

แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)

งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF)

ชื่อหน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้แผนงาน...ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการจัดการของเสียและเศษเหลือทางการเกษตร (Carbon neutrality and management of agricultural waste and residues)

2. ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การพัฒนากระเบื้องหลังคาทนความร้อนจากขยะขวดแก้ว ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโฟมกลาส

(ภาษาอังกฤษ) Development of Heat Resistant Roof Tiles from Glass bottle Waste through The Process of Transforming into Foam Glass

3. ชื่อโครงการวิจัยย่อยภายใต้โครงการวิจัย (หากมี)

ลำดับ	ชื่อโครงการย่อย	งบประมาณ (บาท)	หัวหน้าโครงการย่อย
-	-	-	-

4. ลักษณะโครงการวิจัย

☑ โครงการใหม่ ที่เริ่มดำเนินการในปีที่เสนอขอ ดำเนินงาน1.....ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการ330,000.....บาท

ปีงบประมาณ2569..... งบประมาณ 330,000.....บาท

○ โครงการต่อเนื่อง จากปีงบประมาณที่ผ่านมา ดำเนินงานปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการบาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.....(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี..... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

○ โครงการต่อเนื่องที่มีข้อผูกพันสัญญา* ดำเนินงานปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการบาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.....(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี..... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

หมายเหตุ : *โครงการต่อเนื่องที่มีข้อผูกพันสัญญา หมายถึง ข้อผูกพันสัญญาที่ดำเนินการตามมติ ครม. หรือดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานต่างประเทศ

ผลการดำเนินงานที่ผ่านมา (กรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง)

ปีงบประมาณ	ผลการดำเนินงานเทียบกับแผนที่ตั้งไว้ (%)	งบประมาณที่ได้รับจัดสรร (บาท)	งบประมาณที่ใช้จริง (บาท)	สัดส่วนงบประมาณที่ใช้จริง (%)
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

สรุปผลการดำเนินงานที่ผ่านมา โดยอธิบายกิจกรรมที่ได้ดำเนินการแล้ว และผลผลิตที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

.....

5. โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่นหรือไม่

ไม่ยื่นเสนอ ยื่นเสนอ ระบุหน่วยงาน.....

6. คำสำคัญ (Keywords) (กำหนดไม่เกิน 5 คำ)

(ภาษาไทย) การพัฒนา, กระเบื้องหลังคา, กันความร้อน, ขยะขวดแก้ว, โฟมกลาส

(ภาษาอังกฤษ) Development, Roof Tiles, Heat Resistant, Glass bottle Waste, Foam Glass

7. สาขาการวิจัย (เลือกจากฐานข้อมูลในระบบ)

สาขาการวิจัยหลัก OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) สาขาหลักวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) วิศวกรรมโลหการและวัสดุ

สาขาการวิจัย OECD
สาขาวิจัยที่จำแนกตาม Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) ประกอบด้วย
1) สาขาหลักวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ประกอบด้วยสาขาย่อยคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์และสารสนเทศศาสตร์ (เฉพาะซอฟต์แวร์) วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์เคมี วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติอื่น ๆ
2) สาขาหลักวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยสาขาวิชาย่อย วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ วิศวกรรม เครื่องกล วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมโลหการและวัสดุ วิศวกรรมการแพทย์ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ
3) สาขาหลักการแพทย์ ประกอบด้วยสาขาวิชาย่อยการแพทย์พื้นฐาน การแพทย์คลินิก วิทยาศาสตร์สุขภาพ เทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์ วิทยาศาสตร์ทางการแพทย์อื่น ๆ
4) สาขาหลักเกษตรศาสตร์ ประกอบด้วยสาขาย่อยเกษตรกรรม ป่าไม้ ประมง สัตวศาสตร์ สัตวแพทย์ศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพ ทางด้านการเกษตร วิทยาศาสตร์ทางการเกษตรอื่น ๆ
5) สาขาหลักสังคมศาสตร์ ประกอบด้วยสาขาย่อยจิตวิทยา เศรษฐศาสตร์ ศีลภาสา ศังคมศาสตร์ นิติศาสตร์ รัฐศาสตร์ ภูมิศาสตร์ทางสังคมและ เศรษฐกิจ นิเทศศาสตร์ และสื่อสารมวลชน สังคมศาสตร์อื่น ๆ
6) สาขาหลักมนุษยศาสตร์ ประกอบด้วยสาขาย่อยประวัติศาสตร์และโบราณคดี ภาษาและวรรณคดี ปรัชญา จริยธรรม และศาสนา ศิลปะ มนุษยศาสตร์อื่น ๆ

8. ISCED (International Standard Classification Of Education)

ISCED Broad field 07 Engineering, manufacturing and construction

ISCED Narrow field 072 Manufacturing and processing

ISCED Detailed field 0722 Materials (glass, paper, plastic and wood)

รหัสสาขา ISCED

ISCED Broad field	ISCED Narrow field	ISCED Detailed field
00 Generic programmes and qualifications	000 Generic programmes and qualifications not further defined	0000 Generic programmes and qualifications not further defined
00 Generic programmes and qualifications	001 Basic programmes and qualifications	0011 Basic programmes and qualifications
00 Generic programmes and qualifications	002 Literacy and numeracy	0021 Literacy and numeracy
00 Generic programmes and qualifications	003 Personal skills and development	0031 Personal skills and development
00 Generic programmes and qualifications	009 Generic programmes and qualifications not elsewhere classified	0099 Generic programmes and qualifications not elsewhere classified
01 Education	011 Education	0110 Education not further defined
01 Education	011 Education	0111 Education science
01 Education	011 Education	0112 Training for pre-school teachers
01 Education	011 Education	0113 Teacher training without subject specialisation
01 Education	011 Education	0114 Teacher training with subject specialisation
01 Education	011 Education	0119 Education not elsewhere classified
01 Education	018 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving education	0188 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving education
02 Arts and humanities	020 Arts and humanities not further defined	0200 Arts and humanities not further defined
02 Arts and humanities	021 Arts	0210 Arts not further defined
02 Arts and humanities	021 Arts	0211 Audio-visual techniques and media production
02 Arts and humanities	021 Arts	0212 Fashion, interior and industrial design
02 Arts and humanities	021 Arts	0213 Fine arts
02 Arts and humanities	021 Arts	0214 Handicrafts
02 Arts and humanities	021 Arts	0215 Music and performing arts
02 Arts and humanities	021 Arts	0219 Arts not elsewhere classified
02 Arts and humanities	022 Humanities (excluding languages)	0220 Humanities (excluding languages) not further defined
02 Arts and humanities	022 Humanities (excluding languages)	0221 Religion and theology
02 Arts and humanities	022 Humanities (excluding languages)	0222 History and archaeology
02 Arts and humanities	022 Humanities (excluding languages)	0223 Philosophy and ethics
02 Arts and humanities	022 Humanities (excluding languages)	0229 Humanities (except languages) not elsewhere classified
02 Arts and humanities	023 Languages	0230 Languages not further defined
02 Arts and humanities	023 Languages	0231 Language acquisition
02 Arts and humanities	023 Languages	0232 Literature and linguistics
02 Arts and humanities	023 Languages	0239 Languages not elsewhere classified
02 Arts and humanities	028 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving arts and humanities	0288 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving arts and humanities
02 Arts and humanities	029 Arts and humanities not elsewhere classified	0299 Arts and humanities not elsewhere classified
03 Social sciences, journalism and information	030 Social sciences, journalism and information not further defined	0300 Social sciences, journalism and information not further defined
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0310 Social and behavioural sciences not further defined

ISCED Broad field	ISCED Narrow field	ISCED Detailed field
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0311 Economics
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0312 Political sciences and civics
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0313 Psychology
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0314 Sociology and cultural studies
03 Social sciences, journalism and information	031 Social and behavioural sciences	0319 Social and behavioural sciences not elsewhere classified
03 Social sciences, journalism and information	032 Journalism and information	0320 Journalism and information not further defined
03 Social sciences, journalism and information	032 Journalism and information	0321 Journalism and reporting
03 Social sciences, journalism and information	032 Journalism and information	0322 Library, information and archival studies
03 Social sciences, journalism and information	032 Journalism and information	0329 Journalism and information not elsewhere classified
03 Social sciences, journalism and information	038 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving social sciences, journalism and information	0388 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving social sciences, journalism and information
03 Social sciences, journalism and information	039 Social sciences, journalism and information not elsewhere classified	0399 Social sciences, journalism and information not elsewhere classified
04 Business, administration and law	040 Business, administration and law not further defined	0400 Business, administration and law not further defined
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0410 Business and administration not further defined
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0411 Accounting and taxation
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0412 Finance, banking and insurance
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0413 Management and administration
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0414 Marketing and advertising
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0415 Secretarial and office work
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0416 Wholesale and retail sales
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0417 Work skills
04 Business, administration and law	041 Business and administration	0419 Business and administration not elsewhere classified
04 Business, administration and law	042 Law	0421 Law
04 Business, administration and law	048 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving business, administration and law	0488 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving business, administration and law
04 Business, administration and law	049 Business, administration and law not elsewhere classified	0499 Business, administration and law not elsewhere classified
05 Natural sciences, mathematics and statistics	050 Natural sciences, mathematics and statistics not further defined	0500 Natural sciences, mathematics and statistics not further defined
05 Natural sciences, mathematics and statistics	051 Biological and related sciences	0510 Biological and related sciences not further defined

ISCED Broad field	ISCED Narrow field	ISCED Detailed field
05 Natural sciences, mathematics and statistics	051Biological and related sciences	0511Biology
05 Natural sciences, mathematics and statistics	051Biological and related sciences	0512Biochemistry
05 Natural sciences, mathematics and statistics	051Biological and related sciences	0519Biological and related sciences not elsewhere classified
05 Natural sciences, mathematics and statistics	052Environment	0520Environment not further defined
05 Natural sciences, mathematics and statistics	052Environment	0521Environmental sciences
05 Natural sciences, mathematics and statistics	052Environment	0522Natural environments and wildlife
05 Natural sciences, mathematics and statistics	052Environment	0529Environment not elsewhere classified
05 Natural sciences, mathematics and statistics	053Physical sciences	0530Physical sciences not further defined
05 Natural sciences, mathematics and statistics	053Physical sciences	0531Chemistry
05 Natural sciences, mathematics and statistics	053Physical sciences	0532Earth sciences
05 Natural sciences, mathematics and statistics	053Physical sciences	0533 Physics
05 Natural sciences, mathematics and statistics	053Physical sciences	0539Physical sciences not elsewhere classified
05 Natural sciences, mathematics and statistics	054Mathematics and statistics	0540Mathematics and statistics not further defined
05 Natural sciences, mathematics and statistics	054Mathematics and statistics	0541Mathematics
05 Natural sciences, mathematics and statistics	054Mathematics and statistics	0542Statistics
05 Natural sciences, mathematics and statistics	058Inter-disciplinary programmes and qualifications involving natural sciences, mathematics and statistics	0588Inter-disciplinary programmes and qualifications involving natural sciences, mathematics and statistics
05 Natural sciences, mathematics and statistics	059Natural sciences, mathematics and statistics not elsewhere classified	0599Natural sciences, mathematics and statistics not elsewhere classified
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	061Information and Communication Technologies (ICTs)	0610Information and Communication Technologies (ICTs) not further defined
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	061Information and Communication Technologies (ICTs)	0611Computer use
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	061Information and Communication Technologies (ICTs)	0612Database and network design and administration
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	061Information and Communication Technologies (ICTs)	0613Software and applications development and analysis
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	061Information and Communication Technologies (ICTs)	0619Information and Communication Technologies (ICTs) not elsewhere classified
06 Information and Communication Technologies (ICTs)	068Inter-disciplinary programmes and qualifications involving Information and Communication Technologies (ICTs)	0688Inter-disciplinary programmes and qualifications involving Information and Communication Technologies (ICTs)

ISCED Broad field	ISCED Narrow field	ISCED Detailed field
07 Engineering, manufacturing and construction	070 Engineering, manufacturing and construction not further defined	0700 Engineering, manufacturing and construction not further defined
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0710 Engineering and engineering trades not further defined
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0711 Chemical engineering and processes
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0712 Environmental protection technology
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0713 Electricity and energy
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0714 Electronics and automation
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0715 Mechanics and metal trades
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0716 Motor vehicles, ships and aircraft
07 Engineering, manufacturing and construction	071 Engineering and engineering trades	0719 Engineering and engineering trades not elsewhere classified
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0720 Manufacturing and processing not further defined
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0721 Food processing
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0722 Materials (glass, paper, plastic and wood)
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0723 Textiles (clothes, footwear and leather)
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0724 Mining and extraction
07 Engineering, manufacturing and construction	072 Manufacturing and processing	0729 Manufacturing and processing not elsewhere classified
07 Engineering, manufacturing and construction	073 Architecture and construction	0730 Architecture and construction not further defined
07 Engineering, manufacturing and construction	073 Architecture and construction	0731 Architecture and town planning
07 Engineering, manufacturing and construction	073 Architecture and construction	0732 Building and civil engineering
07 Engineering, manufacturing and construction	078 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving engineering, manufacturing and construction	0788 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving engineering, manufacturing and construction
07 Engineering, manufacturing and construction	079 Engineering, manufacturing and construction not elsewhere classified	0799 Engineering, manufacturing and construction not elsewhere classified
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	080 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary not further defined	0800 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary not further defined
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	081 Agriculture	0810 Agriculture not further defined
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	081 Agriculture	0811 Crop and livestock production
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	081 Agriculture	0812 Horticulture
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	081 Agriculture	0819 Agriculture not elsewhere classified
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	082 Forestry	0821 Forestry

ISCED Broad field	ISCED Narrow field	ISCED Detailed field
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	083 Fisheries	0831 Fisheries
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	084 Veterinary	0841 Veterinary
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	088 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving agriculture, forestry, fisheries and veterinary	0888 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving agriculture, forestry, fisheries and veterinary
08 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	089 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary not elsewhere classified	0899 Agriculture, forestry, fisheries and veterinary not elsewhere classified
09 Health and welfare	090 Health and welfare not further defined	0900 Health and welfare not further defined
09 Health and welfare	091 Health	0910 Health not further defined
09 Health and welfare	091 Health	0911 Dental studies
09 Health and welfare	091 Health	0912 Medicine
09 Health and welfare	091 Health	0913 Nursing and midwifery
09 Health and welfare	091 Health	0914 Medical diagnostic and treatment technology
09 Health and welfare	091 Health	0915 Therapy and rehabilitation
09 Health and welfare	091 Health	0916 Pharmacy
09 Health and welfare	091 Health	0917 Traditional and complementary medicine and therapy
09 Health and welfare	091 Health	0919 Health not elsewhere classified
09 Health and welfare	092 Welfare	0920 Welfare not further defined
09 Health and welfare	092 Welfare	0921 Care of the elderly and of disabled adults
09 Health and welfare	092 Welfare	0922 Child care and youth services
09 Health and welfare	092 Welfare	0923 Social work and counselling
09 Health and welfare	092 Welfare	0929 Welfare not elsewhere classified
09 Health and welfare	098 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving health and welfare	0988 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving health and welfare
09 Health and welfare	099 Health and welfare not elsewhere classified	0999 Health and welfare not elsewhere classified
10 Services	100 Services not further defined	1000 Services not further defined
10 Services	101 Personal services	1010 Personal services not further defined
10 Services	101 Personal services	1011 Domestic services
10 Services	101 Personal services	1012 Hair and beauty services
10 Services	101 Personal services	1013 Hotel, restaurants and catering
10 Services	101 Personal services	1014 Sports
10 Services	101 Personal services	1015 Travel, tourism and leisure
10 Services	101 Personal services	1019 Personal services not elsewhere classified
10 Services	102 Hygiene and occupational health services	1020 Hygiene and occupational health services not further defined
10 Services	102 Hygiene and occupational health services	1021 Community sanitation
10 Services	102 Hygiene and occupational health services	1022 Occupational health and safety
10 Services	102 Hygiene and occupational health services	1029 Hygiene and occupational health services not elsewhere classified
10 Services	103 Security services	1030 Security services not further defined
10 Services	103 Security services	1031 Military and defence
10 Services	103 Security services	1032 Protection of persons and property
10 Services	103 Security services	1039 Security services not elsewhere classified
10 Services	104 Transport services	1041 Transport services
10 Services	108 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving services	1088 Inter-disciplinary programmes and qualifications involving services
10 Services	109 Services not elsewhere classified	1099 Services not elsewhere classified
99 Field unknown	999 Field unknown	9999 Field unknown

9. รายละเอียดของคณะผู้วิจัย (ใช้ฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศกลางเพื่อบริหารงานวิจัยของประเทศ)

ประกอบด้วย

ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการดำเนินโครงการวิจัย
ผศ.กิตติพงศ์ รื่นวงศ์	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้	หัวหน้าโครงการวิจัย	ร้อยละ 60
ผศ.ดร.โชคชัย ยาทองไชย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ผู้ร่วมวิจัย	ร้อยละ 40

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการวิจัย

1. บทสรุปข้อเสนอโครงการ

โครงการวิจัยนี้สนใจที่จะสร้างแนวทางการจัดการขยะ/การนำวัสดุเหลือใช้ หรือขยะที่ผ่านการคัดแยก มาเพิ่มมูลค่าใหม่ เป็นผลิตภัณฑ์ หรือของใช้ ช่วยลดปัญหาขยะและต่อยอดในเชิงธุรกิจได้ เปลี่ยนจากขยะสู่การสร้างคุณค่า (From Waste to Value) โดยการนำจากขยะขวดแก้วมาแปรรูป ซึ่งจะเป็นการลดขยะ และเพิ่มมูลค่าจากขยะขวดแก้ว โดยการนำมาพัฒนาเป็นกระเบื้องหลังคากันความร้อน เพื่อช่วยลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร เนื่องจากสถานการณ์ภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากหลังคาเป็นส่วนประกอบของบ้านพักอาศัยที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุด สำหรับบ้านพักอาศัยในประเทศไทยหลังคามักจะมีลักษณะที่ปิดทึบ ทำให้มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ภายในช่องหลังคา และความร้อนในส่วนนี้จะส่งผ่านเข้าสู่ภายในบ้านตลอดเวลาส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านสูง โดยขยะขวดแก้วนั้นสามารถนำมาแปรรูปเป็นโพลีคาร์บอเนต ซึ่งการผลิต โพลีคาร์บอเนตจะใช้ผงแก้วละเอียดผสมกับสารก่อฟองในระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัวของแก้ว (softening point) สารก่อฟองจะแตกตัวและปลดปล่อยก๊าซออกมาทำให้เกิดรูพรุนมากมาย มีน้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดีไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่เป็นพิษ มีค่าการนำความร้อนต่ำ มีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนได้ จึงเหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นกระเบื้องหลังคากันความร้อนได้

ดังนั้นการนำจากขยะขวดแก้วมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโพลีคาร์บอเนตเพื่อพัฒนาเป็นกระเบื้องหลังคากันความร้อน จึงได้ประโยชน์ถึง 2 ทางคือ ช่วยลดปัญหาขยะโดยการเปลี่ยนจากขยะสู่การสร้างคุณค่า (From Waste to Value) และช่วยลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน โดยปลายทางของงานวิจัยนี้ไปสู่การผลิตต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้ว

2. หลักการและเหตุผล/ปัญหา/โจทย์การวิจัย

การบริโภคแปรผันตรงกับปริมาณรวมของขยะมูลฝอย การผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดและเครื่องดื่มชงดื่มอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมกรดื่มน้ำที่เดิมรินจากเหยือกสู่แก้วเป็นการดื่มน้ำจากขวดหรือแก้วใช้แล้วทิ้ง โดยตรงเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ปริมาณบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในกลุ่มขยะภาชนะและบรรจุภัณฑ์สำหรับประเทศไทยสถิติของจำนวนขวดบรรจุภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาดอยู่ที่ปีละหมื่นล้านขวดต่อปีนับเป็นตัวเลขที่สูงมาก นับว่าเป็นวิกฤตทางผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะประเทศยังมองหาระบบการจัดการแยกและบำบัดขยะที่มีประสิทธิภาพ

และยั่งยืน เมื่อการคัดแยกล้มเหลว การจัดการนำวัสดุกลับไปใช้ใหม่ไม่สำเร็จจึงเป็นการไหลทางเดียวโดยไม่มี การไหลกลับไป นำไปใช้ซ้ำเป็นส่วนใหญ่ สิ่งนี้เป็นความเติบโตทางเศรษฐกิจและวิถีชีวิตรุ่นใหม่ แต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ความคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืนจะต้องพิจารณากันและกันในทุกมุมมองของสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่มีมุมมองแบบบูรณาการ (ศิริภัทร เบญจวารีย์, 2563) ประเทศไทยมีเศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ ประมาณปีละ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณเศษแก้วเพิ่ม มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต ทำให้มีการรณรงค์การนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ใน ประเทศไทยยังไม่มี การนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมใหม่ แต่ในต่างประเทศ มีการนำเศษแก้วกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสม ในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) และใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) เป็นต้น (วรรณภา ต.แสงจันทร์, 2552)

การทำโฟมกลาสจากเศษแก้วทำได้โดยนำแก้วที่บดละเอียดผสมกับสารที่ทำให้ก๊าซหรือสารก่อฟอง (gasifier or foaming agent) ส่วนมากเป็นพวกคาร์บอน หรือสารประกอบของคาร์บอน (carbonaceous substances) ซึ่ง สามารถแตกตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนระหว่างอุณหภูมิ 400-1000 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันแก้ว โซดาไลม์มีสมบัติอ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 650-750 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้แก้วจะมีความหนืดลดลง และ ไหลตัวได้อนุภาคของแก้วจะเกิดการเชื่อมต่อกันจนเกิดผนึก (viscous flow sintering) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงถูกกักอยู่ ภายใน และจะขยายตัวเป็นฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความดันแก๊สที่เพิ่มขึ้น เมื่อแก้วเย็นตัวลง ก๊าซที่เกิดขึ้นก็จะ กลายเป็นช่องว่างอยู่ภายใน ทำให้เกิดโครงสร้างพรุนตัว เหมาะที่จะนำมาทำอิฐมวลเบาที่ทนความร้อน เนื่องจากมี น้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดีไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่เป็นพิษ มีค่าการนำความร้อนต่ำ (วรรณภา ต.แสง จันทร์, 2552) โฟมกลาสคือวัสดุที่ประกอบด้วยเนื้อแก้วที่มีความพรุนตัวสูง ทำให้ที่มีน้ำหนักเบาแต่สามารถรับ น้ำหนักได้สูง ทนทานต่อสารเคมี มีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนและเป็นตัวดูดซับเสียงที่ดี การผลิตโฟมกลาสจะใช้ผง แก้วละเอียดผสมกับสารก่อฟอง ในระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัวของแก้ว (softening point) สารก่อฟองจะแตกตัวและปลดปล่อยก๊าซออกมาทำให้เกิดรูพรุนมากมาย ขณะเดียวกันก๊าซที่หลุดออกไปจะ ทำให้เนื้อแก้วเกิดการขยายตัวเพิ่มความพรุนตัวให้เนื้อแก้วขึ้นไปอีก (Li, J., et al, 2018) จากคุณสมบัติที่กล่าวมา ข้างต้น ทำให้โฟมกลาสถูกใช้งานในหลายสภาพอากาศตั้งแต่สภาพที่มีความชื้นสูง สภาพความเป็นกรดหรือด่างสูง โดยทั่วไปโฟมกลาสมักถูกใช้เป็นผนังเนื่องจากเป็นฉนวนกันความร้อนและน้ำหนักเบา นอกจากนี้ ยังถูกใช้เป็น ส่วนผสมแทนมวลรวมในคอนกรีตเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนความร้อน วัตถุดิบหลักในการผลิตโฟมกลาสส่วนใหญ่จะ มาจากแก้วชนิดโซดาไลม์หรือเศษแก้วที่พบตามบ้านเรือน เช่น ขวดแก้ว กระจกแผ่น ภาชนะแก้วต่างๆ (Baidzhanov, D.O., et al, 2017) ส่วนสารก่อฟองจะได้จากสารประกอบคาร์บอนเนต (Li, J., et al, 2018) เช่น หินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) โซเดียมคาร์บอเนต (NaCO_3) โฟมกลาสที่พบในท้องตลาดปัจจุบันมีความ พรุนตัวอยู่ระหว่างร้อยละ 45-85 โดยปริมาตร มีความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 0.4-6 เมกะปาสคาล และมีสภาพการนำ ความร้อนในช่วง 0.1-0.2 W/m-K (Arriagada, C., I. Navarrete, and M. Lopez, 2019)

หลังคาเป็นส่วนประกอบของบ้านพักอาศัยที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุด สำหรับบ้านพักอาศัย ในประเทศไทยหลังคามักจะมีลักษณะที่ปิดทึบ ทำให้มีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ภายในช่องหลังคา และ ความร้อนในส่วนนี้จะส่งผ่านเข้าสู่ภายในบ้านตลอดเวลาส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านสูง (นินนาท ราชประดิษฐ์ และ

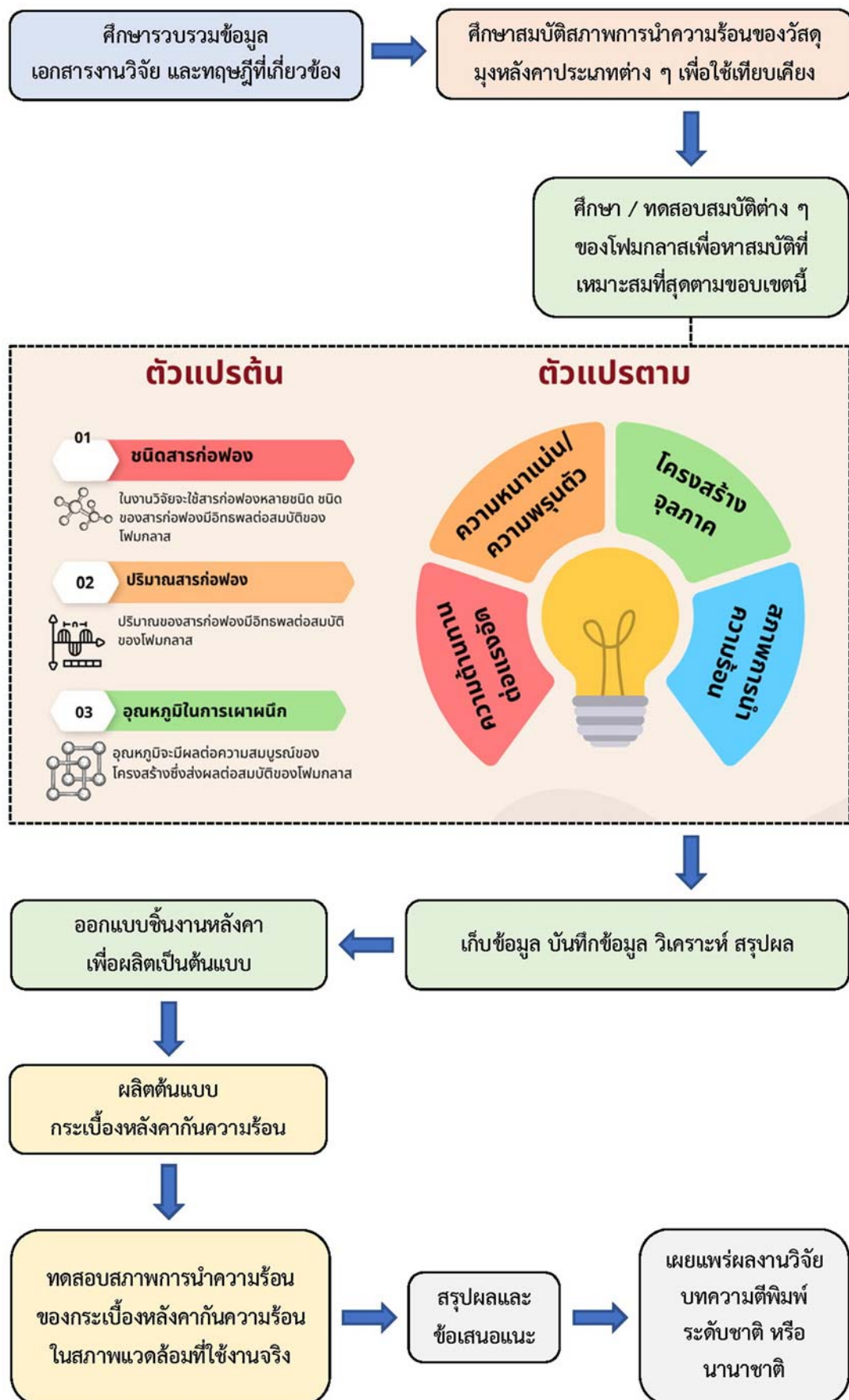
ธรวีภา พวงเพ็ชร, 2556) หลังคาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน การออกแบบหลังคาของบ้านที่พักอาศัยปัจจุบันนี้จะเน้นรูปแบบทันสมัย ความสวยงาม ทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้พบเห็นและบรรยากาศที่น่าอยู่อาศัยรูปทรงของหลังคาบ้านที่สร้างขึ้นโดยทั่วไป ตามหมู่บ้านจัดสรรมี สามแบบ คือ แบบแรกเป็นหลังคาทรงจั่วสามเหลี่ยม แบบที่สองเป็นหลังคาทรงปั้นหยา แบบที่สามเป็นหลังคาทรงสี่เหลี่ยม หรือหลังคาโค้ง คุณสมบัติที่ดีของหลังคา คือ ทำหน้าที่ป้องกันฝน และช่วยป้องกันแสงแดดส่องเข้าสู่ภายใน หรือความร้อนโดยตรงจากความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ช่วงเวลากลางวันเข้าสู่ภายในบ้าน ข้อเสียของหลังคา คือ ไม่สามารถป้องกันรังสีคลื่นยาวที่เกิดจากความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่มากตกกระทบบนผิวกระเบื้องหลังคา ทำให้เกิดการสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านโดยการนำความร้อน การพาและแผ่ความร้อนให้กับวัตถุและอากาศ เกิดการสะสมความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงกว่าสิ่งแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านหรืออาคารสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะใช้เครื่องปรับอากาศทางกลเพื่อลดอุณหภูมิภายในเกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคารกล่าว คือ การปรับอากาศ 60% แสงสว่าง 20% และ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20% จึงได้มีการศึกษาปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัย เพื่อศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนที่เข้าสู่ภายในบ้าน และการประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย (ปรีดา จันทวงษ์ และคณะ, 2553)

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำจากขยะขวดแก้วผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโพลีเมทิลอะครีเลตเพื่อพัฒนาเป็นกระเบื้องหลังคากันความร้อน เพื่อช่วยลดปัญหาขยะโดยการเปลี่ยนจากขยะสู่การสร้างคุณค่า (From Waste to Value) และช่วยลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารจากส่วนที่เป็นหลังคา เนื่องจากสถานการณ์ภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งน่าจะช่วยลดการสะสมความร้อนภายในอาคาร ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้ โดยปลายทางของงานวิจัยนี้ไปสู่การผลิตต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้วผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโพลีเมทิลอะครีเลต

3. วัตถุประสงค์

- 3.1 เพื่อพัฒนากระเบื้องหลังคากันความร้อน โดยการแปรรูปขยะขวดแก้วเป็นโพลีเมทิลอะครีเลต
- 3.2 เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของผงแก้วบดละเอียด ปริมาณสารก่อฟอง และอุณหภูมิในการเผาผนึก
- 3.3 เพื่อผลิตต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้ว

4. กรอบการวิจัย/พัฒนา



5. แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย

โฟมกลาส

วรรณมา ต.แสงจันทร์ (2552) กล่าวว่า ในต่างประเทศมีการนำเศษแก้วกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) และใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) เป็นต้น การทำโฟมกลาส จากเศษแก้วทำได้โดย นำแก้วที่บดละเอียดผสมกับสารที่ทำให้ก๊าซหรือสารก่อฟอง (gasifier or foaming agent) ส่วนมากเป็นพวกคาร์บอน หรือสารประกอบของคาร์บอน (carbonaceous substances) ซึ่งสามารถแตกตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนระหว่างอุณหภูมิ 400-1000 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันแก้วโซดาไลม์มีสมบัติอ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 650-750 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้อ่อนนุ่มของแก้วจะเกิดการเชื่อมต่อกันจนเกิดผืนึก (viscous flow sintering) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงถูกกักอยู่ภายใน และจะขยายตัวเป็นฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความดันแก๊สที่เพิ่มขึ้น เมื่อแก้วเย็นตัวลง ก๊าซที่เกิดขึ้นก็จะกลายเป็นช่องว่างอยู่ภายใน ทำให้เกิดโครงสร้างพรุนตัว เหมาะที่จะนำมาทำอิฐมวลเบากันความร้อน เนื่องจากมีน้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดีไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่เป็นพิษ มีค่าการนำความร้อนต่ำ

โฟมกลาสคือวัสดุที่ประกอบด้วยเนื้อแก้วที่มีความพรุนตัวสูง ทำให้มีน้ำหนักเบาแต่สามารถรับน้ำหนักได้สูง ทนทานต่อสารเคมี มีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนและเป็นตัวดูดซับเสียงที่ดี การผลิตโฟมกลาสจะใช้ผงแก้วละเอียดผสมกับสารก่อฟอง ในระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อให้ความร้อนจนถึงจุดอ่อนตัวของแก้ว (softening point) สารก่อฟองจะแตกตัวและปลดปล่อยก๊าซออกมาทำให้เกิดรูพรุนมากมาย ขณะเดียวกันก๊าซที่หลุดออกไปจะทำให้เนื้อแก้วเกิดการขยายตัวเพิ่มความพรุนตัวให้เนื้อแก้วขึ้นไปอีก (Li, J., et al, 2018) จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้โฟมกลาสถูกปฏิบัติงานในหลายสภาพอากาศตั้งแต่สภาพที่มีความชื้นสูง สภาพความเป็นกรดหรือด่างสูง โดยทั่วไป โฟมกลาสมักถูกใช้เป็นผนังเนื่องจากเป็นฉนวนกันความร้อนและน้ำหนักเบา นอกจากนี้ ยังถูกใช้เป็นส่วนผสมแทนมวลรวมในคอนกรีตเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนความร้อน วัตถุประสงค์หลักในการผลิตโฟมกลาสส่วนใหญ่จะมาจากแก้วชนิดโซดาไลม์หรือเศษแก้วที่พบตามบ้านเรือน เช่น ขวดแก้ว กระจกแผ่น ภาชนะแก้วต่างๆ (Baidzhanov, D.O., et al, 2017) ส่วนสารก่อฟองจะได้จากสารประกอบคาร์บอนเนต (Li, J., et al, 2018) เช่น หินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) โซเดียมคาร์บอเนต (NaCO_3) โฟมกลาสที่พบในท้องตลาดปัจจุบันมีความพรุนตัวอยู่ระหว่างร้อยละ 45-85 โดยปริมาตร มีความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 0.4-6 เมกะปาสคาล และมีสภาพการนำความร้อนในช่วง 0.1-0.2 W/m-K (Arriagada, C., I. Navarrete, and M. Lopez, 2019) ค่าการนำความร้อนโดยทั่วไปสำหรับโฟมกลาสอยู่ระหว่าง 0.038 ถึง 0.055 W/m-K (nuclear-power, 2024)

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ ตามประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564 มีดังนี้

ลำดับ	วัสดุ	k (W/(m. °C))
๑	วัสดุผนังหลังคา/ดาดฟ้า	
	(ก) กระเบื้องหลังคาคอนกรีต	๐.๙๙๓
	(ข) กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนเล็ก	๐.๓๘๔
	(ค) กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนใหญ่	๐.๔๔๑
	(ง) กระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่	๐.๓๙๕
	(จ) วัสดุหลังคาแอสฟัลต์	๐.๔๒๑
	(ฉ) กระเบื้องปูดาดฟ้ามวลเบา	๐.๓๔๑
	(ช) กระเบื้องใยแก้วโปร่งแสงเรียบ	๐.๒๑๓
	(ซ) กระเบื้องใยแก้วโปร่งแสงลอนใหญ่	๐.๑๘๑
	(ณ) กระเบื้องลูกฟูกโปร่งแสง	๐.๑๖๐
	(ญ) กระเบื้องใยแก้วลอนคู่สีขาวขุ่น	๐.๒๐๘

จะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุผนังหลังคาชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีค่าสูงกว่าโฟมกลาส ค่าการนำความร้อนโดยทั่วไปสำหรับโฟมกลาสอยู่ระหว่าง 0.038 ถึง 0.055 W/m-K (nuclear-power, 2024) ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเป็นกระเบื้องหลังคาต้านความร้อนจากขยะขวดแก้วมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโฟมกลาสได้ ก็จะเกิดเป็นต้นแบบวัสดุผนังหลังคาต้านความร้อนชนิดใหม่ ที่ช่วยลดปัญหาขยะ และช่วยลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารจากส่วนที่เป็นหลังคาได้

6. ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษา รวบรวมข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสมบัติสภาพการนำความร้อนของวัสดุผนังหลังคาประเภทต่าง ๆ ที่ผลิตขายในปัจจุบันเพื่อใช้เทียบเคียง จากนั้นศึกษา/ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของโฟมกลาส เพื่อหาสมบัติที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการศึกษาปัจจัยที่ผลต่อสมบัติของโฟมกลาส คือ ชนิดสารก่อฟอง ปริมาณสารก่อฟอง และอุณหภูมิในการเผาผนึก ที่จะส่งผลต่อสมบัติด้าน ความต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น ความพรุนตัว โครงสร้างจุลภาค และสภาพการนำความร้อน เก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ สรุปผล จากนั้นจึงออกแบบและผลิตต้นแบบชิ้นงานกระเบื้องหลังคาต้านร้อน และทำการทดสอบสภาพการนำความร้อนในสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริง สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ ทำเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์ และเผยแพร่ผลงานผลงานตีพิมพ์ระดับชาติหรือนานาชาติ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ก่อนดำเนินการวิจัย โดยการผสมผงขวดแก้วบดละเอียด (ขวดสีน้ำตาล) กับกากปูนขาว (CaCO_3) ซึ่งได้มาจากของเหลือจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ และเผาในเตาด้วยอุณหภูมิประมาณ 700-800 °C ผลปรากฏว่าได้ชิ้นงานที่มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถต่อยอดในการผลิตเป็นกระเบื้องหลังคา ชิ้นงานมีความแข็ง มีรูพรุนเล็ก ๆ สม่ำเสมอภายในเนื้อชิ้นงาน และที่สำคัญผิวด้านบนมีความแข็ง ผิวเป็นมัน และน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ จึงมีสมบัติเดียวกับวัสดุผนังหลังคาทั่วไปที่ไม่ให้น้ำซึมผ่านได้ เท่ากับว่าได้ชิ้นงานจาก 100% of Waste ตัวอย่างชิ้นงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชิ้นงานทดลองเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ก่อนดำเนินงานวิจัย

ส่วนที่ 3 แผนการทำงาน

1. แผนการดำเนินงานวิจัย (แสดงแผนการดำเนินงานรายกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละปีงบประมาณ)

ปีงบประมาณ	กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ร้อยละของกิจกรรม ในปีงบประมาณ
ปี 2569	กิจกรรมที่ 1 : ศึกษา รวบรวมข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	✓	✓											10
ปี 2569	กิจกรรมที่ 2 : ศึกษาสมบัติสภาพการนำความร้อนของวัสดุผนังหลังคาประเภทต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน		✓	✓										10
ปี 2569	กิจกรรมที่ 3 : ทำตัวอย่างชิ้นงานฉนวนโพลีเมติกจากเศษขวดแก้ว เพื่อทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของโพลีเมติก เพื่อหาสมบัติที่เหมาะสม				✓	✓								15
ปี 2569	กิจกรรมที่ 4 : ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของโพลีเมติก : ชนิดสารก่อฟอง ปริมาณสารก่อฟอง และอุณหภูมิในการเผาผนึก ที่จะส่งผลกระทบต่อสมบัติด้าน ความต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น ความพรุนตัว โครงสร้างจุลภาค และสภาพการนำความร้อน เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสม						✓	✓	✓					25
ปี 2569	กิจกรรมที่ 5 : เก็บข้อมูลผลการทดลอง วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ									✓	✓			15
ปี 2569	กิจกรรมที่ 6 : ออกแบบ และผลิตต้นแบบกระเบื้องหลังคาที่กันความร้อน และทำการทดสอบสภาพการนำความร้อนในสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริง										✓	✓		15
ปี 2569	กิจกรรมที่ 7 : ทำเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์ เผยแพร่ผลงานผลงานตีพิมพ์ระดับชาติหรือนานาชาติ											✓	✓	10

หมายเหตุ : ขั้นตอนการจัดทำข้อเสนอโครงการ กิจกรรมให้ระบุเดือนที่คาดว่าจะดำเนินการ กรณีที่โครงการได้รับการอนุมัติ และเข้าสู่ขั้นตอนการนำเข้าโครงการสู่ Ongoing ระบบจะให้ระบุชื่อเดือนที่เริ่มดำเนินงานโครงการ แล้วระบบจะดำเนินการอัปเดตเดือนที่ทั้งหมด ให้อยู่ในรูปแบบ ชื่อเดือน เช่น เริ่มดำเนินโครงการเดือน ตุลาคม 2565 จากตัวอย่าง กิจกรรมที่ 1 จะถูกระบุเป็นเดือนตุลาคม

2. พื้นที่ทำวิจัย : โปรตระบุงสถานที่ทำวิจัยจำแนกตามโครงการวิจัยโดยใช้ฐานข้อมูลจากระบบ และเพิ่มเติมชื่อเฉพาะ เช่น ชุมชน หมู่บ้าน

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ในประเทศ	เชียงใหม่	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	มหาวิทยาลัยแม่โจ้

4. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

4.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ

แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย นายกิตติพงษ์ รื่นวงศ์

รายการ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยนับ	คน/ รายการ	ครั้ง/เดือน	ราคาต่อหน่วย	งบประมาณรวม (บาท)
งบประมาณทั้งสิ้นปี 2569							330,000
1. งบดำเนินงาน : ค่าจ้าง							90,000
	- ค่าจ้างผู้ช่วยนักวิจัย วุฒิปริญญาตรี จำนวน 1 คน	5	เดือน	1	1	18,000	90,000
2. งบดำเนินงาน : ค่าใช้สอย							226,400
	- ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมิน รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	3	คน	1	1	1500	4,500
	- ค่าจ้างเหมาขึ้นรูปโคมกลาส	20	ชุด	1	1	2,000	40,000
	- ค่าจ้างเหมาทดสอบโคมกลาส	20	ชุด	1	1	2,500	50,000
	- ค่าจ้างเหมาออกแบบกระเบื้องหลังคา	6	แบบ	1	1	3,000	18,000
	- ค่าจ้างเหมาทำลือกกระเบื้องหลังคา	6	ชุด	1	1	3,000	18,000
	- ค่าจ้างเหมาเช่าชิ้นงานทดสอบ	20	ชุด	1	1	3,000	60,000
	- ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์ข้อมูล	1	ชุด	1	1	35,000	35,000
	- ค่าจ้างเหมาเช่าเล่มวิจัย	6	ชุด	1	1	150	900
3. งบดำเนินงาน : ค่าวัสดุ							10,300
- วัสดุงานบ้านงานครัว							6,000
	- ขวดแก้ว	30	ลัง	1	1	200	6,000
- วัสดุสำนักงาน							4,300
	- กระดาษ A4	3	กล่อง	1	1	600	1,800
	- หมึกพิมพ์	20	ขวด	1	1	125	2,500
4. งบดำเนินงาน : ค่าสาธารณูปโภค							3,300
	- ค่าน้ำ ค่าไฟ	1	งาน	1	1	3,300	3,300

หมายเหตุ (อ้างอิง: การตั้งงบประมาณให้เป็นไปตาม ประกาศ กสว. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดทำค่าของงบประมาณและการจัดสรรงบประมาณของหน่วยงาน ในระบบวิจัยและนวัตกรรม)

4.2 รายละเอียดการจัดซื้อครุภัณฑ์ : กรณีมีความต้องการซื้อครุภัณฑ์ให้ใส่รายละเอียด ดังนี้

ชื่อครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่ขอสนับสนุน			เหตุผลและ ความจำเป็น ต่อโครงการ	การใช้ ประโยชน์ของ ครุภัณฑ์นี้เมื่อ โครงการสิ้นสุด
	รายละเอียด ครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่มีอยู่ เดิม และ เครื่องมือที่ เกี่ยวข้องกับ งานวิจัย (ถ้ามี)	สถานภาพการ ใช้งาน ณ ปัจจุบัน		
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

- แนบใบเสนอราคาจาก 3 บริษัทประกอบมาด้วย

5. มาตรฐานการวิจัย

- มีการใช้สัตว์ทดลอง
- มีการวิจัยในมนุษย์
- มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่
- มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

6. หน่วยงานร่วมดำเนินการ/ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ

ลำดับ ที่	ปีงบประมาณ	ชื่อหน่วยงาน รัฐ/บริษัท/ หน่วยงาน ต่างประเทศ	แนวทางร่วม ดำเนินการ	การร่วมลงทุน ในรูปแบบตัว เงิน (in-cash) (บาท)	การร่วมลงทุน ในรูปแบบอื่น (in-kind)	รวม
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-

7. ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ถ้ามี)*

7.1 ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL)*

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ3.....

รายละเอียด มีการทดลองและวิเคราะห์หน้าที่หลัก และ/หรือ มีการพิสูจน์ความเป็นไปได้ของแนวคิด

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ6.....

รายละเอียด การทดสอบแบบจำลองของระบบหรือระบบย่อย หรือต้นแบบในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็นภาคพื้นดินหรืออวกาศ

<p>ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL) มีรายละเอียด ดังนี้</p> <p>TRL 1: หลักการพื้นฐานได้รับการพิจารณาและมีการรายงาน (Basic principles observed and reported)</p> <p>TRL 2: มีการสร้างแนวคิดด้านเทคโนโลยีและ / หรือ การประยุกต์ใช้ (Technology concept and / or application formulated)</p> <p>TRL 3: มีการทดลองและวิเคราะห์หน้าที่หลัก และ / หรือ มีการพิสูจน์ความเป็นไปได้ ของแนวคิด (Analytical and experimental critical function and / or characteristic proof-of concept)</p> <p>TRL 4: การทดสอบองค์ประกอบ และ/หรือ บอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์จำลอง (Breadboard) ในสภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ (Component and / or breadboard validation in laboratory environment)</p> <p>TRL 5: การทดสอบองค์ประกอบ และ / หรือ บอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์จำลอง (Breadboard) ในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง (Component and / or breadboard validation in relevant environment)</p> <p>TRL 6: การทดสอบแบบจำลองของระบบหรือระบบย่อย หรือต้นแบบในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจเป็นภาคพื้นดินหรืออวกาศ (System / subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (ground or space))</p> <p>TRL 7: การทดสอบต้นแบบระบบในสภาวะแวดล้อมอวกาศ (System prototype demonstration in a space environment)</p> <p>TRL 8: ระบบจริงสำเร็จสมบูรณ์และมีคุณสมบัติการทดสอบและสาธิต ในภาคพื้นดินหรือในอวกาศ (Actual system completed and “flight qualified” through test and demonstration (ground or space))</p> <p>TRL 9: ระบบจริงได้รับการพิสูจน์ทางการบินโดยภารกิจสำเร็จ (Actual system “flight proven” through successful mission operations)</p>

7.2 ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)*

1) SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ-.....

รายละเอียด-.....

2) SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ-.....

รายละเอียด-.....

ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL) มีรายละเอียด ดังนี้

SRL 1: การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมที่มี (Identifying problem and identifying societal readiness)

SRL 2: การกำหนดปัญหา การเสนอแนวคิดในการพัฒนาหรือการแก้ปัญหาและ คาดการณ์ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และระบุผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง ในโครงการ (Formulation of problem, proposed solution(s) and potential impact, expected societal readiness; identifying relevant stakeholders for the project.)

SRL 3: ศึกษา วิจัย ทดสอบแนวทางการพัฒนาหรือแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้นร่วมกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง (Initial testing of proposed solution(s) together with relevant stakeholders)

SRL 4: ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยัน ผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี (Problem validated through pilot testing in relevant environment to substantiate Proposed impact and societal readiness)

SRL 5: แนวทางการแก้ปัญหาได้รับการตรวจสอบ ถูกนำเสนอแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้อง area (Proposed solution(s) validated, now by relevant stakeholders in the area)

SRL 6: ผลการศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอื่น และดำเนินการกับผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นเพื่อให้เกิดผลกระทบ ที่เป็นไปได้ (Solution (s) demonstrated in relevant environment and in co-operation with relevant stakeholders to gain initial feedback on potential impact)

SRL 7: การปรับปรุงโครงการ และ/หรือแนวทางการพัฒนา การแก้ปัญหาหรือการทดสอบแนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหาใหม่ในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Refinement of project and / or solution and, if needed, retesting in relevant environment with relevant stakeholders)

SRL 8: เสนอแนวทางการพัฒนา การแก้ปัญหาในรูปแบบแผนการดำเนินงานที่สมบูรณ์และได้รับการยอมรับ (Proposed solution(s) as well as a plan for societal adaptation complete and qualified)

SRL 9: แนวทางการพัฒนาและการแก้ปัญหาของโครงการได้รับการยอมรับและ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (Actual project solution (s) proven in relevant environment)

8. แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

8.1 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (ถ้ามี)

(Connections with other experts within and outside Thailand) และแผนที่ จะติดต่อหรือสร้างความสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการสร้างทีมงานวิจัยในอนาคตด้วย

- ไม่มี

8.2 การเชื่อมโยงหรือความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย (Stakeholder and User Engagement)

โดยระบุชื่อหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ประชาสังคมและชุมชน โดยอธิบายกระบวนการดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน รวมถึงอธิบายกระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

- เมื่องานวิจัยโครงการวิจัยเสร็จสิ้นจะได้ต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้ว ซึ่งสามารถต่อยอดนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้ โดยอาศัยความร่วมมือกันระหว่างคณะผู้วิจัยกับผู้ประกอบการ ด้วยการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ภาคเอกชนผู้ผลิตผนังวัสดุผนังหลังคา เพื่อนำไปผลิตเป็นกระเบื้องหลังคากันความร้อนสู่ภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี
(กรอกไม่เกิน 5 ลำดับโดยเน้นโครงการที่เกิดผลกระทบสูง)

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่ได้รับทุน	ปีที่ได้รับงบประมาณ	งบประมาณ (บาท)
-	-	-	
-	-	-	

ส่วนที่ 4 ผลผลิต/ผลลัพธ์/ผลกระทบ

1. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

☑ ด้านวิชาการ

ระบุคำอธิบาย ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript) การพัฒนากระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้วผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโฟมกลาส
 ผู้ได้รับผลประโยชน์ นักวิจัย, นักเรียน, นักศึกษา, บุคคลทั่วไปที่สนใจ

☑ ด้านสังคม

○ ด้านสาธารณะ ○ ด้านชุมชนและพื้นที่ ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบุคำอธิบาย แนวทางการลดขยะจากขวดแก้ว โดยการนำมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่า
แนวทางการพัฒนากระเบื้องหลังคากันความร้อนเข้าสู่อาคาร เพื่อลดผลกระทบจากภาวะ
โลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ
 ผู้ได้รับผลประโยชน์ ประชาชนทั่วไป

○ ด้านนโยบาย

ระบุคำอธิบาย.....
 ผู้ได้รับผลประโยชน์.....

☑ ด้านเศรษฐกิจ

ระบุคำอธิบาย เป็นแนวทางให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ และสามารถต่อยอดเพื่อการ
ผลิตในเชิงพาณิชย์
 ผู้ได้รับผลประโยชน์ ผู้ประกอบการ และภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศ

2. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Output)

ผลผลิต	ประเภทผลผลิต	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนำส่ง	หน่วยนับ
1	ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)	ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ (TCI 1) หรือระดับนานาชาติ (Scopus Q1&Q2)	1	เรื่อง
2	ต้นแบบผลิตภัณฑ์	ต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความร้อนจากขยะขวดแก้ว	1	ต้นแบบ

หมายเหตุ กรอกข้อมูลเฉพาะผลผลิตที่โครงการคาดว่าจะได้รับและสามารถทำได้จริง เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลของหน่วยงาน (หากผลผลิตข้อใดไม่มีไม่ต้องระบุ และขอให้ตัดออก)

ประเภทของผลผลิตและคำจำกัดความ (Type of Outputs and Definition)

นิยามของผลผลิต คือ ผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการวิจัยที่ได้รับการจัดสรรทุนวิจัย ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม โดยเป็นผลที่เกิดขึ้นทันทีเมื่อจบโครงการ และเป็นผลโดยตรงจากการดำเนินโครงการ ทั้งนี้ หน่วยงานจะต้องนำเสนอภายใน 2 ปีงบประมาณ

1. ประเภทของผลผลิต ประกอบด้วย 10 ผลผลิต ตามตารางดังนี้

ประเภทของผลผลิต (Type of Outputs)	คำจำกัดความ (Definition)
1. กำลังคน หรือหน่วยงาน ที่ได้รับการพัฒนาทักษะ	กำลังคนหรือหน่วยงานเป้าหมายที่ได้รับการพัฒนาจากโครงการ วรรณ โดยนับเฉพาะคนหรือ หน่วยงานที่เป็นเป้าหมายของโครงการนั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นโครงการในรูปแบบทุนการศึกษา การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะ หรือการดำเนินการในรูปแบบอื่นที่ระบุไว้ในโครงการ
2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)	งานเขียนทางวิชาการ ซึ่งมีการกำหนดประเด็นที่ต้องการอธิบายหรือวิเคราะห์อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ต้องมีการวิเคราะห์ประเด็นดังกล่าวตามหลักวิชาการ โดยมีการสำรวจวรรณกรรมเพื่อสนับสนุน จนสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในประเด็นนั้นได้ มีการแสดงผลหรือที่มาของประเด็นที่ต้องการอธิบายหรือวิเคราะห์ กระบวนการอธิบายและวิเคราะห์และบทสรุป มีการอ้างอิงและบรรณานุกรมที่ครบถ้วนและสมบูรณ์วารสารการวิจัยนั้นอาจจะเผยแพร่เป็นรูปเล่มสิ่งพิมพ์หรือ เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript) ได้แก่ Proceeding ระดับชาติ, Proceeding ระดับนานาชาติ, บทความในประเทศ และบทความต่างประเทศ
3. หนังสือ	ข้อมูลงานวิจัยในรูปแบบหนังสือ ตำรา หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) ทั้งระดับชาติและ นานาชาติ โดยจะต้องผ่านกระบวนการ Peer review ประกอบด้วย 3.1 บางบทของหนังสือ (Book Chapter) 3.2 หนังสือทั้งเล่ม (Whole book) 3.3 เอกสาร/หนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อย่างครบถ้วน (Monograph)
4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หรือนวัตกรรมทางสังคม	ผลงานที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเทคโนโลยีใหม่/ กระบวนการใหม่ หรือการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือเทคโนโลยี/ กระบวนการให้ดีขึ้นกว่าเดิม รวมถึงสร้างสรรค์ สื่อสารคดีเพื่อการเผยแพร่ สื่อออนไลน์ แอปพลิเคชัน / Podcast / กิจกรรม / กระบวนการ เพื่อสร้างการเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และ/หรือ การตระหนักรู้ต่าง ๆ 4.1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หมายถึง ต้นแบบในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบก่อน ส่งผลิตจริง ที่พัฒนาขึ้นจากกระบวนการวิจัย พัฒนา หรือการปรับปรุงกระบวนการเดิมด้วยองค์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ ระดับภาคสนาม ระดับ อุตสาหกรรม 4.2 เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หมายถึง กรรมวิธีขั้นตอน หรือเทคนิค ที่พัฒนาขึ้นจาก กระบวนการวิจัย พัฒนา หรือการปรับปรุงกระบวนการเดิมด้วยองค์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4.3 นวัตกรรมทางสังคม (Social Innovation) หมายถึง การประยุกต์ใช้ ความคิดใหม่ และ เทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการยกระดับคุณภาพชีวิต ชุมชน และ

ประเภทของผลผลิต (Type of Outputs)	คำจำกัดความ (Definition)
	<p>สิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่ความ เท่าเทียมกันในสังคม และสามารถลดปัญหาความเหลื่อมล้ำได้อย่างเป็นรูปธรรม ตัวอย่างเช่น หลักสูตรอบรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนา นักวิจัย, หลักสูตรพื้นฐานเพื่อพัฒนาอาชีพใหม่ในรูปแบบ Reskill หรือ Upskill} หลักสูตรการเรียนการสอน, หลักสูตรบัณฑิตพันธุ์ใหม่ หลักสูตรการผลิต ครู เป็นต้น</p>
<p>5. ทรัพย์สินทางปัญญา</p>	<p>ผลงานอันเกิดจากการประดิษฐ์ คิดค้น หรือสร้างสรรค์ของนักวิจัย ได้แก่ อนุ สิทธิบัตร สิทธิบัตร การประดิษฐ์ สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลิขสิทธิ์ เครื่องหมายทางการค้า ความลับ ทางการค้า ชื่อทางการค้า การขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช หรือสัตว์ สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ แบบผังภูมิ ของวงจร</p>
<p>5. เครื่องมือ และโครงสร้างพื้นฐาน (Facilities and Infrastructure)</p>	<p>เครื่องมือ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการ วิจัยและพัฒนา นวัตกรรม ที่จัดซื้อ สร้างขึ้น หรือพัฒนาต่อยอดภายใต้โครงการ</p>
<p>7. ฐานข้อมูล ระบบและกลไก หรือมาตรฐาน</p>	<p>การพัฒนาฐานข้อมูล และสร้างระบบ กลไก หรือมาตรฐาน ที่ตอบสนองการพัฒนา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมต่าง ๆ และเอื้อต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็น การพัฒนากำลังคน การ จัดการปัญหาทางสังคม สิ่งแวดล้อม และการสร้าง ความสามารถในการแข่งขัน เป็นต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบบและกลไก หมายถึง ขั้นตอนหรือเครื่องมือ การปฏิบัติงานที่มีการกำหนด อย่างชัดเจนใน การดำเนินการ เพื่อให้ได้ผลออกมาตามที่ต้องการ ขั้นตอนการ ปฏิบัติงานจะต้องปรากฏให้ทราบ โดยทั่วกัน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ เอกสาร หรือสื่อ อิเล็กทรอนิกส์ หรือโดยวิธีการอื่น ๆ องค์ประกอบของระบบและกลไก ได้แก่ ปัจจัย นำเข้า กระบวนการ ผลิต กลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งมี ความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ตัวอย่างเช่น ระบบการผลิตและการพัฒนากำลังคน, ระบบส่งเสริมการจัดการทรัพยากรและ สิ่งแวดล้อม,ระบบส่งเสริมการวิจัยร่วมกับ ภาคอุตสาหกรรม, ระบบบริการหรือสิ่งสนับสนุน ประชาชนทั่วไป, ระบบบริการ หรือสิ่งสนับสนุนกลุ่มผู้สูงอายุ, ระบบบริการหรือสิ่งสนับสนุนกลุ่ม ผู้ด้อยโอกาส รวมถึงกลไกการพัฒนาเชิงพื้นที่ - ฐานข้อมูล (Database) คือ ชุดของสารสนเทศ ที่มีโครงสร้างสม่ำเสมอ หรือชุด ของ สารสนเทศใด ๆ ที่ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ หรือสามารถประมวลด้วย คอมพิวเตอร์ได้ - มาตรฐาน หมายถึง การรับรองมาตรฐานสินค้า และ/หรือ ศูนย์ทดสอบต่าง ๆ เพื่อสร้างและ ยกกระดับความสามารถทางด้านคุณภาพ ทั้งในชาติและนานาชาติ
<p>8. เครือข่าย</p>	<p>เครือข่ายความร่วมมือ (Network) และสมาคม (Consortium) ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ที่เกิดจากการดำเนินการของโครงการ ทั้งเครือข่ายในประเทศ และเครือข่ายระดับ นานาชาติ ซึ่งจะช่วยในการยกระดับความสามารถในการ แข่งขันให้แก่ประเทศ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เครือข่ายความร่วมมือทางด้านวิชาการ 2. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ 3. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาสังคม 4. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ทำ dropdown list ให้เลือก)	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดของ ผลลัพธ์	ผู้ใช้ประโยชน์ (Users)/ ผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries)
ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ บริการ และการ รับรอง มาตรฐานใหม่ (New Products/Processes, New Services and New Standard Assurances)				
ทุนวิจัยต่อยอด (Further Funding)				
ความร่วมมือหรือหุ้นส่วน ความร่วมมือ (Collaborations and Partnerships)				
การผลักดันนโยบาย แนวปฏิบัติ แผนและกฎระเบียบ (Influence on Policy, Practice, Plan and Regulations)				

ประเภทของผลลัพธ์และคำจำกัดความ (Type of Outcomes and Definition)

ประเภทของผลลัพธ์ (Types of Outcomes)	คำจำกัดความ (Definition)
ผลงานตีพิมพ์ (Publications)	ผลงานทางวิชาการในรูปแบบสิ่งพิมพ์และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเกิดจากการศึกษาวิจัย อาทิเช่น บทความจากการประชุมวิชาการ บทความวิจัย บทความปริทัศน์ บทความวิชาการ หนังสือ ตำรา พจนานุกรม และงานวิชาการอื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน
การอ้างอิง (Citations)	จำนวนครั้งในการอ้างอิงผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ นานาชาติ โดยสืบค้นจากฐานข้อมูลวารสารวิชาการ เช่น TCI Scopus Web of Science เป็นต้น
เครื่องมือและระเบียบวิธีการวิจัย (Research tools and methods)	เครื่องมือหรือกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลอง ทดสอบ เก็บรวบรวมหรือวิเคราะห์ข้อมูล โดยเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่ได้มีมาก่อน แต่ได้เผยแพร่และเป็นที่ยอมรับโดยมีผู้นำเครื่องมือและระเบียบวิธีการวิจัยไปใช้ต่อและมีหลักฐานอ้างอิงได้
ฐานข้อมูลและแบบจำลองวิจัย (Research databases and models)	ฐานข้อมูล (ระบบที่รวบรวมข้อมูลไว้ในที่เดียวกัน) หรือแบบจำลอง (การสร้างรูปแบบเพื่อแทนวัตถุ กระบวนการความสัมพันธ์ หรือ สถานการณ์) ที่ถูกพัฒนาขึ้นจากงานวิจัย โดยมีผู้นำฐานข้อมูลหรือแบบจำลองไปใช้ให้เกิดประโยชน์มีหลักฐานอ้างอิงได้
ความก้าวหน้าในวิชาชีพของบุคลากรด้าน วิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (Next destination)	การติดตามการเคลื่อนย้ายและความก้าวหน้าในวิชาชีพของบุคลากรในโครงการด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริม ววน. หลังจากสิ้นสุดโครงการ โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
รางวัลและการยอมรับ (Awards and recognition)	เกียรติยศ รางวัลและการยอมรับจากสังคมที่ได้มาโดยหน้าที่การงานจากการทำงานด้าน ววน. โดยมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ได้รับงบประมาณจากกองทุนส่งเสริม ววน. โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องวิจัย และโครงสร้างพื้นฐาน (Use of Facilities and Resources)	การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องวิจัยและโครงสร้างพื้นฐานด้าน ววน. ที่นักวิจัยพัฒนาขึ้น หรือได้รับงบประมาณเพื่อการจัดหาให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่มาใช้งานในวงกว้าง โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
ทรัพย์สินทางปัญญา การขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชและ พันธุ์สัตว์ และการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Intellectual property, Registered Plants Varieties and Animals Breeding and Licensing)	ทรัพย์สินทางปัญญา หมายถึง การประดิษฐ์ คิดค้นหรือคิดทำขึ้น อันเป็นผลให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์หรือกรรมวิธีใด ขึ้นใหม่ หรือการกระทำใดๆ ที่ทำให้เกิดขึ้นซึ่งผลิตภัณฑ์หรือกรรมวิธี หรือการกระทำใดๆ เกี่ยวกับงานที่ผู้สร้างสรรค์ ได้ริเริ่มโดยใช้สติปัญญาความรู้ ความสามารถ และความวิริยะอุตสาหะของตนเองในการสร้างให้เกิดงาน สร้างสรรค์ 9 ประเภทตามที่กฎหมายลิขสิทธิ์ให้ความคุ้มครอง อาทิเช่น งานวรรณกรรม งานศิลปกรรม งาน ดนตรีกรรม งานภาพยนตร์ เป็นต้น โดยไม่ลอกเลียนงานของผู้อื่น ซึ่งเกิดจากผลงานด้าน ววน. ที่ได้รับ งบประมาณสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริม ววน. โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้

ประเภทของผลลัพธ์ (Types of Outcomes)	คำจำกัดความ (Definition)
	<p>การขึ้นทะเบียนทรัพย์สินและพันธบัตร หมายถึง พันธุ์พืชหรือพันธุ์สัตว์ที่เกิดจากงานวิจัย และจะต้องจดทะเบียนพันธุ์ใหม่โดยหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการรับจดทะเบียนพันธุ์ หรือหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย</p> <p>การอนุญาตให้ใช้สิทธิ หมายถึง การที่เจ้าของสิทธิอนุญาตให้ผู้อื่นใช้สิทธิใดๆ ที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย เช่น ผลิต/ขาย/ใช้หรือมีไว้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเป็นเจ้าของสิทธิ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์เป็นหลัก โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้</p>
การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer)	การนำเอาเทคโนโลยีหรือองค์ความรู้ที่เกิดจากการวิจัยและนวัตกรรม ถ่ายทอดให้แก่ผู้ใช้ และเกิดการนำเอาผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ เพื่อขับเคลื่อนงานวิจัยไปสู่การขยายผลในเชิงพาณิชย์ โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ บริการ และการรับรองมาตรฐานใหม่ (New Products/Processes, New Services and New Standard Assurances)	<p>ผลิตภัณฑ์และกระบวนการใหม่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่ได้จากการวิจัย อาทิเช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์/ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์และปัญญาประดิษฐ์/ผลิตภัณฑ์ด้านเทคนิคและเทคโนโลยี/ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร ผลิตภัณฑ์ด้านศิลปะและการสร้างสรรค์ รวมถึงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือการจัดการในรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นสิ่งใหม่หรือพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ นำไปใช้ประโยชน์ได้ และสามารถก่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคม</p> <p>บริการใหม่ หมายถึง รูปแบบและวิธีการบริการใหม่ๆ ซึ่งเป็นสิ่งใหม่หรือพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ นำไปใช้ประโยชน์ได้ และสามารถก่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคม</p> <p>การรับรองมาตรฐานใหม่ หมายถึง มาตรฐานที่พัฒนาขึ้นใหม่ และ/หรือศูนย์ทดสอบต่างๆ ที่พัฒนาจนได้รับการรับรองมาตรฐาน เพื่อสร้างความสามารถทางด้านคุณภาพ ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ และสามารถก่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคมโดยมีหลักฐานอ้างอิงได้</p>
ทุนต่อยอด (Further funding)	ทุนที่นักวิจัยได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยต่อยอดจากงานวิจัยเดิม ซึ่งเกิดจากการนำผลงานวิจัยที่ได้ของโครงการวิจัยเดิมมาเขียนเป็นข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับทุนวิจัยต่อยอดในโครงการใหม่ สิ่งสำคัญคือ การให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งทุนและงบประมาณที่ได้รับจากโครงการทุนวิจัยต่อยอดใหม่ โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
ความร่วมมือหรือหุ้นส่วนความร่วมมือ (Collaborations and partnerships)	ความร่วมมือหรือหุ้นส่วนความร่วมมือที่เกิดขึ้นหลังจากโครงการวิจัยเสร็จสิ้น โดยเป็นความร่วมมือที่เกี่ยวข้องโดยตรงหรืออาจจะทางอ้อมจากการดำเนินโครงการ ทั้งนี้ สิ่งสำคัญคือ การระบุผลผลิต (output) ผลลัพธ์ (outcome) และผลกระทบ (impact) ที่เกิดขึ้นจากความร่วมมือหรือหุ้นส่วนความร่วมมือนี้ โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้
การผลักดันนโยบาย แนวปฏิบัติ แผนและกฎระเบียบ (Influence on Policy, Practice, Plan and Regulations)	การดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อขับเคลื่อนการนำผลงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย หรือเกิดแนวปฏิบัติ แผนและกฎระเบียบต่างๆ ขึ้นใหม่ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในมิติต่างๆ ทางเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม และการเมืองการปกครอง ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศโดยรวม โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้ ทั้งนี้ต้องไม่ใช่การดำเนินการที่ระบุไว้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัย
กิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement activities)	กิจกรรมที่หัวหน้าโครงการและ/หรือทีมวิจัย ได้สื่อสารผลงานด้าน ววน. กับกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรม เพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และเป็นเส้นทางที่ส่งผลให้เกิดผลกระทบในวงกว้างต่อไป โดยมีหลักฐานอ้างอิงได้ ทั้งนี้กิจกรรมดังกล่าวต้องมีใช้กิจกรรมที่ระบุไว้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัย

4. ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

นิยามของผลกระทบ คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลลัพธ์ (outcome) ในวงกว้างทั้งด้านวิชาการ นโยบาย เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม หรือผลสำเร็จระยะยาวที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ โดยผ่านกระบวนการการมีส่วนร่วม (Engagement activities) และมีเส้นทางของผลกระทบ (impact pathway) ในการขับเคลื่อนไปสู่การสร้างผลกระทบ ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะพิจารณาผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบ ทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดขึ้น

☑ ด้านวิชาการ

ระบุคำอธิบาย องค์ความรู้ด้านการแปรรูปขยะจากขวดแก้วเป็นกระเบื้องหลังคาที่ความร้อน
ผู้ได้รับผลประโยชน์ นักวิจัย นักเรียน นักศึกษา บุคคลทั่วไปที่สนใจ

☑ ด้านสังคม

○ ด้านสาธารณะ ○ ด้านชุมชนและพื้นที่ ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบุคำอธิบาย ลดขยะจากขวดแก้ว โดยการนำมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่า
ผู้ได้รับผลประโยชน์ ประชาชนทั่วไป

○ ด้านนโยบาย

ระบุคำอธิบาย.....
ผู้ได้รับผลประโยชน์.....

☑ ด้านเศรษฐกิจ

ระบุคำอธิบาย เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำและสามารถต่อยอดเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์
ผู้ได้รับผลประโยชน์ ผู้ประกอบการ และภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศ

5. แผนที่ผลลัพธ์ (Outcome Mapping) ของโครงการ

Input	Activity	Output	Outcome
<p>1) งบประมาณดำเนินงาน - 330,000 บาท</p> <p>2) ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี (12 เดือน)</p>	<p>1) พัฒนาระเบียงหลังคากันความจากขยะขวดแก้ว ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นโฟมกลาส</p> <p>2) ผลิตต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความจากขยะขวดแก้ว</p>	<p>1) ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ ระดับ TCI 1 หรือระดับนานาชาติ (Scopus Q1&Q2)</p> <p>2) ต้นแบบกระเบื้องหลังคากันความจากขยะขวดแก้ว</p>	<p>1) นักวิจัย นักเรียน นักศึกษา และผู้ประกอบการที่สนใจ ได้องค์ความรู้ด้านการแปรรูปขยะจากขวดแก้วกระเบื้องหลังคากันความร้อน นำไปต่อยอดในเชิงวิชาการ และเชิงพาณิชย์ได้</p> <p>2) ช่วยลดขยะขวดแก้วและเพิ่มมูลค่าจากขยะเหลือทิ้ง</p> <p>3) ได้แนวทางการพัฒนากระเบื้องหลังคากันความร้อนเข้าสู่อาคารเพื่อลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ</p>

เอกสารอ้างอิง

1. นินนาท ราชประดิษฐ์ และธรรวิภา พวงเพ็ชร. (2556). การลดความร้อนจากหลังคาด้วยหลังคา์รับรังสีอาทิตย์ที่ช่องเปิดอยู่ด้านข้าง. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*, 7(1), 33-34.
2. บัญญัติ พันธุ์ประสิทธิ์เวช และปฏิพัทธ์หงส์สุวรรณ. (2561). การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโฟมกลาสจากเศษแก้วสีอำพัน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 25(3), 102-112
3. ปรีดา จันทวงษ์, โยธิน อึ้งกุล และบวร อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2553). การศึกษาปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*, 19(2), 23-33.
4. วรณา ต.แสงจันทร์. (2552). การพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 57(179), 47-52
5. ศิรภัทร เบญจวารี. (2563). การจัดการซากขวดพลาสติกเพื่อลดปริมาณขยะทิ้งรวม. สืบค้น 7 สิงหาคม 2566, จาก <http://www.ba.ru.ac.th/document/conference/RUNC> 1-6.pdf.
6. Arriagada, C., I. Navarrete, & M. Lopez. (2019). Understanding the effect of porosity on the mechanical and thermal performance of glass foam lightweight aggregates and the influence of production factors. *Construction and Building Materials*, 2019(228), 116746.
7. Jing Li, Xinguo Zhuang, Eliseo Monfort, Xavier Querol, Alejandro Saburit Llaudis, Oriol Font, Natalia Moreno, Francisco Javier García Ten, & Maria Izquierdo. (2018). Utilization of coal fly ash from a Chinese power plant for manufacturing highly insulating foam glass: Implications of physical, mechanical properties and environmental features. *Construction and Building Materials*, 2018(175), 64-76.
8. Baidzhanov, D.O., Nuguzhinov Z., Fedorchenko V.I., Kropachev P.A., Rakhimov A.M., & Divak L., (2017). Thermal Insulation Material Based on Local Technogenic Raw Material. *Glass and Ceramics*, 73(2), 1-4.
9. Nuclear Power. (2024). Thermal Conductivity of Foam Glass. Retrieved 8 July 2024 from <https://www.nuclear-power.com/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-losses/insulation-materials/thermal-conductivity-of-foam-glass/>

ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้ร่วมวิจัย/ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัด

ลงชื่อ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติพงษ์ รื่นวงศ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

ลงชื่อ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย ยาทองไชย)

ผู้ร่วมวิจัย

วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

ลงชื่อ

(ดร.โชคอนันต์ วาณิชย์เลิศนาศาร)

ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัด

วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567