	หน่วยงานรัฐ	อาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	เหล็ก	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้				อื่น ๆ
เมืองเชียงใหม่		54.00	11.00	15.10	9.60	2.10	0.90	2.60	1.20	3.50	67,010	174,235	265.00
เมืองนครสวรรค์		79.76	4.07	13.17	0.81	0.36	0.28	0.41	0.30	0.84	16,790	65,043	81.95
เมืองนครปฐม		76.90	4.64	13.65	0.46	0.97	-	0.91	1.82	0.65	28,279	93,554	196.46
เมืองปทุมธานี		69.00	6.46	13.95	5.53	0.71	0.36	2.72	-	1.27	5,324	18,916	34.05
เมืองนนทบุรี		63.55	4.86	14.92	10.21	1.12	0.32	2.07	0.84	2.11	95,179	270,077	260.00
เมืองสมุทรสงคราม		57.40	8.92	11.29	2.03	1.61	0.77	3.39	11.42	3.17	8,676	35,672	26.75
เมืองภูเก็ต		65.64	6.56	19.28	4.09	0.35	0.03	0.64	-	3.41	*	67,164	144.40
เมืองที่ทำการศึกษา													
กรุงเทพมหานคร		42.68	12.09	10.88	6.63	3.54	2.57	4.68	6.90	10.04	1,625,438	5,759,726	8,897.00
เมืองนครราชสีมา		68.87	7.49	19.16	1.87	0.85	-	-	-	1.76	31,569	174,057	176.00
เมืองระยอง		48.73	18.03	17.27	10.51	0.88	0.10	0.41	0.10	3.97	21,657	55,240	78.44
เกาะสมุย		58.83	8.07	13.61	10.04	1.93	-	2.29	0.76	4.47	15,476	38,380	47.98
เมืองพิษณุโลก		68.59	2.53	20.59	1.61	1.45	0.29	1.51	0.89	2.54	27,014	90,386	84.06



## (1) สถานการณ์ขยะมูลฝอยปี 2553

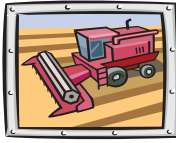




### (3) สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ออกแบบถูกหลักวิชาการ

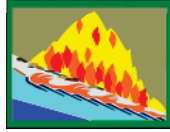


#### ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล



- ▶ เดินระบบ 94 แห่ง
- ▶ หยุดเดินระบบ (เต็ม/ต่อด้าน) 10 แห่ง
- ▶ ไม่สามารถเดินระบบได้ 6 แห่ง
- ▶ กำลังก่อสร้าง( รวมที่ยังไม่ก่อสร้าง) 11 แห่ง

#### ระบบเตาเผา



- ▶ ทน.ภูเก็ต (250 ตัน/วัน)
- ▶ ทต.เกาะสมุย\* (140 ตัน/วัน)
- ▶ ทม.ลำพูน\*\* (10 ตัน/วัน)
- ▶ อบต.เกาะเต่า (5 ตัน/วัน)

\* อยู่ระหว่างซ่อมแซมระบบ  
 \*\* หยุดดำเนินการ (อุปกรณ์หมดอายุการใช้งาน)

#### ระบบผสมผสาน

- ❖ ทต.เวียงฝาง (150 ตัน/วัน)
- ❖ ทน.ระยอง (80 ตัน/วัน)
- ❖ อบจ.ชลบุรี\*\* (400 ตัน/วัน)
- ❖ ทต.แม่สาย (60 ตัน/วัน)

\* หยุดดำเนินการ (อุปกรณ์ชำรุด/ประชาชนต่อต้าน)



ข้อมูล ณ เดือนพฤษภาคม 2554



### (6) การคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยระหว่างปี 2551 ถึง ปี 2565



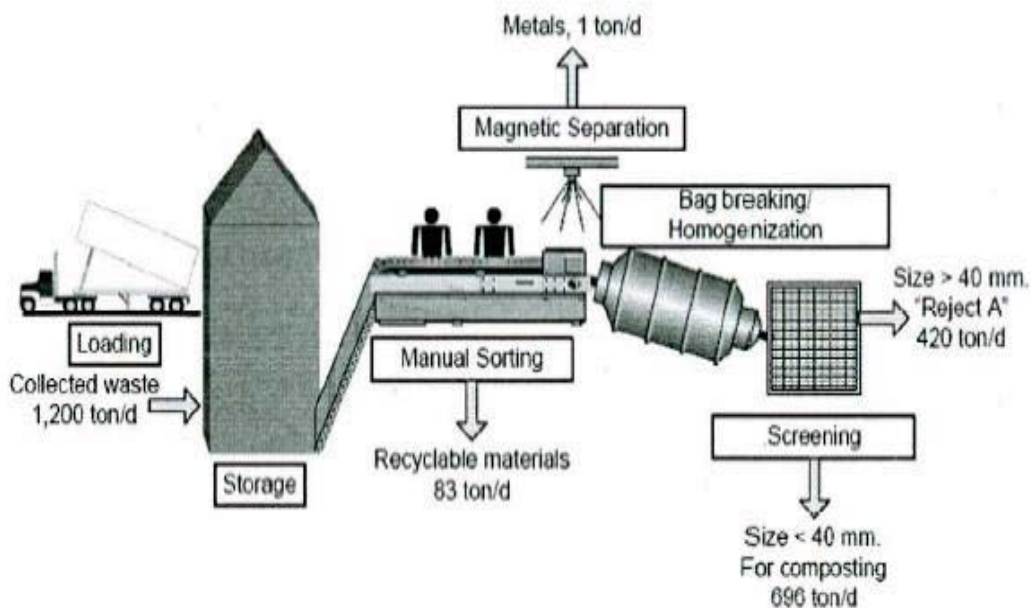
ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอย (ตันต่อวัน)	ปี พ.ศ.	ปริมาณมูลฝอย (ตันต่อวัน)
2551	40,662.42	2559	42,105.87
2552	40,878.24	2560	42,251.20
2553	41,081.72	2561	42,390.82
2554	41,274.20	2562	42,525.18
2555	41,456.81	2563	42,654.65
2556	41,630.50	2564	42,779.57
2557	41,796.11	2565	42,900.26
2558	41,954.36		

## เทคโนโลยีการบำบัดขยะอินทรีย์ในประเทศไทย

- การทำปุ๋ยหมัก
  - โครงการการทำปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ที่ส่วนบริหารกรุงเทพมหานคร
  - การทำปุ๋ยหมักขนาดเล็กในชุมชนต่างๆ
- การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน
  - การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนขนาดใหญ่ที่เทศบาลนครระยอง
  - โครงการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนขนาดเล็กที่ส่งเสริมโดยกระทรวงพลังงาน
- เครื่องย่อยชีวภาพแบบผสมผสาน
- การบำบัดเชิงกล-ชีวภาพสำหรับขยะอินทรีย์ที่ไม่ได้คัดแยก
- บ่อฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลสำหรับขยะที่ไม่ได้คัดแยกเพื่อการกู้คืนก๊าซ
  - โครงการกู้คืนก๊าซจากบ่อฝังกลบที่บ่อฝังกลบราชาเทวะ



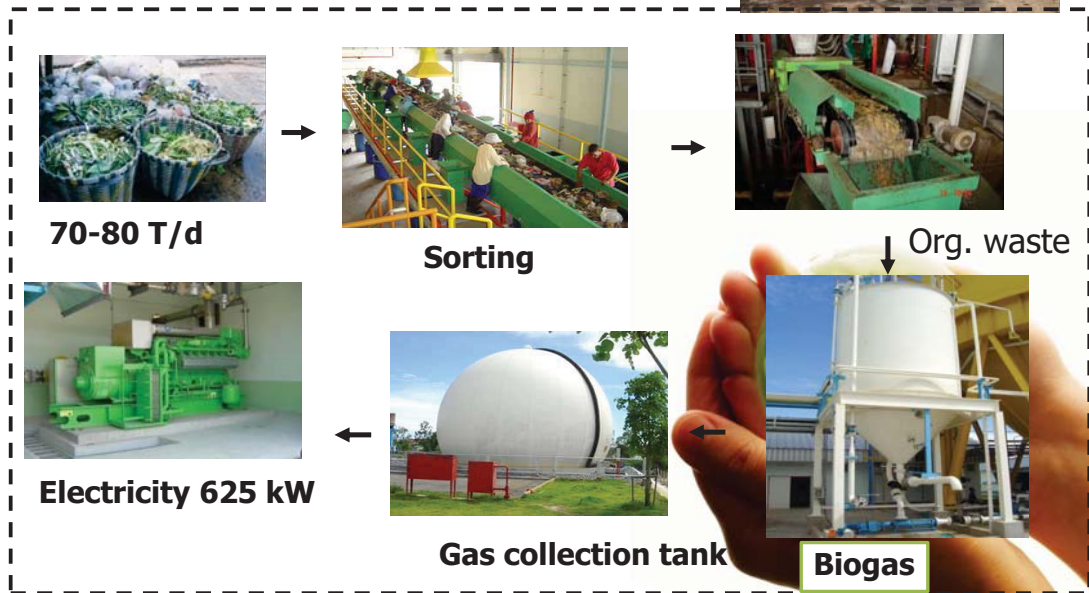
## โครงการการทำปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ที่ส่วนบริหารกรุงเทพมหานคร



ระบบการทำปุ๋ยหมักของชุมชนท้องถิ่น แหล่งทำปุ๋ยหมักชุมชนที่เทศบาลตำบล  
กระดังงา และการทำปุ๋ยหมักครัวเรือนในเทศบาลนครพิษณุโลก



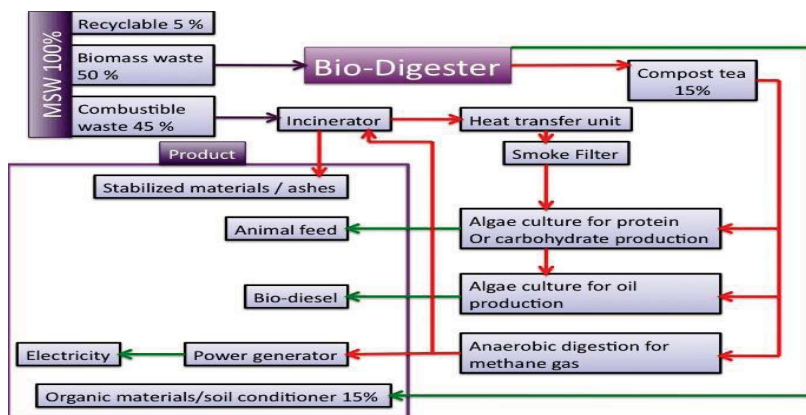
**Rayong ISWM System**



# โครงการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนขนาดเล็ก ที่ส่งเสริมโดยกระทรวงพลังงาน

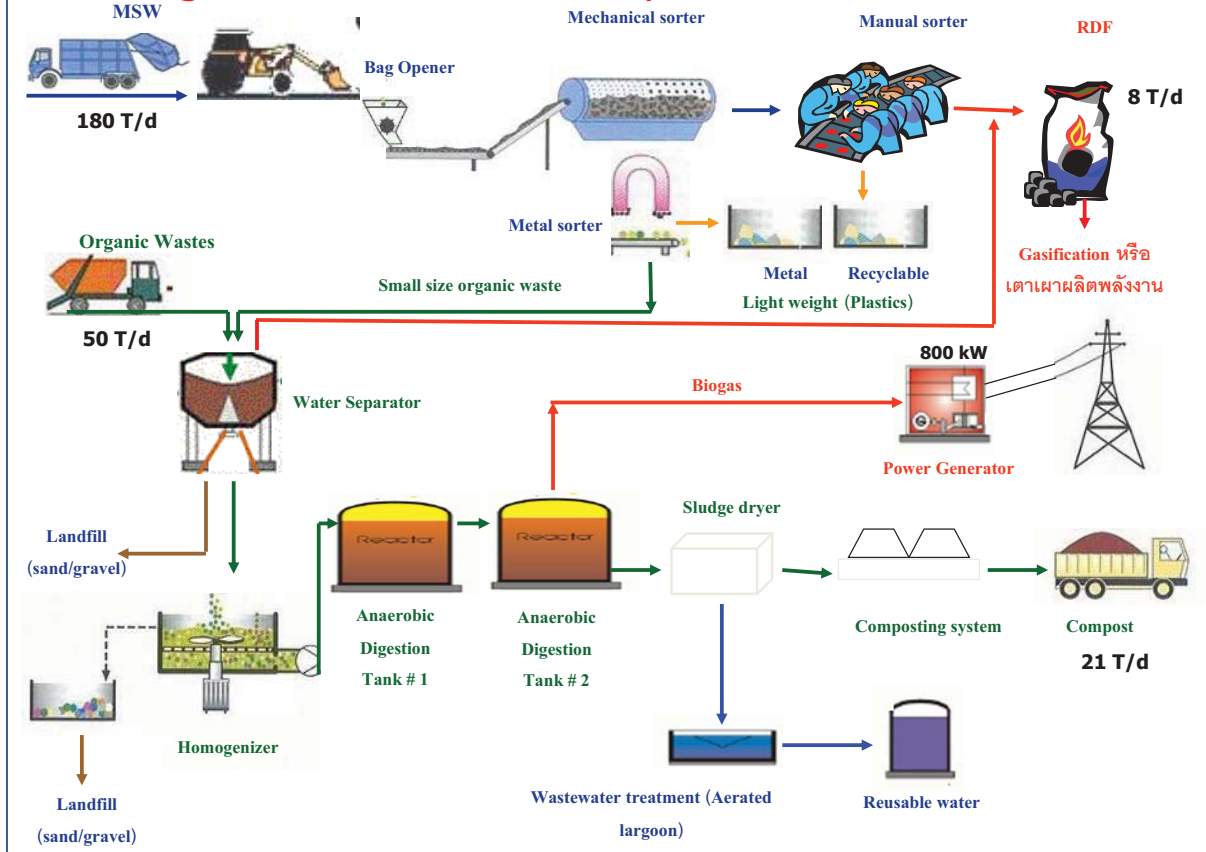


## เครื่องย่อยชีวภาพแบบผสมผสาน





# Integrated Waste Treatment System: Nakhon Ratchasima



## การเปรียบเทียบเทคโนโลยีประเภทต่างๆ

คุณลักษณะ	การทำปุ๋ยหมัก	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เครื่องย่อยชีวภาพ	การบำบัดเชิงกล-ชีวภาพ	บ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล
1. ลักษณะของขยะมูลฝอยของเทศบาล	- เหมาะสำหรับขยะอินทรีย์ที่มีพื้นที่แห้งและเปียก - ไม่เหมาะกับของเหลว	- ดีที่สุดเมื่อแยกขยะอินทรีย์ได้ 100% - ใช้ได้ดีกับขยะเหลว	- ดีที่สุดเมื่อแยกขยะอินทรีย์ได้ 100%	- เหมาะสำหรับขยะที่ไม่ได้คัดแยก แต่ต้องไม่มีขยะอันตรายและขยะติดเชื้อ	- เหมาะสำหรับขยะที่ไม่ได้คัดแยก
2. พลังงาน 2.1 พลังงานที่ได้รับจากระบบ	- ไม่ได้พลังงาน	- ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบขยะโดยทั่วไป	- ไม่ได้พลังงาน	- ขึ้นอยู่กับปริมาณของเชื้อเพลิงที่แยกออกมาได้	- ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะอินทรีย์, ปริมาณออกซิเจนในบ่อ, ประสิทธิภาพของการรวบรวมก๊าซจากบ่อฝังกลบ และกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2.2 พลังงานที่ถูกใช้ไปในโรงงาน	- ขึ้นอยู่กับเทคนิคการทำปุ๋ยหมัก หากใช้การหมักในตัวเครื่องและใช้ระบบการเติมอากาศแบบแรงอัดก็จำเป็นต้องใช้พลังงานในการเดินระบบ	- ต้องการทั้งกระแสไฟฟ้าและพลังความร้อน ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ 20-40% ของพลังงานที่ได้จากก๊าซชีวภาพ	- ต้องใช้ไฟฟ้าในการเดินระบบ	- ต้องใช้เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องผสมและเครื่องแยกขยะ	- ต้องใช้เชื้อเพลิงเพื่อขับเคลื่อนเครื่องจักร
2.3 พลังงานสุทธิที่ได้	- ไม่มี	- ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้และผลผลิตได้	- ไม่มี	- ไม่มี	- ขึ้นอยู่กับพลังงานที่ใช้และผลผลิตได้

คุณลักษณะ	การทำปุ๋ยหมัก	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เครื่องย่อยชีวภาพ	การบำบัดเชิงกล-ชีวภาพ	บ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล
3. ผลประโยชน์อื่น ๆ	- วัสดุรีไซเคิล - ปุ๋ยหมัก	- ปุ๋ยหมัก - ปุ๋ยน้ำ	- ปุ๋ยหมัก - ปุ๋ยน้ำ	- ปุ๋ยหมัก - เชื้อเพลิงแข็ง - วัสดุรีไซเคิล	- พื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์
4. การลงทุนและค่าดำเนินการ	- ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงถ้าเลือกทำปุ๋ยหมักในถัง - ค่าใช้จ่ายต่ำมากเมื่อเลือกใช้การทำปุ๋ยหมักแบบเป็นกองแถว	- ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงแม้จะเลือกใช้วิธีที่เรียบง่าย	ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับการออกแบบทางเทคนิคของระบบ	ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับการออกแบบทางเทคนิคของระบบ	ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับการออกแบบทางเทคนิคของระบบและแตกต่างกันไปตามราคาที่ดิน
4.2 ตัวอย่างค่าใช้จ่ายในประเทศไทย	กรุงเทพมหานครลงทุนสร้างโรงปุ๋ยหมักประมาณ 839 ล้านบาทเพื่อจัดการขยะรวม 1000 ตัน/วัน (ประมาณ 840000 บาทต่อขนานเข้า 1 ตัน/วัน)	เทศบาลนครระยองลงทุนประมาณ 136 ล้านบาทในการก่อสร้างระบบเพื่อจัดการขยะอินทรีย์ 60 ตัน/วัน (ประมาณ 2.27 ล้านบาทต่อขยะอินทรีย์นำเข้า 1 ตัน/วัน)	ค่าเครื่องจักรประมาณ 1.5 ล้านบาทสำหรับการจัดการขยะอินทรีย์ 0.5 ตัน/วัน (ประมาณ 3 ล้านบาทต่อขยะอินทรีย์นำเข้า 1 ตัน/วัน)	เทศบาลนครพิษณุโลกลงทุน 48 ล้านบาทในการก่อสร้างระบบเพื่อรองรับขยะผสม 80 ตัน/วัน (ประมาณ 6 แสนบาทต่อขนานนำเข้า 1 ตัน/วัน)	ไม่มีข้อมูลตัวอย่างที่ชัดเจน
5 พื้นที่ดิน	ต้องการพื้นที่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลางขึ้นอยู่กับเทคนิคการทำปุ๋ยหมักที่เลือกใช้	ต้องการพื้นที่ขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับการทำปุ๋ยหมักแบบกอง	ต้องการพื้นที่ขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับการทำปุ๋ยหมักแบบกอง	ต้องการพื้นที่ใกล้เคียงกับการทำปุ๋ยหมักแบบกองแต่ต้องมีอายุการใช้งานนานกว่าบ่อฝังกลบ	ต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่เพื่อฝังกลบขยะทั้งหมดไว้

คุณลักษณะ	การทำปุ๋ยหมัก	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เครื่องย่อยชีวภาพ	การบำบัดเชิงกล-ชีวภาพ	บ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล
6 ผลกระทบจากเทคโนโลยี 6.1 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (เชิงบวกและลบ)	- ลดขยะมูลฝอยที่ต้องส่งไปยังบ่อฝังกลบ - อาจมีการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำ - อาจมีปัญหาเรื่องกลิ่นและแมลง - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝังกลบ	- ลดขยะมูลฝอยที่ต้องส่งไปยังบ่อฝังกลบ - อาจมีการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำ - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝังกลบ	- ลดขยะมูลฝอยที่ต้องส่งไปยังบ่อฝังกลบ - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝังกลบ	- ลดขยะมูลฝอยที่ต้องส่งไปยังบ่อฝังกลบ - อาจมีการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำ - อาจมีปัญหาเรื่องกลิ่นและแมลง - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝังกลบ	- ไม่ช่วยลดภาระของเทศบาลในการฝังกลบขยะ - ไม่ส่งเสริมการกู้คืนวัสดุรีไซเคิลได้ ยกเว้นจะมีการขุดเพื่อคัดแยกขยะหลังจากทำการฝังกลบแล้ว - อาจมีการปนเปื้อนสู่ดินและแหล่งน้ำ - อาจมีปัญหาเรื่องกลิ่นและแมลง - มีการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ แม้จะมีการติดตั้งระบบกู้คืนก๊าซ
6.2 ผลกระทบด้านพลังงาน (เชิงบวกและลบ)	- อาจมีการใช้พลังงานในการเดินระบบเครื่องจักร	- สามารถผลิตพลังงานจากก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้ในรูปของก๊าซหุงต้มและการผลิตกระแสไฟฟ้า	- เพิ่มการใช้พลังงานในการเดินระบบ	- สามารถผลิตพลังงานได้หากนำระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาใช้ - มีแหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิงแข็ง เช่น พลาสติคและอินทรีย์วัตถุ	- สามารถผลิตพลังงานจากก๊าซมีเทนเมื่อมีการติดตั้งระบบการกู้คืนก๊าซจากบ่อฝังกลบ

คุณลักษณะ	การทำปฏิกิริยา	การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เครื่องย่อยชีวภาพ	การบำบัดเชิงกล-ชีวภาพ	บ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล
7. ความซับซ้อนในการดำเนินการ	-สามารถเลือกใช้เทคนิคที่เรียบง่ายหรือเลือกใช้ระบบที่ทันสมัยก็ได้แล้วแต่ศักยภาพของท้องถิ่น	-สามารถเลือกใช้เทคนิคที่เรียบง่ายหรือเลือกใช้ระบบที่ทันสมัยก็ได้แล้วแต่ศักยภาพของท้องถิ่น แต่โดยภาพรวมแล้วยุ่ยากกว่าการทำปฏิกิริยา	- ใช้เทคโนโลยีระดับก้าวหน้าและพึ่งพาเครื่องจักรคล้ายกับการทำปฏิกิริยาด้วยเครื่อง	- ใช้การผสมผสานของเทคโนโลยีด้านกายภาพและชีวภาพ (ทำปฏิกิริยาหรือ การย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน)	- ใช้ความชำนาญเชิงวิศวกรรมในการวางระบบท่อและอุปกรณ์เข้ามาใช้ประโยชน์
7.1 กระบวนการดำเนินการ					
7.2 บุคลากร	สามารถเลือกเทคนิคที่เหมาะสมกับศักยภาพของบุคลากรได้ เช่น หากเลือกเทคนิคการทำปฏิกิริยาในเครื่องจะต้องฝึกอบรมบุคลากรให้มีความชำนาญในการควบคุมระบบ	ต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรให้เข้าใจกลไกการทำงานและการดูแลระบบ	ต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรให้เข้าใจกลไกการทำงานและการดูแลระบบ	ต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรให้เข้าใจกลไกการทำงานและการดูแลระบบ	ต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรให้เข้าใจกลไกการทำงานและการดูแลระบบ
8. การพัฒนาเทคโนโลยี	เทคโนโลยีมีความหลากหลาย และเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ	เทคโนโลยีมีความหลากหลาย แต่แบบพื้นฐานมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนาเพราะมีต้นทุนต่ำและบริหารจัดการง่าย	- อยู่ในระหว่างค้นคว้าและพัฒนา - กำลังทำโครงการนำร่อง	- เป็นที่ใช้อย่างแพร่หลายในยุโรป มีแหล่งใช้งานที่เป็นที่ยอมรับอยู่ 1 แห่งในประเทศไทย	- เป็นที่ใช้อย่างแพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้ว มีแหล่งใช้งานที่เป็นที่ยอมรับอยู่ 2-3 แห่งในประเทศไทย

## การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Activity	Direct Emissions		Indirect Emissions	Avoided Emissions	Emission reducing Actions
	Gross emissions	Net emissions			
Collection & Transport	CO <sub>2</sub> from fuels consumption	CO <sub>2</sub> from fuels consumption	CO <sub>2</sub> from electric vehicles CO <sub>2</sub> from outsourced transport		-Use of electric vehicles -Use of alternative fuels -Change mean of transportation
Transfer	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from electricity consumption		-Actions to improve energy efficiency of equipments and facilities
Mechanical pre-treatment	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from electricity consumption		-Actions to improve energy efficiency of equipments and facilities
Sorting, recycling and recovering	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-Avoided GHG in corresponding to the emission resulting from the production of an equivalent quantity of materials -CO <sub>2</sub> avoided through potential production of solid recovered fuels.	-Actions to improve sorting rate -Recovery of sorting rejects
Physico-chemical waste treatment	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-CO <sub>2</sub> avoided through potential production of alternative fuels	-Actions to optimize alternative fuel production

Activity	Direct Emissions		Indirect Emissions	Avoided Emissions	Emission reducing Actions
	Gross emissions	Net emissions			
Biological treatment (Compost & AD)	-CO <sub>2</sub> from biomass -CO <sub>2</sub> from fuels consumption -CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O	-CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption -CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-CO <sub>2</sub> avoided through energy production -CO <sub>2</sub> avoided through compost use -CO <sub>2</sub> avoided through recovery of the heat produced	-Optimization of aerobic conditions for composting processes -Optimization of energy and/or material recovery
Landfill	-CH <sub>4</sub> from landfill gas -CO <sub>2</sub> from landfill gas -CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	-CH <sub>4</sub> from landfill gas -CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-CO <sub>2</sub> avoided through energy production	-Optimization of CH <sub>4</sub> oxidation, capture and combustion -Optimization of energy recovery
Incineration	-CO <sub>2</sub> from waste -CO <sub>2</sub> from additional fossil fuels -N <sub>2</sub> O	-CO <sub>2</sub> from waste -CO <sub>2</sub> from additional fossil fuels -N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-CO <sub>2</sub> avoided through energy production -CO <sub>2</sub> avoided through slag and ash recycling	-Optimization of energy recovery
Mechanical Biological Treatment (MBT)	-CO <sub>2</sub> from biomass -CO <sub>2</sub> from fuels consumption -CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O	-CO <sub>2</sub> from on-site fuels consumption -CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> from purchased electricity consumption	-CO <sub>2</sub> avoided through energy production -CO <sub>2</sub> avoided through compost reuse -CO <sub>2</sub> avoided through material recovery -CO <sub>2</sub> avoided through potential production of alternative fuels	-Actions to improve sorting and compost quality -Optimization of energy and material recovery

## แนวทางเพื่อการปรับปรุงการจัดการขยะอินทรีย์

- การปรับปรุงการคัดแยกและการรวบรวมขยะ
- ประเภทที่ 1: ขยะสองประเภท – ขยะอินทรีย์กับขยะรีไซเคิลได้
- ประเภทที่ 2: ขยะสามประเภท – ขยะรีไซเคิลได้, ขยะอินทรีย์, ขยะทั่วไป
- ประเภทที่ 3: ขยะสี่ประเภท – ขยะรีไซเคิลได้, ขยะอินทรีย์, ขยะทั่วไป, ขยะอันตราย



## แนวทางเพื่อการปรับปรุงการจัดการขยะอินทรีย์

- การกระตุ้นการมีส่วนร่วมของภาคสาธารณะ
  - ความเชื่อมั่นของหน่วยงานรัฐภาคท้องถิ่น
  - การประเมินโครงการ
  - ระบบสนับสนุนที่ไม่เพียงพอ
  - การบังคับใช้กฎหมายและสิทธิประโยชน์
  - การสื่อสาร



## แนวทางเพื่อการปรับปรุงการจัดการขยะอินทรีย์

- การสร้างศักยภาพในระดับท้องถิ่น
  - การสร้างศักยภาพในระดับสถาบัน
  - การสร้างศักยภาพทางการเงิน
  - การสร้างศักยภาพในระดับชุมชน



ขอบคุณค่ะ



การจัดการขยะแบบผสมผสานเพื่อลด  
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

ดร.จรรยา แสงอรุณ and Nirmala Menikpura

Sustainable Consumption and Production Group  
Institute for Global Environmental Strategies (IGES)



## ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ IGES

- ก่อตั้งเป็นคลังสมองด้านสิ่งแวดล้อมสากลในประเทศญี่ปุ่น ในปี 1998
- มีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ฮะยามะ และมีสำนักงานภาคพื้นอยู่ที่โตเกียว คิตะคิวชู โคเบ กรุงเทพบและปักกิ่ง
- ศึกษาด้านนโยบายสิ่งแวดล้อมในระดับนานาชาติ
- แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (รวมถึงตลาดคาร์บอน) การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการบริโภคและผลิตอย่างยั่งยืน
- มี 4 กลุ่มที่เป็นสหสาขา ได้แก่ สิ่งแวดล้อมกับเศรษฐกิจ การบริหารราชการและเพิ่มพูนศักยภาพ ธุรกิจกับสิ่งแวดล้อม นโยบายของหน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่น
- องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศ เช่น IPCC/TSU, APN

## กรอบการนำเสนอ

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขยะ
- ตัวอย่างการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะของเทศบาลในประเทศไทย
- ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดทำแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมแห่งชาติ

## ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอันเกิดจากการจัดการขยะที่ต้องรายงานต่อ UNFCCC

### 1. ภาคขยะ

- 1) มีเทนจากการเทกองหรือฝังกลบขยะอินทรีย์ และบางส่วนจากการเผา และทำปุ๋ยหมัก
- 2) คาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาขยะประเภทปิโตรเคมี เช่น พลาสติกก่อให้เกิดก๊าซ (ถ้ามีการนำพลังงานความร้อนจากการเผาไปใช้ประโยชน์ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจะไปรวมอยู่ในภาคพลังงาน) คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากขยะอินทรีย์ไม่นับรวมในการคำนวณแต่ให้รายงานเป็นข้อมูลเท่านั้น
- 3) ไนตรัสออกไซด์จากการเผาขยะและการทำปุ๋ยหมัก ก๊าซนี้เกิดขึ้นน้อยแต่มีศักยภาพสูง

### 2. ภาคอื่นๆ

- 4) ก๊าซเรือนกระจกคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไม้ น้ำมัน เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเก็บขน การเดินระบบ และการรีไซเคิล
- 5) ก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตกระแสไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้ในการเดินระบบการจัดการขยะ
- 6) การปล่อยก๊าซจากการจัดการขยะทางการเกษตรถูกจัดให้รายงานในส่วน of ภาคเกษตร ป่าไม้ และที่ดิน



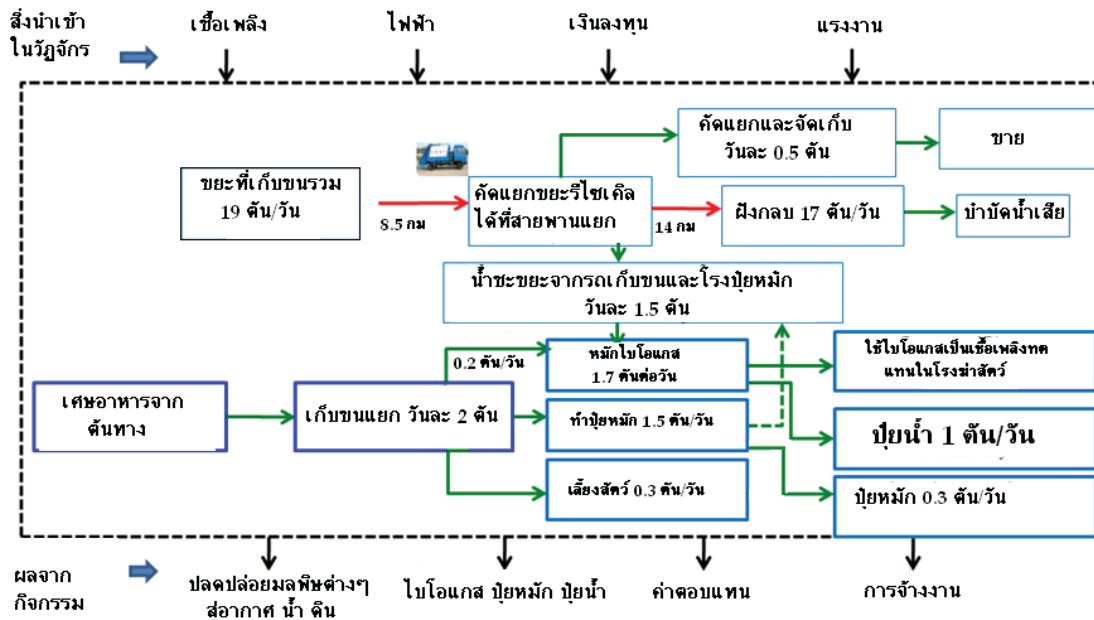
## ประโยชน์ของ 3Rs ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคต่างๆ

ภาค	ประโยชน์ต่อสภาพอากาศ
ขยะ	- ลดการปล่อยมีเทนจากบ่อฝังกลบ - ลดคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาพลาสติก
พลังงานและการขนส่ง	- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยลดการใช้พลังงานเพื่อการขุดหาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ การเกษตร การผลิตและกระจายสินค้า การเก็บขนและกำจัดขยะ - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปิโตรเลียมโดยการใช้พลังงานทดแทนจากขยะ
อุตสาหกรรม	- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการผลิตสินค้าใหม่ - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ยเคมี
เกษตร	- ลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์โดยการลดการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการเพาะปลูก - เพิ่มการเก็บกักคาร์บอนไว้ในดิน
การใช้ประโยชน์ที่ดินและการใช้พลังงาน	- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการลดการทำเหมืองและการตัดไม้ทำลายป่า

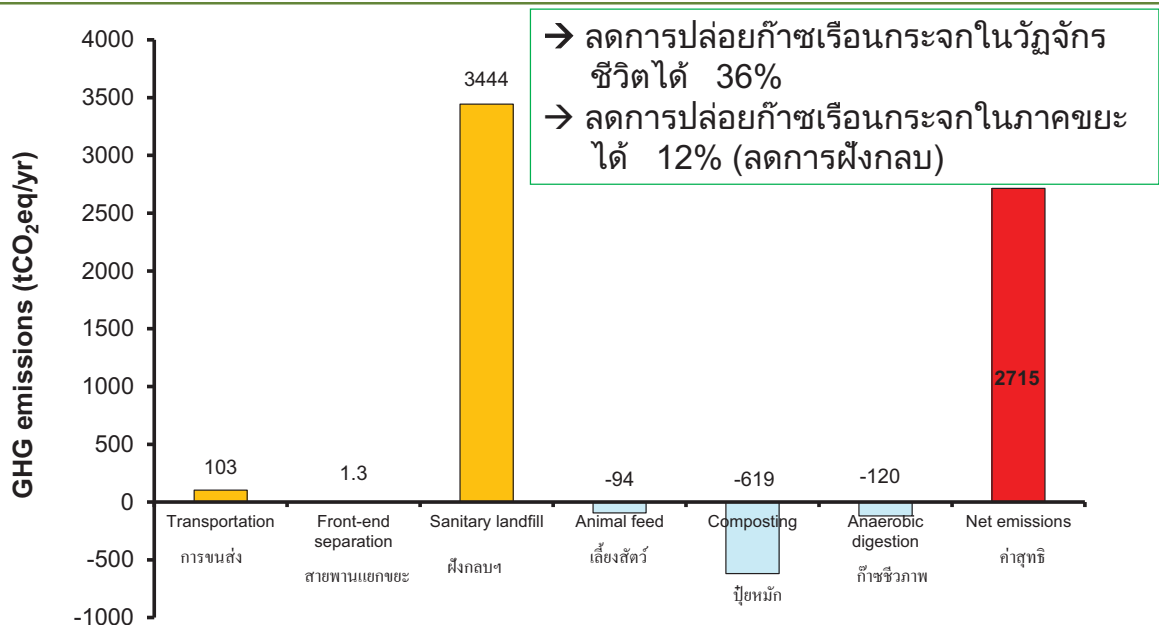
## กรณีศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากตัวอย่างเทศบาลในประเทศไทย

- เมืองแกลง สามชุก พิษณุโลก วารินชำราบ กรุงเทพมหานคร และภูเก็ต
- ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในวัฏจักรชีวิต
  - ภาคขยะ → มีเทนจากการเทกองและฝังกลบ คาร์บอนไดออกไซด์จากการเผา
  - ภาคพลังงาน → เชื้อเพลิงที่ใช้ การเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
  - ภาคอุตสาหกรรม → การผลิตสินค้า
  - ภาคเกษตร → การใช้ปุ๋ยเคมี
- เปรียบเทียบการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยไม่มีการเก็บก๊าซ

# 1. เทศบาลตำบลเมืองแกลง การจัดการขยะแบบผสมผสาน



## ประมวลผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะแบบผสมผสานของเทศบาลตำบลเมืองแกลง

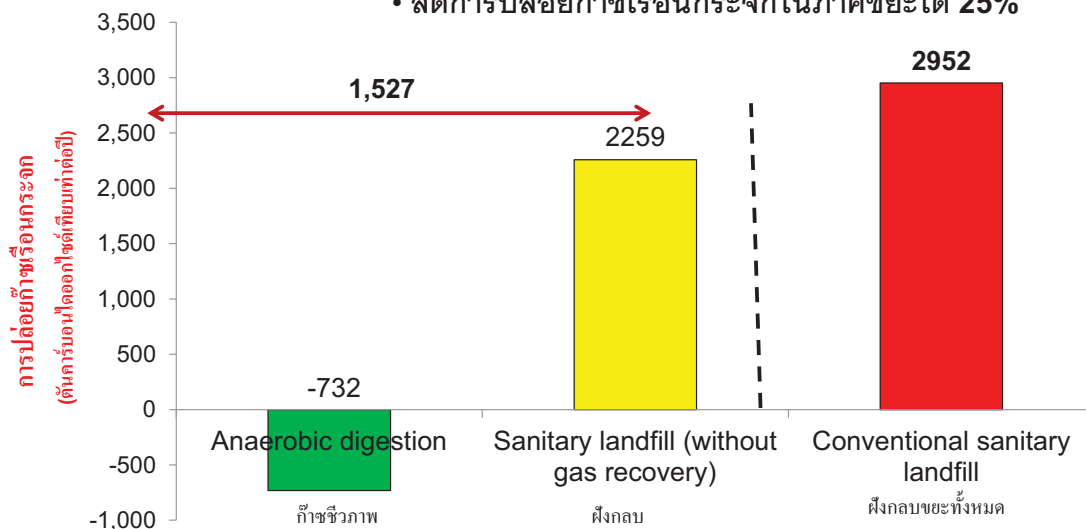


## 2. เทศบาลตำบลสามชุก : ผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับชุมชน

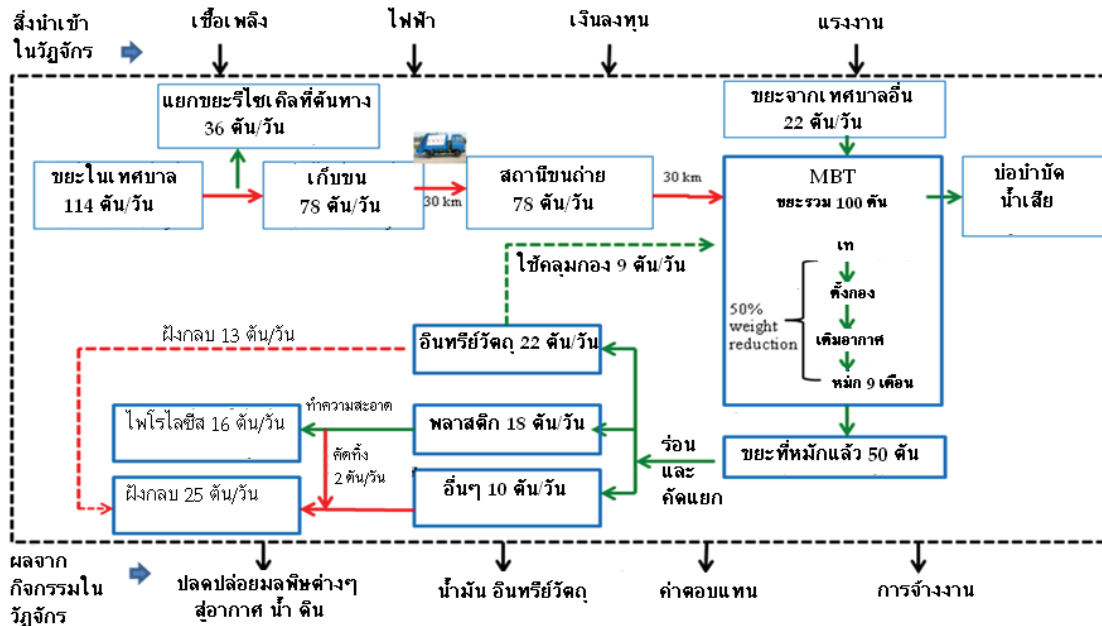
- ขยะทั้งหมด 12 ตัน/วัน
- ผลิตก๊าซชีวภาพ 2 ตัน/วัน ส่งไปฝังกลบ 10 ตัน/วัน
- ลดการฝังกลบขยะอินทรีย์ได้ 17% ของขยะทั้งหมด
- ได้ก๊าซชีวภาพ 75.8 ลบ.ม./ตัน
- แจกจ่ายให้ชาวบ้าน 23 ครัวเรือนใช้

## ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยโดยการจัดการขยะของเทศบาลตำบลสามชุก

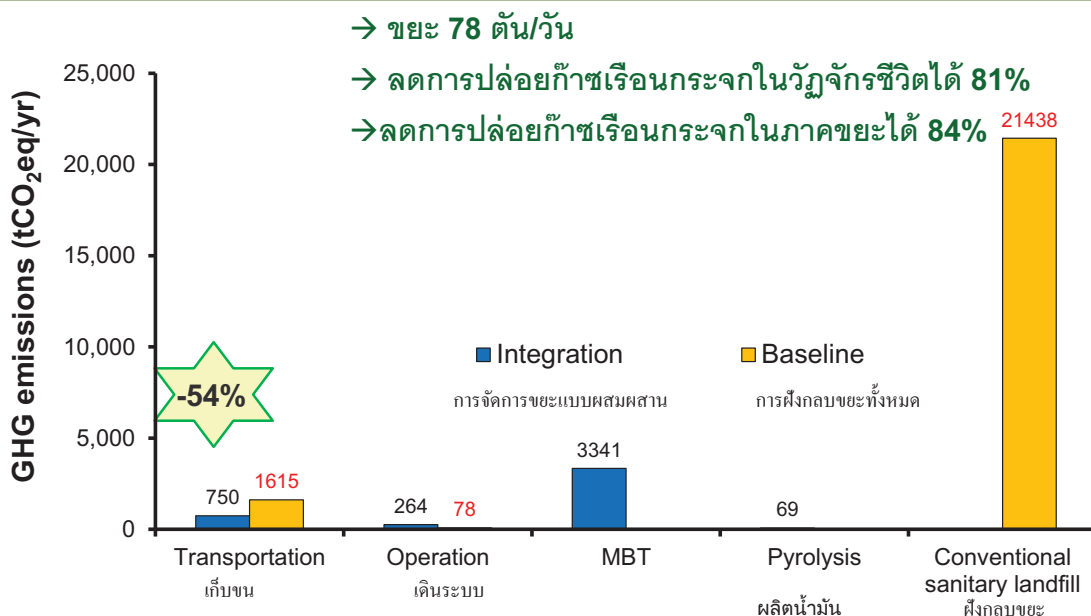
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในวัฏจักรชีวิตได้ 48%
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขยะได้ 25%



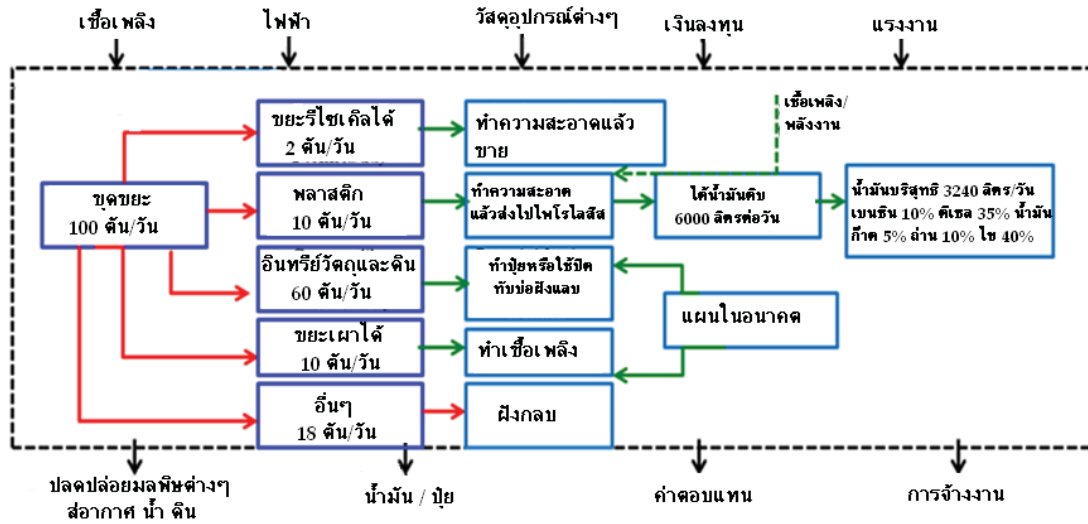
### 3. เทศบาลนครพิษณุโลก : MBT to pyrolysis



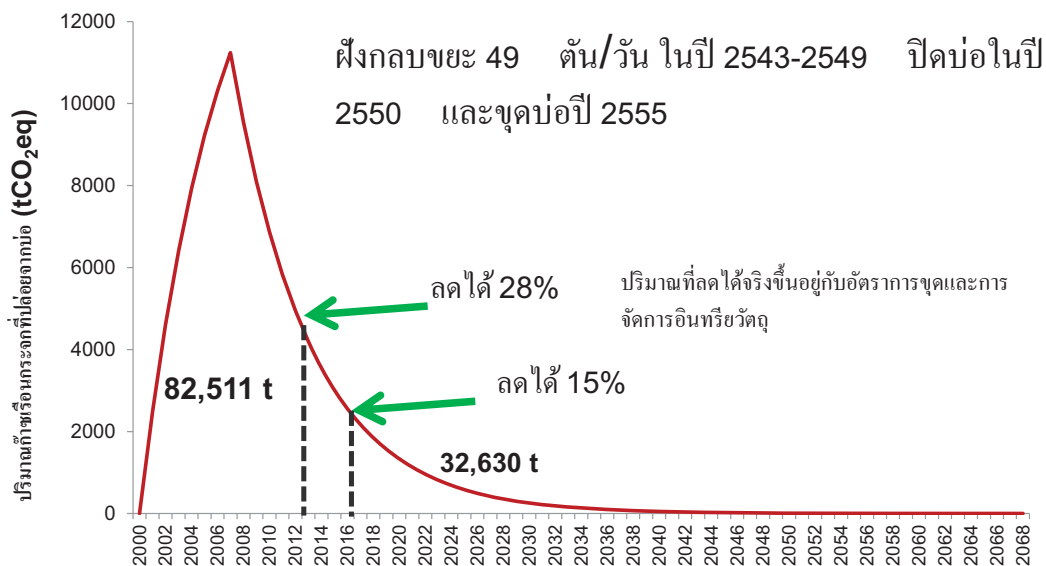
### ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยโดยการจัดการขยะของเทศบาลนครพิษณุโลก



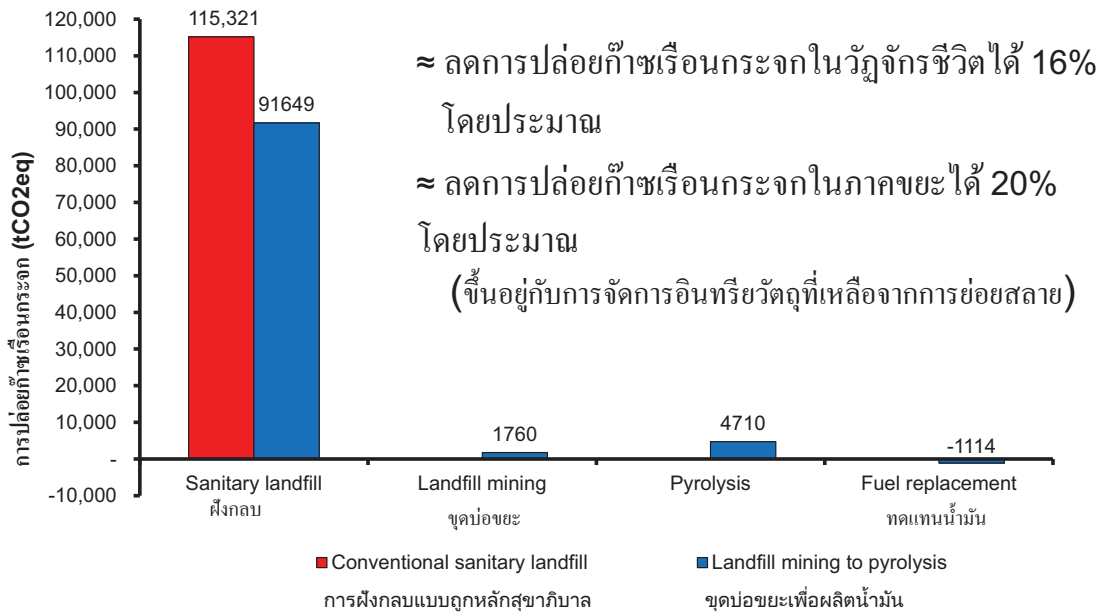
## 4. เทศบาลเมืองวารินชำราบ: ชุดเหมืองขยะเพื่อผลิตน้ำมัน



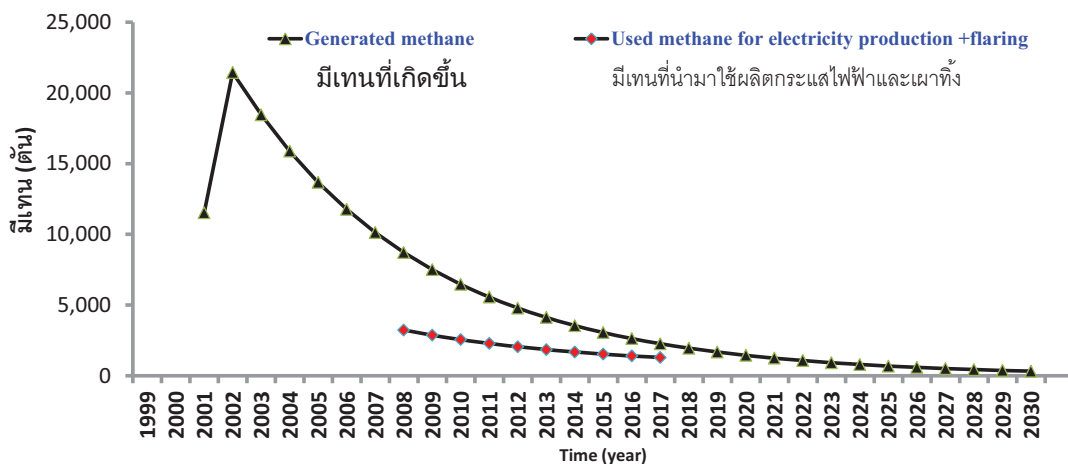
## การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขุดหลุมฝังกลบขยะเก่าของเทศบาลเมืองวารินชำราบ



## การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบการขุดบ่อฝังกลบเพื่อผลิตน้ำมัน

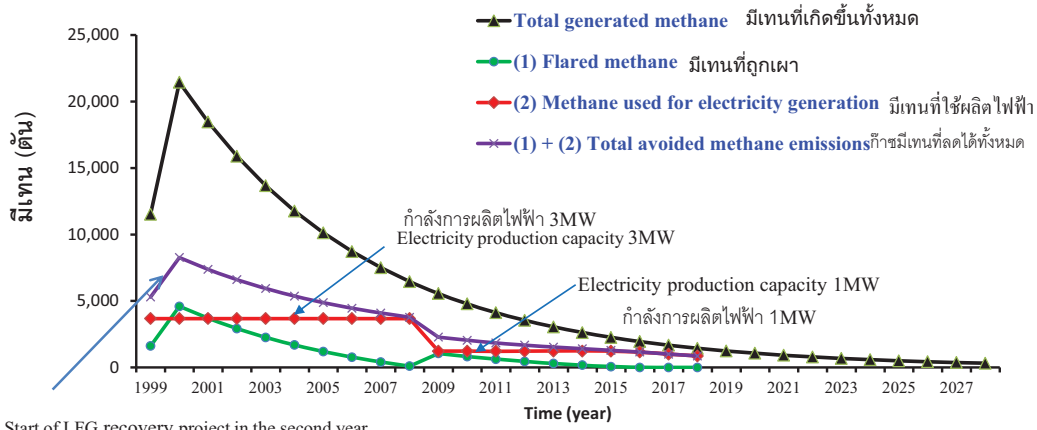


## 5. กรุงเทพมหานคร: การผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซมีเทนจากบ่อฝังกลบ (เริ่มโครงการเมื่อมีการปิดบ่อฝังกลบไปแล้ว 5 ปี)



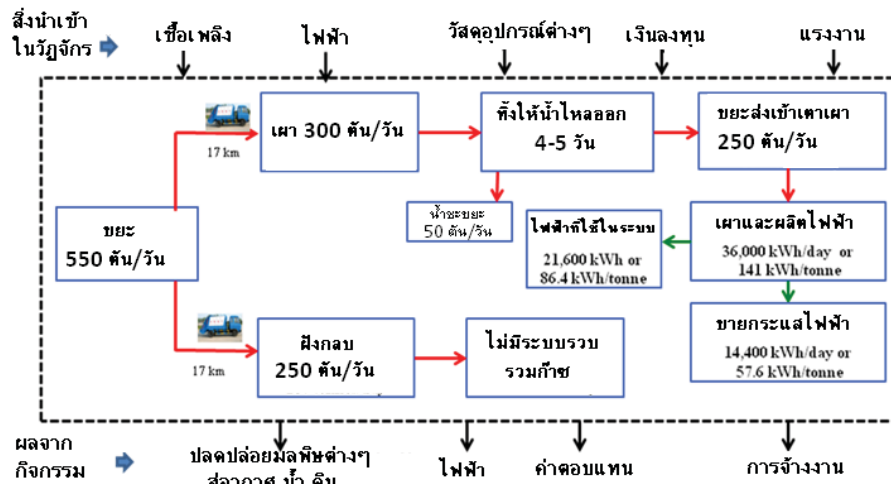
- มีเทนที่เกิดขึ้น 12.5% ถูกนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและเผาทำลายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี
- มีเทนที่เหลืออีก 78.5% ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ

## แบบจำลองการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากบ่อฝังกลบโดยการติดตั้งระบบเก็บกักก๊าซตั้งแต่ระยะแรกของการฝังกลบ



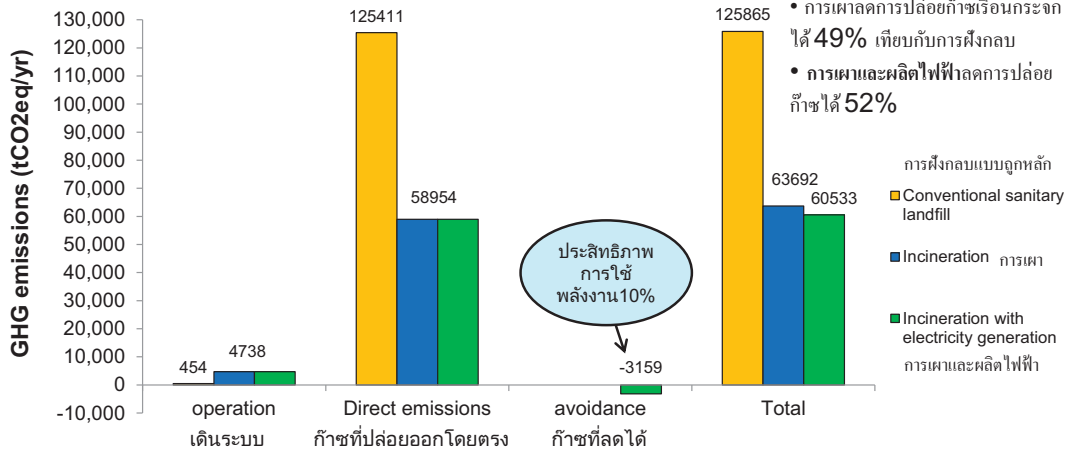
- ระบบนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศได้ 43% (ระเหยไป 57%)
- อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซขึ้นอยู่กับ การติดตั้งระบบเก็บกักก๊าซ กำลังของเครื่องจักร ระยะเวลาโครงการ ฯลฯ

## 6. เทศบาลนครภูเก็ต: ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าจากการเผาขยะ



## เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างการเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลโดยไม่มีให้นำก๊าซมาใช้

ขยะ 300 ตัน/วัน หรือ 96,900 ตัน/ปี (323 วัน/ปี)



- ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของภูเก็ตประมาณ 10%
- สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยการลดปริมาณความชื้นในขยะ

## 7. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิล (โรงงานรีไซเคิลนอกเขตเทศบาล)

ประเภทขยะรีไซเคิล	ก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิล <sup>1</sup> (A)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้เมื่อเทียบกับการนำทรัพยากรใหม่มาใช้ <sup>1</sup> (B)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการไม่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (C)	ค่าสุทธิ
				(D) = (A)-(B)-(C)
ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันขยะ				
กระดาษ	1.27	0.97	2.38	-2.08
พลาสติก	2.15	1.90	0	0.25
อลูมิเนียม	0.39	12.47	0	-12.08
เหล็ก	1.10	2.95	0	-1.85
แก้ว	0.57	1.03	0	-0.46

Remarks: <sup>1</sup>Menikpura, 2011



## สรุป

- 1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถทำได้โดยการลดการฝังกลบขยะอินทรีย์ เปลี่ยนประเภทเชื้อเพลิงในการเก็บขน และลดระยะทางในการเก็บขน
- 2) การจัดการขยะที่ไม่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือทำให้ค่าการปลดปล่อยเป็นลบในวัฏจักรชีวิตสามารถทำได้โดยการคัดแยกขยะอินทรีย์แล้วนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมักแล้วใช้เพาะปลูก การผลิตก๊าซชีวภาพแล้วนำไปใช้เป็นพลังงาน การใช้เป็นอาหารสัตว์ ฯลฯ
- 3) MBT เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับขยะทั่วไปที่มีขยะอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 80 โดยประมาณ และสามารถจะลดได้มากขึ้นหากอินทรีย์วัตถุมีคุณภาพดีและสามารถนำไปใช้เพาะปลูกได้

## สรุป (ต่อ)

- 4) การผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซมีเทนจากบ่อฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาลและการเผา สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 50 โดยประมาณ แต่การดำเนินการระบบนี้ต้องอยู่ภายใต้มาตรฐาน (เช่น มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซและพลังงานสูง) และควบคุมการปล่อยมลพิษ
- 5) การขุดเหมืองขยะเก่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยกู้คืนทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ และหากมีการจัดการอินทรีย์วัตถุที่ดีก็สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ร้อยละ 20 โดยประมาณ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการฝังกลบและการขุด
- 6) ควรส่งเสริมให้มีการรีไซเคิลกระดาษ อลูมิเนียม โลหะ และแก้ว เพื่อช่วยลดโลกร้อน นอกจากนี้ขยะพลาสติกก็ควรมีการรีไซเคิลด้วยเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดพื้นที่การฝังกลบขยะ

## ข้อเสนอแนะในการจัดทำแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม แห่งชาติ (NAMAs)

- 1) NAMAs สำหรับภาคขยะของไทยควรเป็นไปในทิศทางเดียวกับร่างกฎหมาย 3Rs ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งควรครอบคลุมถึง การลดการเกิดขยะ การนำขยะไปใช้ประโยชน์ การหลีกเลี่ยงการฝังกลบขยะอินทรีย์ การรีไซเคิล ฯลฯ
- 2) NAMAs ควรส่งเสริมเทคโนโลยีและนโยบายท้องถิ่นในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควบคู่ไปกับการนำเข้าเทคโนโลยีที่เหมาะสมจากต่างประเทศ

## ข้อเสนอแนะสำหรับ NAMAs (ต่อ)

- 3) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้องให้ความสำคัญกับการเพิ่มศักยภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงโอกาสในการเข้าถึงแหล่งทุน
- 4) จำเป็นต้องมีการจัดเก็บและรักษาข้อมูลที่เป็นต่อการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบในระดับท้องถิ่นเพื่อให้สามารถทำการคำนวณ ตรวจสอบ และรายงาน (MRV) ต่อบริษัทหรือประชาชาติ และประเทศหรือหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนหรือรับซื้อคาร์บอนเครดิตได้

## ขอบคุณที่ให้ความสนใจค่ะ

---

งานวิจัยชิ้นนี้ยังไม่เสร็จสมบูรณ์

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือรายงานฉบับสมบูรณ์ กรุณาติดต่อ

[sang-arun@iges.or.jp](mailto:sang-arun@iges.or.jp) or [janyasan@gmail.com](mailto:janyasan@gmail.com)

# Life cycle greenhouse gas emissions and other impacts from recycling activities: a case study in Thailand

Nirmala Menikpura

Institute of Global Environmental Strategies (IGES)

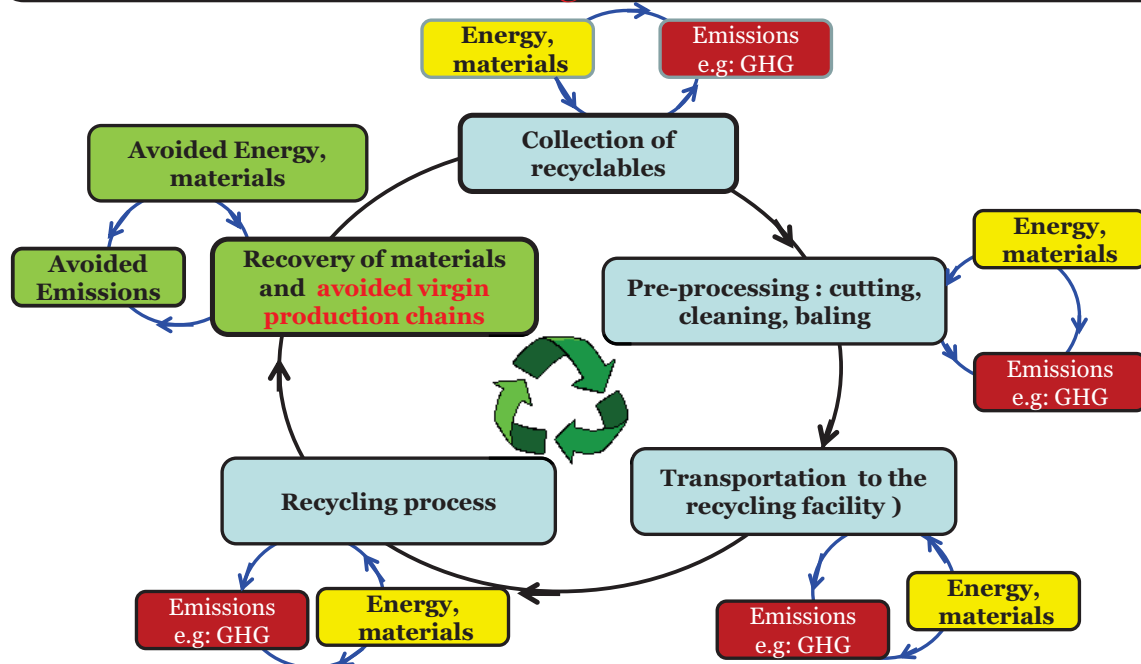


## General Background of Municipal Solid Waste (MSW) Management in Thailand

- In 2009 the volume of garbage in Thailand was approximately **41,410 tonnes** per day
- Only **23%** generated waste is separated and **sent to recycling Centers**
- The remaining fraction is disposed at **open dumps** and **sanitary landfill without gas recovery**
- **Promotion of recycling** activities in Thailand is **crucial** in order to minimize the severity of waste problem

## Life Cycle Effects of Recycling Activities

- All processes are required significant amount of **energy and materials** and **result in** environmental impacts due to consumption of resources and **emission of toxic gases**



3

## Recycling as an option to replace virgin production

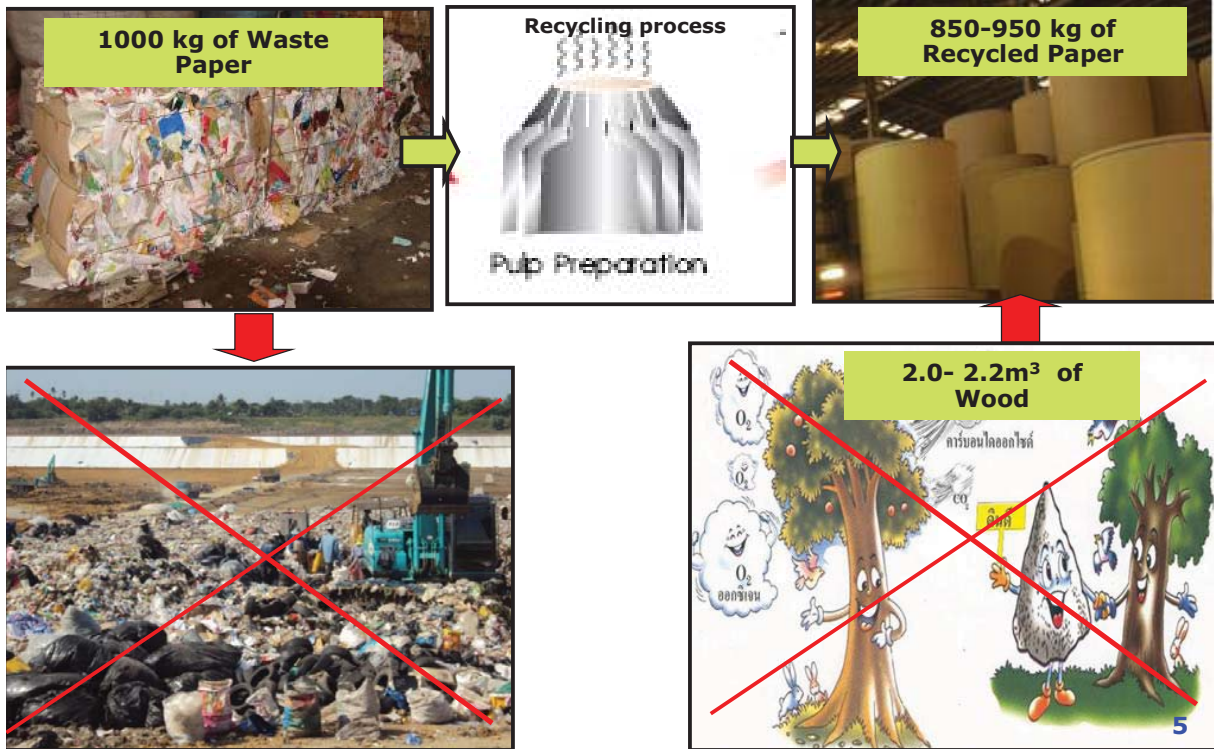
- Considerable amount of materials can be recovered from recycling and therefore **materials production** via **virgin processes** can be **avoided**

### Plastic recycling



# Recycling as an option to replace virgin production

## Paper recycling



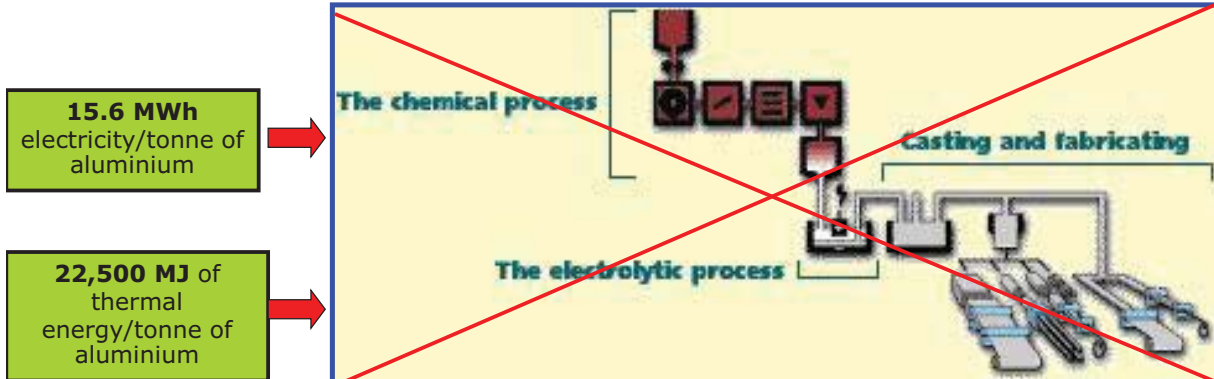
# Recycling as an option to replace virgin production

## Aluminium recycling



Only need 6% energy compare to virgin production

## Aluminium virgin production process



## Quantification of the effects of recycling -A Case Study in Nonthaburi

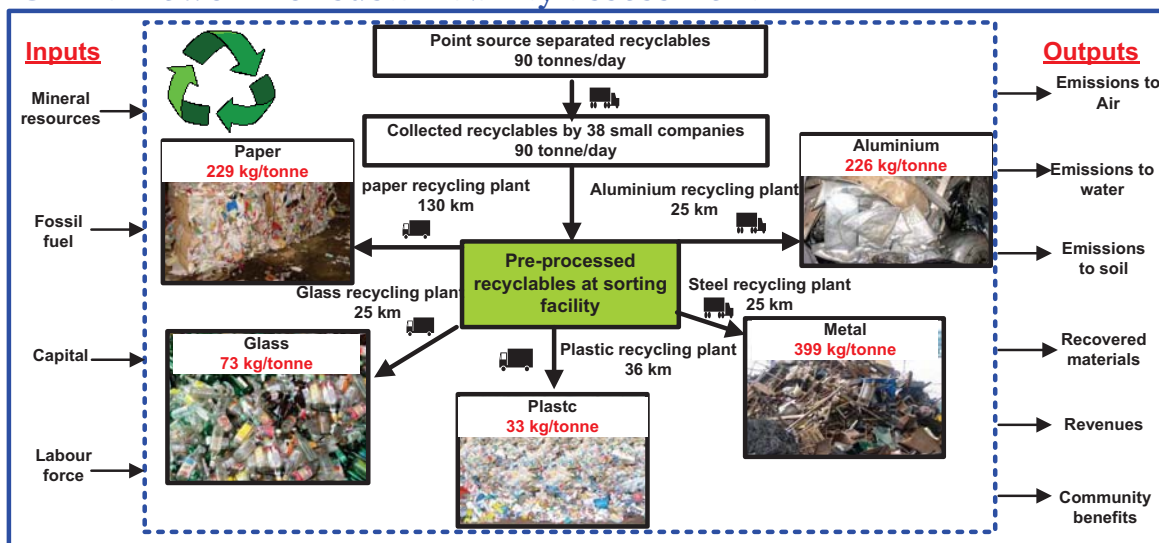
- **Nonthaburi municipality** was selected to evaluate the implications of recycling activities on the sustainability which is located **20 km northwest** of Bangkok
- The Municipality covers an area of **39 km<sup>2</sup>** hosting a population of **0.27 million**
- Nonthaburi municipality is making an effort to **maximizing recycling and minimizing waste generation**
- **Public participation** and **awareness raising** campaigns were recognised as key factors for such successful achievements as well as the **strong political will** of the local administration
- MSW generation is **370 tonnes per day** and approximately **90 tonnes of recyclables** separated at the household level and sent to the recycling facilities

7

## LCA Framework for assessment

- **LCA** was used as the **basic tool** to evaluate the environmental, economic and social impacts
- Quantification was done for “**recycling of one tonne of waste in a recyclable mix**”

### LCA framework for sustainability assessment

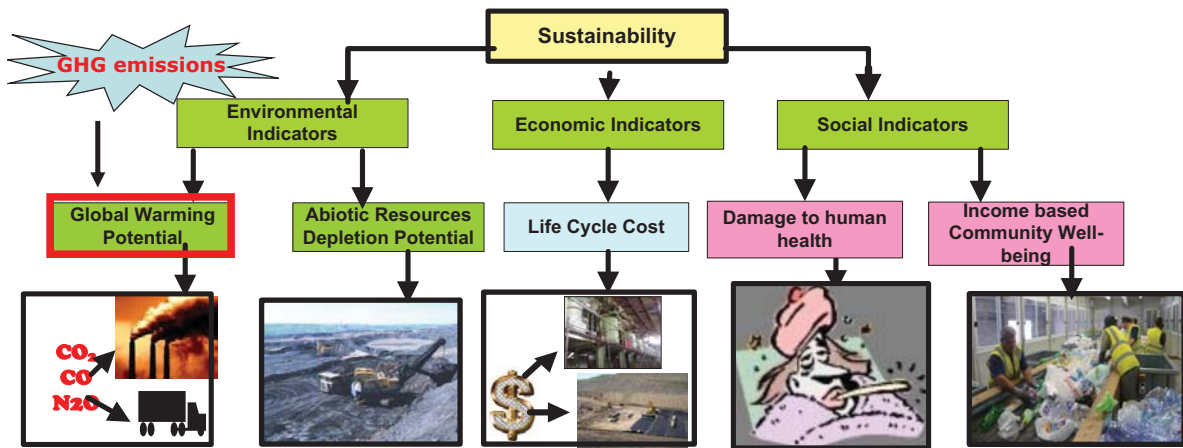


8

## Data Collection for Sustainability Assessment

- Basic data on material and energy consumptions, costs and revenues, employment opportunities etc were collected from various **sorting plants** and **recycling facilities** in Thailand

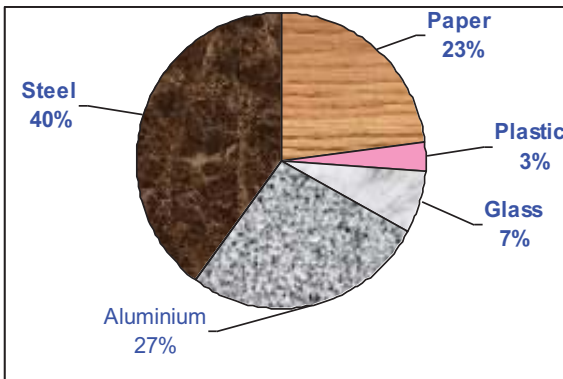
## Indicators for sustainability assessment of recycling



9

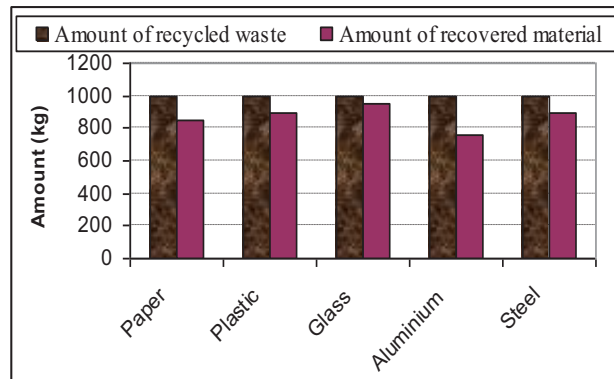
## Composition of recyclables and material recovery rate

The composition of the recyclable mix and material recovery rate of the different materials are important factors to assess the amount of materials that can be recovered from recycling



**Composition of recyclables mix in Nonthaburi**

(weight basis)

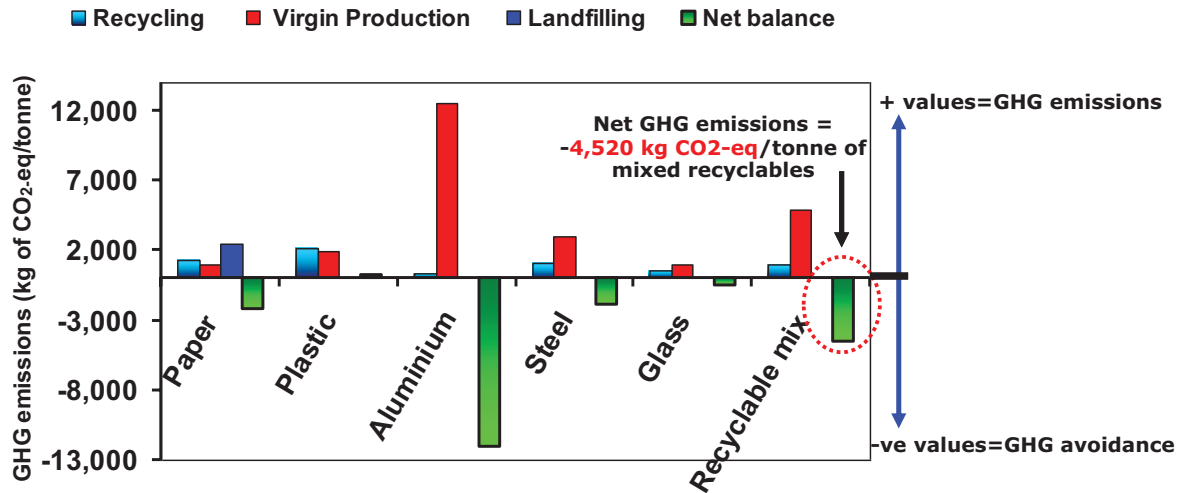


**Recovery rate of recyclables**



## GHG emissions from recycling

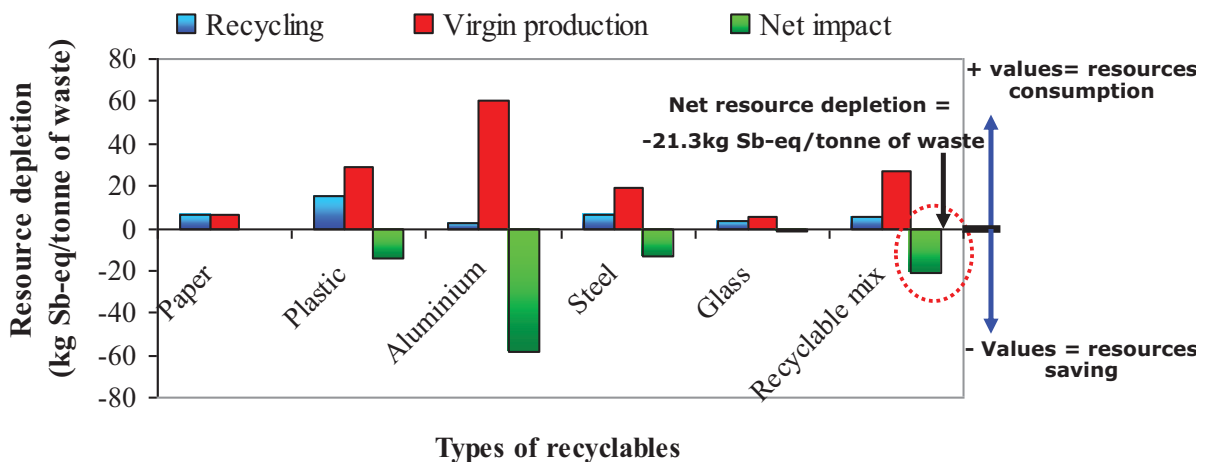
- GHG emissions from virgin production is significantly higher than recycling except plastics recycling
- Benefit of aluminium recycling is outstanding in GHG mitigation



$$\text{Net GHG emissions} = \text{GHG emissions from recycling} - \text{GHG emissions from virgin production} - \text{GHG emissions from landfilling of recyclable waste}$$

## Abiotic (fossil) Resource Depletion Potential from Recycling

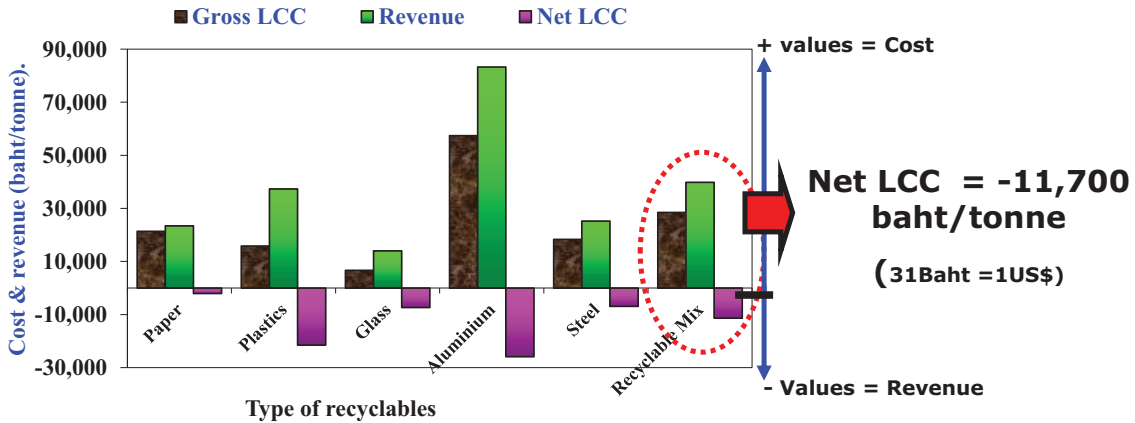
- Contribution of recycling on **saving abiotic resources** are remarkable as compared to the virgin production processes
- Recycling contribute for saving abiotic/fossil resources that would otherwise be occurred **through virgin production process chains**



# Economic Feasibility of Recycling

Gross Life Cycle Cost (Gross LCC) = Capital Cost + Operational and Maintenance Costs + Environmental Cost

Net LCC = Gross LCC - Revenues from recovered materials

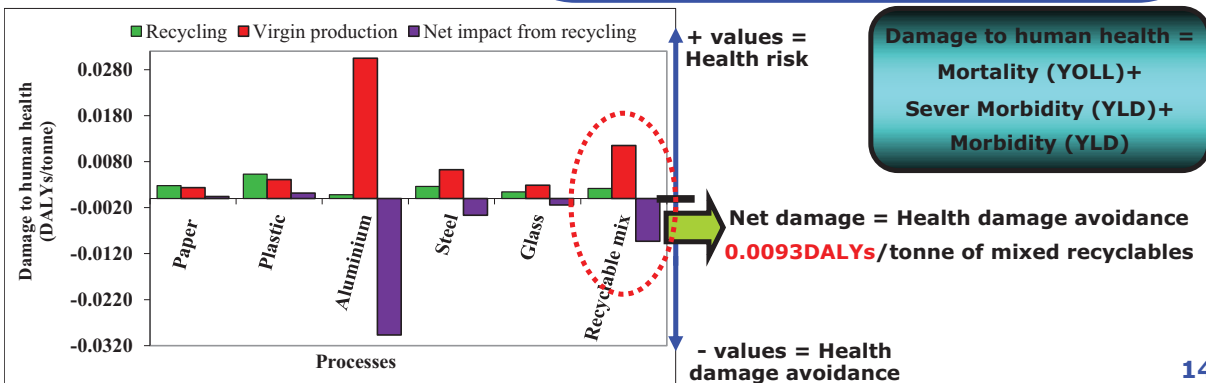
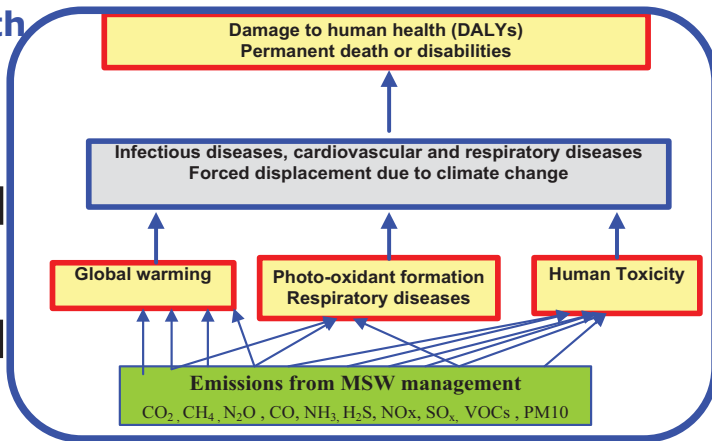


• Net earnings from the daily amount of recyclable (90 tonnes) generated in Nonthaburi municipality is **1.02 million baht**

13

# Social Impacts of Recycling

## 1. Damage to human health



Damage to human health = Mortality (YOLL) + Sever Morbidity (YLD) + Morbidity (YLD)

Net damage = Health damage avoidance **0.0093 DALYs/tonne** of mixed recyclables

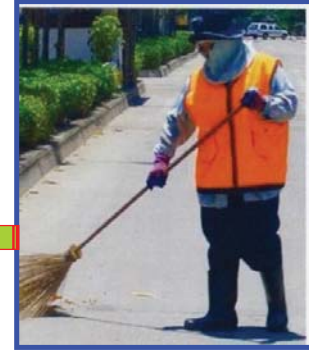
14

# Social Impacts of Recycling Activities

## Income based community well-being



### 1. Indirect Income Generation



### 2. Employment Opportunities

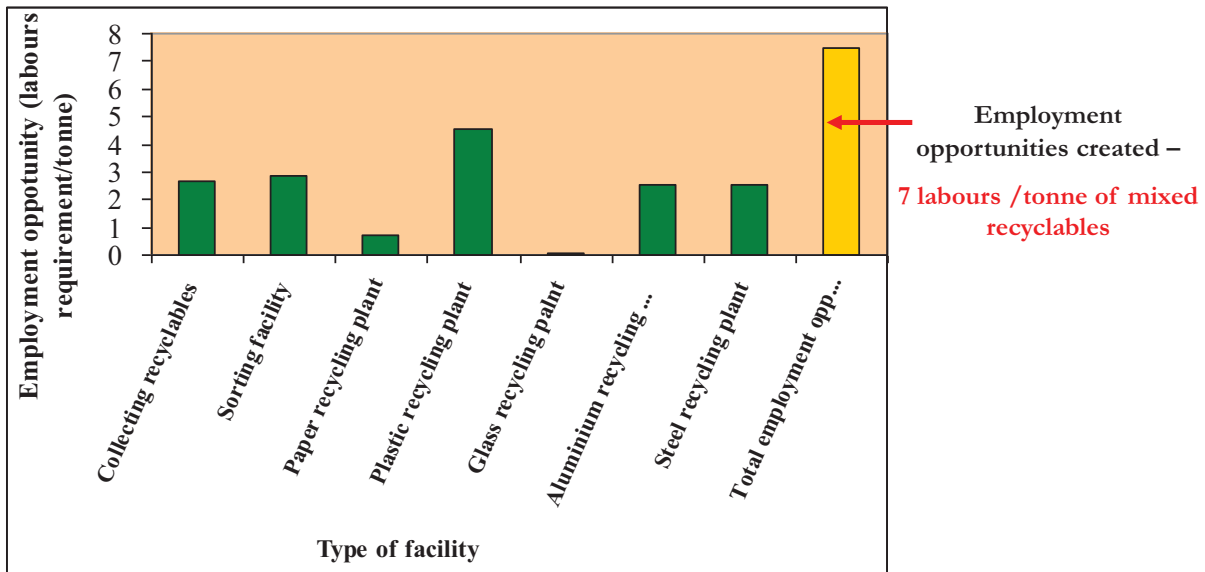


## 1. Income generation potential from selling of recyclables in Nonthaburi

type of waste	Collected amount (tonnes/day)	Recyclables category	Weight (tonnes/day)	Selling Price (baht) /kg	Total price (Baht)
Paper	20.63	Office paper	1.02	7.00	7,131.75
		Newsprint	5.26	5.00	26,319.55
		Laminated paper	8.11	3.00	24,324.36
		Kraft paper	4.92	5.00	24,621.51
		Milk carton	1.32	6.00	7,895.86
Plastic	2.96	PP	0.77	1.00	766.33
		PET	0.13	13.00	1,704.79
		PVC	0.20	10.00	1,967.06
		PS	0.06	1.00	57.37
		Foam(EPS)	0.11	1.00	114.75
		HDPE	1.46	10.00	14,630.02
		LDPE	0.23	10.00	2,294.90
Glass	6.58	Clear glass	2.49	0.80	1,994.80
		Amber	3.96	0.50	1,978.05
		Green	0.13	0.50	64.43
Aluminium Metal	23.93 35.90	Aluminium	23.93	45.00	1,076,969.36
		Metal	35.90	10.50	376,939.27
<b>Total</b>	<b>90.00</b>		<b>90.00</b>		<b>1,569,774.16</b>

## 2. Potential Employment Opportunities

- Total created employment opportunities from 90 tonnes of recyclables - 675



17

## Improvement of Income Based Community Well-being

- Income generation from selling of mix recyclables -17,440 baht/tonne
- Wages based income generation potential from recycling -2,900baht/tonne
- Total income generation per tonne of mix waste recycling- 20,340baht/tonne
- This income would sufficient to cover **monthly living cost of 4 individuals**

**Nonthaburi Municipality** is a good **example** for us to understand the Environmental, economic and social effects of recycling on

18

## Conclusions

- The evaluation results of this study clearly indicated that the **recycling activities** are significantly **contribute for GHG emission mitigation** and well as an option to **save the fossil resources**
- There are important socio-economic **benefits from recycling**
- Therefore, **recycling** would contributes to **improve sustainability** of the entire waste management system in place
- This research findings would be **useful** in **strengthening law enforcement, recommending inclusive 3R policy initiatives** for moving towards sustainable MSW management in Thailand

19

**THANK YOU VERY MUCH  
FOR YOUR ATTENTION**

**Dr. Nirmala Menikpura**  
**Sustainable Consumption and  
Production (SCP) Group**  
**Institute of Global Environmental  
Strategies (IGES)**  
**E-mail: [menikpura@iges.or.jp](mailto:menikpura@iges.or.jp)**



**DECENTRALISED COMPOSTING  
IN MUNICIPAL SOLID WASTE  
MANAGEMENT:  
Lessons Learned from Surabaya  
City, Indonesia**

**D.G.J.PREMAKUMARA**  
Policy Researcher, IGES

A Workshop on Avoiding GHG Emissions through MSW Management in Thailand, 25-27 January 2012, The Twin Tower Hotel, Bangkok



*DECENTRALISED COMPOSTING IN MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT:  
Lessons Learned from Surabaya City, Indonesia*



## **Presentation outline**

- Introduction to Decentralised Composting in Municipal Solid Waste Management (MSWM)
- Discussion on Surabaya's Case Study
- Conclusion and Recommendation

# Open dumping can lead to environmental and health impacts to living beings, release GHG to atmosphere and discourage efficient use of resources.



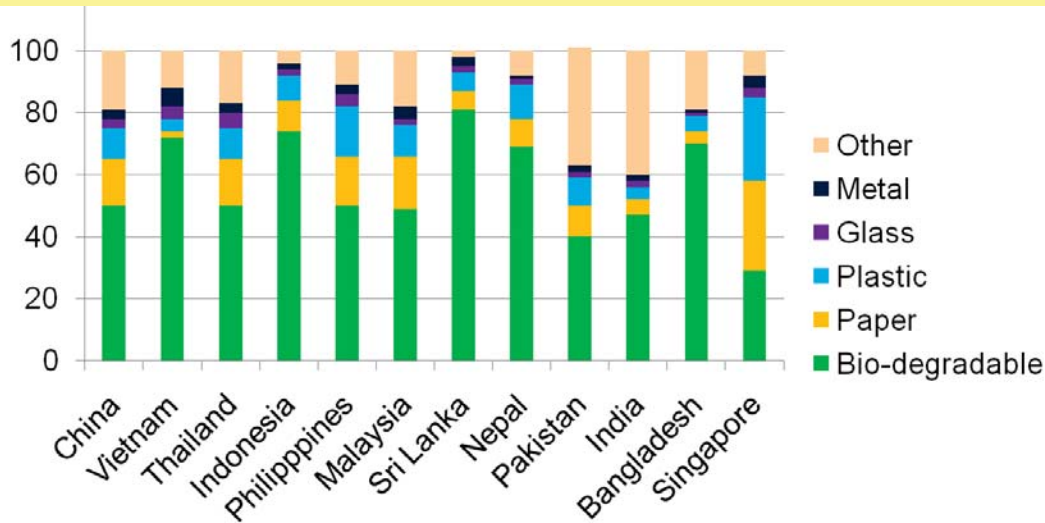
## Promotion of 3Rs and resource recovery by informal sector

(20-30% of waste generation, 15 million urban poor are involved, bring 100 million USD savings to cities)



## The un-taped potential of organic waste in MSWM

Recycling efforts are limited to inorganic waste. Very limited or no efforts have been made to utilize the organic waste that usually comprises over half of the waste generated in developing countries.



Source: Visvanathan (2006), APO (2007), Sang-Arun et al. (2011), Premakumara (2010)

## Decentralized composting is one alternative to treat organic waste

In decentralized composting, waste is treated near its source using appropriate technology such as small-scale, labor intensive, locally acceptable, and economically affordable.

**Backyard Composting or Household Composting** (this approach is feasible for households with a high level of composting awareness and a garden for placing the drum and/or for using the product compost).



**Community Composting Centers** (these schemes are usually small scale and are integrated with the residential waste collection system. The waste is either sorted at source or it is sorted after collection, depending on the degree of initiative taken by the residents)





# Case study of decentralized composting in Surabaya City



Total Population (2010)	2.9 million
Total land extent (2010)	33,000 ha
Administrative Districts	31
Total waste generated in the city (2010)	1,241 tons per day
Waste composition	Organic 72%, Paper 12%, Plastic 8%, Metal 1%, Glass 1%, Others 6%
Method of disposal	Landfill/open dumping
Average cost for municipal solid waste management (2010)	23 US\$ per a ton

The second largest city in Indonesia and serves as an important commercial and industrial capital of East Java

Source: Ema, 2011

## Two-tiered system of waste collection in Surabaya (under the Community Primary Collection (Copricol) Law in 1980)

**Primary collection: Responsibility of Community (Kampung).**

Waste collection is organized by Community-based Organization (Rukun Warga). Residents pay for waste collection



**Secondary collection: Responsibility of the Cleansing and Landscaping Department of the city. Residents pay for collection**



## SWM became a serious environmental issue in Surabaya

- The total waste generation was 1,800 tons per day in 2004 (residential 68%, markets 16%. Commercial/industrial 11%, streets and open spaces 5%)
- The city's waste collection coverage only 70% rest left in the streets, ditches and open spaces
- Keputih final disposal site was closed in 2001 due to public opposition and only final site at Benowa is over capacity and finding a new site is difficult due to a scarcity of public lands
- Disposal site was not well developed and open dumping and burning were common practices



## Pusdakota, a local NGO developed a model community in Kampong Rungkut Lor with the technical cooperation of Kitakyushu City, Japan



## Facts findings of the model composting center

The coverage of the pilot project	1,200 households (1,000 for compost centre and 200 for household baskets)
Amount of organic waste treated for composting	0.6 tons per day
Amount of compost produced	0.1 tons per day
Staff	2 person (a technician and a worker)
Initial costs for land (15,200 US\$), building (800 US\$), equipments (2,481) and others (919 US\$)	19,400 US\$
Monthly operational costs for personal (125 US\$) and management (60 US\$)	185 US\$
Monthly income from selling compost products (0.07 US\$ per kg)	210 US\$
Other incomes from selling household compost baskets (1 US\$ per a basket), service charges and selling of recyclable materials	15 US\$

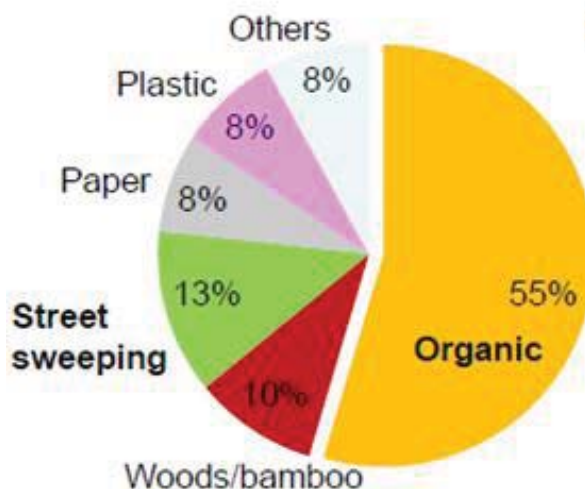
### Impacts

- Reduced landfill waste by 300 tons per year (85% of waste generation in the community)
- Saved municipal budget required for waste collection and landfill management by 6,900 USD annually
- Potential of GHG reduction can be calculated as 120 tons of CO<sub>2</sub> equivalent in 2010
- Provided job opportunities for the residents
- Increased awareness on environmental sanitation
- Improved waste collection service and area became cleaner and more greener
- Strengthened social capital within community

### Challenges

- Finding capital cost (land was provided by Surabaya University, cost for building was provided by Kitakyushu Project, Initial equipment was provided by the city)
- Educating people to separate waste and pay for the service (continuous awareness programme, service improvement got people attraction)
- Finding market for compost products (promoting home gardening, making business plan, finding new market)
- Technology (getting expert from Kitakyushu city about native microorganism method)

## Development of SWM Strategy based on the success of model community under the strong political support of the Mayor



Organic waste shares more than half of total amount of waste generation



Prioritise reduction of organic waste



Promote Decentralised Composting

- Waste sorting at source
- Composting at H/H
- Composting centers
- Promote recycled products integrating informal sector

## Public awareness campaign

### Counseling activities



counseling To student



Counseling to Businessman



Counseling to community



Counseling to officer

### Environmental campaign

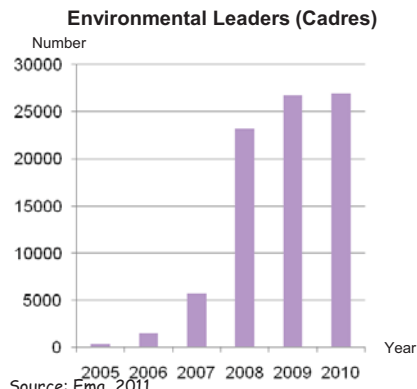


### Socialization in school



Source: Ema, 2011

## Recruitment of Facilitators and training of Environmental Leaders (Cadres) for community mobilization



Source: Ema, 2011

Waste segregation training

Explaining how to use compost baskets

Recycling trainings

Turn waste into blessing

Manufacturing bags from waste

Pemberdayaan Masyarakat Lewat Kader

Environmental Event

10-20 rumah

Penghijauan

Tanaman obat keluarga

Program: Waste Segregation & Treatment = Reduce 96%

- Organic : 70%
  - 1-2 barrel of composter
  - 10-20 basket of composter
  - Transported to TDS and processed with communal composter
- Inorganic : 26%
  - Inorganic waste collection

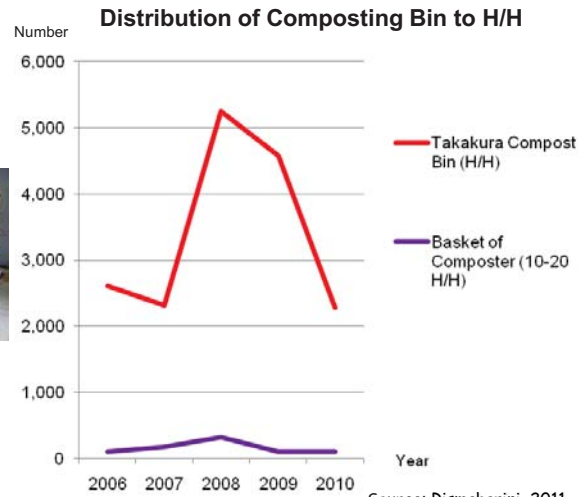
Developed training materials for awareness raising

Source: Rismaharini, 2011

## Support for starting composting programmes



Distribution of compost bins to attended to training and willing to do residents (Over 20,000 H/H)

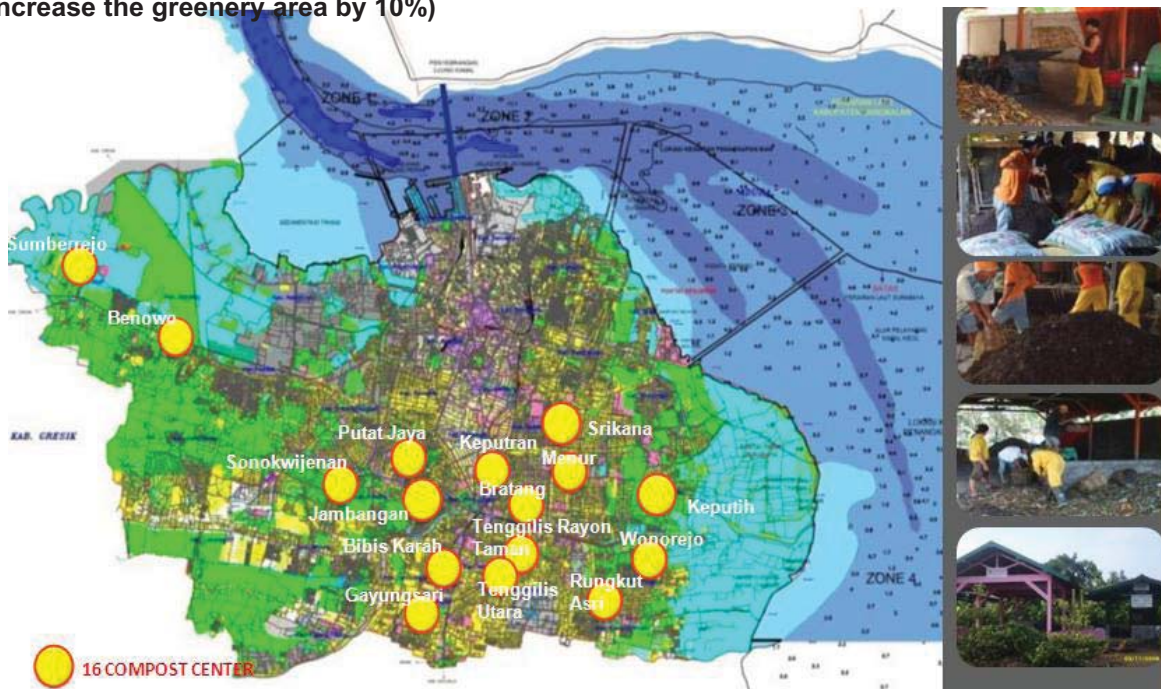


Source: Rismaharani, 2011



Provide necessary support for starting community composting centres: cleansing tools, composting tools, lands and capital cost for building, and buying composting products for city greening

**16 composting centers are in operation** (created job opportunities for 60 people from poor families, produced 480 tons of compost monthly for city landscape, increase the greenery area by 10%)



## Promotion of Recycled Product Village integrating informal businesses with private sector



Source: Rismaharini, 2011

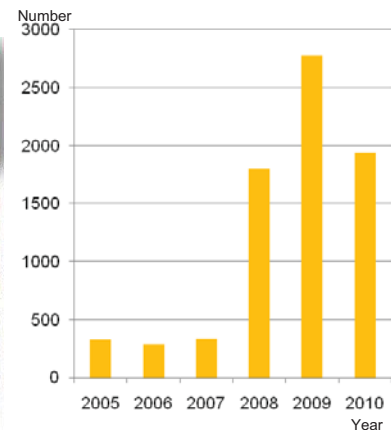
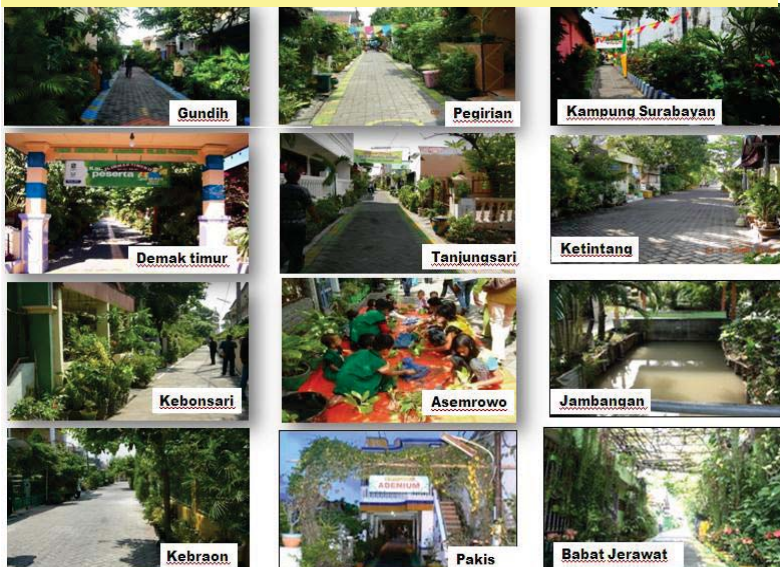
IGES -KUC| <http://www.iges.or.jp>

D.G.J.PREMAKUMARA, 29 August 2011

## Neighborhood became cleaner and more greener (establish competition for motivating community to participate)

- Rewards are given to the communities willing to participate through Surabaya Green and Clean Programme
- Rewards are given to Outstanding Environmental Leaders at the National Day Awarding Ceremony

Number of communities willing to contest to Surabaya Green and Clean Award has been increased



Source: Ema, 2011

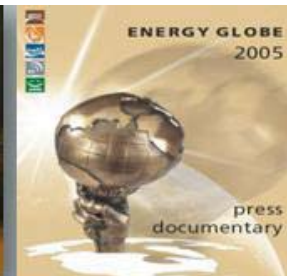
Strict in law enforcement to the communities not properly handle the SWM

## Motivation of Staff and Local Politicians

Capacity building (locally and internationally) for staff and local politicians



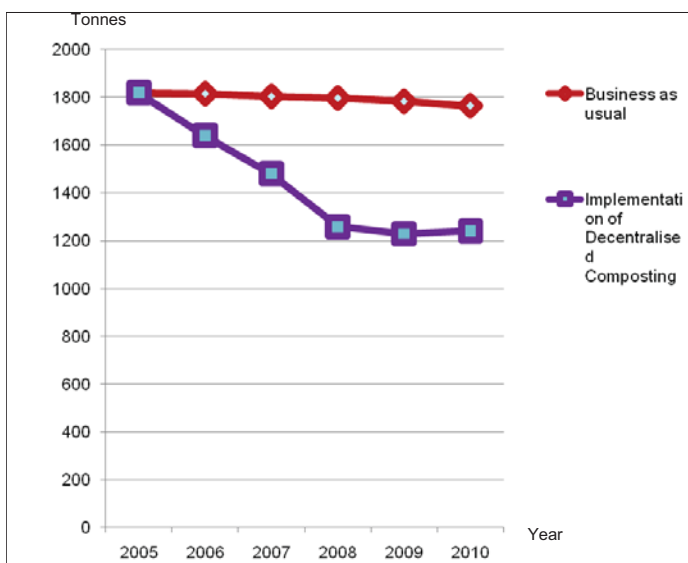
Recognition of its efforts at national and international level



IGES -KUC| <http://www.iges.or.jp>

D.G.J.PREMAKUMARA, 29 August 2011

## Achievement: Reduction of waste to be final dumped



Source: Ema, 2011

- Achieved 30% waste reduction within 5 years.



- Saved municipal waste management costs as about 4 million USD annually
- Potential of GHG reduction can be calculated as 2,800 tons of CO<sub>2</sub> equivalent in 2010. The carbon credit can be sold either at certified (CER) or voluntary (VER) market and get additional income.



- This additional income can be used for supporting decentralized composting at city-wide level.

IGES -KUC| <http://www.iges.or.jp>

D.G.J.PREMAKUMARA, 29 August 2011

## Conclusions and lessons learned

- Decentralized composting could be an effective alternative to recycle organic waste at source rather than at the end-of-cycle.
- It has a great potential in achieving environmental and social benefits with strong economic benefits.
- Decentralized composting centers (designed to service around 1,000 to 1,500 households and to treat between one to two tons of wastes per day), can be financially viable and can break even or even make profit.
- The operational costs of the composting center can be covered from three main regular income sources, such as collection fees from users, sale of compost products, and sales of recyclables.
- However, these composting centers found some difficulties to secure a market for its compost production.
- Developing an appropriate marketing strategy, establishing demonstration sites, distribution of free samples, compost training and education, municipal council can use compost products for city greening and landscaping and keeping records for waste, compost, recyclables as well as monthly cost-revenue balances can be alternatives to improve the market possibilities.

## Conclusions and lessons learned

- Although the pilot composting centers show potential in covering operational costs, challenges were faced in finding capital to start and scale-up the approach.
- A partnership, including cost sharing, is therefore essential for the replication on a city-wide level. The savings of municipal budget and potential of carbon credits can be used for capital costs and city-wide approach over time.
- Experiences however show that it is not easy for small composting centers to apply for carbon credit due to high transaction costs, time consuming procedure and operational and management issues.
- One option is to bundle all small-scale composting centers in the city into one project, rather than applying as a single composting center. procedures
- Community participation to segregate waste at the source and to pay monthly service fees is required for the sustainability of the composting schemes.



## Conclusions and lessons learned

- The reasons for citizens to participate are not merely economic benefits, but also the local environmental improvements can be more important for many households. The knowledge and motivation of the households is therefore a key factor and can be achieved through effective information, communication and education campaigns, and establishing a competition among neighborhoods.
- Experience further shows that the successful implementation of decentralized composting requires to consider a holistic approach, integrating all the elements of the composting process (waste separation, collection, transport, treatment and product utilization), and key stakeholders, who have different interests, skills and resources to participate in composting.
- A clear vision, strong political commitment and change in attitudes as well as technical, financial, legal and institutional capacity enabled the necessary environment for it to happen.

# THANK YOU

Dickella Gamaralalage Jagath Premakumara, PhD  
Policy Researcher  
Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Kitakyushu Urban  
Centre  
Tel: 81-93681-1563  
Fax: 81-93-681-1564  
E-mail: [premakumara@iges.or.jp](mailto:premakumara@iges.or.jp)  
Www: [iges.or.jp/kitakyushu](http://iges.or.jp/kitakyushu)



# CENTRALIZED COMPOSTING

Chau Kim Heng, COMPED  
Organization

Workshop on Capacity Building on Accounting and  
Utilizing GHG Emission Reduction Measures for Local  
Waste Management Actors in Developing Asian Countries.  
Bangkok, 25-27. January 2012

## Contents

1

- Introduction COMPED

2

- Why Centralized Composting

3

- Why Turned Open Windrow Composting

# Organization COMPED

- NGO, established in 2000
- 18 staff members (2011)
- Activities and experiences:

[www.comped-cam.org](http://www.comped-cam.org)



## Composting site in Battambang

8000 m<sup>2</sup> next to dumpsite Battambang. Able to process organic market waste 10 t/day (22m<sup>3</sup>/day).



Sorting and composting area

Screening, bagging area

Office and social center



## Why Centralized Composting

- No source separation at all, sorting out of non-compostable waste (from the beginning till end composting procedure is required). Big land is required.
- No decentralized composting policy,
- No land available in the community,
- Awareness of the people (stakeholders) is limited, no acceptance from the people
- Composting is not integrated into SWM, Nobody (stakeholders) feels responsible for the delivery of organic waste to the compost facility.



## **WHY OPEN WINDROW TURNED COMPOSTING**

# Why open windrow turned composting



- Waste not separated at source at all.
- Sorting out rejected waste is required while the treatment processes (pre-treatment, compost process and screening activity)
- Cause compost quality is required final sorting out of small rejected waste like stone plastic and glasses is very important.

# Pre-treatment (waste separation)



- 4 waste pickers working hard at the waste separation every day (manually).



# Pre-treatment (piling up compost heap )



- with the piles 3-5 m wide and 1.5 -2 m high,



- waste separation continues.

# Composting Process

- Best condition during composting process
  - temperature of the composting pile is between 65 °C - 70 °C
  - water content is 65%



- Compost process will take 4 – 6 months.



# Screening compost

Minimum requirements for composting the product

- The moisture of the compost has to be less than 45% .
- Compost has to contain organic matter and other nutrients.
- Compost should be free of unwanted materials like plastic, rubber, metal, glass and stones.



# Compost Production

COMPED Compost

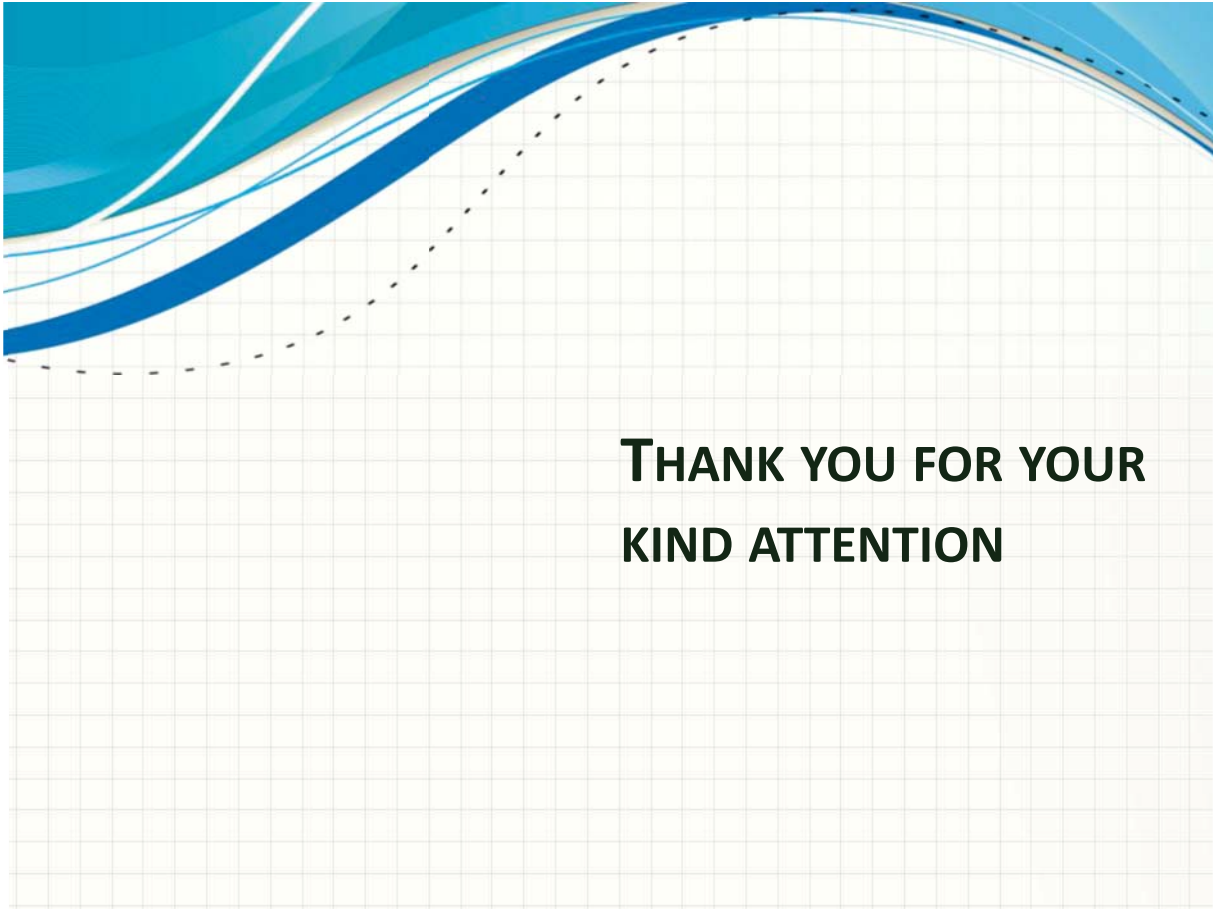
N nitrogen > 1.32%

P phosphorus > 1.72%

K potassium > 2.24%

pH value of 7.0-7.5.





**THANK YOU FOR YOUR  
KIND ATTENTION**



# Organic Waste Utilization for Energy in Lao PDR



Assoc. Prof. Korakanh Pasomsouk  
Head of Department of  
Mechanical Engineering  
Faculty of Engineering NUOL



## Outline



1. Introduction
2. Current Situation of MSW in Laos
3. Waste To Energy
4. Conclusion



# Introduction

- Climate Change is recognized as serious problem
- It significant impacts on the global environment, economy and society
- It can ultimately threaten human survival
- Human activities are generating greenhouse gases (GHG) into the atmosphere
- Rising levels of greenhouse gases are already changing the climate.
- Climate change is a global issue:  
*1 tCO<sub>2</sub> emitted in Laos = 1 tCO<sub>2</sub> emitted in Japan*



# Introduction

## Impact of Climate Change on society



Climate change will cause **heavier tropical cyclones**.





# Introduction

- in order to prevent climate change, there is now needed radical reductions in green house gas emissions.
- GHG emissions from the waste are small compared to those from energy and agricultural sectors.
- However, the GHG emissions from the waste sectors are increasing rapidly due to escalating waste generation in most country.



# Introduction

- Most developing countries are facing the problem of MSW disposal because of lacking of budget and human resources.
- In parallel with the population and economic growth, each year the quantity of solid waste increases gradually.
- It is found that open dumping and burning are commonly used as the method of disposal MSW.





# Introduction

- In these wastes, the organic waste is higher portion
- In the landfill where open dumping disposal is used, the organic waste (food, vegetable, fruit etc.) mainly contaminates other wastes
- The organic waste is the main source of Methane gas generation (GHG emission)



# MSW Management in Laos

- In Laos Industrial pollution issues are at the early stage.
- Urbanization policy makes urban population rapid increasing.
- Currently many people in rural areas are moving to the city for finding new job.
- Students are interested to study in University rather than working at the field.
- The tourist activities are also increasing





# MSW Management in Laos

- The problem following of those is the increasing amount of solid waste and human waste
- In 2009 within Lao PDR about 350 tons per day of solid waste are disposed in landfill
- To transport waste to disposal in landfill will cost USD4.5/ton
- The organic waste (75%) is the main portion which makes others in landfill contaminate
- Three traditional methods for disposing MSW are commonly used in Laos: Burning, Dumping and Throwing



# MSW Management in Laos

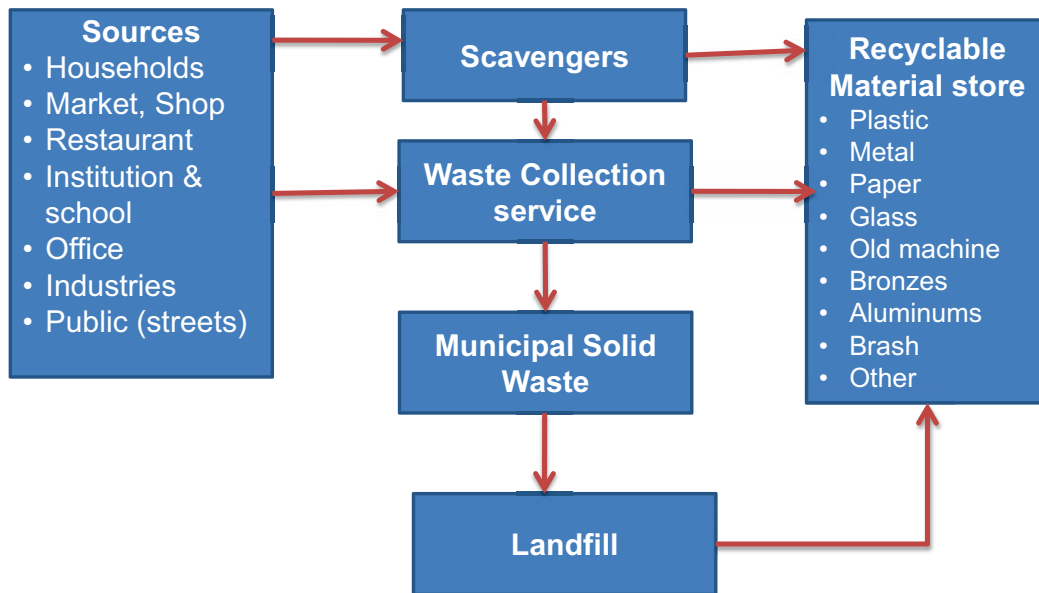
- So far no waste separation mechanism are applied in Laos.
- Organic waste over 220 tons per day are transported together with other waste to landfill for disposal
  - Food waste
  - Vegetable & fruit waste
  - Grass and leaves
  - Paper
  - Wood and trees residue
- In fact, these organic wastes can be used as the valuable sources for production



# MSW Management in Laos



## The Flow of MSW



# MSW Management in Laos



## The sources of Solid Waste Vientiane

Four studied cities :

1. Vientiane,
2. Luangprabang,
3. Savanaket,
4. Champasack.

Place	Quantity (ton/day)	Percentage (%)
Household	178	75
Street	2	1
Shop	36	16
Market	9	4
Hospital	2	1
School and office	2	1
Construction place	6	2



# MSW Management in Laos

## Generation Rate

Provinces	Population person	Prod./capita/day kg	Amount ton/day
Vientiane CC	330,798	0.64	211.7
Luangprabang	70,481	0.60	42.3
Savanaket	65,724	0.64	42
Champasack	72,955	0.7	51



# MSW Management in Laos

## MSW Composition Analyzing







# MSW Management in Laos

## Composition of MSW in the main cities

Waste fraction	Vientiane (%)	Luangprabang (%)	Savanaket (%)	Champasack (%)
Plastic	13	9	15	6
Glass	6	6	2	2
Paper	6	8	9	4
Metal	3	1	1	1
Food Vegetable	30	51	54	62
Textile	2	1	1	1
Wood/Grass/Leaf	19	23	16	21
Other	21	1	2	3



# MSW Management in Laos

## Food Waste





# MSW Management in Laos

## Generation rate of Food waste

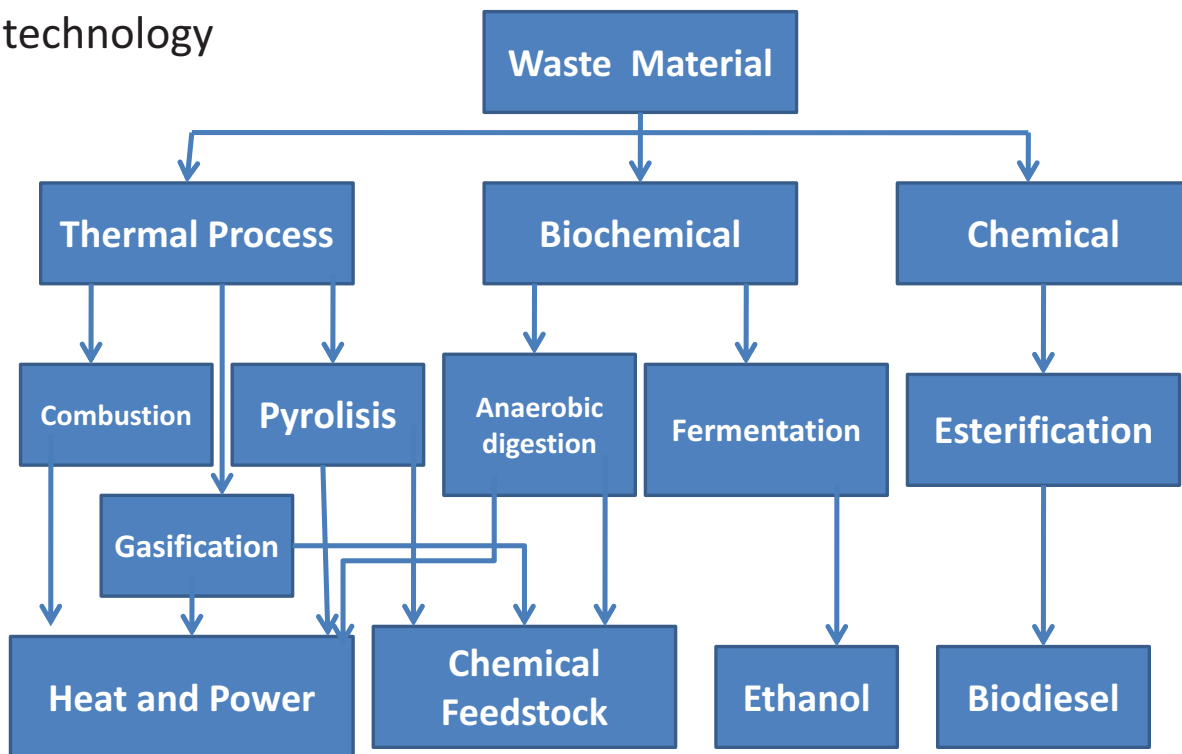
Source	Vientiane (Kg/day)	Luangprabang (Kg/day)	Savanaket (kg/day)	Champasack (kg/day)
Hotel& Restaurant	3,555	1,008	520	714
Restaurant	7,605	4,992	2,720	4,100
Small restaurant	37,180	13,104	12,240	13,800
Household (3-5ps)	81,320	54,000	98,250	60,000
Total	129,660	73,704	113,730	78,614



# What is The Waste ?



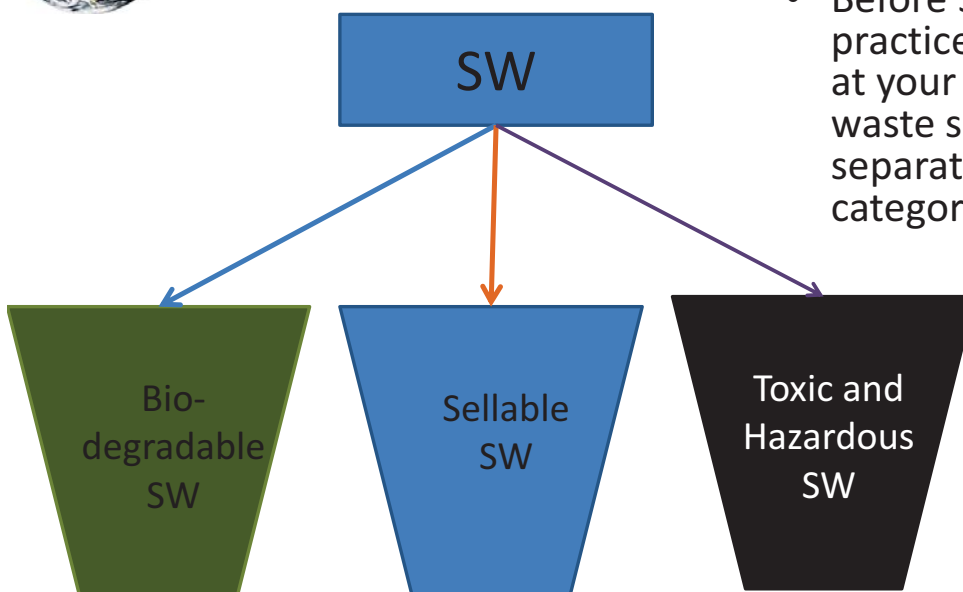
## Waste to Energy technology



21



## Solid waste Separation at source



- Before 3Rs practice, first of all at your house, the waste should be separated into 3 categories

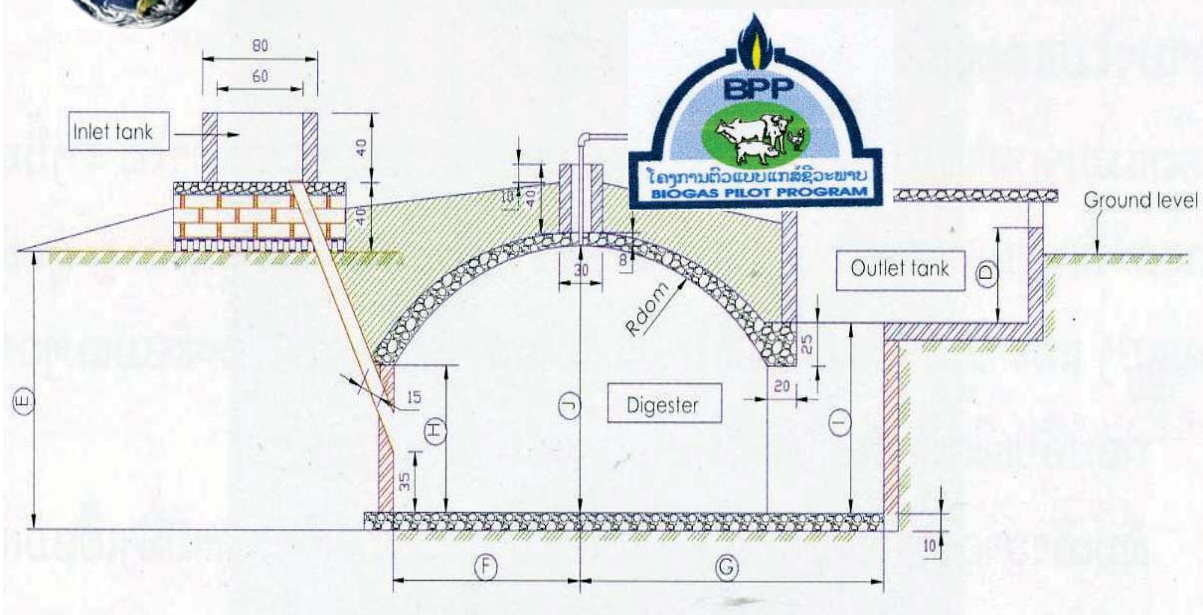


# Bio-Chemical Process: Biogas

- Within Lao PDR, SNV supports the Department of livestock and Fisheries(DLF) Ministry of Agriculture and forestry to implement the Biogas Pilot Program
- The target of this project is 6,600 digesters over 4 years
- The budget for this program is provided by Dutch Government.

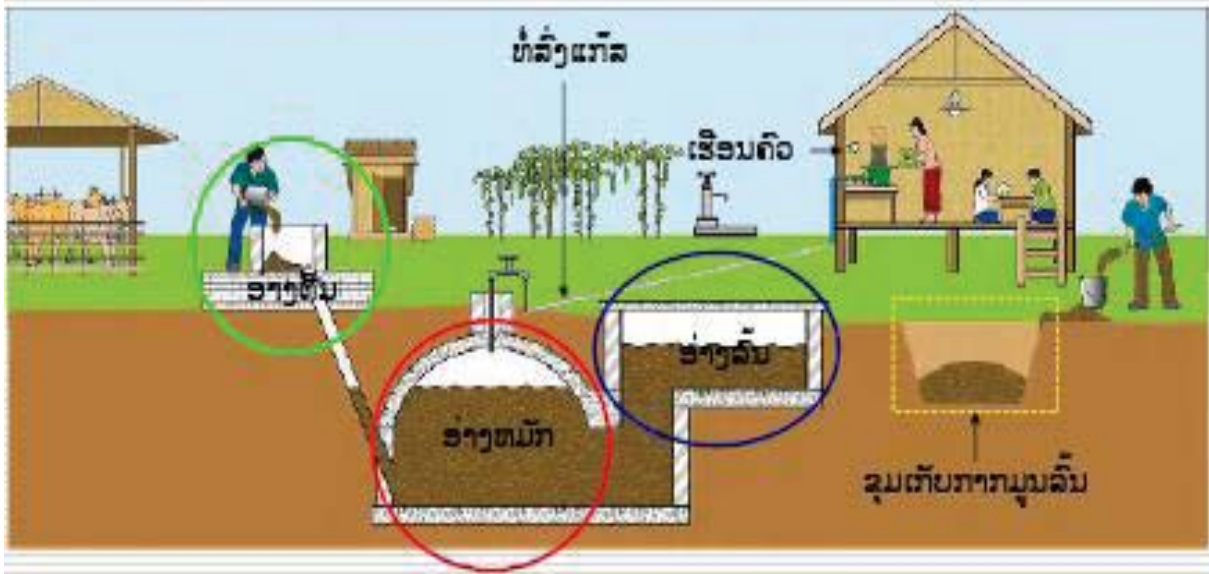


# Biogas Pilot Program





# Biogas Pilot Program



# Biogas Pilot Program





# Biogas Pilot Program



Detail subsidy component for each size of digester

Digester size		4m <sup>3</sup>	6m <sup>3</sup>	8m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>
Total cost	(LK)	3,651,000	4,232,000	4,894,000	5,584,000
Customer component	(LK)	1,791,000	2,372,000	3,034,000	3,724,000
BPP component	(LK)	1,860,000	1,860,000	1,860,000	1,860,000



# Biogas Pilot Program



**Comparison 1m<sup>3</sup> of Biogas with other types of energy**

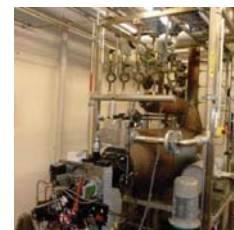
Type of Energy	Unit	Quantity
Wood chip	kg	5
Charcoal	Kg	1.6
Fuel oil	L	0.75
LPG Gas	Kg	0.45
Electricity	W	1.7

## Application

1. Cooking
2. Lighting



## 3. Engine consumption





## Biogas Generation from Kitchen waste

- High quality left over food can be stored for the next meal
- Low and middle quality food can be fed to domestic animals
- Food waste , pour quality food, vegetable, fruit can be the good material for generating biogas
- One Lao family (3-5 person) generates food waste 2– 3 kg/day in average



## Biogas Generation from Kitchen waste



**Biogas Tank is Made of  
plastic water container  
168L**



## Biogas Generation from Kitchen waste



**Biogas Tank is Made of plastic water container 168L**



## Biogas Generation from Kitchen waste

**Biogas Tank is made of used steel tank 260L**







# Biogas Generation from Kitchen waste



The animal waste 30 kg mixing with 20L of water should be filled into biogas tank at the starting day

1. Separate food waste
2. Collect vegetable and fruit waste
3. If vegetable and fruit waste are the big size, chop it into small size
4. Mix these wastes together with water
5. Fill these waste to biogas tank
6. Do it for every day



# Biogas Generation from Kitchen waste



Digester size m3	Animal Waste input at starting day kg	Food waste input per day kg	Water input per day Litre	Gas generation m3 /day
0.168	30	8 – 10	0.4 – 0.48	0.15
0.260	50	10 – 20	1 – 1.5	0.20



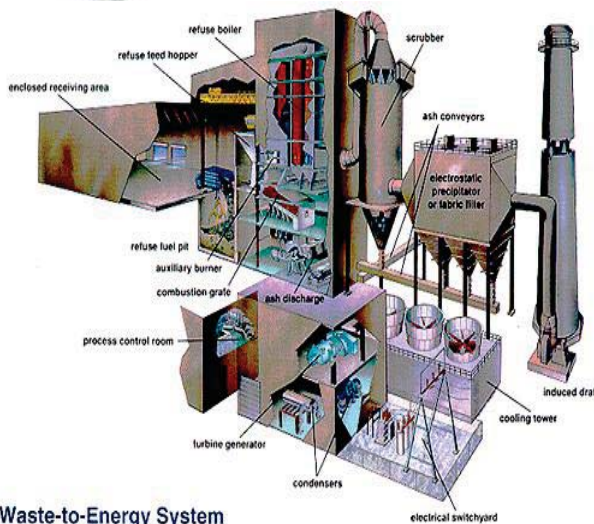
# Thermal Process

## Heating Value of SW

Component	Heat Value	Vientiane		LuangPrabang		Savanaket		Champasack	
		%	Heat value of component (kj/kg)	%	Heat value of component (kj/kg)	%	Heat value of component (kj/kg)	%	Heat value of component (kj/kg)
Plastic	32,565	13	4,233.3	9	2,930	15	4,884.6	6	1,953.8
Glass	140	6	8.4	6	8.4	2	2.4	2	2.8
Paper	16,747	6	1,004.8	8	1,339.7	9	1,507	4	669.88
Metal	697.8	3	21	1	6.97	1	6.97	1	6.97
Food	4,472	30	1,341.6	51	2,280	54	2,415	62	277.64
Textile	17,445	2	349	1	174	1	174.4	1	174.4
Wood	18,608	19	3,535.5	23	4,280	16	2,977	21	3,907.68
Dirt , Ash	6,978	21	1,465	1	690.78	2	139.56	3	21
Total			11,958.6		10,288.8		12,107.3		7,014.17



# Thermal Process Power Plant from MSW



Waste-to-Energy System

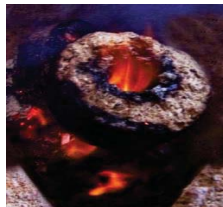
City	Capacity
Vientiane	30MW
Luanprabang	5MW
Savanaket	6MW
Pakse	4MW



## Thermal Process Small scale

Small-scale such as domestic cooking can be very inefficient, with heat transfer losses of 30 - 90% of the original energy contained in the waste.

This problem can be used of more efficient stove technology and the use of dry, compact biomass fuels, such as wood.



## Thermal Process: Fuel Briquettes

Material for making fuel briquettes at house

- Paper waste 40% with saw dust 60%
- Grass
- Paper
- Charcoal waste
- Rice husk 60% with paper 40% and cassava powder
- Tree Leave and vegetable

- **Mixed waste**

Cassava or corn starch maybe needed for binding



# Fuel Briquette press



It is a Cheapest press and made of wood but powerful Every one can make at home

2011



# How to make Fuel Briquette

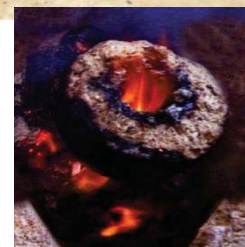
- Step1. Sorting out material to put into the briquette (paper, agriculture waste, grass..)
- Step2. Drying material under sun
- Step3. Chopping or crashing material up into small piece
- Step4. Mixing the material with cassava starch in water
- Step5. Squeezing mixed material and loading Cylinder
- Step6. Using briquette press
- Step7. Realizing briquette and drying for few day before use



# How to make Fuel Briquette



# How to make Fuel Briquette





## Briquetting press

A simple Extrusion machine is built up in mechanical workshop for making briquettes from charcoal waste



## Conclusion

- So far in Laos, there is not suitable for the high investment of the waste to energy (Power plant or Biogas factory)
- The Community or Family scale is more efficiency and profitable
  - Less rubbish in the streets and in dumping surrounding area
  - Less solid waste to transport to landfill
  - Benefits to climate change (avoid emission gases to GHG)
  - The Solid waste management is not very difficult but the human attitude changing is too difficult.



# GHG Reduction through Suitable Treatment and Utilization of Waste Plastics

Yoichi KODERA, PhD, Senior Research Scientist  
National Inst. of Advanced Industrial Science &  
Technology (AIST) at Tsukuba

Oct., 2011 Laos & Thailand



## Contents

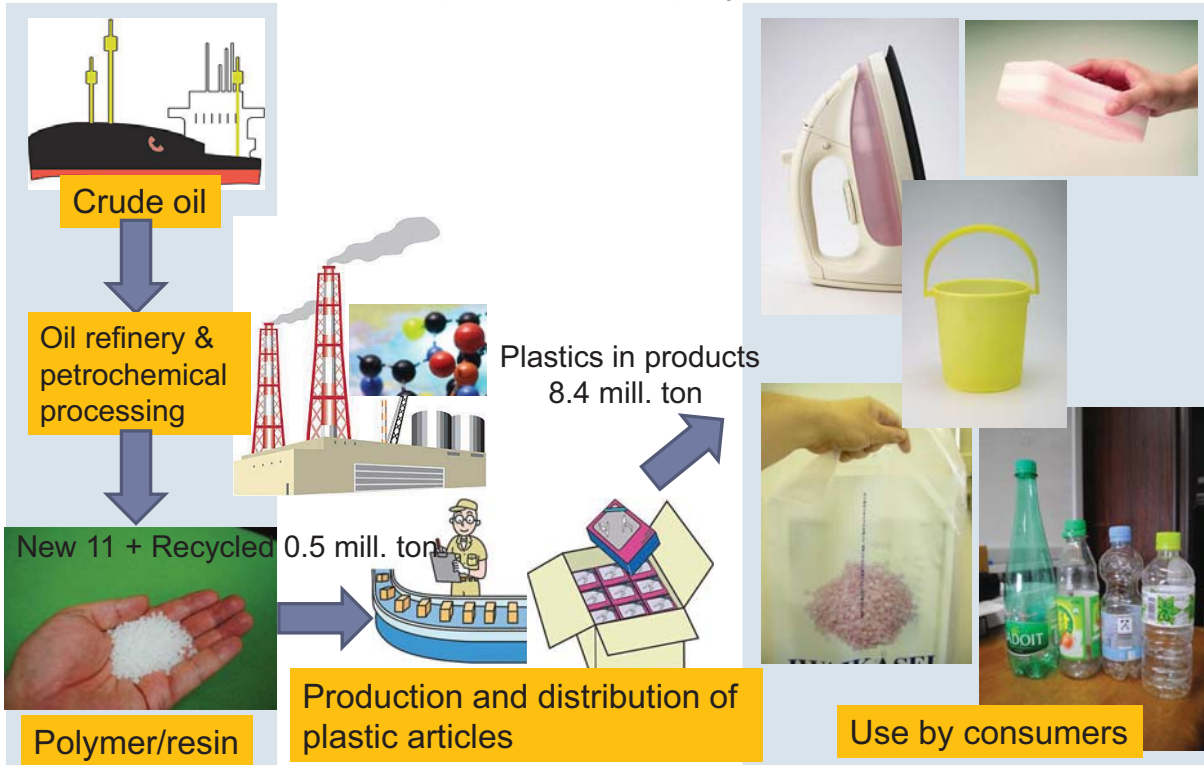
1. Material flow of plastics in Japan
  - Production and waste management
2. Characteristics of waste and waste plastics
3. Life cycle of plastics and GHG emission
4. Recycling methods of waste plastics



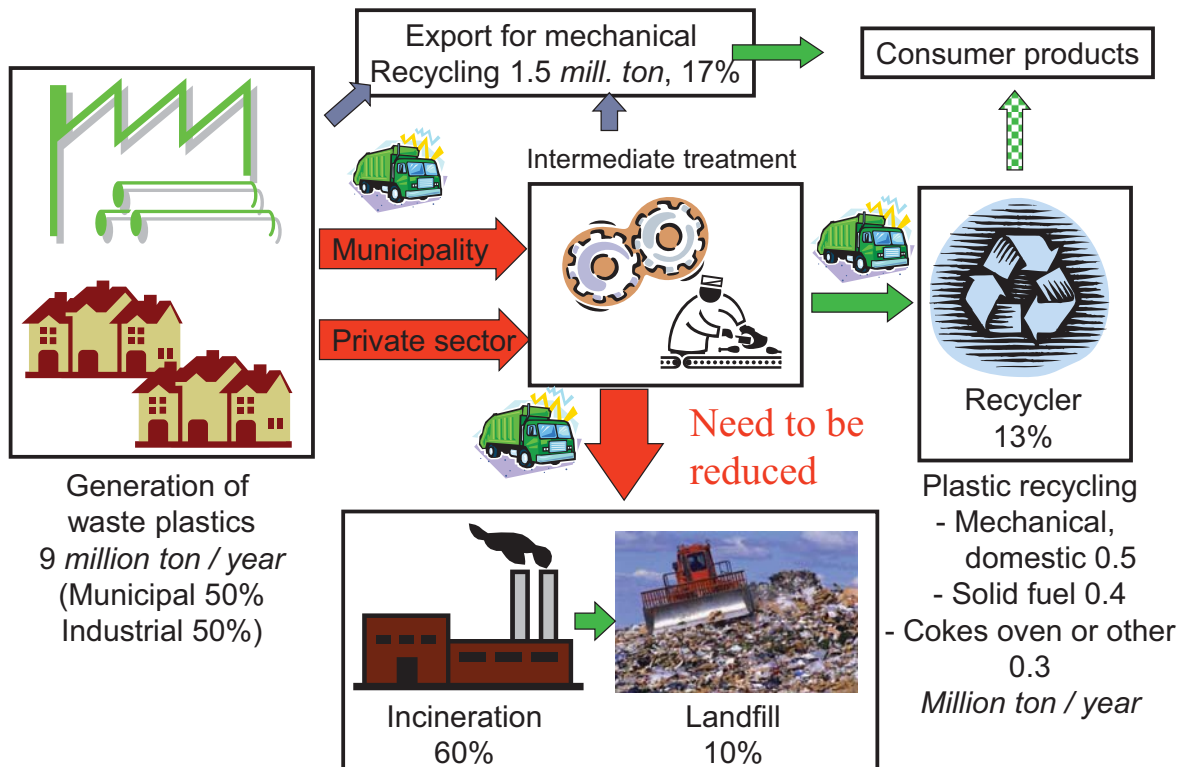


# 1. Material flow of plastics in Japan

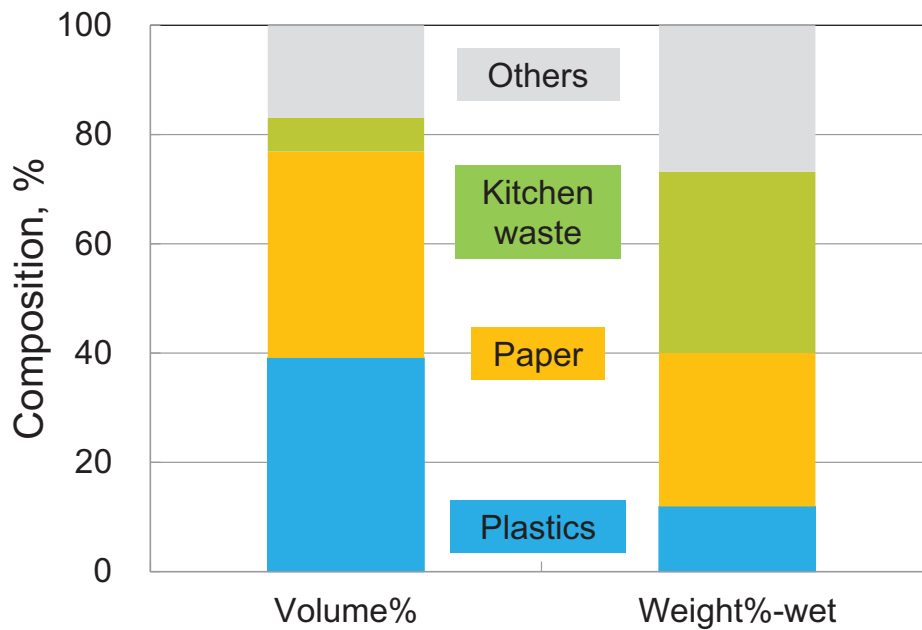
Crude oil to Consumer products via polymer and resin production



## Material flow of plastics : Waste management

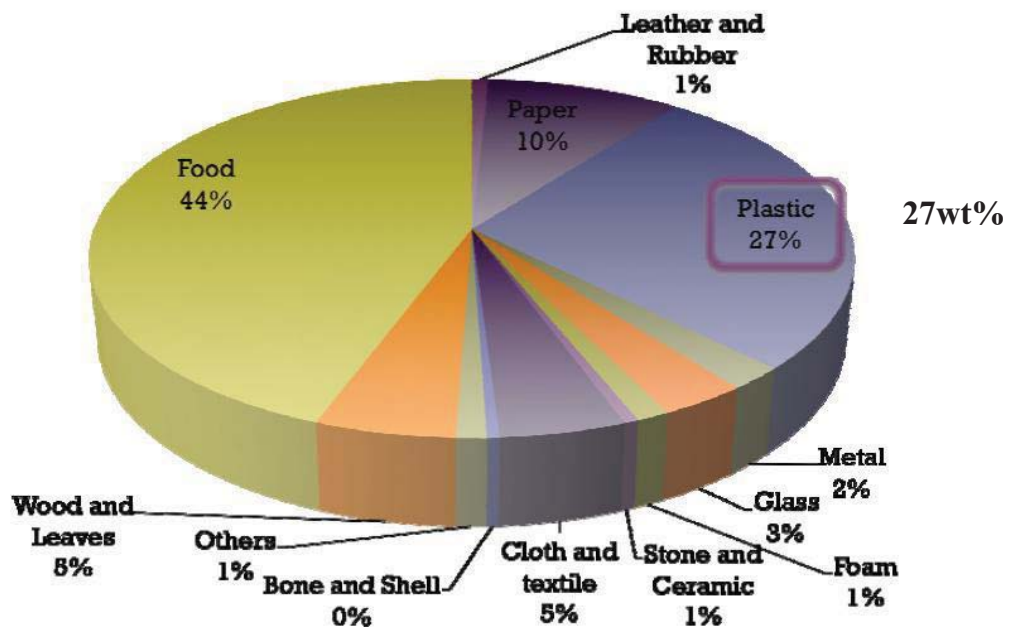


## Major components of household wastes

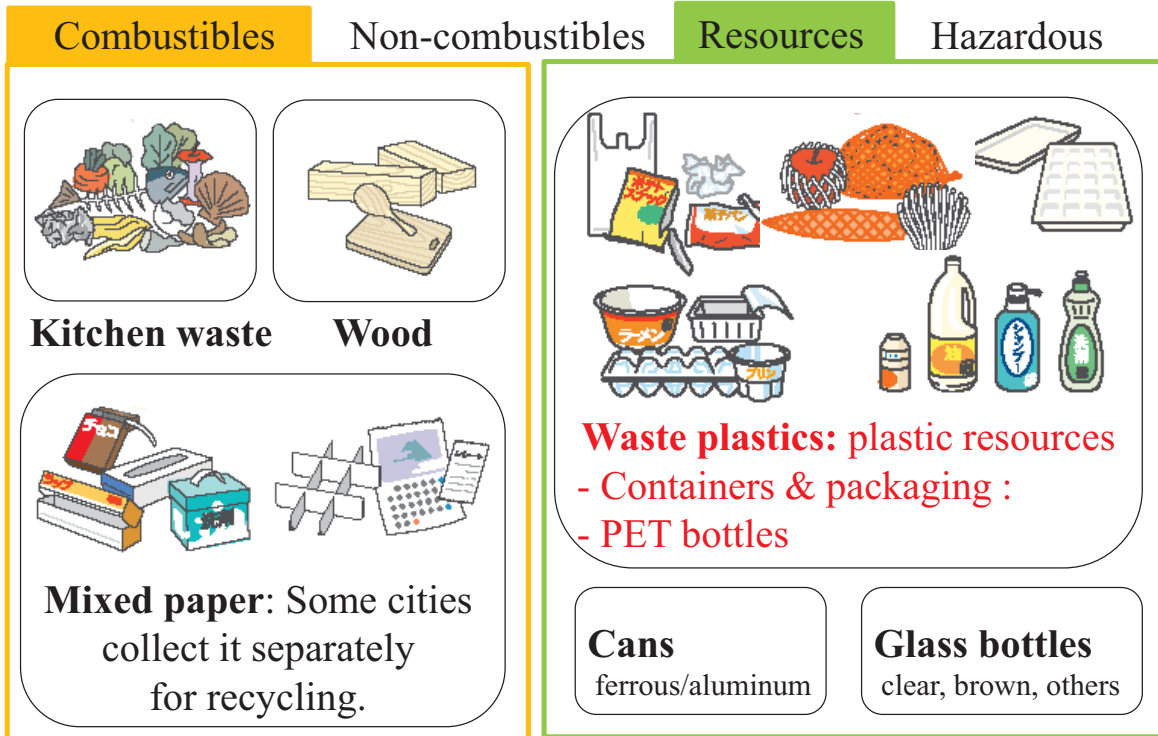


Source: White paper, Ministry of Environment, Japan

## Municipal wastes in Bangkok, Thailand



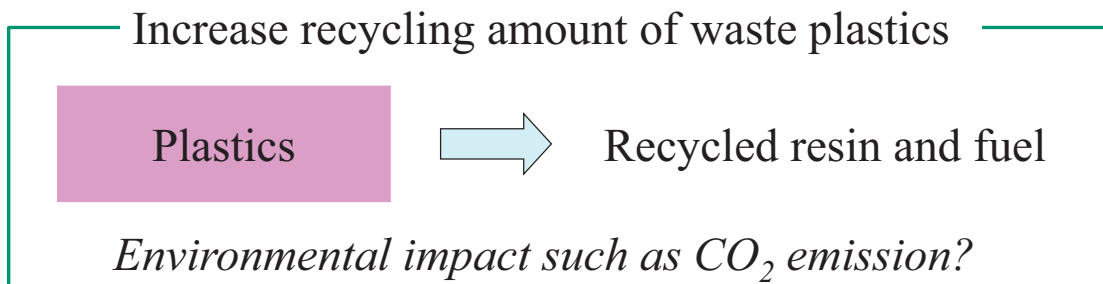
# Typical separate collection of household wastes in Japan



## Challenges from incineration and landfill recycling for some purposes

Food waste → Compositing

Mixed paper → Recycled paper



# Why do we recycle wastes?

1. Local government & waste management company:
  - Sell valuable materials to obtain benefits.
2. Reduce material or energy consumption by using waste resources.
3. Reduce environmental impact by the conversion of wastes to energy or materials.



## Reduction of environmental impact through waste plastics utilization

- 1. As a recycled resin
  - Waste plastics that are separately collected can be processed to produce recycled resin. Thermoplastics such as PE, PP and PS are the typical feedstock.
  - This is one of Clean Development Mechanism approved by the UN.
    - <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/T1INGS9C34QMRP2YXJ78UHAZVD5FL6>
- 2. As a cleaner fuel than coal or heavy oil
  - Some plastics can be processed to produce solid, liquid and gaseous fuel. These fuels give the cleaner flue gas than coal and heavy oil like less CO<sub>2</sub> per weight and less NO<sub>x</sub>.

# Recycling technologies as the countermeasures



Relatively clean waste plastics



Melting and pelletizing  
ca 200 °C



Recycled resin

Thermoplastics with mixed combustibles without potential hazardous elements.



Briquette preparation  
ca 200 °C



Solid fuel substituting to coal

Thermoplastics without Cl, etc.



Pyrolysis  
ca 500 °C



Liquid fuel substituting to petro. fuel

Properties of wastes ↔ Technology ↔ Products

## Life Cycle of Waste Plastics

Waste plastics to recycled resin



Plastic products



Waste plastics

Disposal



Collection

Recycling



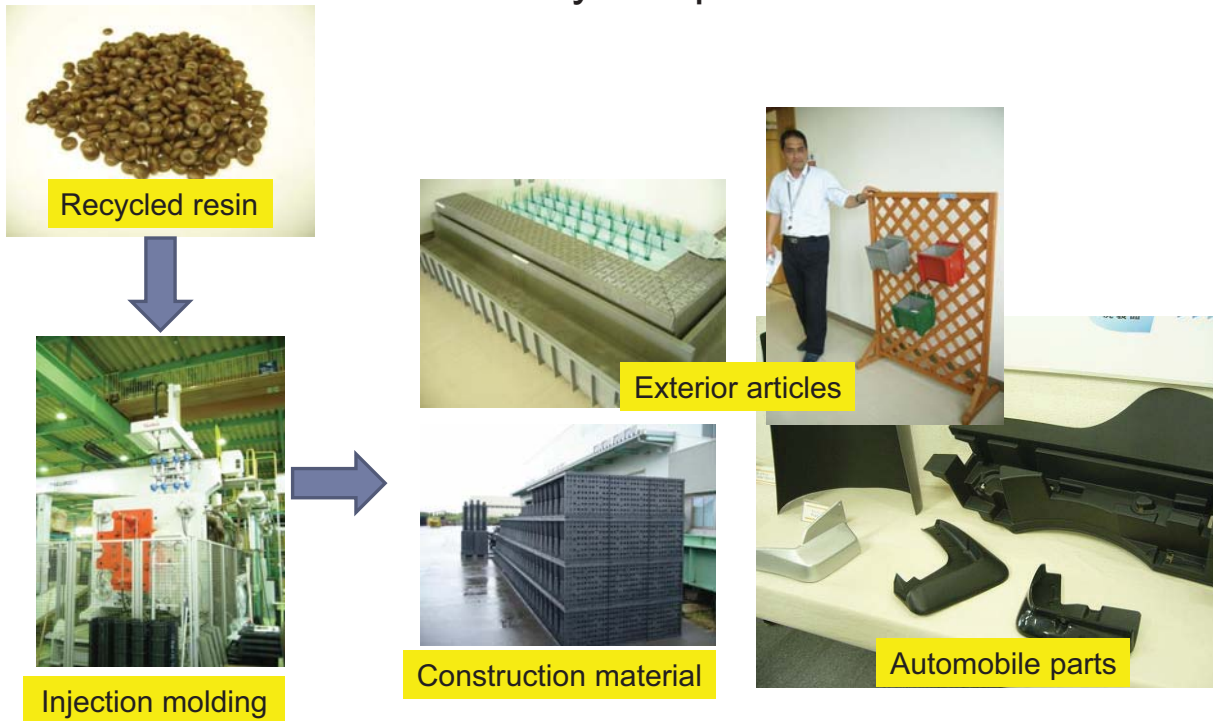
Crushing,  
washing and  
pelletization



Recycled resin

# Life Cycle of Plastics (Continued)

## Production of recycled plastic articles



Recycled resin

## CO<sub>2</sub> Reduction by Using Recycled PS (1)

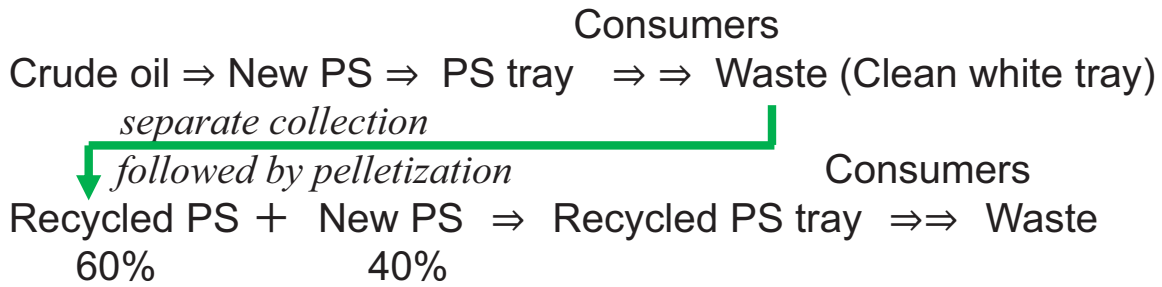


Clean white PS tray



Clean but colored tray

## CO<sub>2</sub> Reduction by Using Recycled PS (2)



Environmental Impact	Recycled PS Tray-60%	New PS Tray
Energy as Feedstock / GJ	11	32
Energy of Transportation and Processing / GJ	25	33
CO <sub>2</sub> / ton	2.4	4.5
SO <sub>x</sub> / kg	1.6	2.7
NO <sub>x</sub> / kg	2.4	3.2
Solid waste / kg	8.7	22

## CO<sub>2</sub> Reduction by Using Recycled PS (3)

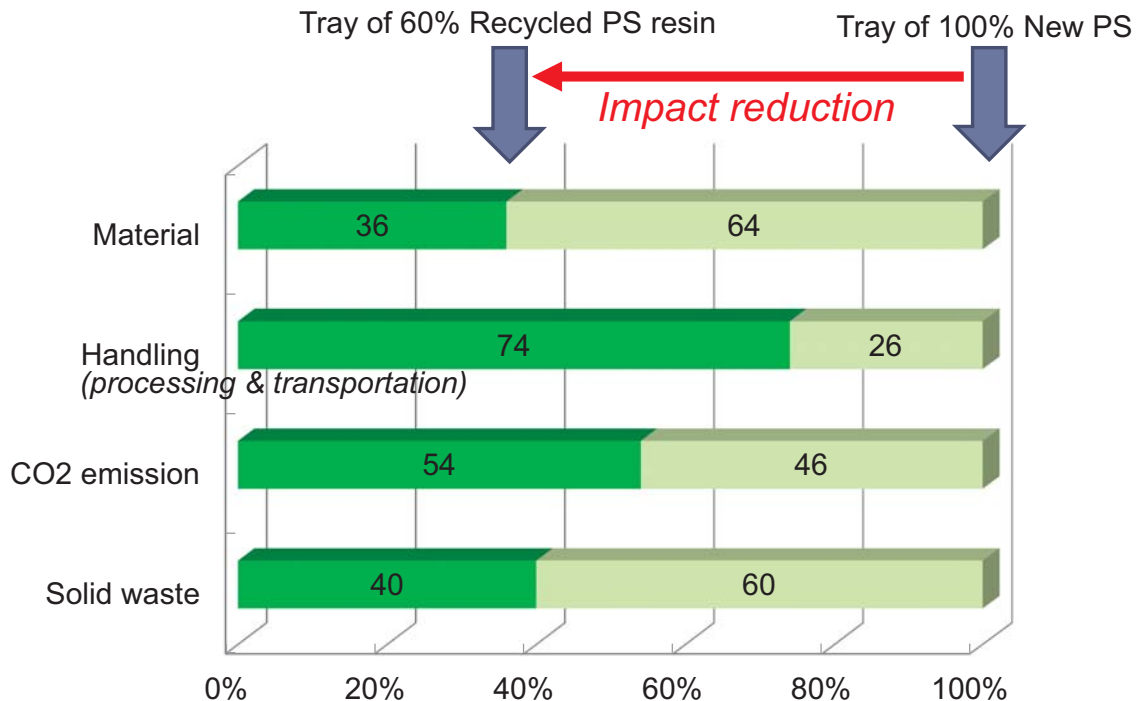


Table: Environmental impact reduction by using 60% recycled resin

## Heat recovery through waste plastics-derived fuel and incineration



## Solid fuel

- Production: Crushing and pelletization. Drying process is required for wet wastes. Pelletization is carried out at ca.200 °C.







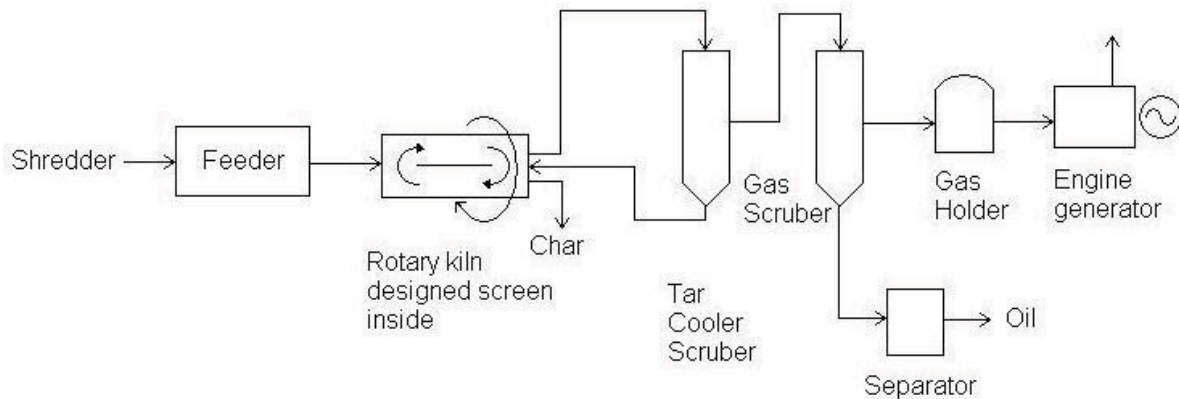
## Liquid fuel

- Production: Pyrolysis followed by distillation. Crushing and separation required for some wastes.



## Gaseous fuel

- Production: crushing and pyrolysis.
- Steam gen. – power gen., or gas turbine combustion– power gen.
- Major trouble: plugging of tar-ash mixture at a tubing between a kiln and gas-tar separator.



# Plastics as fuel source

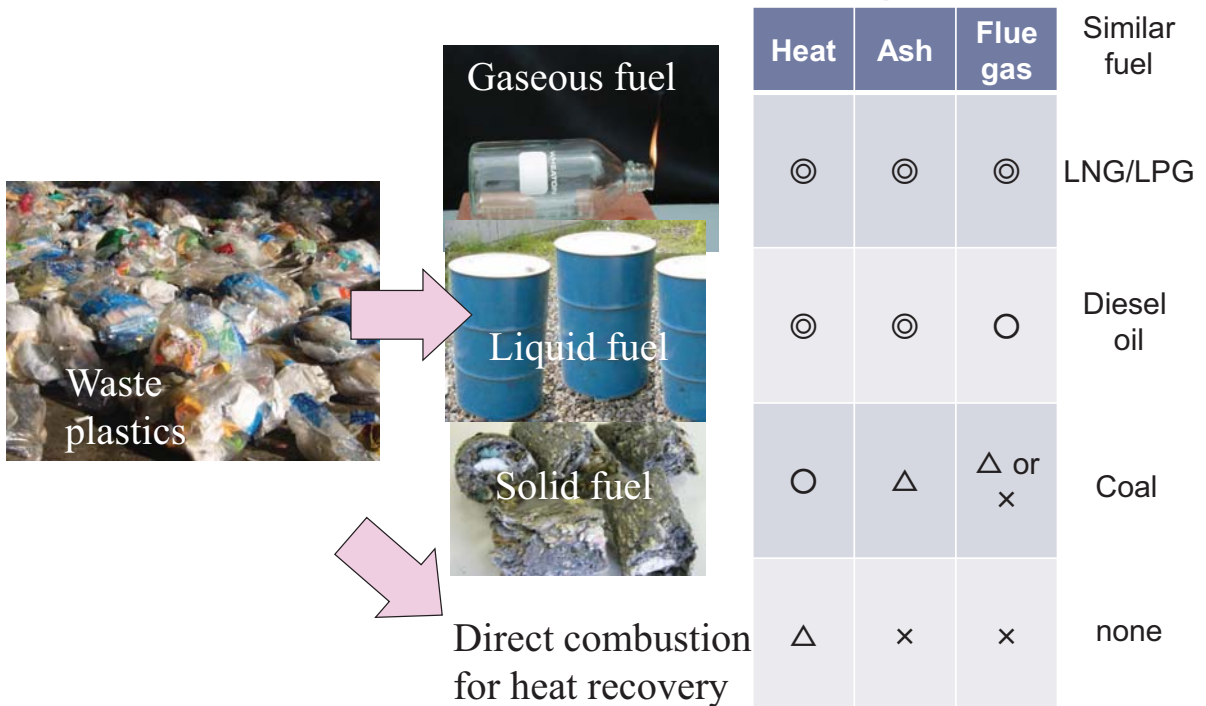


Thermoplastics melting at heating

Thermosetting plastics not melt at heating

Thermoplastics melting at heating			Thermosetting plastics not melt at heating		
PE PP PS	ABS	PET PMMA	PVC PVDC	PUR Phenol resin Epoxy resin	Brominated Epoxy
Elemental composition					
C,H	+N	+O	+Cl	+N,O	+N,Br
Suitability as a feedstock by fuel type					
Solid	△	Solid	×	△	×
Liquid	△	Liquid	×	×	×
Gas	△ N/CN	△	×	△	△
			Cl/HCl		

## Reduction of environmental impact by using cleaner fuel derived from waste plastics



# การทำปุ๋ยหมักชุมชน (composting) เทศบาลตำบลพังโคน

โดย นางนงนุช ชันชัยภูมิ  
ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม  
เทศบาลตำบลพังโคน

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

● ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

- ท่อวงขอบ
- จอบ , พลั่ว
- ที่สำหรับร่อนปุ๋ย/ ตะแกรงร่อนปุ๋ย



## วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

### ◎ วัสดุที่ใช้หมัก ได้แก่

- ขยะอินทรีย์ทุกประเภท เช่น เศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ เศษวัชพืชต่าง ๆ เป็นต้น



## ขั้นตอนในการทำปุ๋ยหมัก

### ◎ เตรียมท่อวงขอบสำหรับทำปุ๋ยหมัก



## ขั้นตอนในการทำปุ๋ยหมัก

- นำกิ่งไม้ใส่ลงด้านล่างในท่อนวงขอบ เพื่อเป็นการช่วยระบายอากาศ






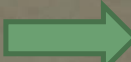
## ขั้นตอนในการทำปุ๋ยหมัก

- นำขยะอินทรีย์ (เศษอาหาร เศษผัก/ผลไม้ เศษวัชพืช ฯลฯ) ใส่ทับลงในท่อนวงขอบ



## ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

### ● ประกอบด้วยปัจจัย ดังนี้

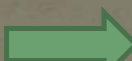
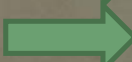
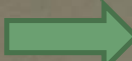
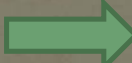
1. อุณหภูมิ  มีผลต่อการย่อยสลาย อุณหภูมิที่พอเหมาะ 10 – 55 องศาเซลเซียส
2. การเติมอากาศ  มีผลต่อการย่อยสลายวัตถุดิบทรีย์
3. ความชื้น  จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ความชื้นที่เหมาะสมที่ 40 – 70 เปอร์เซ็นต์
4. ขนาดของวัตถุดิบทรีย์  ขนาดยิ่งเล็กจะทำให้กระบวนการในการย่อยสลายได้เร็วยิ่งขึ้น

## ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปุ๋ยหมัก

### ● ประกอบด้วยปัจจัย ดังนี้

1. แห้ง
2. เปื่อย
3. ทน
4. เหม็น

### ● วิธีแก้ปัญหที่เกิดขึ้น มีดังนี้

1. แห้ง  ให้พรมน้ำในบ่อปุ๋ยหมัก
2. เปื่อย  ให้หาใบไม้แห้ง หญ้าแห้งเติมลงในบ่อปุ๋ยหมัก
3. ทน  ให้ใช้กำพสมน้ำราดในบ่อปุ๋ยหมัก
4. เหม็น  ให้ใช้ใบไม้แห้งคลุมไว้

## ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักขยะอินทรีย์

- การร่อนปุ๋ยเพื่อนำปุ๋ยส่วนที่ละเอียดมาใช้



## ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักขยะอินทรีย์

- การนำปุ๋ยที่หมักมาบดในเครื่องบดปุ๋ยเพื่อนำปุ๋ยส่วนที่ละเอียดมาใช้



# ปุ๋ยหมัก

○ ปุ๋ยหมักในท่อ/กระบะ/บ่อดอนกรีต ของชุมชนในเขตเทศบาล



# ปุ๋ยหมัก

○ ปุ๋ยหมักในท่อ/กระบะ/บ่อดอนกรีต ของชุมชนในเขตเทศบาล





# ปุ๋ยหมัก

● ปุ๋ยหมักในท่อ/กระบะ/บ่อดอนกรีต ของชุมชนในเขตเทศบาล

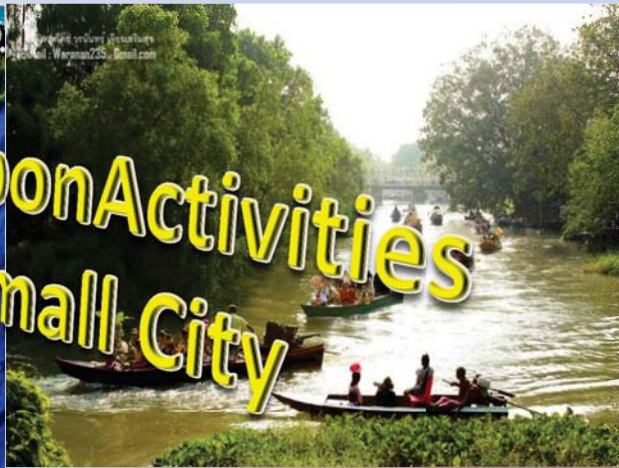


# บ่อบำบัดปุ๋ยหมัก ในโรงฆ่าสัตว์





**จบการนำเสนอ**  
**สวัสดี**

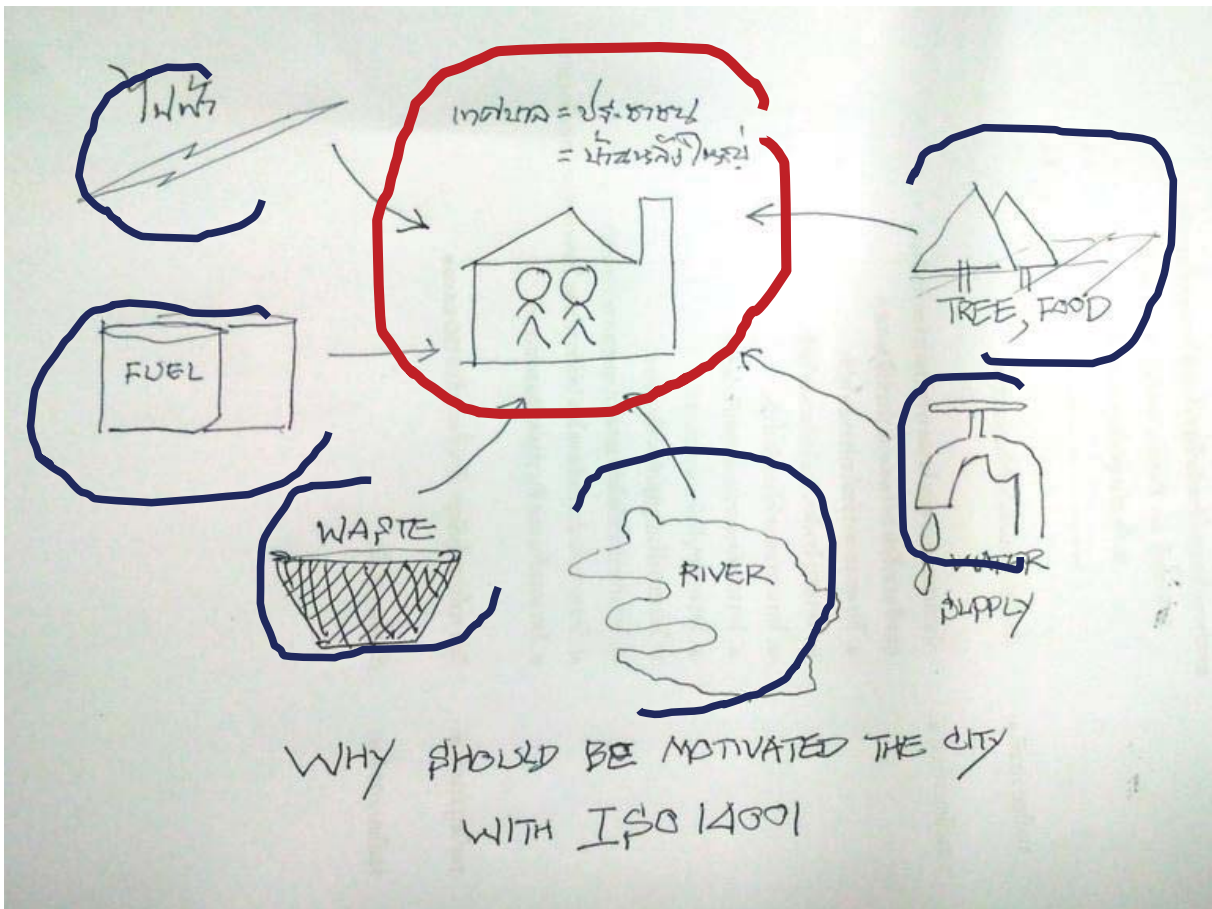


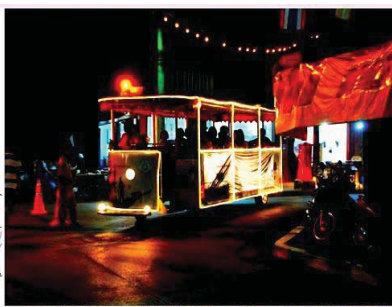
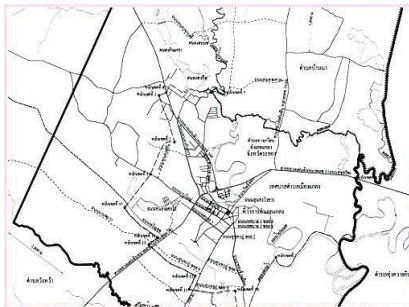
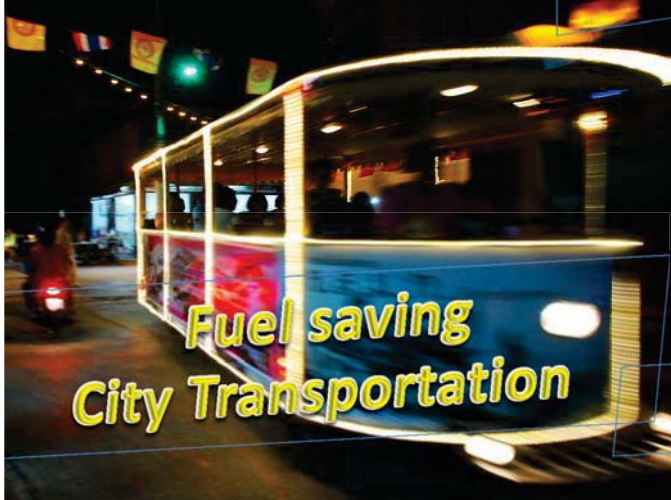
# Low Carbon Activities in Small City

Population 20,000

Responsive Area 14.5 Sq.mm

Occupation Agriculture, Commercial











Thank for your attention.

# เรื่องราวของคนเขียนเมือง



ทำไมต้องใช้เครื่องมือ...



มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า  
Electric saving Campaign





### รายงานการใช้น้ำมัน

ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553- มิถุนายน 2554

ปีงบประมาณ 2553 - 2554

กอง	ปีงบประมาณ		เพิ่ม (ลด)	ร้อยละ
	2553	2554		
สาธารณสุข	62,527.00	62,114.00	- 413.00	-0.66
งานป้องกัน	5,670.40	4,349.87	- 1,320.53	- 23.28
สำนักปลัด	6,973.80	7,328.56	+ 354.76	+5.08
ช่าง	20,013.27	15,549.44	- 4,463.83	-22.30
คลัง	-	-	-	-
วิชาการ	580.00	600.00	+ 20	+3.44
ศึกษา	1,628.95	1,416.26	- 212.69	-13.05
<b>รวม (คิด)</b>	<b>97,395.42</b>	<b>91,358.13</b>	<b>- 6,035.29</b>	<b>-6.19</b>



การจัดการแม่น้ำประแส  
**The Pra – Sae River Management**



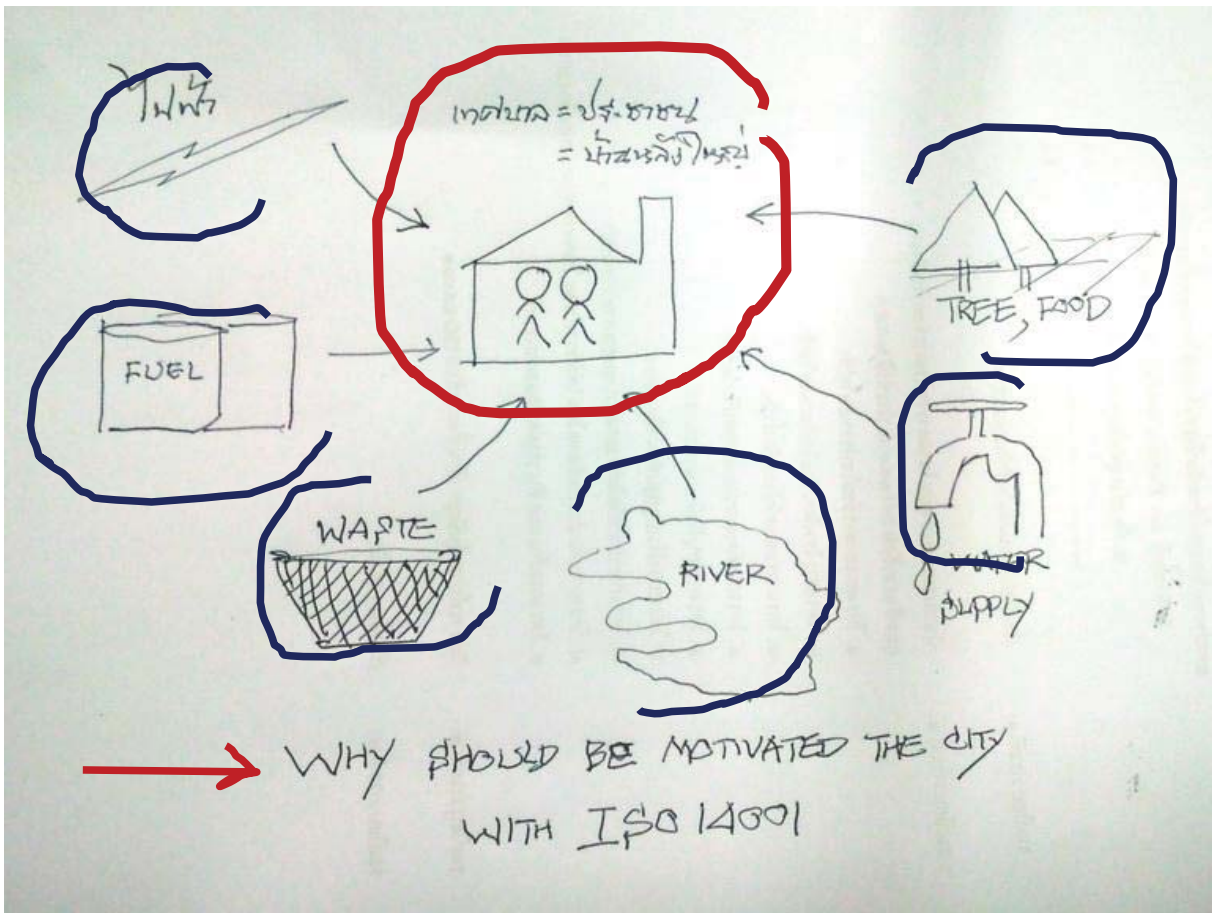
เมืองสีเขียว เมืองแห่งข้าวปลาอาหาร  
**GREEN CITY,  
THE CITY OF SUSTAINABLE CONSUMPTION**

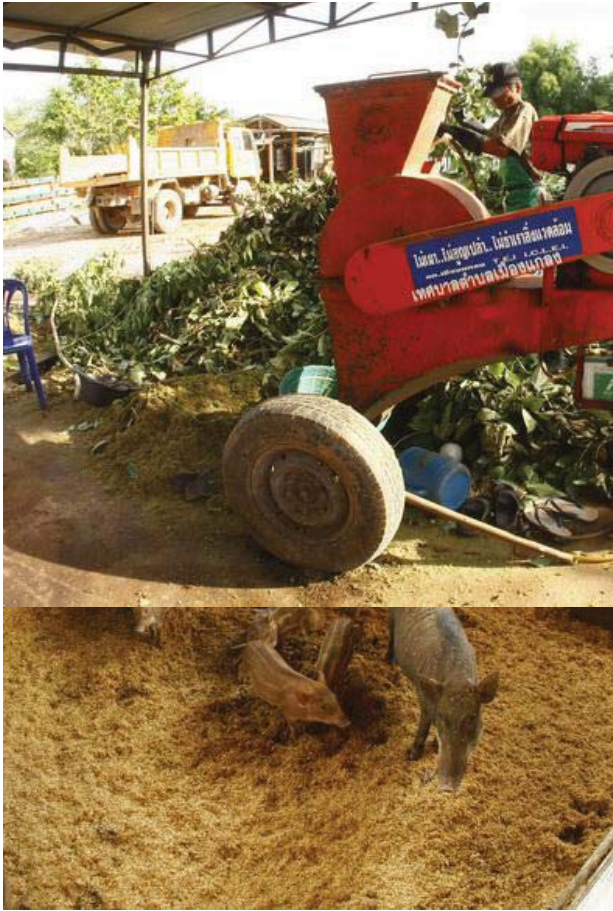
## ปริมาณน้ำสูญเสีย ปีงบประมาณ 2553

เดือน	ร้อยละ
ต.ค.53	23.46
พ.ย.53	10.08
ธ.ค.53	21.03
ม.ค.54	18.64
ก.พ.54	20.20
มี.ค.54	21.78
เม.ย.54	20.85
พ.ค.54	19.91
มิ.ย.54	19.68
ก.ค.54	19.95
<b>เฉลี่ย</b>	<b>19.56</b>

## ภาพกิจกรรมการทอดผ้าป่าขยะรีไซเคิล ณ วัดโพธิ์ทองพุทธาราม











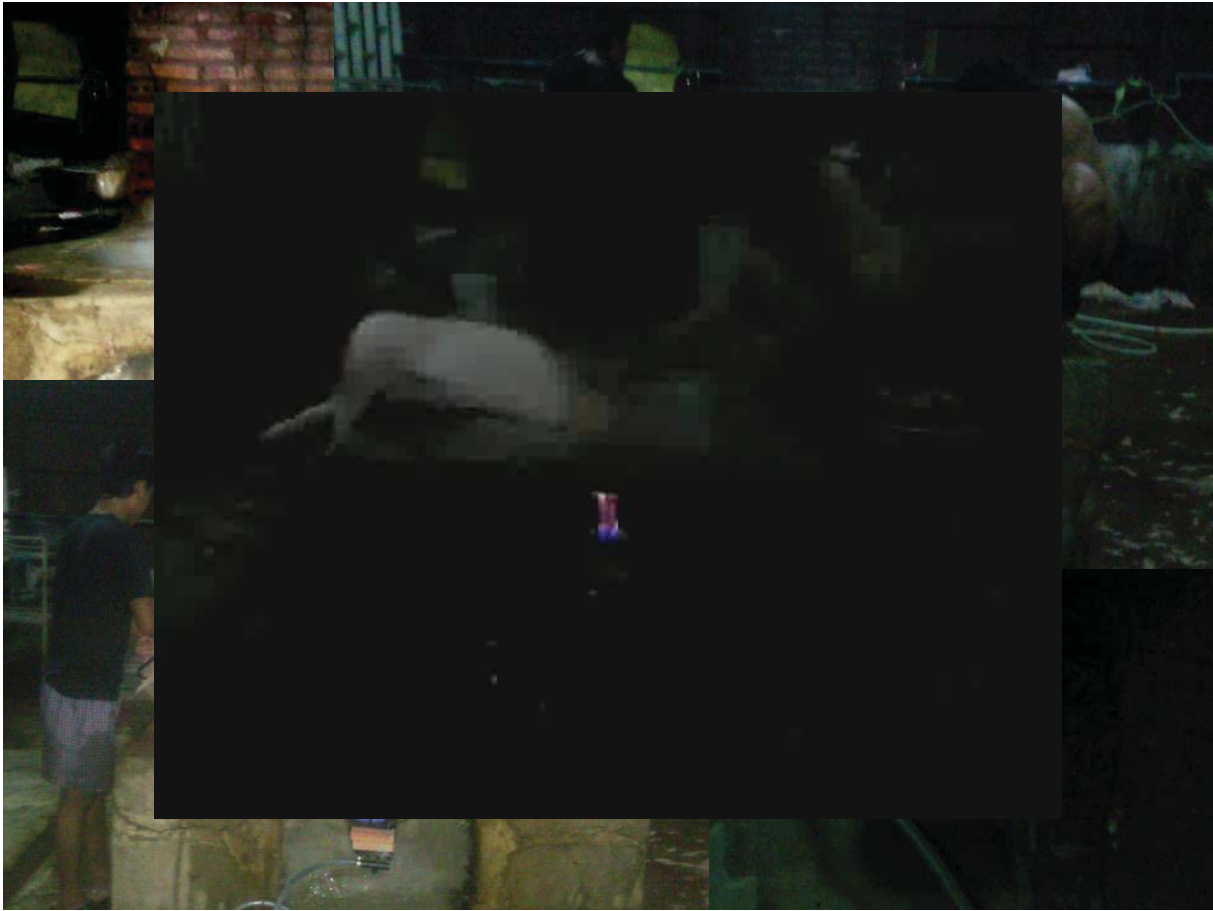














บ้านเมืองของเรา เราต้องมาช่วยกัน



สวัสดิ์



เทศบาลนครภูเก็ต

โรงพยาบาล:มูลพวย

จังหวัดภูเก็ต

# จังหวัดภูเก็ต



เนื้อที่ 570 ตร.กม.

3 อำเภอ เมือง กะทู้ ถลาง

1 อบจ. 9 เทศบาล 9 อบต.

ประชากร

315,961

• ชาย 150,674  
• หญิง 165,287

บ้าน = 146,532

ความหนาแน่น = 554 คน/ตร.กม.

# แหล่งที่มา ปริมาณขยะ ของจังหวัดภูเก็ต

570 ต.ร.กม.

>550 ตัน/วัน

อบจ. 1 แห่ง

อบต. 9 แห่ง

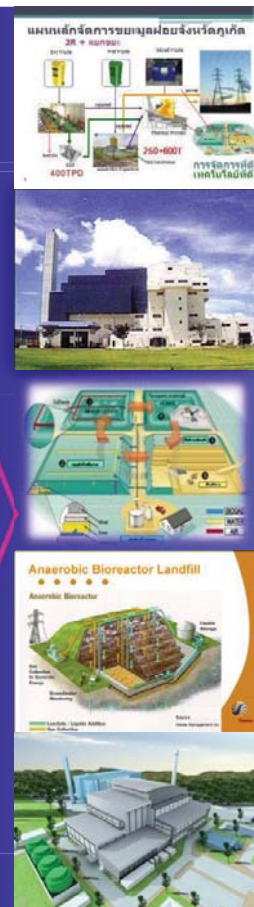
เทศบาล 9 แห่ง

อบจ.ภูเก็ต	26	ตัน/วัน
ทน. ภูเก็ต	110	ตัน/วัน
ทม. ป่าตอง	87	ตัน/วัน
ทต.วิชิต	46	ตัน/วัน
ทต.รัชฎา	45	ตัน/วัน
ทต. กระรน	37	ตัน/วัน
ทต. กระทุ	31	ตัน/วัน
ทต. ราไวย์	20	ตัน/วัน
ทต. เชียงทะเล	7	ตัน/วัน
ทต. เทพา	6	ตัน/วัน

อบต. ฉลอง	25	ตัน/วัน
อบต. ศรีสุนทร	17	ตัน/วัน
อบต. เชียงทะเล	12	ตัน/วัน
อบต. กมลา	7	ตัน/วัน
อบต. ไม้ขาว	7	ตัน/วัน
อบต. เกาะแก้ว	7	ตัน/วัน
อบต. สาคู	6	ตัน/วัน
อบต. เทพา	7	ตัน/วัน
อบต. ป่าคลอก	5	ตัน/วัน
เอกชน	20	ตัน/วัน

## สถิติการเกิดมูลฝอย จังหวัดภูเก็ต ปี 49 - 54

ตัน/วัน





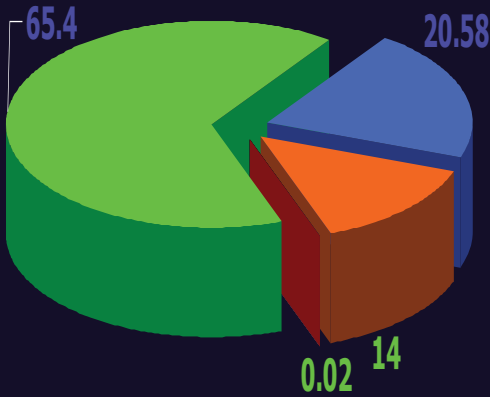
# ปริมาณขยะ องค์ประกอบ แนวโน้มการเกิดจังหวัดภูเก็ต

570 ต.ร.กม.

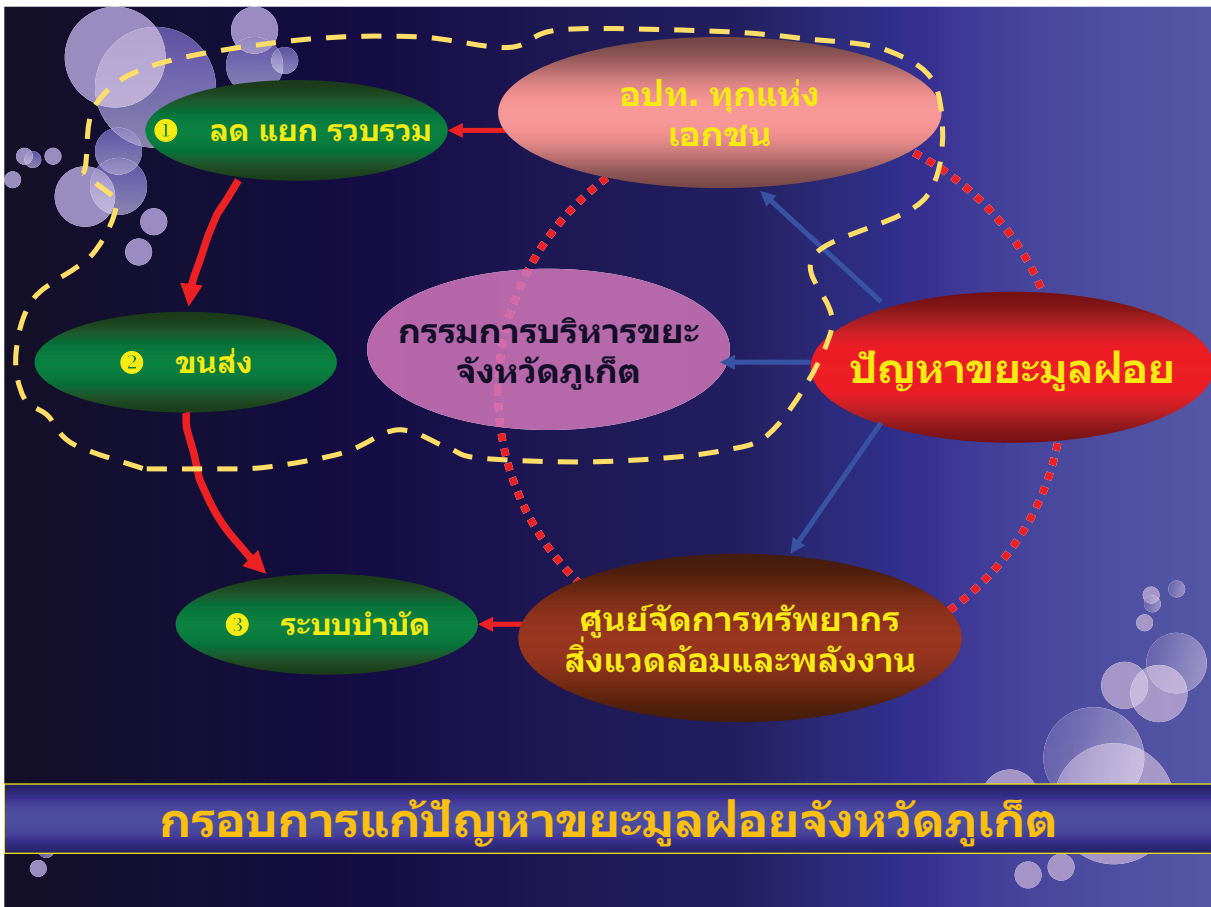
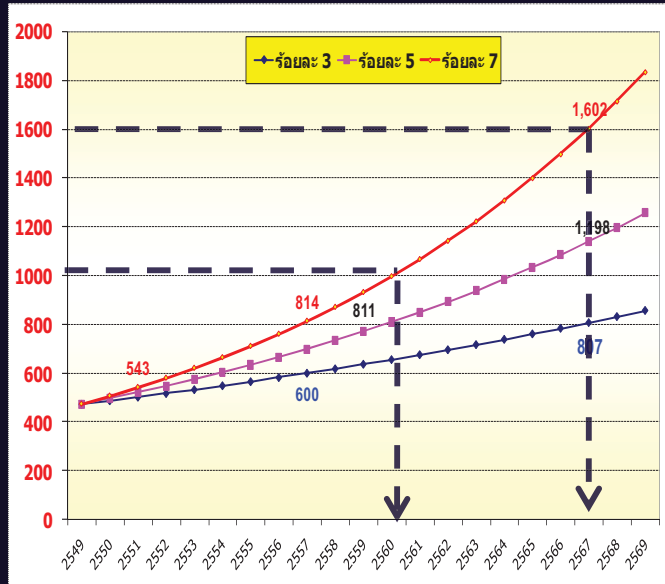
>550 ตัน/วัน

จังหวัดภูเก็ต

อปท 19 แห่ง



ย่อยได้ ขายได้  
ทั่วไป อันตราย



กรอบการแก้ปัญหาขยะมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

# แผนหลักจัดการขยะเพื่อผลิตพลังงาน

## การจัดการที่ดี

## 3R + แยกขยะ

Dry Waste



Wet Waste



Mixed Waste



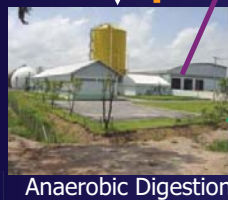
Recycle



**100TPD**

rejected

rejected



Anaerobic Digestion

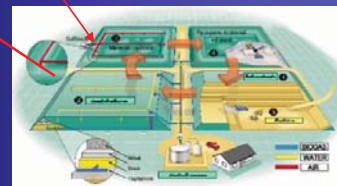


Thermal Process

**250+700T**

Soil Conditioner

power



เทคโนโลยีที่ดี

# การใช้ที่ดินเพื่อกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสีย 291ไร่



1. พื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบ 120 ไร่



2. พื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา 46 ไร่



3. พื้นที่บำบัดน้ำเสีย 33 ไร่

4. พื้นที่ถนน 76 ไร่

# ระบบกำจัดมูลฝอย ของเทศบาลนครภูเก็ต



## การจัดการขยะชุมชนอย่างเป็นระบบ



# แบบระบบฝังกลบมูลฝอย



## การผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย

สถานที่ตั้ง	หมู่ 1 ถนนรัตนโกสินทร์ 200 ปี ต.วิชิต อ.เมือง จ.ภูเก็ต
เทคโนโลยี	เตาเผา ประเภทตะกรับ แบบเผาไหม้ต่อเนื่อง
ขนาดการกำจัด	250 ตัน/วัน (1 เตาเผา) พร้อมพื้นที่การติดตั้งเตาที่ 2
ผลิตพลังงาน	ไฟฟ้ากังหันไอน้ำ 2,500 กิโลวัตต์, แบบแรงดันย้อนกลับ
ก่อสร้างเสร็จ	พฤษภาคม 2541



โรงเผาขยะมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต

## ข้อมูลจำเพาะ (Specifications) ของโรงเตาเผา

ประเภทขยะที่เผาได้



ขยะชุมชนที่ไม่ต้องคัดแยก ความชื้น  
ขยะร้อยละ 60 (Wet Basis)

ปริมาณที่เผาได้



วันละ 250 ตัน (ขยะหมักความชื้น  
เหลือร้อยละ 30 – 50)

ค่าความร้อนของขยะ



1,200 – 2,200 kcal/kg

อุณหภูมิที่ใช้เผา



800 – 950 °c

## ข้อมูลจำเพาะ (Specifications) ของโรงเตาเผา

การผลิตไอน้ำ

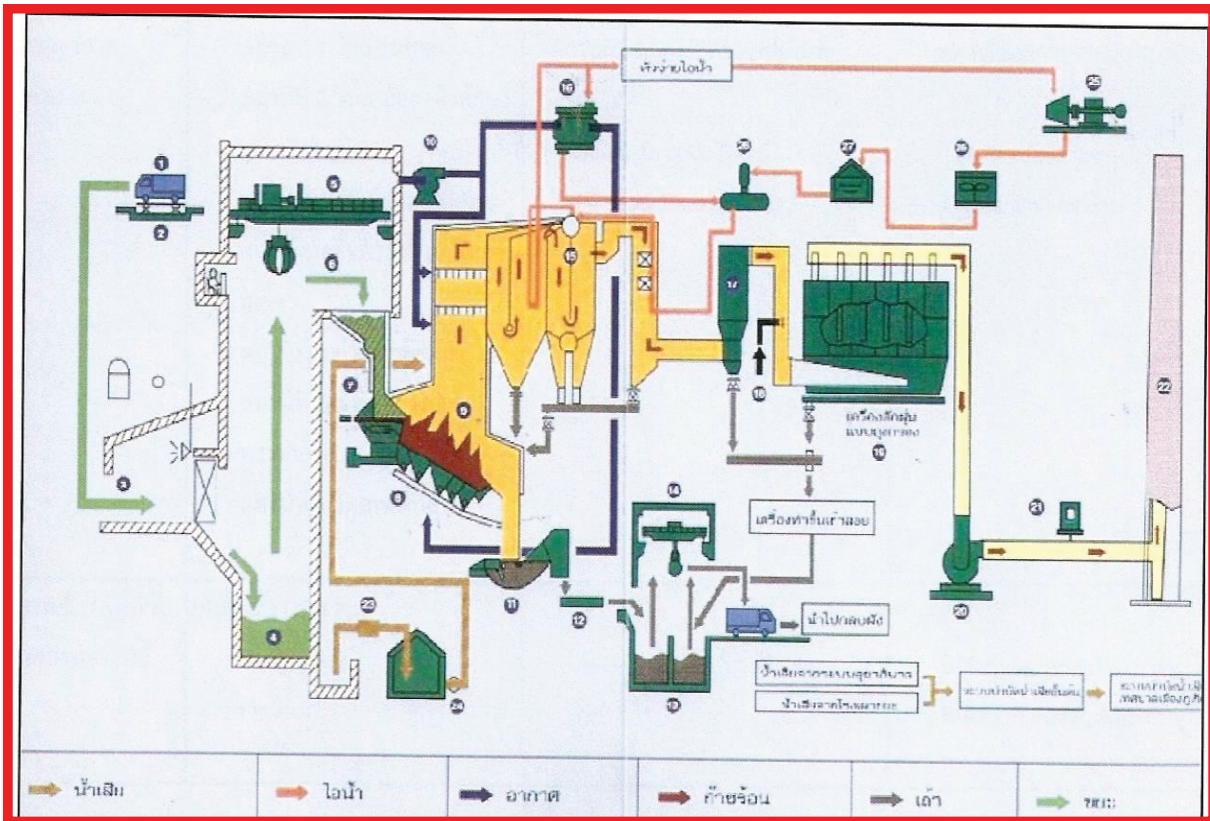


30 ตัน/ชั่วโมง ความดัน 30 kg/cm<sup>2</sup>  
อุณหภูมิไอน้ำ 300 °c

การผลิตไฟฟ้า



ผลิตได้ 2.5 MW (ที่ค่าความร้อน  
ขยะ 2,200 kcal/kg)



รูปแสดงภายในระบบเตาเผาตั้งแต่เริ่มรับขยะเข้าซึ่งถึงปล่องควัน

## โรงเผาขยะชุมชน 250 ตัน/วัน



เริ่มเผาปี 2542 เผาขยะ 250 ตัน/วัน

- แบบตะกรับเคลื่อนที่
- เผาต่อเนื่อง 24 ชม 7000 ชม/ปี
- ผลิตไฟฟ้า 2.5 เมกกะวัตต์

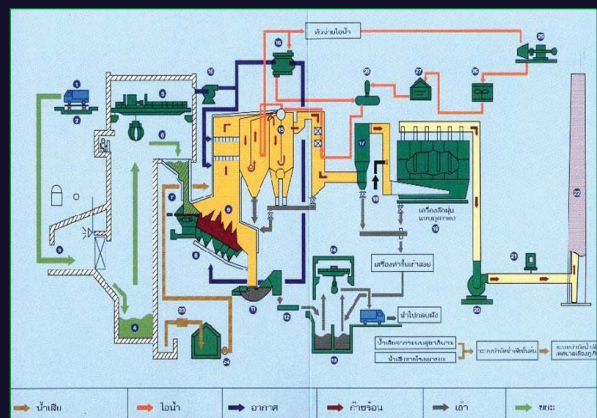
ค่าก่อสร้าง 788 ล้านบาท เสร็จ ปี 42

ค่าดำเนินการ 42 ล้านบาท

ค่าซ่อมบำรุง 20 ล้านบาท

ซ่อมเปลี่ยน 60 ล้านบาท

ทุก 10 ปี



วันนี้

ขยะใหม่

วันละ 540 ตัน

ขยะในหลุม

> 1,200.000 ตัน

ทำอย่างไร

**การจัดทำบริการสาธารณะ โดย อปท.**

1. อปท.ดำเนินการเอง

2. อปท.ร่วมกับบุคคลอื่นหรือ  
นิติบุคคลอื่น

3. อปท.มอบหมายให้เอกชนเป็น  
ผู้ดำเนินการ

## รูปแบบการให้บริการที่มอบหมายให้ เอกชนจัดทำบริการสาธารณะ

Service Contract (สัญญาการให้บริการ)

Management Contract  
(สัญญาการดำเนินการ / บริหาร)

Lease Contract (สัญญาการให้เช่า)

Concession (สัมปทาน)

Build – Operate – Transfer  
(สร้าง – ดำเนินการ – โอนให้รัฐ)

Divestiture (การขายกิจการ)



### มาตรการส่งเสริมพลังงานทดแทนผลิตไฟฟ้า

#### มาตรการรับซื้อไฟฟ้า (Adder Cost)

- กำหนดราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนที่จูงใจแก่ผู้ลงทุน เช่น
  - ผลตอบแทนการลงทุนไม่ต่ำกว่า 11%
  - ระยะเวลาคืนทุน 7 ปี

#### มาตรการสนับสนุนอื่นๆ

- เงินอุดหนุนเบ็ดเตล็ด (50 ล้านบาท/โครงการ)
- ให้ BOI สูงสุดแก่ธุรกิจด้านพลังงานทดแทน
- Carbon Credit
- สร้างองค์ความรู้ของคนไทย (ลดต้นทุน)

สนับสนุนราคาซื้อ  
ไฟฟ้า (Adder Cost)  
เป็นเวลา 7 ปี

VSPP ≤ 10 MW  
SPP ≤ 90 MW

เชื้อเพลิง/เทคโนโลยี	ส่วนเพิ่มราคาซื้อไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
ชีวมวล	0.30
ชีวภาพ	0.30
พลังงานขนาดเล็ก (50-200 กิโลวัตต์)	0.40
พลังงานขนาดเล็ก (< 50 กิโลวัตต์)	0.80
<b>ขยะ</b>	<b>3.50</b>
พลังงานลม	2.50
พลังงานแสงอาทิตย์	8.00

\*หมายเหตุ : รัฐให้ส่วนเพิ่มราคาซื้อไฟฟ้าใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้เพิ่มอีก 1 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง  
ยกเว้นลมและแสงอาทิตย์เพิ่มอีก 1.50 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง



# สรุปขั้นตอนการจัดหางบประมาณ

กรณี : โครงการก่อสร้างและบริหารโรงเผาขยะมูลฝอยชุมชน  
ขนาดไม่น้อยกว่า 300 ตัน/วัน



## สัญญาให้เอกชนลงทุนสร้าง โรงเผาขยะผลิตไฟฟ้า

• ลงทุนในที่ดิน 10 ไร่สร้างเตาเผาขยะ 350 ตัน/วัน 2 ชุด ผลิตไฟฟ้า 14 Mw

• สัญญาบริหาร 15 ปี + 15 ปี = 30 ปี ส่งคืนในสภาพดี (BOOT)

• รายได้จากค่ากำจัดขยะ 300 บาท/ตันเพิ่ม 10% ทุก 3 ปี และขายไฟฟ้า

• ระบบต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกฎหมาย ใช้เชื้อเพลิงสะอาด

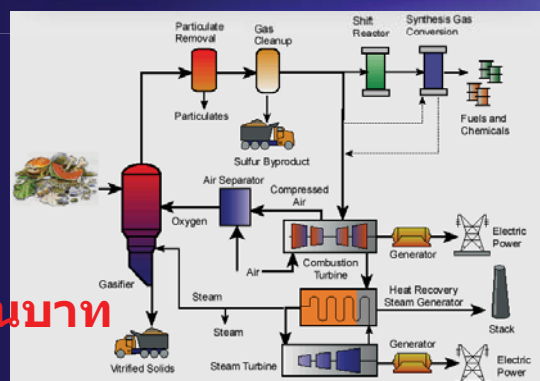
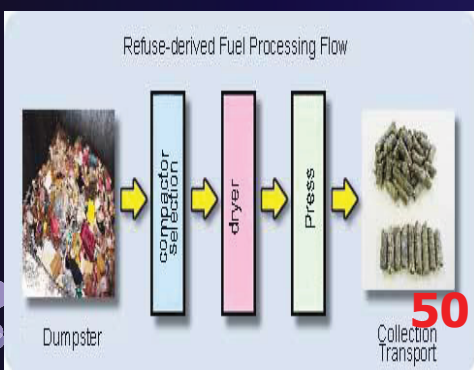
• ผู้ลงทุนต้องดำเนินการและบริหารโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ

## โครงการก่อสร้างเตาเผาขยะขนาดใหญ่ไม่น้อยกว่า 300 ตัน/วัน

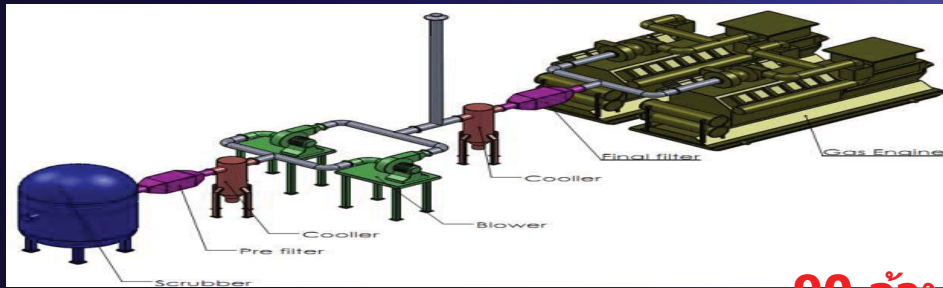
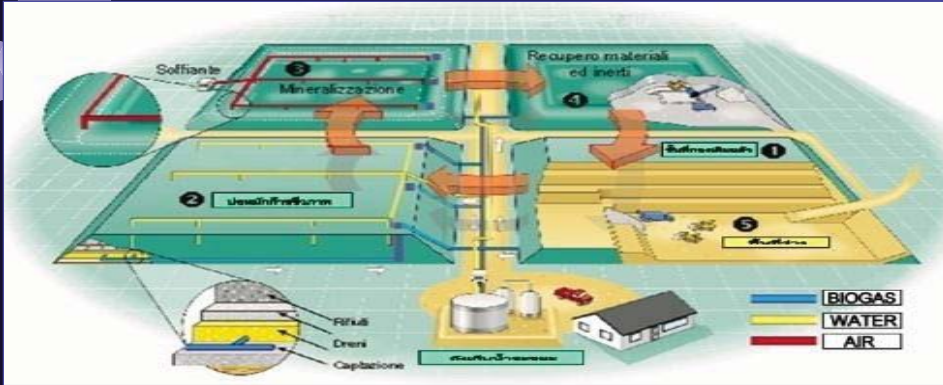


- ผู้ลงทุน บริษัท พี เจ ที เทคโนโลยี จำกัด สัญญา 15+15 ปี
- ความสามารถ 350 ตัน 2 ชุด = 700 ตัน ต่อ วัน
- พลังงานไฟฟ้าขยะ 14 Mw
- แบบ ตะกรับเคลื่อนที่ อุณหภูมิ 850-900 องศาเซลเซียส
- ระบบบำบัดมลพิษตามมาตรฐาน
- ผลปัจจุบัน : การก่อสร้าง 80% แล้วเสร็จ เมษายน ปี 55

## แผนรีไซเคิลขยะฝังกลบเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้า



# แผนปรับปรุงระบบฝังกลบเดิมเป็น (BMT)

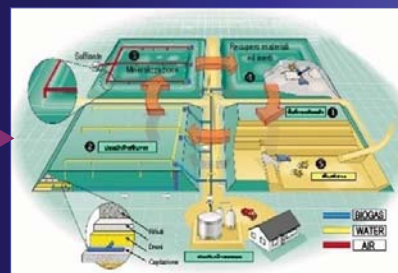


90 ล้านบาท

รื้อบ่อฝังกลบเก่าเป็นขยะเชื้อเพลิง RDF = 1 Mw



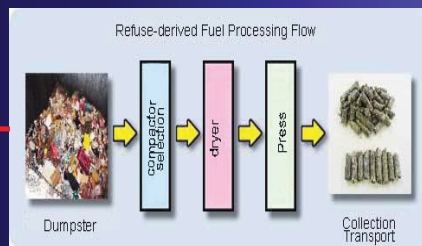
ปรับปรุงบ่อฝังกลบ บ่อ 5 เป็น BMT (BIOREACTOR LANDFILL)



BMT : Bioreactor Landfill 4x4

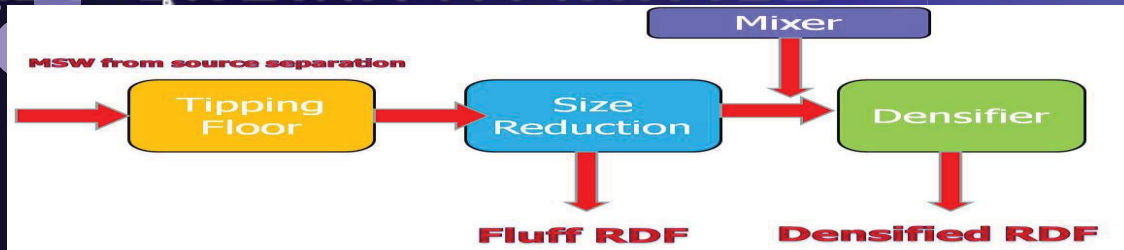


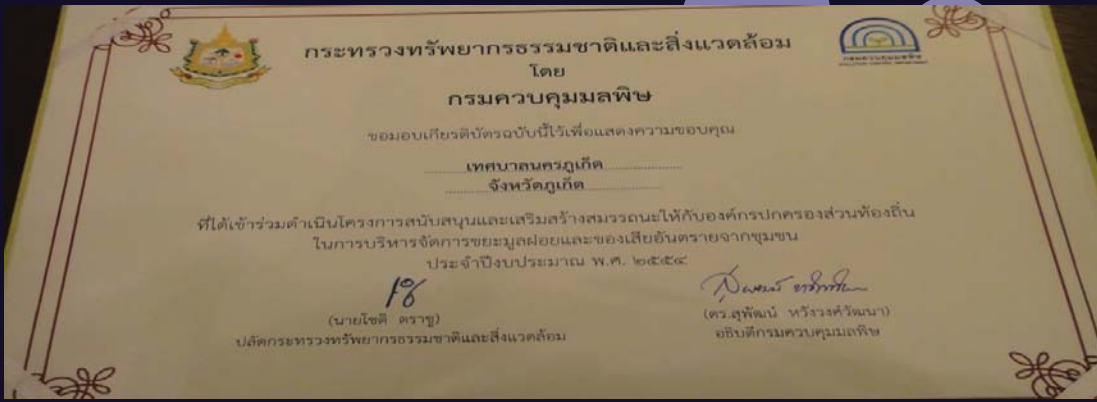
ผลิตกระแสไฟฟ้า



เทคโนโลยีการผลิต RDF โดยระบบทางกล

# RDF ชุมชนส่งโรงไฟฟ้าขยะ







Thank for Attention

# การดำเนินงาน โครงการส่งเสริมการแปรรูป ขยะเป็นน้ำมัน



ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก  
กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน  
ส่วนอนุรักษ์พลังงานและพลังงานหมุนเวียน  
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน  
กระทรวงพลังงาน



รุ่งนภา ทับหนองฮี  
([rungnapa2511@gmail.com](mailto:rungnapa2511@gmail.com))  
สุธีร์ ทับหนองฮี ([hs3isp@gmail.com](mailto:hs3isp@gmail.com))  
บริษัทเมืองสะอาดจำกัด

## หัวข้อในการนำเสนอ

1. บทนำและที่มาของโครงการ
2. สถานการณ์ปัจจุบันของการแปรรูป  
ขยะพลาสติกเป็นน้ำมันในประเทศไทย
3. คุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันดิบ  
จากขยะพลาสติก
4. โอกาสการพัฒนาเทคโนโลยีและ  
อุตสาหกรรมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็น  
น้ำมันในประเทศไทย
5. กิตติกรรมประกาศ

# 1. บทนำและที่มาของโครงการ



# 1. บทนำและที่มาของโครงการ

- ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยในเทศบาลเมืองวารินชำราบ ประมาณวันละ 24-25 ตัน จากจำนวนประชากร 30,000 คน ในพื้นที่รับผิดชอบ 12.9 ตารางกิโลเมตร
- ปริมาณขยะรีไซเคิลมีประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้น
- วิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอย พบว่ามีขยะพลาสติก คิดเป็นร้อยละ 12.6 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด





ปริมาณขยะพลาสติก90% จะเป็นขยะพลาสติกชนิด PE :Polyethylene และPP : Polypropylene ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย



5

- รัฐบาลไทยมีนโยบายที่จะส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทำการคัดแยกและแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงานทดแทน
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ของรัฐบาลไทย จึงได้สนับสนุนงบประมาณให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลเมืองวารินชำราบ เทศบาลนครพิษณุโลก และเทศบาลนครขอนแก่นในการก่อสร้างระบบคัดแยกและระบบแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ในปี 2009-2010



6

## 2. สถานการณ์ปัจจุบันของการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันในประเทศไทย (บริษัทเมืองสะอาด จำกัด ผู้ลงทุนโรงงานในพื้นที่เทศบาลเมืองวารินชำราบ)



7



**ปริมาณขยะมูลฝอย  
ที่ฝังกลบในบ่อฝังกลบ  
บ่อG จำนวน 125,000 ตัน  
ระยะเวลา 7 ปี (ปี 2000-2007)**



# กระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

## ส่วนที่ 1 ระบบการคัดแยกขยะ



## ส่วนที่ 2 ระบบการแปรรูป(ไพโรไลซิส)



## 1.ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยด้วย เครื่องจักรกล(the front end system)



# 1.ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยด้วยเครื่องจักรกล(the front end system)



# 1.ระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยด้วยเครื่องจักรกล(the front end system)



# ขยะพลาสติกที่ทำการคัดแยกได้ จากบ่อฝังกลบ



## การทำความสะอาดและการทำให้ขยะพลาสติกแห้ง

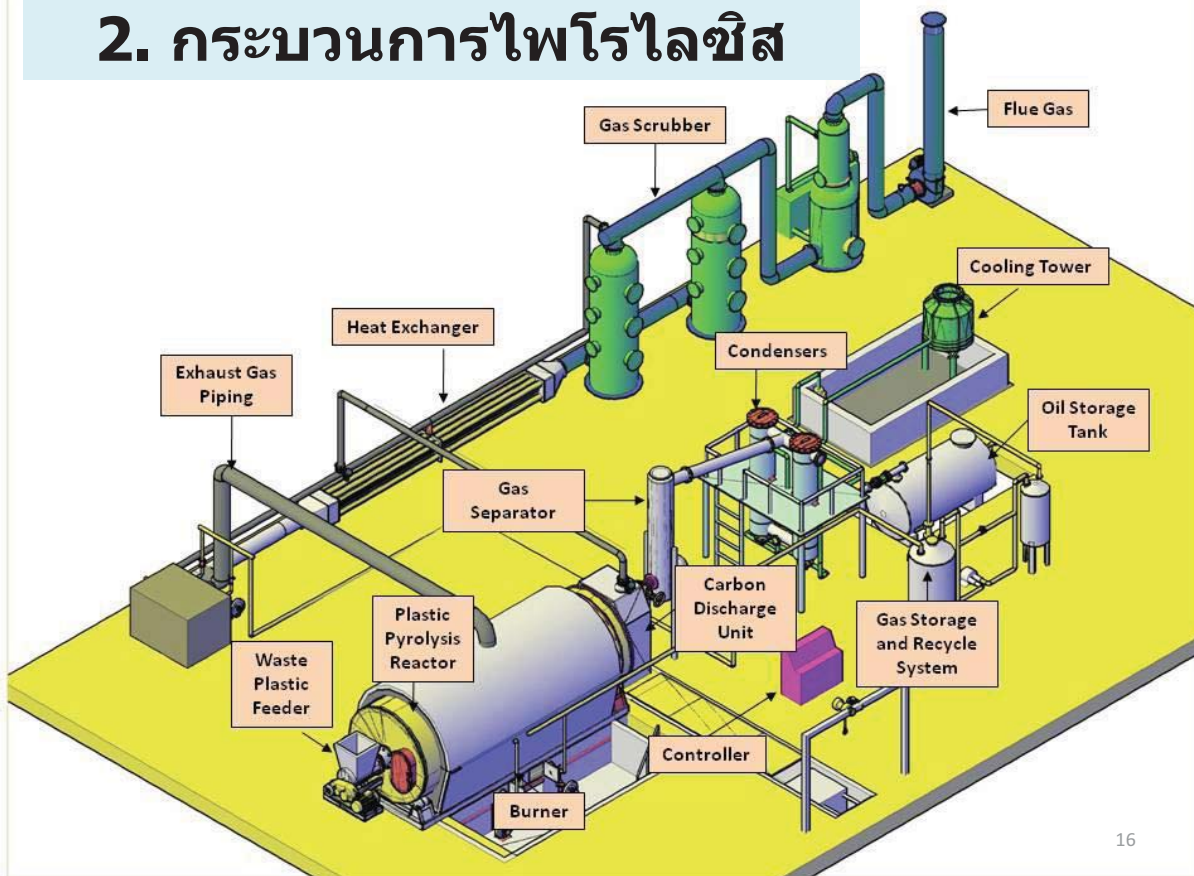


# วัตถุดิบขยะพลาสติกเตรียมพร้อม กระบวนการไพโรไลซิส



ส่วนใหญ่จะเป็นขยะพลาสติกประเภท LDPE, HDPE และ PP<sup>5</sup>

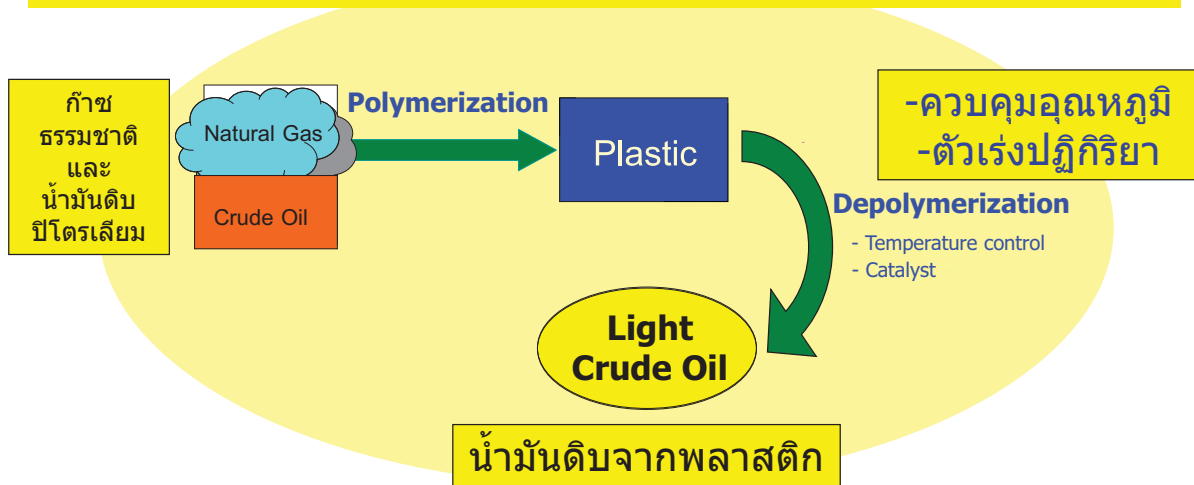
## 2. กระบวนการไพโรไลซิส



# แนวคิดของกระบวนการ แปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน

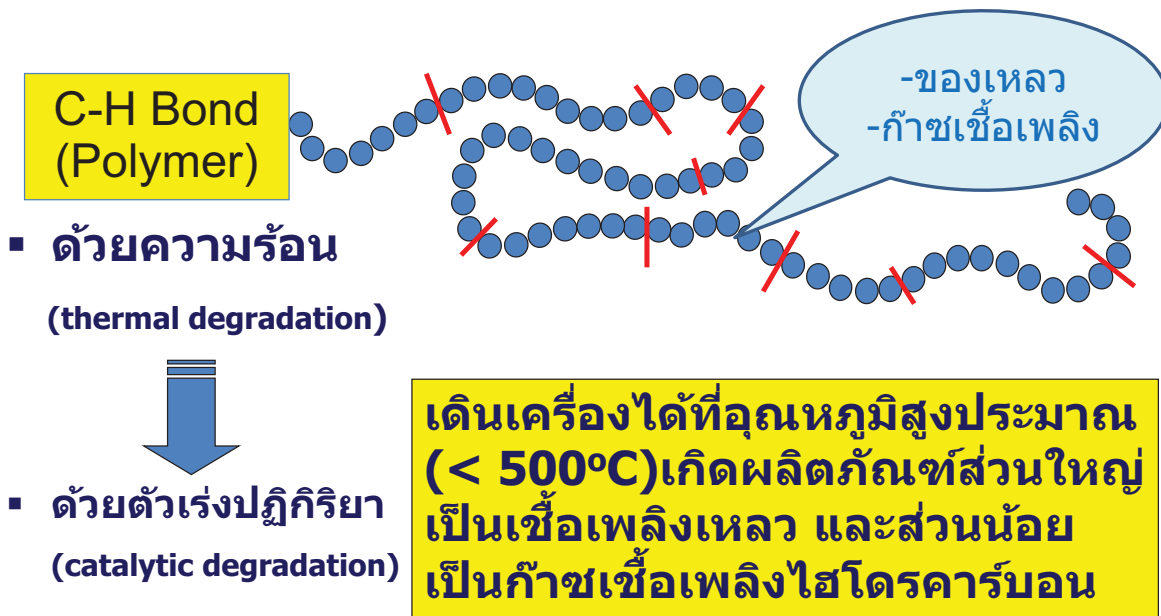
การผลิตพลาสติก คือ โพลีเมอร์ไรเซชัน  
[Polymerization]

การทำลายโครงสร้างพลาสติก คือ ดี-โพลีเมอร์ไรเซชัน  
[De-Polymerization]



## กระบวนการไพโรไลซิส

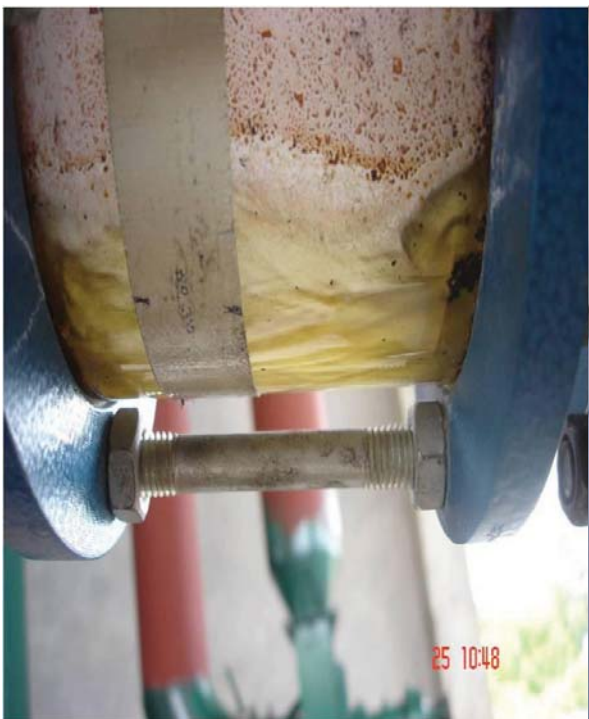
คือ การเผาด้วยความร้อนสูงเพื่อ  
ทำลายโครงสร้างทางเคมีของพลาสติก



# กระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส



ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส  
คือ น้ำมันไพโรไลติก (Pyrolytic oil)





ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส  
คือ น้ำมันไพโรไลติก (Pyrolytic oil)



ระบบการบำบัดก๊าซด้วยเครื่องบำบัดอากาศ  
ฟั่นละอองฝอยน้ำ (Exhaust gas scrubbing) และการนำ  
ก๊าซเชื้อเพลิงไปใช้ใหม่ (Syn-gas)

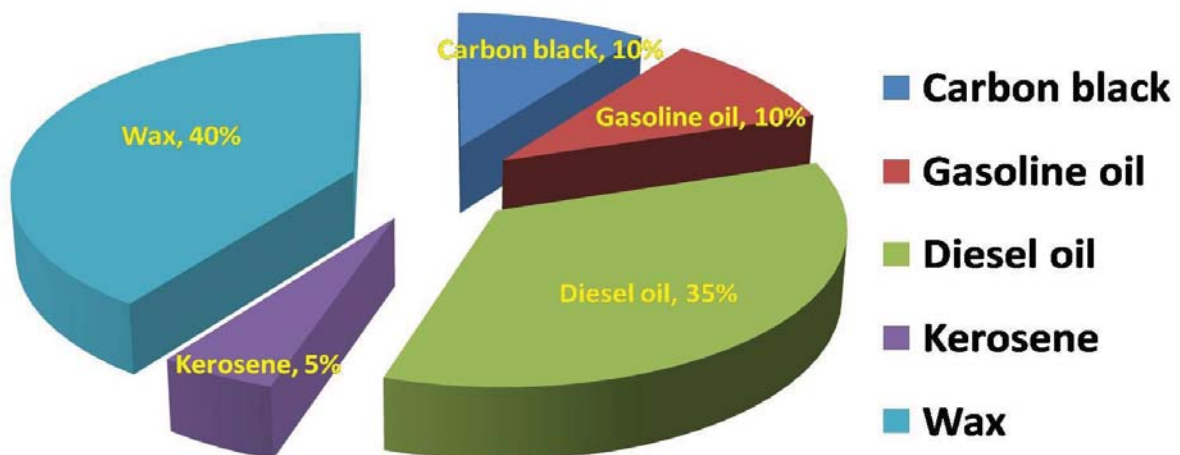
ก๊าซที่ไม่ควมแน่นจะถูกนำกลับเข้าไปเป็นพลังงานความร้อนใหม่ภายหลังการ  
ทำให้สะอาดขึ้นแล้ว (Syn Gas) ส่วนก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกภายนอก  
บรรยากาศจะถูกนำเข้าสู่เครื่องบำบัดอากาศฟั่นละอองฝอยน้ำ(Wet crubber)



ผลพลอยได้จากการผลิต:แว็กซ์(Wax)และ  
ผงคาร์บอน(Carbon Black) ที่เป็นของเสียที่เหลือ  
จากการเผาไหม้ในถังปฏิกิริยาไพโรไลซิส



## สัดส่วนและอัตราค่าลังการผลิต



ขยะพลาสติกรวม(ตัน)	
วัน	10
เดือน	300
ปี	3,000

ผลลัพธ์ของ  
การผลิต  
60%  
→

น้ำมันดิบ(ไพโรไลติก)	
(ลิตร)	(บาเรล)
6,600	40.3
198,000	1,209.8
1,980,000	12,098.3

### 3.คุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันดิบ



คุณสมบัติส่วนใหญ่ของน้ำมันคล้ายน้ำมันดิบและ  
บางส่วนคล้ายน้ำมันดีเซล คีโซลีน และเบนซิน

25

### 3.คุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันดิบ



- การทดลองปรับปรุงคุณภาพ  
เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์  
ได้ในรูปน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย  
กระบวนการตกตะกอนและ  
กระบวนการกลั่นตามจุด  
เดือดทั้งในประเภทน้ำมัน  
ดีเซลและน้ำมันเบนซิน

26

## ต้นทุนการผลิตน้ำมันดิบจากพลาสติก

ค่าวัตถุดิบ(พลาสติก)	5.00 บาท
ค่าเชื้อเพลิง(LPG)	2.50 บาท
ค่ากระแสไฟฟ้า	0.50 บาท
ค่าแรงงาน	2.00 บาท
ค่าลงทุนเครื่องจักร,อาคาร	5.00 บาท
ต้นทุนเฉลี่ย	15.00 บาท/ลิตร

หากดำเนินการกลั่นอีกรอบต้นทุนเพิ่มขึ้นอีก  
ประมาณ 3-5 บาท

## 4. โอกาสการพัฒนาเทคโนโลยีและ อุตสาหกรรมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็น น้ำมันในประเทศไทย



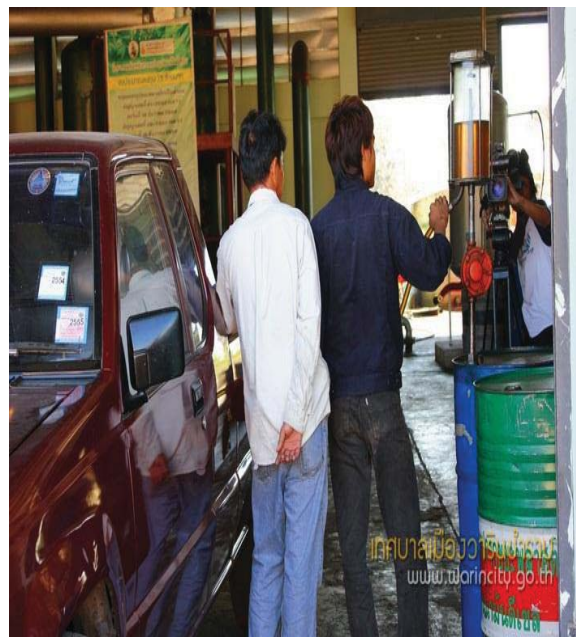
กระทรวงพลังงานได้ประกันราคาขายหน้าโรงกลั่น  
จำนวน 18 บาทต่อลิตร ซึ่งจะต้องทำการขนส่งไปที่  
จังหวัดระยอง ทำให้เพิ่มต้นทุนมากขึ้น และยังไม่มี  
แนวทางการจำหน่ายที่ถูกต้องตามกฎหมาย

## การใช้ประโยชน์ของน้ำมันดีเซลที่ได้จากการ กลั่นน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก



รถบรรทุกเทท้ายหกล้อของเทศบาล

## การใช้ประโยชน์ของน้ำมันดีเซลที่ได้จากการ กลั่นน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก



รถปิกอัพโครงการและรถปิกอัพเอกชนในพื้นที่

## การใช้ประโยชน์ของน้ำมันดีเซลที่ได้จากการ กลั่นน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก



รถปิกอัพเอกชนในพื้นที่

## การใช้ประโยชน์ของน้ำมันดีเซลที่ได้จาก การกลั่นน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก



# การใช้ประโยชน์ของน้ำมันเบนซินที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบจากขยะพลาสติก



33

## การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

PTT PUBLIC COMPANY LIMITED  
QUALITY CONTROL DIVISION TESTING OPERATIONS DIVISION  
228 WONGWANGKHA RD. ALPHAVILLAGE BANGNAE SUBURB BANGKOK  
TEL. +66 226 77474 FAX. +66 226 77475 WWW.PTTCL.COM

Certificate of Analysis Page 1 of 1  
Product : Diesel

Cert. No. : T-1107594  
Sample Lab No. : OP-11-096378 Delivery Date : 09 Mar 2011  
Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 10 Mar 2011  
Sample Location : ถัง 200 ลิตร หมายเลข 5 หมายเลข (รหัส) 1711 Date of Sampling : 04 Mar 2011  
Sample Condition : Normal  
Product Source : เชื้อเพลิง ดีเซลเกรด 47 ลิฟ 17 หมายเลขถัง 42 ลิตร 5 หมายเลขลิ้นชัก หมายเลขรายการ หมายเลข 10230

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance.	Visual	---	Clear
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	47.35
* 3. Specific Gravity @ 15.6/15.6 °C.	ASTM D 4052 -09	---	0.7912
* 4. Ash, % wt.	ASTM D 482 -05	---	0.02
* 5. Flash Point, (P.M.), °C	ASTM D 93 -09 (Procedure A)	---	24.0
* 6. Water and Sediment, % vol.	ASTM D 2709 -96	---	0.03
* 7. Colour, ASTM	ASTM D 1500 -98	---	1.5
* 8. Corrosion Copper Strip (3h/50 °C), No.	ASTM D 130 -06 <sup>2</sup>	---	1a
* 9. Micro Method Carbon Residue on 10% Distillation Residue, % wt.	ASTM D 4530 -00	---	0.08
* 10. Colour (Hue).	Visual	---	Yellow

Remark : \* Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : *Phanita Pothosak*  
Position Title : Quality Control Division Manager  
Date of Issue : 21 Mar 2011

(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 TESTING OPERATIONS DIVISION  
228 WONGWANGKHA RD. ALPHAVILLAGE BANGNAE SUBURB BANGKOK  
TEL. +66 226 77474 FAX. +66 226 77475 WWW.PTTCL.COM

Certificate of Analysis Page 1 of 1  
Product : Gasoline

Cert. No. : T-1107595  
Sample Lab No. : OP-11-096378 Delivery Date : 09 Mar 2011  
Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 10 Mar 2011  
Sample Location : ถัง 200 ลิตร หมายเลข 5 หมายเลข (รหัส) 1711 Date of Sampling : 04 Mar 2011  
Sample Condition : Normal  
Product Source : เชื้อเพลิง ดีเซลเกรด 47 ลิฟ 17 หมายเลขถัง 42 ลิตร 5 หมายเลขลิ้นชัก หมายเลขรายการ หมายเลข 10230

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
1. Appearance.	Visual	---	Clear
2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	46.37
3. Density @ 15 °C/given <sup>2</sup>	ASTM D 4052 -09	---	0.7846
4. Colour (Hue).	Visual	---	Yellow
5. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C), Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1a

Remark :

Approved by : *Phanita Pothosak*  
Position Title : Quality Control Division Manager  
Date of Issue : 21 Mar 2011

(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)

ตัวอย่างน้ำมันดีเซลผ่านการกรอง5μ

ตัวอย่างน้ำมันเบนซินผ่านการกรอง5μ

# การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

Certificate of Analysis

Page 1 of 1

Product : Gasoline

Cert. No. T-11/14843  
 Sample Lab No. : OP-11/14357 Delivery Date : 08 Jun 2011  
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011  
 ---  
 Sample Location : **สถานีจำหน่ายที่ 1** Date of Sampling : 08 Jun 2011  
 Sample Condition : Normal  
 Product Source : **คณะกรรมการบริหารข้อมูลคุณภาพ ฝ่ายควบคุมภายใน จังหวัดอุบลราชธานี 34190**

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	62.75
* 3. Density @ 15 °C,g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7282
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	91.0
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	58.9
6. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	34.8
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	50.9
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	75.9
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	153.8
Distillation : End Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	185.0
Distillation : Recovery,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	97.9
Distillation : Residue,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.2
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content,% wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00283
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	0.5

Remark : \* Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk  
 Position Title : Quality Control Division Manager  
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(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)

Certificate of Analysis

Page 1 of 1

Product : Gasoline

Cert. No. T-11/14844  
 Sample Lab No. : OP-11/14358 Delivery Date : 08 Jun 2011  
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011  
 ---  
 Sample Location : **สถานีจำหน่ายที่ 2** Date of Sampling : 08 Jun 2011  
 Sample Condition : Normal  
 Product Source : **คณะกรรมการบริหารข้อมูลคุณภาพ ฝ่ายควบคุมภายใน จังหวัดอุบลราชธานี 34190**

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	62.46
* 3. Density @ 15 °C,g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7233
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	88.2
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	51.6
6. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	36.5
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	55.1
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	83.2
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	153.6
Distillation : End Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	188.2
Distillation : Recovery,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	98.3
Distillation : Residue,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.2
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content,% wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.01
* 9. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00271
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	0.5

Remark : \* Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk  
 Position Title : Quality Control Division Manager  
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(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)

มาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ.2553 (เบนซินออกเทน91)

# การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

Certificate of Analysis

Page 1 of 1

Product : Gasoline

Cert. No. T-11/14845  
 Sample Lab No. : OP-11/14359 Delivery Date : 08 Jun 2011  
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011  
 ---  
 Sample Location : **สถานีจำหน่ายที่ 3** Date of Sampling : 08 Jun 2011  
 Sample Condition : Normal  
 Product Source : **คณะกรรมการบริหารข้อมูลคุณภาพ ฝ่ายควบคุมภายใน จังหวัดอุบลราชธานี 34190**

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	62.41
* 3. Density @ 15 °C,g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7295
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	84.8
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	45.5
6. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	38.6
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	59.7
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	89.7
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	150.4
Distillation : End Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	187.0
Distillation : Recovery,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	98.1
Distillation : Residue,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.0
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content,% wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00288
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	<0.5

Remark : \* Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk  
 Position Title : Quality Control Division Manager  
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(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)

Certificate of Analysis

Page 1 of 1

Product : Gasoline

Cert. No. T-11/14846  
 Sample Lab No. : OP-11/14360 Delivery Date : 08 Jun 2011  
 Customer/Supplier : External Customer (Testing Service) Date of Test : 08 Jun 2011  
 ---  
 Sample Location : **สถานีจำหน่ายที่ 4** Date of Sampling : 08 Jun 2011  
 Sample Condition : Normal  
 Product Source : **คณะกรรมการบริหารข้อมูลคุณภาพ ฝ่ายควบคุมภายใน จังหวัดอุบลราชธานี 34190**

TEST ITEM	TEST METHOD	LIMIT	RESULT
* 1. Appearance,	Visual	---	C&B
* 2. API Gravity @ 60 °F, API	ASTM D 4052 -09	---	62.27
* 3. Density @ 15 °C,g/cm³	ASTM D 4052 -09	---	0.7300
* 4. Octane Number, Research Method,	ASTM D 2699 -97	---	81.2
* 5. Dry Vapour Pressure @ 37.8 °C,kPa	ASTM D 5191 -99	---	38.0
6. Distillation : Initial Boiling Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	43.1
Distillation : 10% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	66.1
Distillation : 50% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	96.4
Distillation : 90% vol. Evaporated,°C	ASTM D 86 -07a	---	149.4
Distillation : End Point,°C	ASTM D 86 -07a	---	189.8
Distillation : Recovery,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	97.7
Distillation : Residue,% vol.	ASTM D 86 -07a	---	1.6
* 7. Colour (Hue),	Visual	---	Yellow
* 8. Water Content,% wt.	ASTM D 6304 -00	---	0.02
* 9. Sulphur Content,% wt.	ASTM D 2622 -08	---	0.00325
* 10. Corrosion Silver Strip (3h/50 °C),Number	ASTM D 4814 (ANNEX A) -06	---	1
* 11. Solvent Washed Gum,mg/100mL	ASTM D 381 -04	---	1.0

Remark : \* Test marked "Not TISI Accredited" in this Certificate are not included in the TISI Accreditation Schedule for our Laboratory

Approved by : Phurita Pothisuk  
 Position Title : Quality Control Division Manager  
 Date of Issue : 10 Jun 2011

(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)

มาตรฐานประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ.2553 (เบนซินออกเทน91)



## การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

Test Item	Test Method	Result (Diesel) March 2011	Result (Gasoline) March 2011	Result (Gasoline) June 2011
1.Appearance	Visual	Hazy	C&B	C&B
2.API Gravity@60°F	ASTM D 4052-09	47.35	48.77	62.41-62.75
3.Specific Gravity @15.6/15.6°C (Density@15°C,g/cm <sup>3</sup> )	ASTM D 4052-09	0.7912	0.7846	0.7295-0.7300
* Octane Number	ASTM D 2699-97	-	-	81.2-91.0
4.Ash,%wt (ไม่สูงกว่า 0.05)	ASTM D 482-95	0.02	-	-
5.Flash Point,(P.M),°C	ASTM 93-09	24.0	-	-

น้ำมันดีเซลผ่านการกรอง5μ

น้ำมันเบนซินผ่านการกรอง5μ

น้ำมันเบนซินกลั่นในระบบ

## การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

Test Item	Test Method	Result (Diesel) March 2011	Result (Gasoline)	Result (Gasoline) June 2011
6. Water and sediment, %vol (ไม่สูงกว่า0.05)	ASTM D 2709-96	0.03	-	ASTM D 6304-00 0.01-0.02
7.Colour,ASTM /Colour(Hue)	ASTM D 1500-98	1.5 /Yellow	Yellow	Yellow
8.Corrosion Copper strip(3h/50°C),No. (ไม่สูงกว่าหมายเลข1)	ASTM D 130-04 <sup>E1</sup>	1a	ASTM D 4814 1a	(silver) 1
9.Micro Method Carbon Residue,%wt (ไม่สูงกว่า 0.05)	ASTM D 4530-00	0.08	-	-
10.Sulphur Content,%wt (ไม่สูงกว่า 0.05)	ASTM D 2622-08	-	-	0.00271-0.00325
11.Solvent washed Gum, mg/100ml (ไม่สูงกว่า 4.0)	ASTM D 381-04	-	-	<0.5-1.0

# การทดสอบคุณภาพน้ำมัน(ปตท)

Test Item	Test Method	Result (Diesel) March 2011	Result (Gasoline)	Result (Gasoline) June 2011
12. Distillation :Initial boiling point, °C	ASTM D 86-07a	-	-	38.6-43.1
:10% vol. Evaporated, °C (ไม่สูงกว่า70°C)	ASTM D 86-07a	-	-	59.7-66.1
:50% vol. Evaporated, °C (ไม่ต่ำกว่า70°C-110°C)	ASTM D 86-07a	-	-	75.9-96.4
:90% vol. Evaporated, °C (ไม่สูงกว่า170°C)	ASTM D 86-07a	-	-	149.4-153.8
:End Point, °C (ไม่สูงกว่า200°C)	ASTM D 86-07a	-	-	187.0-189.8
:Recovery, %vol	ASTM D 86-07a	-	-	97.7-98.3
:Residue, %vol (กากน้ำมันไม่สูงกว่า2.0)	ASTM D 86-07a	-	-	1.0-1.6

## การทดสอบค่าความร้อนของน้ำมันดิบ

ภาพลักษณ์สินค้า	เลขที่: SCFM-CT-06-003-A	วันที่: 2014-03-04
หมายเลข		เลขที่: 0-2056-001
ชื่อผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียม	จำนวนลิตร: 0
		ชนิด:

วันที่: กุมภาพันธ์ 2554

### รายงานผลการวิเคราะห์และทดสอบ

ถึง: รายงานผลการวิเคราะห์ Heating Value

ผู้ส่งมอบ: ... บริษัทปิโตรเลียม จำกัด ... เลขที่เอกสาร: CT 7754

หน่วยงาน: ... บริษัทปิโตรเลียม จำกัด ...

ชนิดสินค้า: ... น้ำมันปิโตรเลียม ...

วันที่รับส่งมอบ: ... กุมภาพันธ์ 2554 ... วันที่วิเคราะห์: ... กุมภาพันธ์ 2554

เครื่องใช้วิเคราะห์ทดสอบ: 1. ตู้เก็บ ETC MODEL ECOCELL

2. BOMB CALORIMETER MODEL 8200 ETC PARR

3. เครื่องชั่งน้ำหนัก ETC PETRO TEST รุ่น PAM

ผลการวิเคราะห์: ...

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับทดสอบ: อ้างอิงมาตรฐาน ASTM 920-04 (Gross calorific value)

อ้างอิงมาตรฐาน ASTM D86 (Open Cup)

ผลการวิเคราะห์และทดสอบ:

ชื่อตัวอย่าง	ค่า HEATING VALUE (MJ/kg)
น้ำมันปิโตรเลียมชนิด Batch 1	46.921
น้ำมันปิโตรเลียมชนิด Batch 5	46.115
น้ำมันปิโตรเลียมชนิด Batch 10	45.883

วิเคราะห์โดย: ...

... (Signature)

... (Signature)

... (Signature)

วันที่: กุมภาพันธ์ 2554

หมายเหตุ: 1. ผลการวิเคราะห์รายการอื่นมีอยู่ในรายงานฉบับอื่นที่เกี่ยวข้อง  
2. สินค้าส่งมอบอาจพบว่ามีสิ่งเจือปนเล็กน้อยในปริมาณที่ต่ำกว่าขีดจำกัด

เลขที่	วันที่	ชื่อสินค้า	ชนิดสินค้า	จำนวนลิตร	จำนวนลิตร	ชื่อสินค้า	ชื่อผู้รับมอบ
...	...	...	...	...	...	...	...

ค่า HEATING VALUE ( MJ/kg )
46.921
46.115
45.883

## บทสรุป

- เทคโนโลยีในการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน มีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการรีไซเคิลในประเทศไทยและประเทศอื่นๆในโซนอาเซียน
- เทคโนโลยีในการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ช่วยในการประหยัดพื้นที่การฝังกลบขยะมูลฝอย การนำพื้นที่กลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ และยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบ รวมทั้งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก๊าซ CO<sub>2</sub>จากการเผาขยะมูลฝอย และขยะพลาสติก

41

## บทสรุป

- คุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันไพโรไลติก คล้ายกับน้ำมันดิบและสามารถปรับปรุงให้มีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินได้ด้วยกระบวนการกลั่น
- นอกจากนี้ กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบสามารถพัฒนาปรับปรุงคุณสมบัติและคุณภาพของน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินให้คล้ายและใกล้เคียงกับน้ำมันในท้องตลาดในเชิงพาณิชย์ได้ตามมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องยนต์

42

## กิตติกรรมประกาศ

- บริษัทเมืองสะอาด จำกัด และศูนย์ความเป็นเลิศในการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย สนับสนุนงบประมาณและองค์ความรู้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนา
- รองศาสตราจารย์ธาราพงษ์ วิทิตศาสตร์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน

43



การพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน สู่ความเป็นเมืองวารินนำอยู่

**Institute for Global Environmental Strategies  
Sustainable Consumption and Production Group**

## **Climate change mitigation through integrated municipal solid waste management of Muang Glang Municipality**

Janya SANG-ARUN and Nirmala Menikpura

Sustainable Consumption and Production Group  
Institute for Global Environmental Strategies (IGES)



**Institute for Global Environmental Strategies  
Sustainable Consumption and Production Group**

## **การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดย การจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล ตำบลเมืองแกลง**

ดร.จรรยา แสงอรุณ และ Dr. Nirmala Menikpura

Sustainable Consumption and Production Group  
Institute for Global Environmental Strategies (IGES)



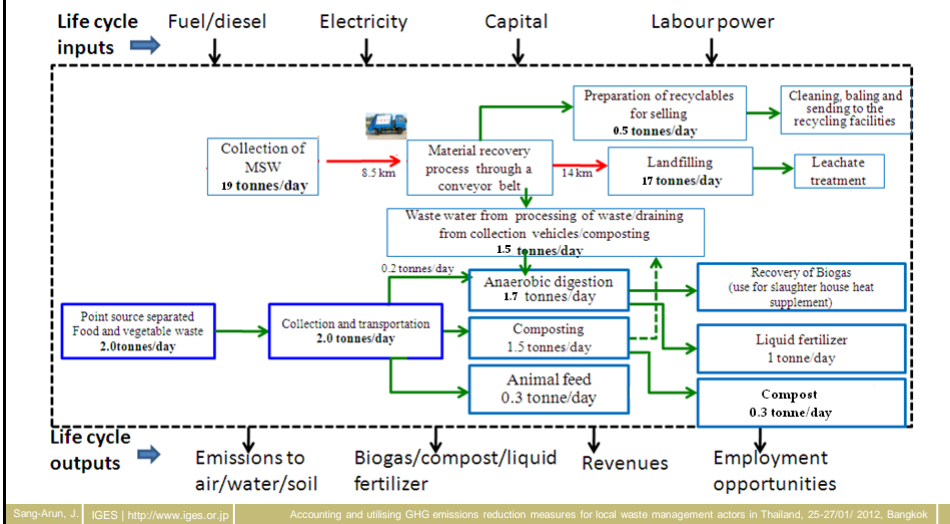
## Estimation of GHG emissions

- Life cycle approach **is used as the tool for evaluation**
  - Waste sector → Methane emission from open dumping and landfill  
→ **Fossil** carbon dioxide emission from incineration
  - Energy sector → **Combustion of fossil fuel, Consumption of grid electricity**
  - Agriculture sector
  - Industrial sector
- GHG emission was estimated from integrated system considering the effects of individual technologies
- Emission reduction was calculated as compared to sanitary landfill (without gas recovery)

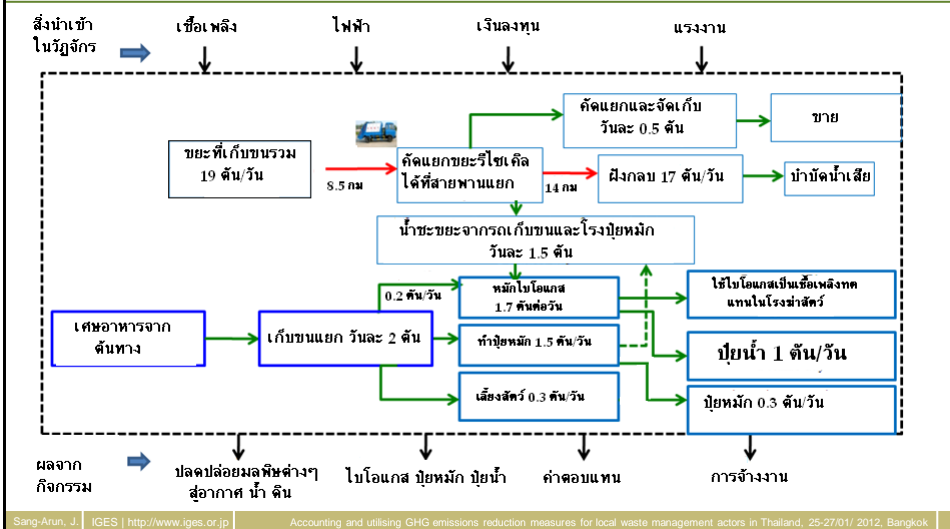
## การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- คำนึงถึงวัฏจักรชีวิตในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
  - ภาคขยะ → การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเทกองและฝังกลบ  
→ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาวัสดุที่ทำจากปิโตรเคมี
  - ภาคพลังงาน → การใช้เชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า
  - ภาคอุตสาหกรรม
  - ภาคเกษตร
- คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแต่ละเทคโนโลยี
- คำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละเทคโนโลยีเปรียบเทียบกับกรณีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่ไม่มีการนำก๊าซมีเทนมาใช้หรือเผาทำลาย

## LCA framework developed for Muang Glang Municipality: Integrated solid waste management



## กรอบวัฏจักรชีวิตของการจัดการขยะแบบผสมผสานของเทศบาลตำบลเมืองแกลง



## GHG emissions from waste collection and transportation

Waste transportation route	Collection point to the MLEC	MLEC to the Landfill
Amount of waste transport (tonnes/day)	21	17
Transportation distance (km, round trip)	17	28
Diesel consumption (L/day)	45	60
<b>Total fuel consumption (L/day)</b>	<b>105</b>	

- GHG types = CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (21 times), N<sub>2</sub>O (310 times)
- Net GHG emissions from waste transportation = **103 tCO<sub>2</sub>eq/year**
- The front-end waste separation for recycling and thereby reduce GHG emissions from transportation by **14 tCO<sub>2</sub>eq/year or 12%**.

## 1. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเก็บขน

เส้นทางการขนส่ง	เก็บขนจากบ้านเรือนไปศูนย์การเรียนรู้	ขนถ่ายจากศูนย์การเรียนรู้ไปบ่อฝังกลบ
ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	21	17
ระยะทาง (กม ไป-กลับ)	17	28
น้ำมันดีเซลที่ใช้ (ลิตร/วัน)	45	60
<b>น้ำมันดีเซลทั้งหมดที่ใช้ (ลิตร/วัน)</b>	<b>105</b>	

- ชนิดก๊าซเรือนกระจก = คาร์บอนไดออกไซด์ CO<sub>2</sub>, มีเทน CH<sub>4</sub> (21 เท่า), ไนตรัสออกไซด์ N<sub>2</sub>O (310 เท่า)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการเก็บขน = **103 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี**
- การแยกขยะรีไซเคิลที่สาขาน้ำพองช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ **14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือ 12%** ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากการเก็บขน



## 2. GHG emissions from front-end waste separation

- Grid electricity consumption for operation of the conveyor belt 6.16 KWh
- Separated recyclables at front-end system 0.5 tonnes/day
- GHG emissions through electricity generation 0.57 tCO<sub>2</sub>/MWh
- Net GHG emissions from front-end waste separation **1.3 tCO<sub>2</sub>eq/yr**



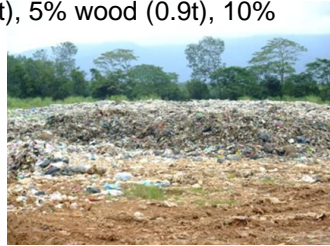
## 2. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการแยกขยะรีไซเคิลด้วยสายพานลำเลียง

- ไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายพาน 6.16 กิโลวัตต์/ชั่วโมง
- ขยะรีไซเคิลที่แยกได้ (ไม่รวมขยะอินทรีย์) 0.5 ตัน/วัน
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องจากการผลิตกระแสไฟฟ้า 0.57 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยพันกิโลวัตต์/ชั่วโมง
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของกิจกรรมนี้ **1.3 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี**



### 3. GHG emissions from sanitary landfill

- Waste disposal at the landfill 17 tonnes/day
- Estimation based on the First Order Decay Model that suggested by IPCC → continuous of emissions for 100 years
- Methane generation factor
  - Type of landfill → Deeper than 5 m and compaction (MCF = 1)
  - Quantity of organic waste → 20% food (3.4t), 5% wood (0.9t), 10% paper (1.7t)
- Total emissions
  - **3,444 tCO<sub>2</sub>eq/year of waste disposed**



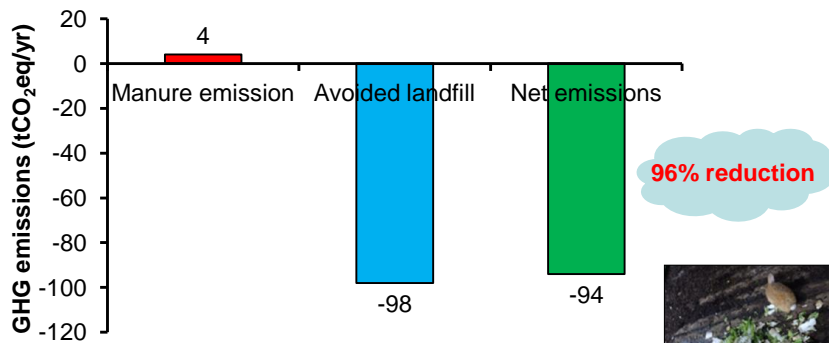
### 3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

- ขยะที่ฝังกลบ 17 ตัน/วัน
- ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสูตร First Order Decay Model ของ IPCC ซึ่งแสดงผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายอินทรีย์สารภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 100 ปี
- ตัวแปรของการเกิดมีเทน
  - ชนิดของบ่อฝังกลบ → บ่อลึกมากกว่า 5 เมตร และมีการบดอัด (MCF = 1)
  - ปริมาณขยะอินทรีย์ → เศษอาหาร 20% (3.4 ตัน), เศษไม้ 5% (0.9 ตัน), กระดาษ 10% (1.7 ตัน)
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด
  - **3,444 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี**



#### 4. GHG emissions from use of organic waste as an animal feed

Input 0.3 tonne/day of food waste

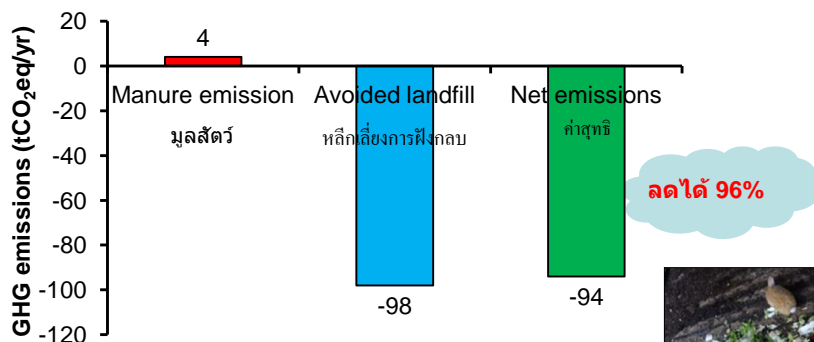


Note: Not including benefits of using manure for cultivation due to lack of data

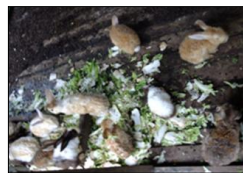


#### 4. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เศษอาหารเลี้ยงสัตว์

เศษอาหารที่ใช้ 0.3 ตัน/วัน

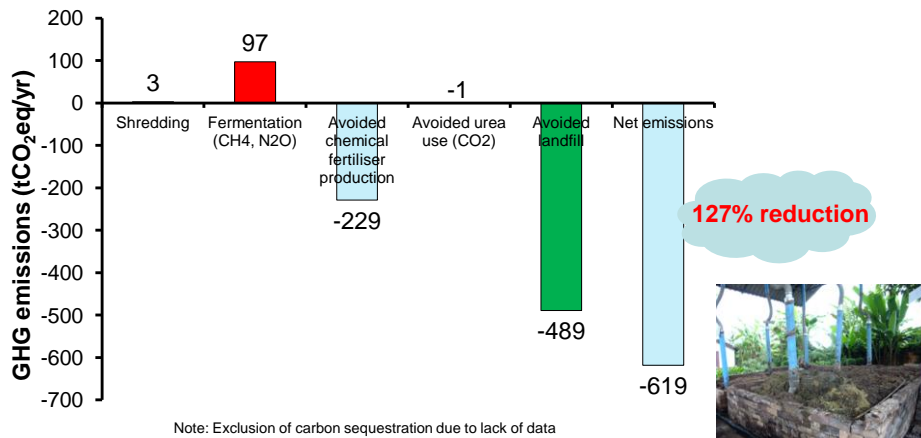


หมายเหตุ ยังไม่ได้รับประโยชน์จากการใช้มูลสัตว์เพาะปลูก



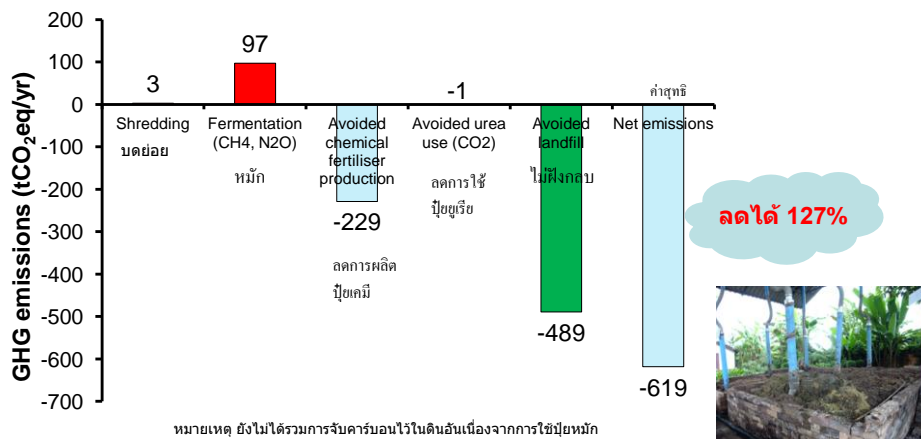
## 5. GHG emissions from composting

Input 1.5 tonnes/day of food waste → 0.3 tonne of compost



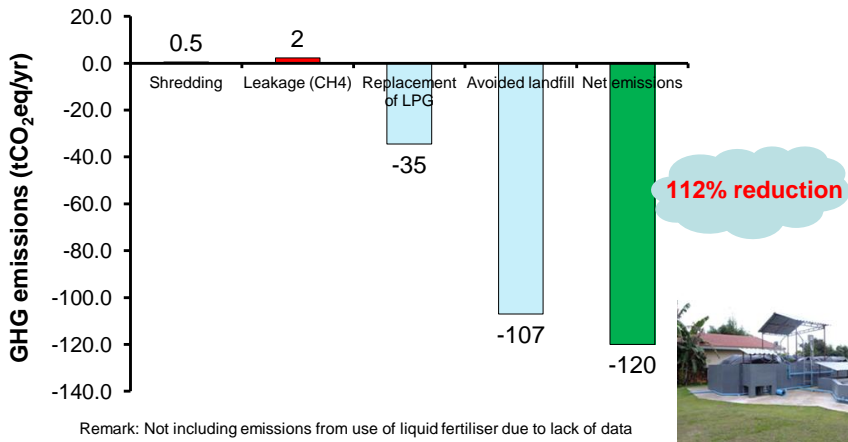
## 5. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำปุ๋ยหมัก

ขยะอินทรีย์ 1.5 ตัน/วัน → ปุ๋ยหมัก 0.3 ตัน/วัน



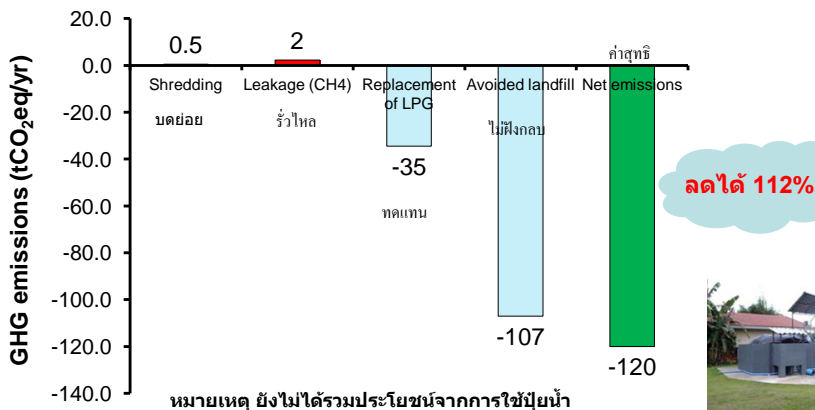
## 6. GHG emissions from anaerobic digestion

Input 0.2 tonne of food waste + 1.5 tonne of wastewater per day

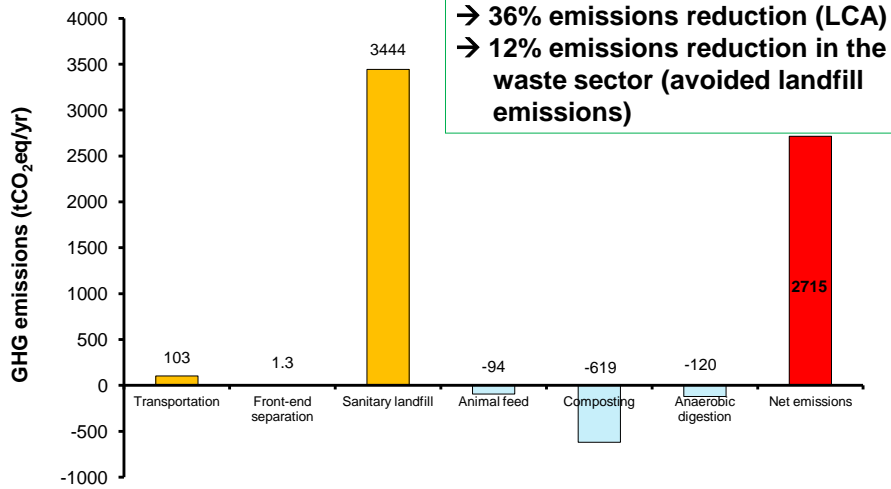


## 6. GHG emissions from anaerobic digestion

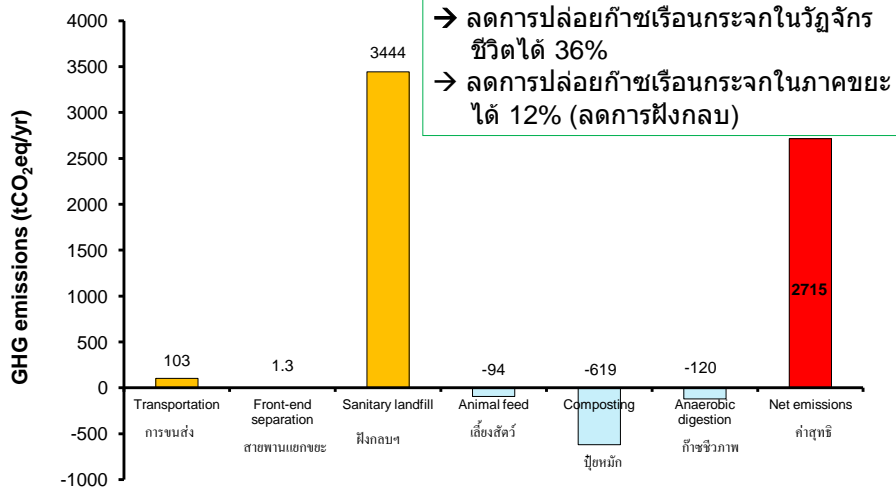
เศษอาหาร 0.2 ตัน/วัน + น้ำชะยะ 1.5 ตัน/วัน



### Summary of GHG emissions from integrated waste management system in Muang Glang Municipality



### ประมวผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะแบบผสมผสาน ของเทศบาลตำบลเมืองแกลง



## 7. GHG emissions from recycling (outside municipality)

Type of recyclables	GHG emissions from recycling <sup>1</sup> (A)	GHG emissions avoidance from virgin process <sup>1</sup> (B)	GHG emissions avoidance from sanitary landfill (C)	Net emissions from recycling (D) = (A)-(B)-(C)
	(tCO <sub>2</sub> -eq/tonne of waste)			
Paper	1.27	0.97	2.38	-2.08
Plastic	2.15	1.90	0	0.25
Aluminium	0.39	12.47	0	-12.08
Steel	1.10	2.95	0	-1.85
Glass	0.57	1.03	0	-0.46

Remarks: <sup>1</sup>Menikpura, 2011

## 7. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิล (โรงงานรีไซเคิลนอกเขตเทศบาล)

ประเภทขยะรีไซเคิล	ก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิล <sup>1</sup> (A)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้เมื่อเทียบกับการนำทรัพยากรใหม่มาใช้ <sup>1</sup> (B)	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการไม่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล (C)	ค่าสุทธิ (D) = (A)-(B)-(C)
	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันขยะ			
กระดาษ	1.27	0.97	2.38	-2.08
พลาสติก	2.15	1.90	0	0.25
อลูมิเนียม	0.39	12.47	0	-12.08
เหล็ก	1.10	2.95	0	-1.85
แก้ว	0.57	1.03	0	-0.46

Remarks: <sup>1</sup>Menikpura, 2011

## GHG emissions from recycling (rough estimation)

Recyclables	Weight (t/yr)	GHG emissions per tonne (tCO <sub>2</sub> eq)	Total emissions (tCO <sub>2</sub> eq/yr)
Paper	43	-2.08	-89.87
Plastic	93	0.25	23.25
Aluminium	3	-12.08	-36.27
Steel	3	-1.85	-5.55
Glass	6	-0.46	-2.70
<b>Net</b>	<b>148</b>		<b>-111.14</b>

**If this emission is included, 60% GHG emissions reduction (LCA) can be achieved.**

**Note:** Roughly estimation of GHG emissions from recycling of recyclables with assumption of 40% paper, 40% plastic, 10% glass, 5% steel, 5% aluminium in recyclable mix (58 t/yr) (PCD)

## การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการรีไซเคิลอย่างคร่าวๆ

ขยะรีไซเคิล	ปริมาณ (ตัน/ปี)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อตันขยะรีไซเคิล (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า tCO <sub>2</sub> eq)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (tCO <sub>2</sub> eq/yr)
กระดาษ	43	-2.08	-89.87
พลาสติก	93	0.25	23.25
อลูมิเนียม	3	-12.08	-36.27
เหล็ก	3	-1.85	-5.55
<b>แก้ว</b>	<b>6</b>	<b>-0.46</b>	<b>-2.70</b>
<b>ค่าสุทธิ</b>	<b>148</b>		<b>-111.14</b>

**ถ้ารวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรีไซเคิลนี้เข้าไปด้วย การจัดการขยะแบบผสมผสานของเทศบาลตำบลเมืองแกลง จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในวัฏจักรชีวิต ได้ประมาณ 60%**

**หมายเหตุ:** สัดส่วนปริมาณขยะรีไซเคิลที่ใช้คำนวณในการจำแนกขยะรีไซเคิลรวม 58 ตัน/ปี คือ กระดาษ 40%, พลาสติก 40%, แก้ว 10%, เหล็ก 5%, อลูมิเนียม 5% (กรมควบคุมมลพิษ)



## Key to maximise GHG emissions reduction: **Avoided landfill of organic waste and increase capacity of waste utilisation**

1. Promoting waste separation at source
  - Increase organic waste for utilisation (e.g. paper, food, leaves, wood)
  - Decrease organic waste to landfill thus avoid methane generation
  - Reduce emissions from energy use for sorting of waste
2. Promoting decentralised waste utilisation (e.g. animal feed, composting, anaerobic digestion)
3. Application of MBT for mixed waste at the disposal site or installation of landfill gas recovery system
  - Avoid methane emissions from the landfill

## กุญแจสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขยะ คือ **การลดการฝังกลบและเพิ่มการใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์**

1. ส่งเสริมให้มีการแยกขยะที่ต้นทางให้มากขึ้น
  - เพิ่มการใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์ เช่น กระดาษ เศษอาหาร ใบไม้ และเศษไม้
  - ลดการฝังกลบขยะอินทรีย์ ซึ่งทำให้ลดการเกิดมีเทน
  - ลดการใช้พลังงานในการคัดแยกขยะที่ปลายทาง
2. ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์ในครัวเรือน เช่น ใช้เลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยหมัก และผลิตก๊าซชีวภาพ
3. นำเทคนิค MBT มาใช้สำหรับการจัดการขยะรวมก่อนการฝังกลบขยะที่นำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือติดตั้งระบบเก็บรวบรวมก๊าซเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานหรือเผาทำลาย

โครงการแยกกล่อง  
รักษ์สิ่งแวดล้อม  
เทศบาลตำบลเมืองแกลง





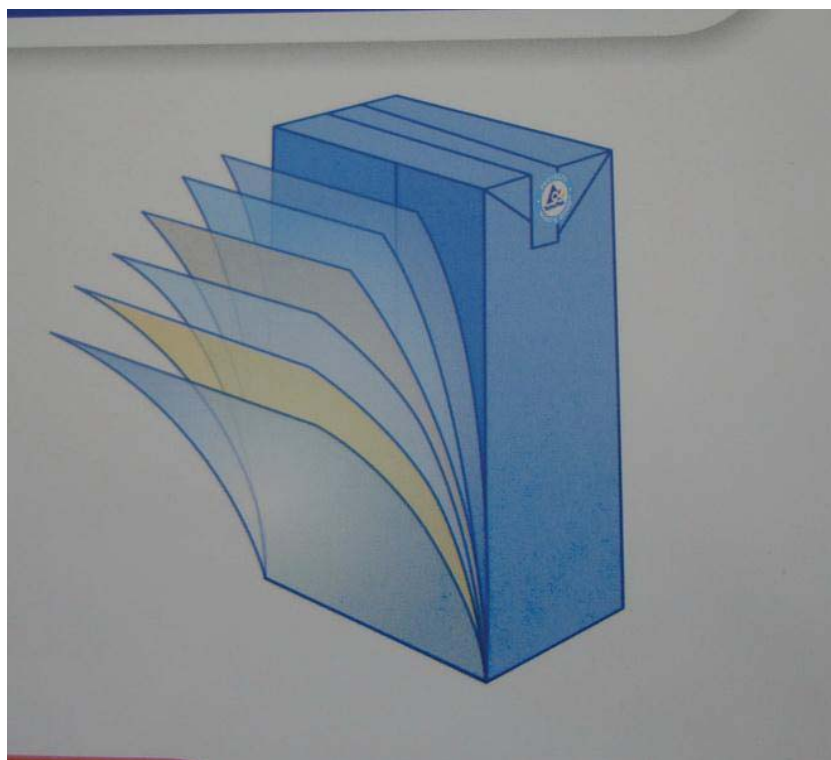
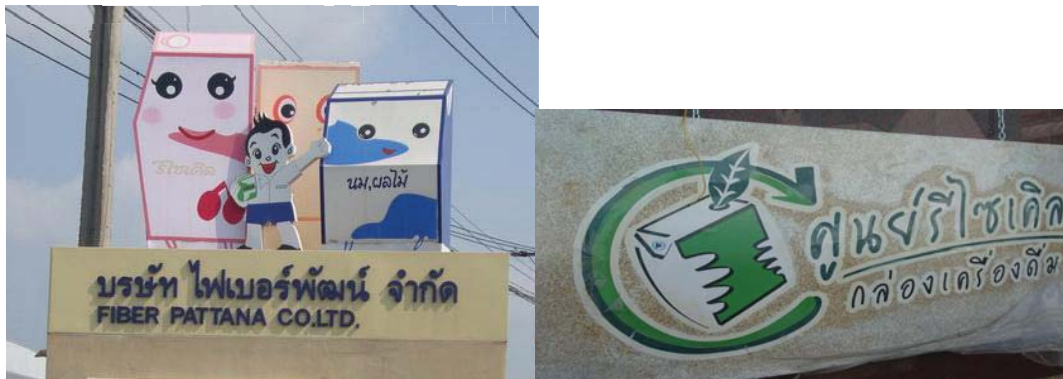




2 เม.ย.53

ส่งกล่องเครื่องดื่ม อัดก้อน จำนวน 1,060 ก.ก.

เป็นมูลค่า 6,360 บ.















**คุณธงชัย จิรวีวัฒนาวณิช 0830221956**

**[lekthongchai@gmail.com](mailto:lekthongchai@gmail.com)**

**คุณนุชนาท สุขาวดี 0863998788**

**[88jacky88@gmail.com](mailto:88jacky88@gmail.com)**




Task Force on National Greenhouse Gas Inventories

## Estimation of GHG emissions from waste disposal and treatment

Baasansuren Jamsranjav, IPCC TFI TSU



Workshop on Capacity Building on Accounting and Utilising GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Developing Asian Countries  
12-14 October 2011, Bangkok, Thailand



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## Contents

- Background
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- How to estimate greenhouse gas (GHG) emissions from
  - Solid waste disposal on land
  - Biological treatment of solid waste
  - Incineration and open burning of waste
- Tools and other materials to support estimation of GHG emissions
- Summary



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## Background

- Disposal and treatment of waste produce GHGs
  - Typically, solid waste disposal sites (SWDS) are the largest source in the Waste sector
- Emissions of GHGs from waste disposal and treatment are expected to increase in developing countries
- Estimating of GHG emissions is an important element of climate actions
- Emission inventory is estimates of all emissions/removals of particular gases from given sources from a defined region in a specific period of time
  - provides information on emission trends
  - enables different policy options to reduce emissions to be compared
  - allows to monitor the implementation of the policies
  - is a key input to scientific studies on climate change



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## IPCC Guidelines for National GHG Inventories

- IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme (NGGIP) provides internationally accepted methodologies for national GHG inventories for estimation of national GHG emissions and removals. Available at (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>)
  - “1995” and “Revised 1996” IPCC Guidelines for National GHG Inventories
  - IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (GPG 2000)
  - IPCC Good Practice Guidance for Land use, Land-Use Change and Forestry (GPG-LULUCF)
  - 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories
    - Evolutionary development from previous guidelines through GPG 2000 and GPG-LULUCF
    - Updated/improved methods and default data



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## How to estimate GHG emissions

- Common methodological approach

$$Emissions = AD * EF$$

**AD** (Activity data): Data on the magnitude of a human activity resulting in emissions or removals taking place during a given period of time (e.g. amount of solid waste open-burned, Gg/yr)

**EF** (Emission factor): A coefficient that quantifies the emissions or removals of a gas per unit activity (e.g. kg CH<sub>4</sub>/Gg of waste open-burned)

- Collection of AD and EF/parameters are an integral part of emission estimation
- The availability of solid waste data (data on solid waste generation, composition and management etc.)
- The IPCC Guidelines provide default data and detailed guidance on data collection



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## Solid Waste Disposal on Land: CH<sub>4</sub> Emissions

- Revised 1996 IPCC Guidelines provide two methods: mass balance and first order decay (FOD)
- Mass balance approach
  - assumes that all potential CH<sub>4</sub> is released in the year of waste disposal
  - estimates **potential emission** rather than the actual annual emission

$$CH_4 Emissions (Gg/yr) = (MSW_T \cdot MSW_F \cdot MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12 - R) \cdot (1 - OX)$$

**MSW<sub>T</sub>**: total MSW generated, Gg/yr

**MSW<sub>F</sub>**: fraction of MSW disposed to SWDSs

**MCF**: methane correction factor, fraction

**DOC**: degradable organic carbon, fraction

**DOC<sub>F</sub>**: fraction of DOC dissimilated

**F**: fraction of CH<sub>4</sub> in landfill gas (default is 0.5)

**R<sub>F</sub>**: recovered CH<sub>4</sub>, Gg/yr

**OX**: oxidation factor, fraction (default is 0)



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## Solid Waste Disposal on Land: CH<sub>4</sub> Emissions

- First order decay (FOD) method produces more accurate estimates of annual emissions
  - accounts for the fact that emissions will occur over many years
  - estimates **actual** annual emissions of CH<sub>4</sub>
- Updated and improved FOD method is provided in Volume 5 of the 2006 IPCC Guidelines
  - FOD Spreadsheet model (IPCC Waste Model) with step-by-step guidance (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>)
- FOD method requires data for historical disposals of waste
  - 2006 Guidelines provide guidance on how to estimate historical waste disposal data



## FOD Spreadsheet Model (IPCC Waste Model)

- CH<sub>4</sub> emissions in year *T* from SWDS (Gg)

$$CH_4 \text{ Emissions} = \left[ \sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T \right] * (1 - OX_T)$$

*T* : inventory year

*X* : waste category or type/material

*R<sub>T</sub>* : recovered CH<sub>4</sub> in year *T*, Gg

*OX<sub>T</sub>* : oxidation factor in year *T*, fraction

- Estimation of amount of CH<sub>4</sub> generated in SWDS is based on FOD
- The basis for calculation is the amount of decomposable DOC in waste - part of the organic carbon that will degrade under the anaerobic conditions in SWDS
- Keeps a running total of the amount of decomposable DOC taking account of the amount deposited each year and the amount remaining from previous years



## FOD Spreadsheet Model (cont.)

- All input parameters are entered into cells colored yellow in the worksheets with yellow colored tabs. Other sheets are calculated automatically
- Default regional AD and parameters are incorporated in the spreadsheet and selection of appropriate region in the “Parameters” sheet will adjust the IPCC defaults in other sheets
- Two options for estimation of emissions from municipal solid waste (MSW) depending on data availability
  - Waste composition
  - Bulk waste
- Allows selection of DOC and methane generation rate constant ( $k$ ) for modeling by waste composition or bulk waste options
- Allows selection of appropriate default  $k$  value for the selected climate zone
- Allows to define a delay time
  - Period between deposition of the waste and the start of  $\text{CH}_4$  generation



Parameters		IPCC default value		Country-specific parameters	
		Value	Reference and remarks	Value	Reference and remarks
Country		[Dropdown: Asia - Southeast]			
Region		[Dropdown: Asia - Southeast]			
Please enter parameters in the yellow cells. If no national data are available, copy the IPCC default value. Help on parameter selection can be found in the 2006 IPCC guidelines					
Starting year		1950			
DOC (Degradable organic carbon) (weight fraction, wet basis)		Waste by composition [Dropdown]			
		Range	Default		
Food waste		0.08-0.20	0.15	0.15	
Garden		0.18-0.22	0.2	0.2	
Paper		0.36-0.45	0.4	0.4	
Wood and straw		0.39-0.46	0.43	0.43	
Textiles		0.20-0.40	0.24	0.24	
Disposable nappies		0.18-0.32	0.24	0.24	
Sewage sludge		0.04-0.05	0.05	0.05	
Industrial waste		0-0.54	0.15	0.15	
DOCf (fraction of DOC dissimilated)			0.5	0.5	
Methane generation rate constant (k) (years <sup>-1</sup> )		Wet temperature [Dropdown]			
		Range	Default		
Food waste		0.1-0.2	0.185	0.185	
Garden		0.06-0.1	0.1	0.1	
Paper		0.05-0.07	0.06	0.06	
Wood and straw		0.02-0.04	0.03	0.03	
Textiles		0.05-0.07	0.06	0.06	
Disposable nappies		0.06-0.1	0.1	0.1	
Sewage sludge		0.1-0.2	0.185	0.185	
Industrial waste		0.08-0.1	0.09	0.09	
Delay time (months)			6	6	



Methane calculation from: Food waste									
								National values	
DOC								DOC	0.15
DOCf								DOCf	0.500
Methane generation rate constant								k	0.185
Half-life time (t <sub>1/2</sub> , years)								n = ln(2)/k	3.7
exp1								exp(-k)	0.83
Process start in deposition year, Month M								M	13.00
exp2								exp(-k*((13-M)/12))	1.00
Fraction to CH <sub>4</sub>								F	0.500

Year	Amount deposited	MCF	Decomposable DOC (DDOCm) deposited	DDOCm not reacted, Deposition year	DDOCm decomposed, Deposition year	DDOCm accumulated in SWDS end of year	DDOCm decomposed	CH <sub>4</sub> generated
	W	MCF	D = W * DOC * DOCf * MCF	B = D * exp2	C = D * (1 - exp2)	H = B + (H <sub>SWDS,exp-1</sub> * exp1)	E = C - H <sub>SWDS,exp-1</sub> * (1 - exp1)	Q = E * 16/12 * F
	Gg	fraction	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg
1950	693	0.71	37	37	0	37	0	0
1951	693	0.71	37	37	0	67	6	4
1952	693	0.71	37	37	0	92	11	8
1953	693	0.71	37	37	0	113	16	10
1954	693	0.71	37	37	0	131	19	13
1955	693	0.71	37	37	0	145	22	15
1956	693	0.71	37	37	0	158	25	16
1957	693	0.71	37	37	0	168	27	18
1958	693	0.71	37	37	0	176	28	19
1959	693	0.71	37	37	0	183	30	20
1960	693	0.71	37	37	0	189	31	21
1961	693	0.71	37	37	0	193	32	21
1962	693	0.71	37	37	0	197	33	22
1963	693	0.71	37	37	0	201	33	22
1964	693	0.71	37	37	0	203	34	23
1965	693	0.71	37	37	0	206	34	23
1966	693	0.71	37	37	0	208	35	23
1967	693	0.71	37	37	0	209	35	23
1968	693	0.71	37	37	0	210	35	24
1969	693	0.71	37	37	0	212	36	24
1970	693	0.71	37	37	0	212	36	24
1971	693	0.71	37	37	0	213	36	24

## Biological Treatment of Solid Waste: Composting

- An aerobic process and a large fraction of DOC in the waste material is converted into CO<sub>2</sub>
  - Reduced volume and stabilization of waste
  - Some carbon storage also occurs in the residual compost
  - Depending on its quality, the compost can be recycled as a fertilizer or soil amendment (increased organic matter, higher water-holding capacity etc.)
- CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O can both be formed during composting
  - CH<sub>4</sub> can be formed in anaerobic sections of the compost
  - Poorly working composts are likely to produce more both of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O

## Biological Treatment of Solid Waste: Anaerobic digestion

- Natural decomposition of organic material without oxygen
- Produces biogas (CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub>) and biosolid
  - Generated CH<sub>4</sub> can be used to produce heat and/or electricity
  - Biosolid (digestate) can be used as fertilizer or soil amendment
- N<sub>2</sub>O emissions from the process are assumed to be negligible



## Biological Treatment of Solid Waste: CH<sub>4</sub> Emissions

- Estimation of CH<sub>4</sub> emissions:

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

**CH<sub>4</sub> Emissions:** total CH<sub>4</sub> emissions in inventory year, Gg CH<sub>4</sub>  
**M<sub>i</sub>** : mass of organic waste treated by biological treatment type *i*, Gg  
**EF<sub>i</sub>**: emission factor for treatment *i*, g CH<sub>4</sub>/kg waste treated  
*i* : composting or anaerobic digestion  
**R** : total amount of CH<sub>4</sub> recovered in inventory year, Gg CH<sub>4</sub>



## Biological Treatment of Solid Waste: N<sub>2</sub>O Emissions

- Estimation of N<sub>2</sub>O emissions:

$$N_2O\text{Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

**N<sub>2</sub>O Emissions:** total N<sub>2</sub>O emissions in inventory year, Gg N<sub>2</sub>O

**M<sub>i</sub>:** mass of organic waste treated by biological treatment type *i*, Gg

**EF<sub>i</sub>:** emission factor for treatment *i*, g N<sub>2</sub>O/kg waste treated

**i:** composting or anaerobic digestion



## Incineration and Open Burning of Waste: CO<sub>2</sub> Emissions

- Based on the total amount of waste combusted:

$$CO_2\text{Emissions} = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$$

**CO<sub>2</sub> Emissions:** CO<sub>2</sub> emissions in inventory year, Gg/yr

**SW<sub>i</sub>:** total amount of solid waste of type *i* (wet weight) incinerated or open-burned, Gg/yr

**dm<sub>i</sub>:** dry matter content in the waste (wet weight) incinerated or open-burned, (fraction)

**CF<sub>i</sub>:** fraction of carbon in the dry matter (total carbon content), (fraction)

**FCF<sub>i</sub>:** fraction of fossil carbon in the total carbon, (fraction)

**OF<sub>i</sub>:** oxidation factor, (fraction)

**44/12:** conversion factor from C to CO<sub>2</sub>

**i:** type of waste incinerated/open-burned such as MSW, industrial solid waste (ISW), sewage sludge, hazardous waste, clinical waste, etc.

- Estimation of the amount of fossil carbon is the most important factor determining the CO<sub>2</sub> emissions as only CO<sub>2</sub> emissions of fossil origin (e.g., plastics, certain textiles, rubber, liquid solvents, and waste oil) should be included



## Incineration and Open Burning of Waste: CO<sub>2</sub> Emissions

- For municipal solid waste:

$$CO_2 Emissions = MSW \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

**CO<sub>2</sub> Emissions:** CO<sub>2</sub> emissions in inventory year, Gg/yr

**MSW:** total amount of municipal solid waste as wet weight incinerated or open-burned, Gg/yr

**WF<sub>j</sub>:** fraction of waste type/material of component *j* in the MSW (as wet weight incinerated or open-burned)

**dm<sub>j</sub>:** dry matter content in the component *j* of the MSW incinerated or open-burned, (fraction)

**CF<sub>j</sub>:** fraction of carbon in the dry matter (i.e., carbon content) of component *j*

**FCF<sub>j</sub>:** fraction of fossil carbon in the total carbon of component *j*

**OF<sub>j</sub>:** oxidation factor, (fraction)

**44/12:** conversion factor from C to CO<sub>2</sub>

**j:** component of the MSW incinerated/open-burned (e.g., plastics, certain textiles, rubber)



## Incineration and Open Burning of Waste: CH<sub>4</sub> Emissions

- CH<sub>4</sub> emissions result from incomplete combustion of waste and can be affected by temperature, residence time, and air to waste ratio

$$CH_4 Emissions = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

**CH<sub>4</sub> Emissions:** CH<sub>4</sub> emissions in inventory year, Gg/yr

**IW<sub>i</sub>:** amount of solid waste of type *i* incinerated or open-burned, Gg/yr

**EF<sub>i</sub>:** aggregate CH<sub>4</sub> emission factor, kg CH<sub>4</sub>/Gg of waste

**10<sup>-6</sup>:** conversion factor from kilogram to gigagram

**i:** category or type of waste incinerated/open-burned (MSW, ISW, hazardous waste, clinical waste, sewage sludge, etc.)

- The amount and composition of waste should be consistent with the activity data used for estimating CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from incineration/open burning



## Incineration and Open Burning of Waste: N<sub>2</sub>O Emissions

- The N<sub>2</sub>O emissions are mainly determined by technology, combustion temperature (emitted at relatively low combustion temperatures 500-950°C) and waste composition

$$N_2O\text{Emissions} = \sum_i (IW_i \bullet EF_i) \bullet 10^{-6}$$

**N<sub>2</sub>O Emissions:** N<sub>2</sub>O emissions in inventory year, Gg/yr

**IW<sub>i</sub> :** amount of incinerated/open-burned waste of type *i*, Gg/yr

**EF<sub>i</sub> :** N<sub>2</sub>O emission factor (kg N<sub>2</sub>O/Gg of waste) for waste of type *i*

**10<sup>-6</sup> :** conversion from kilogram to gigagram

**i :** category or type of waste incinerated/open-burned (MSW, ISW, hazardous waste, clinical waste, sewage sludge, etc.)



## Tools and other materials to support emission estimation

- IPCC EFDB
  - Provides a wide variety of EFs and other parameters with background documentation or technical references so that users can select and use appropriate data on their own responsibility
  - Accessible at <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/> and also available in CD ROM
- 2006 IPCC Guidelines Software
  - Complete version available by end of 2011 or early 2012
- Information on TFI website
  - FAQ
  - Presentations
  - Documents (meeting reports, brochures etc.)



## Summary

- Emission estimates or emission inventories provide information on the level and trend of emissions and enable to monitor the implementation of policies /measures to reduce emissions
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories provide globally applicable methods to estimate national emissions and removals
- Updated and improved methods for estimation of GHG emissions from treatment and disposal of solid waste and wastewater are given in Volume 5 of the 2006 IPCC Guidelines
- IPCC TFI provides additional supporting tools and materials for estimation of GHG emissions/removals (EFDB, software and other materials on TFI website)



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



***Thank you***



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Task Force on National Greenhouse Gas Inventories



**การประชุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทิ้งขยะและการบำบัด**

Baasansuren Jamsranjav, IPCC TFI TSU


Workshop on Capacity Building on Accounting and Utilising GHG Emission Reduction Measures for Local Waste Management Actors in Developing Asian Countries  
4-6 October 2011, Lao People's Democratic Republic

**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



**สารบัญ**

- ที่มา
- แนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ
- วิธีประชุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จาก
  - การทิ้งขยะมูลฝอยบนดิน
  - การบำบัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีเชิงชีวภาพ
  - การเผาขยะในเตาเผาและเผาเปิด
- เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆที่ช่วยในการประชุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- สรุป



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## ที่มา

- การทิ้งและการนำขยะทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก GHGs
  - แหล่งกำจัดขยะเป็นแหล่งขยะใหญ่ที่สุด
- คาดการณ์ว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทิ้งขยะและการนำขยะเพิ่มขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา
- การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความสำคัญต่อการดำเนินการเกี่ยวกับสภาพอากาศ
- การจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเป็นการประเมินการปล่อยและการถ่ายเทก๊าซชนิดต่างๆจากแหล่งที่กำหนดและจากภูมิภาคนั้นๆในเวลาหนึ่ง
  - ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการปล่อยก๊าซ
  - ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบนโยบายต่างๆเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซได้
  - ทำให้สามารถวัดผลการปฏิบัติตามนโยบายต่างๆได้
  - เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## แนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ

- โครงการบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (NGGIP) ได้ให้วิธีประเมินบัญชีการปล่อยก๊าซและการถ่ายเทก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติได้ที่ (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>)
  - แนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ฉบับปี 2538 และฉบับแก้ไขปี 2539
  - แนวทางปฏิบัติ IPPC และการจัดการที่ไม่แน่นอนในบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (GPG 2000)
  - แนวทางปฏิบัติ IPPC เรื่องการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ (GPG-LULUCF)
  - แนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก พ.ศ.2549
    - วัฒนาการจากแนวทางก่อนหน้าจนถึง GPG 2000 และ GPG-LULUCF
    - วิธีที่ใช้/การพัฒนาในปัจจุบันและข้อมูลเบื้องต้น



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



## จะประเมินการปล่อยก๊าซได้อย่างไร

- วิธีคิดพื้นฐาน

$$Emissions = AD * EF$$

AD (ข้อมูลกิจกรรม) : ข้อมูลของขนาดกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการปล่อยและการถ่ายเทก๊าซที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น (เช่น ปริมาณขยะมูลฝอยที่เผาเปิด Gg/yr)

EF (ปัจจัยการปล่อย): ค่าสัมประสิทธิ์ที่บอกจำนวนการปล่อยและการถ่ายเทก๊าซต่อหน่วยกิจกรรม (เช่น kg CH<sub>4</sub>/Gg ของการเผาเปิด)

- การเก็บ AD และ EF/ ตัวแปร เป็นส่วนสำคัญของการประมาณการปล่อยก๊าซ
- ข้อมูลขยะมูลฝอยที่มี (ข้อมูลการผลิตขยะ องค์ประกอบและการจัดการ เป็นต้น)
- แนวทาง IPCC ให้ข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดแนวทางการเก็บข้อมูล



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การกำจัดขยะมูลฝอยบนดิน : การปล่อย CH<sub>4</sub>

- แนวทาง IPCC ฉบับแก้ไข พ.ศ.2539 ให้อำนาจ 2 วิธีคือ วิธีสมดุลชีวภาพและวิธีการย่อยสลายลำดับที่ 1 (FOD)
- วิธีสมดุลชีวภาพ
  - สันนิษฐานว่า CH<sub>4</sub> ทั้งหมดถูกปล่อยออกมาในปีเดียวกันกับที่ขยะนั้นถูกกำจัด
  - ประเมินการปล่อยก๊าซที่เป็นจริงว่าการประเมินการปล่อยก๊าซประจำปี

$$CH_4 Emissions (Gg/yr) = (MSW_T \cdot MSW_F \cdot MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12 - R) \cdot (1 - OX)$$

MSW<sub>T</sub>: ยอดรวมของขยะมูลฝอยของเทศบาลที่ผลิตออกมา (Gg/yr)

MSW<sub>F</sub>: ส่วนของขยะมูลฝอยของเทศบาลที่ถูกกำจัดที่แหล่งกำจัดขยะมูลฝอย

MCF: ปัจจัยการแก้ไขก๊าซมีเทน , เศษส่วน

DOC: ส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่เสื่อมสภาพได้ , เศษส่วน

DOC<sub>F</sub>: ส่วนของ DOC ที่ซ่อนอยู่

F: ส่วนของ CH<sub>4</sub> ในก๊าซบนดิน (ค่าที่กำหนดคือ 0.5)

R: CH<sub>4</sub> ที่กู้คืนได้ Gg/yr

OX: ปัจจัยการผสมกับออกซิเจน , เศษส่วน (ค่าที่กำหนดคือ 0)



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การกำจัดขยะมูลฝอยบนดิน : การปล่อย CH<sub>4</sub>

- วิธีการย่อยสลายลำดับที่ 1 (FOD) ประเมินการปล่อยก๊าซประจำปีได้แม่นยำกว่า
  - ความเป็นจริงที่ว่าการปล่อยก๊าซเกิดขึ้นหลายปี
  - ประเมินการปล่อยก๊าซ CH<sub>4</sub> จริงประจำปี
- ติดตามและปรับปรุงวิธีการ FOD ที่ให้ไว้ใน แนวทาง IPCC ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2549
  - แม่แบบการคำนวณ FOD (โมเดลของ IPCC) ให้แนวทางเป็นขั้นตอน (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>)
  - วิธี FOD ต้องใช้ข้อมูลการกำจัดขยะในอดีต
  - แนวทาง พ.ศ. 2549 ให้แนวทางการประเมินข้อมูลการกำจัดขยะในอดีต



## FOD Spreadsheet Model (IPCC Waste Model)

### แม่แบบการคำนวณ FOD (IPCC แม่แบบขยะ)

- CH<sub>4</sub> emissions in year *T* from SWDS (Gg) การปล่อย CH<sub>4</sub> ในปี *T* จาก SWDS (Gg)

$$CH_4 \text{ Emissions} = \left[ \sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T \right] * (1 - OX_T)$$

*T* : inventory year ปีฐานรอบปี

*X* : waste category or type/material ประเภทขยะ หรือ ประเภท/วัสดุ

*R<sub>T</sub>* : recovered CH<sub>4</sub> in year *T*, Gg CH<sub>4</sub> ที่กู้คืนได้ในปี *T*, Gg

*OX<sub>T</sub>* : oxidation factor in year *T*, fraction ปัจจัยการรวมกับก๊าซออกซิเจน ในปี *T*, เศษส่วน

- Estimation of amount of CH<sub>4</sub> generated in **SWDS** is based on FOD การประมาณปริมาณของ CH<sub>4</sub> ที่เกิดขึ้นใน **แหล่งกำจัดขยะมูลฝอย** มีพื้นฐานจาก FOD
- The basis for calculation is the amount of decomposable **DOC** in waste - part of the organic carbon that will degrade under the anaerobic conditions in SWDS การคำนวณพื้นฐานคือปริมาณการย่อยสลาย **ส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่เสื่อมสภาพได้** ในขยะ ส่วนของคาร์บอนชีวภาพที่จะสลายตัวที่ไม่มีออกซิเจนในแหล่งกำจัดขยะมูลฝอย
- Keeps a running total of the amount of decomposable DOC taking account of the amount deposited each year and the amount remaining from previous years เก็บจำนวนรวมของปริมาณการย่อยสลาย **ส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่เสื่อมสภาพได้** เป็นปริมาณที่เก็บแต่ละปีและจำนวนที่เหลือจากปีก่อนๆ



## แม่แบบการคำนวณ FOD (ต่อ)

- ตัวแปรเสริมทั้งหมดใส่ไว้ใน cell สีเหลืองในแผ่นงาน มี tabs สีเหลือง แผ่นงานอื่นจะคำนวณอัตโนมัติ
- ข้อมูลพื้นฐาน AD ในภูมิภาคและตัวแปรจะถูกนำมาผนวกกันในแม่แบบการคำนวณ และการเลือกภูมิภาคที่เหมาะสมในแผ่น ตัวแปรจะปรับ IPCC พื้นฐานในแต่ละแผ่น
- ทางเลือก 2 ทางของการประเมินการปล่อยก๊าซจากขยะมูลฝอยของเทศบาล ขึ้นกับข้อมูลที่มีอยู่
  - องค์ประกอบของขยะ
  - ขยะในปริมาณมาก
- การเลือก DOC และอัตราการเกิดก๊าซมีเทนต่อเนื่อง (**k**) ขึ้นกับการย่อยสลายของขยะหรือทางเลือกของขยะปริมาณมาก
- การเลือกค่า **k** ที่เหมาะสมสำหรับเขตสภาพอากาศ
- เวลาที่ครอบคลุม
- - ช่วงเวลาระหว่างการทับถมของขยะและการเริ่มเกิด CH<sub>4</sub>



Parameters		Country	Region	
Please enter parameters in the yellow cells. If no national data are available, copy the IPCC default value. Help on parameter selection can be found in the 2006 IPCC guidelines		Asia- Southeast		
		IPCC default value	Country-specific parameters	
			Value	Reference and remarks
Starting year		1950	1950	
DOC (Degradable organic carbon)	Waste by composition			
(weight fraction, wet basis)	Range	Default		
Food waste	0.08-0.20	0.15	0.15	
Garden	0.18-0.22	0.2	0.2	
Paper	0.36-0.45	0.4	0.4	
Wood and straw	0.39-0.46	0.43	0.43	
Textiles	0.20-0.40	0.24	0.24	
Disposable nappies	0.18-0.32	0.24	0.24	
Sewage sludge	0.04-0.05	0.05	0.05	
Industrial waste	0-0.54	0.15	0.15	
DOCf (fraction of DOC dissimilated)		0.5	0.5	
Methane generation rate constant (k)	Wet temperate			
(years <sup>-1</sup> )	Range	Default		
Food waste	0.1-0.2	0.185	0.185	
Garden	0.06-0.1	0.1	0.1	
Paper	0.05-0.07	0.06	0.06	
Wood and straw	0.02-0.04	0.03	0.03	
Textiles	0.05-0.07	0.06	0.06	
Disposable nappies	0.06-0.1	0.1	0.1	
Sewage sludge	0.1-0.2	0.185	0.185	
Industrial waste	0.08-0.1	0.09	0.09	
Delay time (months)		6	6	

**Methane calculation from: Food waste**

		National values
DOC	DOC	0.15
DOCf	DOCf	0.500
Methane generation rate constant	k	0.185
Half-life time (t <sub>1/2</sub> , years)	$t = \ln(2)/k$	3.7
exp1	exp(-k)	0.83
Process start in deposition year, Month M	M	13.00
exp2	$\exp(-k*((13-M)/12))$	1.00
Fraction to CH <sub>4</sub>	F	0.500

Year	Amount deposited W Gg	MCF fraction	Decomposable DOC (DDOCm) deposited D = W * DOC * DOCf * MCF Gg	DDOCm not reacted Deposition year B = D * exp2 Gg	DDOCm decomposed Deposition year C = D * (1 - exp2) Gg	DDOCm accumulated in SWDS end of year H = B + (H <sub>prev</sub> * exp1) Gg	DDOCm decomposed E = C + H <sub>prev</sub> * exp1 * (1 - exp1) Gg	CH <sub>4</sub> generated Q = E * 16/12 * F Gg
1950	693	0.71	37	37	0	37	0	0
1951	693	0.71	37	37	0	67	6	4
1952	693	0.71	37	37	0	92	11	8
1953	693	0.71	37	37	0	113	16	10
1954	693	0.71	37	37	0	131	19	13
1955	693	0.71	37	37	0	145	22	15
1956	693	0.71	37	37	0	158	25	16
1957	693	0.71	37	37	0	168	27	18
1958	693	0.71	37	37	0	176	28	19
1959	693	0.71	37	37	0	183	30	20
1960	693	0.71	37	37	0	189	31	21
1961	693	0.71	37	37	0	193	32	21
1962	693	0.71	37	37	0	197	33	22
1963	693	0.71	37	37	0	201	33	22
1964	693	0.71	37	37	0	203	34	23
1965	693	0.71	37	37	0	206	34	23
1966	693	0.71	37	37	0	208	35	23
1967	693	0.71	37	37	0	209	35	23
1968	693	0.71	37	37	0	210	35	24
1969	693	0.71	37	37	0	212	36	24
1970	693	0.71	37	37	0	212	36	24
1971	693	0.71	37	37	0	213	36	24

### การบำบัดขยะมูลฝอยเชิงชีวภาพ : การทำปุ๋ย

กระบวนการย่อยสลาย โดยใช้อากาศและเศษส่วนขนาดใหญ่ของ DOC ในขณะเปลี่ยนเป็น CO<sub>2</sub>

- ลดปริมาตรและความทรงตัวของขยะ
- คาร์บอนบางส่วนตกค้างในปุ๋ย
- ส่วนประกอบสามารถนำมารีไซเคิลเป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินได้ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของขยะ (ยิ่งมีองค์ประกอบอินทรีย์มากก็ยิ่งมีน้ำไว้ได้มาก)

CH<sub>4</sub> และ N<sub>2</sub>O สามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างการทำปุ๋ย

- CH<sub>4</sub> สามารถเกิดขึ้นได้ในอากาศของปุ๋ย
- การทำปุ๋ยที่ไม่ดีจะทำให้เกิด CH<sub>4</sub> และ N<sub>2</sub>O ได้มาก



## การบำบัดขยะมูลฝอยเชิงชีวภาพ : การย่อยสลายด้วยอากาศ

- การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ตามธรรมชาติด้วยออกซิเจน
- ก่อให้เกิด ก๊าซชีวภาพ ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) และตะกอนชีวภาพ
  - เกิด  $\text{CH}_4$  ซึ่งสามารถนำมาใช้ผลิตความร้อนและ/หรือกระแสไฟ
  - ตะกอนชีวภาพ (ที่ย่อยสลายแล้ว) สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ย หรือวัสดุปรับปรุงดิน
- การปล่อย  $\text{N}_2\text{O}$  จากกระบวนการนี้มีเล็กน้อย



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การบำบัดขยะมูลฝอยเชิงชีวภาพ : การปล่อยก๊าซ $\text{CH}_4$

- การประเมินการปล่อยก๊าซ  $\text{CH}_4$

$$\text{CH}_4 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

การปล่อยก๊าซ  $\text{CH}_4$  : การปล่อย  $\text{CH}_4$  ทั้งหมดในบัญชีปี Gg  $\text{CH}_4$

$M_i$  : มวลขยะอินทรีย์ที่บำบัดด้วยวิธีการบำบัดเชิงชีวภาพ  $i$ , Gg

$EF_i$  : ปัจจัยการปล่อยเพื่อการบำบัด  $i$ , g  $\text{CH}_4/\text{kg}$  ขยะที่บำบัดแล้ว

$i$  : การทำปุ๋ยหรือการย่อยสลายด้วยอากาศ

$R$  : ปริมาณ  $\text{CH}_4$  ทั้งหมดที่กู้คืนมาได้ ใน บัญชีปี Gg  $\text{CH}_4$



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การบำบัดขยะมูลฝอยเชิงชีวภาพ : การปล่อยก๊าซ N<sub>2</sub>O

- การประเมินการปล่อยก๊าซ N<sub>2</sub>O

$$N_2O\text{Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

การปล่อยก๊าซ N<sub>2</sub>O : ปริมาณการปล่อย N<sub>2</sub>O ทั้งหมดในรอบบัญชีปี Gg N<sub>2</sub>O

**M<sub>i</sub>** : มวลขยะอินทรีย์ที่บำบัดด้วยการบำบัดเชิงชีวภาพประเภท *i*, Gg

**EF<sub>i</sub>** : ปัจจัยการปล่อยเพื่อการบำบัด *i*, g N<sub>2</sub>O/kg ขยะที่บำบัดแล้ว

**i** : การทำปุ๋ยหรือการย่อยสลายด้วยอากาศ



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การเผาขยะในเตาเผาและการเผาเปิด: การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub>

- พื้นฐานจากจำนวนทั้งหมดของขยะที่เผาแล้ว

$$CO_2\text{Emissions} = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$$

การปล่อย CO<sub>2</sub> : การปล่อย CO<sub>2</sub> ทั้งหมดในรอบบัญชีปี Gg/yr

**SW<sub>i</sub>** : จำนวนทั้งหมดของขยะมูลฝอยประเภท *i* (น้ำหนักเปียก) เผาด้วยเตาเผาหรือเผาเปิด, Gg/yr

**dm<sub>i</sub>** : ปริมาณขยะแห้ง (น้ำหนักเปียก) เผาด้วยเตาเผาหรือเผาเปิด, (เศษส่วน)

**CF<sub>i</sub>** : เศษส่วนของคาร์บอนในส่วนแห้ง (ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด), (เศษส่วน)

**FCF<sub>i</sub>** : เศษส่วนของฟอสซิลคาร์บอนในคาร์บอนทั้งหมด, (เศษส่วน)

**OF<sub>i</sub>** : ปัจจัยการรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน, (เศษส่วน)

**44/12** : ปัจจัยการเปลี่ยนจาก C เป็น CO<sub>2</sub>

**i** : ประเภทของขยะเผาด้วยเตาเผา/เผาเปิดเช่น MSW ขยะมูลฝอยจากภาคอุตสาหกรรม (ISW), ตะกอนสิ่งโสโครก, ขยะมีพิษ, ขยะจากคลินิก, เป็นต้น

- การประมาณปริมาณของฟอสซิลคาร์บอนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจการปล่อย CO<sub>2</sub> เพราะการปล่อย CO<sub>2</sub> เพียงอย่างเดียวจากต้นกำเนิดฟอสซิลควรนำมารวมด้วย (เช่น พลาสติก ฝ้าบางชนิด ขาง ตัวทำลายหลายเหลว และน้ำมันเสีย)



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## การเผาในเตาเผาและการเผาเปิด : การปล่อย CO<sub>2</sub>

- สำหรับขยะมูลฝอยของเทศบาล

$$CO_2 \text{ Emissions} = MSW \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> : การปล่อย CO<sub>2</sub> ทั้งหมดในบัญชีปี Gg/yr

**MSW** : จำนวนขยะมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาลที่เป็นน้ำหนักขยะเปียกที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด Gg/yr

**WF<sub>j</sub>** : เศษส่วนของส่วนประกอบของขยะ ประเภท/วัสดุ *j* ใน MSW (น้ำหนักขยะเปียกที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด)

**dm<sub>j</sub>** : ปริมาณขยะแห้งในส่วนประกอบ *j* ของ MSW ที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด (เศษส่วน)

**CF<sub>j</sub>** : เศษส่วนของคาร์บอนในส่วนแห้ง (เช่น ปริมาณคาร์บอน) *j*

**FCF<sub>j</sub>** : เศษส่วนของฟอสซิลคาร์บอนในองค์ประกอบคาร์บอนทั้งหมด *j*

**OF<sub>j</sub>** : ปัจจัยการรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน, (เศษส่วน)

**44/12** : ปัจจัยการเปลี่ยนจาก C เป็น CO<sub>2</sub>

**j** : องค์ประกอบของ MSW ที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด (เช่น พลาสติก ฝ้ายบางชนิด ฯลฯ)



## การเผาในเตาเผาและการเผาเปิด : การปล่อย CH<sub>4</sub>

- การปล่อย CH<sub>4</sub> เป็นผลมาจากการเผาขยะที่ไม่สมบูรณ์และอาจเป็นผลกระทบจากอุณหภูมิ เวลาที่ถูกทิ้งไว้ และ อัตราส่วนของอากาศต่อขยะ

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

การปล่อยก๊าซ CH<sub>4</sub> : การปล่อย CH<sub>4</sub> ทั้งหมดในบัญชีปี Gg/yr

**IW<sub>i</sub>** : จำนวนขยะมูลฝอยทั้งหมดประเภท *i* ที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด Gg/yr

**EF<sub>i</sub>** : จำนวนรวมของปัจจัยการปล่อย CH<sub>4</sub>, kg CH<sub>4</sub>/Gg ของขยะ

**10<sup>-6</sup>** : ปัจจัยการแปรสภาพจาก kilogram เป็น gigagram

**i** : ประเภทของขยะที่เผาในเตาเผาหรือเผาเปิด (เช่น MSW, ISW, ขยะมีพิษ, ขยะจากคลินิก, ตะกอนไฮโดรเจน เป็นต้น)

- จำนวนและองค์ประกอบของขยะควรมีความสัมพันธ์กับข้อมูลกิจกรรมการปล่อย CO<sub>2</sub> และ N<sub>2</sub>O จากเตาเผาและการเผาเปิด



## การเผาไหม้เตาเผาและการเผาเปิด : การปล่อย N<sub>2</sub>O

• การปล่อย N<sub>2</sub>O ถูกกำหนดด้วยเทคโนโลยี อุณหภูมิการเผาไหม้  
(การปล่อยที่การเผาด้วยอุณหภูมิค่อนข้างต่ำที่ 500-950°C) และองค์ประกอบขยะ

$$N_2O\text{Emissions} = \sum_i (IW_i \bullet EF_i) \bullet 10^{-6}$$

การปล่อยก๊าซ N<sub>2</sub>O : การปล่อย N<sub>2</sub>O ทั้งหมดในปี Gg/yr

IW<sub>i</sub> : จำนวนขยะมูลฝอยทั้งหมดประเภท *i* ที่เผาไหม้เตาเผาหรือเผาเปิด Gg/yr

EF<sub>i</sub> : ปัจจัยการปล่อย N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O /Gg ของขยะ) สำหรับขยะประเภท *i*

10<sup>-6</sup> : การแปรสภาพจาก kilogram เป็น gigagram

*i* : ประเภทของขยะที่เผาไหม้เตาเผาหรือเผาเปิด (เช่น MSW, ISW, ขยะมีพิษ, ขยะจากคลินิก, ตะกอนไฮโดรเจน เป็นต้น)



## เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆที่ช่วยในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- IPCC EFDB
  - ให้ EFS หลายแบบและตัวแปรอื่นๆที่มีเอกสารทางเทคนิคอ้างอิง ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมกับงานของตนได้
  - 2006 IPCC Guidelines Software ชุดที่ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/> และมี CD ROM
  - ฉบับสมบูรณ์จะเสร็จปลายปี 2554 หรือต้นปี 2555
- ข้อมูลในเว็บไซต์ TFI
  - คำถามที่ถามบ่อย
  - งานนำเสนอ
  - เอกสารต่างๆ (รายงานการประชุม โบรชัวร์)





## Summary สรุป

- Emission estimates or emission inventories provide information on the level and trend of emissions and enable to monitor the implementation of policies /measures to reduce emissions  
การประเมินการปล่อยก๊าซหรือบัญชีการปล่อยก๊าซให้ข้อมูลระดับและแนวทางของการปล่อยก๊าซและช่วยให้สามารถวัดผลการปฏิบัติ  
ตามนโยบาย และวัดปริมาณการลดการปล่อยก๊าซ
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories provide globally applicable methods to estimate national emissions and removals  
โครงการบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติให้วิธีการที่สามารถนำมาใช้ได้  
ทั่วโลกเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซและการถ่ายเทก๊าซแห่งชาติ
- Updated and improved methods for estimation of GHG emissions from treatment and disposal of solid waste and wastewater are given in Volume 5 of the 2006 IPCC Guidelines
- ในแนวทาง IPCC ฉบับที่ 5 ปี 2549 บอกวิธีที่ปรับปรุงให้ทันสมัยเพื่อใช้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดและ  
กำจัดขยะมูลฝอยและน้ำเสีย
- IPCC TFI provides additional supporting tools and materials for estimation of GHG emissions/removals (EFDB, software and other materials on TFI website)
- IPCC TFI ให้เครื่องมือและวัสดุสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อประเมินการปล่อย/การถ่ายเทก๊าซเรือนกระจก (EFDB, ซอฟต์แวร์และ  
เครื่องมืออื่นๆ มีที่เว็บไซต์ TFI)



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



Task Force on National Greenhouse Gas Inventories

## Thank you



**ipcc**  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

## กิจกรรมกลุ่ม

๑. สถานการณ์การจัดการขยะในตัวเมืองของแต่ละที่
๒. ปัญหาและลำดับความสำคัญของปัญหาขยะตัวเมืองในแต่ละที่ (จัด ๕ อันดับแรก)
๓. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะ
  - a. มีเทนจากหลุมฝังกลบ (สมมูลมวล และ FOD)
    - i. ปริมาณขยะที่ทิ้งที่หลุมฝังกลบในแต่ละปี (ตัน)
    - ii. ความลึกหรือความสูงของบ่อ (เมตร)
    - iii. การจัดการ (เช่น มีการบดอัดและคลุมทับด้วยดินหรือไม่)
    - iv. องค์ประกอบขยะ (% กระดาษ หลังกา อาหาร ไม้)
  - b. มีเทนและไนตรัสออกไซด์จากการทำปุ๋ยหมักและก๊าซชีวภาพ
    - i. ชนิดขยะเป็นแบบแห้ง (อบแล้ว) หรือเปียก
    - ii. ปริมาณขยะที่หมัก (ตัน)
  - c. คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์จากการจุดเผา
    - i. ปริมาณขยะที่จุดเผา (น้ำหนักเปียก)
    - ii. องค์ประกอบขยะ (% กระดาษ ผ้า อาหาร ไม้ ยาง พลาสติก อื่นๆ)
๔. แนวทางการปรับปรุงการจัดการขยะและเหตุผลสนับสนุนว่าทำไมเลือกวิธีการเหล่านี้  
เช่น ทำปุ๋ยหมัก หมักก๊าซชีวภาพ จำนวนกี่ตันต่อวัน/ต่อปี
๕. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแนวทางการจัดการขยะแบบใหม่และเปรียบเทียบว่าจะมีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่าไร
๖. เตรียมนำเสนอ

### Group Activity

1. Identify solid waste management situation of selected city
2. Identify problem in waste management and rank the priority of problem from 1 to 5
3. Calculate GHGs emission from municipal solid waste management
  - a. Methane from landfill (Mass Balance and FOD)
    - i. Quantity of waste entering landfill (Ton/year)
    - ii. Depth of Landfill (m)
    - iii. Management at landfill
    - iv. Waste Composition
  - b. Methane and Nitrous Oxide from Compost and biogas
    - i. Type of waste (wet or dry)
    - ii. Quantity of waste (Ton)
  - c. Carbondioxide, methane and nitrous Oxide from open burning
    - i. Quantity of waste burnt (wet weight)
    - ii. Waste composition
4. Measure to improve solid waste management with supporting reasons
5. Calculate GHGs Emission from new measure. Comparison of GHGs emission from current method and the new method proposed.
6. Prepare for presentation

## Template for GHG emission estimation

**Name of province:**

**Waste generation :** ..... tons/day

**Waste composition**

Food waste +leaves (%)	Paper (%)	Textile (%)	Wood and branches (%)	Plastic and fossil origin (%)

**Current solid waste management**

Types	Quantity of waste (ton/year)	CH <sub>4</sub> emission (ton/year)	N <sub>2</sub> O emission (ton/year)	CO <sub>2</sub> emission (ton/year)
Open dumping (<5 m depth)				
Open dumping or landfill (> 5 m depth, unmanaged)				
Landfill (>5 m managed)				
Composting				
Anaerobic digestion				
Open burning				

**Future waste management (as discussed with your team)**

Types	Quantity of waste (ton/year)	CH <sub>4</sub> emission (ton/year)	N <sub>2</sub> O emission (ton/year)	CO <sub>2</sub> emission (ton/year)
Open dumping (<5 m depth)				
Open dumping or landfill (> 5 m depth, unmanaged)				
Landfill (>5 m managed)				
Composting				
Anaerobic digestion				
Open burning				

Appendix V



Opening session: Dr. Alice Sharp (SIIT), Ms. Suneer Piyapanpong (Deputy Director-PCD), Dr. Daisuke Sano (Director, IGES-BRC)



Presentation from relevant Ministries: Ms. Pisamai Satianyanont (Department of Alternative Energy Development and Efficiency-DEDE), Mr. Rangsarn Pinthong (PCD), Mr. Sorot Saelim (Land Development Department-DLD)



Parts of speaker's team



Registration counter



Parts of participants



Parts of participants



Active participation of and questions from participants



Souvenirs for all speakers (contributed by PCD)





Site visit at Muangklang Municipality



Some vegetable waste is used for animal feed



Composting plant at Muangklang Municipality



Anaerobic digestion



Thirsty! Let's chat and have some juice



Take a shot before going back to Bangkok



PCD deliver a souvenir to Muangklang Municipality



Time for group's exercise



Calculation of greenhouse gas emissions



Reporting time (Yes! I can do it)



Feedbacks from participants



Deliver certificate to participant completing the training course



Closing remarks by the Director of Waste Utilization Department - PCD



Last group's photo before going home (many ran to the bus terminal already)



We will strengthen our collaboration (IGES, PCD, SIIT)