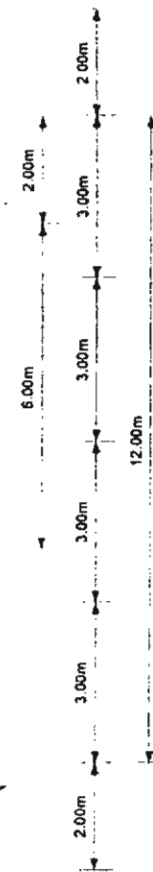
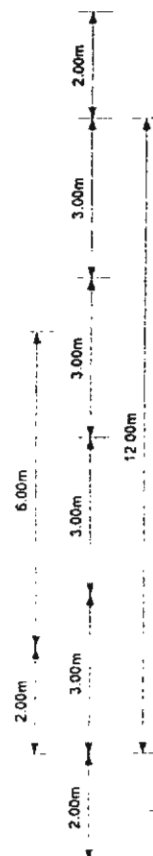
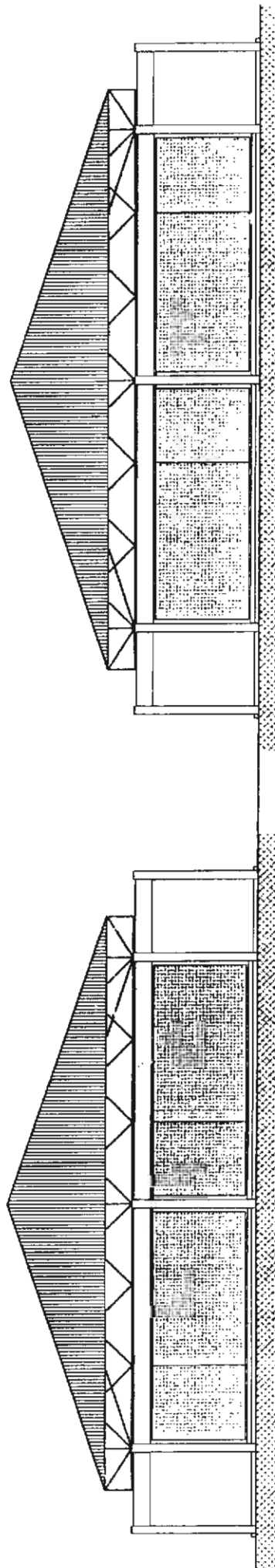


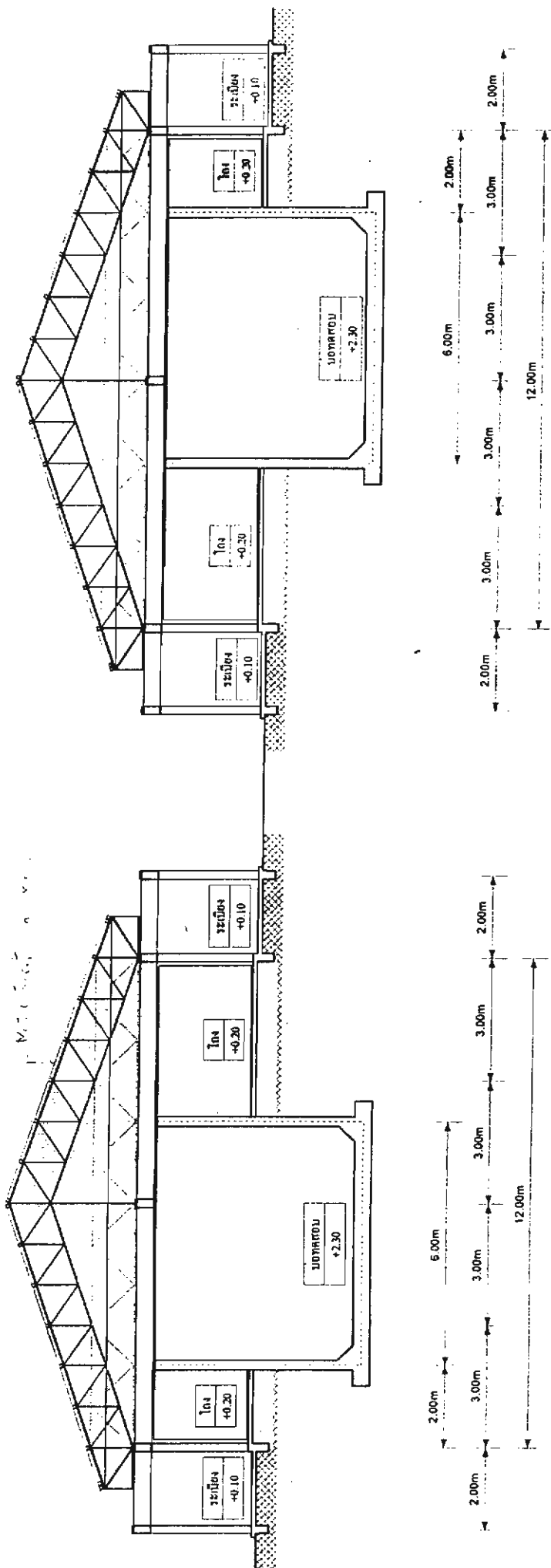
A B C D E F G
 B' D' 2' 1
 4' 5 6 7



SCALE 1:100

Aerator Test Tank Laboratory, KMITNB (Prachinburi)

Drawing Title :	ปฏิทิน	Drawing N
Location :	KMITNB Prachinburi	
Owner :	บริษัท อุตสาหกรรม	
Structural Engineer :	บริษัท อุตสาหกรรม (๒๕ ๒ ๒๕๖๓)	



SCALE 1:100

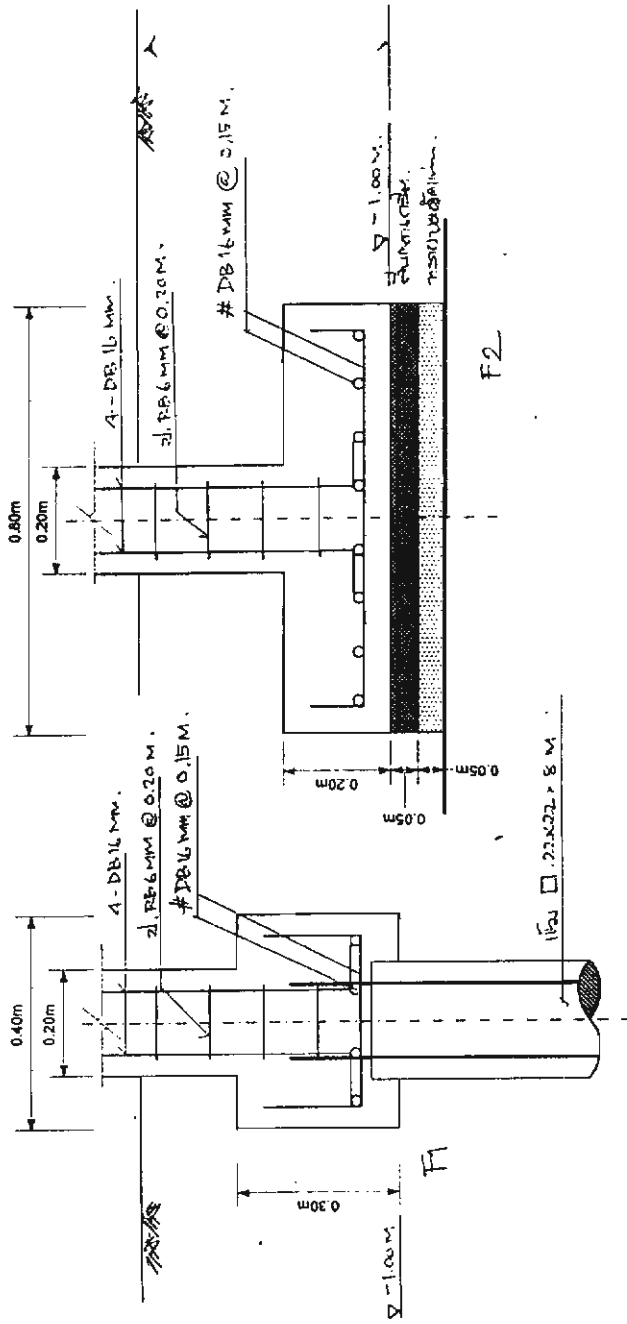
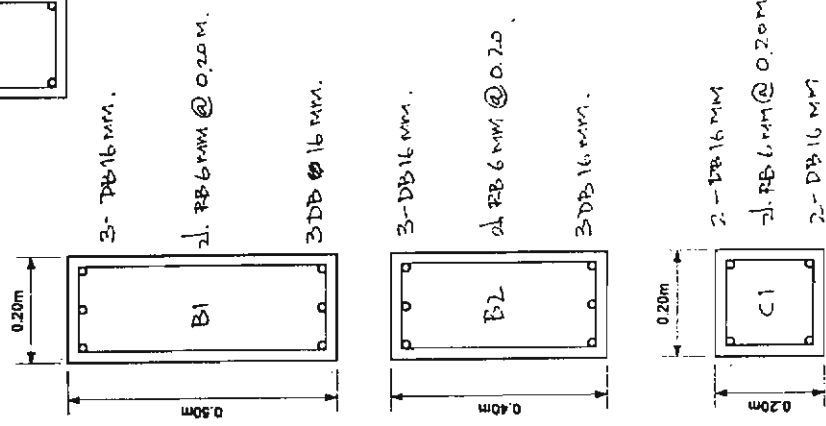
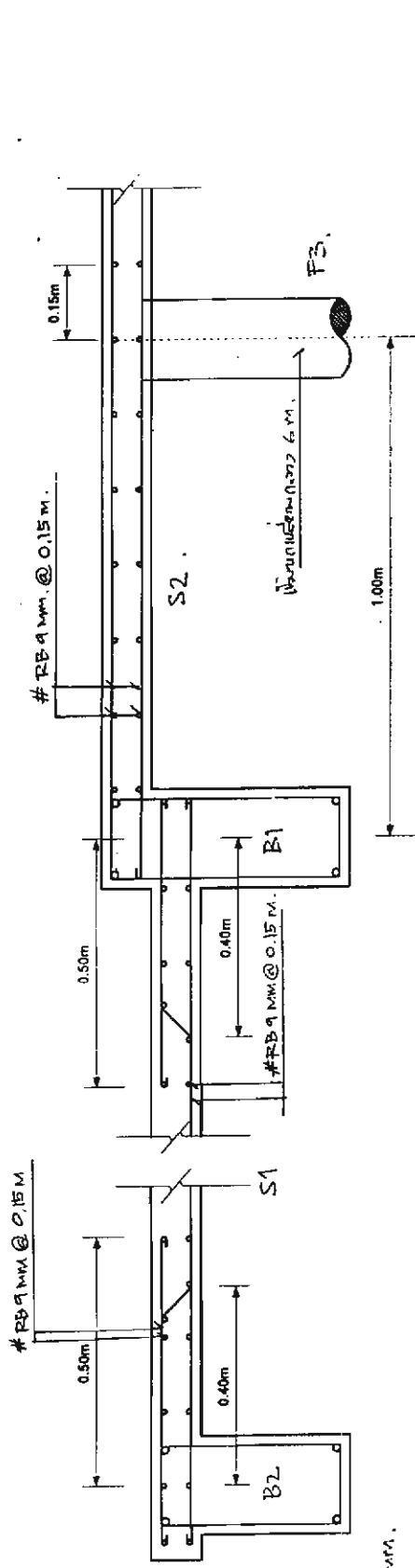
Aerator Test Tank Laboratory, KMITNB (Prachinburi)

Drawing Title :

Drawing Title :
รูปตัด A-A, รูปตัด B-B

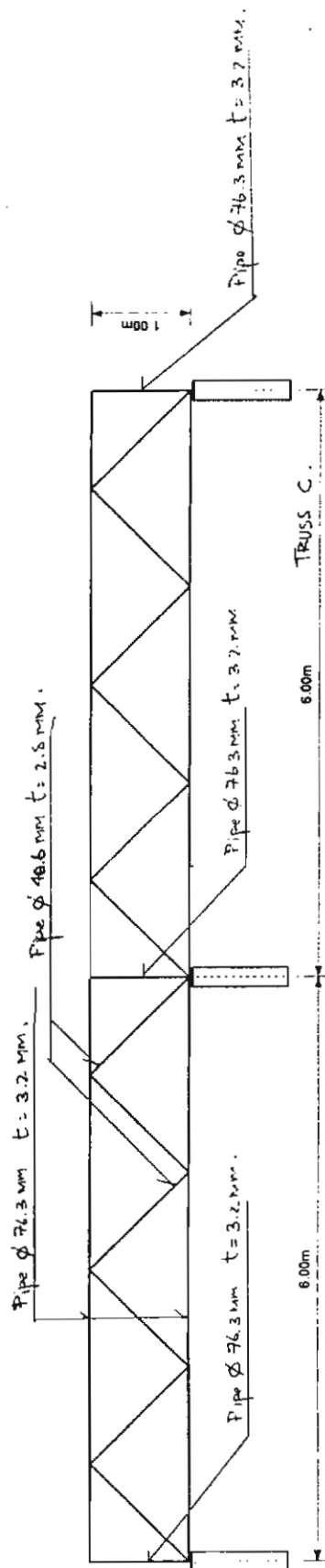
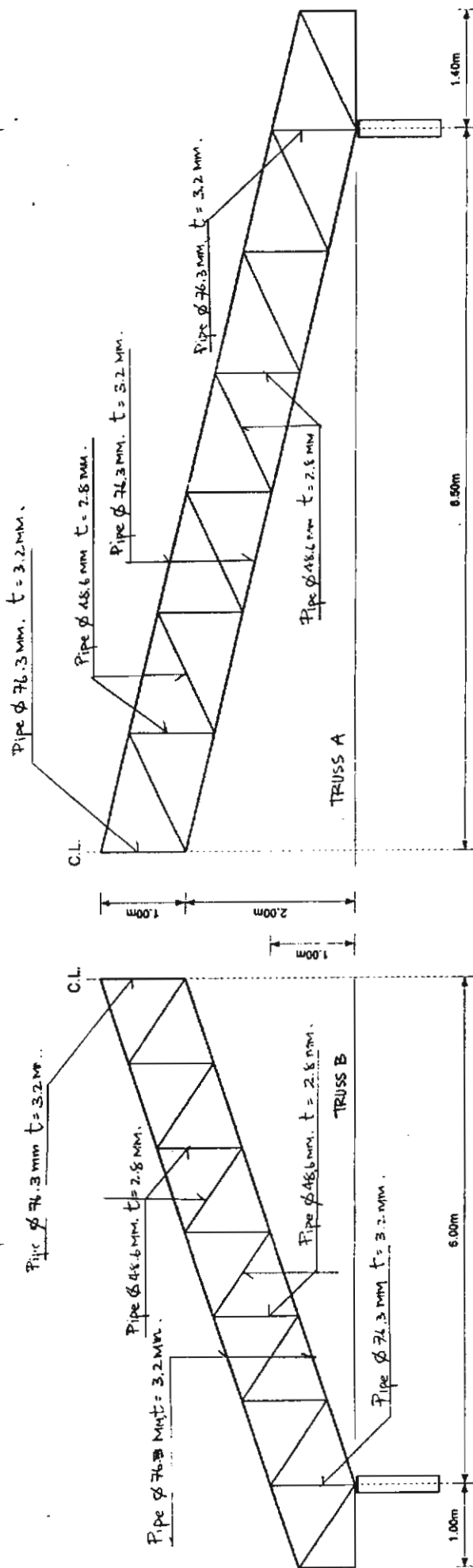
Location :	KMITNB Prayinburi
------------	-------------------

Owner : ดร. ณัฐกมล ปิณฑิรกุล



SCALE 1:10

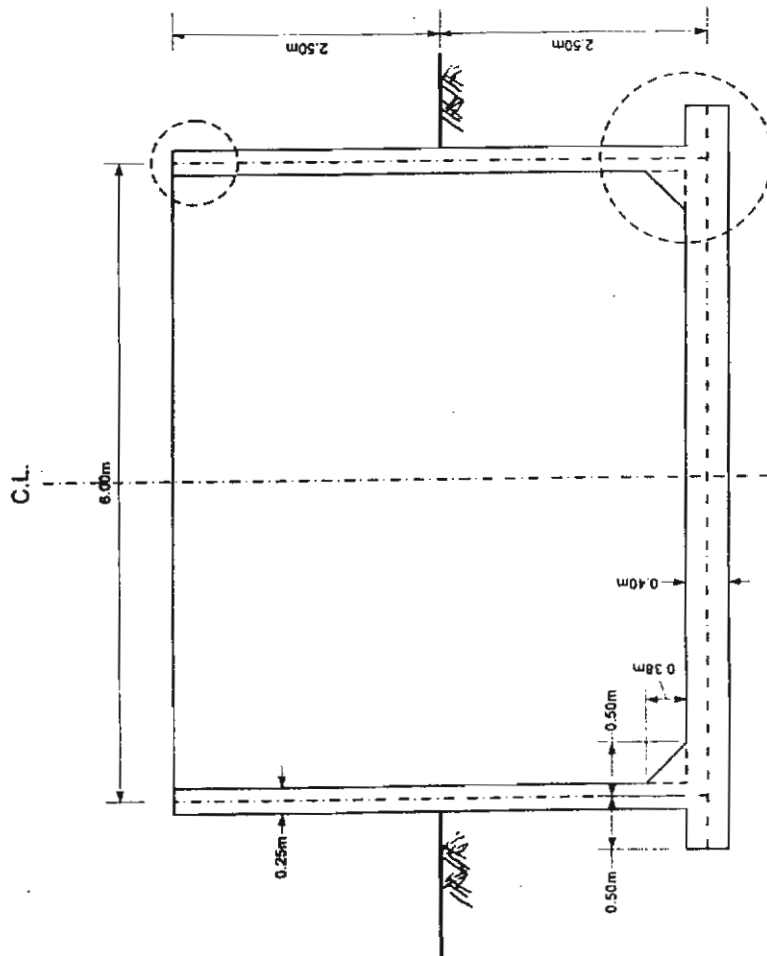
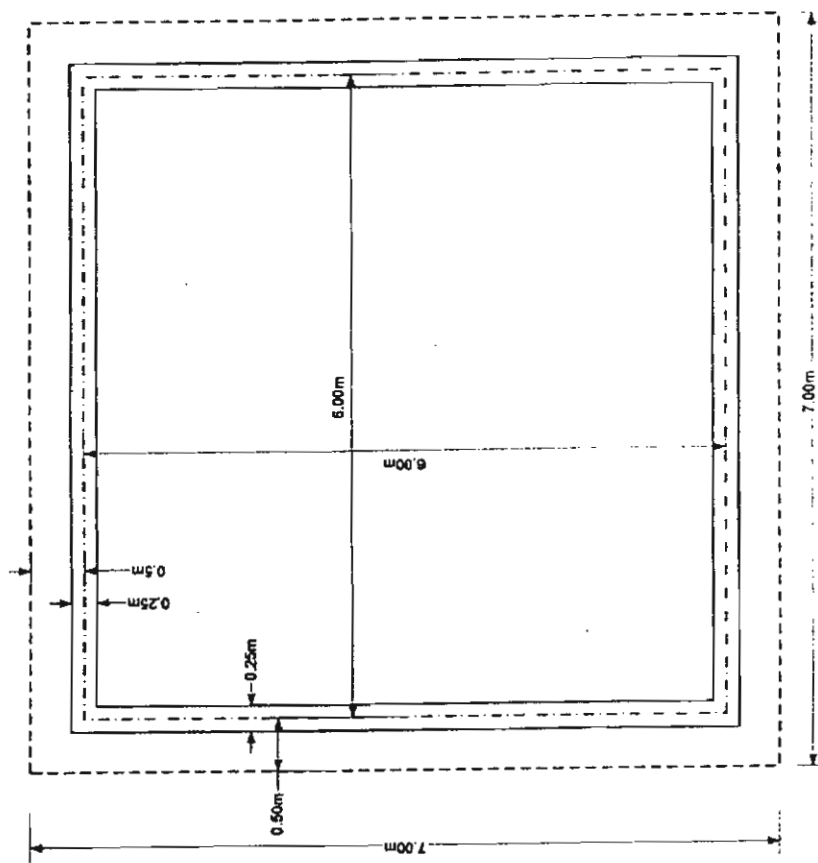
Accelerator Test Tank Laboratory, KMITNB (Prachinburi)			
Drawing Title:	แบบแปลนโครงสร้าง	ผู้จัดทำ	Drawing N.
Location:	KMITNB Prachinburi		
Owner:	กรมการขนส่งทางบก		
Structural Engineer:	นาย อดิศักดิ์ งาม (RU 21366)		



SCALE 1:50

Aerotor Test Tank Laboratory, KMITNB (Prajinburi)

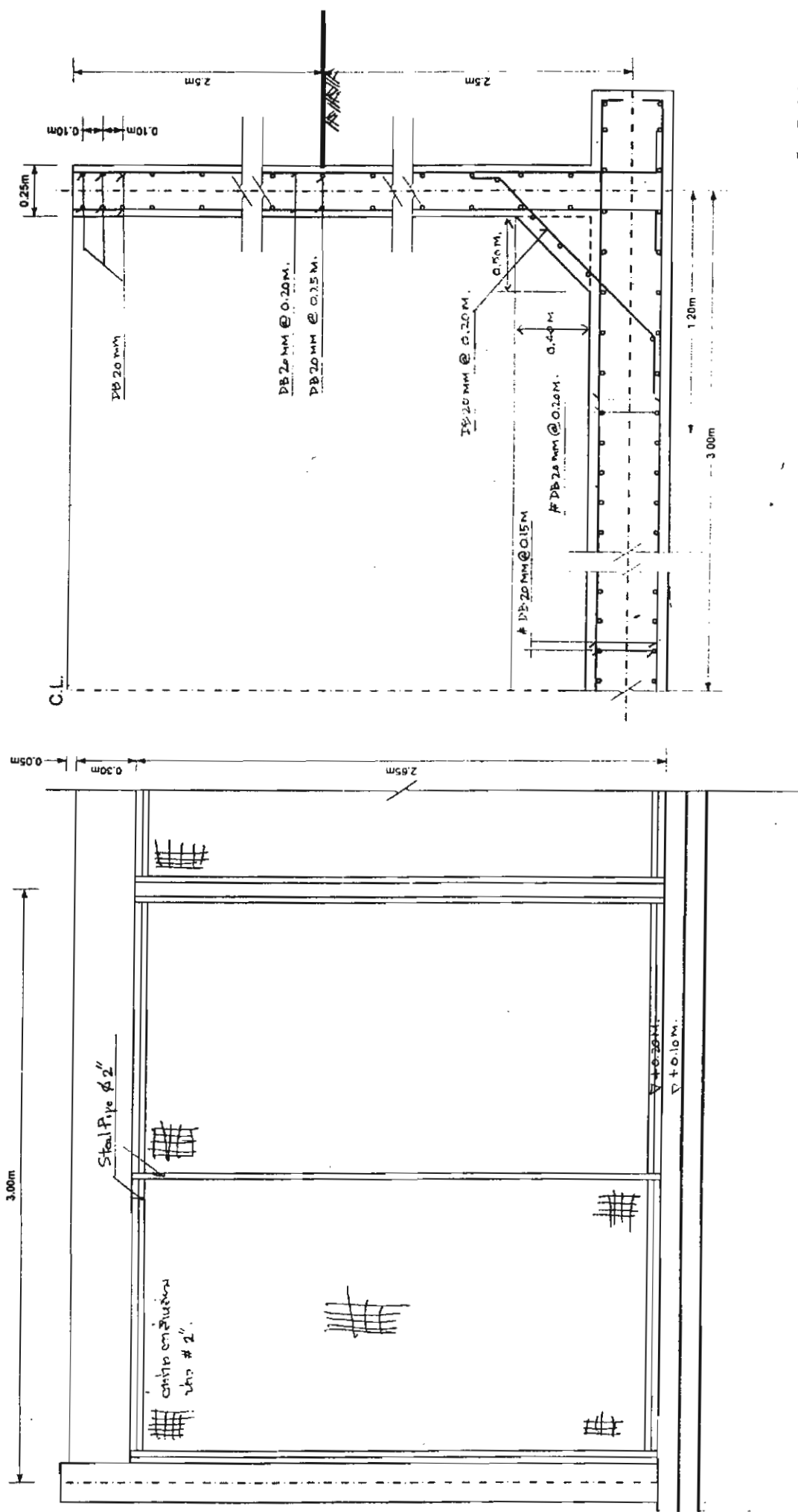
Drawing Title:	Truss (Prajinburi)	Drawing No.
Location:	KMITNB Prajinburi	
Owner:	as of the Prajinburi	



SCALE 1:50

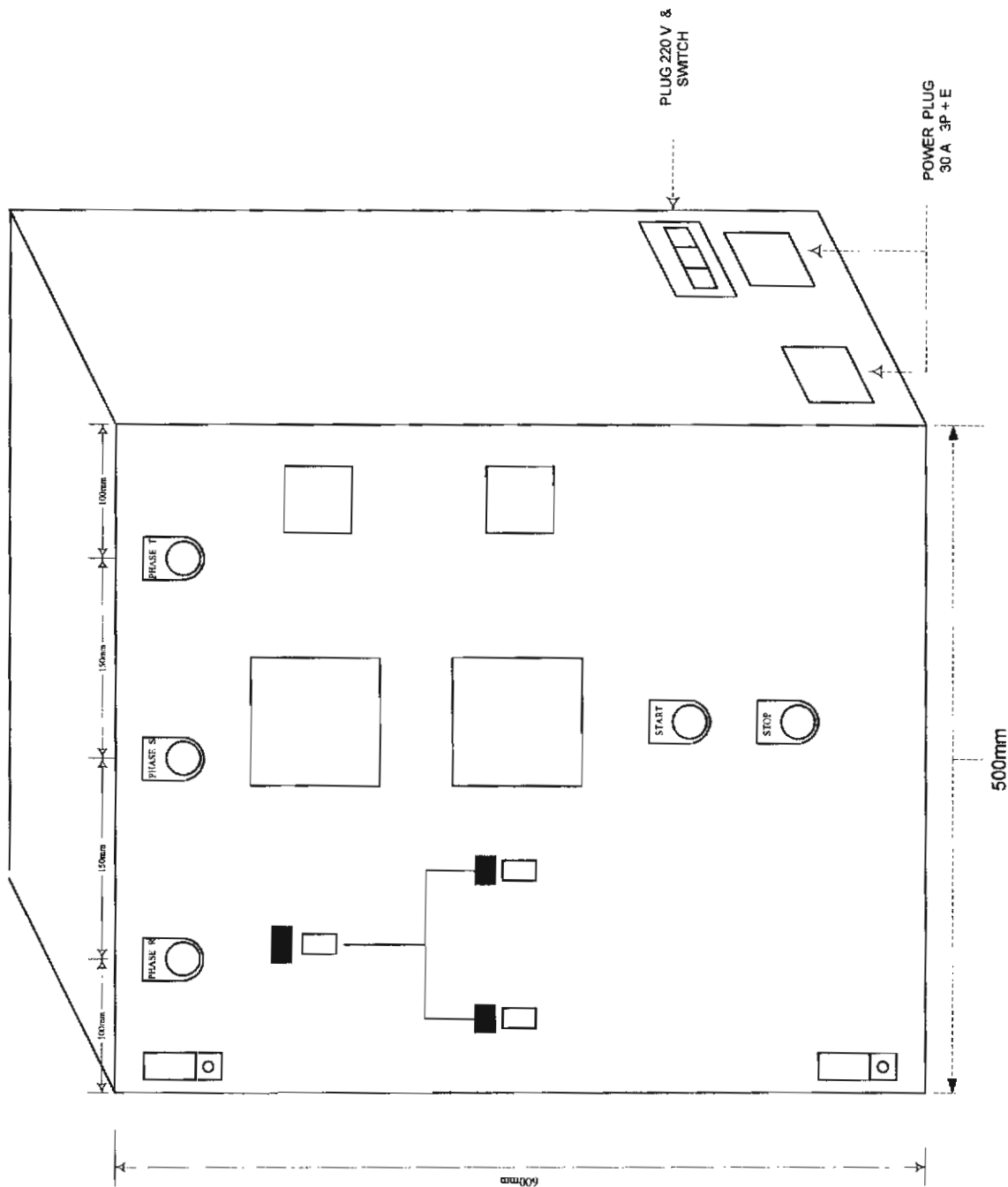
Aerator Test Tank Laboratory, KMITNB (Prajinburi)

Drawing Title :	ถังทดสอบอากาศ	Drawing No :
Location :	KMITNB Prajinburi	
Owner :	ดร.บุญรอด วัฒนกุล	
Structural Engineer :	นพินธ์ วัฒนกุล (09 21396)	



SCALE 1:20

Aerrior Test Tank Laboratory, KMITTB (Prachinburi)			
Drawing Title :	แบบแปลนและหน้าตัด	Drawing No	
Location :	KMITTB Prachinburi		
Owner :	ดร. สุวิทย์ นันทิมาศกุล		
Structural Engineer	นายสุวิทย์ นันทิมาศกุล (รศ. 2136)		



		Thai General Construction Service Co., Ltd. 277/32 Moo 3 Bowin District, Sriacha Area, Choburi 20230 Tel : (038) 345567 - 8 Fax : (038) 345569				Approved Checked Disigned Drawing	Date / / Date / / Date 15 / 12 / 02 Date 15 / 12 / 02	Project Drawing Title	CONTROL PANEL FOR AERATOR TEST PLANT CONTROL PANEL LAY OUT	PAGE
---	--	---	--	--	--	--	--	--------------------------	---	----------

ภาคผนวก ข

Oxygen-Transfer Measurement in Clean Water

Zhen He*, Anurak Petiraksakul** and Warawitya Meesapya**

Abstract

This paper presents the experiments on measurement of oxygen transfer capacity in clean water by using desorption and absorption techniques. Experiments were set up in a small-scale tank with a volume of 17L. Pure oxygen was used to increase the dissolved oxygen concentration in clean water (desorption measurement). While sodium sulfite was added to decrease the dissolved oxygen concentration in absorption measurement. Standard oxygen transfer coefficient ($K_L a_{20}$) was calculated based on the variation of dissolved oxygen concentration with time. For the absorption method, a mean value of $K_L a_{20}$ can be obtained as 8.60 h^{-1} with a water volume of 14L. Meanwhile, standard oxygen transfer efficiency (SOTE) was shown in the range of 4.5-4.9% with water depth 0.3m by correcting the airflow condition. Desorption measurement was investigated to certify the influence of water depth on SOTE. All the data on dissolved oxygen concentration and tested water temperature was read by an electronic DO meter.

Keywords : dissolved oxygen concentration, oxygen transfer coefficient ($K_L a_{20}$), standard oxygen transfer efficiency (SOTE), absorption measurement, desorption measurement and water depth.

1. Introduction

The oxygen transfer capacity and the aeration efficiency characterize the performance and economy of aeration installations in activated sludge plants [1]. From 1978, the guideline for the determination of the oxygen transfer capacity has been published. In 1984, the American Society of Civil Engineers (ASCE), with international participation, published the ASCE Standard "Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water". The test water shall be equivalent in quality to a potable public water supply. Repetitive testing may be conducted in the same water, provided that the TDS is not over 2000 mg/L [2].

This article presents the methods of measurement based on the second edition of ASCE Standard and German ATV Standard, and verifies the influence of measurement condition. A diffuser was adopted to convey the oxygen into a batch tank. Absorption and desorption measurements were used to determine the oxygen transfer coefficient and oxygen transfer efficiency. All the results were analyzed based on standard condition, which is defined as water temperature of 20°C and normal atmospheric pressure (1013 hPa). A DO meter is the main instrument to measure the dissolved oxygen concentration, which can be used to calculate the transfer rate. Finally, the paper concludes the characteristic of the diffuser by SOTE. Meanwhile, various influence factors will be analyzed by the data treatment.

* Department of Environment & Resource, Technical University of Denmark.

** Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok.

2. Theory

2.1 Definitions

2.1.1 Oxygen Transfer Coefficient ($K_L a_T$, h^{-1})

$K_L a_T$ is determined by evaluation of an oxygen transfer test in clean water at a certain aeration setting and at a certain temperature. It is converted to the standard temperature of $T = 20^\circ C$ as follows:

$$K_L a_{20} = K_L a_T * 1.024^{(20-T)} \quad (1)$$

2.1.2 Standard Oxygen Transfer Rate (SOTR₂₀, $kg-O_2 \cdot h^{-1}$)

SOTR shows the amount of oxygen transferred per hour at the standard condition. It can be calculated by the following:

$$SOTR = K_L a_{20} * C_{s,20} * V \quad (2)$$

where $C_{s,20}$ is the steady-state DO saturation concentration at $20^\circ C$ and V is the liquid volume.

2.1.3 Standard Oxygen Transfer Efficiency (SOTE, %)

SOTE refers to the fraction of oxygen in an input airflow dissolved under the standard condition. It can be computed by:

$$SOTE = SOTR / W_{O_2} \quad (3)$$

where W_{O_2} (kg/s) is the mass flow of oxygen in air stream, which is calculated by:

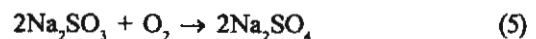
$$W_{O_2} = 0.2765 Q_s \quad (4)$$

Q_s refers to air flow rate at standard condition defined as $0^\circ C$, 1.00 atm, and dry air (0% relative humidity) [1]. Therefore, data about humidity, pressure and temperature are necessary for the conversion of the airflow rate.

2.2 Summary of Test Methods

2.2.1 Absorption Measurements

The oxygen transfer is determined from the increase of the previously, artificially lowered DO concentration [1]. The depletion of oxygen can be implemented by either adding chemicals or stripping with nitrogen gas. Normally, sodium sulphite is used to decrease the oxygen by the reaction:



To remove 1 kg of dissolved oxygen 8 kg of Na_2SO_3 is required. In order to expedite the reaction, the catalyst of cobalt should be introduced into a test tank. After the DO reach zero, the aeration system will be switched on. By dissolving the oxygen of the air into the water, the oxygen concentration increases according to the saturation function:

$$C_t = C_s - (C_s - C_0) * \exp(-K_L a_T * t) \quad (6)$$

where C_t , C_s and C_0 is the DO concentration at time t , saturation point and initial point, respectively. $K_L a$ can be obtained by the relationship between C_t and t .

2.2.2 Desorption Measurements

The oxygen transfer is determined from the decrease of the previously increased DO concentration. Pure oxygen should be used to improve the DO concentration. Hydrogen peroxide can be an alternative of pure oxygen in most cases. An increase of DO of about 10 mg/L should be achieved before the measurement. The decrease of the DO follows a reversed saturation function, which equals to the one in absorption measurements.

2.3 Correction Factors

Due to the difference between the test condition and the standard condition, the data from the

measurement should be converted into standard condition by some correction factors.

$$C_{s,20} = C_{s,T} \left(\frac{1}{\tau \Omega} \right) \quad (7)$$

τ is the temperature correction factor equal to $C_{st,T}/C_{st,20}$ where $C_{st,T}$ and $C_{st,20}$ are the tabular value of DO surface saturation concentration at test temperature and 20°C, standard total pressure of 1.00 atm and 100% relative humidity. Ω is the pressure correction factor, which can be described as P_b/P_s where P_b and P_s are the barometric pressure at test site during test and at standard state (1 atm). In this experiment, an assumption was made that Ω is 1.

3. Experimental Process

3.1 Set-up

The equipment includes a 17 L of cylindrical tank with a diameter of 24 cm., a DO meter (YSI model 550), a cylindrical ceramic diffuser, airflow meter and aerating device (Figure 1). The DO probe was installed at half water depth for absorption measurement. If more DO probes are applied, they can be installed at different water depth. Conductivity meter was used to measure the content of dissolved solids.

3.2 Operation Process

Both absorption measurement and desorption measurement were applied in the experiment. The difference between two methods can be explained

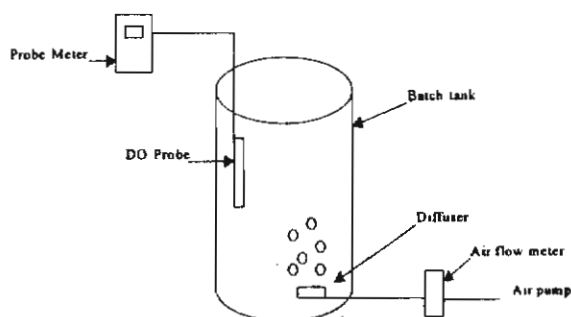


Figure 1 Sketch for experiment set-up

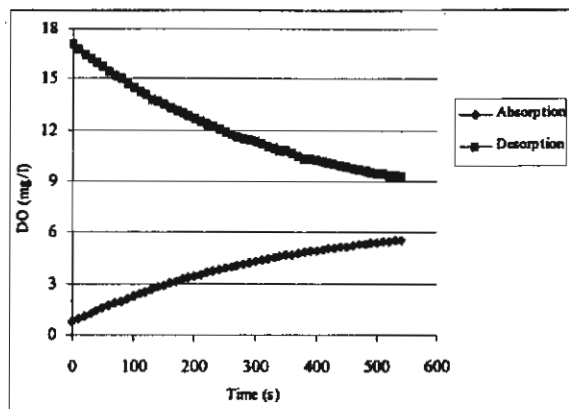


Figure 2 DO variation in different processes

by the Figure 2. The variation of DO concentration is completed by either pure oxygen injection or chemical addition.

3.2.1 Calibration of DO Probe

Calibration of DO probe is necessary for the precise measurement. The methods used in this experiment consist of zero check and saturation check. The zero check is run every time after the probe is turned on, by putting probe into a 1-L tube added by 1 g sodium sulphite and 1 mg cobalt. With excess chemical, the water in the tube should contain zero dissolved oxygen. Saturation check can be done before and after measurement, according to the operation manual for the probe [3].

3.2.2 Temperature Measurement

The temperature of test water can be read from the DO meter. The variation of temperature shall be with an accuracy of $\pm 0.5^\circ\text{C}$ at the beginning and the end of each test [1].

3.2.3 Airflow Rate Measurement

A laboratory flowmeter made by G.A. Platon Ltd is used to measure the airflow rate. The accuracy of the flowmeter has been checked before application. The inverse measuring cylinder filled with water was used to calibrate air flowrate. The airflow of 1550 cm³/min was applied in the measurement.

3.2.4 Water quality

TDS (Total Dissolved Solid) and conductivity of the test water were measured by a conductivity meter, when each test was finished. If TDS shows a value higher than 2000 mg/L, the test water (clean water) shall be changed.

3.2.5 Adding Chemicals (Absorption Measurements)

All the chemicals should be dissolved before they are added. The amount of sodium sulphite should be 10-15% more than the calculated result due to a lag time for admixture. Normally a cobalt concentration in water of 0.5 mg/L is sufficient. If the test water is kept same, one time of addition of cobalt is enough. Cobalt should be added before sodium sulphite.

3.2.6 Desorption Measurements

Pure oxygen and air tubes were connected to a three-way valve fitting the other end to the diffuser. Pure oxygen was fed from an oxygen cylinder by a pressure-regulator valve through the diffuser into the clean water. When the DO concentration was increased to about 17 mg/L, the regulator was shut off and the air pump was switched on.

3.2.7 Data Collection

With absorption method, when the concentration of oxygen increases from zero, the test data can start at about $C = 0.1 C_{s,T}$. The end point of the test

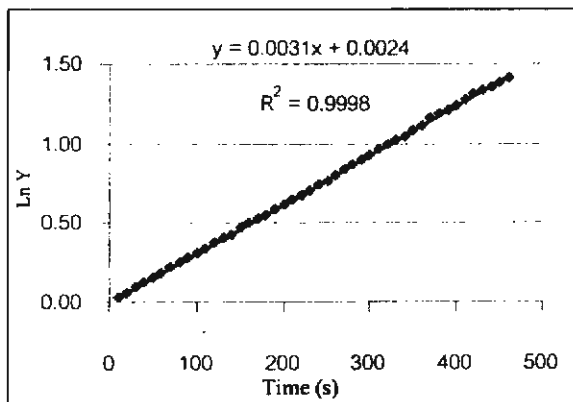


Figure 3 Plot of LnY versus time

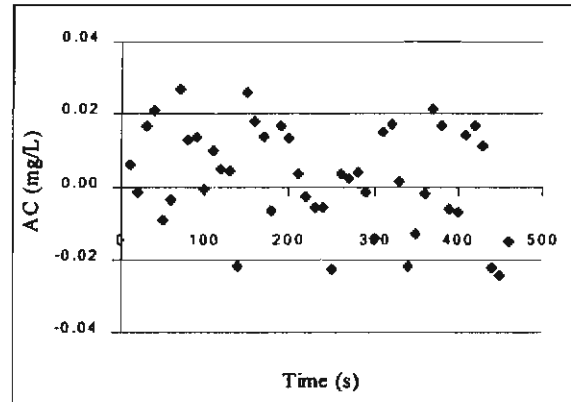


Figure 4 Plot of residues of DO from a test
AC: Difference between the measured DO and the predicted DO

should not exceed $0.8 C_{s,T}$. At least 30 values should be collected for the data analysis. Desorption method demands a start point that is 10 mg/L higher than the saturation value.

4. Data Treatment

Linear regression method is used to analyze the data from the experiment. This method is based on the model through the DO-versus-time data. However, equation (5) gives a nonlinear relationship between DO concentration and time. Transformation of this equation is necessary before it is applied. A linear relationship can be obtained by equation (8).

$$\ln \left(\frac{C_s - C_t}{C_s - C_0} \right) = K_L a_T * t \quad (8)$$

See in Figure 3, the slope of the plot between $\ln Y = \ln \left(\frac{C_s - C_t}{C_s - C_0} \right)$ and time giving a value of is 0.0031 s^{-1} . The best estimates of the parameters, $K_L a_T$, is selected as the values that drive the model equation through the prepared DO concentration-versus-time data points with a minimum residual sum of squares [2]. The residual refers to the difference in concentrations between a measured DO value at a given time and the DO value predicted by the model at the same time (Figure 4).

If the residue shows a curve, normally the initial values of DO concentration are falsified by the lagging sodium sulphite oxidation or unstable mixing conditions. Incorrect values at the end of the curve could influence the curved path of residues. So, a new calculation is necessary, leaving out several initial values or several final values [1].

5. Result and Discussion

5.1 Determination of $K_L a_{20}$ in Clean Water

Absorption method is adopted to measure the oxygen transfer rate in clean water. Results have been converted into the standard condition by a temperature correction factor shown in equation (1). Figure 5 shows the results from the water sample with a depth of 0.30m. One thing should be noticed that the following results are not trying to explain the relationship between temperature and $K_L a_{20}$ or SOTE. Theoretically, values of $K_L a_{20}$ should be same due to the temperature correction.

The values of $K_L a_{20}$ are between 8.3 and 9 h^{-1} in the range of tested water temperature of 27.6-29°C. The mean $K_L a_{20}$ is 8.60 h^{-1} . Temperature, water depth, and airflow could be the influence factors.

The results of SOTE values are within the range of 4.52-4.81% as shown in Figure 6. The values are much smaller than the reference numbers because of the low water depth. Water turbulence may affect the probe readings. Accurate probe

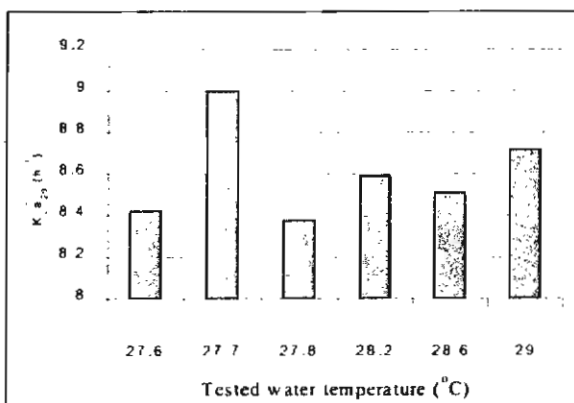


Figure 5 Results of transfer rate in clean water by absorption measurement

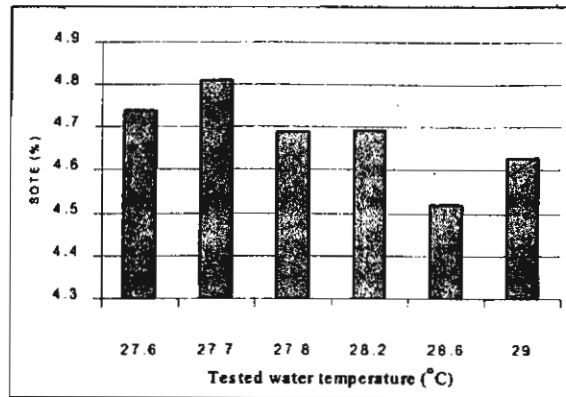


Figure 6 Results of SOTE in clean water

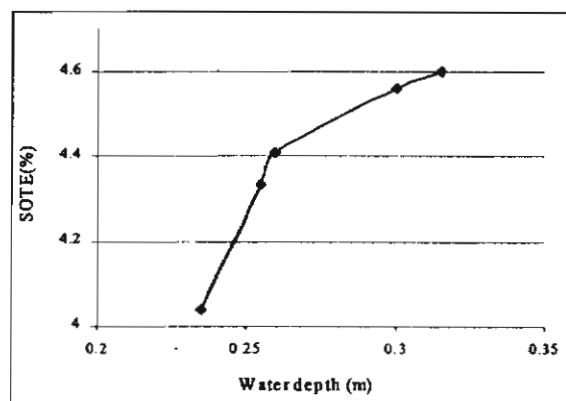


Figure 7 Effect of water depth on SOTE

readings generally require a liquid velocity of at least 0.3 m/sec near the water interface [2]. In this experiment, we avoid stagnation by rapidly moving the probe through the sample [3].

5.2 Influence of Water Depth

Desorption technique was used to verify the influence of water depth in the clean water. Five different water depths (0.24, 0.26, 0.27, 0.30, and 0.32m) are chosen as test objective.

Since the diffuser is installed at the bottom of the tank, water depth can indicate the diffuser depth. Figure 7 shows that SOTE increases with the water depth because the contact time increases between the bubble and the water. The increase of oxygen partial pressure could be another reason for SOTE's increasing [5]. However, this relationship

only gives a tendency of variation of SOTE values, instead of the precise values. Due to the small interval of water depths chosen in this experiment, it is impossible to measure the exact change of SOTE with water depth. For a precise measurement of SOTE variation with water depth, a larger interval (0.5 m or more) between water depths should be chosen.

5.3 Comparison of Absorption and Desorption Measurement

Figure 7 gives a SOTE value of 4.56% at water depth 0.3m by desorption measurement, which is within the range of 4.52-4.81% (Figure 6) at the same water depth from absorption measurement. Both methods can meet the requirement for clean water measurement. With addition of chemicals in absorption measurement, TDS shall be controlled under 2000 mg/L; while no consideration of TDS is necessary with desorption measurement. The economic factor shall be taken into consideration when choosing a method. The comparison of cost between pure oxygen and chemicals added can be investigated further.

6. Conclusion

The practice of absorption and desorption methods for measurement of oxygen transfer coefficient in the laboratory, have been presented in this paper. The test condition should be controlled

strictly, such as temperature, airflow rate and stir of water. The precision of experiment can be improved by applying more DO probes at the different test points.

7. Acknowledgement

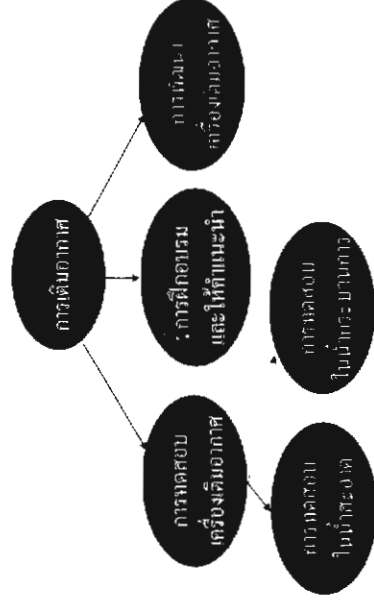
The authors would like to acknowledge. The Thailand Research Fund for financial support. They also would like to thank Department of Chemical Engineering of KMITNB and IAESTE Thailand for their kind help.

References

1. German ATV Standards : Measurement of the Oxygen transfer in Activated Sludge Aeration Tanks with Clean Water and in Mixed Liquor. pp.1-54. 1996.
2. ASCE Standard : Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water. Second Edition. pp.1-42. 1992.
3. Operations Manual for YSI 550 Handheld Dissolved oxygen and Temperature System, YSI Incorporated. pp.1-27.
4. pr-European Standard : Wastewater treatment plants - Part 15 : Measurement of the oxygen transfer in clean water in activated sludge aeration tanks: pp.1-16. 1999.
5. ASCE Water Environment Federation : Aeration A Wastewater Treatment Process. pp.21-71.1996.

พันธกิจ

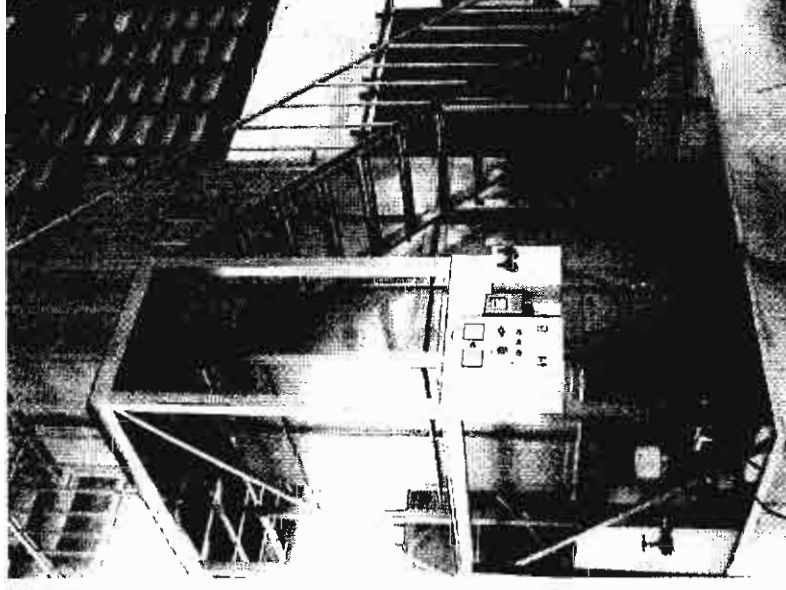
1. จัดตั้งศูนย์ทดสอบเครื่องเติมอากาศตามมาตรฐานสากล และให้บริการตรวจประเมินเครื่องเติมอากาศ
2. ร่างข้อกำหนดการตรวจประเมินเครื่องเติมอากาศที่เหมาะสม
3. ดำเนินการพัฒนาเครื่องเติมอากาศประสิทธิภาพสูง
4. ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเติมอากาศสู่ผู้ประกอบการและผู้สนใจ
5. อบรมและให้คำแนะนำกับผู้ประกอบการและผู้ซื้อเครื่องเติมอากาศ



แผนภูมิการดำเนินงาน

หลักการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ คือ การกำจัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้สารเคมี ได้แก่ โซเดียมซัลไฟ จากนั้นเริ่มให้ออกซิเจนออกซิเจนละลายกลับลงไปให้น้ำจนถึงจุดอิ่มตัว เมื่อเก็บข้อมูลออกซิเจนละลายในน้ำที่เวลาต่าง ๆ แล้วสามารถนำมาคำนวณหา standard oxygen transfer rate, SOTR

ประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ นิยมรายงานในเทอมประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐาน (standard aeration efficiency, SAE) และประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจน (oxygen transfer efficiency, SOTE)



ถังทดสอบของศูนย์วิจัยฯ ขนาด 15 ลูกบาศก์เมตร

ผู้ประกอบการหรือบุคคลที่สนใจในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ หรือต้องการแลกเปลี่ยนความรู้ หรือให้คำแนะนำ สามารถติดต่อโดยตรงได้ที่ “ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ”

ผศ.ดร.อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

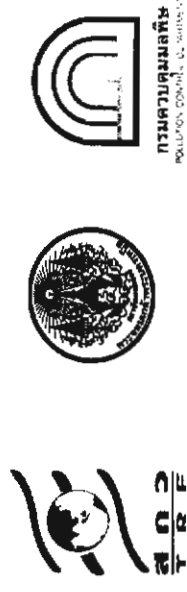
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

โทรศัพท์ 0-29132-500 ต่อ 8230 และ 8231

โทรสาร 0-25870-024

E-mail arp@kmitb.ac.th



ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ*

The Center of Aeration Research and Testing

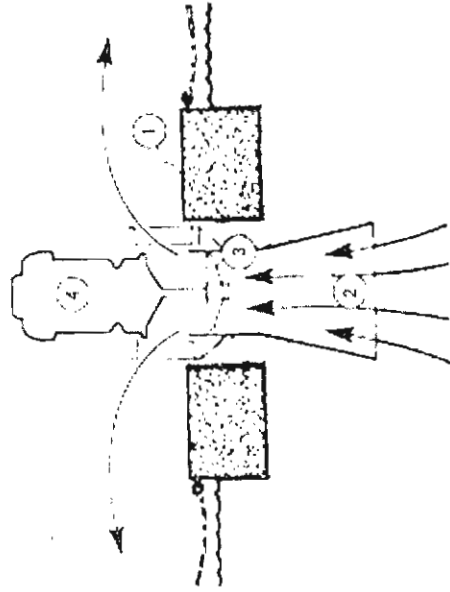
นี่เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต การบำบัดน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมก่อนระบายสู่แหล่งน้ำสาธารณะจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำเพื่อรักษาแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้สามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุด การเติมอากาศเป็นกระบวนการสำคัญกระบวนการหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิก ซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศในการย่อยสลายมลสารในน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมอากาศในปัจจุบันมีหลายประเภท เช่น เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำ เครื่องพ่นฟองอากาศผ่านหัวแพร่กระจาย เครื่องเติมอากาศแบบเบสเจ็ต และ เครื่องเติมอากาศแบบวอเตอร์เจ็ต เป็นต้น



เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนวนแบบทุ่นลอย “กันหันน้ำชัยพัฒนา”

*ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย “ความเห็นในรายงานผลการวิจัยของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป”

ในการใช้งานจริง ปัจจัยที่ทำให้เกิดการประหยัพลังงานสูงสุด คือ เครื่องเติมอากาศที่มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนสูงและการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำเพื่อให้การเติมอากาศเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในบ่อเติมอากาศ ดังนั้นในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศ (เช่น ค่าการถ่ายเทออกซิเจนต่อกำลังงาน ค่าทอร์คของอุปกรณ์) การศึกษาไปรพายส์ควมเร็ว และการศึกษาการกระจายตัวของฟองอากาศในบ่อ พารามิเตอร์เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องศึกษาควผู้กับการตรวจวัดประสิทธิภาพของการถ่ายเทออกซิเจน

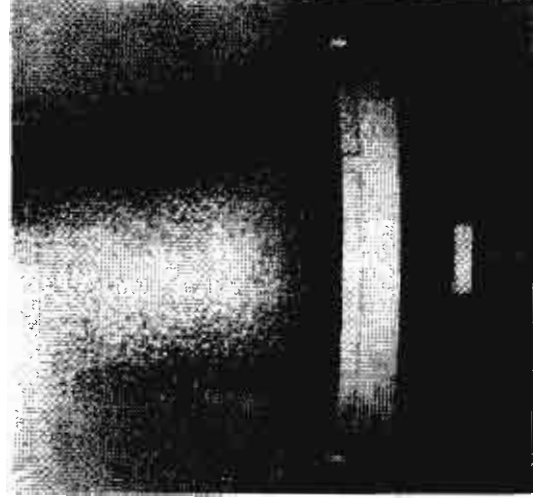


1. Ring float tethered 4 ways with cables to the tank walls.
2. Draft tube
3. Propeller and sling-ring on motor shaft
4. Electric motor 0.75 hp 5.6 kW output rating

เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวหน้า

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศในประเทศไทย มีหน่วยงานที่รองรับในวงจำกัด ทำให้การพัฒนาเครื่องเติมอากาศประสบอุปสรรคในการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องที่ได้จัดสร้างขึ้น การทดสอบเครื่องเติมอากาศที่ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นจึงมักจะประสบปัญหาในการวัดค่าการถ่ายเทออกซิเจน

นำไปใช้งานจริง ทำให้มีข้อจำกัดในการทดสอบ ส่งผลให้การวัดประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งศูนย์วิจัยฯคือหาแนวทางตรวจประเมินเครื่องเติมอากาศตามหลักวิชาการ โดยได้รับความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับกรมควบคุมมลพิษ การจัดหาเครื่องมือมาตรฐานในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศตามมาตรฐานสากล การวิจัยพื้นฐานในการเติมอากาศลงในน้ำ และการให้ความรู้กับประชาชนและผู้ประกอบการที่สนใจ ซึ่งการตรวจประเมินที่ได้มาตรฐานจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเครื่องเติมอากาศใหม่ ประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด



เครื่องต้นฟองอากาศผ่านหัวแพร่กระจาย

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศที่นิยมกระทำมี 2 วิธี คือการทดสอบโดยใช้น้ำสะอาดและการทดสอบโดยใช้น้ำในกระบวนการ การทดสอบโดยวิธีการใช้น้ำสะอาดเป็นวิธีมาตรฐานที่นิยมทดสอบเนื่องจากสามารถตรวจสอบค่าอัตราการถ่ายเทออกซิเจนต่อกำลังไฟฟ้าได้สะดวก อีกทั้งการทดสอบยังสามารถวัดค่าความหนาแน่นของน้ำที่ไหลผ่านกับปัจจัยทาง

สภาวะแวดล้อม เช่น ปริมาณการละลายของออกซิเจนในตัวในน้ำ ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำทดสอบ เป็นต้น ดังนั้นในช่วงต้นของการจัดตั้งเป็นศูนย์ทดสอบการเติมอากาศจะทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศโดยใช้น้ำสะอาดเป็นหลัก ส่วนการทดสอบภาคสนามหรือการทดสอบโดยใช้น้ำในกระบวนการจะดำเนินการในช่วงถัดไป

การทดสอบการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดมีมาตรฐานอยู่หลายมาตรฐานทั้งในสหรัฐอเมริกาและในยุโรป อย่างไรก็ตามมีเพียง 2 มาตรฐานที่ได้รับความนิยมในการนำไปทดสอบ คือ มาตรฐานการวัดการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดของ ASCE สหรัฐอเมริกา และมาตรฐาน ATV ของสหพันธ์รัฐเยอรมนี และอีกหนึ่งร่างมาตรฐานที่กำลังจะประกาศใช้ในระยะเวลาคอนใกล้ คือ มาตรฐาน EN 12255-15 ซึ่งทั้งหมดใช้หลักการในการวัดการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดเหมือนกัน แต่ในรายละเอียดบางรายการมีข้อบ่งชี้ที่แตกต่างกัน เช่น การกำหนดสภาวะมาตรฐานของอากาศที่เข้าเครื่องเติมอากาศที่สภาวะแตกต่างกัน เป็นต้น

ความสำคัญของการรักษาสภาวะแวดล้อมให้สะอาดเป็นภาระกิจที่ทุกคนพึงกระทำ การพัฒนาและการเลือกใช้เครื่องเติมอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นภาระของผู้ประกอบการและรัฐที่ต้องลงทุน การคิดแปลงแก้ไขเครื่องเติมอากาศที่ติดตั้งไปแล้วหรือการติดตั้งระบบเติมอากาศรุ่นใหม่เมื่อการพัฒนาเครื่องเติมอากาศประสิทธิภาพสูงเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้องแล้วในระยยาวย่อมส่งผลให้ต้นทุนในการเติมอากาศลดลง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและประเทศโดยตรง ในขณะที่ประเทศไทยยังคงเป็นประเทศที่นำเข้าแหล่งพลังงานอย่างมหาศาล ดังนั้นจะพบว่ามีประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการสร้างเครื่องเติมอากาศประสิทธิภาพสูง ย่อมก่อให้เกิดการลดการนำเข้าเครื่องจักร โดยตรงและการลดการนำเข้าแหล่งพลังงานตามที่ได้กล่าวแล้ว

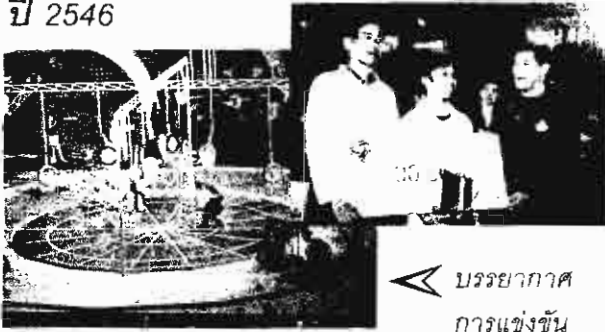


สจพ วิจัย & พัฒนา

ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่ 13 ฉบับที่ 65
กุมภาพันธ์ - กันยายน
2546

หุ่นยนต์ สจพ. ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย และได้เป็นตัวแทนประเทศไทย เข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์นานาชาติ ครั้งที่ 2 ปี 2546



บรรยากาศการแข่งขัน

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) หรือ ส.ส.ท. ได้จัดการแข่งขัน ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2546 "ตะกร้อพิชิตจักรวาล" รอบแรกเป็นรอบคัดเลือก โดยจัดขึ้นเมื่อวันอาทิตย์ที่ 23 มีนาคม 2546

เรื่องในฉบับ

ผลงานวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม

- ☐ หุ่นยนต์ สจพ. ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย และได้เป็นตัวแทนประเทศไทย เข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์นานาชาติ ครั้งที่ 2 ปี 2546....1
- ☐ บริณญาเอกคนแรกของ ME กับงานวิจัย "การนำไหมร่วมระหว่างมัลลัสยอุมชน กับลิ้นในเตาเผาแบบฟลูอิดไธเบด".....2
- ☐ บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ ระดับนานาชาติ.....3
- ☐ คณะอาจารย์เสนอขอทุนการวิจัยในเวทีนานาชาติ.....4

ส่งเสริมวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม

- ☐ อาจารย์ สจพ. ได้รับทุนวิจัยจากแหล่งทุนภายนอก5
- ☐ MTEC ให้การสนับสนุนการจัดตั้งหน่วยเทคโนโลยีเฉพาะทาง.....5

แนะนำห้องปฏิบัติการวิจัย

- ☐ ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ.....6

แหล่งทุนวิจัย

- ☐ สกว. ประกาศรับข้อเสนอโครงการวิจัย "อุตสาหกรรม ยางพาราและผลิตภัณฑ์ยาง".....8
- ☐ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ขอเชิญนักวิจัย สมัครขอรับทุนจากสภาวิทยาศาสตร์แห่งโลกที่สาม (The Third World Academy of Sciences, TWAS).....8

นายกร ทัพพะรังสี รองนายกรัฐมนตรี มอบรางวัลแก่ผู้ชนะเลิศ

เพื่อคัดเลือกทีมผู้เข้าแข่งขันจาก 40 ทีม ให้เหลือเพียง 16 ทีม ซึ่งทีมที่ผ่านเข้ารอบทั้ง 16 ทีมนี้ จะได้รับงบประมาณสนับสนุนในการสร้างหุ่นยนต์ ทีมละ 20,000 บาท และเมื่อวันที่ 7-8 มิถุนายน 2546 เป็นการแข่งขันคัดเลือกจาก 16 ทีมให้เหลือเพียง 8 ทีม ซึ่งทีม Yuppicide และทีม C.A.D. จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.) ได้ผ่านเข้ารอบชิงชนะเลิศ และยังได้รับรางวัลเทคนิคยอดเยี่ยมอีก 1 รางวัล

ทีม Yuppicide มีผู้ร่วมทีม คือ นายพงษ์พัทธ์ อักษรพันธ์ นายดนัย นามโนรา และนายวิวัฒน์ พงศ์สุวรรณ มี อ. ชัยยุทธ บุรณะสิงห์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ส่วนทีม C.A.D. มีผู้ร่วมทีม คือนายสรศักดิ์ หฤธรรมะเริงรา นายเอกลักษณ์ เวศนาลักษณ์ และนายเอกวิทย์ รัตนสุวรรณ มี ผศ.ดร. วรา วราวิทย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และเมื่อวันอาทิตย์ที่ 15 มิถุนายน 2546 ได้มีการแข่งขันรอบสุดท้าย ณ สนามอินดอร์สเตเดียม หัวหมาก เป็นการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศ ผลปรากฏว่า ทีม Yuppicide ชนะทีมพิเศษ บอท จากมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ด้วยคะแนน 26 : 16 ได้เป็นแชมป์ประเทศไทย และได้รับถ้วยรางวัลชนะเลิศพร้อมเงินรางวัล 100,000 บาท และยังได้เป็นตัวแทนประเทศไทย เพื่อเข้าแข่งขันหุ่นยนต์นานาชาติ ครั้งที่ 2 ABU (Asia - Pacific Robot Contest) หรือ ABU Robocon ที่ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพ ซึ่งจะจัดขึ้นในวันอาทิตย์ที่ 24 สิงหาคม 2546 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โดยจะมีชาติต่างๆ ในเอเชีย-แปซิฟิกอีก 20 ชาติ เข้าร่วมการแข่งขันในครั้งนี้

อ่านต่อหน้า 3

ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ *The Center of Aeration Research and Testing*

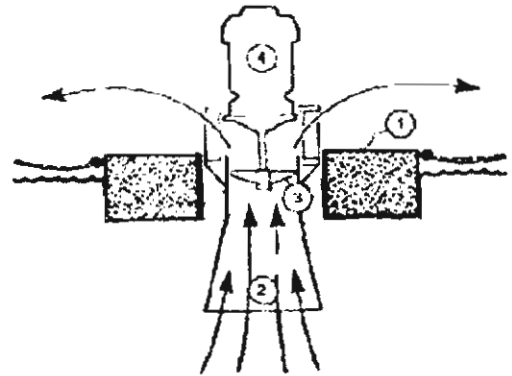
ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ความเป็นมาในการจัดตั้งศูนย์วิจัย

น้ำเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต การบำบัดน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนรวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมก่อนระบายสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จึงจำเป็นต้องกระทำเพื่อรักษาแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้สามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุด การเติมอากาศเป็นกระบวนการสำคัญกระบวนการหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิก ซึ่งอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศในการย่อยสลายมลสารในน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมอากาศในปัจจุบันมีหลายประเภท เช่น เครื่องกวนกลผิวน้ำ การพ่นฟองอากาศผ่านหัวแพร่กระจาย เครื่องเติมอากาศแบบเจ็ท และเครื่องเติมอากาศแบบวอเตอร์เจ็ท เป็นต้น

ในการใช้งานจริงปัจจัยที่ทำให้เกิดการประหยัพลังงานสูงสุด คือเครื่องเติมอากาศที่มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนสูง และการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ เพื่อให้การเติมอากาศเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในบ่อเติมอากาศ ดังนั้น ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศเพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนจึงต้องมีการศึกษาไปรฟาสัยความเร็วและการกระจายตัวของฟองอากาศในบ่อ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศในประเทศไทยมีหน่วยงานที่รองรับในวงจำกัด ทำให้การพัฒนาเครื่องเติมอากาศประสบอุปสรรคในการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องที่ได้จัดสร้างขึ้น ซึ่งจากประสบการณ์ของคณะผู้วิจัย พบว่าการทดสอบเครื่องเติมอากาศที่ออกแบบและสร้างขึ้นใหม่มักจะถูกทดสอบในถังน้ำ (ขนาด 2-5 ลูกบาศก์เมตร) หรือทดสอบโดยการใช้งานจริง (ในบ่อขนาดใหญ่ที่ทำการติดตั้งเครื่องเติมอากาศหลายตัว ทำให้การวัดประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศประสบปัญหาทางด้านราคาและวิธีการประเมินประสิทธิภาพของการทดสอบ) ดังนั้นการจัดตั้งศูนย์ทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศตามหลักวิชาการ จึงนำมาซึ่งประโยชน์ในการตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศที่มีขายอยู่ในท้องตลาด หรือเครื่องเติมอากาศที่จัดสร้างขึ้นใหม่โดยคณะผู้วิจัยเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดตั้งศูนย์ทดสอบที่ได้มาตรฐานจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาเครื่องเติมอากาศให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด



1. Ring float, tethered 4 ways with cables to the tank walls
2. Draft tubes
3. Propeller for air slinging or motor shaft
4. Electric motor, 0.75 hp 50 Hz output rating

เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำ



เครื่องพ่นฟองอากาศผ่านหัวแพร่กระจาย

มาตรฐานการทดสอบเครื่องเติมอากาศ

การทดสอบการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดมีมาตรฐานอยู่หลายมาตรฐานทั้งในสหรัฐอเมริกาและในยุโรป อย่างไรก็ตามมีเพียง 2 มาตรฐานที่ได้รับความนิยมในการนำไปทดสอบมาตรฐานการวัดการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดของ A สหรัฐอเมริกา และมาตรฐาน ATV ของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี และอีกหนึ่งร่างมาตรฐาน คือมาตรฐาน EN 12255-15 ซึ่งกำลังใช้หลักการในการวัดการถ่ายเทออกซิเจนในน้ำสะอาดเหมือ แต่ในรายละเอียดบางรายการมีข้อปลีกย่อยที่แตกต่างกัน การกำหนดสภาวะมาตรฐานของอากาศเข้าเครื่องเติมอากาศที่สภาวะแตกต่างกัน เป็นต้น

ในประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศทำให้ความยืดหยุ่นในการทดสอบ

เดิมอากาศมีความจำกัด ดังนั้น ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ
จึงร่วมกับกรมควบคุมมลพิษ ภาครัฐ และภาคเอกชน จัดสัมมนา
เชิงปฏิบัติการเพื่อรวบรวมข้อคิดเห็นในการยกวางข้อกำหนด
การทดสอบเครื่องเติมอากาศในน้ำสะอาด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นศูนย์ทดสอบเครื่องเติมอากาศตามมาตรฐาน
สากล และให้บริการตรวจประเมินเครื่องเติมอากาศ
2. เพื่อร่างข้อกำหนดการตรวจประเมินเครื่องเติมอากาศ
ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบในประเทศไทย
3. เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องเติมอากาศประสิทธิภาพสูง
4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเติมอากาศ
ผู้ประกอบการและผู้สนใจ
5. เพื่อจัดอบรมและให้คำแนะนำกับผู้ประกอบการและผู้ซื้อ
เครื่องเติมอากาศ

หลักการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ คือการกำจัด
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้สารเคมี ได้แก่ โซเดียมซัลไฟท์ จากนั้น
รุ่มให้อากาศจนออกซิเจนละลายกลับลงไปในน้ำจนถึงจุดอิ่มตัว
เมื่อเก็บข้อมูลออกซิเจนละลายในน้ำที่เวลาต่าง ๆ แล้ว สามารถนำมา
คำนวณค่าอัตราการถ่ายเทออกซิเจนที่สภาวะมาตรฐาน (Standard
oxygen Transfer Rate, SOTR) ประสิทธิภาพการเติมอากาศมาตรฐาน
Standard Aeration Efficiency, SAE) และประสิทธิภาพการถ่ายเท
ออกซิเจน (Standard Oxygen Transfer Efficiency, SOTE)

ผลงานที่ผ่านมา

1. จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ 2 ครั้ง เพื่อร่างข้อกำหนด
การทดสอบเครื่องเติมอากาศให้เป็นสากล ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 10
เมษายน 2545 มีหน่วยงานเข้าร่วมสัมมนาเป็นผู้ประกอบการ
และหน่วยงานราชการ ส่วนครั้งที่ 2 จัดขึ้นระหว่างวันที่ 13-14
เมษายน 2546 โดยมีหน่วยงานที่เข้าร่วมสัมมนาเป็นผู้ประกอบการ
และหน่วยงานราชการ จำนวน 10 หน่วยงานเช่นเดียวกัน

2. ทดลองวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศในระดับ
ห้องปฏิบัติการและเครื่องเติมอากาศขนาดกำลังต่ำกว่า 5 แรงม้า

3. ศึกษาการวัดค่าแอลฟาแฟคเตอร์ของน้ำเสียชุมชน
ารบริการวิชาการของศูนย์

1. รับทดสอบและตรวจประเมินประสิทธิภาพเครื่องเติม
อากาศ ขนาดต่ำกว่า 20 แรงม้า

2. จัดการฝึกอบรมให้กับผู้ประกอบการหรือผู้สนใจเข้าใจ
หลักการทํางานและทดสอบเครื่องเติมอากาศ

3. รับบริการปรึกษาและทำวิจัยด้านการเติมอากาศ และ
เครื่องเติมอากาศร่วมกับหน่วยงานของรัฐและเอกชนที่สนใจ

โครงการวิจัยที่จะดำเนินการในอนาคต

1. ศึกษาวิธีการทดสอบเครื่องเติมอากาศโดยใช้น้ำ
กระบวนการ (Process Water)
2. วิจัยเครื่องเติมอากาศประสิทธิภาพสูง
3. ศึกษาสมบัติของน้ำเสีย เช่น แอลฟาแฟคเตอร์
เพื่อประโยชน์ในการนำไปออกแบบระบบเติมอากาศ
4. ศึกษา Hydrodynamics ของการเติมอากาศ
5. การใช้ประโยชน์จากการใช้น้ำสูงสุด



▲ ถังทดสอบเครื่องเติมอากาศ
ขนาด 1.5 x 2 x 5 เมตร
ที่โรงงานภาควิชา
วิศวกรรมเคมี สจพ. กรุงเทพฯ



▲ ร่องอริการบดี
ฝ่ายวิจัยและ
ประกันคุณภาพ
การศึกษาเป็นประธาน
เปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
ณ ห้องลานชมพู
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สจพ. กรุงเทพฯ



◀ ถังทดสอบ
เครื่องเติม อากาศ
ขนาด 6 x 6 x 5 เมตร
ที่ สจพ. ปราจีนบุรี

บุคลากร



ผศ.ดร. อนุรักษ์ ปิตรีกษ์สกุล
หัวหน้าโครงการ

ดร.ภาวนี นรัตถรักษา
ผู้ร่วมวิจัย

ดร.พนิตนาฏ จันทรานุกภาพ
ผู้ร่วมวิจัย

อ. สุริยันต์ เทียมเพ็ชร
ผู้ร่วมวิจัย

อ. สมร หิริญประดิษฐ์กุล
ผู้ร่วมวิจัย

นายวรวิทย์ มีทรัพย์

นักศึกษาปริญญาโท

นายศราวุธ ปิ่นมูข

นักศึกษาปริญญาโท

ภาคผนวก ค

สัมมนาเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง

ข้อกำหนดในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ ครั้งที่ 1

วันศุกร์ที่ 10 พฤษภาคม 2545

ณ ห้องลานชมพู ชั้น 4 ตึก 81 คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

08.300-09.00	ลงทะเบียน	หน้าห้องลานชมพู
09.00-09.15	พิธีเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ โดยท่านรองอธิการบดี	รศ.ชาญ อดุลงาน รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา
09.15-09.45	แนวทางการตรวจประเมินเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ	ดร.ชนินทร์ ทองธรรมชาติ ผอ.สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ
09.45-10.15	โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ	อ.สุริยันต์ เทียมเพชร อ.ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี สจพ.
10.15-10.30	พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม	ห้องรับรอง
10.30-11.00	มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ	ผศ.ดร.อนุรักษ์ ปิตรีกษ์สกุล อ.ประจำภาควิชาวิศวกรรมเคมี สจพ.
11.00-11.30	เทคนิคการวัด DO	ห้างหุ้นส่วนจำกัด หริกุล
11.30-12.00	เทคนิคการวัดกำลังของเครื่องเติมอากาศ	อ.บัลลังก์ เนียมมณี อ.ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สจพ.
12.00-13.00	พักรับประทานอาหารกลางวัน	ห้องรับรอง
13.00-15.00	สัมมนากลุ่มย่อย*	
15.00-15.15	พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม	ห้องรับรอง
15.15-16.30	รายงานผลการประชุมกลุ่มย่อย	
16.30	สรุปผลการประชุมและปิดการประชุม	

*หมายเหตุ การประชุมกลุ่มย่อยในช่วงบ่ายจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะและประสบการณ์ในหัวข้อ

1. สภาวะในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ
2. ข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ
3. การเขียนรายงานการทดสอบเครื่องเติมอากาศ
4. แนวทางการรายงานผลใน catalog ของผู้ผลิตและผู้จำหน่าย
5. ขั้นตอนการยื่นเอกสารเพื่อการตรวจประเมิน

ผู้เข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง "ข้อกำหนดในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ ครั้งที่ 1"
วันศุกร์ที่ 10 พฤษภาคม 2545
ณ ห้องประชุมพญ อาคาร 81 ชั้น 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ลำดับที่	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่ง
รศ. ชญา ถานังงาน	สจพ.	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา (ประธานพิธีเปิดงานสัมมนา)	
ดร. ชมนทร์ ทองธรรมชาติ	สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ	ผอ.สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ (วิทยาการบรรยายพิเศษ)	
นาย สุรียนต์ เทียมเพ็ชร	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.	อาจารย์ (วิทยาการ)	
ดร. อนุรักษ์ ปิตร์รักษ์สกุล	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (วิทยาการ)	
นาย วุฒิกกร หริพจน์พรกุล	ห้างหุ้นส่วนจำกัด หรีกูล	ผู้จัดการฝ่ายขาย (วิทยาการ)	
นาย บัลดลังก์ เนียมมณี	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.	อาจารย์ (วิทยาการ)	
นาย สมชัย เผือกเงิน	บริษัท ไฟลโกลด์ แมนูแฟคเจอร์ จำกัด	ผู้จัดการโรงงาน	
นาย ไพโรจน์ ตั้งจิตต์ภราดร	บริษัท ไฟลโกลด์ แมนูแฟคเจอร์ จำกัด	R&D	
นาย โกมล ทพพันธ์ดี	บริษัท ฟีนิกซ์ สยาม จำกัด	ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายขาย	
นาย วรชาติ เมืองสอน	บริษัท รังเวอร์ เอนจิเนียริง จำกัด	ผู้จัดการแผนกซ่อมและบริการ	
นาย ปองพล ภูมิวิเศษ	บริษัท รังเวอร์ เอนจิเนียริง จำกัด	วิศวกรเครื่องกล	
นาย สรเสริญ ธรรมากิมณต์	บริษัท รังเวอร์ เอนจิเนียริง จำกัด	พนักงานขาย	
นาย จิสรุทธ์ จัยสวัสดิ์	บริษัท รังเวอร์ เอนจิเนียริง จำกัด	วิศวกรขาย	
นาย พงศัย นิมเจริญวรรณ	Inox International Co., Ltd.	ผู้จัดการฝ่ายผลิตภัณฑ์	
น.ส. ภาสินี ศิริวรรณะ	Inox International Co., Ltd.	เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด	
นาย ชชาติชาย ยมะคุปต์	ศูนย์ปฏิบัติการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรม (กำแพงแสน)	อาจารย์	
ดร. อีร์วัฒน์ มงคลธวัชรรัตน์	ภาควิชาเคมี สจล.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	
น.ส. สายใจ บุญเที่ยง	World Mechanics & Works Co., Ltd. (บจก.สหคิม)	วิศวกรขาย	
นาย กรวิทย์ ไธชนะ	World Mechanics & Works Co., Ltd. (บจก.สหคิม)	Sales Executive	

ผู้เข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง "ข้อกำหนดในการทดสอบเครื่องเติมอากาศ ครั้งที่ 1"
วันศุกร์ที่ 10 พฤษภาคม 2545
ณ ห้องลานชมพู่ อาคาร 81 ชั้น 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ลำดับที่	นามสกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่ง
20	ดร. มัลลิกา ปัญญาตะโป	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ (สนามจันทร์)	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
21	น.ส. สาลินี ภูเซ็น	หจก. हरिगुल	พนักงานขาย
22	นาย เอกชัย รัตมี	บริษัท ทอเพค จำกัด	กรรมการผู้จัดการ
23	นาย สุพรต แก้วแกมคำ	บริษัท ซีเล (ไทยแลนด์) จำกัด	ผู้จัดการฝ่ายขาย
24	นาย แจม สุนศักดิ์	บริษัท ซีเล (ไทยแลนด์) จำกัด	ผู้จัดการฝ่ายการตลาด
25	น.ส. ศิริลักษณ์ ศรี	บริษัท ยู นิ เซล โพล จำกัด	วิศวกรสิ่งแวดล้อม
26	นาย ขาญพงษ์ พูลพิพัฒน์	บริษัท ยู นิ เซล โพล จำกัด	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม
27	น.ส. ประไพ แจมสายบัว	บริษัท อควา นิธิธรา จำกัด	หัวหน้าแผนกเดินระบบ
28	น.ส. วิพัฒนา พรหมศิริ	บริษัท เอสซีเอชเอ็น ออฟ ทรี จำกัด	ผู้จัดการฝ่ายขายและการตลาด
29	นาย พิเศษ บุญยศิริวัฒน์	บริษัท ลูฟท์เทค จำกัด	วิศวกรฝ่ายขาย
30	นาย ก้องสมุทร วีระวัฒน์	บริษัท ลูฟท์เทค จำกัด	วิศวกรฝ่ายขาย
31	นาง วรณกุล บำรุงสวัสดิ์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์
32	ดร. ภาวนี นริศตรักษา	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์ (ผู้ดำเนินรายการกลุ่มย่อย)
33	ดร. มณฑิลา แห่งทรัพย์เจริญ	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์
34	น.ส. สมร หิรัญประดิษฐ์กุล	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์ (ผู้ดำเนินรายการกลุ่มย่อย)
35	ดร. พินิตนาถ จันทร์นภาพ	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์
36	ดร. จันทพร ผลการกุล	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์
37	นาย ภิภาณุ พงษ์ประยูร	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์
38	นาย พิจิตร เขียววงารุง	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์ (ผู้ดำเนินรายการกลุ่มย่อย)
39	นาย วิฑิต นุตะเมขลิน	บริษัท เอสซีเอชเอ็น ออฟ ทรี จำกัด	กรรมการผู้จัดการ

ประวัติผู้บรรยาย

1. ชื่อ	อนุรักษ์ ปิติรักษสกุล
เกิดวันที่	27 พฤษภาคม 2507
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2525-2528 วท.บ (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง พ.ศ. 2529-2532 วศ.ม (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2539-2543 Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK.
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สถานที่ติดต่อ	ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
โทรศัพท์	9132500-24 ต่อ 8231
ความชำนาญ	flotation and aeration Chemical kinetics
ประสบการณ์	1. ร่วมออกแบบระบบและเดินเครื่อง โรงงานผลิตสารละลายเกลือของระดับอุตสาหกรรม ขนาด 28,000 ตารางเมตร ของบริษัทนิโอเทค จำกัด จังหวัดราชบุรี ตั้งแต่ 2/2532 ถึง 2/2534 2. ออกแบบชุดอุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี เช่น อุปกรณ์วัดการสูญเสียแรงดันท่อ ข้อต่อ และ วาล์ว อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในท่อ หม้อต้มระเหย 2 ชั้นตอน (double-effect evaporator) เป็นต้น 3. ทดสอบเครื่องเติมอากาศให้กับบริษัทไฮโดรเทค จำกัด 4. สร้างเครื่อง Dissolved Air Flotation (DAF) เพื่อใช้ในการบำบัดน้ำและน้ำเสีย

2. ชื่อ นายสุริยันต์ เทียมเพชร
 เกิดวันที่ 5 กันยายน 2491 ณ อ.เมือง จ.สระแก้ว
 ประวัติการศึกษา 2511 วิทยาลัยเทคนิคไทย-เยอรมัน ขอนแก่น
 2517 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต Dipl.-Ing. (FH) in Gas-, Water-, Heating-and Cooling System
 จาก University of Applied sciences, Wolfenbuettel(Fachhochschule
 Wolfenbuettel) , Germany
 2524 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต Dipl.-Ing. in Energy & Process Engineering
 จาก Technical University of Berlin, Germany
 ตำแหน่ง อาจารย์
 สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 โทรศัพท์ 9132500-24 ต่อ 8230
 ความชำนาญ Water jet aeration, refrigeration, waterwaste and solid waste treatment

ประวัติการทำงาน

2517 – 2518 วิศวกรออกแบบงานระบบของกระบวนการในอุตสาหกรรม ประจำบริษัท Ehlert KG. เมือง
 Hildesheim, Germany.
 2524 – 2525 วิศวกรออกแบบงานระบบของกระบวนการในอุตสาหกรรมประจำบริษัท Schaeler
 Engineering GmbH, Berlin Germany.
 2525 – 2527 อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าพระนครเหนือ
 2527 – 2539 หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
 นครเหนือ
 2539 – 2542 รองผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการ สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 2542 –ปัจจุบัน รักษาการผู้อำนวยการ ศูนย์บริการเทคโนโลยี ปราจีนบุรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
 นครเหนือ

ประสบการณ์

1. พัฒนาระบบเติมอากาศลงในน้ำเสียโดยอาศัย Water jet-Air injection เพื่อสนองโครง
 การตามพระราชดำริของสถาบันฯ
3. จัดฝึกอบรมการบำบัดของเสียจากอุตสาหกรรมและของเสียชุมชน
3. ออกแบบและสร้างระบบผลิตน้ำจากน้ำทะเล

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายบัลลังก์ เนียมมณี
ที่อยู่	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800, Tel: 0291 32500, Fax: 0258 57350, Ext : 8420, 8518, Email : bln@kmitnb.ac.th , Room 4-316
การศึกษา	วศบ. (อิเล็กทรอนิกส์กำลัง) วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วศม. (ระบบควบคุม) วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิชาที่เคยสอน	- Circuit Theory - Control Engineering I - Control Engineering II - Engineering Mathematics - Electrical Drawing - Energy Conversion - Industrial Electronics
ประสบการณ์ทำงาน	- 2533-2541 วิศวกรฝ่ายติดตั้ง, วิศวกรฝ่ายบริการ, วิศวกรที่ปรึกษา และ ผู้จัดการฝึกอบรม บริษัท สยามอีตาซีเอลิเวเตอร์ จำกัด - 2541-2542 ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ บริษัท 4ENG อิเลคส์ทรอนิกส์ จำกัด - ฝึกอบรมและดูงานเกี่ยวกับการติดตั้งและการควบคุมคุณภาพ ของลิฟท์และบันไดเลื่อน ณ. ประเทศสิงคโปร์ - วิทยากรพิเศษ ให้กับสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น - อาจารย์พิเศษมหาวิทยาลัยเซนต์จอน - ที่ปรึกษาให้กับบริษัท Steel Works Products (1994)
งานวิจัย	- ตัวแปรผันทำงานในสถานะกระแสเป็นศูนย์โดยใช้สวิตช์ช่วย (A Zero Current Switching Converter with Auxiliary Switch)

ประวัติโดยย่อของอาจารย์ภาวณี นรัตถรักษา

ชื่อ ภาวณี นรัตถรักษา

Phavanee Narataruksa

เกิดวันที่ 27 มีนาคม 2514

ประวัติการศึกษา วศ.บ (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

M.Sc. (Process Integration) UMIST, UK

Ph.D (Chemical Engineering) UMIST, UK

ตำแหน่ง อาจารย์

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โทรศัพท์ 9132500-24 ต่อ 8236

ความชำนาญ Heat transfer processes

Process integration and retrofit

ผลงานการวิจัยและสิ่งตีพิมพ์

1. "Polypropylene coating by fluidized bed techniques" The third national Chemical Engineering conference, Oct.,11-12, 1993, Bangkok, Thailand.
2. "The by-pass control for heat exchangers" in the proceeding of The1998 ICHE^E research event, 1998, Newcastle Upon Tyne, UK.
3. "Design of flexible multistream plate heat exchangers" in the proceeding of The International conference on heat exchangers for sustainable development, 1998, Lisbon, Portugal.
4. "The use of a plate and frame heat exchanger as a three stream compact exchanger" in the proceeding of International conference on compact heat exchangers and enhancement technology for the process industries, 1999, Banff, Canada.
5. "Computation of plate heat exchanger thermal performance by numerical methods" " in the proceeding of The 6th UK national conference on heat transfer, 1999, Edinburgh, UK.
6. "Recover more heat with compact multistream plate and frame heat exchangers" in the proceeding of The first regional conference on energy technology towards a clean environment, 2000, Chiang Mai, Thailand.

7. "Numerical calculation of plate heat exchanger performance without the need to iterate" in the proceeding of The 2nd International conference on computational heat and mass transfer, 2001, Rio de Janeiro, Brazil.
8. "The adverse thermal effects of the end channel flows on the design of compact plate heat exchangers" in the proceeding of The 11th national Chemical Engineering conference, 2001, Nakronrachasima, Thailand.

ประวัติโดยย่อของอาจารย์สมร หิรัญประดิษฐกุล

Samorn Hirunpraditkoon

เกิดวันที่ 28 เมษายน 2509

ประวัติการศึกษา วท.บ (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

M.Eng. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

กำลังศึกษาต่อ Ph.D (Chemical Engineering) The University of Newcastle, Australia

ตำแหน่ง อาจารย์

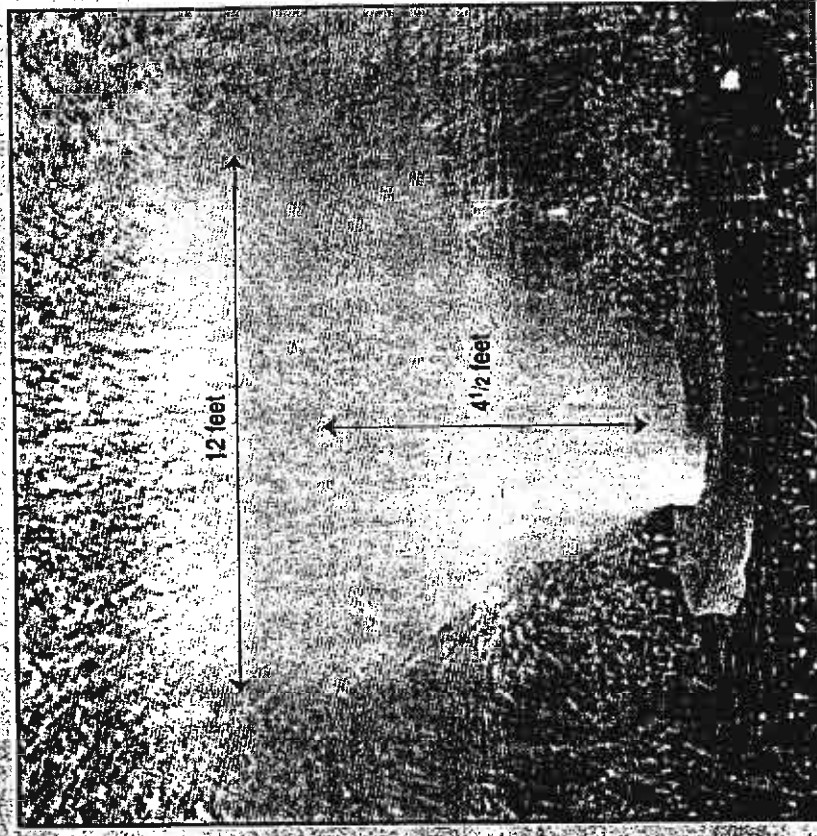
สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โทรศัพท์ 9132500-24 ต่อ 8231

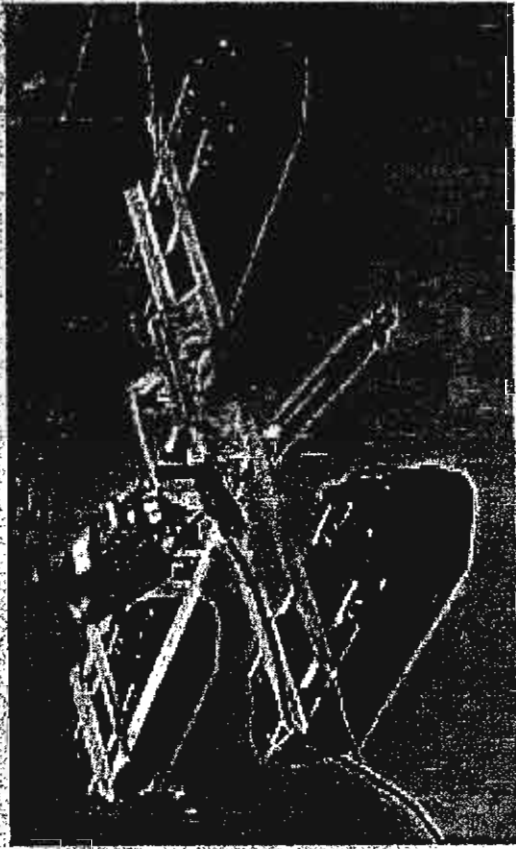
ความชำนาญ Ignition, pyrolysis, fire and combustion properties of solid waste,
Energy recovery and pollution

เครื่องเติมออกซิเจนสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทคือ

- 1. Mechanical Aerators ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น surface aerators



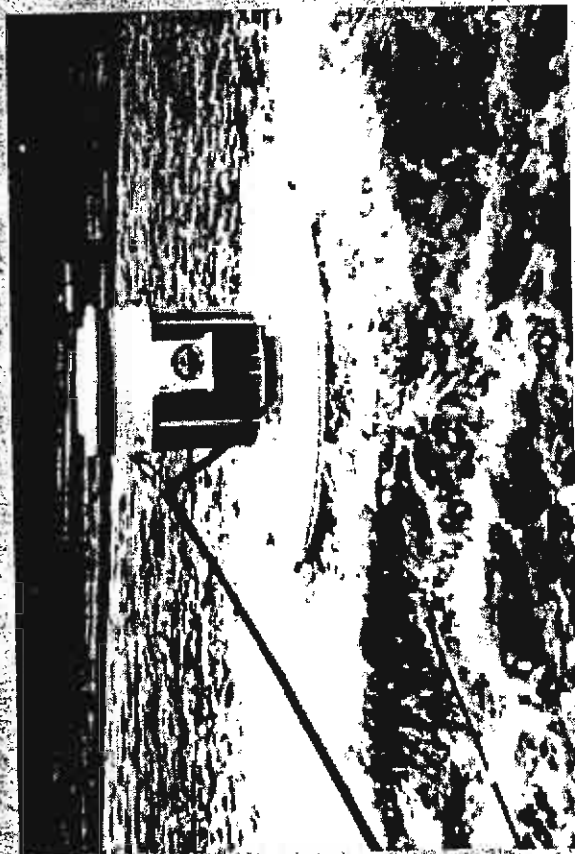
- submerge aerators(Aspirator)



floating platform
electric motor or

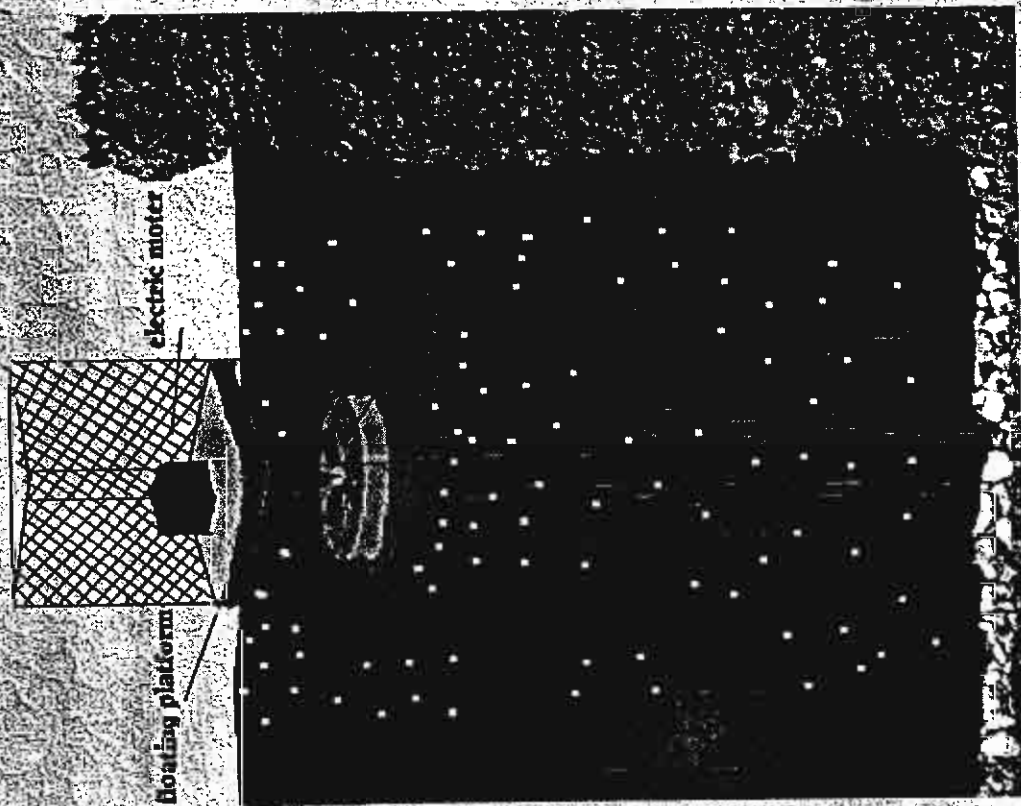


Mechanical axial flow pump

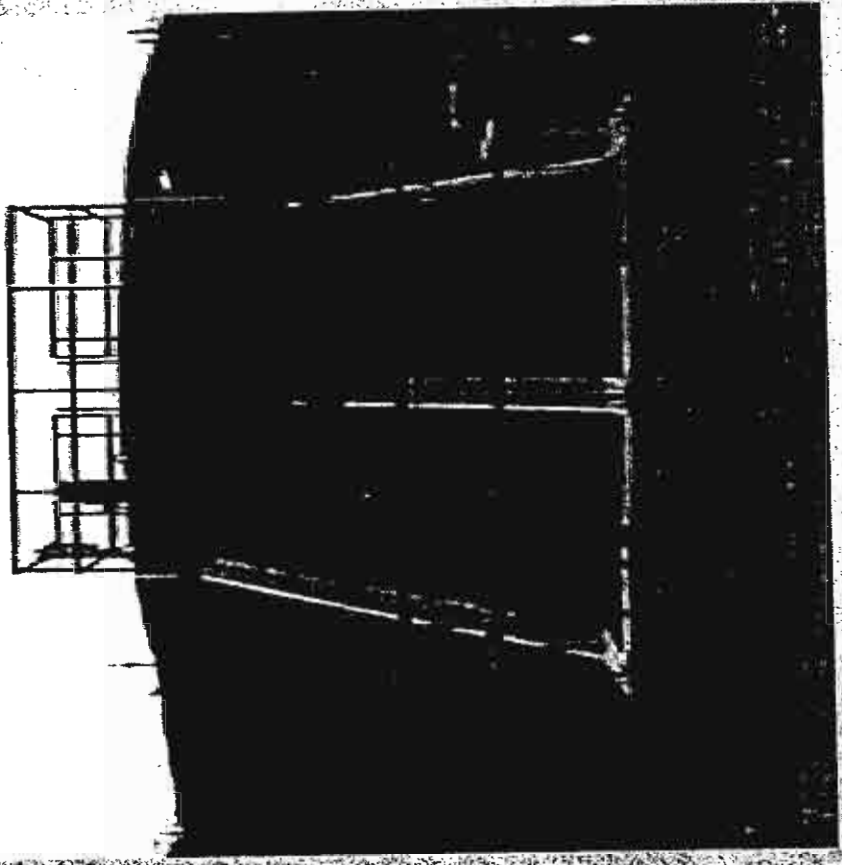
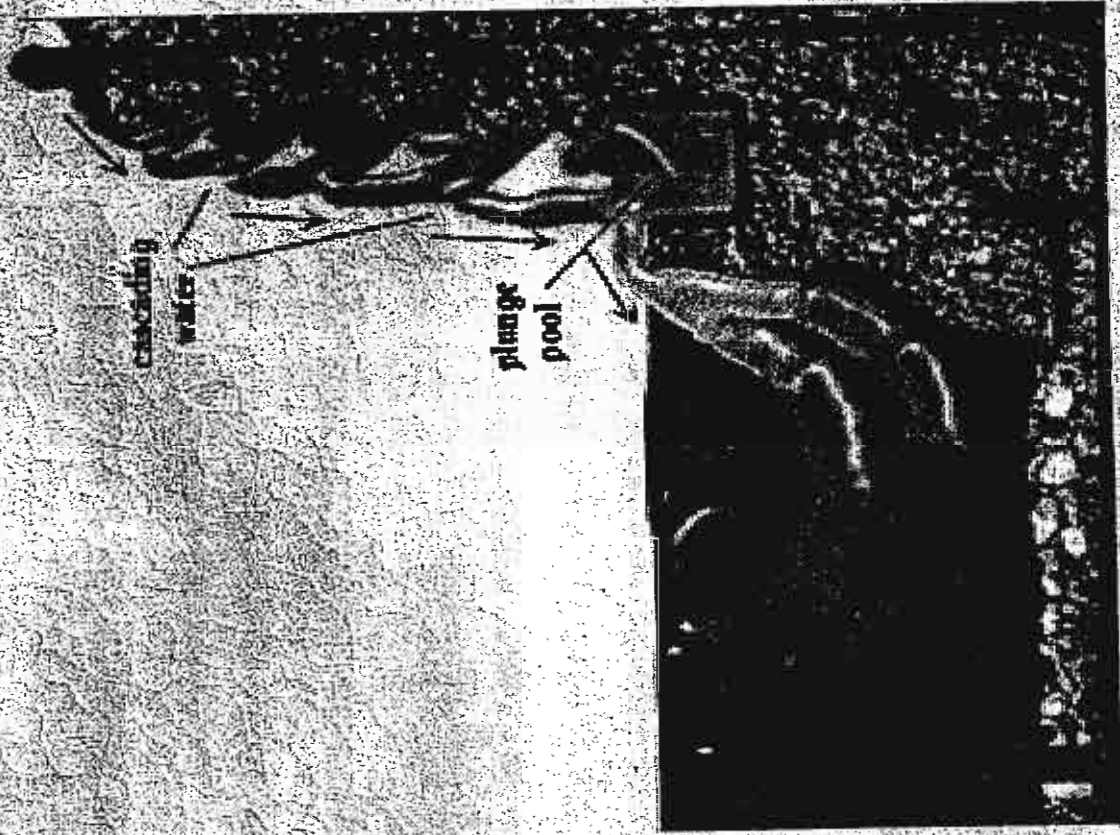


electric motor

floating platform



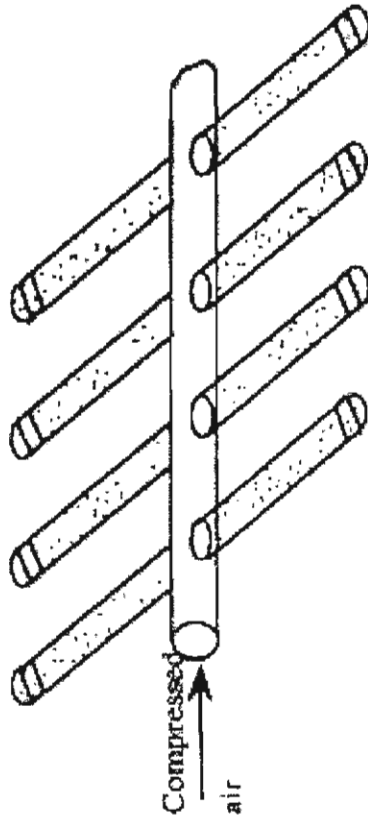
- Gravity Aerators



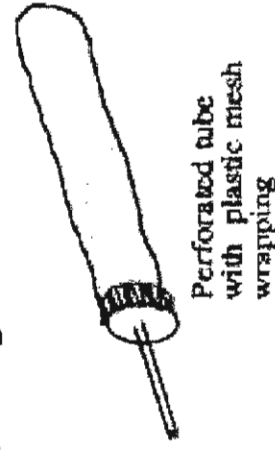
2. Diffused Aerators จะมีลักษณะการเกิดฟองที่

แตกต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับความดันที่ทำให้เกิดฟอง

ดังที่แสดงในรูป



(a) Fine bubble diffuser

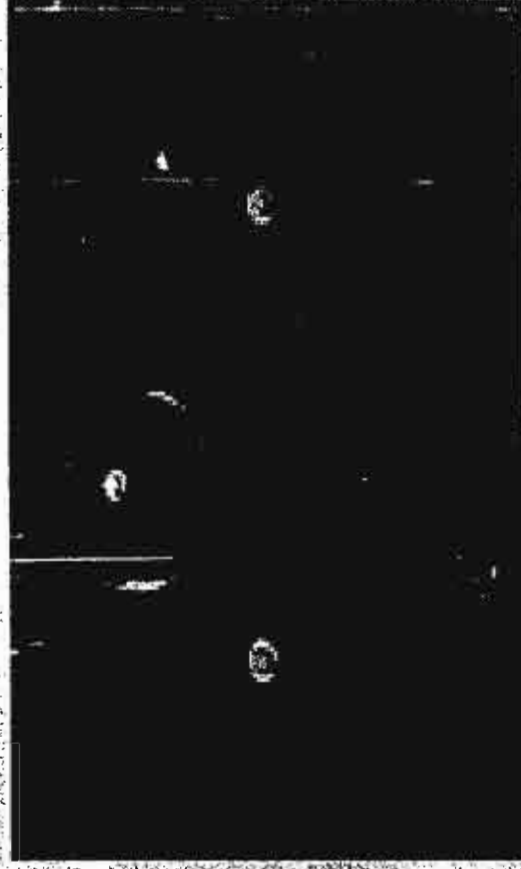


(b) Medium size bubble diffusers

Diffused aeration system

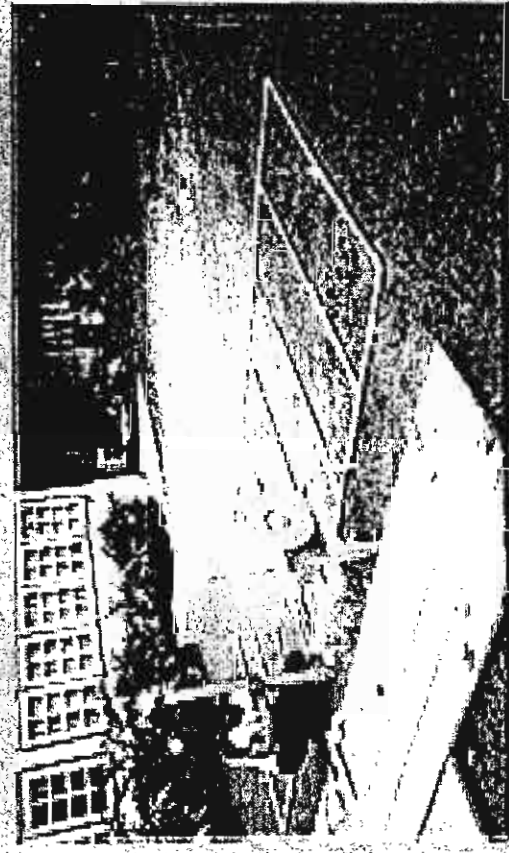
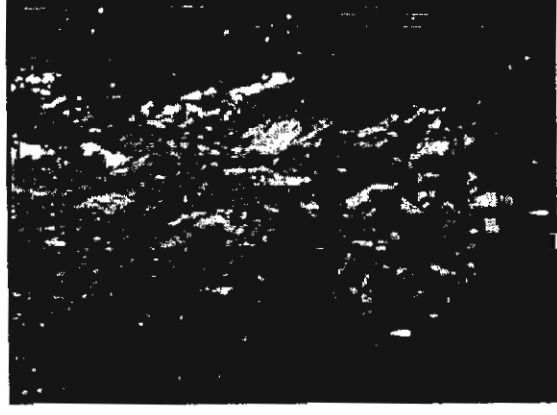
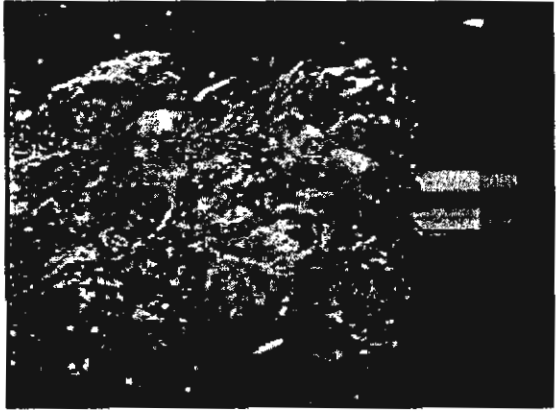
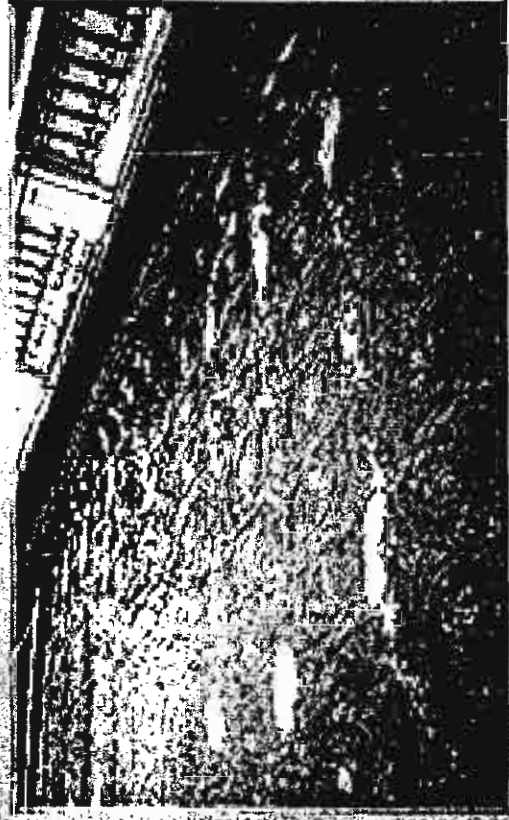
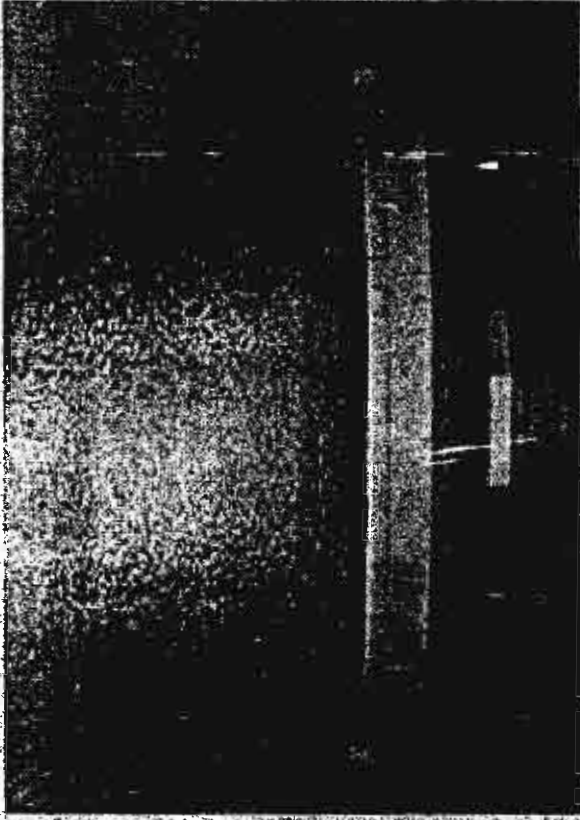


Ceramic tubular diffuser



Ceramic fine bubble diffuser

Diffuser ชนิดต่างๆ



แนวทางการจัดทำการตรวจประเมิน เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

ดร. ชรินทร์ ทองธรรมชาติ

ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ
กรมควบคุมมลพิษ



กรมควบคุมมลพิษ

ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 20 ชนิด

ผลิตภัณฑ์การบำบัดมลพิษทางน้ำ	ผลิตภัณฑ์การบำบัดมลพิษทางอากาศ
1. เครื่องเติมอากาศ	1. เครื่องกำจัดมลพิษทางอากาศแบบ
2. เครื่องกรองน้ำและตัวกลาง	ถุงกรอง
3. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำ	2. เครื่องระบายอากาศในโรงงาน
4. ระบบบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม	อุตสาหกรรม
5. ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน	3. ฉนวนป้องกันความร้อน
6. เครื่องสูบน้ำและตะกอน	
7. ถ่านกัมมันต์	

ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม20 ชนิด (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์ด้านการจัดการขยะมูลฝอย

1. ภาชนะสำหรับบรรจุมูลฝอย

2. รถเก็บขยะมูลฝอย

3. วัสดุปูพื้นสำหรับฝังกลบมูลฝอย

4. ภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายและ
กากของเสียอันตราย

5. เต้าเผาขยะมูลฝอยและกากของเสีย

อุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์ด้านการป้องกันมลพิษทางเสียง

1. เครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง

2. อุปกรณ์ป้องกันเสียงส่วนบุคคล

ผลิตภัณฑ์ด้านอื่นๆ

1. Recycling packaging

2. อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

3. สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดและป้องกัน

มลพิษ

ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

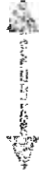
ผลการสำรวจพบว่า

- ผู้ใช้ไม่มีความมั่นใจในคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์
- ผู้ใช้ไม่ทราบว่าประเทศไทยผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆได้
และขายอยู่ในตลาด
- ร้อยละ 90 ของผู้ใช้งานในคุณภาพและประสิทธิภาพของสินค้า
หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย หากได้รับการทดสอบและรับรอง
มาตรฐาน

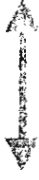
แนวทางการตรวจสอบเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในตลาดหรือกำลังจะเข้าตลาด

ผู้ผลิต

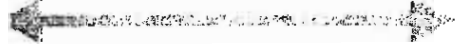


กรมควบคุมมลพิษ



หน่วยงานตรวจประเมิน

(Verification Organization)



หน่วยงานทดสอบ

(Testing Organization)

การตรวจประเมิน

ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คพ.

ส ก ว.

สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ

• เตาเผา (2545 - 46)

• เครื่องเติมอากาศ
(2545-46)

AIT หรือหน่วยงาน
อื่น

• ระบบบำบัดน้ำเสีย
สำเร็จรูป (ปี2545)

มหาวิทยาลัย

• เครื่องกรองน้ำ

• ถ่านกัมมันต์

• อุปกรณ์ตรวจวัด

คุณภาพสด.

• อื่นๆ

ขั้นตอนการทดสอบสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ **(Testing Protocol)**

- **ยังไม่มีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในประเทศไทย**
- **มาตรฐานการทดสอบของต่างประเทศ**
(JIS , US , Canada)

ประโยชน์ของการตรวจประเมินสมรรถนะด้าน สิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์

1. สืบค้นผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่ผลิตในประเทศที่ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานราชการมากขึ้น
2. ผู้มีข้อมูลด้านเทคนิคและสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ทำให้สามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์
3. เกิดการร่วมมือระหว่างภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน ผู้ผลิตในการพัฒนาสินค้าให้ดีขึ้น
4. มีข้อมูลระดับการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมของประเทศ

สิ่งที่ต้องดำเนินการต่อไป

1. สร้างรูปแบบการบริหารจัดการสำหรับระบบการตรวจประเมินผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมระหว่างกรมควบคุมมลพิษ หน่วยงานทดสอบ / ตรวจประเมิน และผู้ผลิต
2. จัดทำ Verification Protocols สำหรับผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ผลิต มหาวิทยาลัย (นักวิชาการ) หน่วยงานราชการที่กำกับดูแล ภาคเอกชน
3. พัฒนาหน่วยงานตรวจประเมิน (Verification Organization)
4. พัฒนาหน่วยงานทดสอบผลิตภัณฑ์ (Testing Organization)

การจัดตั้งศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ (ศวทอ)

The Center of Aeration Research and Testing (CART)

น้ำเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต แม้อากาศที่เราจะมี
พื้นที่ผิวส่วนใหญ่เป็นน้ำ (คือประมาณสองในสามของพื้นผิวโลก แต่น้ำส่วนใหญ่
นั้นเรามีอากาศนำมาใช้ดำรงชีพได้ (ตารางที่ 1 และ 2) ที่เราสามารถนำมาใช้ได้มีอยู่
เพียงไม่ถึง 1 % และที่น่าเป็นห่วงคือน้ำจำนวนนี้กำลังมีคุณภาพเลวลงทุกวัน ทั้งนี้
ก็เพราะมนุษย์ประกอบกิจกรรมโดยไม่ใส่ใจต่อของเสียและน้ำเสียที่เกิดขึ้น จึงทำ
ให้น้ำเสียทั้งจากชุมชน จากอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมไหลซึมและไหลลงสู่
แหล่งน้ำสะอาด โดยไม่มีการบำบัดก่อนล่วงหน้า หรือถ้ามีการบำบัดได้ไม่ดีเท่า

ที่ควร

กระบวนการบำบัดน้ำเสียมีหลายขั้นตอน ทั้งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของน้ำเสียนั้น ๆ การเติมอากาศลงในน้ำเสียเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการบำบัด จัดเป็นขั้นตอนการบำบัดทางชีววิทยา โดยอาศัยจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (แอโรบิกแบคทีเรีย) เป็นตัวย่อยสลายมวลสารในน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมอากาศในปัจจุบันมีหลายประเภท เช่น เครื่องกลกวนผิวน้ำ การพ่นฟองอากาศผ่านหัวพ่นฝอย เครื่องเติมอากาศแบบเจ็ท และเครื่องเติมอากาศแบบวอเตอร์เจ็ท เป็นต้น

ในการใช้งานจริง ปัจจุบันทำให้เกิดการประหยัดพลังงานและได้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ เครื่องเติมอากาศที่มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนสูง และการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำเพื่อให้การเติมอากาศเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในบ่อเติมอากาศ ดังนั้น ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศ (เช่น ค่าการถ่ายเทออกซิเจนต่อกำลังงาน ค่าทอร์คของอุปกรณ์) การศึกษาโปรไฟล์ยวามเร็ว และการศึกษาการกระจายตัวของฟองอากาศในบ่อ ตัวแปรเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องศึกษาควบคู่กับการตรวจวัดประสิทธิภาพของการถ่ายเทออกซิเจน

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องเติมอากาศในประเทศไทยมีหน่วยงานที่
 รองรับในวงจำกัด และวิธีการแตกต่างกัน ทำให้การพัฒนาเครื่องเติมอากาศ
 ประสบอุปสรรคในการตรวจสอบและเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องที่ได้จัด
 สร้างขึ้น เพื่อประโยชน์และเป็นกรรมต่อผู้ผลิตและพัฒนาเครื่องเติมอากาศ
 คณะวิจัยจึงเสนอจัดตั้งศูนย์ทดสอบสมรรถนะตามหลักวิชาการขึ้น ซึ่งคณะวิจัย
 เชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดตั้งศูนย์ทดสอบที่ได้มาตรฐาน จะช่วยส่งเสริมให้เกิด
 การพัฒนาเครื่องเติมอากาศให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้สูงสุด

ศูนย์วิจัยและทดสอบการเติมอากาศ จะจัดสร้างปอดทดสอบไว้ 2 แห่ง คือ

1. ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สจพ. กรุงเทพมหานคร

2. ศูนย์บริการเทคโนโลยี สจพ. ปราจีนบุรี

(รูปที่ 1 และ 2)

ตารางที่ 1

แหล่งน้ำในโลก

ทะเล	97.20%
น้ำแข็ง	2.15%
น้ำผิวดิน ไนดิน ใต้ดิน	0.65%
รวม	100.00%

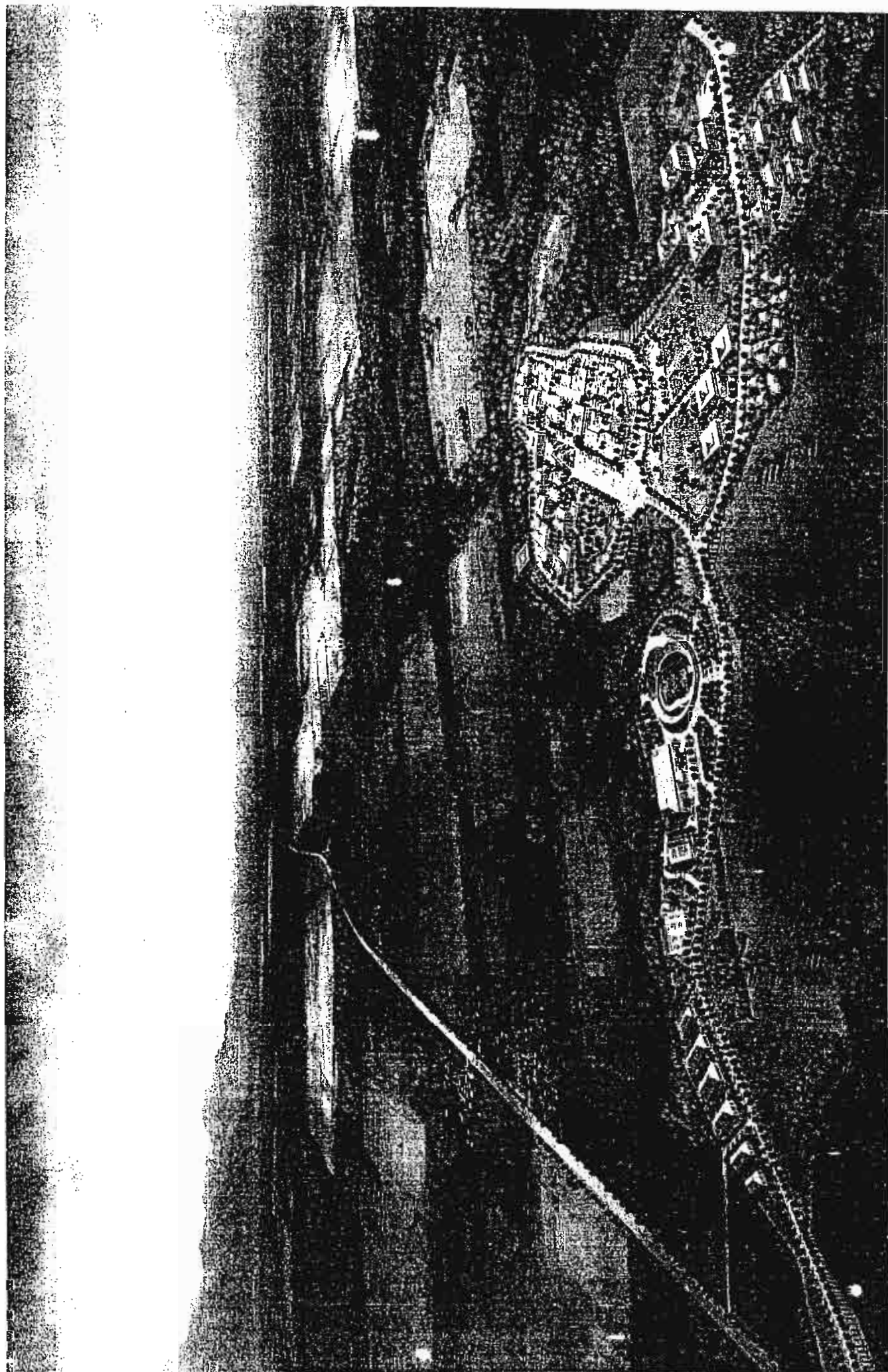
ตารางที่ 2
ปริมาณน้ำบนผิวโลกจำแนกตามแหล่งต่าง ๆ

สถานที่	ปริมาณ km ³	%
แหล่งน้ำผิวดิน		
ทะเลสาบน้ำจืด	125,000	0.009
ทะเลสาบน้ำเค็มและทะเลปิด (Inland Seas)	104,000	0.008
ค่าเฉลี่ยที่ปรากฏในแม่น้ำลำธาร	1,250	0.0001
แหล่งน้ำในดินและใต้ดิน		
น้ำในดิน (Soil moisture and intercede zone water)	67,000	0.005
น้ำใต้ดินภายในความลึก 0.8 km	4,170,000	0.31
น้ำใต้ดินที่ระดับลึกกว่า 0.8 km	4,170,000	0.31
ภูเขาน้ำแข็งและธารน้ำแข็ง	29,200,000	2.15
ไอน้ำในบรรยากาศที่พื้นผิวโลก (ณ ระดับน้ำทะเล)	13,000	0.001
ทะเลเปิดและมหาสมุทร	1,322,000,000	97.2
รวม	1,360,000,000	100.0

ที่มา : Dr. Raymond L.Nace, U.S. Geological Survey, 1964

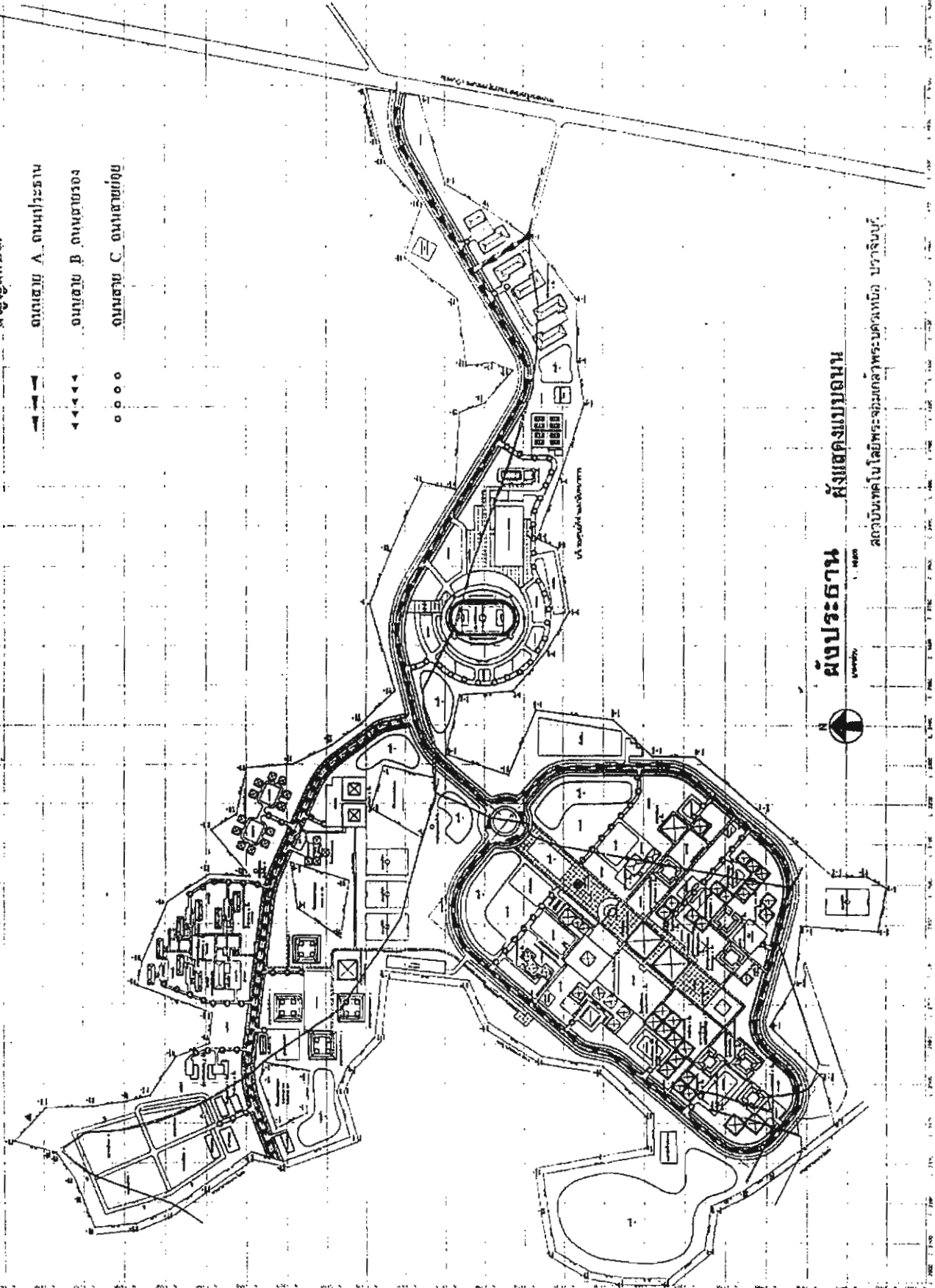
อ้างอิงใน Strahler and Strahler 1973

สิ่งแวดล้อมศึกษา มูลนิธิโลกสีเขียว 2539



สัญลักษณ์

- ถนนสาย A ถนนประธาน
- ถนนสาย B ถนนสายรอง
- ถนนสาย C ถนนสายย่อย



ผังประธาน ผังแสดงแบบถนน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางเขนบุรี

ใกล้จะถึงเวลาที่ น้ำดื่ม มีค่ามากกว่าทอง

อ.สุริยนต์ เทียมเพชร

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุกบ้างเป็นความโชคดีของคนไทย แต่หลาย ๆ คนคงรำคาญกับปัญหาที่ตามมากับน้ำฝนทั้งที่อีกหลายคนในสวนอื่นของโลกเผารอฟ่นและค้นหา น้ำ ความจริงแล้วบนโลกเรามีน้ำอยู่มากมายแต่เป็นน้ำจืดที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำผิวดิน น้ำในดิน และน้ำใต้ดินเพียงไม่ถึง 1% เท่านั้น ที่เหลือเป็นน้ำทะเล 97.2% และเป็นน้ำแข็งที่ปกคลุมภูเขาสูงกับธารน้ำแข็งประมาณ 2.51% นอกจากน้ำในแม่น้ำลำธารจะมีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมดแล้ว น้ำในแม่น้ำลำธารยังไหลลงสู่ทะเลอย่างต่อเนื่องอีกด้วย ผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่าประมาณปี ค.ศ. 2040 นี้ น้ำจืดเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตบนโลกจะถูกจำกัดลงอีกประมาณ 50% ทั้งนี้เพราะประชากรโลกจำนวนประมาณ 9.5 พันล้านคนในตอนนั้นจะต้องแย่งกันใช้น้ำจำนวนเดิมที่ปัจจุบันประชากร 6 พันล้านคนใช้กันอยู่ ในวงจรธรรมชาติของน้ำบนโลกนั้น น้ำมีจำนวนเดิมไม่มีเพิ่มใหม่อีก น้ำดื่มมีแต่จะลดน้อยลงเพราะสารเคมีจากการเกษตร อุตสาหกรรมและน้ำเสียชุมชนไหลลงไปในเจือปนในแหล่งน้ำดื่มแม้กระทั่งน้ำใต้ดิน

ปัจจุบัน 50 ประเทศจาก 188 ประเทศของสหประชาชาติตกอยู่ในสถานการณ์ขาดแคลนน้ำ ประเทศเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่ในทวีปแอฟริกาและแถบตะวันออกกลาง การจัดสรรน้ำของบางประเทศอยู่ในสภาวะวิกฤต เมื่อประชากรแต่ละคนมีน้ำใช้จะไม่เกิน 1700 ลิตร ซึ่งนั่นหมายความว่าเขาได้น้ำใช้กับเพียงแต่วันละประมาณ 4.7 ลิตร เมื่อเทียบกับประชากรเยอรมันที่ใช้น้ำกันโดยเฉลี่ยคนละ 128 ลิตรต่อวัน และสำหรับคนไทยเราใช้กันเฉลี่ยประมาณคนละ 250 ลิตรต่อวัน ประชากรโลกเกือบ 1.2 พันล้านคนไม่มีน้ำสะอาดให้ใช้ ทำให้ในทุก ๆ ชั่วโมงจะมีเด็กกว่า 400 คนล้มป่วยด้วยโรค ไข้รากสาดใหญ่ โรคบิด และอหิวาตกโรค ทั้งนี้ก็เพราะน้ำดื่มมีเชื้อโรคดังกล่าวปนเปื้อน แพทย์ลงความเห็นว่า ประมาณ 37% ของคนใช้ทั่วโลกที่เสียชีวิตลงนั้น เป็นคนไข้จากโรคภัยดังกล่าวข้างต้น

เหตุที่ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำก็คือการเกษตรผิดวิธี ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง และยากำจัดวัชพืชที่ใช้ในการเกษตรได้ไหลลงไปในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำในแหล่งน้ำนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ดื่มกินได้อีกอย่างหนึ่งก็คือประมาณ 75% ของน้ำจืดที่มีอยู่ถูกนำไปใช้อย่างผิดวิธีในการเกษตร โดยประมาณกันว่ารัฐพิชจำนวน 4 ดันจาก 10 ดัน (หรือ 40%) นั้นมาจากการเกษตรที่ต้องใช้น้ำและแนวโน้มจะยิ่งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะเป้าหมายหลักของประเทศส่วนใหญ่คือต้องการผลิต พืชพันธุ์ ธัญญาหารเพื่อเลี้ยงตนเอง และพบอยู่เสมอว่ามีการเพาะปลูกพืชที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลใช้สารเคมีให้ปุ๋ยและให้น้ำเป็นพิเศษ ให้ผิดวิธี ให้เกินกว่าความต้องการจริงของพืชมากมาย ประมาณกันว่าหากประเทศในแถบตะวันออกกลางจะปลูกข้าวกันเองให้พอกินแทนที่จะนำเข้า จำเป็นต้องใช้น้ำมากกว่าน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำในลทั้งหมดเสียอีก



สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศหนึ่งที่ใช้น้ำเพื่อการเกษตรอย่างฟุ่มเฟือย ภายในระยะเวลาเพียง 50 ปีที่ผ่านมาสหรัฐอเมริกาใช้น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน Ogallala Aquifer ไปมากกว่าปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงมาในแหล่งน้ำนี้มาถึง 500,000 ปี ซึ่งผลร้ายที่จะตามมายังไม่สามารถคาดการณ์ได้

ปัญหาหลักของความสิ้นเปลืองน้ำเพื่อการเกษตรนี้อยู่ที่ลักษณะการให้น้ำ โดยเฉพาะการฉีดสเปรย์น้ำเพื่อทำฟืนเทียม ซึ่งน้ำที่ฉีดสเปรย์ออกไปจะไปถึงจุดที่ต้องการจริงๆ เพียงประมาณ 40% เท่านั้น ที่เหลืออีก 60% ระเหยไปบ้าง ไหลเลยไปหรือไม่ตรงจุดที่ต้องการบ้าง ความสูญเสียเหล่านี้สามารถทำให้ลดลงได้กว่า 50% โดยอาศัยระบบการให้น้ำสมัยใหม่ของอิสราเอล แต่มันก็เป็นระบบที่แพงเกินไปสำหรับเกษตรกรส่วนใหญ่

การรั่วซึมของระบบท่อน้ำในเมืองใหญ่เป็นอีกปัญหาหนึ่งของการสูญเสียน้ำ จากรายงานของสหประชาชาติกล่าวว่าท่อน้ำ ทั้งระบบน้ำใช้และน้ำทิ้งของเมืองต่างๆ ส่วนใหญ่ชำรุดรั่วซึม ประมาณ 50% ของน้ำที่รั่วทิ้งไปเปล่า ๆ จากท่อน้ำใช้ที่ชำรุดส่วนอีกเกือบ 50% ที่เหลือเมื่อถูกใช้ กลายเป็นน้ำเสียแล้วไม่ผ่านระบบบำบัด ถูกปล่อยไหลลงไปในน้ำลำคลอง สร้างความเสียหายต่อแม่น้ำลำคลอง อีกส่วนหนึ่งแม้จะไหลไปในท่อน้ำทิ้งเพื่อไปยังโรงบำบัด แต่ท่อน้ำทิ้งก็ชำรุด น้ำเสียจึงรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน สร้างความเสียหายต่อระบบน้ำใต้ดินเช่นกัน ประมาณกันว่าน้ำเสียเพียง 5% เท่านั้นที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและสามารถนำกลับไปได้ผ่านกระบวนการผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคได้อีก ดังนั้น จะเห็นได้ว่าน้ำทั้งส่วนใหญ่ก่อความเสียหายทั้งต่อน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดีตามธรรมชาติ

อ่างเก็บน้ำหรือทะเลสาบเทียมที่มนุษย์สร้างขึ้นยังคงเป็นปัญหาที่ตกลงกันไม่ได้ทั้งในแง่ของนิเวศวิทยา และการเมือง ตัวอย่างเช่น โครงการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ของตุรกีซึ่งปิดกั้นแม่น้ำ Euphrat และ Tigris ก่อให้เกิดการประท้วงจากประเทศเพื่อนบ้านซีเรียและอิรัก ทั้งสองประเทศนี้อยู่ท้ายน้ำจึงเกรงว่าจะเกิดปัญหากับระบบการจ่ายน้ำของประเทศตนเองได้ นาย Boutros Boutros Ghali อดีตเลขาธิการสหประชาชาติเคยกล่าวเตือนเอาไว้ว่า “สงครามครั้งต่อไปมิได้เกิดจากการเมืองแต่จะเกิดจากการแย่งน้ำกันใช้” เพราะแม่น้ำในโลกนี้มีมากกว่า 240 สายไหลผ่านประเทศหนึ่งเข้าไปในอีกประเทศหนึ่ง อาจเป็นชนวนก่อให้เกิดสงครามระหว่างประเทศได้ เขาจึงเสนอให้มีการทำข้อตกลงนานาชาติขึ้น ซึ่งจะระบุถึงสิทธิในการใช้น้ำจากแหล่งน้ำร่วมกัน

ผู้เชี่ยวชาญเรื่องน้ำต่างลงความเห็นเป็นหนึ่งเดียวกันว่าจำเป็นต้องยอมให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน เพื่อที่ประชากรของแต่ละประเทศจะได้รอดพ้นต่อการขาดแคลนน้ำ เลขาธิการสหประชาชาติประมาณการว่า ถ้าจะให้ประชากรทางซีกโลกใต้มีน้ำสะอาดใช้อย่างเพียงพอจำเป็นต้องใช้งบประมาณมากกว่า 50 พันล้าน \$US แต่การลงทุนนี้จะมีกำไรก็ต่อเมื่อประเทศเหล่านั้นจะปรับนโยบายเรื่องราคากันเสียใหม่ เพราะปัจจุบันราคาน้ำถูกเกินไป ต้องลดการสนับสนุนการใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือย ตัวอย่างเช่น ชาวนาในดัลลัสฟอร์เนียจ่ายค่าน้ำเพียงแค่ 2% ในปากีสถานแค่ 13% จากราคาจริงของน้ำ คงต้องมีการขึ้นราคาน้ำไปทั่วโลก

นาย Klaus Töpfer ซึ่งเป็นหัวหน้าโครงการสิ่งแวดล้อมขององค์การสหประชาชาติ เรียกร้องให้ใช้นโยบายประณีตประណไม่ให้เกิดจนต้องเสียเปรียบในขณะเดียวกันต้องกำจัดความฟุ่มเฟือยออกไป

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

โดย

ผศ.ดร.อนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ มาตรฐานทดสอบเครื่องเติมอากาศที่สำคัญ

1. มาตรฐาน ASCE (American Society of Civil Engineers)

Measurement of oxygen transfer in clean water

2. German ATV Standard (Wastewater-Waste)

Advisory Leaflet ATV-M209E Measurement of the Oxygen Transfer in
Activated Sludge Aeration Tanks with Clean Water and in Mixed Liquor

3. prEN 12255-15

Wastewater treatment plants-part 15: Measurement of the Oxygen
Transfer in Clean Water in Activated Sludge Aeration Tanks

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเดิมอากาศ

✓ การทดสอบ

1. การทดสอบในน้ำสะอาด
2. การทดสอบในน้ำกระวนการ

วิธีการทดสอบในน้ำสะอาดเป็นวิธีสำคัญ คือ การกำจัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้สารเคมี ได้แก่ โซเดียมซัลไฟท์จากนั้นเริ่มให้อากาศจนออกซิเจนละลายกลับลงไปในน้ำจนถึงจุดอิ่มตัว เมื่อทำการเก็บข้อมูลของการละลายออกซิเจนในน้ำที่เวลาต่างๆ แล้ว สามารถนำกลับมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเดิมอากาศ

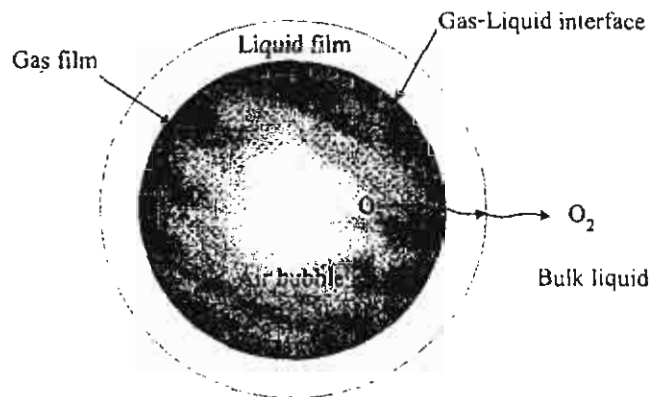
✓ หลักการถ่ายเทออกซิเจนที่ต้องการในเครื่องเดิมอากาศ

1. ต้องการพื้นที่สัมผัสระหว่างอากาศกับน้ำสูงสุด

เช่น ฟองอากาศเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 mm มีปริมาตร 65.45 mm^3 พื้นที่ผิว 78.54 mm^2 ถ้าฟองอากาศนี้ถูกทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 mm ที่ปริมาตร 65.45 mm^3 จะได้ฟองอากาศจำนวน 125 ฟอง คิดเป็นพื้นที่ผิว 392.7 mm^2 หรือมีพื้นที่มากกว่าประมาณ 5 เท่าของฟองอากาศขนาด 5 mm

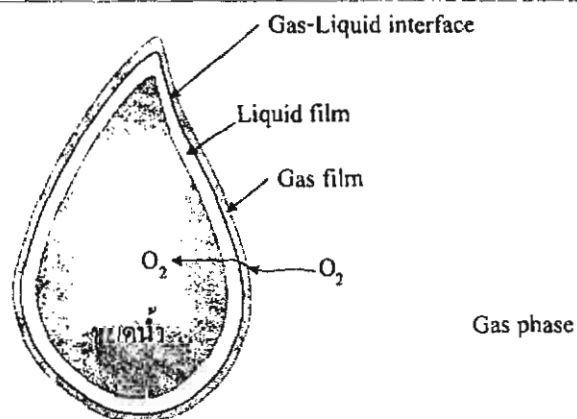
2. เวลาสัมผัสาน
3. ใช้พลังงานต่ำ

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ



กลไกการถ่ายเทออกซิเจนจากฟองอากาศสู่น้ำ

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ



กลไกการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศสู่น้ำ

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ อัตราการถ่ายเทออกซิเจนเชิงปริมาตร

rate of mass transfer = volumetric mass transfer coefficient × driving force
per unit volume of liquid

$$W = K'_L a (C^* - C)$$

W = mass transfer rate per unit volume of liquid

$K'_L a$ = overall volumetric mass transfer coefficient in clean water

C^* = dissolved oxygen saturation concentration

C = dissolved oxygen concentration

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ อัตราการถ่ายเทออกซิเจนเฉลี่ยเชิงปริมาตรปรากฏ (apparent average volumetric mass transfer)

$$OTR = K_L a V (C_\infty^* - C)$$

OTR = mass transfer rate per unit volume of liquid

$K_L a$ = overall volumetric mass transfer coefficient in clean water

C_∞^* = dissolved oxygen saturation concentration

C = dissolved oxygen concentration

V = liquid volume of the aeration system

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

$$C = C_{\infty}^* - (C_{\infty}^* - C_0) \exp(-K_L a t)$$

C_{∞}^* = dissolved oxygen saturation concentration

C = dissolved oxygen concentration

C_0 = dissolved oxygen concentration at time zero

V = liquid volume of the aeration system

t = time

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ ผลของอุณหภูมิ (Theta and Tau factors)

$$\theta^{(n-20)/10} = \frac{K_L a_T}{K_L a_{20}} \quad \text{และ} \quad \tau = \frac{C_{s,T}^*}{C_{s,20}^*}$$

ค่าของตัวห้อย T แสดงถึงอุณหภูมิของน้ำในกระบวนการทดสอบ

θ = empirical temperature correction factor เท่ากับ 1.024

$C_{s,20}^*$ = dissolved oxygen surface saturation concentration at 20°C, 1 atm, 100%RH

$C_{s,T}^*$ = dissolved oxygen surface saturation concentration at test temperature, 1 atm, 100%RH

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

$$SOTR = V \frac{\sum_{i=1}^n K_L a_{20i} C_{\infty 20i}}{\sum_{i=1}^n SOTR_i}$$

โดย $SOTR_i = K_L a_{20i} C_{\infty 20i} V$

$$C_{\infty 20} = C_{\infty} \left(\frac{1}{\Omega} \right)$$

Ω = pressure correction factor ที่ความลึกต่ำกว่า 6.1 เมตร $\Omega = P_b/P_s$

P_b และ P_s = barometric pressure at test site and standard pressure 1.0 atm

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ ผลของ water characteristics (Alpha and beta factors)

$$\alpha = \frac{K_L a_f}{K_L a} \quad \text{และ} \quad \beta = \frac{C_{\infty f}}{C_{\infty}}$$

ตัวห้อย f แสดงถึงสถานะน้ำในกระบวนการ

$K_L a$ = overall volumetric mass transfer coefficient in clean water

C_{∞} = dissolved oxygen saturation concentration

ค่า α factor มีค่าประมาณจาก 0.2 ถึงมากกว่า 1.0 ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัย ได้แก่

ความเข้มข้นของสาร surfactants การผสม กัมมันตภาพรังสี ปริมาณของดิน ขนาดของถังเติมอากาศ และเครื่องเติมอากาศ ขนาดของฟองอากาศ และลักษณะของน้ำเสีย

ค่า β factor มีค่าประมาณจาก 0.8 ถึง 1.0

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ Standard Aeration Efficiency (SAE)

$$SAE = \text{SOTR/power input}$$

โดย power input อาจเป็น wire power, total wire power, delivered power หรือ brake power ก็ได้แต่ควรมีการระบุให้ชัดเจน

Wire power = electrical power drawn by a motor

Total wire power = sum of blower, turbine, and pump wire powers

Total delivered power = delivered blower power + delivered turbine power + delivered pump power

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ Delivered blower power

$$DBP = \frac{wRT_1}{K} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^k - 1 \right]$$

โดย w = weight flow rate of gas

R = gas constant

T_1 = absolute temperature before compression

P_1 = absolute pressure before compression

P_2 = absolute pressure before compression

k = ratio of specific heats = 1.4 for air

$K = (k-1)/k, = 0.283$ for air

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ Delivered turbine power

$$DTP = 2\pi T_q \left[\frac{N_r}{3.3 \times 10^4} \right]$$

โดย N_r = rotational speed(rad/s)

T_q = torque measured using either a dynamometer strain gauge(Nm)

✓ Delivered pump power

$$DPP = \frac{Q_w (TDH)(SG)}{3,960}$$

โดย Q_w = liquid flow rate (m^3/s)

TDH = total dynamic head (m)

SG = specific gravity of water at test temperature

มาตรฐานและทฤษฎีการวัดประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศ

✓ Oxygen Transfer Efficiency(OTE)

ที่สภาวะมาตรฐาน แทนด้วย SOTE

$$SOTE = SOTR/W_{O_2}$$

โดย

SOTE = standard transfer efficiency as a fraction

W_{O_2} = mass flow of oxygen in air stream (kg/s) และ $W_{O_2} = 0.2765Q_s$,

Q_s = air flow rate at standard conditions (m^3/s)

H a r i k u l

บริษัท หริกุล กรุ๊ป จำกัด

Dissolved Oxygen Measurement Technique

ที่อยู่ติดต่อก่อน
เปิดบิลส่งนาม 2545

28/3-4 สุขุมวิท 69 เขตอโศก กรุงเทพฯ 10110
Tel. 0-2382-4590(-2) 0-2391-8100 Fax. 0-2391-8100 Email. harikul@inet.co.th

ที่อยู่ติดต่อหลัง
เปิดบิลส่งนาม 2545

694 ซอยรัชดาภิเษก 24 เขตปทุมธานี กรุงเทพฯ 10320
Tel. 0-2274-2456 (auto 6 line) Fax. 0-2274-2443 Email. info@harikul.com



บริษัท หริกุล กรุ๊ป จำกัด

**Dissolved Oxygen Measurement
Technique**

ผู้จัดทำเอกสาร นาง.สุภาวดี งาม	จัดทำเอกสาร: สุภาวดี งาม, อรุณ, ภาณุ, ภาณุ วันที่: 25/05/2564 ณ กรุงเทพมหานคร
ผู้ตรวจสอบ นาง.สุภาวดี งาม	ตรวจสอบ: สุภาวดี งาม, อรุณ, ภาณุ, ภาณุ วันที่: 25/05/2564 ณ กรุงเทพมหานคร



วิธีมาตรฐานการวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

- Winkler Method
การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธี Winkler
- Membrane Electrode Method
การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธี Membrane Electrode



Winkler (Iodometric) Method

- หลักการ
 1. ออกซิเจนในตัวอย่างจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีน (Mn^{2+} เป็น Mn^{4+})
 ในสารละลายที่มี Mn^{2+} และ IO_3^- เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
 ดังนั้น ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะแปรผันตรงกับปริมาณของไอโอดีนที่ละลายในน้ำ
 การวัดค่าโดยวิธี Winkler (Iodometric) สามารถใช้สำหรับวัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้

Winkler (Iodometric) Method

• ปัญหา

- NO_3^- / Fe^{3+} มีปฏิกิริยาที่ช้ากว่ากับ KI (ออกซิไดส์) เป็น I_2
- SO_4^{2-} / S^{2-} / Fe^{3+} มีปฏิกิริยาที่ช้ากว่ากับ KI (ออกซิไดส์) เป็น I_2

• การแก้ปัญห

- The Azide Modification
- Ruckel-Schwann (Permanganate) Modification
- The Alkalimetric Potentiometric Modification
- Alkali Flocculation Modification

Membrane Electrode Method

• หลักการ

- Electrode 2 ขั้วทำด้วยโลหะ 2 ชนิด
- ภายในบรรจุ Electrolyte คละแยกจากตัวอย่างน้ำโดย Membrane
- ออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะผ่าน Membrane ทำปฏิกิริยา
- เติมน้ำ Electrode ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

Membrane Electrode Type

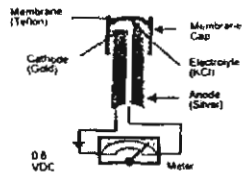
• Galvanic Electrode

- ขั้วโลหะ 2 ขั้ว (Silver / Silver Chloride)
- ปฏิกิริยาที่ H_2O / O_2 เกิดขึ้นที่ขั้วออกซิเจนและขั้วโลหะ
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

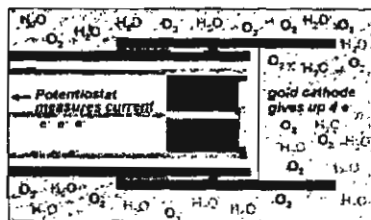
• Polarographic Electrode

- ขั้วโลหะ 2 ขั้ว (Silver / Silver Chloride)
- ปฏิกิริยาที่ H_2O / O_2 เกิดขึ้นที่ขั้วออกซิเจนและขั้วโลหะ
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

Polarographic Sensor



Polarographic Sensor

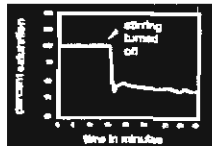


Membrane Electrode Method

• ปัญหา

- การเปลี่ยนแปลงของน้ำยาใน Electrode
- ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- Long Strength Electrode Sensitivity ซึ่งจ.ตามปริมาณปริมาณเกลือหรือความเค็ม (Salinity) ในน้ำขึ้นๆ

Non-Stirring Effect



Membrane Electrode Method

• การแก้ปัญหา

- "Stir" or "Stirring Independent Electrode"
(มีระบบปรับชดเชยการกวนในตัว)
- Calibration (การปรับเทียบ)
Temperature Sensor (ระบบปรับชดเชยอุณหภูมิในตัว) หรือ
Conductivity Sensor which built-in Salinity Measurement Program
(ระบบปรับชดเชยความเค็มในตัว) or Built-in Salinity Compensation
(ระบบปรับชดเชยความเค็มในตัว)



Measuring Technique

• Spot Checking

- Portable DO Meter with ATC
- Portable DO Meter with ATC and Salinity Compensation



• Online Monitoring

- DO Online with ATC
- DO Online with ATC and Salinity Compensation

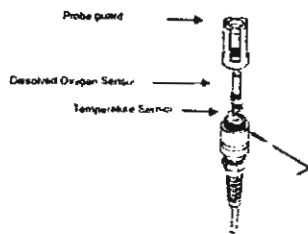


Online Monitoring

- Dissolved Oxygen
- Temperature
- Conductivity
- Salinity



Probe Module (1)



Probe Module (2)

