

พัฒนาการของมาตรวิทยาความดันของไทย  
เปรียบเทียบกับประเทศอื่น  
ในเอเชีย

โดย ร.อ.ธวัช ช่างปั้น

หัวข้อการนำเสนอ

- ลำดับของพัฒนาการ
- สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab
- มาตรวิทยาความดันของไทยกับประเทศอื่นในเอเชีย
- APMP-PTB Project [Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)]
- Technical visit to NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

Pressure club-28 Feb 17

2

ลำดับของพัฒนาการ

- ห้องปฏิบัติการความดันมว.เริ่มกิจกรรม ตุลาคม 2541 ณ อาคารห้องปฏิบัติการ วศ.
- **หลัก 3 ประการ**ในการพัฒนาขีดความสามารถ
  1. สร้างขีดความสามารถเพื่อ**ตอบสนองความต้องการในประเทศ**(อย่างต่อเนื่องและมีระบบ)
  2. พัฒนาขีดความสามารถนั้นให้**ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ**
  3. พยายาม**ยืนบนขาของตนเอง**

Pressure club-28 Feb 17

3

ลำดับของพัฒนาการ

- ความช่วยเหลือทางวิชาการ : NML Australia, PTB Germany
- ดำเนินโครงการวัด Absolute gravity สำเร็จ กุมภาพันธ์ 2544
- ได้รับการรับรองระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ (EN 45001) พฤศจิกายน 2544 ซึ่งต่อมาเปลี่ยนเป็น ISO/IEC 17025

Pressure club-28 Feb 17

4



### ลำดับของพัฒนาการ

- ย้ายห้องปฏิบัติการมายังอาคารมาตรวิทยา (2548)
- CMC ได้รับการประกาศบน Appendix C ของ BIPM database เมื่อ เมษายน 2549
- เริ่มกิจกรรม Pressure metrology club และ หลักสูตรฝึกอบรมด้านมาตรวิทยาความดัน
- ความช่วยเหลือทางวิชาการจาก NMIJ Japan

### ลำดับของพัฒนาการ

- เตรียมบุคลากรเพื่อการสถาปนา primary pressure standard
  - \* นส.ทัศนีย์ ไพรรี่นรมย์
  - \* นาย ปฏิพัทธ์ วงศ์เทพ
- Primary pressure standard ดำเนินการได้สำเร็จ
  - \* APMP.M.P-S4
  - \* APMP.M.P-S7

### สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab

- CMC listed in Appendix C (BIPM data base)
- Primary standards available
  - Effective area at zero pressure ( $A_0$ )
  - Pressure distortion coefficient ( $\lambda$ )
- Services to customer

สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab  
*CMC listed in Appendix C (BIPM data base)*

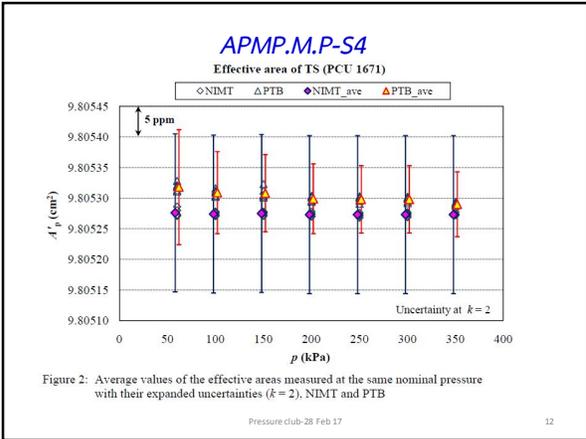
- 18 เมษายน 2549
- 11 lines :
  - Absolute pressure (gas & oil)  
[3.5 kPa to 7 MPa & 0.1 MPa to 140.1 MPa]
  - Gauge pressure (gas & oil)  
[-1 kPa to 7 MPa & 0.57 MPa to 140 MPa]

Pressure club-28 Feb 17 9

สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab  
*Primary standards available*

- *Effective area at zero pressure ( $A_0$ )*
- Evidences : APMP.M.P-S4 Supplementary comparison, 60 kPa to 350 kPa gas, gauge mode (2012),
- Bilateral comparison between PTB and NIMT

Pressure club-28 Feb 17 10



APMP.M.P-S4

Table 18: Relative difference of the effective areas and  $E_n$

Nom. Pres. [kPa]	Rel. difference of $\langle A_p \rangle$ , [ $\langle A_p \rangle_{NIMT} - \langle A_p \rangle_{PTB}$ ]/ $\langle A_p \rangle_{PTB}$ [10 <sup>-6</sup> ]	Rel. uncertainty of $\langle A_p \rangle$ (k=2) [10 <sup>-6</sup> ]		$E_n$
		$U(\langle A_p \rangle_{NIMT})$	$U(\langle A_p \rangle_{PTB})$	
60	-4.3	13.2	9.6	0.26
100	-3.6	13.2	6.8	0.24
150	-3.4	13.2	6.4	0.23
200	-2.7	13.2	5.8	0.18
250	-2.5	13.2	5.6	0.18
300	-2.5	13.2	5.6	0.18
350	-1.7	13.2	5.4	0.12

Pressure club-28 Feb 17

13

สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab

Primary standards available

- Pressure distortion coefficient ( $\lambda$ )
- Evidences : APMP.M.P-S7 Supplementary comparison, 50 MPa to 500 MPa oil, gauge mode (2015),
- Bilateral comparison between LNE and NIMT

Pressure club-28 Feb 17

14

APMP.M.P-S7

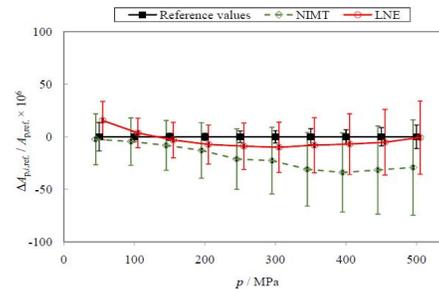


Pressure club-28 Feb 17

15

APMP.M.P-S7

Figure 5. Relative deviation of participant's results from the reference value of CCMP-K13. Error bar represents standard uncertainty of the relative deviation



16

### สถานภาพปัจจุบันของ NIMT Pressure Lab

#### Services to customer

- Calibration
- Training
- Technical consultant
- Seminar/workshop
- Technical assessment (supporting accreditation activity handle by TISI)
- Collaboration with other sectors
  - APMP & PTB
  - Metrology for medical devices :
    - : testing of NIBP
    - : testing of Ventilator

Pressure club-28 Feb 17

17

### มาตรฐานวิทยาคความดันของไทยกับประเทศอื่นในเอเชีย

- กลุ่มประเทศที่มีความเข้มแข็งด้านมาตรฐานวิทยาคความดัน
  - ญี่ปุ่น : NMIJ
  - เกาหลี : KRISS
  - ออสเตรเลีย : NMIA
  - จีน : NIM
  - นิวซีแลนด์ : MSL
  - อินเดีย : NPLI
  - ไต้หวัน : CMS
  - สิงคโปร์ : A\*Star

Pressure club-28 Feb 17

18

### มาตรฐานวิทยาคความดันของไทยกับประเทศอื่นในเอเชีย

- กลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาด้านมาตรฐานวิทยาคความดันที่เป็นรูปธรรม
  - อินโดนีเซีย : RCM-LIPI
  - มาเลเซีย : NMIM
  - เวียดนาม : VMI
  - ฟิลิปปินส์ : NML PHIL

Pressure club-28 Feb 17

19

### Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)

- PTB ให้การสนับสนุน APMP เพื่อยกระดับขีดความสามารถด้านมาตรฐานวิทยาคความดันของกลุ่ม DEC
- กิจกรรมจัดขึ้นระหว่างวันที่ 25 – 29 มกราคม 2559
- มว.เป็นเจ้าภาพ
- PTB สนับสนุนงบประมาณ

Pressure club-28 Feb 17

20

**Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)**  
 ผู้เข้าร่วมในฐานะผู้เข้ารับการอบรม 19 คนจาก 11 ประเทศ

BSTI (Bangladesh): 1	NMC (Cambodia): 2
RCM-LIPI (Indonesia): 2	CSM (Kyrgyz Republic): 1
NMIM (Malaysia): 2	MASM (Mongolia): 2
NBSM (Nepal): 2	MUSSD (Sri Lanka): 2
NMLPHIL (Philippines): 2	VMI-STAMEQ (Vietnam): 2
NISTI (Papua New Guinea): 1	

Pressure club-28 Feb 17 21

**Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)**  
 6 resource persons :

PTB-Germany  
 Dr. Kristin Kiesow

NMIJ AIST-Japan  
 Dr. Tokihiko Kobata  
 Dr. Hiroaki Kajikawa

NIMT-Thailand  
 Mr. Tawat Changpan  
 Mr. Likit Sainoo  
 Dr. Tasanee Priruenrom



Pressure club-28 Feb 17 22

**ภาคทฤษฎี**



Pressure club-28 Feb 17 23

**Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)**  
**การอบรมภาคทฤษฎี**

- Outline of CMCs registration and Key and Supplementary comparisons
- Pressure balance, theory and its use
- International calibration method
- Evaluation of the calibration result and its measurement uncertainty

Pressure club-28 Feb 17 24

## ภาคปฏิบัติ



Pressure club-28 Feb 17

25

## Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)

### การอบรมภาคปฏิบัติ :

- Calibration of hydraulic pressure (10 to 100) MPa using high accuracy transducer as the artifact.
- Comparison protocol on (10 to 100) MPa hydraulic pressure ที่ใช้ใน Key Comparison ครั้งก่อน

Pressure club-28 Feb 17

26

## Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)

### ผลลัพธ์ของ workshop

#### 1. Key comparison :

- Hydraulic gauge pressure (10 to 100) MPa,
- Participants : RCM-LIPI, NMIM, NML PHIL, VMI-STAMEQ and NIMT
- Comparison identifier : APMP.M.P-K7.3
- Pilot lab : NIMT (ดร.ปริญพัทธ์ วงศ์เทพ)
- Link laboratory : NMIJ Japan, NPLI India
- Comparison artifact : NMIJ Japan

Pressure club-28 Feb 17

27

## Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)

#### 2. Comparison exercise :

- Hydraulic gauge pressure (10 to 100) MPa ภายใต้อำนาจแนะนำโดยใกล้ชิดจาก Technical expert
- Participants : NML-BSTI, CSM, MASM, NBSM and MUSSD
- Technical expert : ร.อ. ธวัช ช่างปั้น
- Comparison exercise artifact : NIMT

Pressure club-28 Feb 17

28

### Kick off workshop for MEDEA Project (Pressure)

#### 3. ผลการระดมสมอง

- The next project (if available) should be focusing on the existing problem in the group of NMIs who were had never been involved in any key / regional / bilateral comparison as the first priority.
- Calibration of pressure balance by cross-floating method” is highly recommended.

Pressure club-28 Feb 17

29

### Technical visit : NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

#### □ Technical visit by the pressure expert

- Pressure expert :  
Mr. Tawat Changpan
- Comparison exercise artifact :  
a calibrated high accuracy pressure transducer supported by NIMT.



Pressure club-28 Feb 17

30

### Technical visit : NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

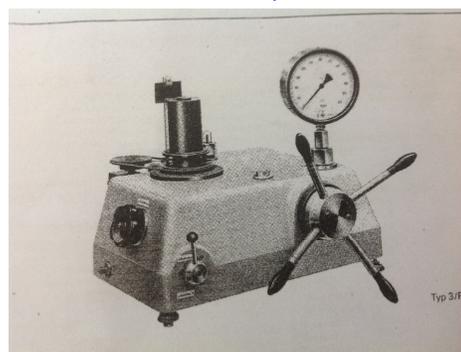
#### *NBSM Nepal*

- 13 – 28 มิถุนายน 2559 วันทำงาน อาทิตย์ ถึง ศุกร์
- ดร. ปฎิพัทธ์ วงศ์เทพ ร่วมสังเตุการณ์
- Mr. Arjun Dhakal ประสบการณ์ 6 ปี
- MANOTHERM Beierfeld GmbH (East Germany) Type 3PD 1000 (single PCU) serial no. AY 053, capacity : 1000 bar, class 0.05

Pressure club-28 Feb 17

31

#### *NBSM Nepal*



Pressure club-28 Feb 17

32

NBSM Nepal



Pressure club-28 Feb 17

33

NBSM Nepal

- Max EN ratio **1.8** (@1000 bar of the 1<sup>st</sup> measurement)
- Max EN ratio **0.34** (@ 1000 bar of the 4<sup>th</sup> measurement)
- G value calculated by PTB program

<http://www.ptb.de/cartoweb3/SISproject.php>

Pressure club-28 Feb 17

34

NBSM Nepal



Pressure club-28 Feb 17

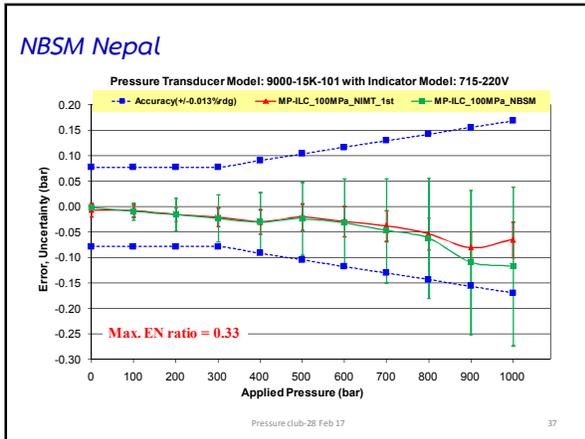
35

NBSM Nepal



Pressure club-28 Feb 17

36



### Technical visit : NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

#### NML-BSTI Bangladesh

- 11 – 26 กรกฎาคม 2559 วันทำงาน อาทิตย์ ถึง พุธ
- นายลิขิต ไสหนู ร่วมสังเกตการณ์
- Mr. Md.Zahid Hussan, Inspector (Metrology) and Metrologist of Force and Pressure Laboratories of NML-BSTI
- Budenberg model 580 HX , capacity : 1200 bar

Pressure club-28 Feb 17

38





**NML-BSTI Bangladesh**

Items	Manufacturer cert. (Budenberg)	NMI cal report		Remark
PCU serial no.	459K	739D		
Weight set serial no.	A9068	A9038		
Low range Lamda	$7.3 \times 10^{-12}/\text{Pa}$	$7.91 \times 10^{-1}/\text{bar}$	$7.91 \times 10^{-6}/\text{Pa}$	
High range Lamda	$1.24 \times 10^{-12}/\text{Pa}$	$8.25 \times 10^{-4}/\text{bar}$	$8.25 \times 10^{-9}/\text{Pa}$	
Thermal exp. coeff	$1.65 \times 10^{-5}/\text{degree C}$	$2.3 \times 10^{-5}/\text{degree C}$		
Reference level	Stated	Not stated		
Fluid buoyancy / volume correction	Not stated	Not stated		Normally stated in the mfr. class A certificate
Surface tension corr.	Not stated	Not stated		

Pressure club-28 Feb 17

42



### NML-BSTI Bangladesh

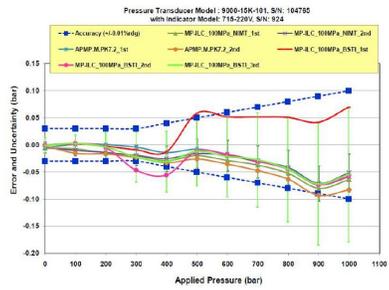
Sources	Value of ffective area at zero pressure	Remark
Manufacturer (Budenberg)	$4.03225 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ (at 20°C)	
NMI cal report	$4.03279 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ (at 23°C)	Diff. 134 ppm

A very much better value was found by max EN ratio reducing from 1.13 to be 0.68.

Pressure club-28 Feb 17

45

### NML-BSTI Bangladesh



Pressure club-28 Feb 17

46

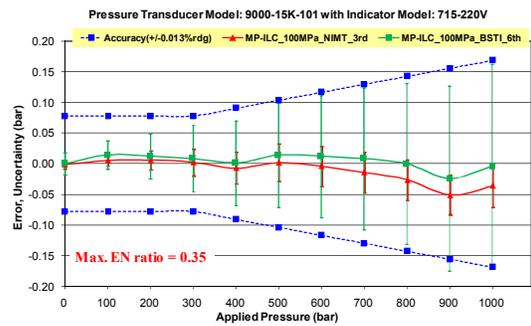
### NML-BSTI Bangladesh



Pressure club-28 Feb 17

47

### NML-BSTI Bangladesh



Pressure club-28 Feb 17

48

### Technical visit : NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

#### *MASM Mongolia*

- 8-23 สิงหาคม 2559 วันทำงาน จันทร์ ถึง ศุกร์
- ดร. ทศนีย์ ไพรรื่นรมย์ ร่วมสังเกตการณ์
- Ms. Altanstetseg Tserenpil : Head of Mass Laboratory
- Mr. Gansukh Baatar : Specialist of the pressure laboratory

Pressure club-28 Feb 17

49

### Technical visit at MASM Mongolia; August 2016

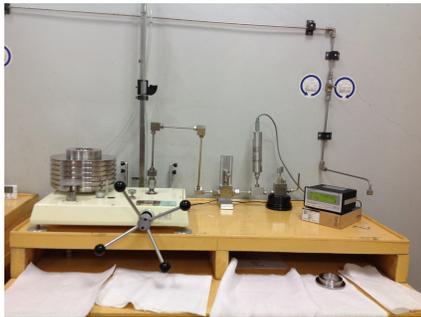


Pressure club-28 Feb 17

50

#### *MASM Mongolia*

- Pressurements model M 2200/1serial no. 12375-0, Capacity 1 bar to 30 bar & 1 bar to 700 bar



#### *MASM Mongolia*



Pressure club-28 Feb 17

52



MASM Mongolia



Pressure club-28 Feb 17

57

MASM Mongolia



Pressure club-28 Feb 17

58

MASM Mongolia



Pressure club-28 Feb 17

59

MASM Mongolia



Pressure club-28 Feb 17

60





### MASM Mongolia

Parameters	10 <sup>th</sup> AUG 2016 (Pressure lab) 500 bar	11 <sup>th</sup> AUG 2016 (Mass lab) 500 bar
Max repeatability	0.019 bar (@ 450 bar)	0.006 bar (@500 bar)
Max fluctuation reading	0.022 bar (100 bar)	0.034 bar (@500 bar)
Max diff. of Zero reading (bar)	1.407, 1.392, 1.389, 1.403 0.018	1.418, 1.419, 1.418, 1.419 0.001

U standard (k=2)	EN ratio @ 500 bar		U(k=2) @ 500 bar	
	Measured on 10 <sup>th</sup> August (Pressure lab)	Measured on 11 <sup>th</sup> August (Mass lab)	Measured on 10 <sup>th</sup> August (Pressure lab)	Measured on 11 <sup>th</sup> August (Mass lab)
50 ppm	0.91	1.15	87 ppm	74 ppm
100 ppm	0.70	0.85	123 ppm	114 ppm

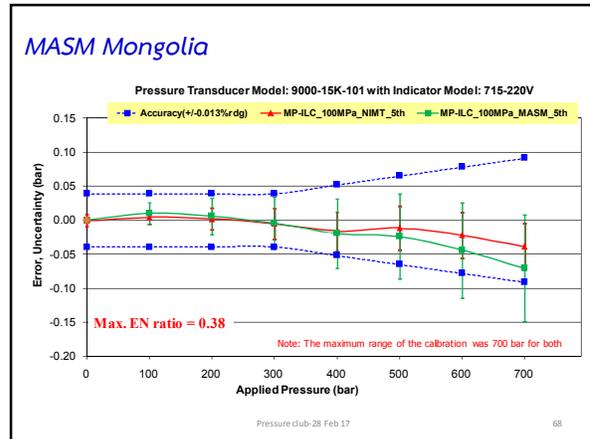
Pressure club-28 Feb 17 66

### MASM Mongolia

Parameter	Pressure lab	Mass lab			
	10 <sup>th</sup> AUG *	11 <sup>th</sup> AUG *	11 <sup>th</sup> AUG	16 <sup>th</sup> AUG	17 <sup>th</sup> AUG
Largest Zero Dev.	0.018 bar	0.001 bar	0.002 bar	0.002 bar	0.002 bar
Largest Repeat	0.019 bar	0.006 bar	0.008 bar	0.002 bar	0.004 bar
U (k=2)	143 ppm	114 ppm	115 ppm	112 ppm	113 ppm
Max EN ratio	0.70	0.85	0.73	0.73	0.66

Note : \* means 500 bar maximum pressure comparison

Pressure club-28 Feb 17 67



Technical visit : NSBM, NML-BSTI, MASM and CSM

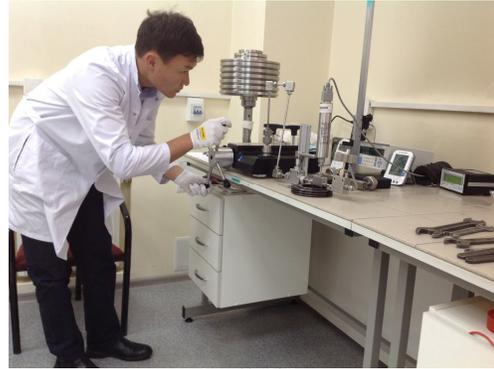
*CSM Kyrgyz Republic*

- 14-29 พฤศจิกายน 2559 วันทำงาน จันทร์ ถึง ศุกร์
- Mr. Bayaliev Almaz : Chief of pressure lab.
- Mrs. Gylgamal Moldalievna : lab staff
- Mrs. Elmira Abasbekova : lab of time, frequency : **ถ้ำม**
- DH-B 580 serial no. 301140 capacity 70 bar & 700 bar

Pressure club-28 Feb 17

69

*CSM Kyrgyz Republic*



Pressure club-28 Feb 17

70

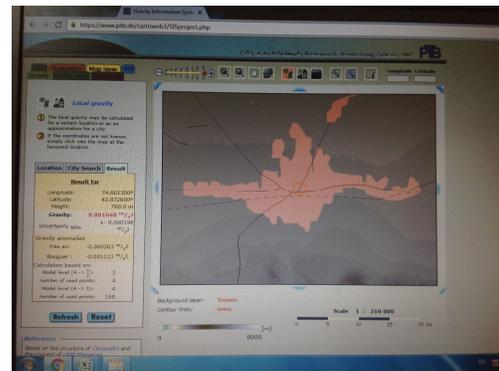
*CSM Kyrgyz Republic*



Pressure club-28 Feb 17

71

*CSM Kyrgyz Republic*



Pressure club-28 Feb 17

72

### CSM Kyrgyz Republic

**Measurement Comparison Result of CSM[5] and NIM1[6]**

Equipment : Hydraulic Pressure Transducer      Manufacturer : PASCORIFIC, Inc.  
 Model : 9000 15K, 101 (Transducer), 715-220V (Indicator)      SN : 104760 (Transducer), 521 (Indicator)  
 Range : 0 to 700 bar (range)      Accuracy : 0.01 (range) to 0.005 (FS)

Calibration Lab : National Institute of Metrology (National)      Calibration Date : 18-Nov-14  
 Cert. No. : MPAH.C.1603MPa\_NIM1\_06      Cert. No. : MPAH.C.1603MPa\_CSM\_06      Calibration Date : 18-Nov-14

Standard F [bar]	CSM Reading [bar]	Error [bar]	Uncertainty [-bar]	Standard F [bar]	CSM Reading [bar]	Error [bar]	Uncertainty [-bar]	FN ratio	
1.000	0.000	0.000	0.0025	0.000	0.000	0.000	0.0011	0.14	
100.0042	100.008	0.004	0.0081	90.0000	90.007	0.007	0.0125	0.45	
200.0063	200.008	0.002	0.014	180.0111	180.008	-0.013	0.0238	0.41	
300.0065	300.001	-0.005	0.019	270.0187	270.028	0.011	0.0342	0.66	
400.0069	400.000	-0.017	0.022	360.0106	360.021	0.011	0.0442	0.90	
500.0036	499.991	-0.013	0.023	450.0142	450.000	-0.014	0.0529	0.74	
600.0097	599.977	-0.022	0.023	540.0084	540.008	0.000	0.0605	0.82	
700.0011	699.960	-0.041	0.025	630.0120	630.019	0.007	0.0700	0.94	
								Max FN ratio	0.66

Pressure club-28 Feb 17

73



Pressure club-28 Feb 17

74

ขอบคุณครับ

Pressure club-28 Feb 17

75