การป้องกันการเกิดปัญหาคราบดำ (Sulfur Staining) บนประตูห้องน้ำพีวีซี

นายโฆสิต หนูฤทธิ์
ผู้จัดการส่วนผลิต **Profiles**
บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด

จุดที่เป็นวิธีปฏิบัติ Best Practices

- ประยุกต์ใช้ลำดับวิธีการไปสู่จุดหมายแบบ Task Achieving QC Story ของ Dr. Kano ทำให้สามารถหลุดออกจากกรอบความคิดเดิมด้วยวิธีการใหม่
  - การวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือก (Alternative Methods)
  - การประเมินความเสี่ยงและการเตรียมมาตรการป้องกันปัญหาไว้ล่วงหน้า (Risk Assessment/ Risk Avoiding Activities)
- ประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านสถิติขั้นสูงเรื่อง การออกแบบการทดลอง หรือ Design of Experiment: DOE

ประสิทธิผลที่วัดได้ ประโยชน์ที่ได้รับ

- สามารถป้องกันการเกิดปัญหาคราบดำ (Sulfur Staining) บนประตูห้องน้ำพีวีซีได้อย่างสิ้นเชิง
  - ลดระดับการเกิดคราบดำจาก Level_4 (Dark) ลงสู่ Level_1 (No Stain)
  - ปรับคุณภาพด้านอื่นๆ จนผ่านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบานประตูพีวีซี (มอก.1013-2533)
- สามารถแก้ปัญหาให้กับลูกค้าได้โดยไม่เพิ่มต้นทุนและราคาขาย
  - สร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขัน
  - สร้างภาพลักษณ์ให้ตราสินค้ามีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
  - ส่งผลให้ยอดขายเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวในไตรมาศถัดมา

โครงสร้างขององค์กร

SCG SIAM CEMENT GROUP

สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ THE CROWN PROPERTY BUREAU

NAWAPLASTIC

THAI PLASTIC AND CHEMICALS
Developing New Frontiers in the PVC industry

ท่อตราช้าง WINDSOR

วิสัยทัศน์และพันธกิจ

BUSINESS DIRECTION *VISION & MISSION*

TPC
Vision: ASEAN leader in PVC and PVC derivatives

NAWAPLASTIC
Vision: Within 2015, we will be the leader of plastic based construction materials in ASEAN

PIPE BUSINESS MISSION

1. Leader of plastic piping system supplying with water supply & drainage as well as utility system in targeted ASEAN
2. Expert of water solution in household

PROFILE BUSINESS MISSION

1.To be an Expert of Vinyl Window & Door Solution in Targeted ASEAN

2. 10 times expand Sales Volume of WPC Exterior Decorative Products in Targeted ASEAN

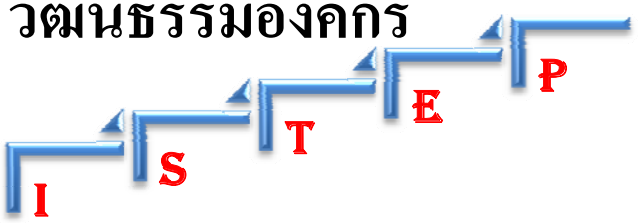
3.To Expand Sales Volume of Outdoor Living Products

NIT MISSION

1. To be a partnership of Nawaplastic supporting with high capability to develop products and reduce cost
2. To be mould and die producer having own technology and providing for quality, competitive cost, and speed of services
3. Sustainable growth

Updated by Aug 10

วัฒนธรรมองค์กร



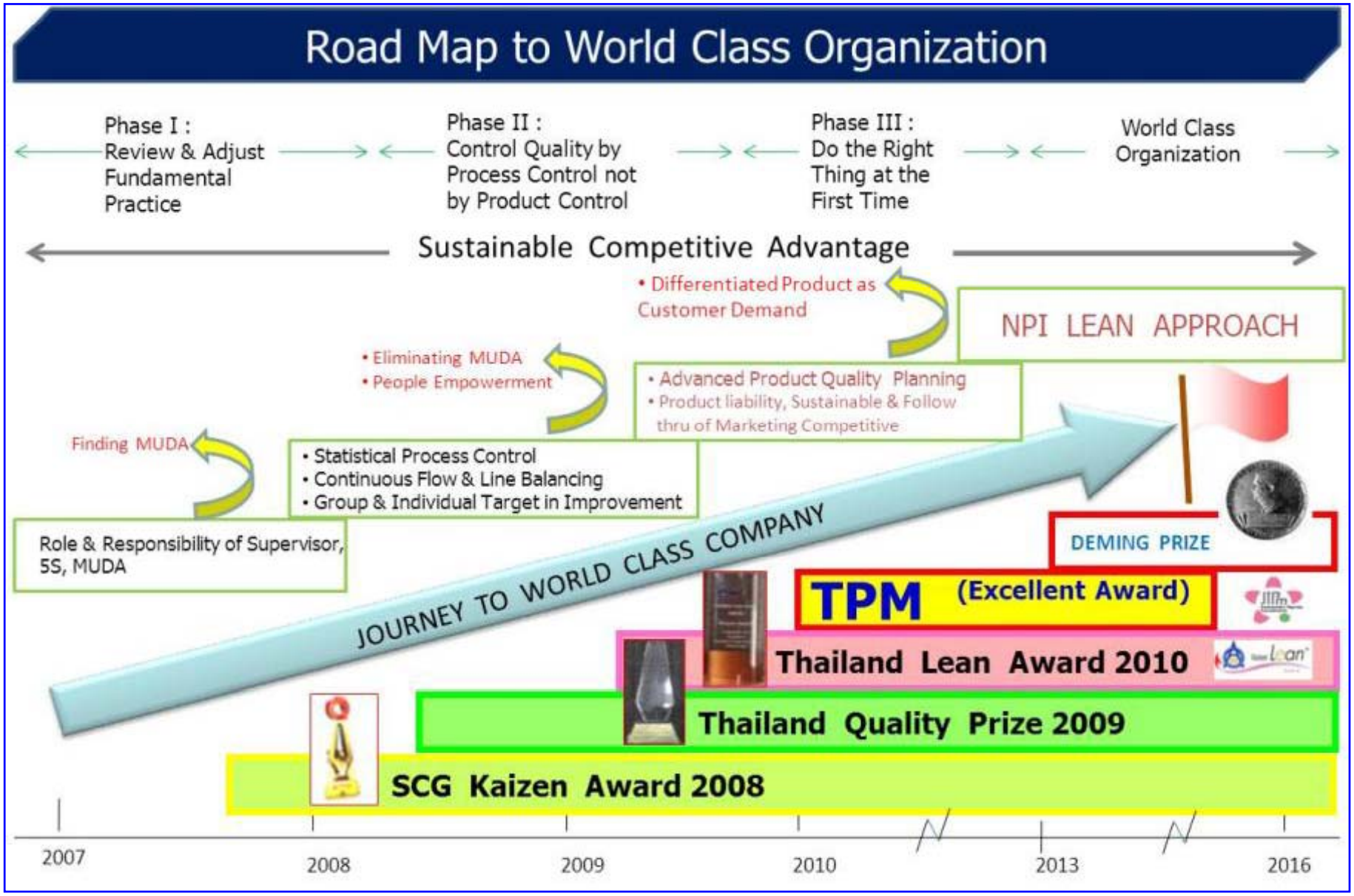
Innovation
สรรค์สร้างสิ่งใหม่

Service mind
ใส่ใจบริการ

Team Spirit
ทีมงานร่วมมือ

Entrepreneur
ดั่งคือเจ้าของ

Participation
พี่น้องร่วมกัน


Road Map to World Class Organization
Phase I : Review & Adjust Fundamental Practice
Phase II : Control Quality by Process Control not by Product Control
Phase III : Do the Right Thing at the First Time
World Class Organization
Sustainable Competitive Advantage
• Differentiated Product as Customer Demand
NPI LEAN APPROACH
• Eliminating MUDA
• People Empowerment
• Advanced Product Quality Planning
• Product liability, Sustainable & Follow thru of Marketing Competitive
Finding MUDA
• Statistical Process Control
• Continuous Flow & Line Balancing
• Group & Individual Target in Improvement
Role & Responsibility of Supervisor, 5S, MUDA
JOURNEY TO WORLD CLASS COMPANY
DEMING PRIZE
TPM (Excellent Award)
Thailand Lean Award 2010
Thailand Quality Prize 2009
SCG Kaizen Award 2008
2007
2008
2009
2010
2013
2016

รางวัลและความภาคภูมิใจของพนักงานและบริษัท

Coming soon

รางวัลอุตสาหกรรมดีเด่น
(Prime Minister Industry Award)
ประเภทการเพิ่มผลผลิต

โครงสร้างของธุรกิจ

Pipe Business

Construction Business

Other Industrial Business

Mold & Die Business

Expert in Vinyl based window & door solutions

Leader of Outdoor Living Solutions

Leader of Decorative Wood Substitute Products

Other Products
Soffit, Rain Gutter, Siding, Wall Panel & Ceiling

Exterior
Window & Door

Interior
Kitchen Set & Toilet Door

ที่มาและความสำคัญของปัญหาคราบดำบนประตูห้องน้ำพีวีซี

- Some brown or black stain occurs on surface after use for a period and difficult to clean?
- Customer requests to solve and prevent it for lifetime at a few changing price!
- Thai Industrial Standard of PVC toilet door (TIS.1013-2533) specified this quality → only few player achieve with higher price by UV coating technique… but not long-lasting?

Task Achieving QC Story

1. Understanding management policy
2. Setting a task
3. Development methods to perform the task
4. Explore a successful scenario
5. Implementation of the scenario
6. Confirmation of effects
7. Transfer to daily operation
8. Extend to future direction

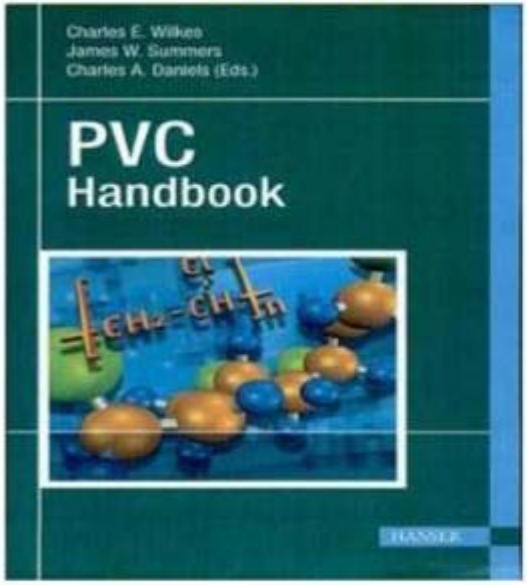
Kano, 2007

Understanding management policy

- Enhance our brand by increasing value and quality of products and services
- Implement problem solving & continuous improvement to respond for voice of customer - needs & complaints
- Aim to certify the PVC toilet door products by Thai Industrial Standard (TIS.1013-2533) at a competitive price within a year.

Setting a task

Identify → Evaluate → Narrow down the problem



4.6.5 Lead Stabilizer Strengths and Weaknesses

Lead stabilizers as a class and as typified by tribasic lead sulfate, have three principal strengths and three fundamental weaknesses as PVC heat stabilizers. The three strengths, which their use provides to PVC compounds, are outstanding long term heat stability, unexcelled electrical properties, and low unit cost. The three weaknesses of lead stabilizers are their inherent opacity, which precludes their use in clear compounds, their tendency to stain when exposed to sulfur, and their fatal flaw, namely, their cumulative toxicity.

The long-term heat stability and freedom from crosslinking, which basic lead salts impart to PVC, is the result of their unique surface chemistry. Basic lead salts combine fine particle size (1–3 μm) with high surface area and highly reactive surface hydroxy groups to effectively react with HCl and bind it on their surfaces as insoluble basic lead chlorides. This prevents the

The opacity imparted by lead stabilizers is not a significant deterrent to their use in filled and pigmented applications. It can be an advantage when light stability is a concern.

The sulfur staining is a pertinent issue in lead-stabilized flexible compounds, which are exposed to H_2S or rubber. This becomes a greater concern in compounding operations, which employ organotin mercaptides in common compounding equipment or which employ rigid PVC regrind from organotin mercaptide stabilized stock.

H_2S is also known as Sour Gas, Swamp Gas, Sulfuretted Hydrogen, and Hydrosulfuric Acid. H_2S has a familiar odor of rotten eggs and is detectable by most people at concentrations as low as 5 ppb. At moderately high concentrations, H_2S is highly toxic and often deadly.

DETERMINATION OF H_2S AND TOTAL SULFUR IN NATURAL GAS
Class Number 5090

Thomas Y. Tramel
Vice-President, General Manager
Del Mar Scientific, Ltd.
4145 Billy Mitchell Drive
Addison, Texas USA

Setting a task

Identify → Evaluate → Narrow down the problem

Phenomenon and Chemical Analysis

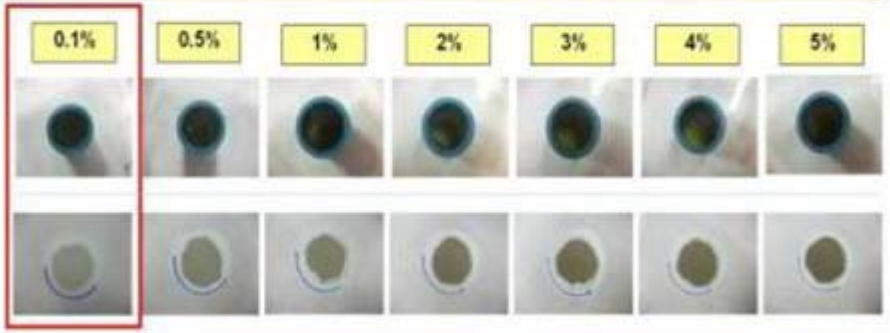
Pb + S ➡ PbS (Lead Sulfide)

Discolor PVC to Brown or Black

Hydrogen Sulfide (H_2S) = colorless, extremely poisonous gas, reeks of rotten eggs. It is formed when bacteria breaks down organic matter in the absence of oxygen and therefore is often found in crude oil and natural gas deposits

Confirm chemical reaction In the laboratory

Test with $(NH_4)_2S$ at any concentrated level



There was brown or black stain occurred correspond to theory

Setting a task

Define need for addressing the problem → Setting a target

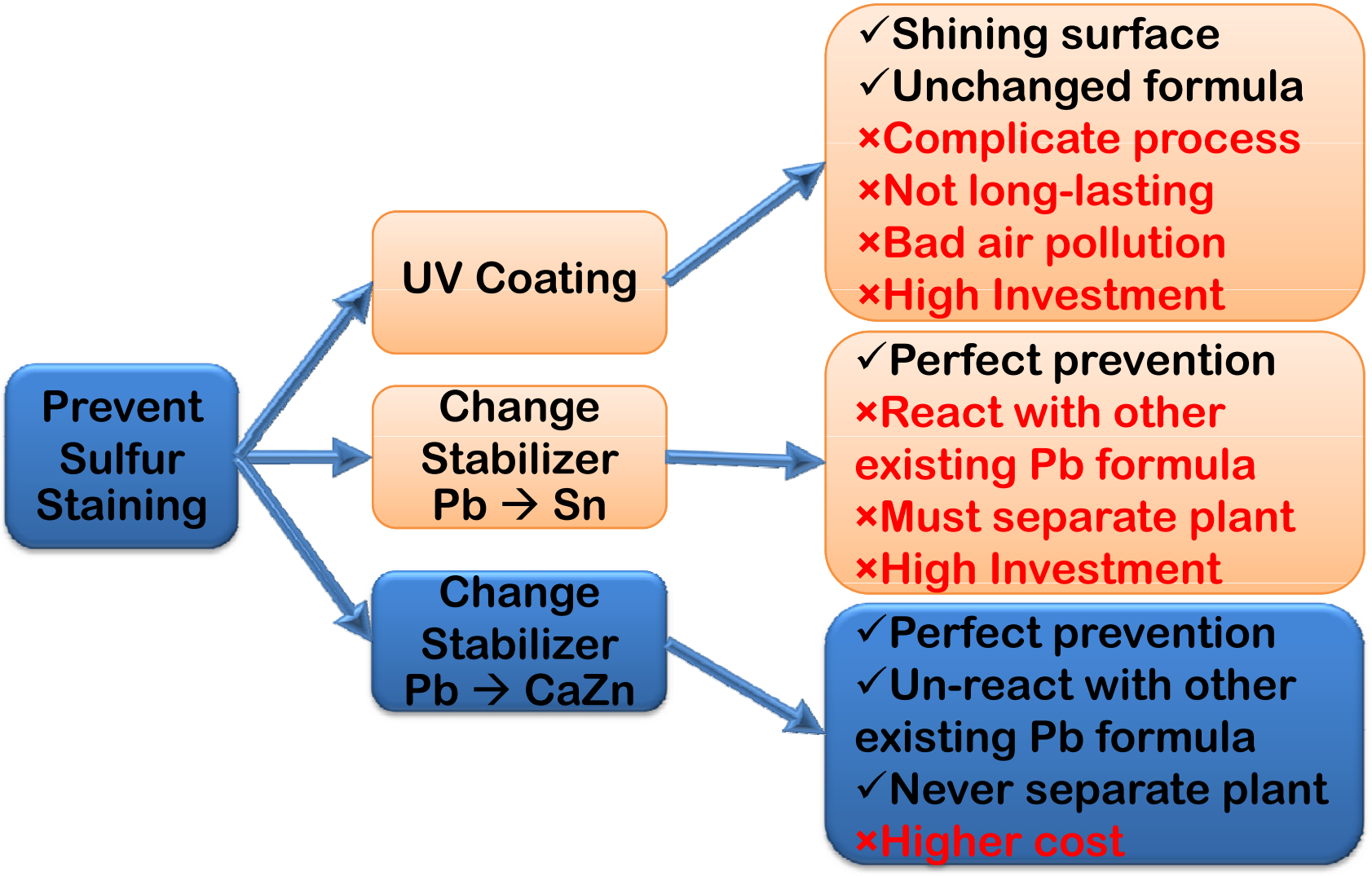
- Prevent the sulfur staining on PVC toilet door → **Quality**
- Maintain a cost for competitive price → **Cost**
- Enhance an impact strength to conform Thai Industrial Standard → **Quality**
- Aim to certify the PVC toilet door products by TIS.1013-2533 → **Brand**

Specification of Thai Industrial Standard for PVC toilet door (TIS.1013-2533)

ที่	รายการทดสอบ	ข้อ/ตาราง	หน่วย	เกณฑ์กำหนด
1	ความกว้าง	3.1	มิลลิเมตร	700 ± 2
2	ความสูง			1800 ± 2
3	ความหนา			35 ± 1
4.1	ความยาวของเส้นทแยงมุม	3.2		-
4.2	ผลต่างของเส้นทแยงมุม			ไม่เกิน 2.5
5	ความหนาของผนัง	3.3		ไม่น้อยกว่า 0.9
6	ลักษณะทั่วไป	5.1	-	ผ่าน
7	ความทนของสารเคมี	5.2	-	ผ่าน
8	การรั่วของน้ำ	5.3	-	ผ่าน
9	การบิดตัว	5.4	มิลลิเมตร	ไม่เกิน 6
10.1	ระยะโก่ง	5.5		ไม่เกิน 6.5
10.2	ระยะห่อ			ไม่เกิน 3.5
11	ความทนแรงกระแทก*	5.6	-	ผ่าน

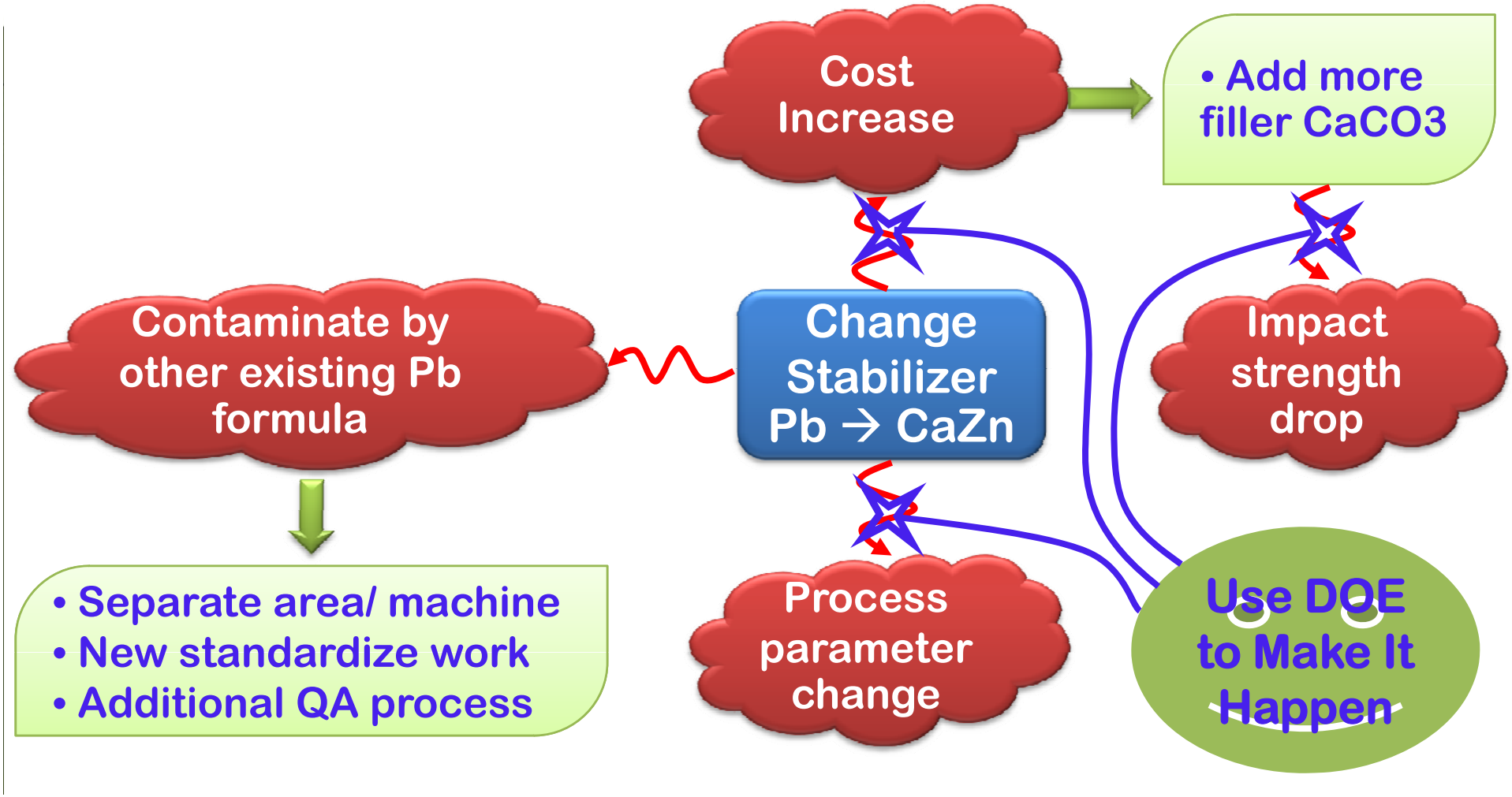
Prevent Sulfur Staining on PVC Toilet Door with Optimized Solution of Cost and Quality to Achieve Certifying Thai Industrial Standard (TIS.1013-2533)

Development methods to perform the task



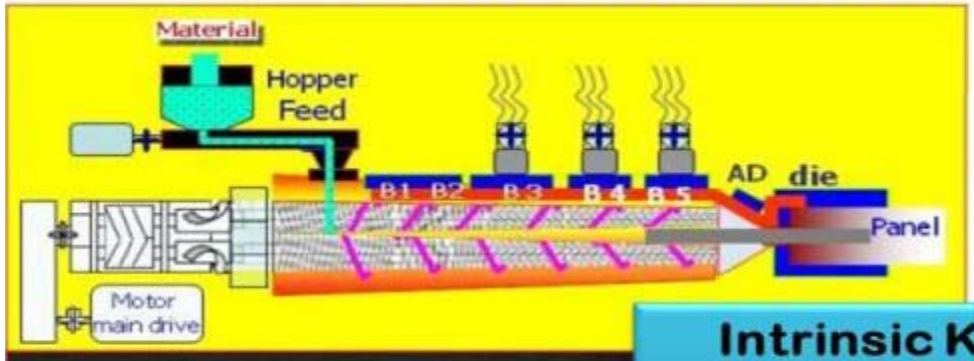
1 2 3 4 5 6 7 8

Development methods to perform the task

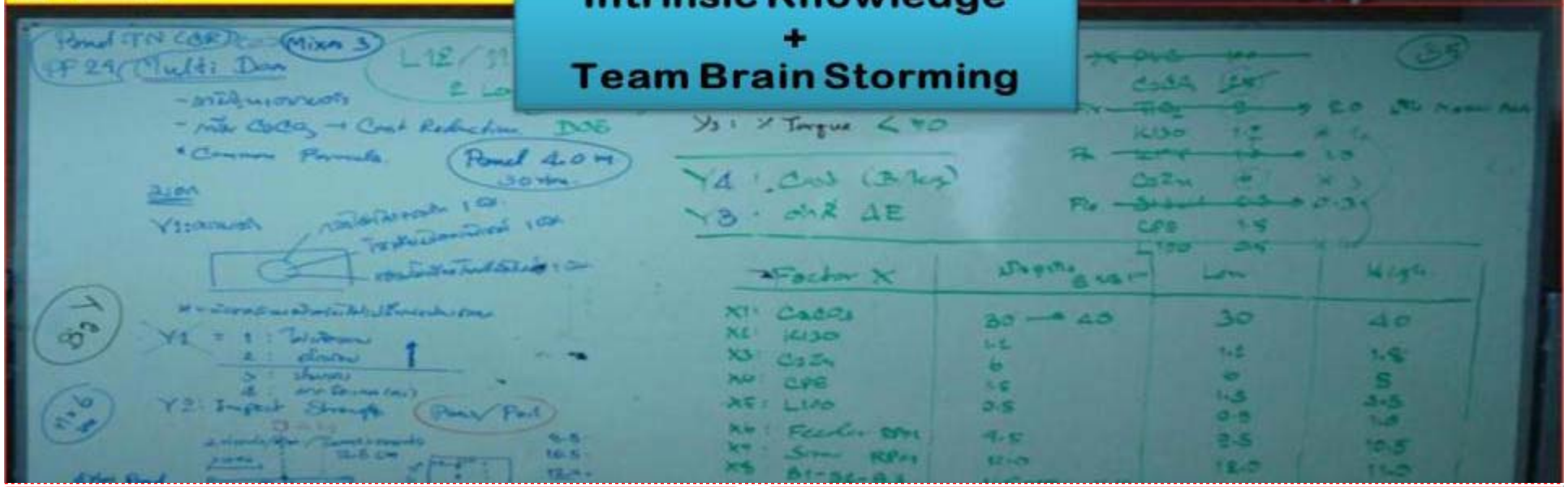


Explore a successful scenario

Define Green Ys and Studying Factor Xs

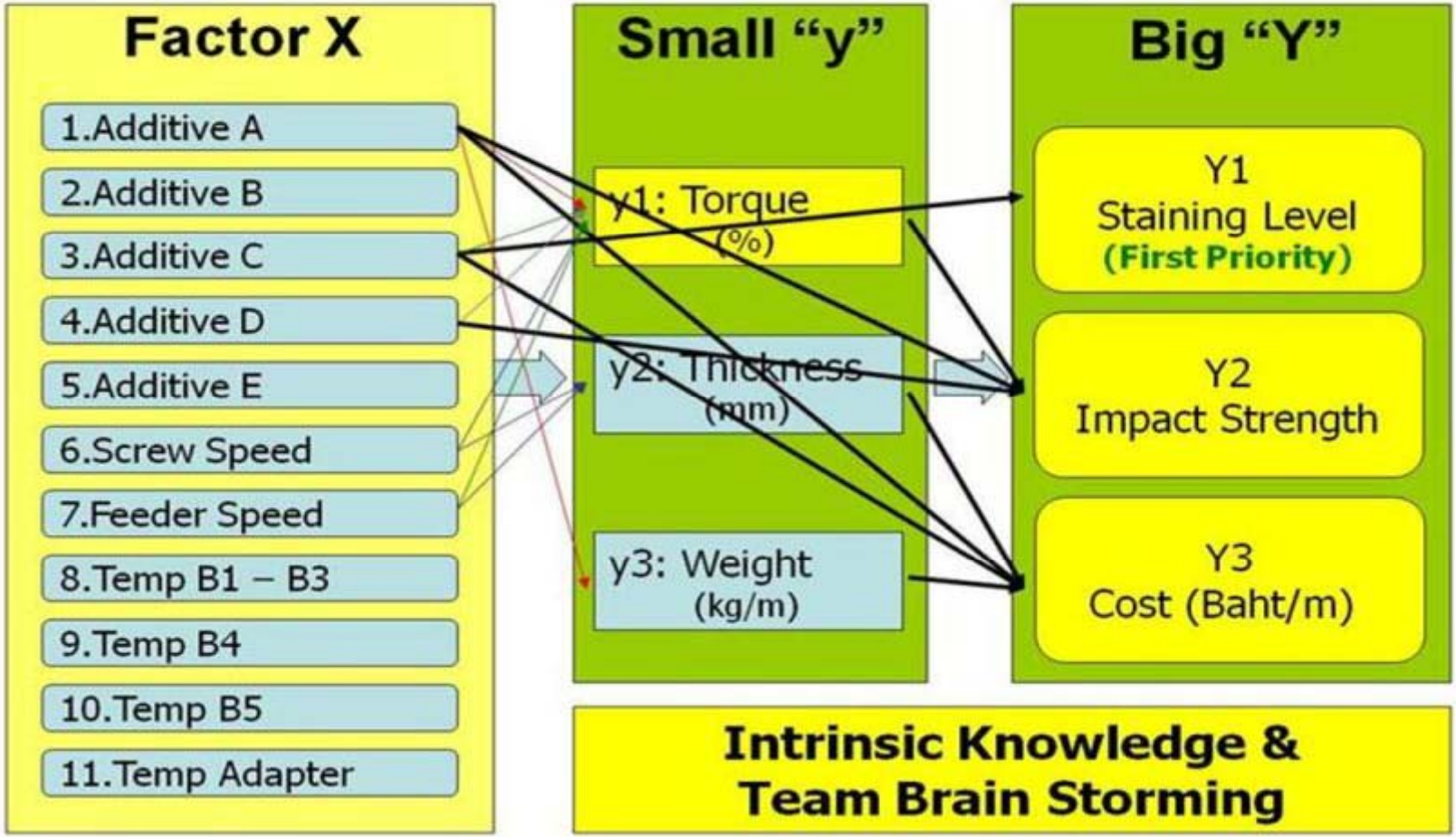


Intrinsic Knowledge
+
Team Brain Storming



Explore a successful scenario

Create Path Diagram of Studying Variable



Explore a successful scenario

Quantify and measure the green Ys

Y1: Staining Level

Before	After: split into level

Y2: Impact Strength

Before	After: vary impact height

max. height to pass (cm)					
8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.5

Setting the target of green Ys

Green Ys	Baseline	TIS. 1013-2533	Target
Y1: Staining Level	4	1	1
Y2: Impact Strength (cm. @ 4kg)	>18.5	>12.5	> 12.5
Y3: Cost (Baht/m)	17.6		17.6

Implementation of the scenario

Plackett-Burman L12 DOE for 11 factors with 2 levels

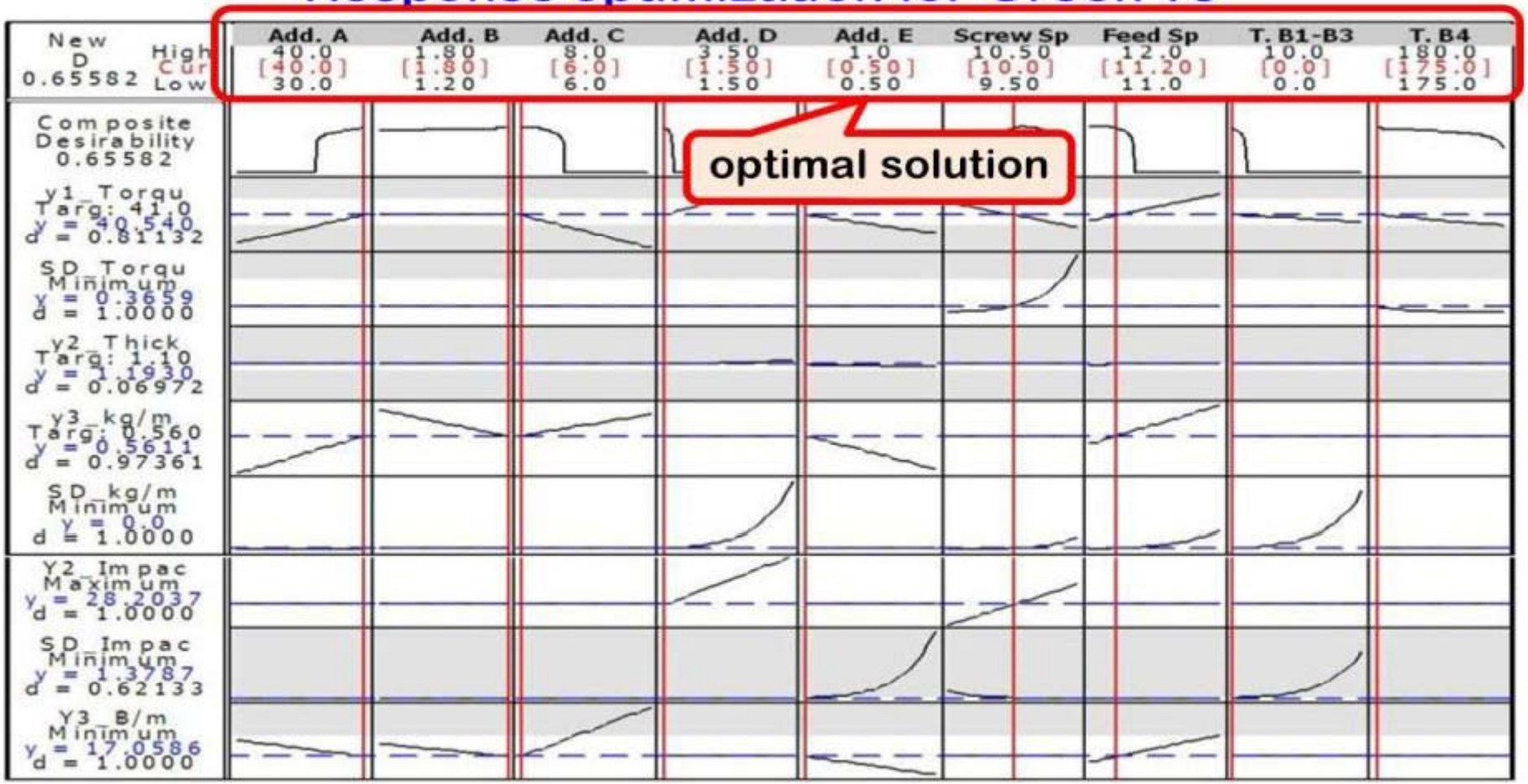
Worksheet ***

→	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	Add. A	Add. B	Add. C	Add. D	Add. E	Screw Sp	Feed Sp	T. B1-B3	T. B4	T. B5	T. Ad
1	30	1.2	6	1.5	0.5	9.5	11	0	175	170	185
2	40	1.2	8	1.5	0.5	9.5	12	10	180	170	190
3	40	1.8							180	175	185
4	30	1.8							180	175	190
5	30	1.8							175	175	190
6	40	1.2							175	175	190
7	30	1.2							175	175	185
8	30	1.2							180	170	190
9	30	1.8							180	170	185
10	40	1.8	8	1.5	1.0	10.5	11	10	175	170	185
11	40	1.8	6	3.5	1.0	9.5	12	0	175	170	190
12	40	1.2	6	1.5	1.0	10.5	12	0	180	175	185

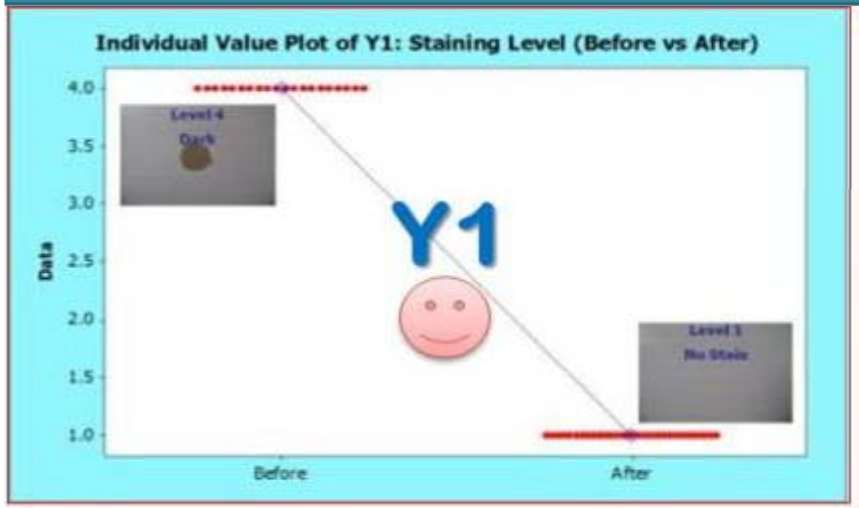
- Run DOE 12 Experiments
- Analyze effect of potential factors to each green Ys by Y-hat and S-hat model

Implementation of the scenario

Response optimization for Green Ys



Confirmation of effects



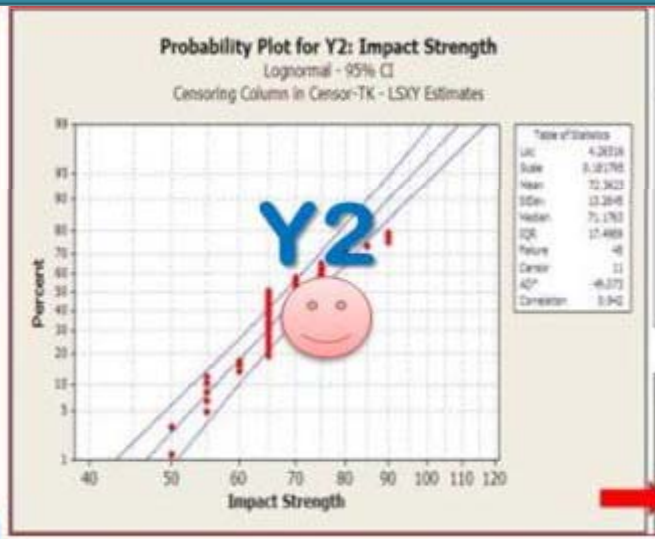


Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	Upper
1	46.6299	1.99136	42.8858	50.7009
2	48.9990	1.94640	45.3288	52.9663
3	50.8641	1.91631	46.9443	54.4630
4	51.7749	1.89319	48.1938	55.6211
5	52.7801	1.87428	49.2315	56.5845
6	53.6515	1.85823	50.1304	57.4201
7	54.4275	1.84428	50.9302	58.1649
8	55.1317	1.83196	51.6556	58.8419
9	55.7801	1.82095	52.3229	59.4658
10	56.3937	1.81103	52.9436	60.0474

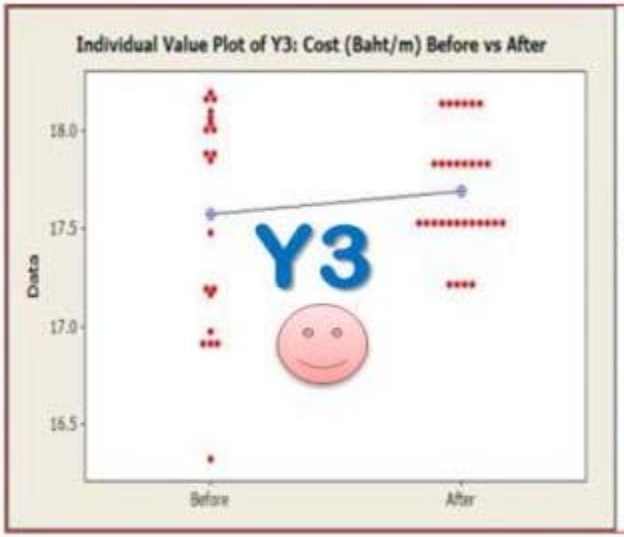
Table of Cumulative Failure Probabilities

Time	Probability	95.0% Normal CI Lower	Upper
12.5	0	0	0.0000000

Y1: Staining level = no stain

Y2: Impact strength = less than 0.00% cumu. failure probability by testing follow TIS.1013-2533

Y3: Cost (Baht/meter) = Not increase/ less variation because of robust design



Test for Equal Variances: Before, After

95% Bonferroni confidence intervals for SD.

	N	Lower	StDev	Upper
Before	20	0.416856	0.568986	0.881529
After	30	0.230994	0.295260	0.420925

F-Test (Normal Distribution)
Test statistic = 3.61, p-value = 0.002

Two-Sample T-Test and CI: Before, After

Two-sample T for Before vs After

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before	20	17.573	0.569	0.13
After	30	17.692	0.299	0.055

Difference = mu (Before) - mu (After)
Estimate for difference: -0.119
95% CI for difference: (-0.403, 0.166)
T-Test of difference = 0 (vs not =):
T-Value= -0.86 P-Value= 0.399 DF= 26

Transfer to daily operation

Quality Control Plan of PVC Toilet Door

รหัสเอกสาร : QP-QC-010
: 101 R00
วันที่ใช้ไม่ใช้ : 22/10/52
แผ่นที่ : 1/1

สินค้า Door Panel TK, TN สีเทา
Door Panel TK, TN สีครีม

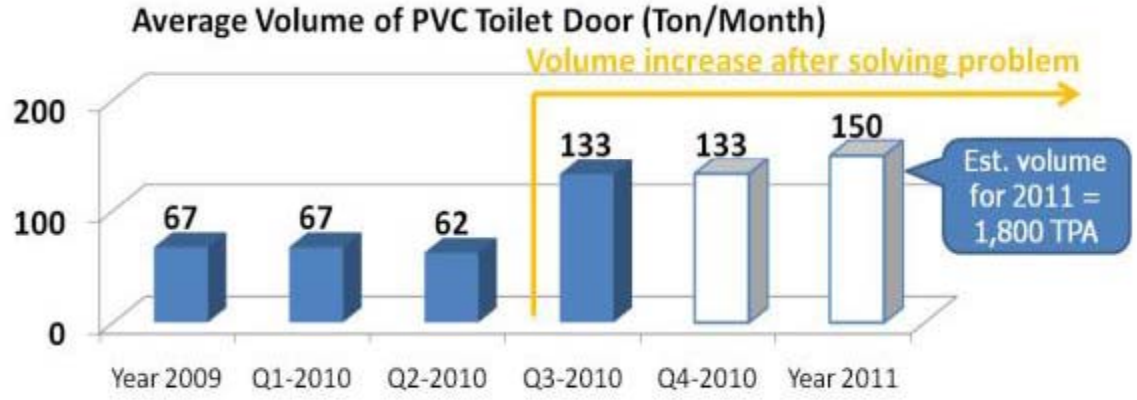
ผู้ผลิตสินค้า MDGR - 17
MDIV - 17

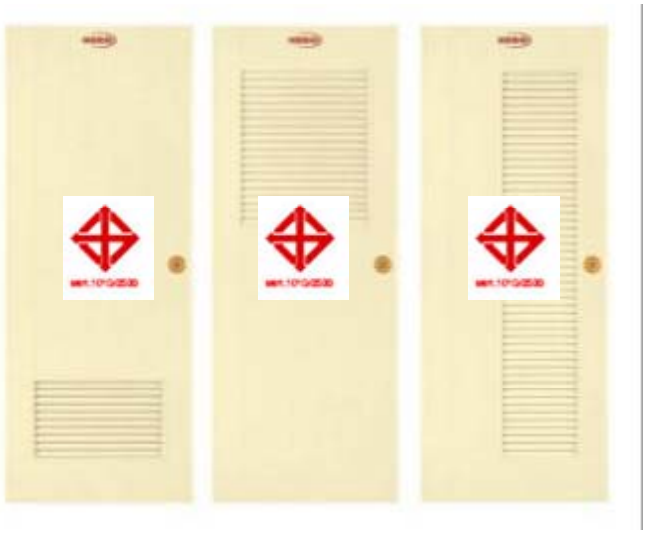
กระบวนการ		ชิ้นส่วน/ อุปกรณ์/ ขั้นตอน	ข้อกำหนดควบคุม	ลักษณะการใช้ประโยชน์การควบคุม				วิธีปฏิบัติการแก้ไข (กรณีไม่ผ่าน)	เอกสารอ้างอิง
				มาตรฐาน	ความถี่	วิธีการ	ผู้รับผิดชอบ		
Material Incoming	1	การรับชิ้นส่วน	จำนวน	ตรงตามที่สั่งซื้อ	ทุก Lot	ตรวจนับจำนวนตามเอกสารใบส่ง	พนักงาน	แจ้ง Supplier	PM-AC-006
			ลักษณะการบรรจุ	ไม่เก่า, แตก	ทุก Lot	ตรวจพินิจ	พนักงาน	แจ้ง Supplier	WI-AC-004, WI-AC-024
			การจัดเก็บ	สภาพภายนอกไม่เปียกน้ำ	ทุก Lot	จัดเก็บในคลังสินค้า	พนักงาน	ดำเนินการแยกเพื่อตรวจพิจารณาคุณภาพ	SD-AC-004
	2	PVC Resin K66	K value	65 - 67	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Bulk Density	≥ 0.5 g/ml	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
			Moisure Content	≤ 0.3%	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
	3		Mean Particle Size	≤ 2.7µm	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Top Cut	≤ 12µm	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
	4		Titanium Content	≥ 90 %	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
	5		Bulk Density	≥ 0.350 g/ml	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 1.5 %	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
	6		Bulk Density	0.20 – 0.80 g/ml	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 3.0 %	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
	7		Chlorine	34.5 - 39.5	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Moisure Content	≤ 3.0 %	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
	8		Acid Value	≤ 3.0 mg KOH/g	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	SD-QC-001
			Melting Point	62 - 70 °C	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	
			Hydroxyl Value	≤ 12 mg KOH/g	ทุก Lot	เทียบค่าจาก COA กับ Spec.	พนง. QC	บันทึกผล พิจารณา	

Benefit from the project

Traditional Method (Intrinsic Knowledge + Trial & Error)	Optimal Method (Intrinsic Knowledge + DOE)
Material cost increase 9% ~ 5.10 MB/Year	Material cost increase 0.6% ~ 0.34 MB/Year

Cost advantage from optimal solution: 4.76 MB/Year
(refer to basis material cost = 31.48 B/kg)



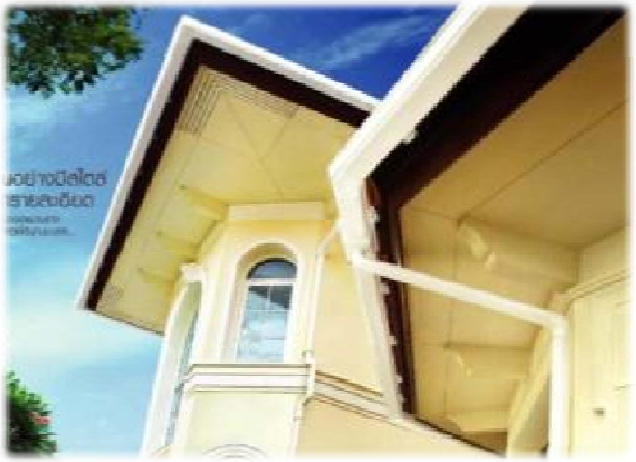


The product certified by Thai Industrial Standard (TIS.1013-2533)

Extend to future direction

- The result of DOE enhanced the intrinsic knowledge of the process
- Moving onward to optimize solution for preventing sulfur staining on other PVC products

Vinyl Rain Gutter



Outdoor Living Product

Vinyl Soffit

ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

- ต้องการความรู้เชิงทฤษฎีอย่างมากในการหาทางเลือกใหม่ที่เป็นไปได้ รวมถึงการประเมินความเสี่ยง และการเตรียมมาตรการป้องกันล่วงหน้า
  - หาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือ PVC Handbook รวมทั้งแหล่งข้อมูลอื่นๆ
  - Brain Storming เพื่อรวบรวม Intrinsic Knowledge จากทีมงาน
- วิธีการวัดแบบเดิมที่แสดงผลวัดเป็นแบบ “ผ่าน/ ไม่ผ่าน” ให้คุณภาพข้อมูลที่น้อย ใช้ทางสถิติได้ยาก
  - ออกแบบวิธีการวัดผล (Measurement System) ของค่า Ys บางตัวใหม่ เพื่อจะเปลี่ยนผลการวัดให้เป็นตัวเลข ซึ่งจะให้คุณภาพข้อมูลที่มากขึ้น

ปัจจัยแห่งความสำเร็จและความยั่งยืน

- Team Spirit: ทีมงานร่วมมือ เป็นหนึ่งในวัฒนธรรมองค์กร “ISTEP” ของนวพลาสติก
  - ช่วยส่งเสริมต่อการทำงานแบบ Cross Functional Management ทำให้การแก้ปัญหาที่ต้องทำร่วมกันหลายหน่วยงานมีโอกาสประสบความสำเร็จง่ายขึ้น
- โครงการพัฒนาทักษะ TQM “Operational Excellence” หรือ OE ของเครือซิเมนต์ไทย
  - มุ่งพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหาด้วยเครื่องมือทางสถิติขั้นสูง
  - สามารถนำความรู้และเทคนิคต่างๆ มาใช้พัฒนาวิธีการและทีมงานให้แก้ปัญหาที่มีซับซ้อนได้มากขึ้น

Thank you for your attention

May the Force be with you

นายโฆสิต หนูฤทธิ์
ผู้จัดการส่วนผลิต **Profiles**
บริษัท นวพลาสติกอุตสาหกรรม จำกัด