

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.สมฤกษ์	จันทร์อัมพร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.ชนศักดิ์	پایเที่ยง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ	เชียงใหม่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
-----------------------	-----------	--

รองหัวหน้ากองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุมยศ	วัลลิกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.โกสินทร์	จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร์	หิรัญลาก	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา	ธารีบุญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ	ลิมปิจำนงค์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.दनัย	ต. รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก	ลาวัลย์ศิริ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ถวิล	พิงมา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ศาสตราจารย์ ดร.ธนารักษ์	ธีระมันคง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ปิติ	สุนทรสุขกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์	อัครเอกดาลิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์	ศุภผล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ภูมิ	คำเอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สนอง	เอกสิทธิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ	โสภณรณฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์	หอยพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	กุลธนปริดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.เสาวณิต	สุขภารังษี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.อรุณกร	แก่งพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์	น้อยจินดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.มาลินี	ศรีอริยนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประหยัด	แสงงาม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีราวุฒิ	ภูสันติสัมพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Assistant Professor Dr. Babu	Dharmalingam	Anna University, India
Dr. Marttin	Paulraj Gundupalli	University of Alberta, Edmonton, Canada

ฝ่ายประสานงานและจัดทํา

อาจารย์ทองพูล ทิปไธสง	นายจันทพงษ์ บุตรลักษณ์	นางสาวชิตีมา ไชยกิจ
นางสาวนงนารถ อุดมทรัพย์ยิ่ง	นางสิริวรรณ อยู่ผ่อง	นางสาวกุลธิดา สีนาค

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สาขาวิชาด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาปัตยกรรม รวมทั้งวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรม

กำหนดออกวารสาร ปีละ 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ม.ค.-มี.ค. ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย. ฉบับที่ 3 ก.ค.-ก.ย. ฉบับที่ 4 ต.ค.-ธ.ค.

ลักษณะบทความ

1. ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือไม่อยู่ในขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่นๆ
2. ต้องเป็นผลงานวิจัยที่มีผลกระทบในวงกว้างที่ไม่ใช่งานวิจัยเพียงระดับสถาบัน

การส่งบทความ ส่งบทความทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ [www.journal.kmutnb.ac.th](http://www.journal.kmutnb.ac.th)

สำนักงาน

กองส่งเสริมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800  
โทรศัพท์ 0-2555-2238-40 โทรสาร 0-2555-2236

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น  
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

## The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok

### Advisory

Professor Somrerk	Chandra-ambhorn	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Chanasak	Baitiang	King Mongkut's University of Technology North Bangkok

### Editor-in-Chief

Professor Suchart	Siengchin	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
-------------------	-----------	---

### Associate Editors

Associate Professor Montree	Siripruchyanun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Pумыos	Vallikul	King Mongkut's University of Technology North Bangkok

### Editorial Board

Professor Kosin	Jamnonthai	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Professor Jongjit	Hirunlabh	Bangkokthonburi University
Professor Jessada	Tariboon	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Sukit	Limpijumnong	National Science and Technology Development Agency
Professor Danai	Torrungrueng	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Direk	Lawansiri	Chulalongkorn University
Professor Tawil	Puengma	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Professor Thanaruk	Theeramunkong	Thammasat University
Professor Piti	Sukonsokkul	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Phadongsak	Rantanadecho	Thammasat University
Professor Pitt	Supaphol	Chulalongkorn University
Professor Prayoot	Akkaraekthalin	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Poom	Kumam	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Professor Sanong	Ekgasit	Chulalongkorn University
Professor Somchart	Sophonranatit	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Professor Suksun	Horpibulsuk	Suranaree University of Technology
Professor Suwat	Kuntanapreeda	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Saowanit	Sukparungsee	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Athakorn	Kengpol	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Sompoch	Noichinda	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Malinee	Sriariyanun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Prayad	Sangngam	Silpakorn University
Assistant Professor Theerawut	Phusantsumpun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Babu	Dharmalingam	Anna University, India
Marttin	Paulraj Gundupalli	University of Alberta, Edmonton, Canada

### Coordinators

Tongpool	Heeptaisong	Jantapong	Boodluck	Teetima	Chaiyakit
Nongnard	Udomsubying	Siriwan	Yupong	Kunthida	Leenak

### Objectives

To disseminate academic work in science and technology disciplines such as Engineering, Applied Science, Agro-Industry, Information Technology, Architecture, as well as advanced subject areas related to business and industry.

**Publication Frequency:** 4 issues per year (January–March, April–June, July–September, October–December)

### Article Requirements

1. Authors should be noted that only original articles are accepted for publication. Neither the article submitted, nor a version of it has been published, or is being considered for publication elsewhere.
2. Submitted articles must be beneficial to the public.

### Article Submission

Submit articles to: [www.journal.kmutnb.ac.th](http://www.journal.kmutnb.ac.th)

### Office

Academic Enhancement Department, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,  
1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800. Tel: 0-2555-2238-40 Fax: 0-2555-2236

### Remarks

Authors have to be responsible for any legal effects that may occur due to their opinions expressed in the articles.