



การประยุกต์ใช้เส้นใยจากใบสับปะรดสำหรับสิ่งทอเทคนิค
Application of Pineapple Leaf Fiber for
Technical Textiles



ณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร (หัวหน้าโครงการ)

ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11

(NAC2015, NSTDA Annual Conference 2015), 2 เมษายน 2558

สนับสนุนทุนวิจัยโดยสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประจำปีงบประมาณ 2557
ภายใต้โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยเส้นใย ต้นแบบและการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอเทคนิค



ที่มาของปัญหา



- เนื่องจากวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
- แนวทางหนึ่งในการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศน์ คือ ใช้วัตถุดิบและกากของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ โดย
 - การลดปริมาณกากของเสียหรือของเหลือใช้
 - การเพิ่มประสิทธิภาพการนำกลับมาใช้ใหม่ และ
 - การแลกเปลี่ยนกากของเสียระหว่างอุตสาหกรรม โดยของเสียอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอีกประเภทหนึ่ง



- ผลผลิตโดยตรงจากอุตสาหกรรมเกษตรส่วนใหญ่ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่ง วัตถุดิบทางการเกษตรบางส่วนจะเหลือทิ้ง และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้

- จากการศึกษที่ผ่านมา วัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร มีเซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งก็คือ เส้นใยจากพืช

11th NSTDA Anniversary Conference 2015
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช.
www.nstda.or.th



- ปัจจุบัน ภาคการเกษตรมีวัตถุดิบที่เหลือทิ้งจากใบสับปะรดมีมากมาย

- ซึ่งภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้นำวัตถุดิบเหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้ทำเป็นใยธรรมชาติ



- แต่เนื่องจากยังขาดการเชื่อมโยงที่เป็นรูปธรรมคือ เครื่องมือเครื่องจักรที่สามารถทำการแปรรูปวัตถุดิบเหลือทิ้งเหล่านี้ให้สามารถส่งต่อมายังภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อใช้ในการผลิตเส้นใยธรรมชาติให้เพียงพอต่อความต้องการ



ผลพลอย
ได้(plant
residue)

สับปะรด
(pineapple
fruit)

ส่วนใช้
บริโภค



ต้นสับปะรด
(pineapple stem)



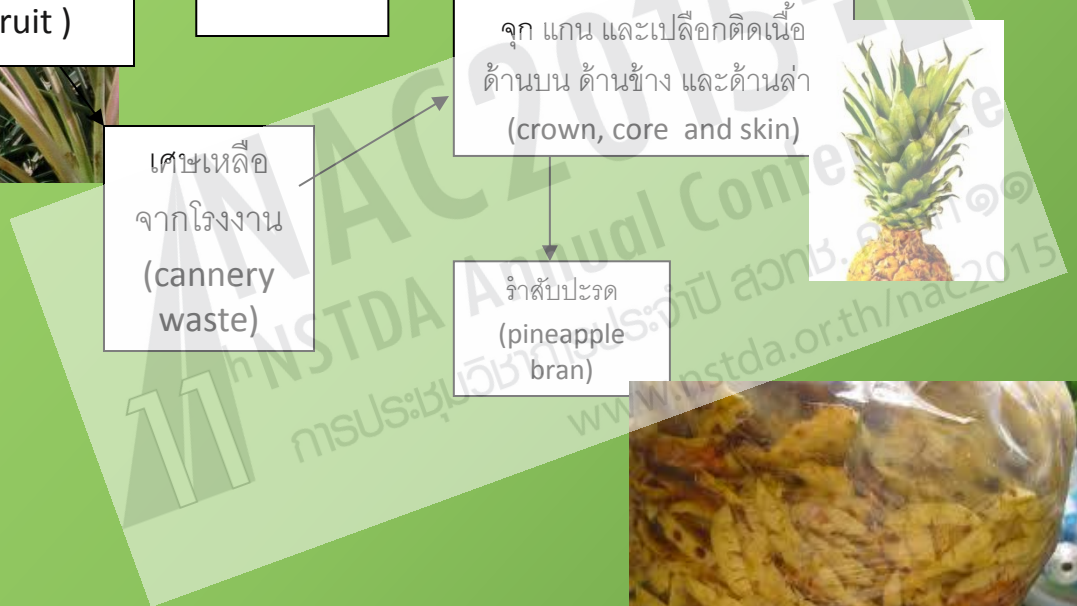
จุก แกน และเปลือกติดเนื้อ
ด้านบน ด้านข้าง และด้านล่าง
(crown, core and skin)

เศษเหลือ
จากโรงงาน
(cannery
waste)

รำสับปะรด
(pineapple
bran)



ใบสับปะรด
(pineapple leaf)















สมบัติทางกายภาพของเส้นใย

Fiber	Density (g/cm ³)	Diameter (μ m)	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)	Elongation at break (%)
Jute	1.3–1.45	20–200	393–773	13–26.5	7–8
Flax	1.5–3	–	45–1100	27.6	2.7–3.2
Hemp	–	–	690	–	1.6
Ramie	1.5	–	400–938	61.4–128	1.2–3.8
Sisal	1.45	50–200	468–640	9.4–22	3–7
Palf	–	20–80	413–1627	34.5–82.51	1.6
Cotton	1.5–1.6	–	287–800	5.5–12.6	7–8
Coir	1.15	100–450	131–175	4–6	15–40
E-glass	2.5	–	2000–3500	70	2.5
S-glass	2.5	–	4570	86	2.8
Aramid	1.4	–	3000–3150	63–67	3.3–3.7
Carbon	1.7	–	4000	230–240	1.4–1.8

สิ่งทอเทคนิค (Technical Textile)

- ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีคุณสมบัติและรูปแบบเฉพาะตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน
- จำแนกเป็น 12 ประเภท

	Agrotech Horticulture + landscape gardening, agriculture + forestry, animal keeping		Meditech Hygiene, medicine
	Buildtech Membrane, lightweight + massive construction, engineering + industrial building.		Mobiltech Cars, ships, aircraft, trains, space travel
	Clothtech Garments, shoes		Oekotech Environmental protection, recycling, waste disposal
	Geotech Road infrastructure, Railways, Irrigation and Hydraulic structures, Waste Landfills, Dams etc.		Packtech Packaging, protective-cover systems, sacks, big bags, container systems
	Hometech Furniture, upholstery + interior furnishing, rugs, floor coverings		Protech Person and property protection
	Indutech Filtration, cleaning, mechanical engineering, chemical industry		Sporttech Sport and leisure, active wear, outdoor, sport articles.

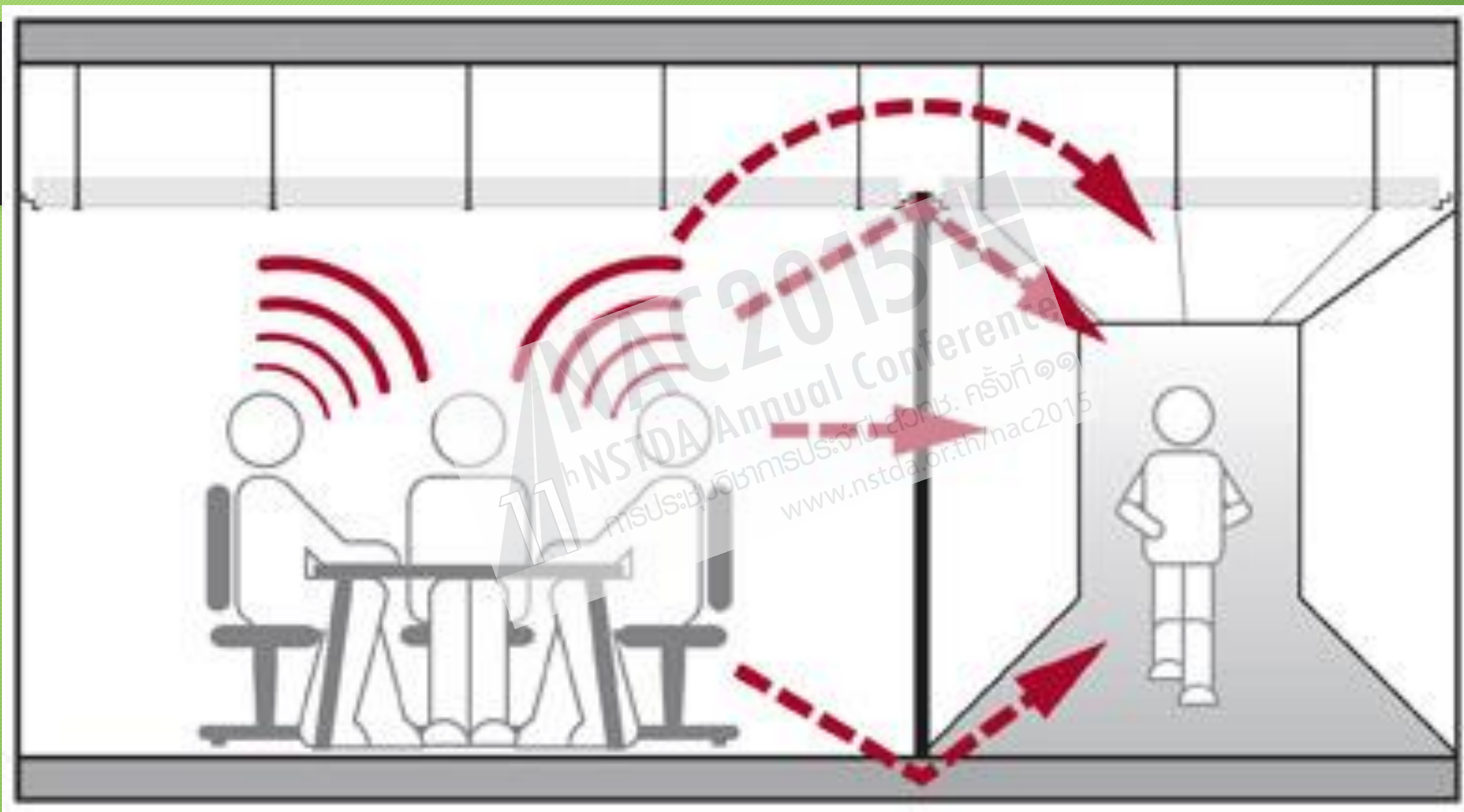
ผนังดูดซับเสียง (Acoustic Absorption Panel)

เป็นวัสดุที่นำมาทำกันไม่ให้เสียงผ่านไปได้

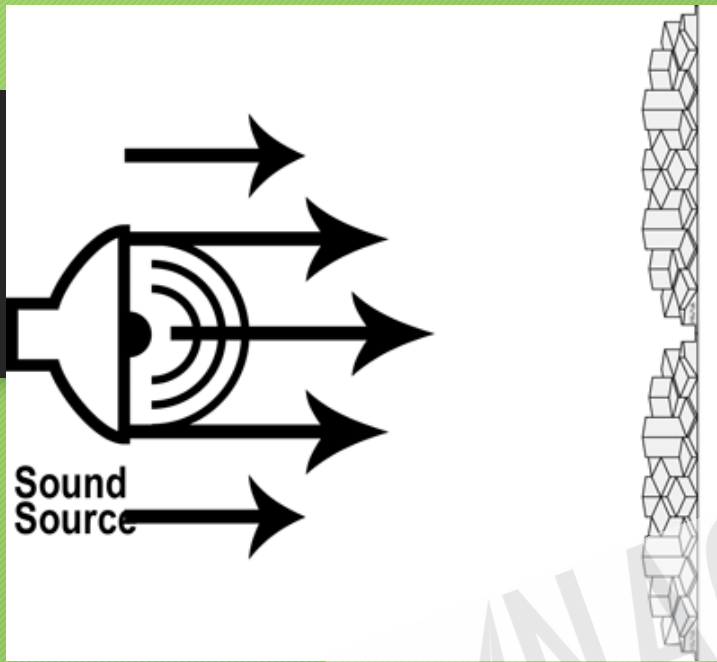
คุณสมบัติวัสดุลดการสะท้อนเสียง

มีคุณสมบัติเหมาะสมใน

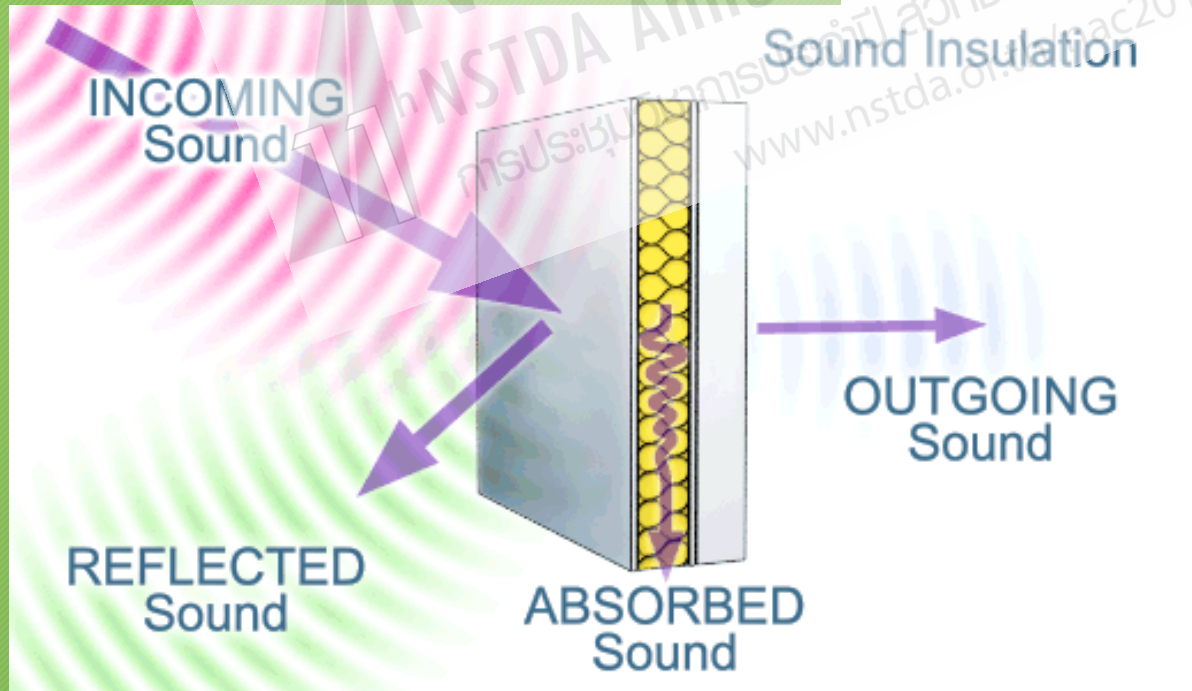
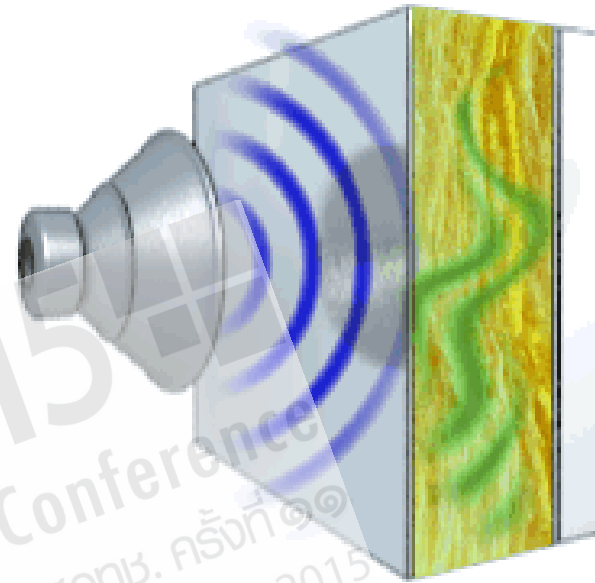
- การลดการสะท้อนและกระจาย เสียง
- ไม่สะสมฝุ่นละอองได้ง่าย
- ทำความสะอาดได้สะดวก



MAC 2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการ NSTDA ประจำปี ๒๕๕๘ ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015



Sound Absorption



Sound Insulation

ANAC 2015
NSTDA Annual Conference
www.nstda.or.th

เส้นใยจากใบสับปะรด

- ใยสับปะรด (Pina) เป็นเส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากใบของลำต้น เป็นพืชในตระกูล *Bromeliaceae* ชื่อต้น *Ananas comosus*
- เกษตรกรจะขายผลสับปะรดให้โรงงาน ซึ่งจะนำไปแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋อง น้ำผลไม้
- หลังจากเก็บผลของสับปะรดแล้ว ใบสับปะรดจากไร่จำนวนมากก็ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น
- เกษตรกรจะเผาทำลาย เพื่อเตรียมการเพาะปลูกในรอบต่อไป

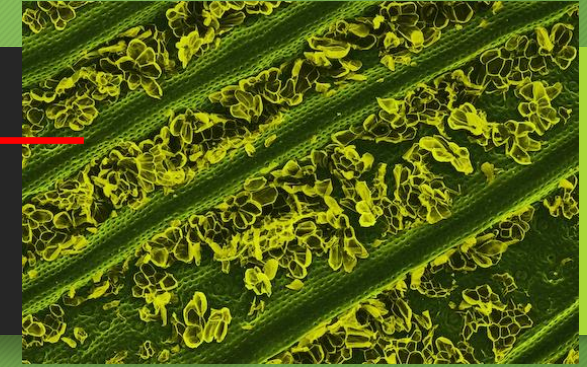
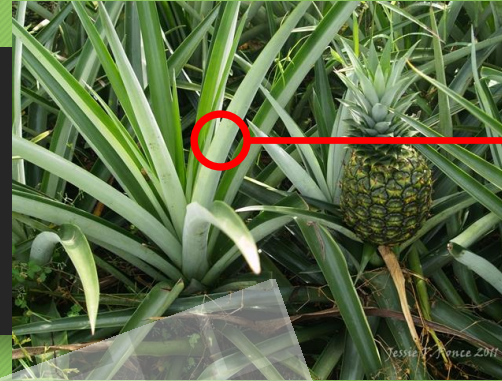


- โครงการนี้ จะเป็นการศึกษาการนำเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากใบสับปะรด
- ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร มาวิจัยและพัฒนาเป็นวัสดุแผ่นบุผนังเพื่อลดทอนคลื่นเสียงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- โดยเริ่มจากการพัฒนาสร้างเครื่องแยกเส้นใยสับปะรด
- การนำเส้นใยสับปะรดมาผสมกับกับพอลิเมอร์สังเคราะห์
- และการทำแผ่นบุผนังดูดซับเสียงต้นแบบจากเส้นใยสับปะรดต่อไป

วัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างเครื่องจักรเตรียมเส้นใยต้นแบบจากใบสับปะรด
- เพื่อประยุกต์ใช้งานเส้นใยสับปะรดสำหรับแผ่นบุผนังเพื่อลดทอนคลื่นเสียง
- เพื่อทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับแผ่นบุผนังเพื่อลดทอนคลื่นเสียง

คุณสมบัติของเส้นใยสับปะรด

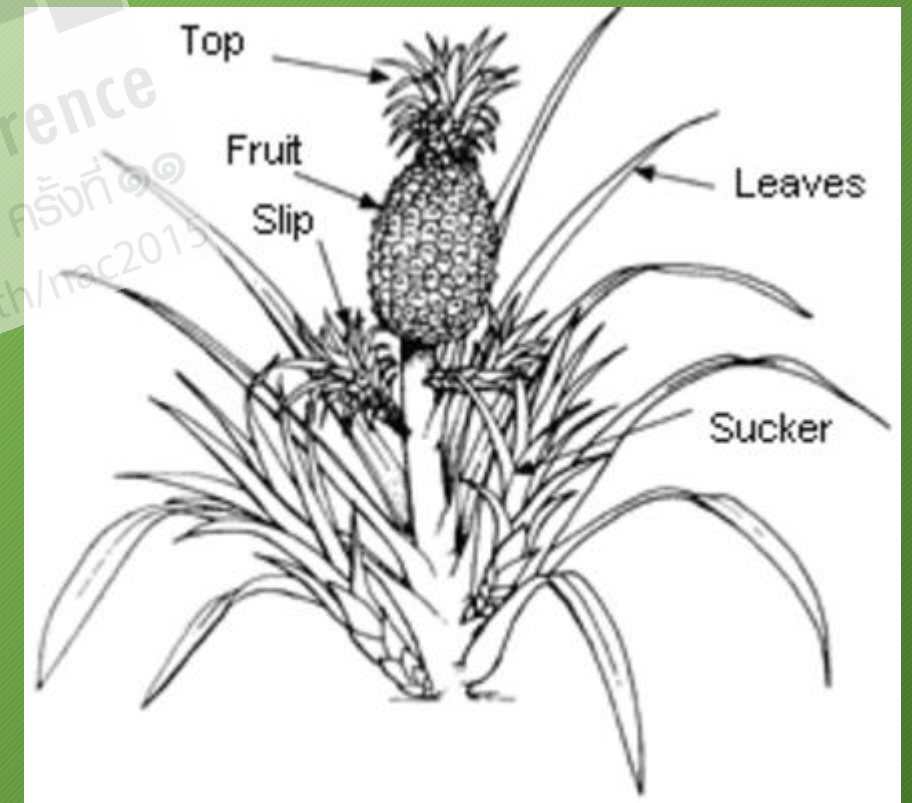


- เป็นเส้นใยยาว ละเอียดยืด และคุณภาพดี
- เหมาะกับการทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
- มีความนุ่มเหมือนผ้าฝ้าย แต่แข็งแรงกว่าฝ้าย
- นอกจากนี้ มีนักวิจัยได้พยายามนำไบโอสับปะรด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือจากการส่งขายดังกล่าว มาแปรรูปเป็นกระดาษ เพื่อใช้ในการพิมพ์และทำบรรจุภัณฑ์



สัดส่วนของส่วนประกอบของต้นสับปะรด

ส่วนของสับปะรด	ร้อยละ
น้ำหนักผล	37.35
ใบ	38.78
จุก	7.77
ต้น	12.86
ก้านผล	3.08
หน่อ	0.18



- สับปะรดหนึ่งผลจะหนักประมาณ 1,754.4 กรัม/ผล

- ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 3,870.00 กิโลกรัม/ไร่

- สับปะรดหนึ่งผลเมื่อเข้าแปรรูปในโรงงาน จะมี

สับปะรด เหลือใช้จากการปลูกสับปะรดประมาณ 1,821 กรัม/ต้น

- ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ใบสับปะรดเฉลี่ยประมาณ **10,380** กิโลกรัม



วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากใบ สับปะรด

กระบวนการ	องค์ประกอบทางเคมี (%)					
	α - Cellulose	Hemicellulose	Lignin	Fat & Wax	Ash	Protein/ Other
เส้นใยที่ผ่านกระบวนการตีเยื่อออก (Decorticated fiber)	72.24	14.13	5.16	4.22	2.04	2.21

สมบัติกายภาพ

Fiber	Diameter (μm)	Density (g/cm^3)	Moisture content (%)	UTS ¹ (MPa)	Modulus (GPa)
Cotton		1.5		500-880	0.05
Jute	200	1.45	12	460-533	2.5-13
Coir	100-450	1.15	10-12	131-175	4-6
Banana	80-250	1.35	10-12	529-754	7.7-20.8
Sisal	50-200	1.45	11	568-640	9.4-15.8
Flax		1.50		1100	100
Kraft fiber		1.54		1000	40
Sunhemp	48	0.673		200-300	2.68
Pineapple	20-80	1.44		413-1627	34.5
Palm leaf	240			98.14	2.22
Mesta	200	1.47		157.38	12.62
Kusha grass	390			150.59	5.69

¹ Ultimate tensile strength

สมบัติทางกายภาพของเส้นใยจากใบสับปะรด

สมบัติทางกายภาพ		
ความยาวเฉลี่ยของเซลล์ในใย (Single Cell) (L) (มิลลิเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของ เซลล์ในใย (D) (มิลลิเมตร)	อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่าน ศูนย์กลางของเซลล์ในใย (L/D)
7.1	0.019	373.68

ค่าความแข็งแรงของเส้นใยจากใบสับปะรด

กระบวนการ	ความละเอียดของเส้นใย (Fineness) (Denier)	Tenacity (กรัมต่อดีเนียร์)	ระยะการยืดตัว ณ จุด ขาด(%)
เส้นใยที่ผ่านกระบวนการตี เยื่อออก (Decorticated fiber)	13.5	8.07	3.21

ขั้นตอนการเตรียมเส้นใยลัมปะรด

Pineapple
leaf



Machine

Detergent
wash



Dry

Boric
treatment

Boric acid +
Borax (1:1)
20 g/l 12 hr.

Dry

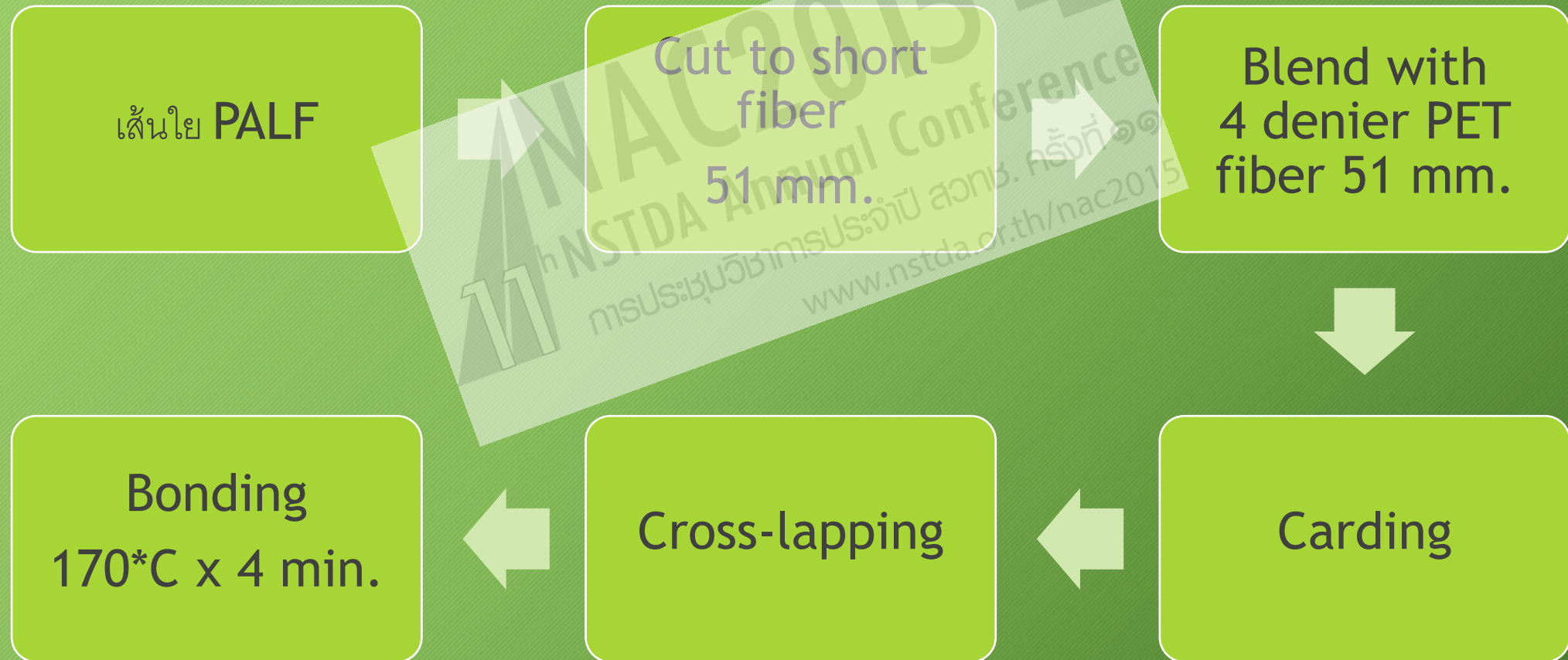
ขั้น
รูปทำ
แผ่น

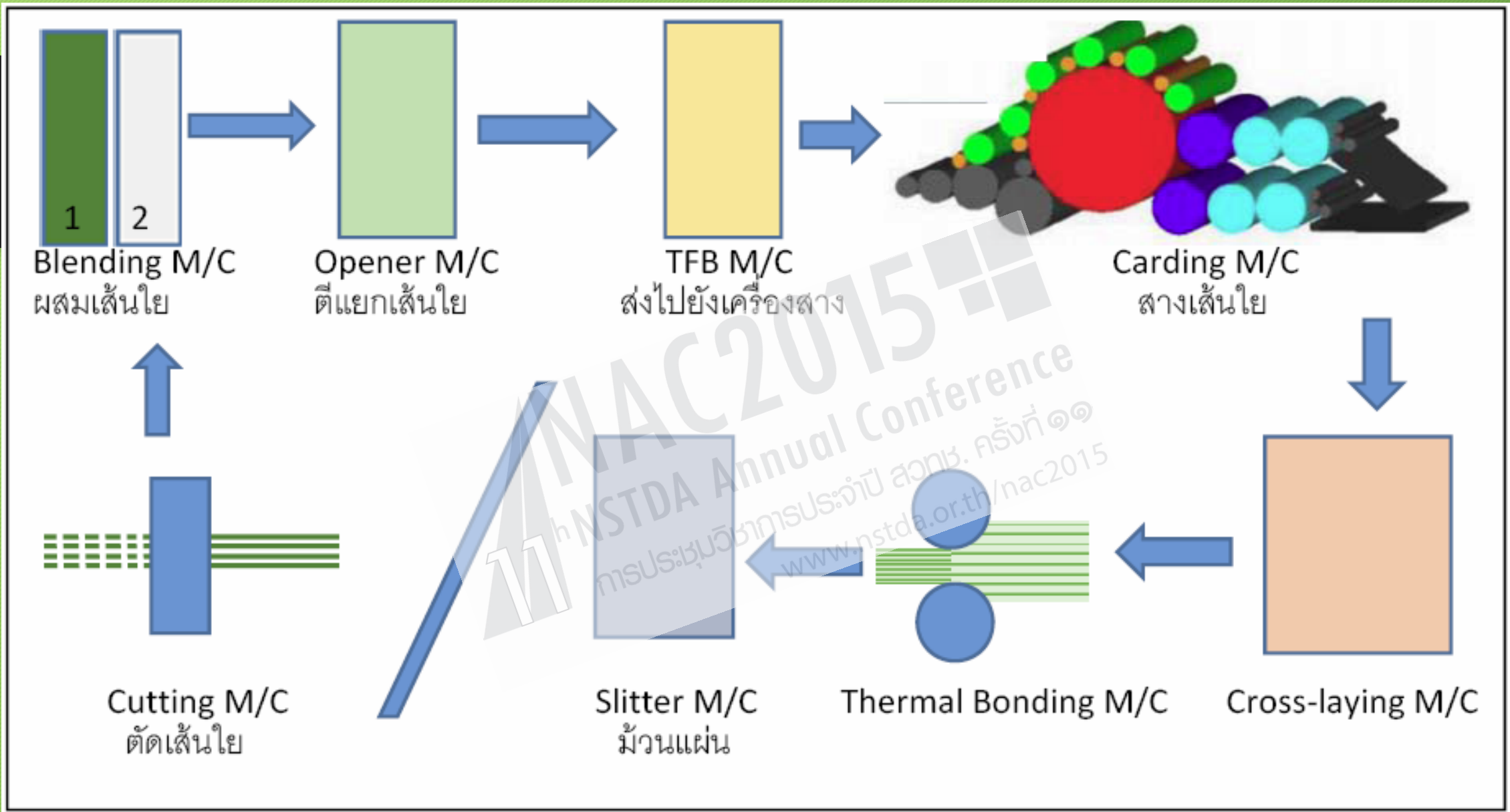




11 NAC 2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมประจำปี ๒๕๕๘
www.nstda.or.th/nac2015

ขั้นตอนการผลิตแผ่นผ้าไม่ทอจากเส้นใยลึบปะรด





กระบวนการผลิตแผ่นผ้าไม่ถักทอของเส้นใยสับปะรดผสมเส้นใยพอลิเอสเตอร์ในโรงงาน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1

- วัสดุคอมพอสิตดูดซับเสียง ที่เตรียมจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ผสมกับเส้นใย PET อัตราส่วน 80:20, 60:40 และ 40:60 ผ่านการผสมเส้นใยและกระจายเส้นใยด้วยวิธี **carding** และ **cross-lapping** อัดด้วยวิธี **thermal bonding** เพื่อเตรียมแผ่นวัสดุคอมพอสิตที่มีความหนาแน่น 1000 g/m² หนา 10 mm



แผ่นวัสดุคอมพอสิตของเส้นใย
โพลีเอสเตอร์ผสม PET 80:20



แผ่นวัสดุคอมพอสิตของเส้นใย
โพลีเอสเตอร์ผสม PET 60:40



แผ่นวัสดุคอมพอสิตของเส้นใย
โพลีเอสเตอร์ผสม PET 40:60

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2

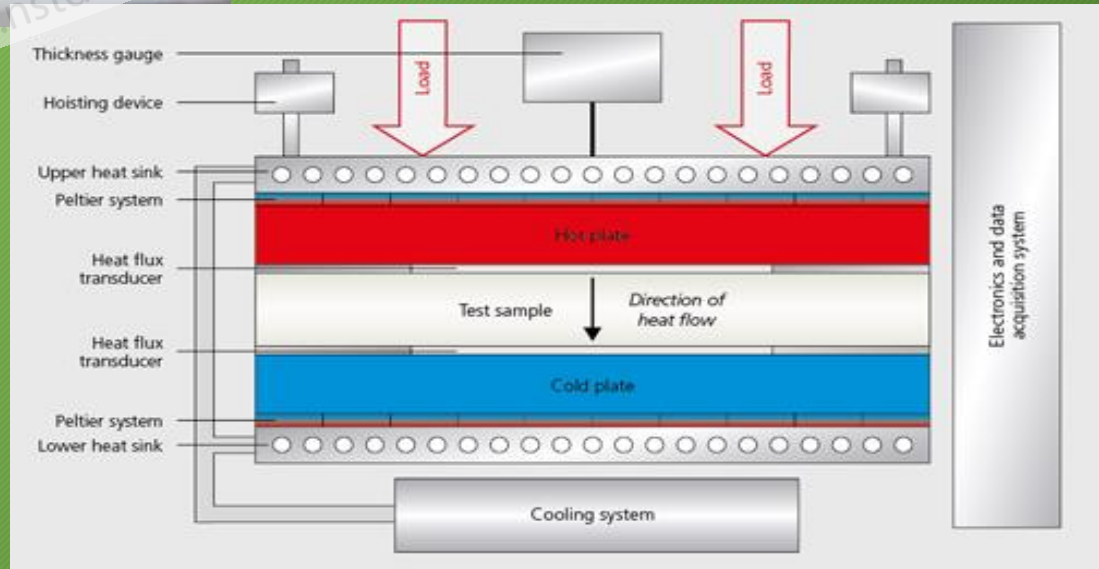
- **วัสดุคอมพอสิตดูดซับเสียง** ที่เตรียมจากเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ผสมกับเส้นใย PET อัตราส่วน 80:20 ผ่านการผสมเส้นใยและกระจายเส้นใยด้วยวิธี **carding** และ **cross-lapping** อัดด้วยวิธี **thermal bonding** ที่ 170 C 4 นาที เพื่อเตรียมแผ่นวัสดุคอมพอสิตที่มีความหนาแน่น 1000 g/m² หนา 25 mm



แผ่นวัสดุคอมพอสิตของเส้นใยโพลีเอสเตอร์
ผสม PET 80:20 25 มม.

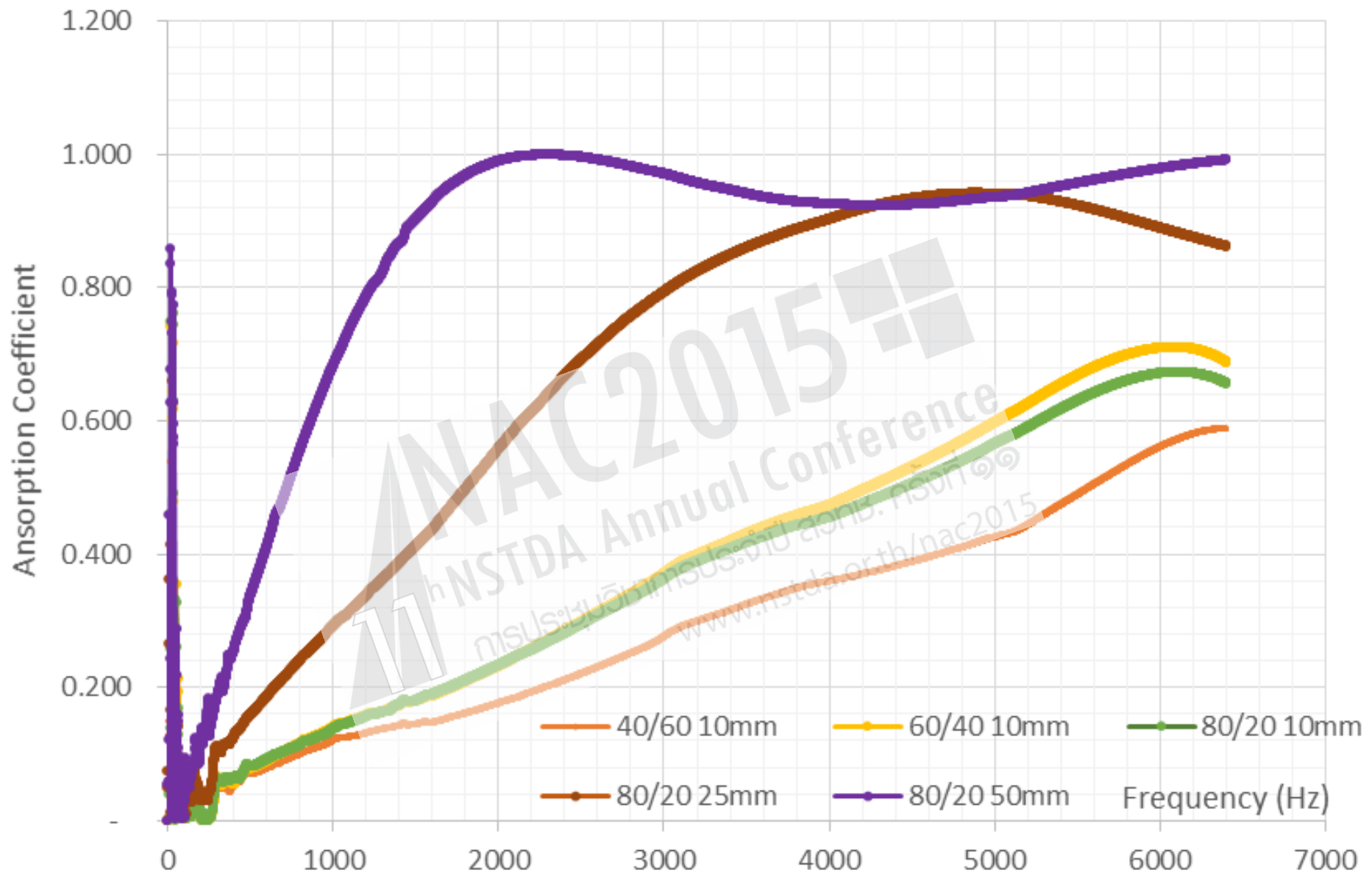


แผ่นวัสดุคอมพอสิตของเส้นใยโพลีเอสเตอร์
ผสม PET 80:20 50 มม.



ผลการทดสอบประสิทธิภาพต่างๆของแผ่นคอมพอสิต

	1	2	3	4	5
เส้นใยสับปะรด PET	80 20	60 40	40 60	80 20	80 20
Weight (g/m ²)	700	700	700	1000	1000
Thickness (mm.)	10	10	10	25	50
NRC	0.183	0.186	0.145	0.389	0.622
Flamability ISO 3795 : 1989	Pass				

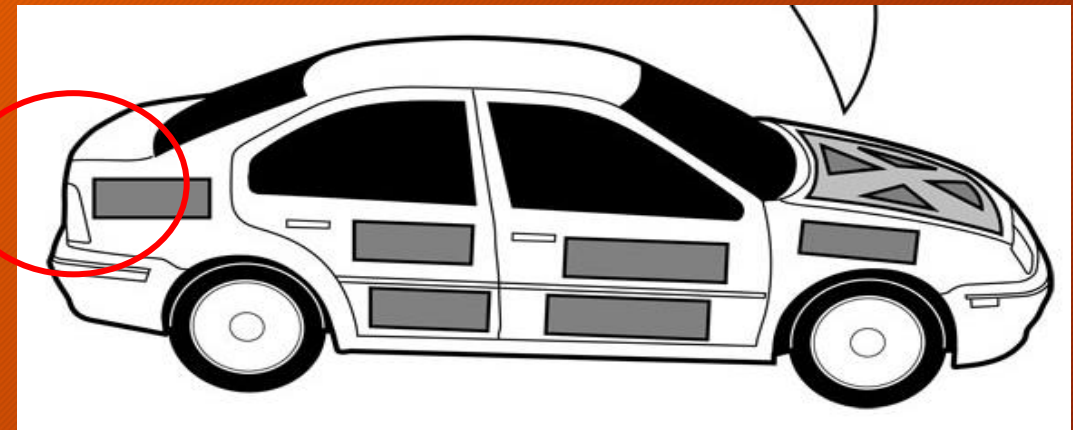


ประสิทธิภาพการดูดซับเสียงของแผ่นคอมพอสิตของเส้นใยสับปะรด/เส้นใยพอลิเอสเทอร์

ค่าการนำความร้อนของแผ่นคอมพอสิตของเส้นใยสับปะรด/เส้นใยพอลิเอสเตอร์

สัดส่วน (PALF/PET)	ความหนา	K (W/m.K)
40/60	10mm.	0.0669
60/40	10mm.	0.0648
80/20	10mm.	0.0680
80/20	25mm.	0.0715

1) แผ่นดูดซับเสียงสำหรับห้องเก็บของ Insulator Pad for Trunk Room



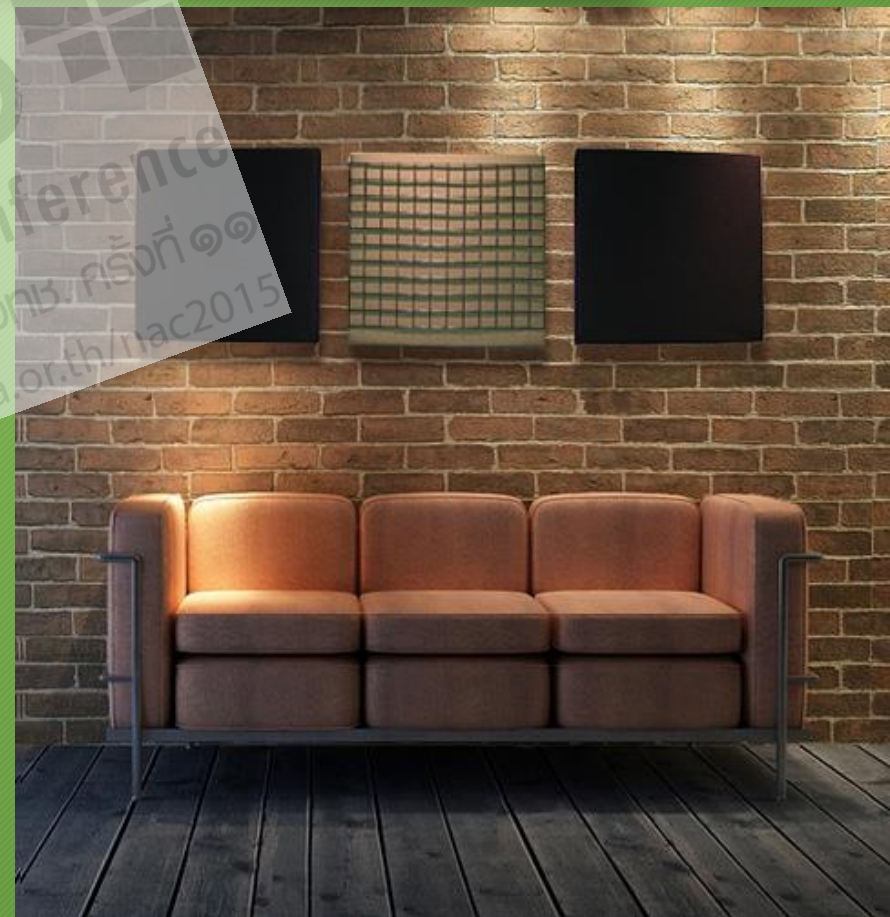


MAC2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สทวช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

2) ประตูกันเสียง (Sound proofing door)



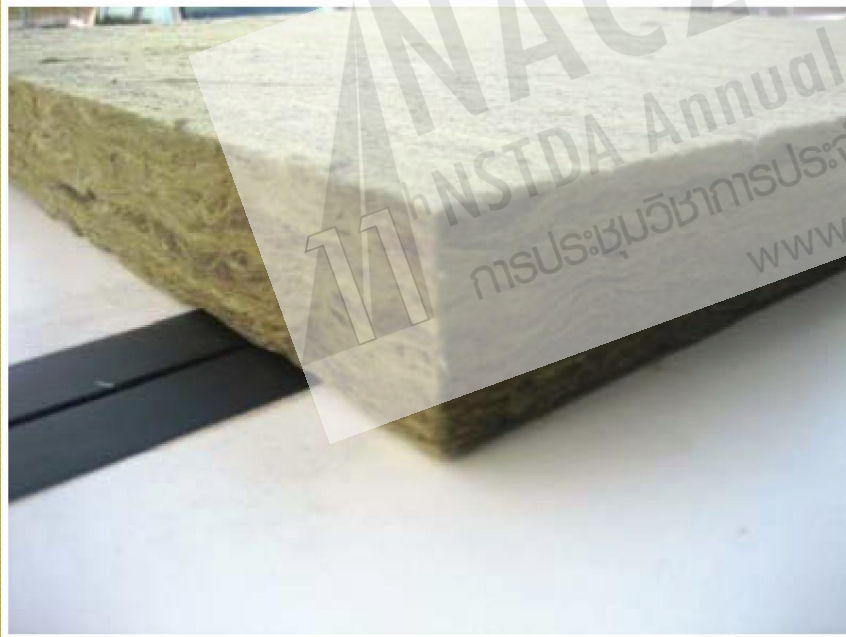
3) ผนังดูดซับเสียง (Sound absorption panel)





ANAC 2015
11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

4. แผ่นบุผนัง



Acoustiblok®
quieting the world

Australian Office
Acoustiblok Australia
U2/ 11 Thornlake Court
Brisbane, Qld, 4173 AUS
Mob: +61 (0) 431 576 667
Call: +61 (0) 7 3907 0076
www.acoustiblokau.com.au
info@acoustiblokau.com.au

QuietFiber™

Non-Fiberglass Hydrophobic Industrial Noise Absorption Material Benefits and Specifications

Engineered specifically for maximum noise absorption and is used extensively in the industrial, residential and commercial applications. QuietFiber™ is an easily installed solution to many noise applications.

The non-fiberglass QuietFiber has the highest noise reduction rating of NRC 1.00. Easily used with a high STC material; such as Acoustiblok, for a composite solution that provides high absorption and barrier properties.

Areas of high noise levels, including sound reverberation, can be resolved easily and economically by installing QuietFiber into as much of the area as possible. Available in 2" thick sheets in sizes 4' x 6', 4' x 4', and 2' x 4' sheets.

Unlike other fibrous materials or fiberglass which does not have the high NRC ratings that QuietFiber has, QuietFiber is "hydrophobic," meaning it will not absorb nor combine with water. This is an obvious attribute should the material become wet, humid or need steam cleaning. Marine noise reduction applications are endless.

QuietFiber Benefits:

- Highest noise absorption rating of NRC 1.00 (far exceeding fiberglass ratings).
- QuietFiber™ material is virtually fireproof. Class A fire rating, 0 smoke spread and 0 flame development.
- Hydrophobic, will not combine with water.
- Will not support mold or mildew growth.
- Easy installation.
- Full outdoor weather and U.V. tolerant.
- Significant sound benefit when used in wall or floor assemblies vs. fiberglass batt.
- Install on top of existing acoustical ceiling tiles as to reduce room to room crossover sound.
- High temperature capable for high temperature sound abatement.
- Comprised of up to 90% recycled material. 100% recyclable. Non-fiberglass composition.



NRC 1.0 Rated	125hz	250hz	500hz	1000hz	2000hz	4000hz
	0.36	0.79	1.15	1.04	1.01	1.04

Technical Data:

- ASTM C 423 - NRC1.0
- ASTM E 84 - Class 1, 0 Flame 0 Smoke
- ASTM C 518 - R 4.2 per inch
- ASTM C 518 - 0.24k @ 75 (24° C)

Standards Compliance:

- ASTM C 665 Non-Corrosive Type I
- ASTM C 612 1A, 1B, II, III
- ASTM E 136 Rated Non-combustible per NFPA Std 220
- ASTM C 1104 Absorption less than 1% by volume
- ASTM C 356 Linear shrinkage <2% @ 1200° F (650° C)

Acoustiblok Australia
Mob : +61 (0) 431 576 667
Call: +61 (0) 7 3907 0076

U2/ 11 Thornlake Court, Brisbane, Qld, 4173
www.acoustiblokau.com.au
info@acoustiblokau.com.au



NAC 2015
NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑
www.nstda.or.th/nac2015

การผลิตเป็นเส้นด้าย (70% PALF / 30% Cotton)



การผลิตเป็นเส้นด้าย (50% PALF / 50% Cotton)



การผลิตเป็นเส้นด้าย (30% PALF / 70% Cotton)



ขอขอบคุณอย่างสูง

- บริษัท ไทยนอนวูเวน จำกัด



ขอบคุณครับ

