

## วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชนศักดิ์	บ้ายเที่ยง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมฤกษ์	จันทร์อัมพร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สันชัย	อินทพิชัย	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.จงจิตร	หิรัญลาภ	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ	ลิมปิจำนงค์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.दनัย	ต. รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก	ลาวัลย์ศิริ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ถวิล	พिंगมา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ศาสตราจารย์ ดร.ธนาธิกษ	ธีระมันคง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ปิติ	สุคนธ์สุขกุล	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
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สมศักดิ์	พันธุ์วัฒนา	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์	ห่อพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	กุลธนปริดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.อรรถกร	แก่งพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล	นุ้มหอม	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
รองศาสตราจารย์ ดร.เกษภา	ธารีบุญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์	น้อยจินดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.มาลินี	ศรีอรียนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### ฝ่ายประสานงานและจัดการ

อาจารย์ทองพูล	หีบไธสง	นายจันทพงษ์	บุตรลักษณ์	นายจิระพล	คุ้มเคี่ยม
นางสาวธิดิมา	ไชยกิจ	นางสาวนงนารถ	อุดมทรัพย์ยิ่ง	นางสิริวรรณ	อยู่พ่วง
นายสุนนต์ชัย	สุธีรพัฒนานันท์				

### วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาทิเช่น สาขาวิชาด้าน วิศวกรรมศาสตร์ 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

Associate Professor Chanasak Baitiang	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Somrerak Chandra-Ambhon	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Sanchai Inthapichai	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 Siriruchyanun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Pumyos Vallikul	King Mongkut's University of Technology North Bangkok

## Editorial Board

Professor Kosin Jamnongthai	King Mongkut's University of Technology Thonburi
Professor Jongjit Hirunlabh	Bangkokthonburi University
Professor Sukit Limpijumnong	The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology
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 Emeritus Somsak Pantuwatana	Mahidol University
Professor Suksun Horpibulsuk	Suranaree University of Technology
Professor Suwat Kuntanapreeda	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Athakorn Kengpol	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Athapol Noomhorn	Asian Institute of Technology
Associate Professor Jessada Tariboon	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

## Coordinators

Tongpool Heeptaisong	Jantapong Boodluck	Jeerapol Kumkeam
Teetima Chaiyakit	Nongnard Udomsubying	Siriwan Yupong
Sumonchai Suteerawattananon		

## 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.