รายงานผลการดำเนินงาน
โครงการพัฒนาดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ Pathfinder (TSC-P)

ระยะเวลาดำเนินโครงการ 1 ปี + 15 เดือน

เริ่มตั้งแต่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2563 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2565

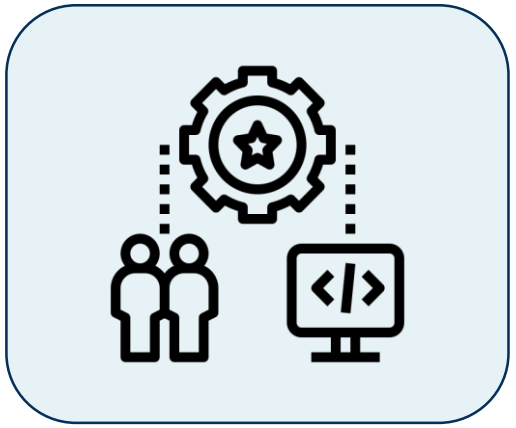
แผนงานวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมอวกาศ

โปรแกมที่ 5 ส่งเสริมการวิจัยขั้นแนวหน้า และการวิจัยพื้นฐานที่ประเทศไทยมีศักยภาพ

ปีงบประมาณ 2563

ที่มาของโครงการวิจัย

- โครงการภาคีความร่วมมืออวกาศไทย หรือ Thai Space Consortium (TSC) เป็นความร่วมมือในการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ โดยบูรณาการความเชี่ยวชาญและสิ่งแวดล้อมวิจัยจากหน่วยงานวิจัยภาครัฐ ภาคการศึกษา และองค์กรส่งเสริมนวัตกรรม
- สร้างองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมขั้นสูงให้กับบุคลากรชาวไทยผ่านองค์กรภายใต้เครือข่ายภาคีฯ ซึ่งมีนโยบายส่งเสริมให้เกิดระบบนิเวศอวกาศที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมขั้นสูงของประเทศไทย
- โดยความร่วมมือเชิงวิทยาศาสตร์กับสถาบันวิจัย Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics (CIOMP) ณ. มณฑลฉางชุน, ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์แห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน Chinese Academy of Science (CAS) ที่มีขีดความสามารถสูงในการวิจัยและพัฒนาดาวเทียมรวมไปถึงระบบย่อยของอวกาศยาน



โครงสร้างพื้นฐาน-บุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

พัฒนาบุคลากรศักยภาพสูงในประเทศ

นักวิจัย-วิศวกรชั้นแนวหน้าด้วยโจทย์วิจัยด้านวิศวกรรมขั้นสูง

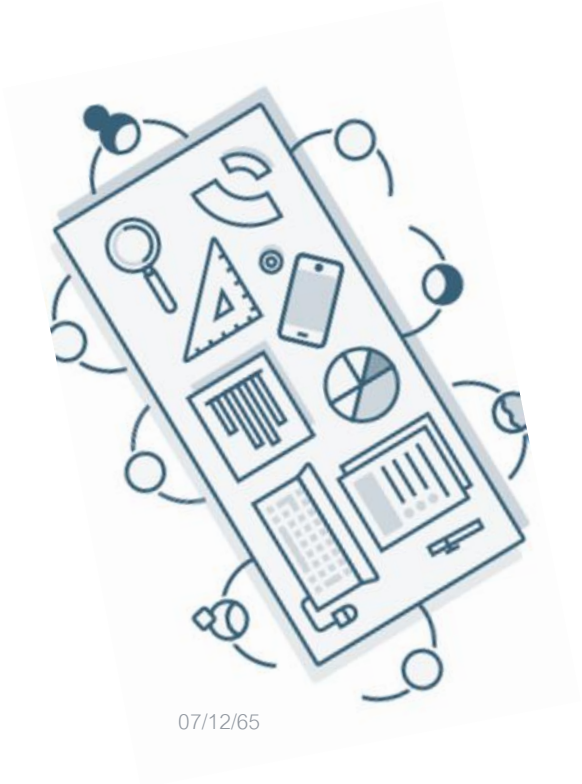
พัฒนาดาวเทียมวิจัยขนาดเล็กเพื่องานวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์โครงการ

1). จัดสร้างดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ขนาดเล็ก TSC-P ผ่านความร่วมมือจีน-ไทย เพื่อมุ่งพัฒนาศักยภาพยกระดับขีดความสามารถของบุคลากรและเสริมสร้างเทคโนโลยีอวกาศ โดยเฉพาะการพัฒนาดาวเทียมขนาดเล็กและสิ่งแวดล้อมวิจัยภายในประเทศ

2). เพื่อต่อยอดงานพัฒนาระบบทดสอบการทำงานดาวเทียม (satellite simulator) ด้วยการบูรณาการองค์ความรู้เชิงวิศวกรรมระบบ การสร้างประสบการณ์ และการพัฒนาระหว่างโครงการพัฒนาดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติไทยโชตและโครงการดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ TSC-P

3). เพื่อต่อยอดองค์ความรู้จากการพัฒนาดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ TSC-P ด้านเทคนิคการพัฒนา Flight Software และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ยกระดับความสามารถในการแข่งขันด้านเทคโนโลยีอวกาศของบุคลากรภายในประเทศ ตลอดจนสร้างผลงานด้านวิศวกรรมนวัตกรรม ที่เกี่ยวข้องกับ Flight Software สำหรับดาวเทียมขนาดเล็ก



4). เพื่อให้เกิดการริเริ่มกิจกรรมวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ขององค์กรภายใต้ภาคีความร่วมมืออวกาศไทยได้อย่างเป็นรูปธรรม นับเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่ความร่วมมือในการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและดาวเทียมโดยใช้ทรัพยากรในประเทศต่อไปได้

5). ผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมด้านวิศกรรรม นวัตกรรม ขั้นสูงภายในประเทศ ผ่านองค์กรด้านการส่งเสริมผู้ประกอบการเชิงนวัตกรรมภายในประเทศ

(P1)โครงการย่อยที่ 1 โครงการพัฒนาดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ Pathfinder (TSC-P)

(P2)โครงการย่อยที่ 2 โครงการพัฒนาระบบควบคุมการปฏิบัติงานดาวเทียมขนาดเล็ก (Flight Software)

ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินโครงการวิจัย

Initial

MOU with NARIT-CIOMP (NOV-2021)

I

P

Capacity building in small-satellite development

Planning

Executing

Execute the work according to the PM plan

E

M

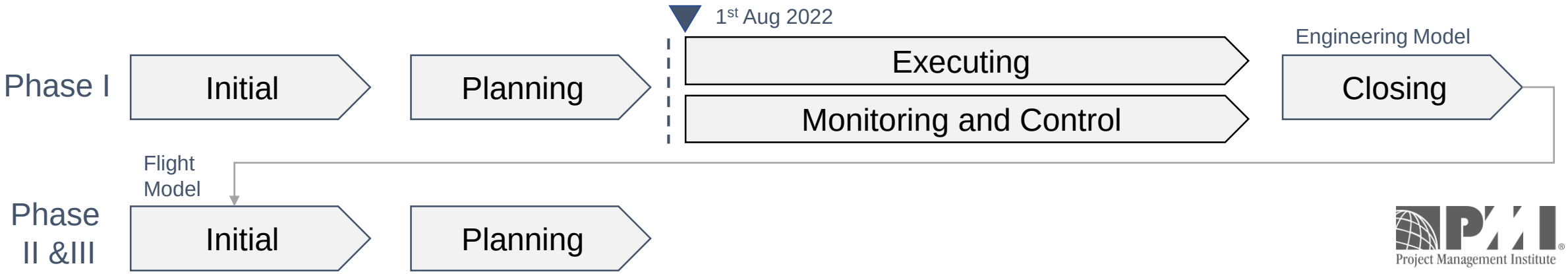
Take action to control the project

Monitoring

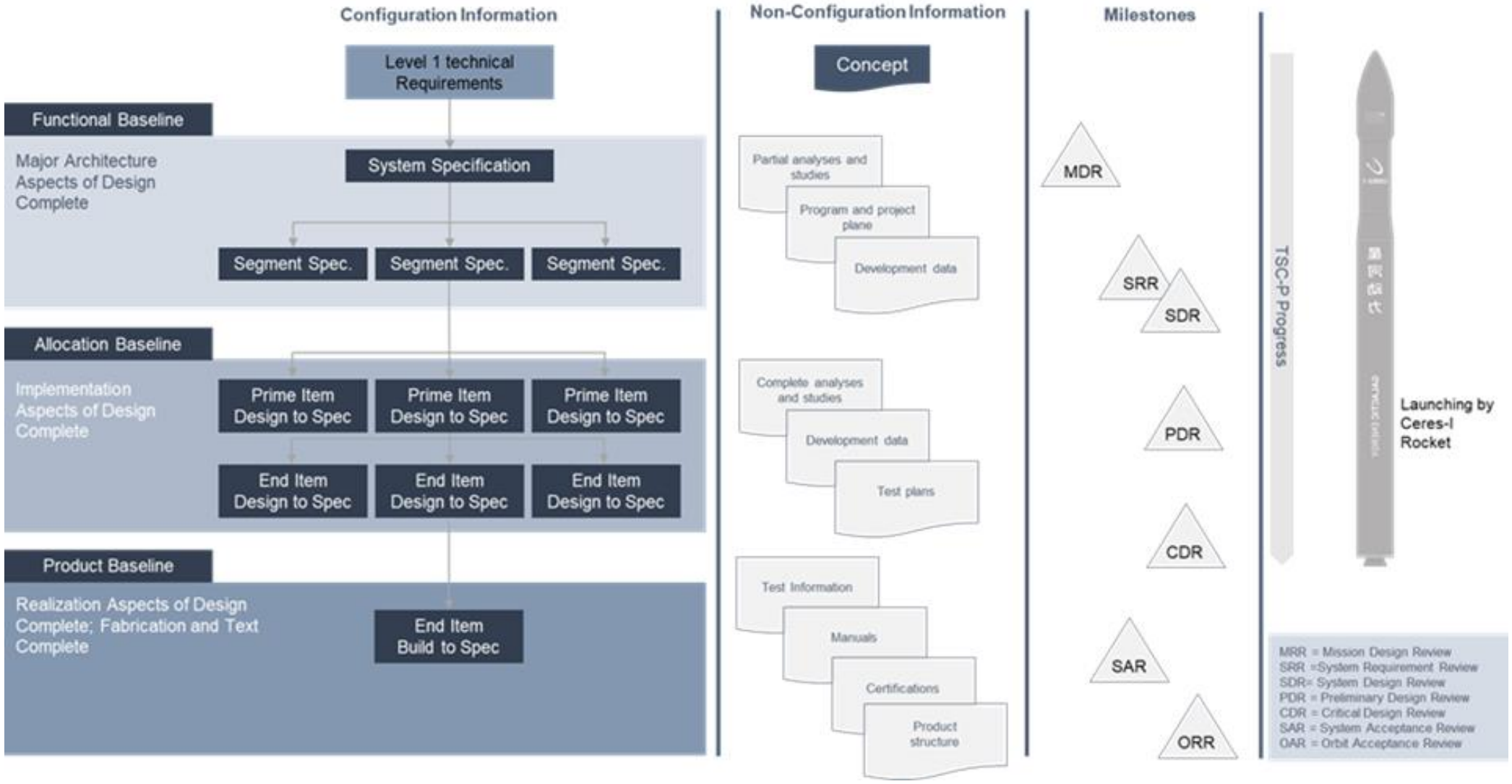
Closing

Confirm work is done to requirement

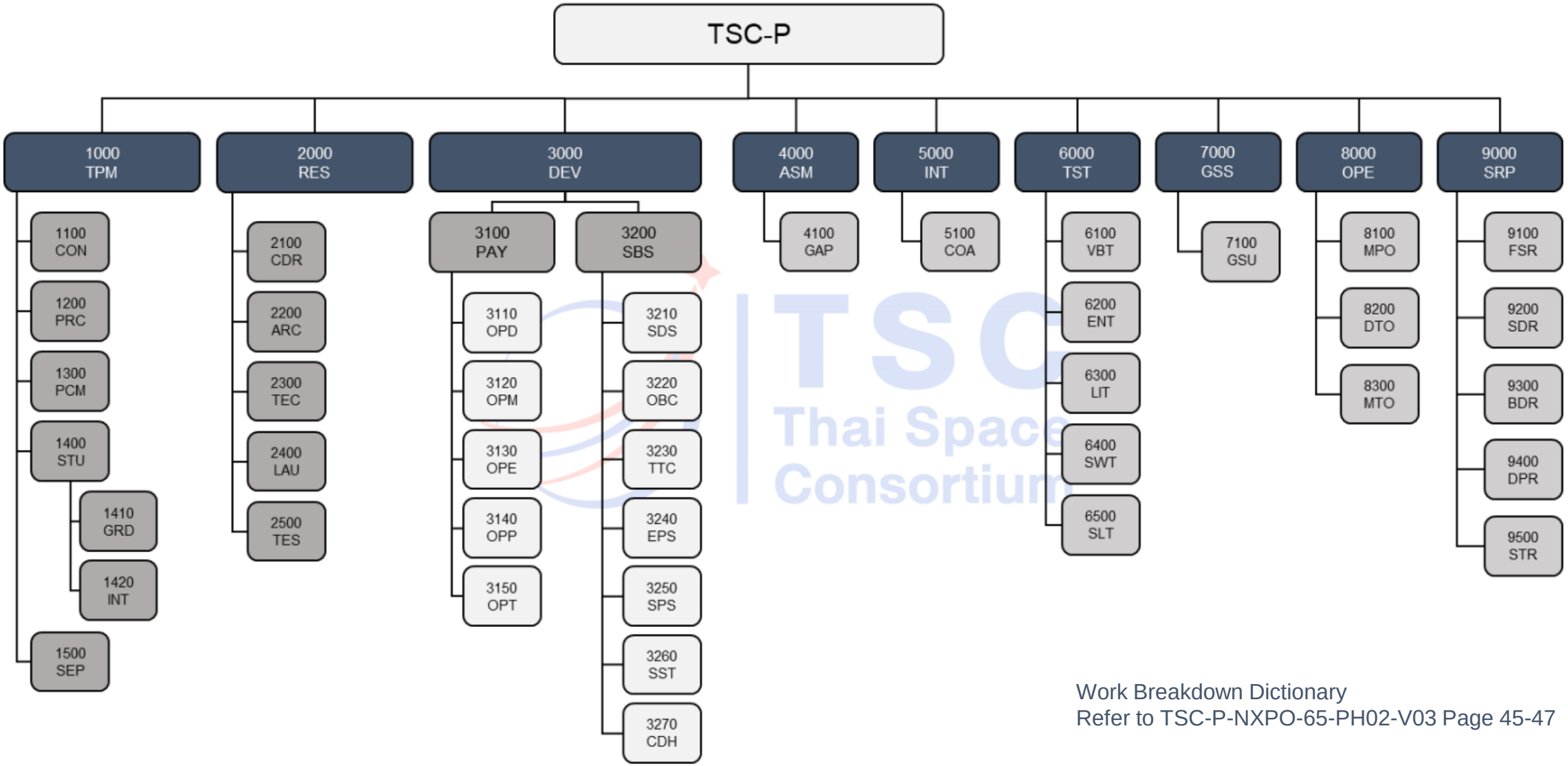
C



ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินโครงการวิจัย

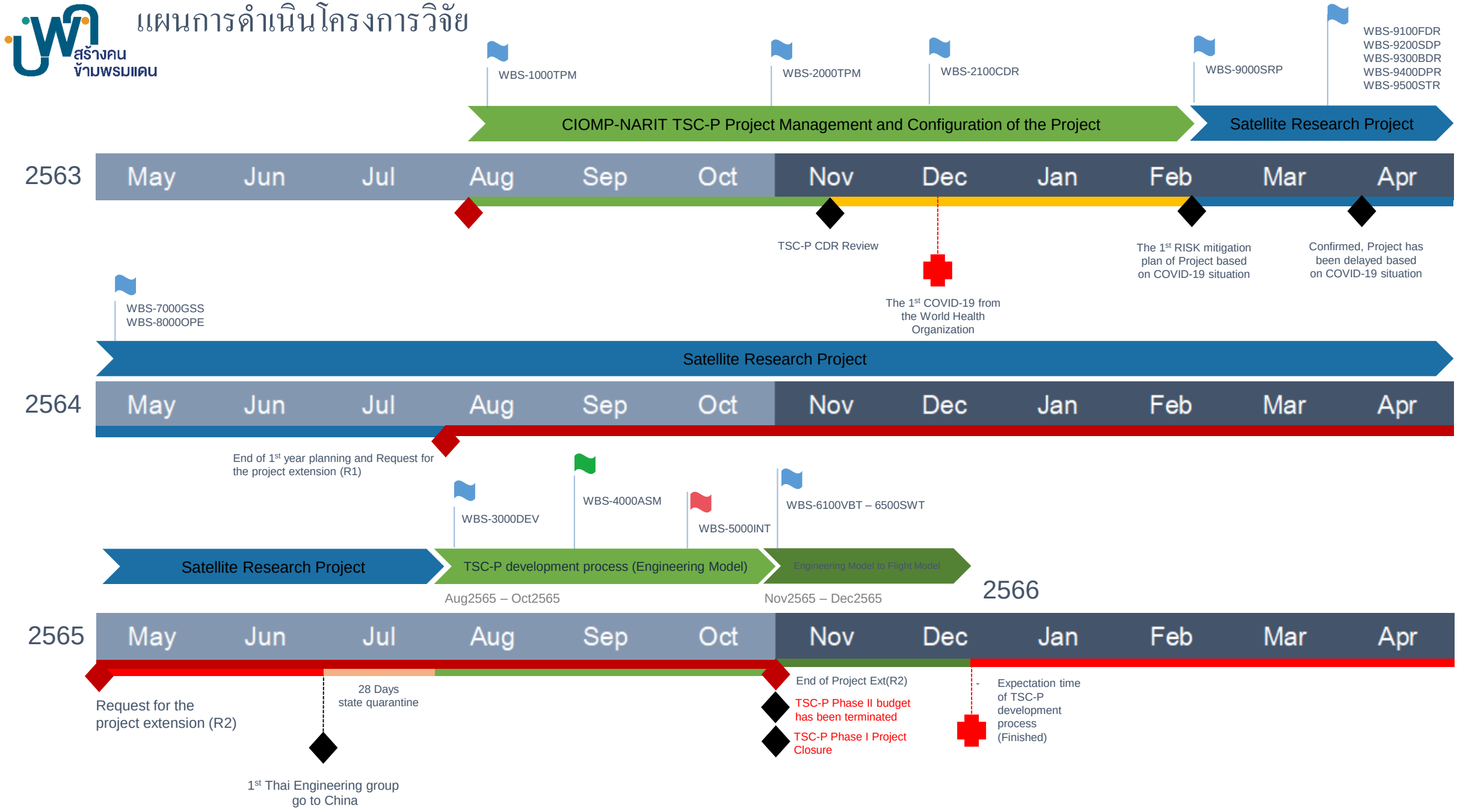


ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินโครงการวิจัย



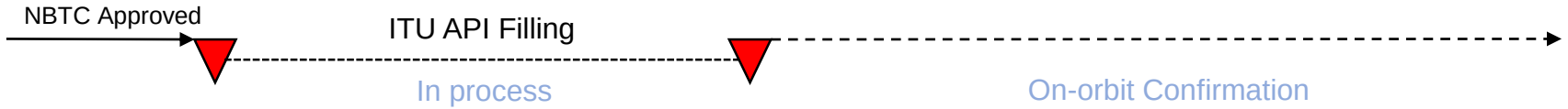
Work Breakdown Dictionary
Refer to TSC-P-NXPO-65-PH02-V03 Page 45-47

แผนการดำเนินโครงการวิจัย



แผนการดำเนินโครงการวิจัย

1 Document-related TSC-P mission has been submitted to International committees

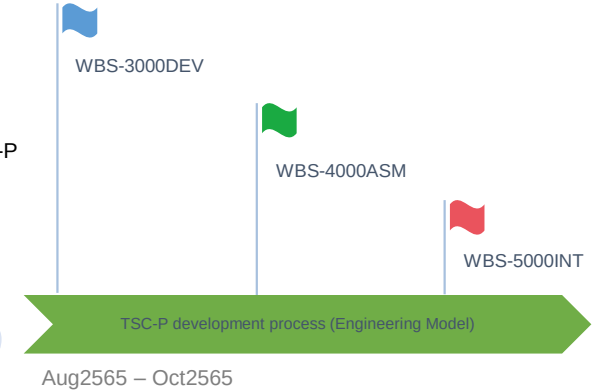


5 Merging WBS9000 with WBS 3000

Lesson-Learned Document Process

4 Document-related TSC-P II & III has been submitted to PMU-B

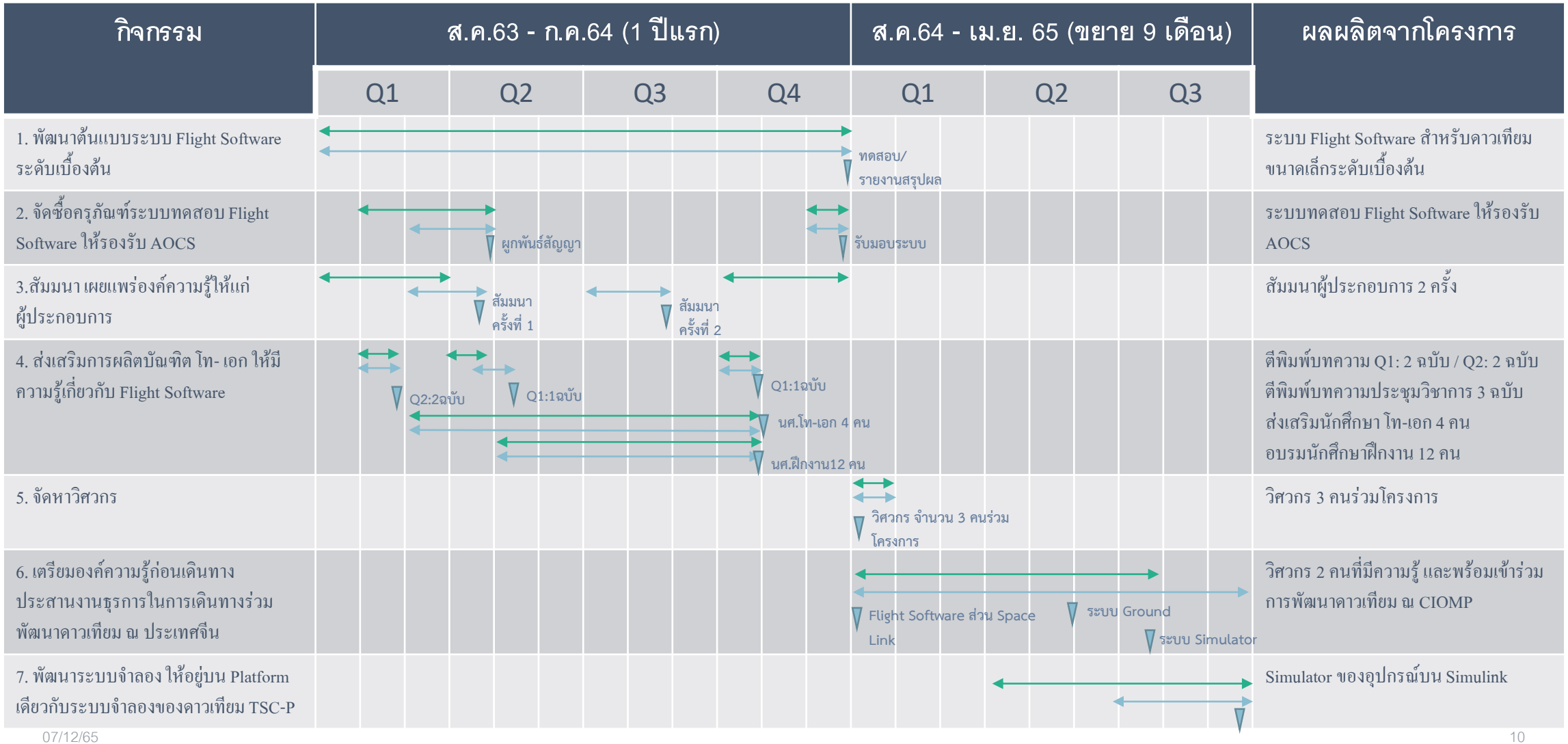
3



2 1st Engineering group go to China

ขั้นตอนการศึกษาและแผนการดำเนินโครงการวิจัย

โครงการย่อย พัฒนาระบบควบคุมการปฏิบัติงานดาวเทียมขนาดเล็ก (Flight Software)



ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

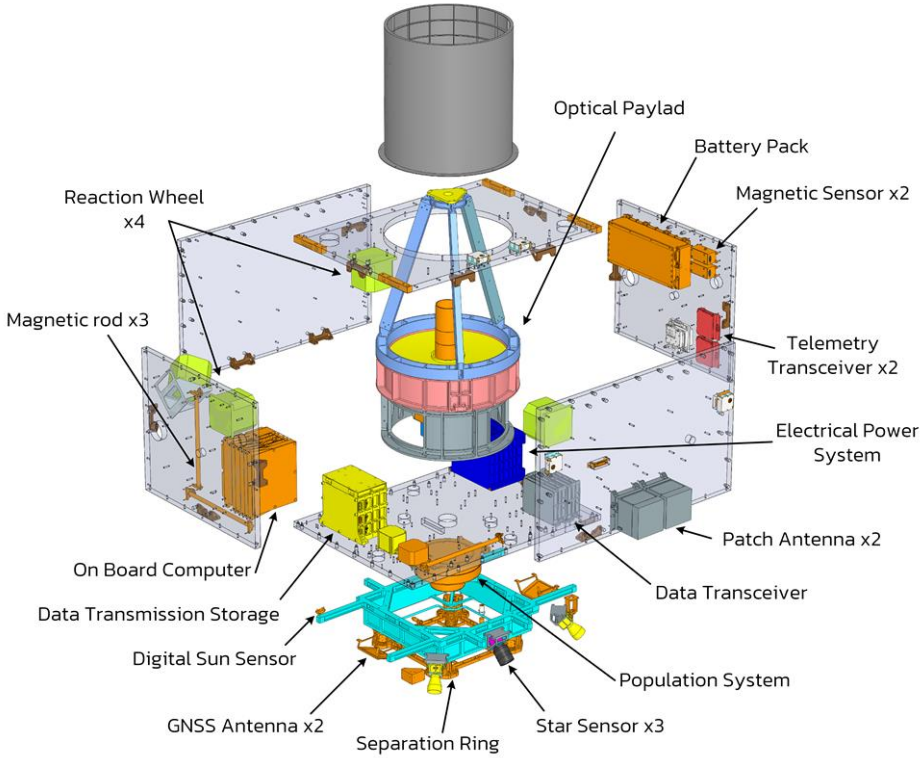
KR1.5b.1 องค์ความรู้และกระบวนทัศน์ใหม่ทางมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ที่สร้างความเข้าใจและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมหรือวิทยาการที่สำคัญที่ประเทศต้องมีในอนาคต อย่างน้อย 5 เรื่องต่อปี

- ประเทศไทยมีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีอวกาศในการพัฒนาออกแบบ ผลิตชิ้นส่วน ประกอบทดสอบและดำเนินการดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ขนาดเล็กได้เอง
- มีความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีอวกาศร่วมกับสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาชั้นนำทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- มีความพร้อมด้านทรัพยากรบุคคล และโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ

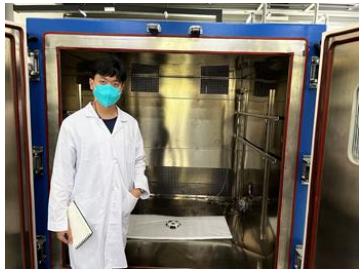
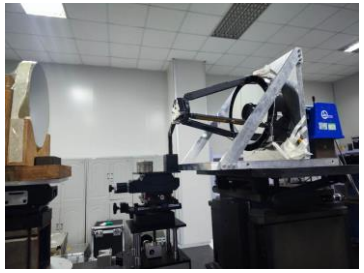
ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

1) ต้นแบบดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ TSC-P ในระดับ engineering model และพร้อมเปลี่ยนเป็น flight Model โดยมีคุณสมบัติตามที่ระบุในกรอบการวิจัย

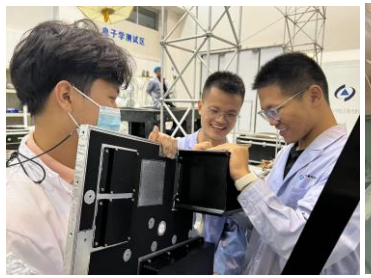
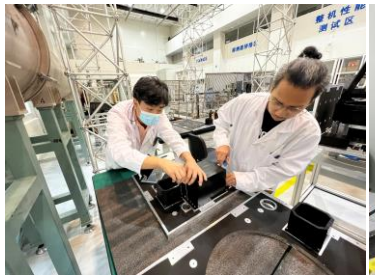
1
Prototype



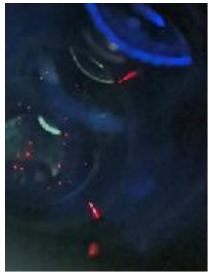
(1). TSC-P Optical Payload

(2). Satellite Structural Engineering

(3). Satellite Sensor, Actuator, and Electronic System



ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

2) องค์ความรู้ในการพัฒนาและสร้าง ดาวเทียมขนาดเล็ก เพื่อขึ้นไปปฏิบัติภารกิจในอวกาศที่นำไปพัฒนาสร้างดาวเทียมภายใต้โครการ TSC ในลำดับต่อไป

4 Key Knowledge Group

8 (Q1-2) SCI Journals

11 International Proceeding

Group I Management

- Project Management
- Configuration of the Project
- Knowledge Transfer
- Procurement and Contract Management
- Communication Management
- Project Coordination
- Private Sector Engagement
- Team Building

Group II Technical

- Optical design
- Optical Manufacturing
- Optical electrical system
- Optical testing
- Satellite Bus System
- Satellite Dynamic System
- Electrical Power System
- Satellite Structure and Thermal System
- Assembly
- Gather all parts together
- Vibration Testing
- Environment Testing
- Ground Segment Upgrading

Group III Operation

- Mission Planning Operation
- Ground Segment System

Group IV R&D

- Flight Software Research
- Satellite Dynamic Research
  - Orbital mechanic
  - Guidance and Control
  - Reaction wheel design and Manufacturing
  - Control Law
  - Sensor fusion
  - Loss in space algorithm
  - Numerical Method
  - Optimization
  - System modeling
- Battery Development and Research
  - Modelling
  - Prognostic
  - Testing
- Data and Signal Processing

ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

2) องค์ความรู้ในการพัฒนาและสร้าง ดาวเทียมขนาดเล็ก เพื่อขึ้นไปปฏิบัติภารกิจในอวกาศที่นำไปพัฒนาสร้างดาวเทียมภายใต้โครการ TSC ในลำดับต่อไป

4 Key Knowledge Group

8 (Q1-2) SCI Journals

11 International Proceeding

THE ASTRONOMICAL JOURNAL, 161:208 (16pp), 2021 May
https://doi.org/10.3847/1538-3881/abe709
© 2021. The American Astronomical Society. All rights reserved.

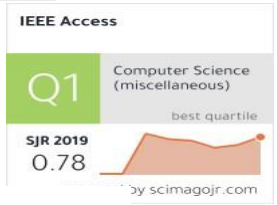
Deep Contrast and Companion Detection Using the EvWaCo Test Bed Equipped with an Achromatic Focal Plane Mask and an Adjustable Inner Working Angle

Mary Angelie Alagao[1,2,3,4], Adithep Kawinkij[1], Christophe Buisset[1], Apirat Prasit[1], Thierry Lépine[3,4], Yves Rabbia[5],

IEEE Access
Received October 18, 2020, accepted November 2, 2020, date of publication November 4, 2020, date of current version November 18, 2020.
Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.3035884

Method for Classifying a Noisy Raman Spectrum Based on a Wavelet Transform and a Deep Neural Network

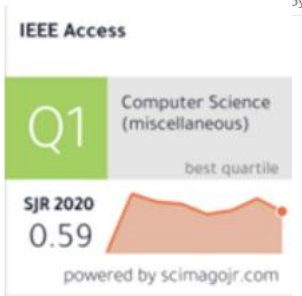
LIANGRUI PAN[1], (Student Member, IEEE), PRONTHEP PIPITSUNTHONSAN[1], (Student Member, IEEE),



IEEE Access
Received February 26, 2021, accepted April 5, 2021, date of publication April 16, 2021, date of current version April 29, 2021.
Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2021.3073870

A Dual-Band Metasurface Reflector Using Ring Resonator With Interdigital Capacitor

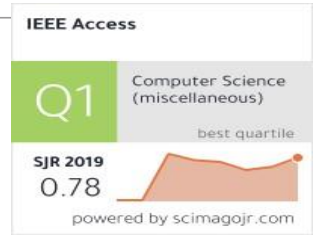
P. CHOMTONG[1], (Member, IEEE), K. RAKDANKLANG[2], P. KRACHODNOK[2], (Member, IEEE), K. BANDUDEJ[3], AND P. AKKARAEKTHALIN[4], (Member, IEEE)



IEEE Access
Received December 21, 2021, accepted January 10, 2022, date of publication January 19, 2022, date of current version January 31, 2022.
Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2022.3144642

A Multiband FSS Director Using Aperture Interdigital Structure for Wireless Communication Systems

P. CHOMTONG[1], (Member, IEEE), P. KRACHODNOK[2], (Member, IEEE), K. BANDUDEJ[3], AND P. AKKARAEKTHALIN[4], (Member, IEEE)



IEEE Sensors Council IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. XX, NO. XX, MONTH X, XXXX

Identification of complex mixtures for Raman spectroscopy using a novel scheme based on a new multi-label deep neural network

Liangrui Pan, *Member, IEEE*, Pronthep Pipitsunthonsan, Member, IEEE, Chalongrat Daengngam, Sittiporn Channumsin, Suwat Sreesawet, Mitchai Chongcheawchamnan, Senior, Member, IEEE

aerospace
MDPI
Article

Vision-Based Spacecraft Pose Estimation via a Deep Convolutional Neural Network for Noncooperative Docking Operations

Thaweerath Phisannupawong [1,2], Patcharin Kamsing [1,*], Peerapong Torteeka [3], Sittiporn Channumsin [4], Utane Sawangwit [3], Warunyu Hematulin [1], Tanatthep Jarawan [1], Thanaporn Somjit [1], Soemsak Yooyen [1], Daniel Delahaye [5] and Pisit Boonsrimuang [6]

Collision avoidance strategies and conjunction risk assessment analysis tool at GISTDA

Sittiporn Channumsin*, Suwat Sreesawet, Tanin Saroj, Phasawee Saingyen, Keerati Puttasuwan, Prakasit Udomthanatheera, Seksan Jaturut

Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA), Chonburi 20230, Thailand

ELSEVIER
Contents lists available at ScienceDirect
Astroparticle Physics
journal homepage: www.elsevier.com/locate/astropartphys

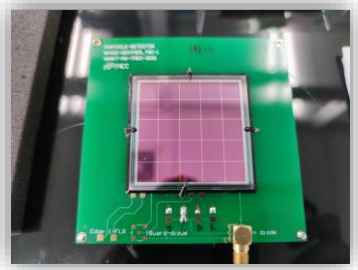
Measurement and simulation of the neutron propagation time distribution inside a neutron monitor

K. Chaiwongkhot [a], D. Ruffolo [a,*], W. Yamwong [b], J. Prabket [b], P.-S. Mangeard [c], A. Sáiz [a], W. Mitthumsiri [a], C. Banglieng [d], E. Kittiya [e], W. Nuntiyakul [f], U. Tippawan [f], M. Jitpukdee [g], S. Aukkaravittayapun [e]

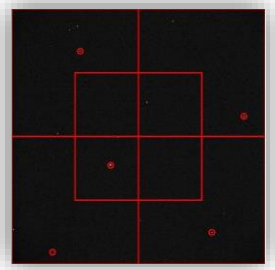
ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

3) ออกแบบ ผลิตชิ้นส่วนประกอบ ทดสอบ และดำเนินการดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ขนาดเล็กได้เอง (ดำเนินการถึงระดับ Engineering Conceptual Design)

9
Prototypes

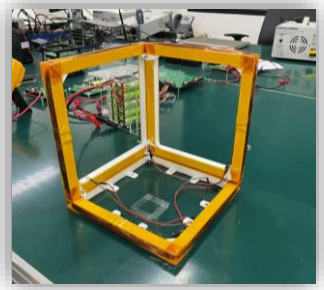


1). Conceptual Design of Solar Radiation Particle Detector
Mahidol University-NARIT



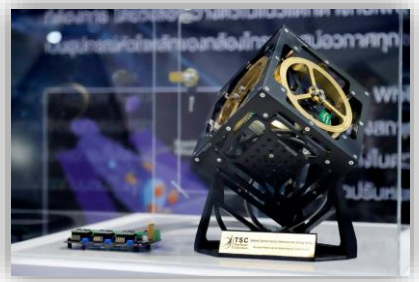
3). Conceptual Design of Digital Star Tracker for Sat.Attitude determination (Software)
NARIT-Mechatronics Labs & Research Group

5). Helmholtz Coil for Earth Magnetic field Simulation (Software and Hardware)
NARIT-Mechatronics Labs & Research Group



7). Magneto Torquer for Sat.Attitude Control
NARIT-Mechatronics Labs & Research Group

2). Conceptual Design of Digital Sun sensor for Sat.Attitude determination
NARIT-Mechatronics Labs & Research Group



4). Conceptual Design of Reaction Wheel for Sat.Attitude Control
NARIT-Mechatronics Labs & Research Group

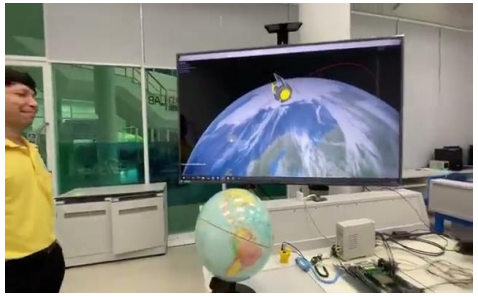
6). Battery Pack for Space Applications
NARIT-ENTEC-NSTDA

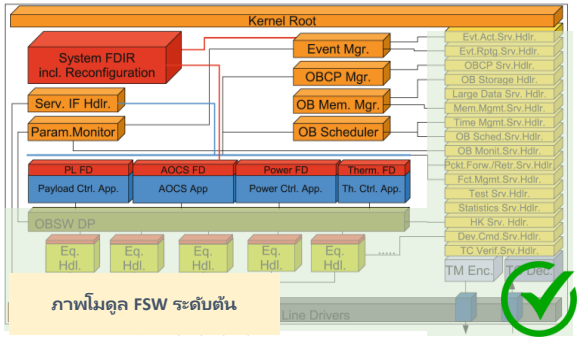
ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

3) ออกแบบ ผลิตชิ้นส่วนประกอบ ทดสอบ และดำเนินการดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ขนาดเล็กได้เอง (ดำเนินการถึงระดับ Engineering Conceptual Design) (ต่อ)

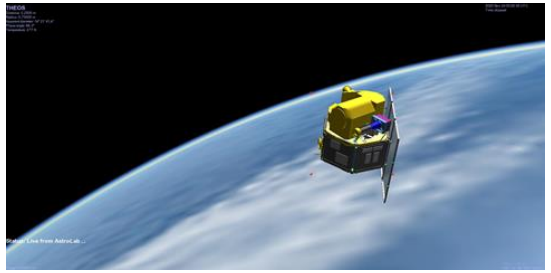
9
Prototypes

(8). Flight Software for Small Satellites (Layer of Equipment Handler & Flight Software Framework)





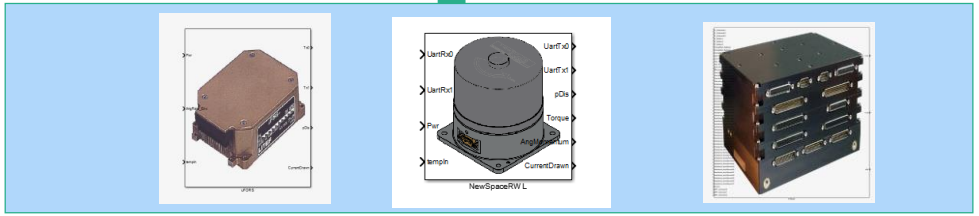
ภาพโมดูล FSW ระดับต้น



(9). Simulated Equipment on TSC-P development Platform

อุปกรณ์บนดาวเทียม

เอกสารคู่มือการทำงาน



ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

4) มีความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศร่วมกับสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาชั้นนำทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3 International Cooperation

6 National Cooperation

1. ดร. พีรพงศ์ ต่อฑีฆะ

-ตำแหน่ง วิศวกรวิจัย/ผู้จัดการโครงการ TSC-P

-หน้าที่รับผิดชอบ ด้านการบริหารโครงการเชิงวิศวกรรม และงานวิจัยด้านระบบควบคุม-นำร่องของดาวเทียม/อวกาศยาน

Topic: Low-Thrust Spacecraft Trajectory Optimization in Deep-Space Exploration Mission

2. นายชารีฟ มนูทัศน์

-ตำแหน่ง วิศวกรระบบดาวเทียมและอิเล็กทรอนิกส์

-หน้าที่รับผิดชอบ ด้านวิศวกรรมระบบไฟฟ้า การสื่อสาร และอุปกรณ์ตรวจวัด

Topic: Battery Prognostic Modelling for Deep-Space Exploration Mission

3. นายพีรเชษฐ์ ชาติศิริวัฒนา

-ตำแหน่ง วิศวกรทัศนกลไก

-หน้าที่รับผิดชอบด้านวิศวกรรมระบบทัศนูปกรณ์ของดาวเทียม การประกอบ และทดสอบเชิงกล

Topic: Opto-mechanical and Thermal System Response Surface Optimization Based On Optical Performance

ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

4) มีความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนา และแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศร่วมกับสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาชั้นนำทั้งในประเทศและต่างประเทศ (ต่อ)

3 International Cooperation

6 National Cooperation

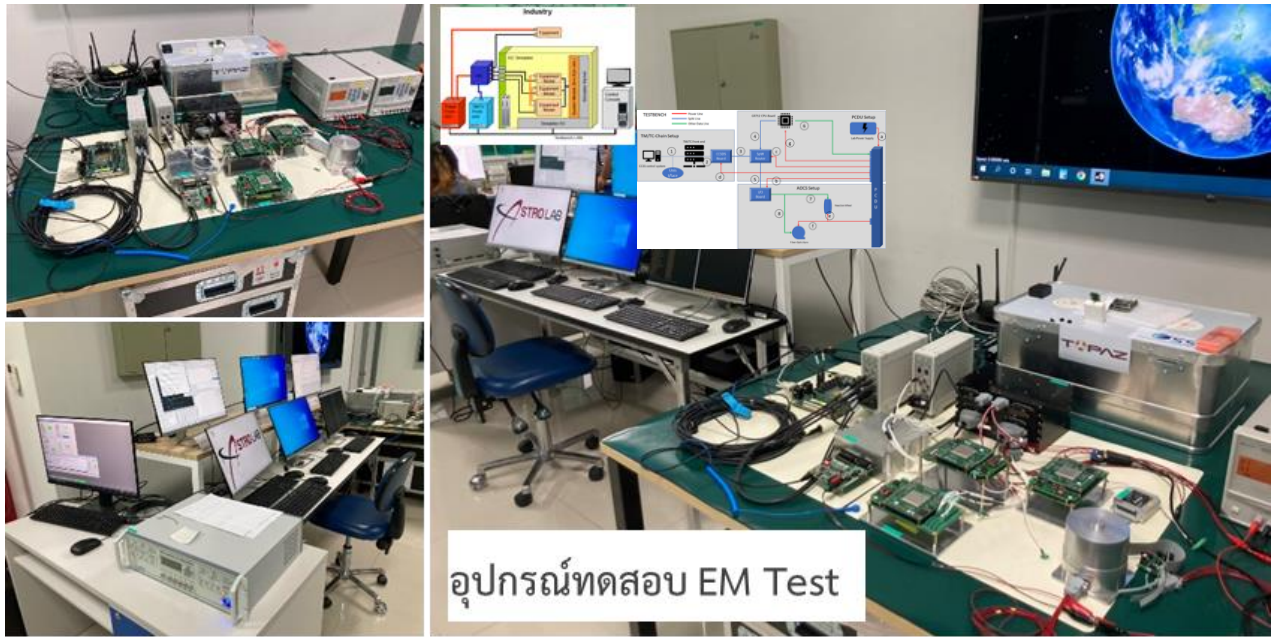
การบรรยายถ่ายทอดแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เกี่ยวกับ Flight Software ณ สทอภ. จาก Prof. Jens และ Waj จาก AIRBUS DE

ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

5) มีความพร้อมด้านทรัพยากรบุคคล และโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ

29	29	2	25
Engineering Internship students	Satellite trained engineer	Infrastructure	Start-up

(1). Satellite Dynamic System Laboratory



(2). Flight Dynamic Software Laboratory @GISTDA

ผลลัพธ์ที่ได้จริงจากโครงการ

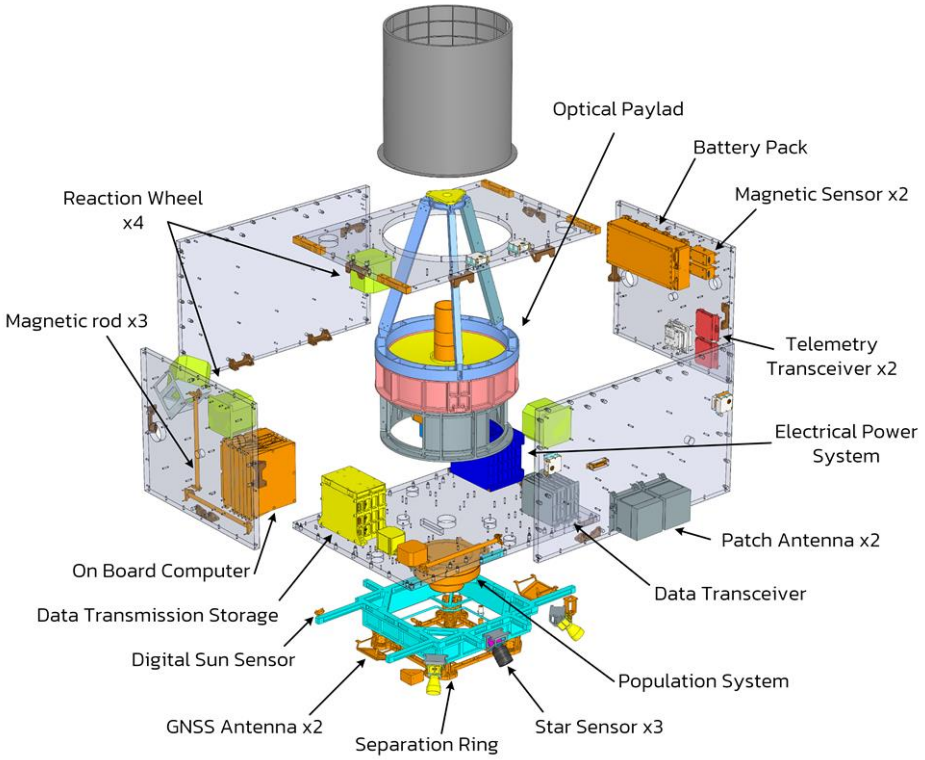
5) มีความพร้อมด้านทรัพยากรบุคคล และโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ (ต่อ)

29	29	2	25
Engineering Internship students	Satellite trained engineer	Infrastructure	Start-up

ผลักดันการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีอวกาศของประเทศ

ผลการศึกษา (โครงการย่อยที่ 1)

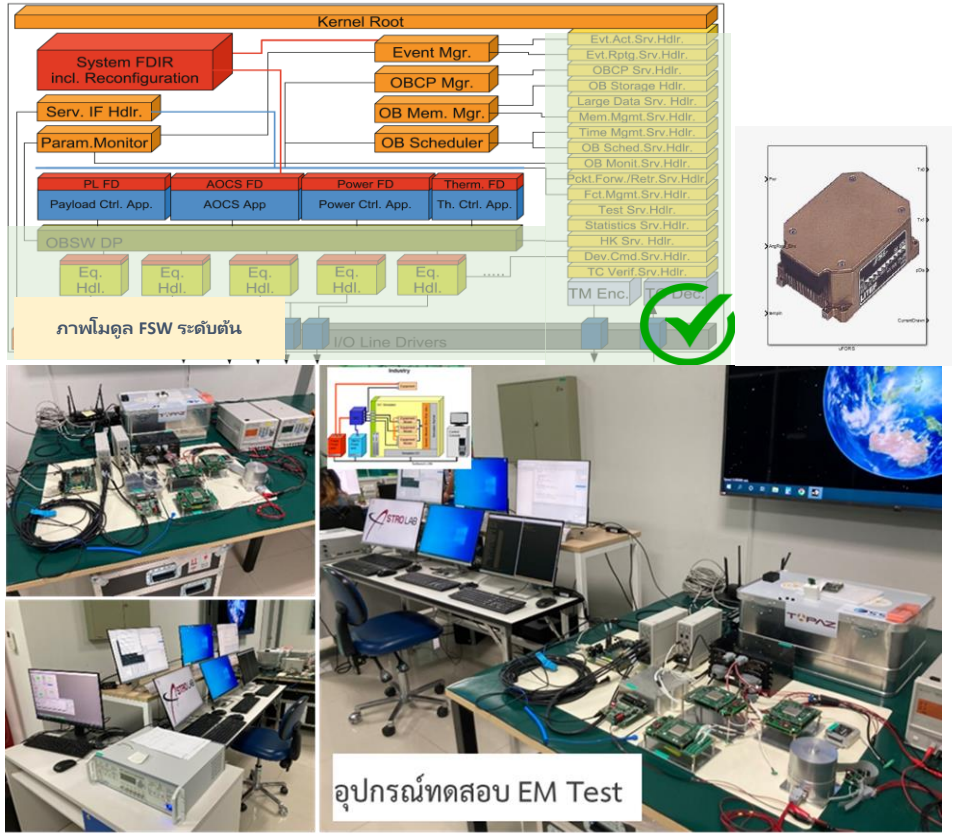
อ้างอิงตารางที่ 9 ผลการศึกษารายกิจกรรมอ้างอิงโครงสร้างแจกแจงส่วนงานระบบวิศวกรรมของดาวเทียมวิจัยวิทยาศาสตร์ TSC-P ประจำปี พ.ศ. 2563 – ช่วงต่อขยายเนื่องจากสถานการณ์ COVID ระยะที่ 1 เป็นเวลา 9 เดือน – ช่วงต่อขยายเนื่องจากสถานการณ์ COVID ระยะที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน



1 Satellite CDR	1 TAS Ph.D. program	4 Launching Doc.
1/3 1 Internship program with 3 Activities	1/7 1 Training Program with 7 Subjects	1/13 1 Optical Design AIT Report with 13 Lessons Learned
1/8 1 Sat BUS AIT Report with 8 Lessons Learned	2/1 2 COMU Report with 1 Lesson Learned	9/8 9 Porotypes with 8 Lessons Learned

ผลการศึกษา (โครงการย่อยที่ 2)

สรุปผลผลิตการพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมการปฏิบัติงานสำหรับดาวเทียมขนาดเล็ก (Flight Software) ประจำปี พ.ศ. 2563 (ส.ค.63 – ก.ค.64) และช่วงต่อขยายสนับสนุนการพัฒนาดาวเทียม TSC-P ระยะที่ 1 เป็นเวลา 9 เดือน (ส.ค. 64 – เม.ย.65)



1 Flight Software for Small Satellite (Equipment Handler / Flight Software Framework)

1 Simulated Equipment

4 Q1-Q2 Journal Publications

1 Flight Software Testbed Facility

3 International proceeding publication

2 Engineers for Satellite Development Project

1 International collaboration /knowledge transfer

4 Graduate Students

ปัญหาและอุปสรรค
Project Risk Analysis

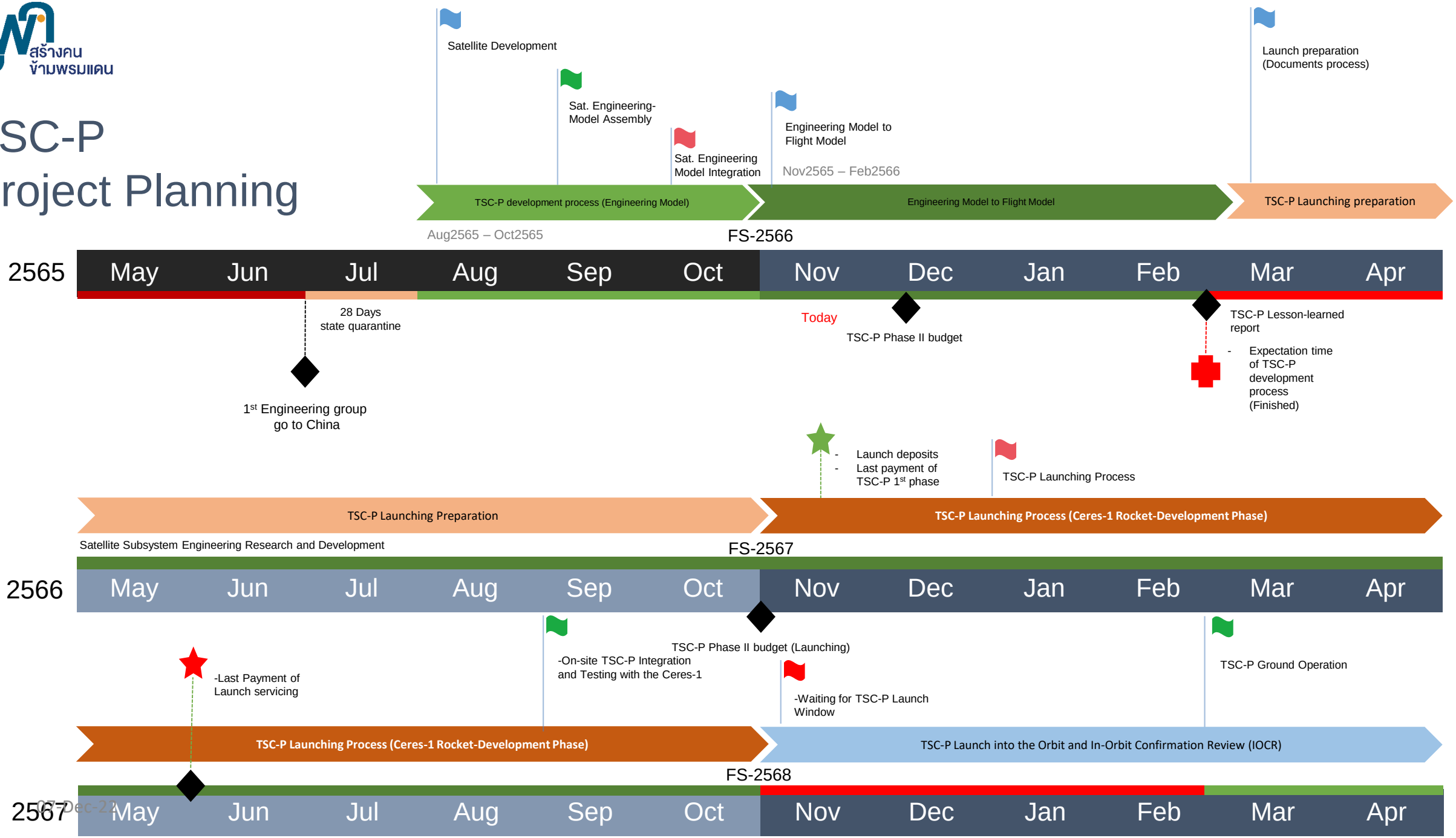
External (High impact) – An external hazard risks are the most unpredictable of all and come from entirely external sources. In this project, the primary risk are the pandemic situation of COVID-19 and government regulation. It is beyond PM to control and mitigate.

Internal (Minor impact) – Material/equipment and Operation process - internal audits are the most classic problem; however, the program manager can improve the process to mitigate the risk.

Change of technology (Minor impact) – In this project, technology risks have the potential to cause the risk of data application in terms of competitiveness; however, promoting the use of information through the development of artificial intelligence algorithms. It can mitigate risk in the future.
In terms of Deep-tech development, In this project, two basic infrastructures have been established for satellite research and development in component subsystem level in order to learning and tracking the trend of technology change.

Internal (High impact)
Continued Financial Support ~ 70 MB to convert **EM** to **FM**
(2^{nd} -3^{rd} year) ~ 120 MB for launching (50+70)
~280 MB ~ 90 MB for operation, ground and manpower

TSC-P
Project Planning



TSC-P Project Management Framework

Cost Management and Planning for 2nd and 3rd years planning

โครงการ	ปีงบประมาณ 2563+Ex	2566	2567	รวม (ล้านบาท)
สดร. + สทอภ (P1 + P2)	162.332	170.878 (P1+P2)	110.550	443.760

*ได้รับการสนับสนุนจาก บพค. (PMU-B) เพื่อการพัฒนาโครงการ ฯ ในระยะที่หนึ่ง

***Draft V1.0

P1-TSC-P satellite development project (NARIT)

P2-Flight Software research and development (GISTDA)

MAIN ACTIVITY

TSC-P Engineering Model

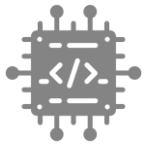
TSC-P Flight Model

Satellite-related Engineers

TSC-P Launch preparation

TSC-P Launching

Basic Infrastructure


P2 Flight Software development

In-Orbit Accepted Review

Thank you