

# Nanosafety

## นาโนเทคโนโลยีและความปลอดภัยเบื้องต้น

ดร. เวฬุรีย์ ทองคำ

นักวิชาการอาวุโส งานความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี (NSA)

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC)

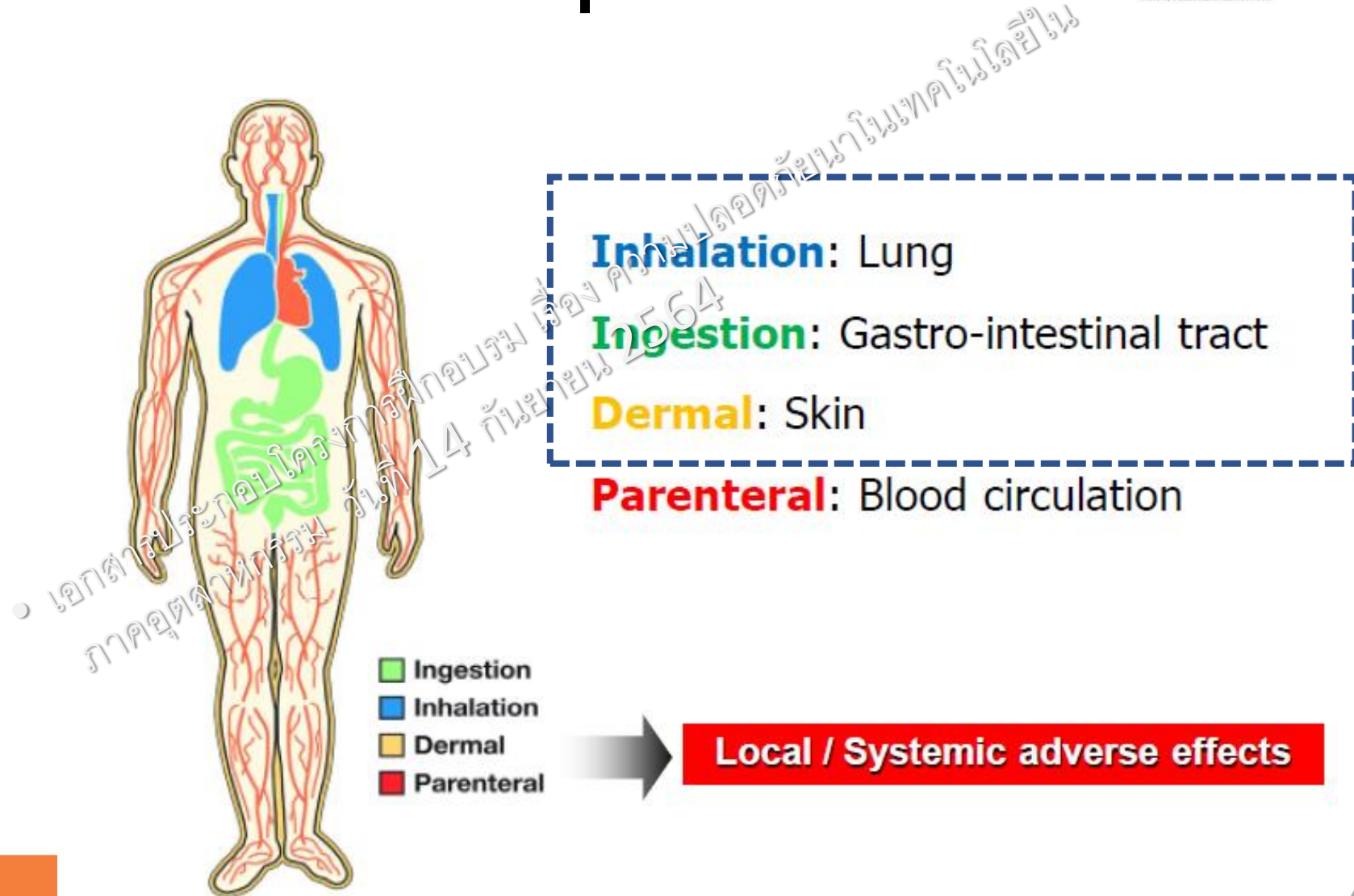
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

# หัวข้อการบรรยาย

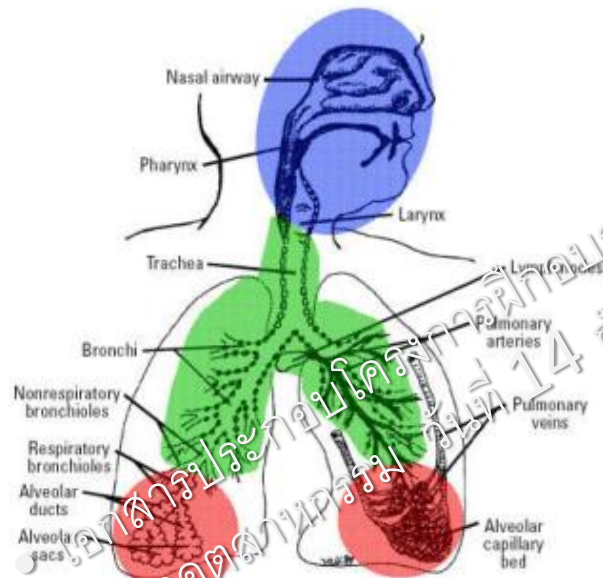
- อวัยวะรับสัมผัส และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น
- การดูแลความปลอดภัยเบื้องต้นในการใช้นาโนเทคโนโลยี
- มาตรฐานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีในประเทศไทย

การประชุมวิชาการประจำปี 2564  
ภาควิชาวิศวกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564  
เรื่อง ความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยี

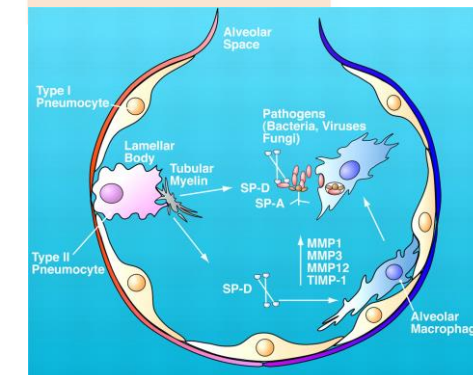
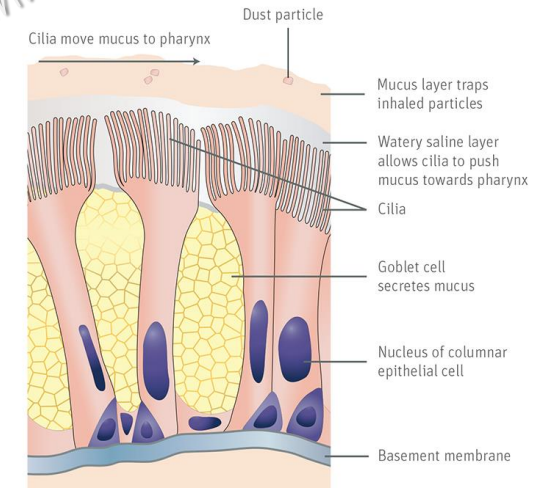
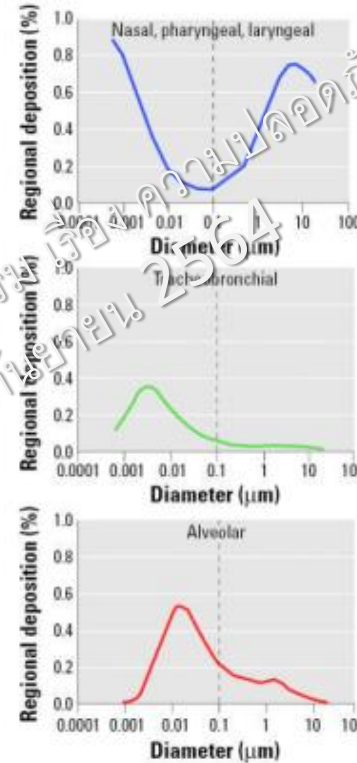
# Potential routes of human exposure



# Inhalation is a well established entry route

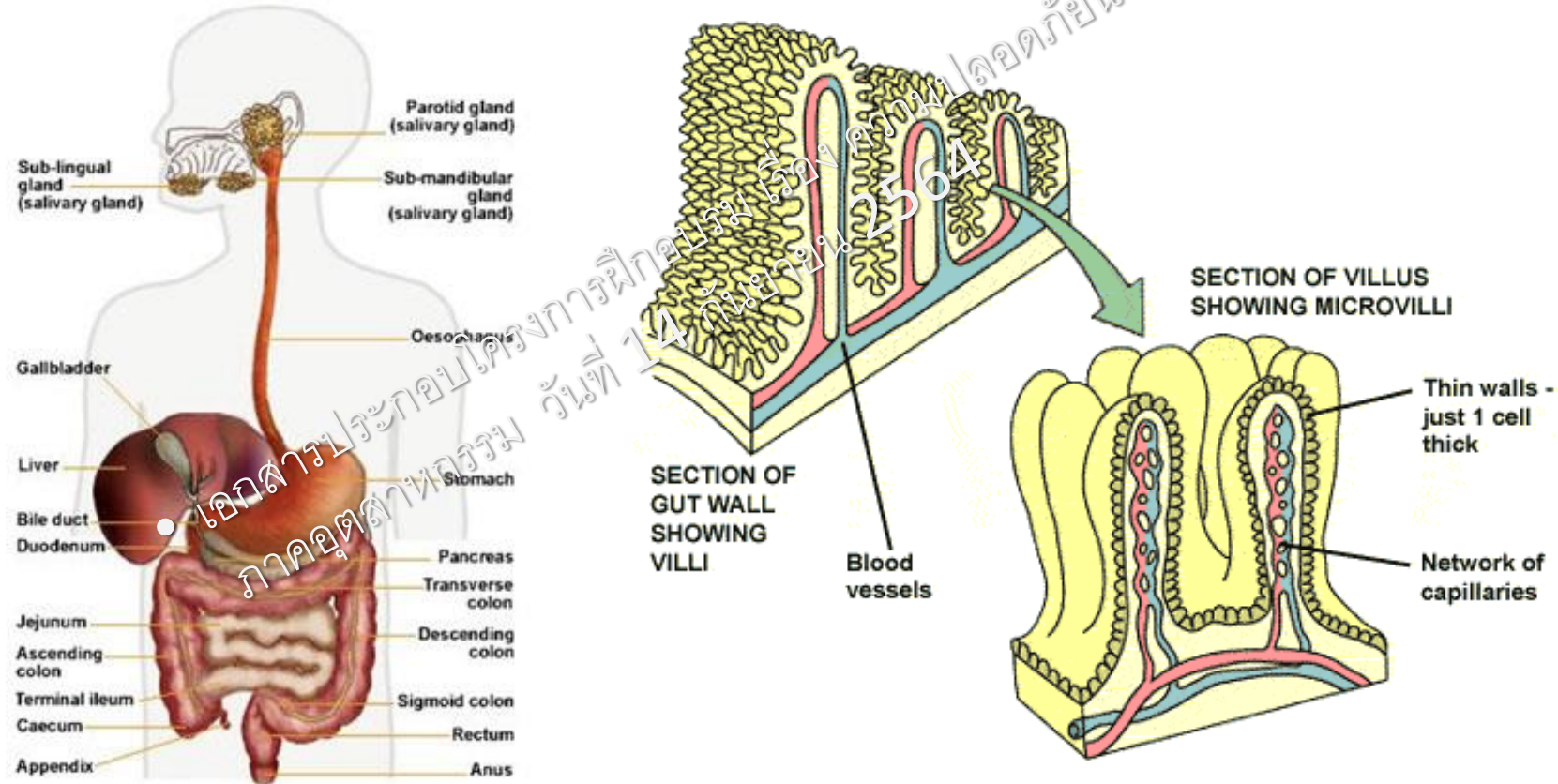


<https://openi.nlm.nih.gov>



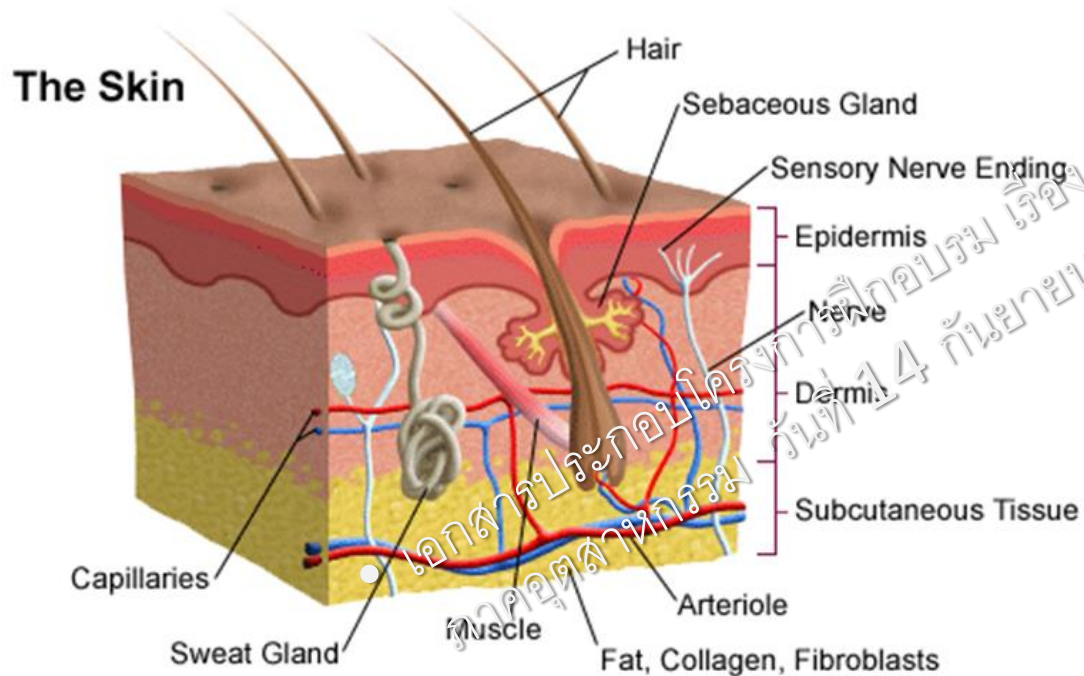
## Pulmonary Deposition as a Function of Particle Size

# Ingestion: a potential route of exposure of nanomaterials



## Gastrointestinal Tract and Site of Absorption

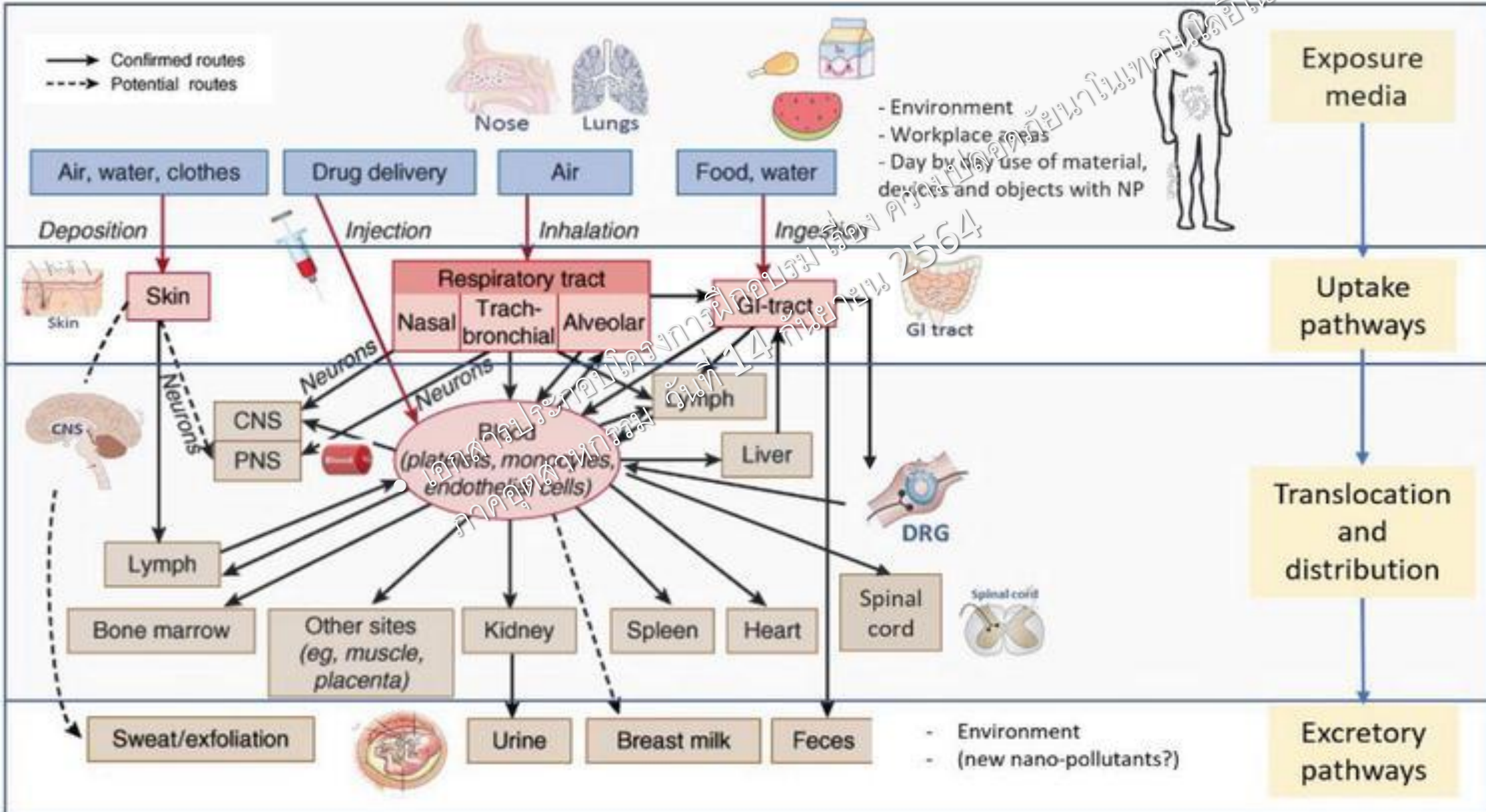
# Skin is good barrier of the body



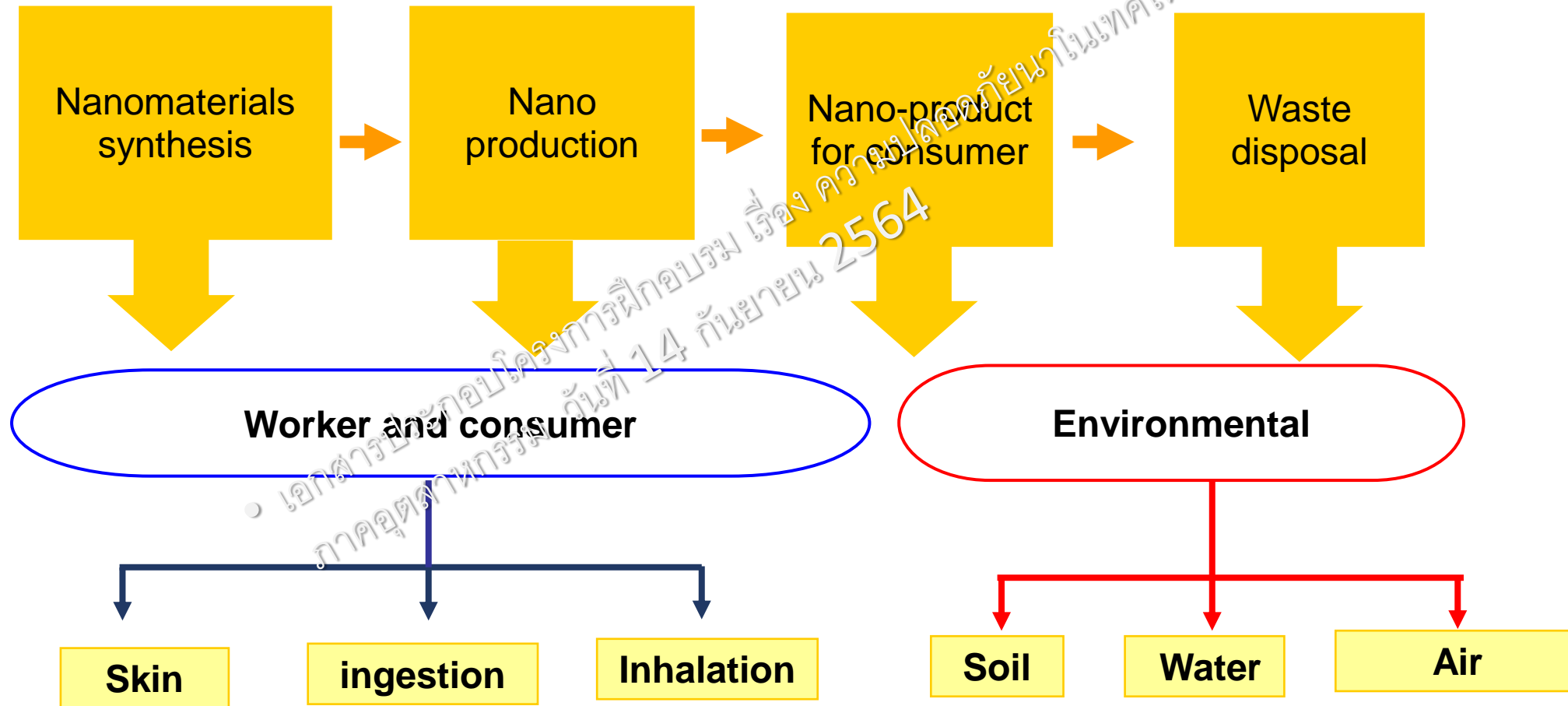
In **healthy skin**, the epidermis provides excellent protection against particle spread to the dermis

**Damaged skin** allows micrometer-size particles access to the dermis and regional lymph nodes. Effects on the immune system

# What happen after exposure ?



# Risk of exposure





# supply chain of Nano-products

วัตถุดิบ

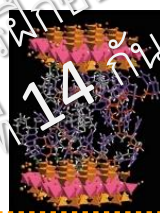
ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการผลิต

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

Nanoscale structures in unprocessed form

Intermediate products with nanoscale features

Finished goods incorporating nanotechnology



**จำเป็นต้องมี ความปลอดภัย !!**

คุณลักษณะเฉพาะ วิธีการวัด กระบวนการผลิต ข้อมูลความปลอดภัย

# Dose and Dose rate (Toxic)



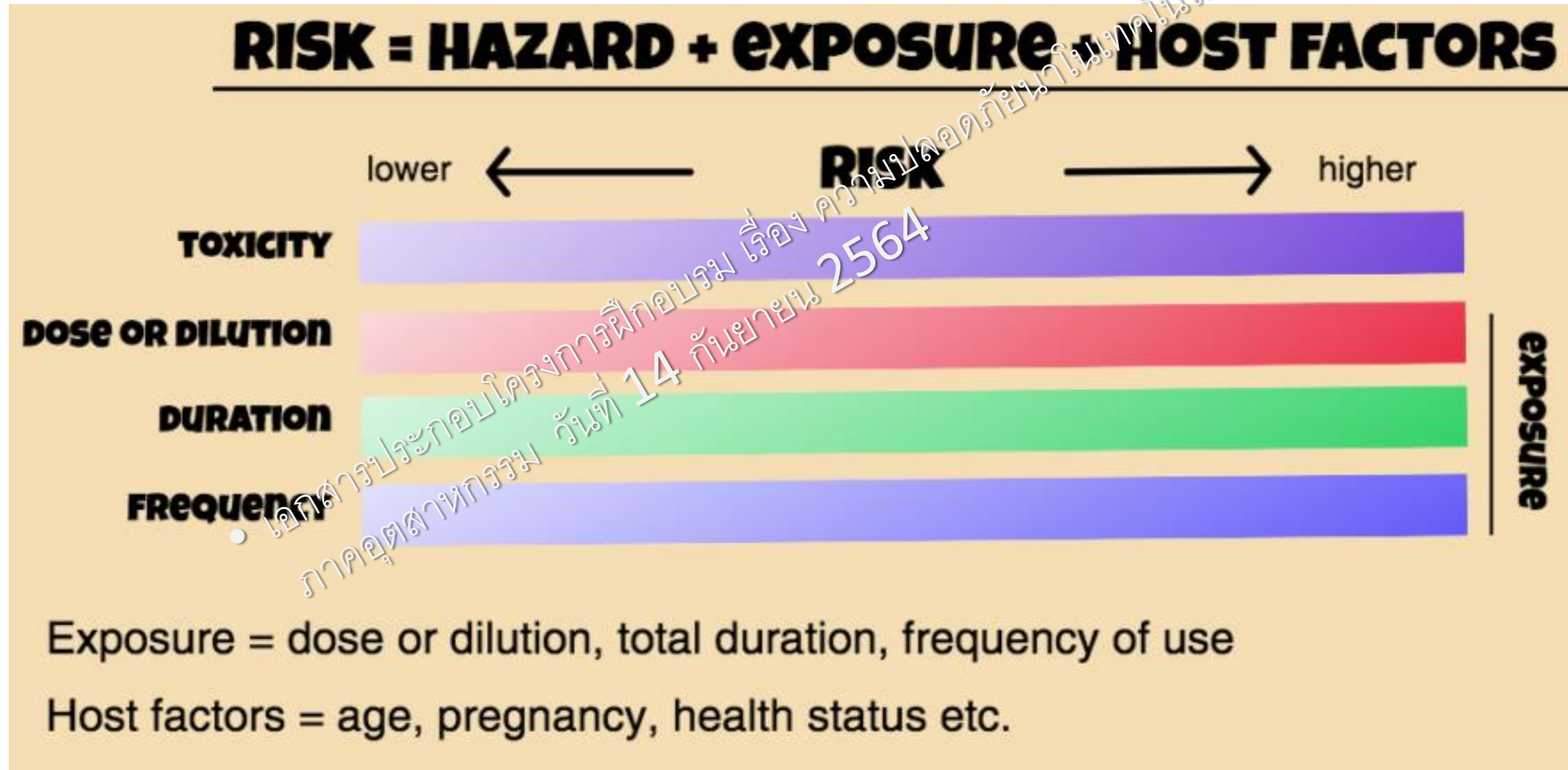
เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยทางเทคโนโลยีใหม่  
ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# Risk = Hazard x Exposure



เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยในเทคโนโลยีใหม่  
 ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# More factor to consider



เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยในเทคโนโลยี  
ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# Toxicology of (nano)particles

**Silica dust particles**  
**Asbestos fibers**

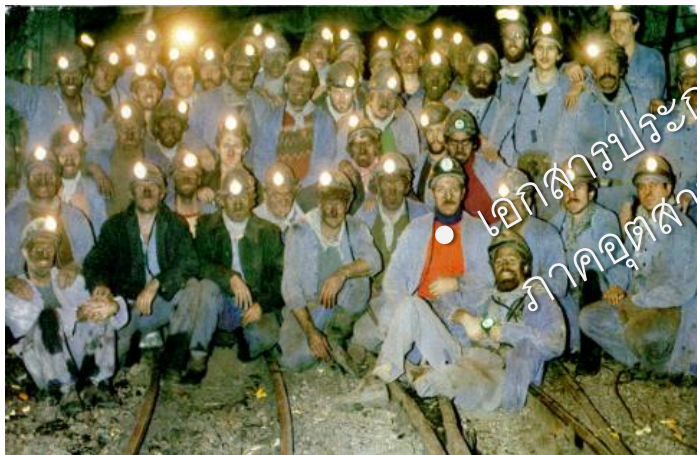
Lung fibrosis  
Lung cancer

**Ambient air pollution particles**  
→ nano-scale particles

Obstructive lung diseases  
Lung cancer

**Engineered nanoparticles**

?



<http://search.arch.be/> (Kempense Steenkoolmijnen)



<http://www.nationmultimedia.com>



<http://www.nanotech-now.com>

# History of particles



**Coal mine workers**

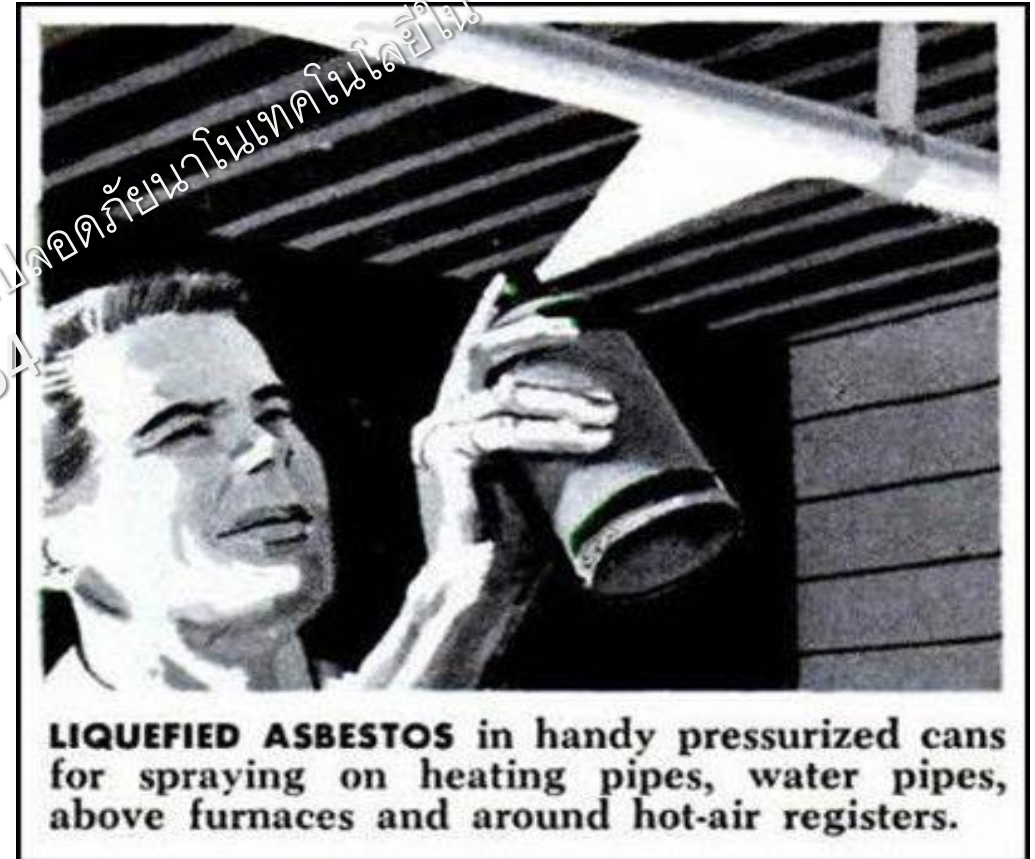
## From healthy to diseased lung

In most cases of black-lung disease, small nodules and hardened areas of swelling develop in the lungs as a reaction to the dust. Coal macules and nodules, large collections of dust and scarring, are distributed throughout the lung.



**Black lung diseased**

# History of particles



Toxic great Smog in London December 1952 cause at least 4,000 death

Asbestos advertisement without personal protection

# Lung pathology



Normal lung



Heavy Asbestos Exposure

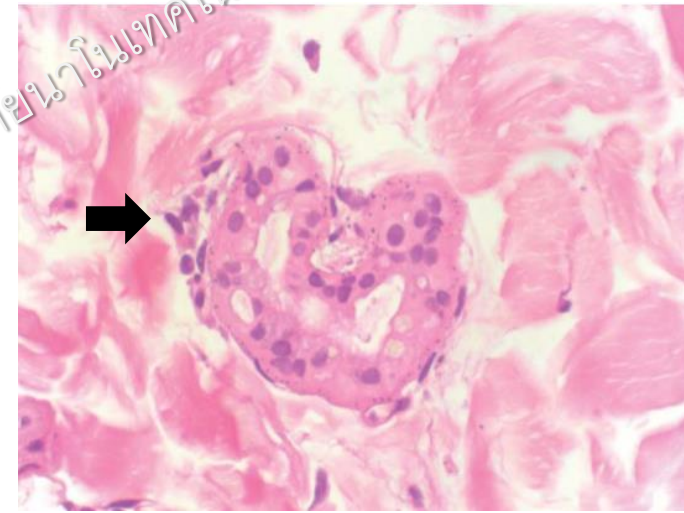
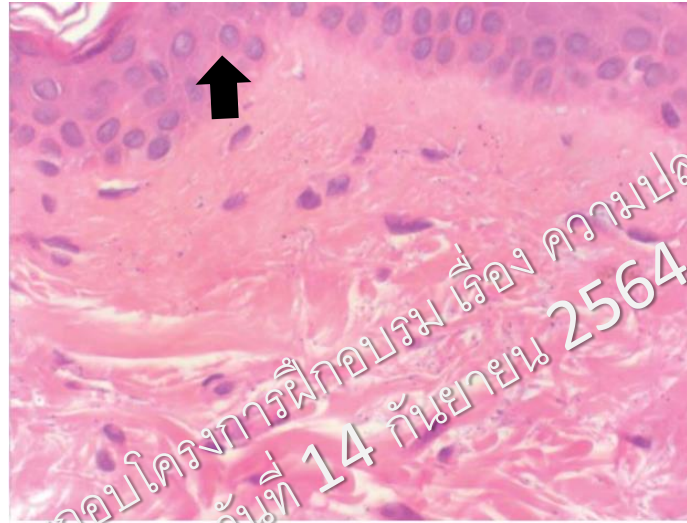


Mesothelioma in lung

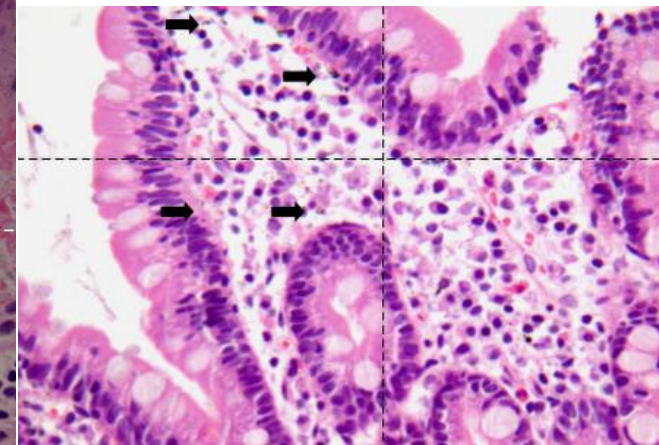
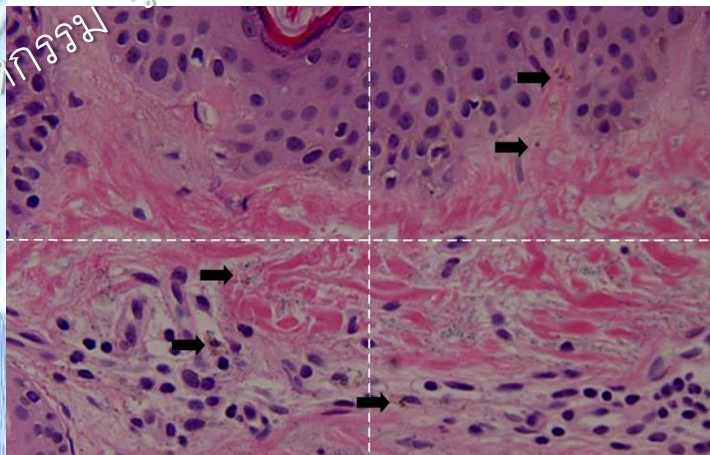
เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยในเทคโนโลยีชีวภาพ  
ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564



# Argyria ( nanosilver)



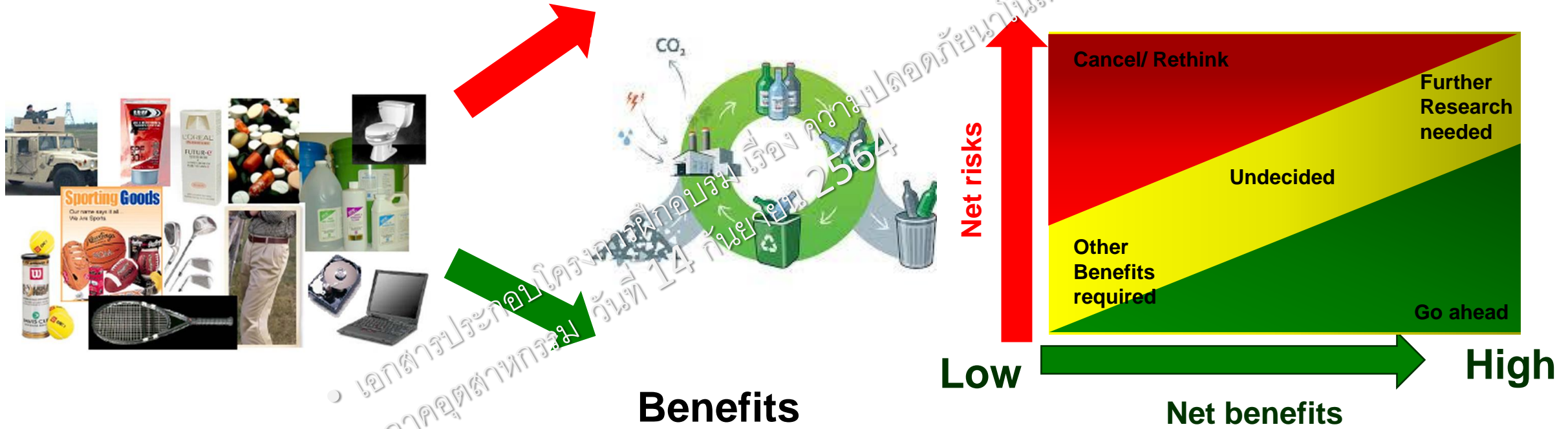
เอกสารประกอบการฝึกอบรม  
ภาคอุตสาหกรรม



# Allergy



# Benefits & Risks



New nanoproducts

Benefits

Evaluation during life cycle

Low

Net benefits

High

Decision support

High

Net risks

Cancel/ Rethink

Further Research needed

Undecided

Other Benefits required

Go ahead

# Nanomaterials and Occupational risk



เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยในเทคโนโลยีนาโน  
ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# Opening of nanomaterial containers

Accidental spills/leakages due to the shaking of the packaging

Aerosol generation and skin contact



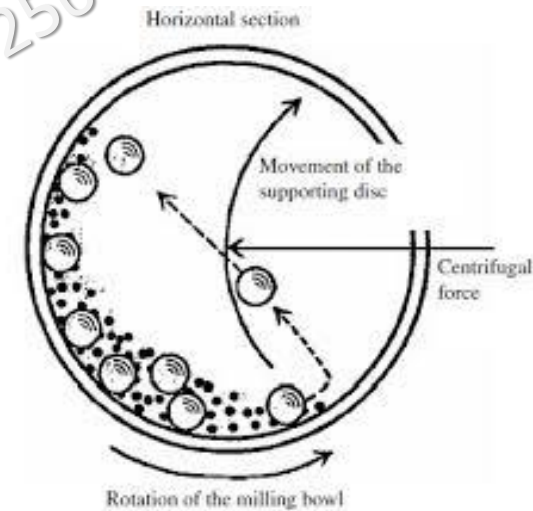
# Transfer of nanomaterial containers

## Aerosol generation and skin contact



# Mechanical processing for Nanomaterial

## Aerosol generation and skin contact



<https://www.understandingnano.com/nanomaterial-synthesis-ball-milling.html>

# Weighing of nanomaterials

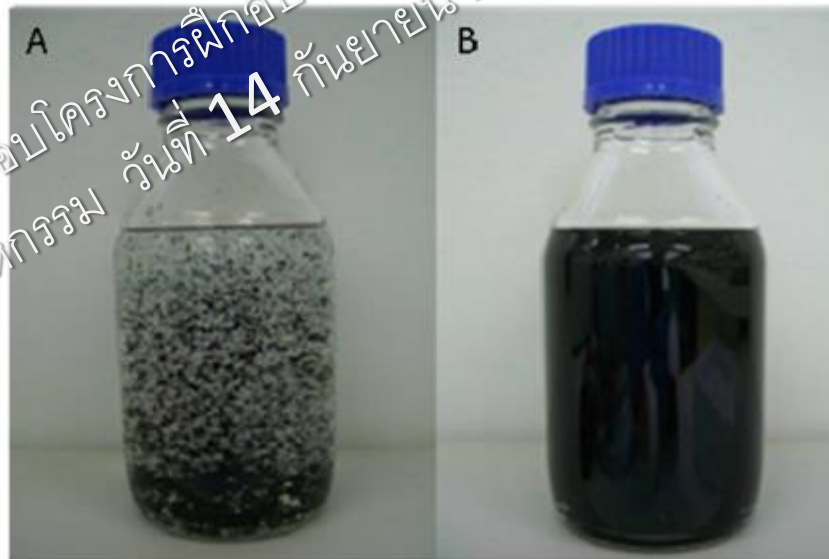
## Aerosol generation and skin contact





# Handling of nanomaterials

## Aerosol generation and skin contact



# Spraying

Aerosol generation and skin contact  
need close system and proper protection



# Shredding, Drilling, Cutting process

Aerosol generation and skin contact



# Packing process

## Aerosol generation and skin contact



# Cleaning of workstations and bench-tops

Aerosol generation and skin contact



# Waste handling & Disposal

## Skin contact and aerosol generation



PHOTO: DAVID STURRT



เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยทางนาโนเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# The practice in working place

1. Exposure routes
2. MSDS ( **M**aterial **S**afety **D**ata **S**heet)
3. PPE ( **P**ersonal **P**rotective **E**quipment)
4. Safety Engineering Equipment
5. Disposal of nanoparticles/materials

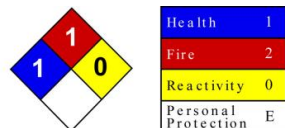
# Risk level of Nanomaterials in matrix

NM-Matrix	Hazard/Exposure to Human body	Risk
Dry power	Fire, explosion and catalytic reactions, Inhalation, skin and ingestion	High
Aerosol	Inhalation, skin and ingestion	High
Liquid colloids/suspensions	Spill containment and reactivity, Skin and ingestion	Moderate
Embedded in solid matrix	Abrasion, machining, grinding, etc. Inhalation, skin and ingestion	Low

**Powder > Aerosol > Cream or emulsion > Composite**



# Material Safety Data Sheet (MSDS)



## Material Safety Data Sheet Azodicarbonamide, F.C.C MSDS

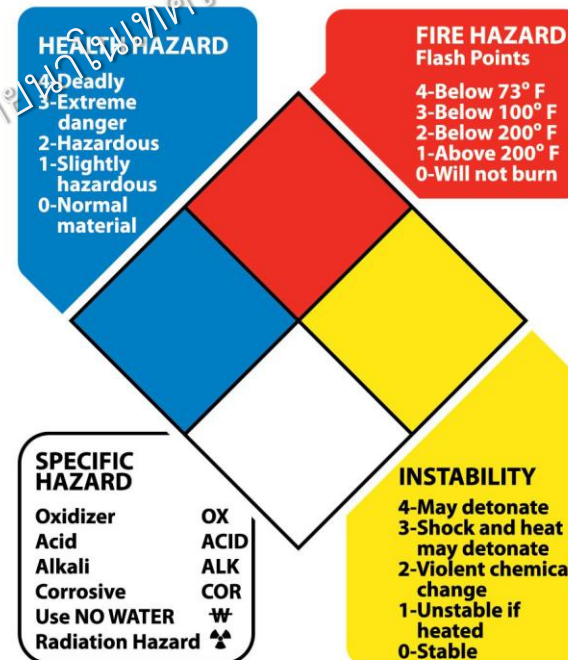
Section 1: Chemical Product and Company Identification	
<b>Product Name:</b> Azodicarbonamide, F.C.C	<b>Contact Information:</b>
<b>Catalog Codes:</b> SLA1639	Random Chemicals, Inc.
<b>CAS#:</b> 123-77-3	385 Random Road
<b>RTECS:</b> LQ1040000	Rand
<b>TSCA:</b> TSCA 8(b) inventory: Azodicarbonamide	US S
<b>CI#:</b> Not available.	Interr
<b>Synonym:</b> Celosen AZ, Genitron, Kempore, Azofam E, Nitropore, Porofor 505, Porofor adcl R, Unifoam AC, Uniform AZ; Azodicarboxylic Acid Diamide; Azodicarbonamide; Azobiscarboxamide; Azobiscarbonamide; Diazenedicarboxamide	Order
<b>Chemical Name:</b> Formamide, 1,1'-azobis-	(24HR E
<b>Chemical Formula:</b> C2-H4-N4-O2	1-234-56
	Internati
	Fr----



## Material Safety Data Sheet Arsenic MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification	
<b>Product Name:</b> Arsenic	<b>Contact Information:</b>
<b>Catalog Codes:</b> SLA1003	Sciencelab.com, Inc.
<b>CAS#:</b> 7440-38-2	14025 Smith Rd.
<b>RTECS:</b> CG725000	Houston, Texas 77396
<b>TSCA:</b> TSCA 8(b) inventory: Arsenic	US Sales: 1-800-901-7247
<b>CI#:</b> Not applicable.	International Sales: 1-281-441-4400
<b>Synonym:</b>	Order Online: <a href="http://ScienceLab.com">ScienceLab.com</a>
<b>Chemical Name:</b> Arsenic	CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call:
<b>Chemical Formula:</b> As	1-800-424-9300
	International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887
	For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Section 2: Composition and Information on Ingredients		
<b>Composition:</b>		
<b>Name</b>	<b>CAS #</b>	<b>% by Weight</b>
Arsenic	7440-38-2	100
<b>Toxicological Data on Ingredients:</b> Arsenic: ORAL (LD50): Acute: 763 mg/kg [Rat]. 145 mg/kg [Mouse].		



# Personal Protective Equipment (PPE)



Filtering facepiece respirators recommended for laboratory levels: **N95** and **P100**, **FFP2** and **FFP3**

Rengasamy et al. (2009), *Ann.Occup.Hyg.* 53: 117-128

# Personal Protective equipment (PPE)



**Masks and respiratory protection filters**



**HEPA Ventilation filters**



**Different gloves**



**Different gowns**



**Goggles**

**Double gloves**

**N95 dust mask**

**P100 respirator**

**HEPA vacuum**

เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยนาโนเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# Use it correctly



1. Wet your gloved hands with clear water and then apply soap.

2. Rub your hands concentrating on the palm, the back and between the fingers.

3. Rinse thoroughly.



4. Pull on the fingers of one glove to release your hand without removing the glove, repeat on the 2nd glove.

5. Grab both gloves with one hand without touching the outside of them.

6. Hang them out to dry and then wash your hands.



เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยยานาโนเทคโนโลยีใน  
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วันที่ 14 กันยายน 2564

# Work area with local engineering controls



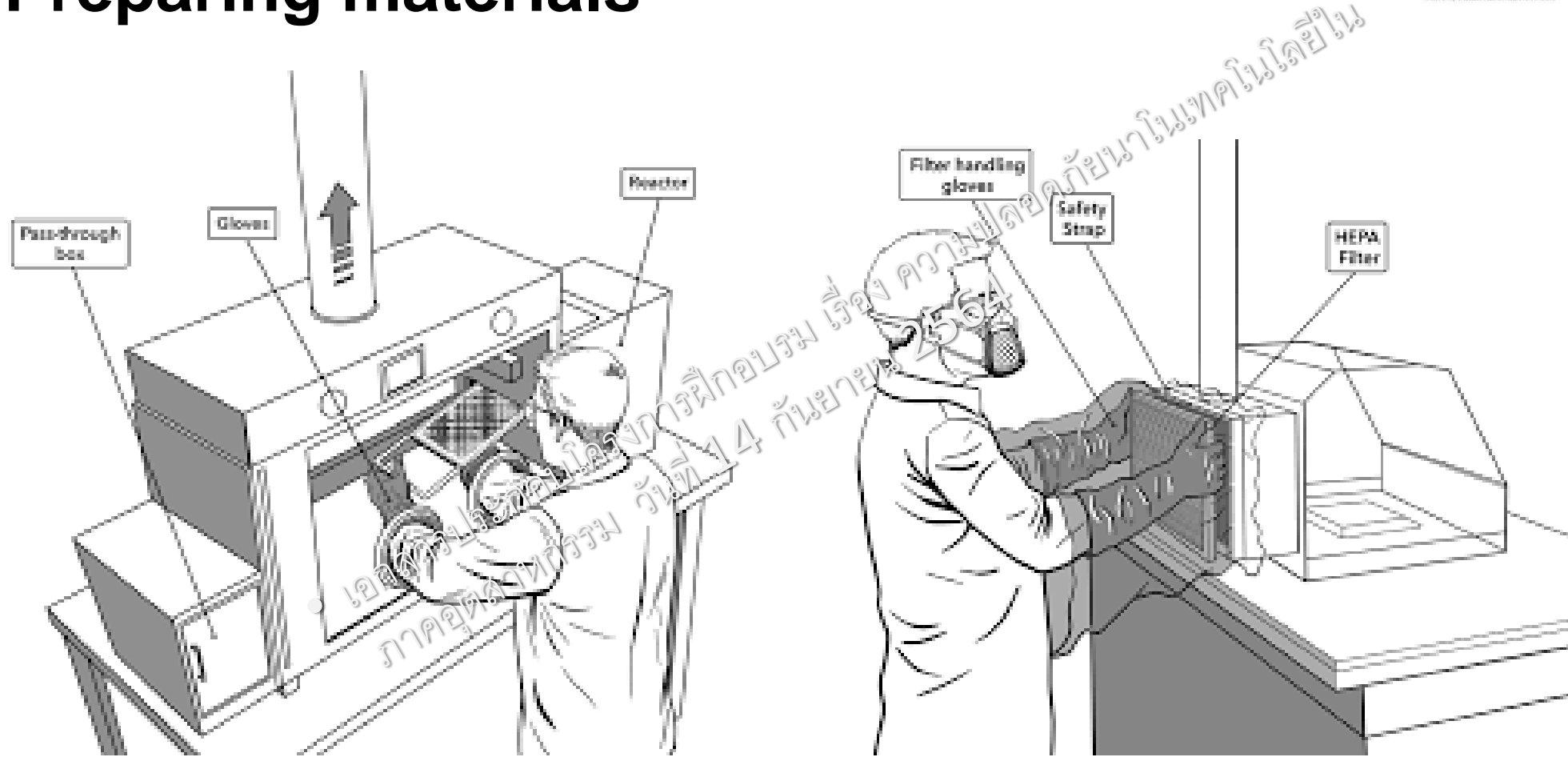
Nanomaterial worker wearing personal protective equipment in a work area with local engineering controls.

# Weights and measures

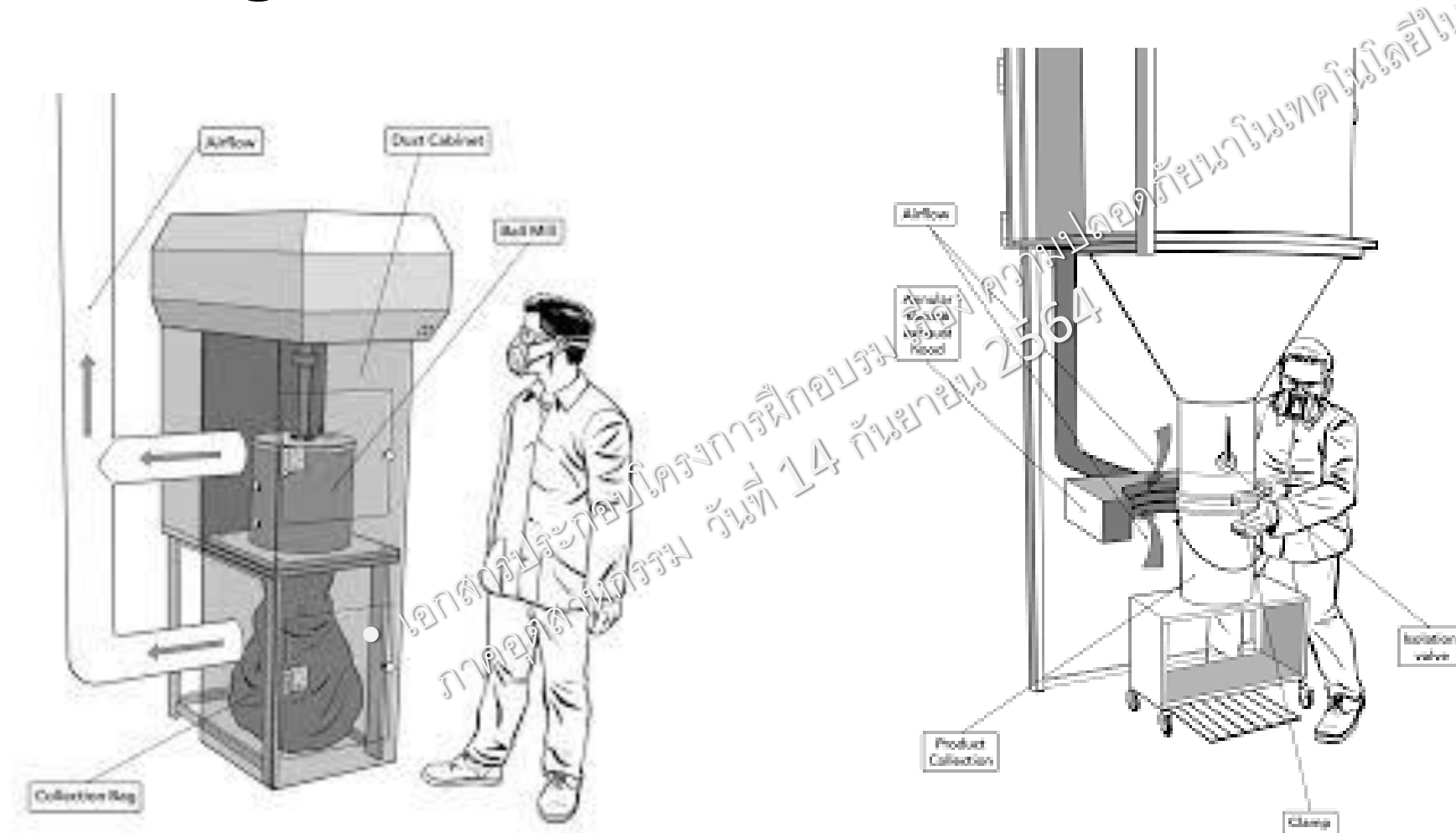


เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยในเทคโนโลยีชีวภาพ  
ภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564

# Preparing materials



# Packing materials





# Particles in the working place



เอกสารประกอบโครงการฝึกอบรม เรื่อง ความปลอดภัยยานาโนเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม วันที่ 14 กันยายน 2564



**SKC OPC 745-3887**

Size range: 3 channels  
0.3, 0.5, and 5.0  $\mu\text{m}$   
Min. 300 nm particle size



**SKC 3800 CPC**

Particle Size  
Min. 15 nm.  
Max. >1  $\mu\text{m}$



**TSI CPC Model 3007**

Particle Size:  
Min. 10 nm.  
Max. >1  $\mu\text{m}$



**CLiMET**

Size range: 4 channels  
0.3, 0.5, 1, and 5  $\mu\text{m}$   
Min. 300 nm particle size

# Disposal of Nanoparticles

1. Spill must be cleaned up immediately with the use of **HEPAFILTER VACUMM** equipment or wet wipe (towel) or the combination of two
2. Gloves must be used
3. If spills that may cause airborne nanoparticles, must use proper **respiratory protection**.
4. If Storage in waste containers must be built to handle nanomaterial. The containers must be in good condition and prevent leaks.
5. Storage of nanomaterial in plastic bags labeled and color coded to ensure proper disposal
6. Must have a Waste Disposal Operations procedures (WDOP) for workers.
7. Nanomaterial must always disposal as hazards waste.



*Specific vacuum cleaning CEA DRT*





สามารถค้นหาคำตอบเพิ่มเติมได้ที่

# Application มอก. นาโน

สแกนเพื่อติดตั้ง



ดาวน์โหลดเลย!

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี เพิ่มเติม

วิทยาลัยเทคโนโลยีและนวัตกรรม  
วิทยาลัยเทคโนโลยีและนวัตกรรม

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อนุภาคนาโนกึ่งเก็บสารสกัดขมิ้นชัน
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อนุภาคนาโนกึ่งเก็บสารสกัดบัวบก
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนซิลิกา
4. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนซิลิกอน
5. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี- ช่วยแนะนำเกี่ยวกับการติดฉลากภาคสมัครใจสำหรับผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภค ที่มีวัตถุดิบจากการผลิตเป็นองค์ประกอบ
6. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุนาโน – การเตรียมเอกสารข้อมูลความปลอดภัย
7. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี – อนุภาคนาโนในรูปแบบผง – ลักษณะเฉพาะและการวัด
8. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี – การวัดการกระจายตัวของขนาดและรูปร่างของอนุภาคโดยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
9. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี – การจัดการความเสี่ยงในการปฏิบัติงานสำหรับวัสดุนาโนในเชิงวิศวกรรม เล่ม ๑ หลักการและแนวปฏิบัติ
10. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยี – การจัดการความเสี่ยงในการปฏิบัติงานสำหรับวัสดุนาโนในเชิงวิศวกรรม เล่ม ๒ การใช้วิธีการควบคุมการรับสัมผัส

# ขอเชิญชวนสมัครสมาชิก

เครือข่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

นาโนเทคโนโลยี ( มอก. 2691)



สมัครฟรี ไม่มีค่าใช้จ่าย

# Thank you

**National Nanotechnology Center**  
130 Thailand Science Park  
Phahonyothin Road, Klong 1  
Klong Luang, Pathumthani 12120  
Thailand

**Nano Safety Alliance (NSA)**  
Tel. +66(0)2-564-7100 ext. 6608  
Fax. +66(0)2-564-7100  
Email: [NSA@nanotec.or.th](mailto:NSA@nanotec.or.th)