PFAS

Forever Chemicals

สถานการณ์ PFAS ในโฟมดับเพลิงและแนวทางการจัดการ

FOAM TRANSITION MASTERCLASS: 1st August 2025

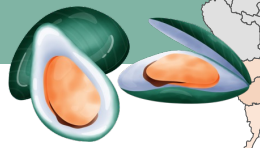
Dr. Suratsawadee SUKEESAN

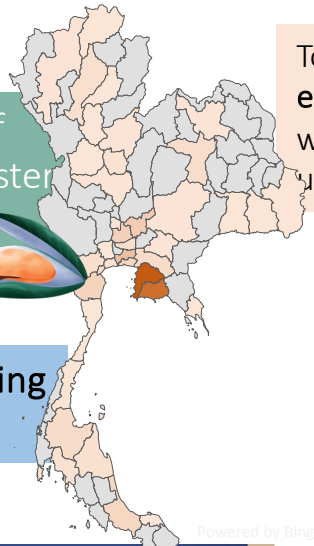
Ph.D. in Environmental and Water Resources Engineering

Lecturer
EMAIL: suratsawadee.suk@ku.th
Department of Marine Science,
Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Thailand

My Work-related *PFAS*

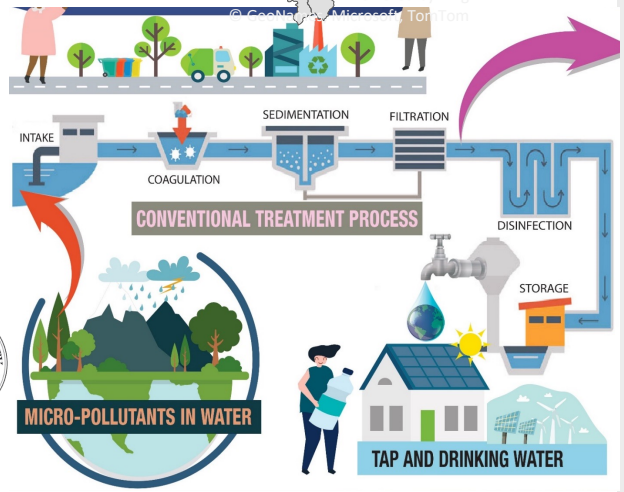
Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Contamination of Seawater and Biota (green mussels) in the Coastal Areas of Eastern Thailand



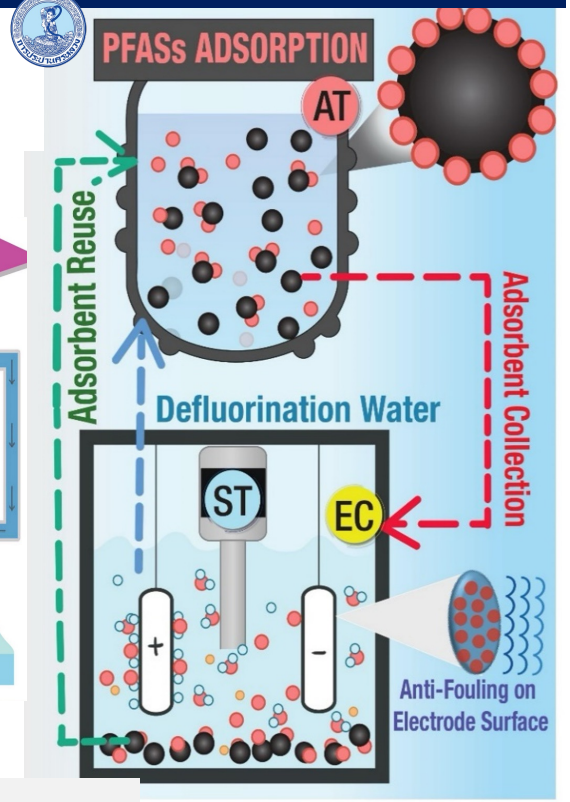


To investigate an **adsorption approach** and **electrochemical technology** for treating PFAS in water, while spent adsorbents were regenerated using **sonochemical technology**

Provision of services for survey and registration of **firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS** in Thailand



Treatment Train System



AT = Adsorption Technique
EC = Electrochemical Oxidation Technique
ST = Sonochemical Technique

● = Adsorbent
● = PFASs
● = Electrolyte
○ = Hydroxy Group

Concentration and health risk assessment **of PFAS in cosmetic and personal care products**

Per- and polyfluoroalkyl substances in groundwater in Thailand

The present study's findings improve our understanding of groundwater contamination in Thailand associated with PFAS, which can be exploited for further studies and the implementation of environmental standards and regulations.

My Work-related *PFAS*

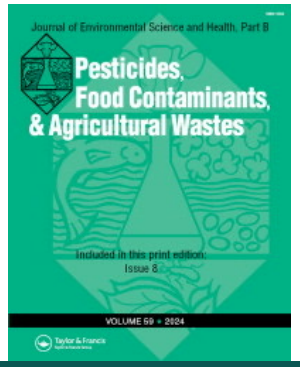
1. Keawmanee, S., Piyaviriyakul, P., Boontanon, N., Waiyarat, S., Sukeesan, S., Kongpran, J., & Boontanon, S. K. (2024). Concentration and health risk assessment of per-and polyfluoroalkyl substances in cosmetic and personal care products. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 1-11. https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2384234

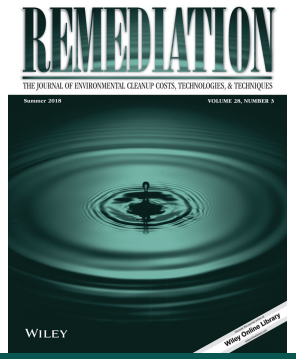
2. Sukeesan, S., Boontanon, N., Fujii, S., & Boontanon, S. K. (2023). Evaluation of the adsorption behavior of mixed perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances onto granular activated carbon and Styrene-divinylbenzene resins. Remediation Journal. 33(4), 263-393. https://doi.org/10.1002/rem.21766

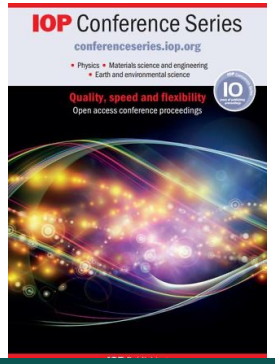
3. Hongkachok C, Boontanon S, Boontanon N, Sukeesan S, Polprasert C, Fujii S. Per-and polyfluoroalkyl substances in groundwater of Thailand: Occurrence, source identification and spatial distribution. International Journal of Environmental Science and Technology, 2022. https://doi.org/10.1007/s13762-023-04894-w

4. Sukeesan S, Boontanon SK, Boontanon N, Fujii S. Regeneration of Ion-Exchange Resins and Granular Activated Carbon with the Sonochemical Technique for Enabling Adsorption of Aqueous Per-and Polyfluoroalkyl Substances. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2022 (Vol. 973, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/973/1/012004

5. Sukeesan, S., Boontanon, N., & Boontanon, S.K. Improved electrical driving current of electrochemical treatment of Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in water using Boron-Doped Diamond anode. Environmental Technology & Innovation, 2021;101655. https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101655







Contents

What Are PFAS "Forever Chemicals"?

Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO

(November 2022-August 2023)

PFAS

Per- and Polyfluoroalkyl Substances

About PFAS

Physical and Chemical Properties

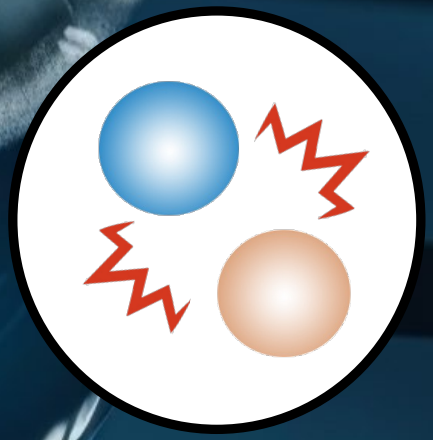
Strong

Water resistance

Oil resistance

Chemical resistance

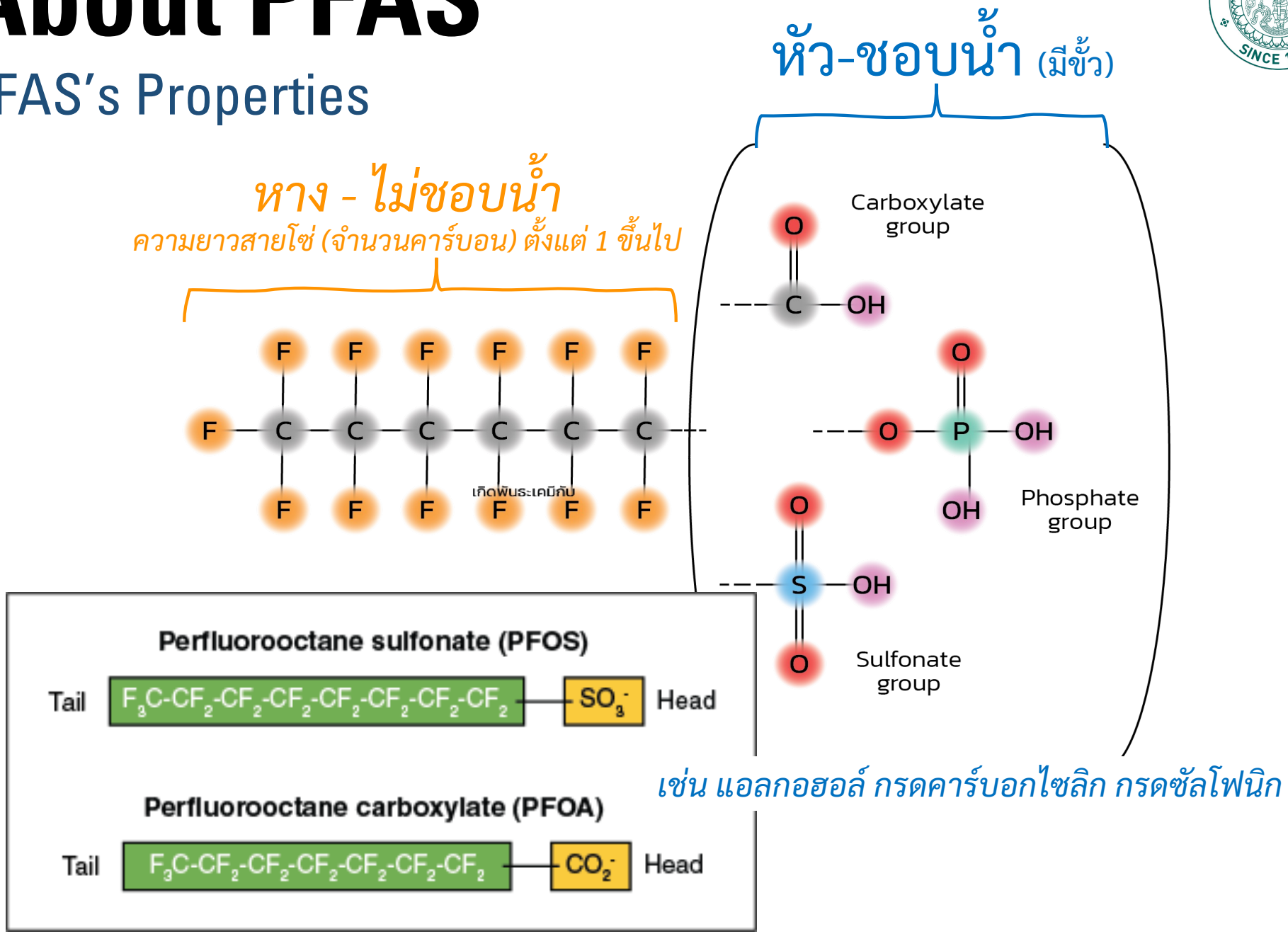
Temperature extremes



Friction resistance

About PFAS

PFAS's Properties

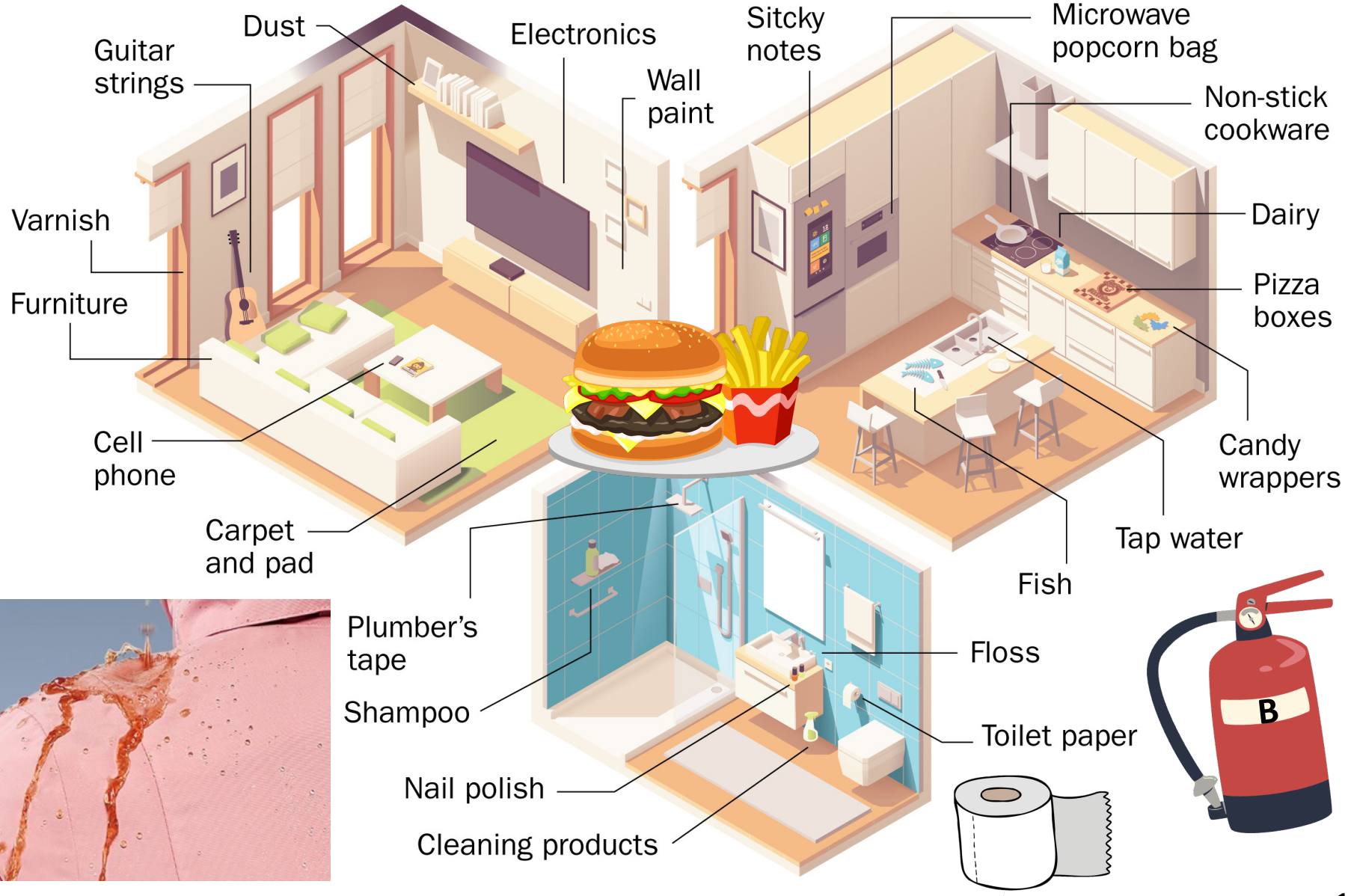


เช่น แอลกอฮอล์ กรดคาร์บอกไซลิก กรดซัลโฟนิก

Source: Panieri et.al., , PFAS Molecules: A Major Concern for the Human Health and the Environment, Toxics 2022, 10, 44,

About PFAS

PFAS Uses and Products



Source: https://time.com/6281242/pfas-forever-chemicals-home-beauty-body-products/

About PFAS

POPs

"PFAS" เป็นชื่อเรียกกลุ่ม สารออร์กาโนฟลูออรีนสังเคราะห์

Pesticides

Industrial Chemicals

Unintentional Production (UPOPs)

PFAS

1997: Perfluorocarbons (PFCs) (พิธีสารเกียวโต)

- Non-polymers
  - Perfluoroalkyl substances
    - Perfluoroalkyl ether acids
    - Perfluoroalkane sulfonyl fluorides (PASFs)
    - Perfluoroalkane Sulfonamides (FASAs)
    - Perfluoroalkanoyl fluorides (PAFs)
    - Perfluoroalkyl iodides (PFAIs)
    - Perfluoroalkane aldehydes (PFALs)
    - Perfluoroalkyl acids (PFAAs)
      - Perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs)
        - PFOA
      - Perfluoroalkane sulfonic acids (PFSAs)
        - PFOS
        - PFHxS
  - Polyfluoroalkyl substances
    - Fluorotelomer Substances
    - Perfluoroalkane Sulfonamido Substances
    - Polyfluoroalkyl ether acids
    - Chloropolyfluoroalkyl ether acids
    - Chloropolyfluoroalkyl acids
- Polymers
  - Fluoropolymers
  - Polymeric perfluoropolyethers (PFPE)
  - Side-chain fluorinated polymers

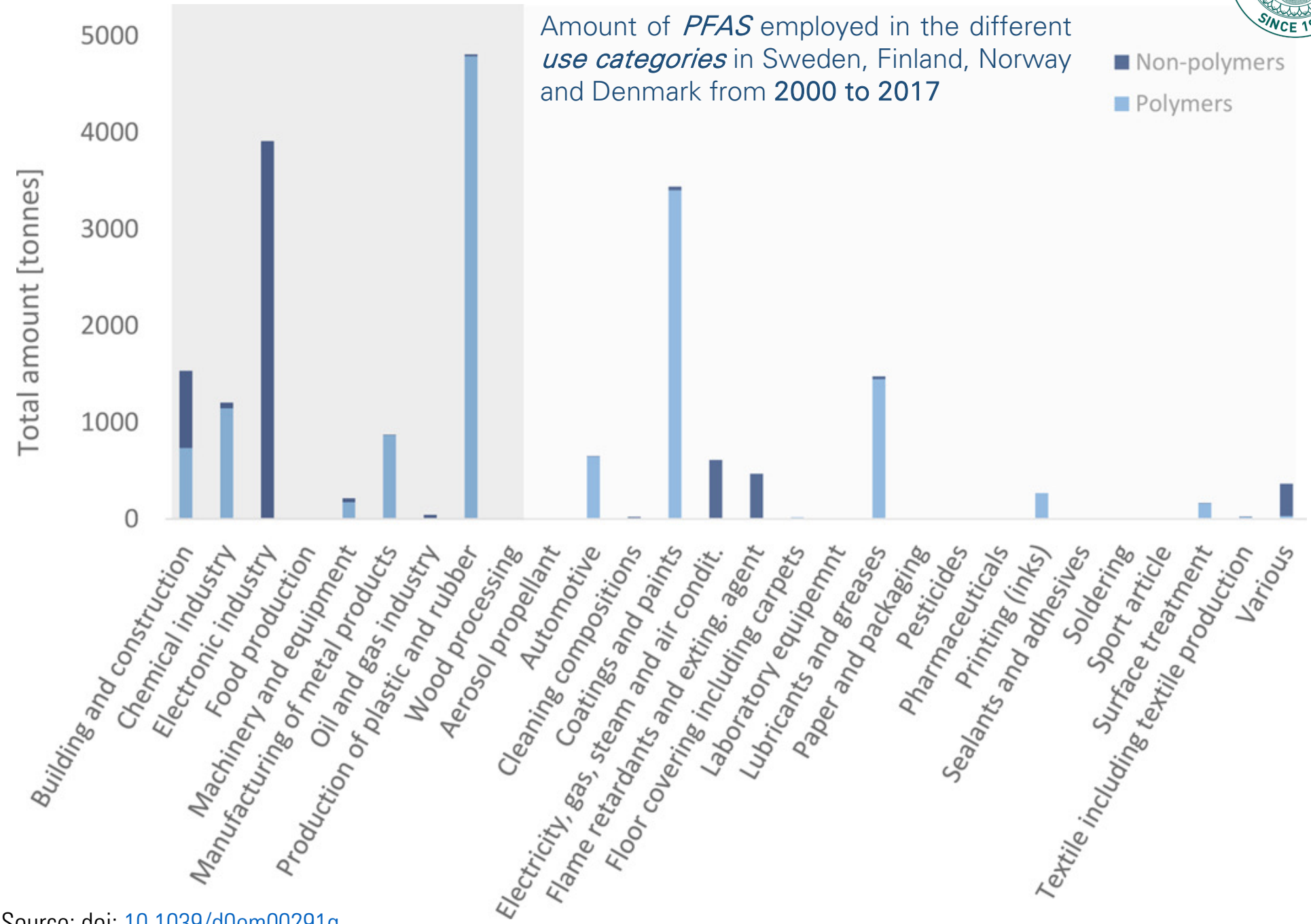
Stockholm Convention on POPs

n > 10,000 *(2021-Present)*

PFAS has grown to estimated 4,700 chemicals (2018)

สารกลุ่ม PFAS ประกอบด้วยหมู่ (-CF3) หรือ (-CF2-) อย่างน้อยหนึ่งชุด ซึ่งหมู่สารประกอบนี้ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะคาร์บอนและฟลูออรีน (C-F) ซึ่งเป็นพันธะเคมีที่แข็งแรงมาก ทำให้สารกลุ่มนี้ มีความทนทานต่อการทำลายด้วยวิธีการทางเคมีและความร้อน จึงแทบไม่สลายตัวในสิ่งแวดล้อม จึงถูกขนานนามว่า "forever chemicals"

Overview of the uses of PFAS



Source: doi: 10.1039/d0em00291g

Understanding - POPs

Persistent Organic Pollutants - POPs *สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน*

The Silent Killer ..*POPs*..

เงียบ มนุษย์และสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ อาจได้รับและ*สะสมสาร POPs ไว้ในร่างกายอย่างต่อเนื่อง โดยไม่รู้ตัว*

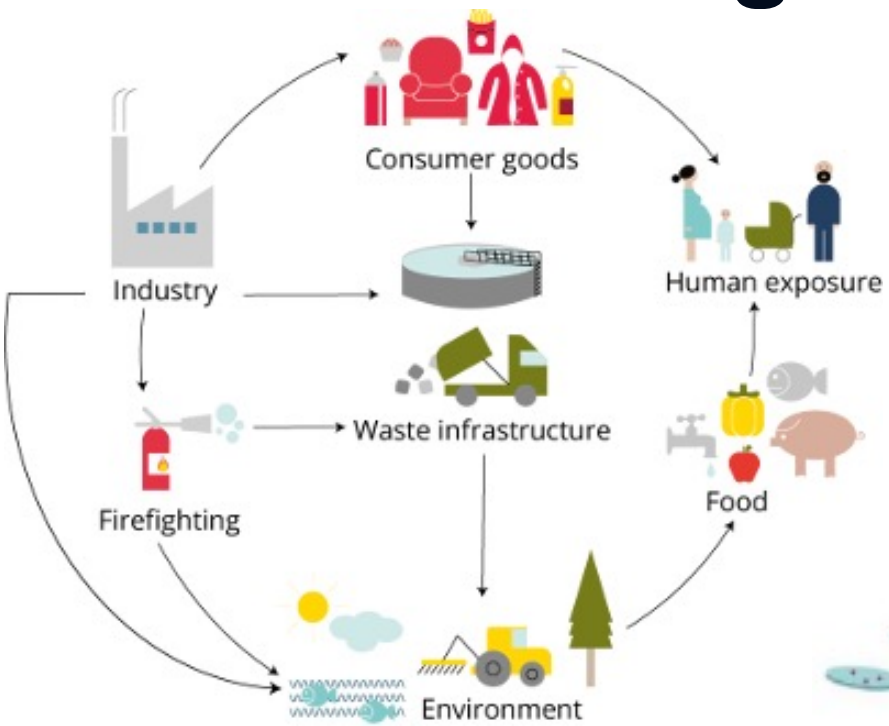
เป็นพิษ ส่งผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม สาร POPs ตามอนุสัญญาสตอกโฮล์ม *อาจเป็นสารก่อมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ เป็นพิษต่อระบบการสืบพันธุ์ ก่อกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ (ฮอร์โมน) รวมทั้งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ*

"ภัยเงียบที่น่ากลัว"

สะสม สาร POPs สามารถคงสภาพอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน ทั้งยังสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตและ*เพิ่มปริมาณสูงขึ้นผ่านการกินเป็นทอดๆ ในห่วงโซ่อาหาร*

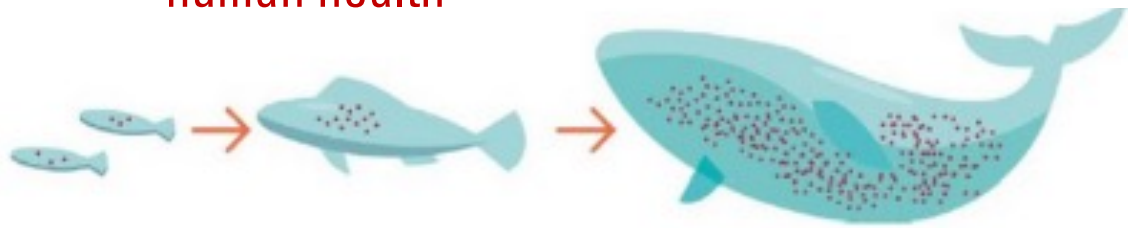
เคลื่อนที่ไกล สาร POPs สามารถ*เคลื่อนที่ไปได้ไกล โดยผ่านกระแสลม กระแสน้ำ สัตว์อพยพ ฯลฯ และเมื่อผนวกกับความทนทานของสารเหล่านี้ในธรรมชาติแล้ว ก็จะทำให้สามารถพบสาร POPs ได้ในทั่วทุกหนทุกแห่งทั่วโลก*

Understanding - PFAS



Humans are exposed to PFAS in a variety of ways:

- Food we eat
- Air we breathe (in the outdoors, indoors, and in workplaces)
- Products we use in our daily lives
- Long-term exposure
- Low levels of PFAS can lead to increased human health



A global treaty to protect human health and the environment from POPs

Stockholm Convention on POPs

อนุสัญญานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมกันปกป้องสุขอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากสารเคมีกลุ่ม “มลพิษที่ตกค้างยาวนาน” หรือสาร POPs ซึ่งเป็นกลุ่มสารเคมีที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่ทำให้แต่ละประเทศไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้โดยลำพัง ได้แก่ ***มีความเป็นพิษสูง สลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ยาก เคลื่อนที่ข้ามพรมแดนได้ไกล และสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารและในสิ่งแวดล้อมได้มาก***

Dark Waters (2019)

The story dramatizes Robert Bilott's case against the chemical manufacturing corporation DuPont after they contaminated a town with unregulated chemicals.

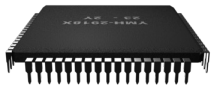
Why do PFAS matter?

Uses of PFAS

อุตสาหกรรมที่ใช้สารเคมีในกลุ่ม PFAS

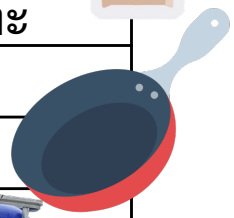
สาขาอุตสาหกรรม	ลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์
การบินและป้องกันอากาศยาน	ท่อเคเบิล ส่วนประกอบเพื่อป้องกันการระเหย การติดไฟและกัดกร่อน
ยานยนต์	ส่วนผสมในระบบขนส่งน้ำมันเพื่อป้องกันไอระเหยและส่วนผสมในน้ำมันหล่อลื่น
วัสดุก่อสร้าง	ใช้เคลือผิววัสดุ เช่น กระเบื้อง คอนกรีต เหล็ก
อิเล็กทรอนิกส์	ใช้เคลือบแผงวงจร
ยาปราบศัตรูพืช	ส่วนผสมเพื่อยับยั้งการเจริญเติมโตของวัชพืชและแมลง
พลังงาน	สารเคลือบป้องกันตัวรับแสงอาทิตย์ สารอิเล็คโตรไลต์ในแบตเตอรี่
ป้องกันเพลิงและระงับอัคคีภัย	เป็นส่วนผสมของโฟมดับเพลิง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับเพลิง
ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน	ใช้เป็นส่วนผสมน้ำยาเคลือบเงาพื้น ทำความสะอาด เคลือบกระทะ
ทางการแพทย์	ส่วนผสมทำวัสดุเทียม สารเคลือบฟิล์ม X-rays
ชุบโลหะ	สารเคลือบผิวให้แข็งแรงและสวยงาม
เครื่องสำอาง	ป้องกันการซึมน้ำ



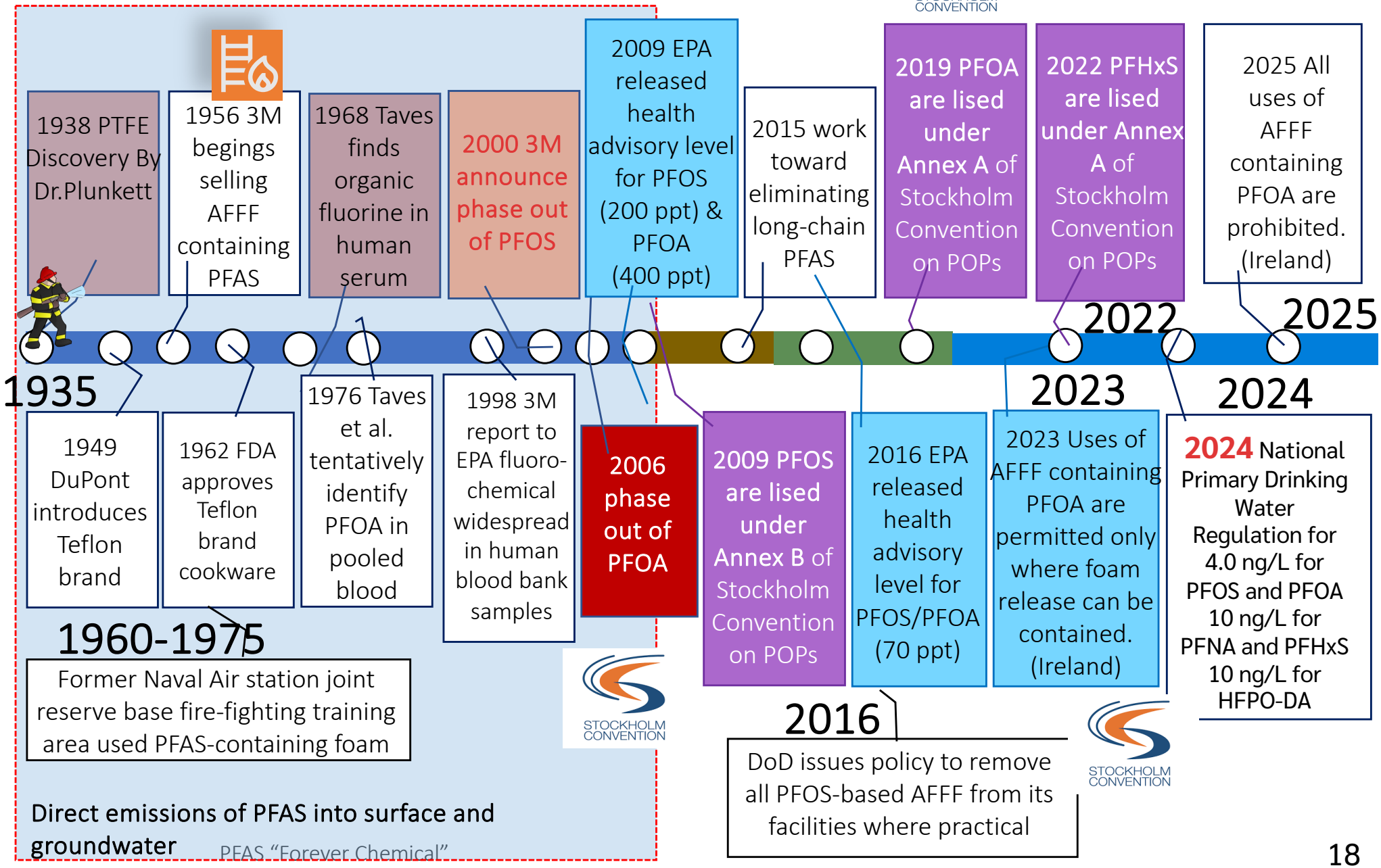









Historic use of PFAS

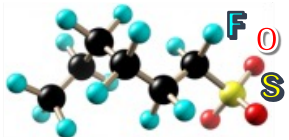


PFAS enter the environment

การเดินทางของ PFAS ในสิ่งแวดล้อม

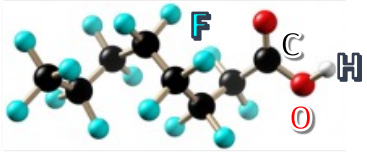
ครึ่งชีวิตของ PFAS ในน้ำ

PFHxS



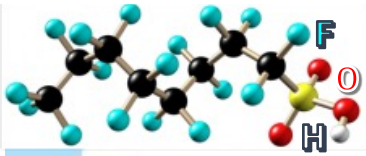
แทบไม่สลายตัว [ECHA 2017]

PFOS



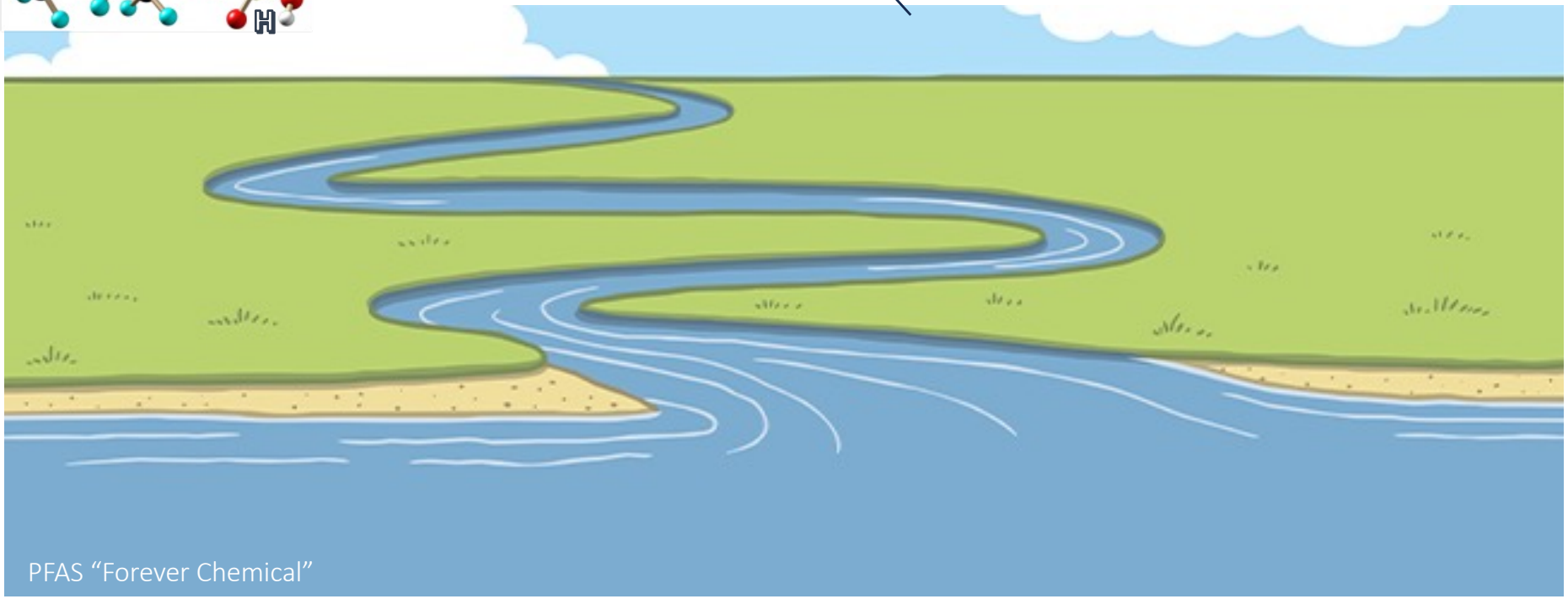
41ปี [ATSDR 2021]

PFOA



92 ปี [ATSDR 2021]

PFAS สู่สิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้หลาย*ทาง ทั้งทางตรง จากโรงงานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิต และการใช้สินค้าที่มี PFAS และทางอ้อมผ่านทางระบบบำบัดน้ำเสียหลุมฝังกลบ* รวมถึงการใช้ “สารปรับปรุงดิน” (Biosolids) ที่ผลิตจากกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย



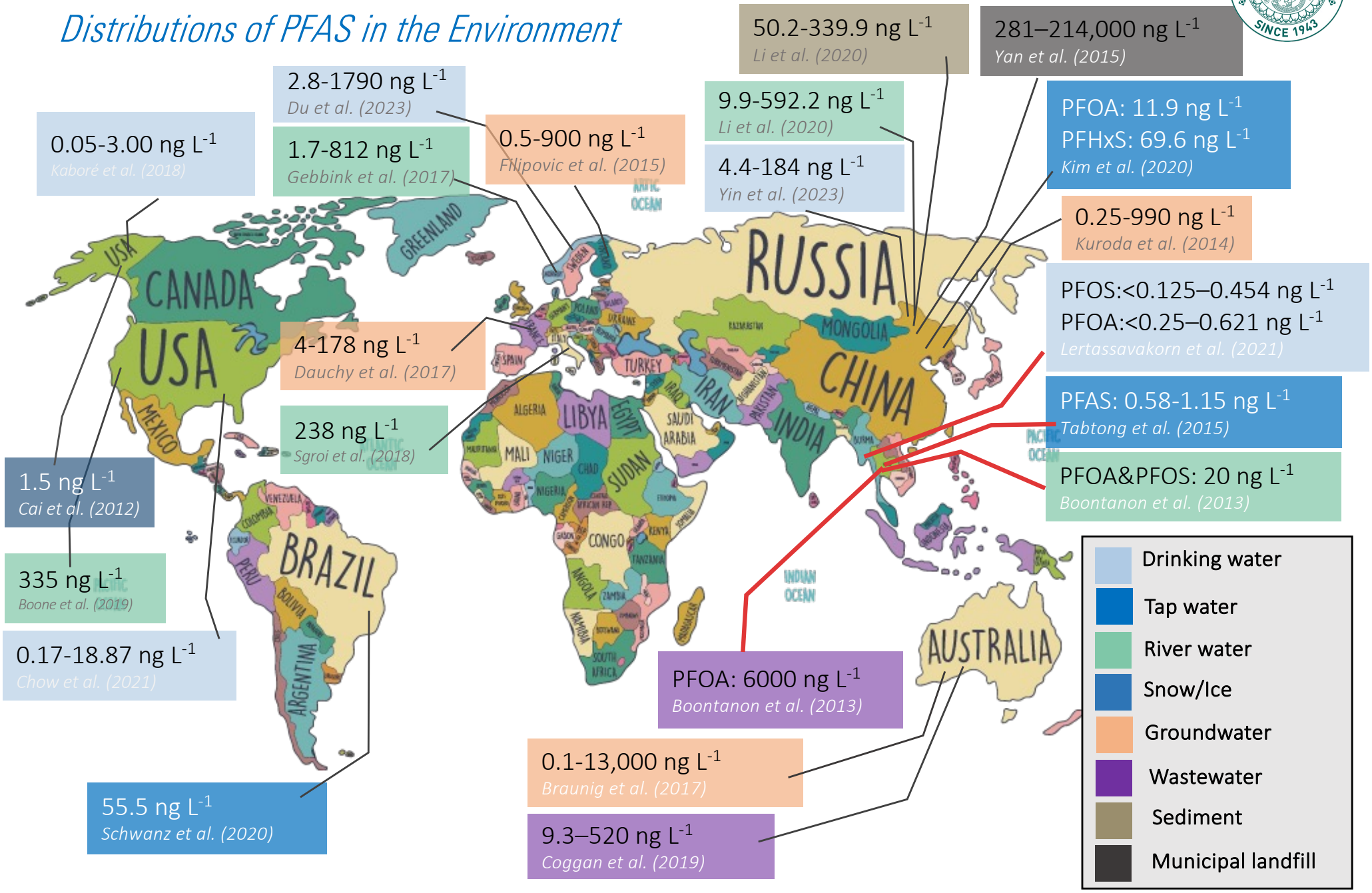
PFAS “Forever Chemical”

PFAS enter the environment

การเดินทางของ PFAS ในสิ่งแวดล้อม

PFAS enter the environment

Distributions of PFAS in the Environment



PFAS enter the environment

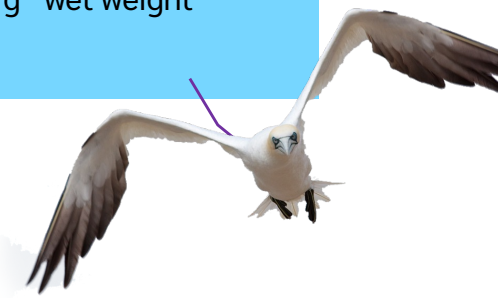
Distributions of PFAS in the Environment

Polar bear's plasma
PFOS 47.1-188 ng g^{-1} wet weight
PFOA: 4.34-6.72 ng g^{-1} wet weight
PFHxS: 26.0-44.1 ng g^{-1} wet weight
Bangma et al. (2022)

White-tailed eagles' liver in Norway
(n=5)
PFOS 6.71-30.2 ng g^{-1} wet weight
PFOA: 0.17-0.44 ng g^{-1} wet weight
PFHxS: 0.51-1.00 ng g^{-1} wet weight
Bangma et al. (2022)

Seafood in Thailand
PFOS: 29–6724 ng kg^{-1} wet weight
PFOA: <48–421 ng kg^{-1} wet weight
Lertassavakorn et al. (2021)

Glaucous gull' Egg in Norway
(n=5)
PFOS 4.82-6.61 ng g^{-1} wet weight
PFOA: 0.37-1.02 ng g^{-1} wet weight
PFHxS: 0.14-0.34 ng g^{-1} wet weight
Bangma et al. (2022)



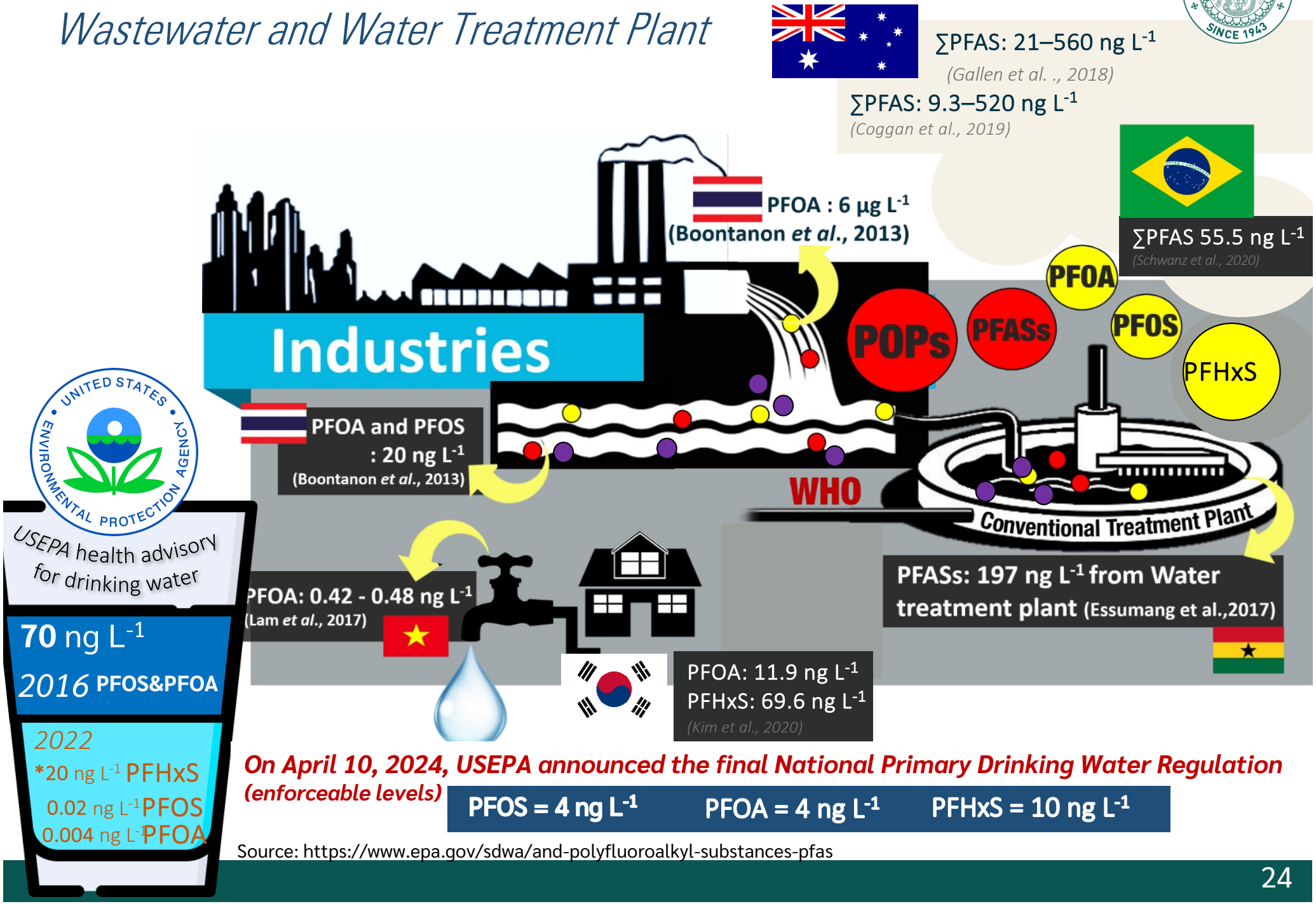
Humans' blood in Sweden
(n=20)
PFAS: <107–592 ng mL^{-1} F
*ng mL^{-1} F (nanogram of fluorine per mL of whole blood)
Aro et al. (2022)

Dusky Flathead's muscle tissue in AU (n=4)
PFOS: 0.0079 mg kg^{-1}
King Prawn's muscle tissue in AU (n=2)
PFOS: 0.042 mg kg^{-1}
PFHxS: 0.0024 mg kg^{-1}
Taylor et al. (2016)

ทำไมประเทศไทยและทั่วโลกต้องเร่งดำเนินมาตรการจัดการ POPs

PFAS enter the environment

Wastewater and Water Treatment Plant



On April 10, 2024, USEPA announced the final National Primary Drinking Water Regulation (enforceable levels)

PFOS = 4 ng L^{-1} **PFOA = 4 ng L^{-1}** **PFHxS = 10 ng L^{-1}**

Source: https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas

PFAS enter the environment

Regulated in drinking water

Country/ Region	Target	Timeline	Regulation	Content
Japan	Tap water	June 30, 2025, Japan's Consumer Affairs Agency (CAA) and Before March 31, 2026	Drinking Water Quality Standards	Combined limit for PFOS and PFOA at 50 ng/L (0.00005 mg/L)
Japan	Mineral water		Specifications and Standards for Food, Food Additives, Etc	Combined limit for PFOS and PFOA at 50 ng/L
Codex Alimentarius	/		/	/
EU	Water intended for human consumption		Directive(EU) 2020/2184	PFAS Total: 500 ng/L Sum of PFAS: 100 ng/L
US	Drinking water	Public Water Systems (PWSs) will have three years (by 2027) to comply with the Rule's initial monitoring requirements. PWS has **five years** to comply with the Rule's enforceable limits.	National Primary Drinking Water Regulation (NPDWR)on April 10, 2024	4.0 ng/L for PFOS and PFOA 10 ng/L for PFNA and PFHxS 10 ng/L for HFPO-DA (GenX Chemicals)
WHO	Drinking water		PFOS and PFOA in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking water Quality, 29 September 2022, Version for public review	The provisional guideline values are proposed as 100 ng/L for PFOS and PFOA, and 500 ng/L for all PFAS

Source: https://sustainability.chemlinked.com/news/japan-establishes-maximum-limit-standards-for-pfos-and-pfoa-in-mineral-water

PFAS enter the environment

'Forever chemicals' found in UK food

2 NOTIFICATIONS

Classification
Border rejection notification

Reference	Category	Type	Subject	Date	Origin	Notifying	Classification	Decision
2025.2407	Crustaceans and products thereof	food	PFAS and PFNA in crab from China	1 APR 2025	China	Netherlands	alert notification	serious
2024.0737	Crustaceans and products thereof	food	PFNA in dried shrimps from Thailand	2 FEB 2024	Thailand	Norway	border rejection notification	serious

Items per page: 25
Showing 1–2 of 2

กุ้งแห้ง

Sampling 27 DEC 2023

Hazard

Perfluorononanoic acid (PFNA) - environmental pollutants

Hazard category

Environmental pollutants

Analytical result

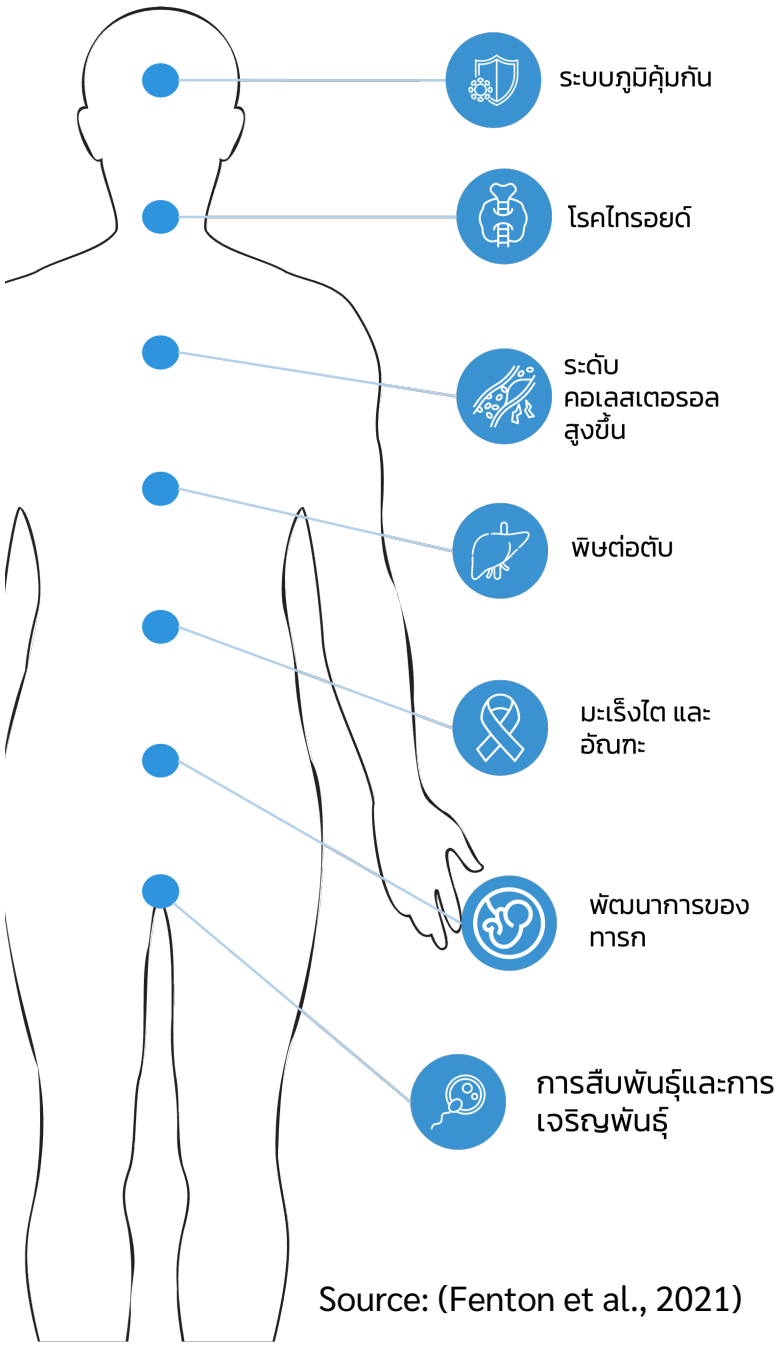
1,9 µg/kg - ppb

Max. permitted level

1 µg/kg - ppb

Source: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search

Health risks of PFAS



Source: (Fenton et al., 2021)

ครึ่งชีวิตของ PFAS ในร่างกายมนุษย์

PFHxS	PFOS	PFOA
4.7-35 ปี	3.3-27 ปี	2.1-10.1 ปี

พิษวิทยาของ PFAS และผลกระทบต่อมนุษย์และสัตว์

ผลกระทบด้านสุขภาพของสารเคมีในกลุ่ม PFAS

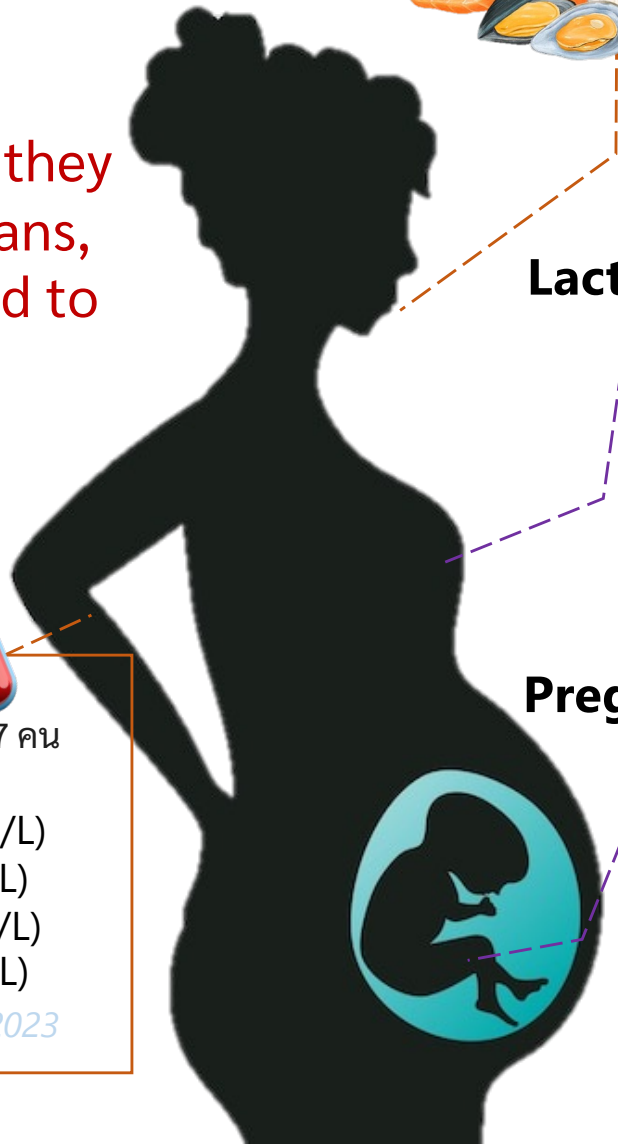
มนุษย์	สัตว์
ผลกระทบต่อพัฒนาการ (น้ำหนักแรกเกิด, การพัฒนาของตัวอ่อน)	ผลกระทบต่อพัฒนาการ
ผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ (ลดภาวะเจริญพันธุ์)	ผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์
ผลกระทบต่อต่อมไร้ท่อ (ไทรอยด์)	ผลกระทบต่อต่อมไร้ท่อ
ผลกระทบทางภูมิคุ้มกัน (ลดการตอบสนองวัคซีน, โรคหืด)	ผลกระทบทางภูมิคุ้มกัน
ผลกระทบทางระบบประสาท (โรคสมาธิสั้น)	ผลกระทบทางระบบประสาท
ผลกระทบต่อหัวใจและหลอดเลือด	ผลกระทบทางโลหิตวิทยา
ผลกระทบต่อตับ (เซรั่มเอนไซม์/บิลิรูบิน, คอเลสเตอรอล)	ผลกระทบต่อตับ
มะเร็ง* (อัณฑะ, ไต)	เนื้องอก (ตับ, อัณฑะ, ตับอ่อน)

Health risks of PFAS

- ความถี่ในการบริโภคปลาทะเล เครื่องในสัตว์ อาหารที่มีไขมันสูง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเข้มข้นของ PFAS ที่เพิ่มขึ้น
- ปลาและอาหารทะเล เครื่องในสัตว์ และอาหารที่มีไขมันสูง (เช่น ไข่และน้ำต้มกระดูก) เป็นแหล่งสำคัญของ PFAS
- การลดการสัมผัส PFAS อาจทำได้โดยการบริโภคอาหารจากพืชมากขึ้นและต้องมีการพัฒนาระบบบำบัดน้ำ

Huo, Xiaona, et al., 2023

What risk do they pose to humans, when exposed to them?

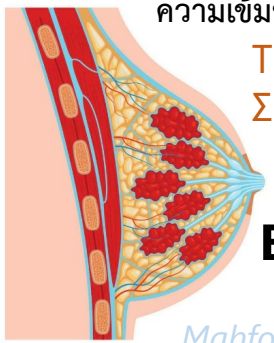


หญิงตั้งครรภ์จำนวน 5897 คน (อายุช่วง 30 ปี)

- PFOS (10.87 µg/L)
- PFOA (2.34 µg/L)
- PFHxS (0.63 µg/L)
- PFNA (0.45 µg/L)

Fábelová, Lucia, et al., 2023

Lactation



ความเข้มข้นของ PFAS ในน้ำนมแม่ (n = 41)

The highest contributor to ΣPFASs was PFOS.

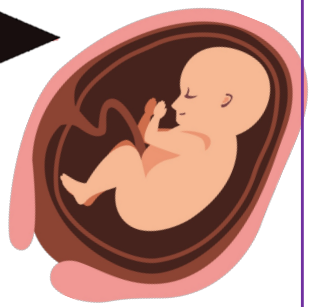
Breastfeeding

Mahfouz, Maya, et al., 2023

Pregnancy

Maternal-fetal transfer

- PFOA (1.27 µg/L)
- PFOS (0.99 µg/L)
- PFNA (0.22 µg/L)
- PFHxS (0.15 µg/L)



Fábelová, Lucia, et al., 2023

PFAS in Firefighting Foams of Thailand

PFAS in Firefighting Foams

Thailand

Stockholm Convention on POPs

PFAS

Forever Chemical

PFOS | **PFOA** | **PFHxS**

พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

Class B Firefighting Foam in market

Fluorinated foams (contain PFAS)	Fluorine-free foams (3F, PFAS-free)
Aqueous film-forming foam (AFFF) • AFFF containing PFOS • AFFF containing fluorotelomer • New AFFF containing fluorotelomer	Protein foam
Alcohol-resistant AFFF (AR-AFFF)	Alcohol-resistant protein foam (AR-P)
Film-forming fluoroprotein foam (FFFP)	Synthetic fluorine-free foam (FFF)
Alcohol-resistant FFFP (AR-FFFP)	Alcohol-resistant FFF (AR-FFF)
Fluoroprotein foam (FP)	
Alcohol-resistant fluoroprotein foam (FPAR)	

Outlines the types of Class B foams containing PFAS compounds.

(Picture from ITRC, 2022)

โดยในกรณีเงื่อนไขการใช้ในโฟมดับเพลิงมีรายละเอียดดังนี้

- **สาร PFOS และอนุพันธ์สาร PFOS** เป็นสาร POPs ที่ถูกควบคุมให้เป็น**วัตถุอันตรายชนิดที่ 3**
- **สาร PFOA และอนุพันธ์สาร PFOA** เป็นสาร POPs ที่ถูกควบคุมให้เป็น**วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 และ 4 ระดับการปนเปื้อนที่ยอมรับ 0.0000025% w/w (25ppb)**
- **สาร PFHxS และอนุพันธ์สาร PFHxS** เป็นสาร POPs อยู่ในระหว่างการดำเนินการร่างแผนการจัดการเป็น**วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 และ 4**

Source:https://www.diw.go.th/webdiw/law-haz/

Regulation in Thailand

พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

การควบคุม PFAS ในประเทศไทย

- ประเทศไทยทำการควบคุมสาร POPs ผ่านกฎหมายหลัก ได้แก่ พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
- พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 และ พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535
- พรบ. ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบการจำแนกและการสื่อสารความเป็นอันตรายของวัตถุอันตราย พ.ศ. 2555

การมีผลบังคับใช้ พันธกรณีที่เกี่ยวข้องของอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานและแนวปฏิบัติ/กฎระเบียบของประเทศไทย (เอกสารแนบ 1)

๕. กฎระเบียบ หรือ แนวปฏิบัติของประเทศไทย

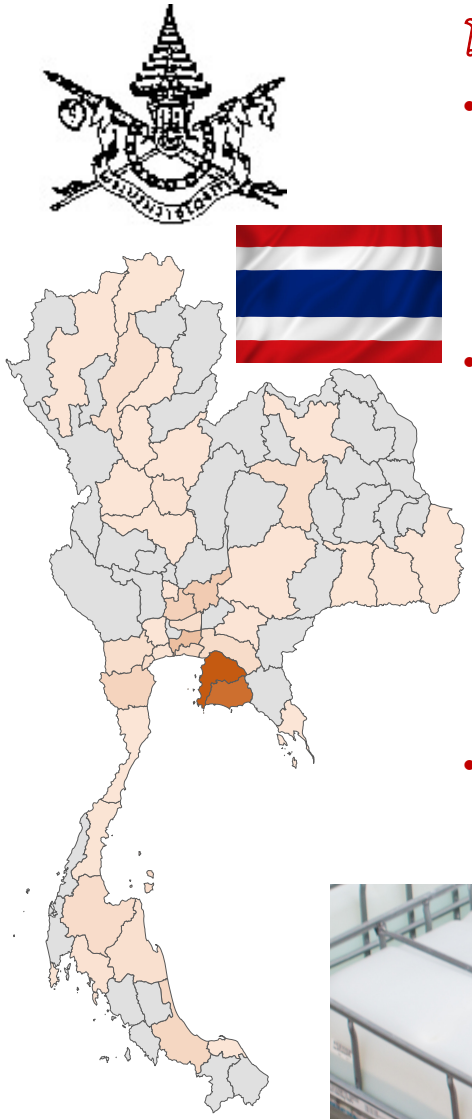
๕.๑ มาตรการทางกฎหมายและการบริหารจัดการของประเทศไทยสำหรับการดำเนินงานตามอนุสัญญาสตอกโฮล์มฯ

ประเทศไทยมีกลไกทางกฎหมายและการบริหารจัดการภายใต้พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม รองรับการดำเนินงานตามข้อบท ๓ เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิต การใช้การนำเข้า และการส่งออก รวมทั้งการจัดการสารเคมีคงค้างและของเสียที่มีสาร POPs ดังกล่าว เพื่อปกป้องคุ้มครองสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม โดยการแก้ไขบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย เพิ่มรายชื่อและประเภทการควบคุมสำหรับสาร POPs ชนิดใหม่ให้สอดคล้องกับการบัญญัติในภาคผนวก เอ หรือ บี และศักยภาพการดำเนินงานของประเทศไทย

มาตรา ๑๘ (๓) วัตถุอันตรายชนิดที่ ๓ ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต และ มาตรา ๑๘ (๔) วัตถุอันตรายชนิดที่ ๔ ได้แก่ วัตถุอันตรายที่หามมิให้มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก การนำผ่าน หรือการมีไว้ในครอบครอง เพื่อประโยชน์แก่การป้องกันและระงับอันตรายที่อาจมีแก่ บุคคล สัตว์พืช ทรัพย์หรือสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ให้รัฐมนตรีวาการกระทรวงอุตสาหกรรมโดยความเห็นของคณะกรรมการวัตถุอันตรายมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา ระบุชื่อ หรือ คุณสมบัติของวัตถุอันตราย ชนิดของวัตถุอันตราย กำหนดเวลาการบังคับใช้ และหน่วยงานรับผิดชอบ ในการควบคุมวัตถุอันตราย ดังกล่าว

Source:https://www.diw.go.th/webdiw/law-haz/

Regulation in Thailand

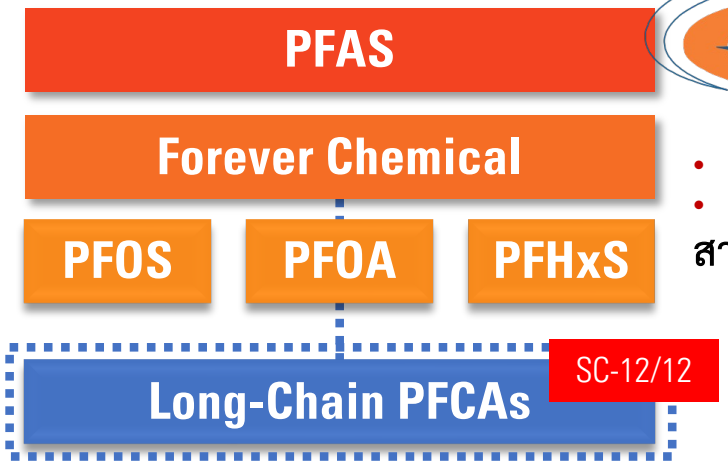


โดยในกรณีเงื่อนไขการใช้ในโฟมดับเพลิงมีรายละเอียดดังนี้

- สาร PFOS และอนุพันธ์สาร PFOS เป็นสาร POPs ที่ถูกควบคุมให้เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 (อ้างอิงประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2560 และ การประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสตอกโฮล์มฯ สมัยที่ 9 เอกสาร UNEP-POPS-COP.9-SC-9-4)
- สาร PFOA และอนุพันธ์สาร PFOA เป็นสาร POPs ที่ถูกควบคุมให้เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 และ 4 ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเฉพาะที่นำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2565 โดยที่นำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใช้ในโฟมดับเพลิงสาหรับดับไอน้ำมันเชื้อเพลิงเหลวและเพลิงไหม้ เชื้อเพลิงเหลว (Class B fires) ที่มีระบบที่ติดตั้งอยู่แล้ว รวมทั้งแบบระบบติดตั้งแบบประจำที่ (Fixed system) และระบบเคลื่อนที่ (Mobile system)
- สาร PFHxS และอนุพันธ์สาร PFHxS เป็นสาร POPs อยู่ในระหว่างการดำเนินการร่างแผนการจัดการเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 และ 4

Source:https://www.diw.go.th/webdiw/law-haz/

Updated Regulation in Thailand



SC-12/12: Listing of long-chain perfluorocarboxylic acids, their salts and related compounds

- มีข้อยกเว้นพิเศษสำหรับการผลิตและการใช้ (Special Exemption)
- มีผลบังคับใช้ปลายปี พ.ศ.2569

สาร Long-chain PFCAs, their salts and related compounds หมายความว่า

(i) สาร Long-chain PFCAs, their salts and related compounds ตามอนุสัญญาฯ นี้ หมายถึงกลุ่มของสารที่มีสูตรโมเลกุล CnF2n+1COOH (เมื่อ 8 ≤ n ≤ 20);
(ii) สารประกอบที่เกี่ยวข้องกับสาร Long-chain PFCAs ในวัตถุประสงค์ของอนุสัญญาฯ หมายถึง สารใด ๆ ที่เป็นสารตั้งต้นและสามารถเปลี่ยนรูป เป็น Long-chain PFCAs โดยที่หมู่เพอร์ฟลูออริเนตแอลคิลมีสูตร CnF2n+1 (โดยที่ 8 ≤ n ≤ 20) และเชื่อมต่อโดยตรงกับหมู่เคมีอื่นที่ไม่ใช่อะตอม ของฟลูออรีน คลอรีน หรือโบรมีน

1. ให้แก้ไขภาคผนวก เอ ส่วนที่ ๑ ของอนุสัญญาสตอกโฮล์มฯ เพื่อบรรจุ Long-chain PFCAs, their salts and related compounds โดยมีข้อยกเว้นพิเศษ ดังนี้ (เอกสารแนบ 2)
2. ให้เพิ่มส่วนที่ 14 ในภาคผนวก เอ ดังต่อไปนี้ (เอกสารแนบ 2)

ส่วนที่ 14

1. ให้เลิกการผลิตและการใช้สาร Long-chain PFCAs, their salts and related compounds เว้นแต่ภาคี ที่ได้แจ้งต่อสำนักเลขาธิการฯ ถึงความประสงค์ที่จะผลิตและ/หรือใช้สารดังกล่าว ตามข้อบท 4 ของอนุสัญญาฯ
2. ให้เลิกการผลิตและการใช้สาร Long-chain PFCAs, their salts and related compounds เว้นแต่ภาคี ที่ได้แจ้งต่อสำนักเลขาธิการฯ ถึงความประสงค์ที่จะผลิตและ/หรือใช้สารดังกล่าว ตามข้อบท 4 ของอนุสัญญาฯ
   a) เซมิคอนดักเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนอะไหล่สำหรับเรือที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายใน
   b) ชิ้นส่วนทดแทนและอะไหล่สำหรับยานยนต์ที่หยุดการผลิตจำนวนมาก ครอบคลุมยานพาหนะทางบกทั้งหมด เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ ยานพาหนะเพื่อการเกษตร/การก่อสร้าง และรถบรรทุกอุตสาหกรรม รวมถึง เซมิคอนดักเตอร์ สารเคลือบ สายเคเบิล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องยนต์และการใช้งานในส่วนใต้ฝากระโปรงรถ โมดูล ส่วนประกอบระบบไฮดรอลิก และชุดรีเลย์ (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยรีเลย์)

ขึ้นทะเบียนการยกเว้นพิเศษ (Register of specific exemptions) (เอกสารแนบ 3)

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

Updated Regulation in Thailand

PFAS

Forever Chemical

PFOS | **PFOA** | **PFHxS**

Long-Chain PFCAs SC-12/12

เอกสารแนบ 4

Polyfluorinated phosphates and related substances

Polyfluorinated iodides

Polyfluorinated thioethers

Polyfluorinated acrylates and methacrylates

Polyfluorinated carboxylate

Side-chain fluorinated polymers

Alkyl ammonium and amine derivatives

Long-chain PFCAs salts

Polyfluorinated alcohol derivatives

Carboxylic acid and ester derivatives

Polyfluorinated urethane

Fluoro ester

Other derivatives

Others

Long-chain PFCAs

PFDA

PFNA

PFNDA

PFHpDA

PFUnDA

PFPeDA

PFDoDA

PFTDA, PFTeDA

PFODA, PFOcDA

PFTrDA

PFHxDA

C_{20} PFCA

C_{21} PFCA

Fluorotelomer alcohols (FTOHs)

8:2 FTOH

13:2 FTOH

14:2 FTOH

9:2 FTOH

10:2 FTOH

16:2 FTOH

11:2 FTOH

18:2 FTOH

12:2 FTOH

Source: https://www.pops.int

Updated Regulation in Thailand

ข้อกำหนดการจัดการ POPs Waste

-ขึ้นอยู่กับระดับการปนเปื้อน-

MTEC a member of NSTDA

Stockholm Convention

กลไกการจัดการภายในประเทศ

- กำจัดหรือลด POPs ในผลิตภัณฑ์ และในขยะ
- พัฒนากลไกที่เหมาะสม สำหรับการบ่งชี้ POPs (ค้างสตอก, ในสินค้า, สิ่งของระหว่างการใช้งาน, และในขยะ)
- ESM: กำจัดหรือแปรสภาพ POPs waste

BASEL

การจัดการกากของเสีย & การส่งข้ามพรมแดน

- การจัดประเภทกากของเสีย (Waste classification)
  - กำหนด กากของเสียที่มี POPs > LPC เป็นของเสียอันตราย
- กำหนด แนวทางปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Establish (ESM) สำหรับ POPs waste
- ควบคุมการเคลื่อนย้ายข้าม POPs Waste ข้ามพรมแดน
- ลดการก่อ POPs waste โดยการควบคุมที่ต้นทาง (upstream measure)
- การตรวจติดตาม & การรายงานผลการดำเนินการ

POPs Waste

ระดับ Low POPs Content (LPC)

- สูงกว่า LPC
  - ต้องกำจัด POPs นั้นๆ หรือ
  - irreversibly transform
    - ตามวิธีที่ BC ยอมรับ
  - ห้าม รีไซเคิล กู้คืน (recovery) หรือหมุนเวียน POPs
  - กลับมาใช้ซ้ำ/ใช้ใหม่ ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม
  - ห้าม ส่งออก (ยกเว้นการส่งไปกำจัด)
  - ห้าม ฝังกลบ
- ต่ำกว่า LPC
  - บริหารจัดการ อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ESM)
  - อนุญาตให้ฝังกลบ ใช้ซ้ำหรือ รีไซเคิลได้ ***แต่*** ต้อง ไม่นำไปสู่การปลดปล่อยสาร POPs หรือก่อให้เกิดความเสี่ยง

LPC = Low POPs Content

ESM = Environmentally Sound Management

Updated Regulation in Thailand

Low POPs Content in Products

PFAS	EU POP Contamination (Annex I)	BASEL (Waste)
PFOS	[S/M] 10 mg/kg [A] 1,000 mg/kg or 1 µg/m2	[5 mg/kg or] 50 mg/kg [1 mg/kg (PFOS, its salts, and PFOSF), and 40 mg/kg (sum of PFOS-related compounds)]
PFOA	0.025 mg/kg (PFOA) 1 mg/kg (PFOA-related compounds) [S/M/A]	1 mg/kg (PFOA and its salts), 40 mg/kg (sum of PFOA-related compounds)
PFHxS	0.025 mg/kg (PFHxS or related) 1 mg/kg (Sum of all PFHxS and related) [S/M/A]: *0.1 mg/kg (โฟมดับเพลิง)*	1 mg/kg (PFHxS and its salts), 40 mg/kg (sum of PFHxS-related compounds)

ระดับการปนเปื้ อน (ในสินค้า) ที่ยอมรับ
PFOA: 0.0000025% w/w
(25ppb)

Source: หารือ (ร่าง) แผนปฏิบัติการ เพื่อการจัดการและกำจัดวัสดุที่ปนเปื้อนสาร POPs

Updated Regulation in Thailand

Technical Guideline of Waste *Containing PFAS*

PFOS and PFOA technical guidelines

- Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds
- Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF)

MTEC a member of NSTDA

ความร้อนต่ำ

1. การรีดักชั่นในสถานะแก๊ส (Gas phase chemical reduction (GPCR))
2. การออกซิเดชันด้วยน้ำในสภาวะวิกฤต และกึ่งวิกฤต (Super/Subcritical water oxidation)

ความร้อนสูง

1. การใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมในเตาเผาซีเมนต์ (Cement kiln co-incineration)
2. การเผาในเตาเผาขยะอันตราย (Hazardous waste incineration)

Source: https://www.brsmeas.org/2025COPs/Meetingsdocuments/tabid/10057/language/en-GB/Default.aspx

Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO

(November 2022-August 2023)

Suwanna Kitpati Boontanon

Project manager

Narin Boontanon

POPs expert

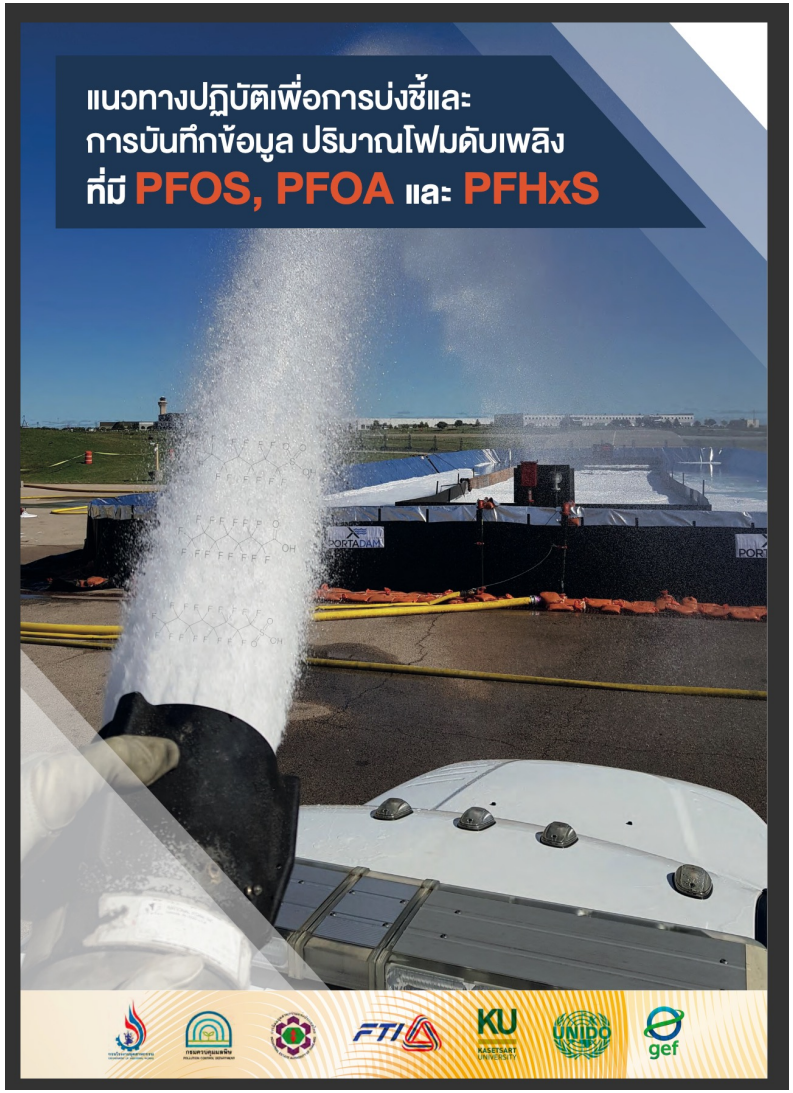
Suratsawadee Sukeesan

Project coordinator

Pitchaya Piyaviriyakul

Researcher

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*



มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University
ให้เป็นมหาวิทยาลัยด้านบริหาร

ที่ปรึกษา

1. นายปิ่นสักก์ สุรัสวดี — อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ (2565 - 2566)
2. นางสาวปรีญาพร สุวรรณเกษ — อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ (2566 – ปัจจุบัน)
3. นางกัญชลี นาวีกกูมิ — รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

คณะทำงานย่อยด้านเทคนิคสำหรับการจัดการสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน

1. นางสาวชีราพร วิริวุฒิกร — กรมควบคุมมลพิษ
2. นายวุฑิชัย แก้วกระจ่าง — กรมควบคุมมลพิษ
3. นายนกคล ศรีหิรัญ — กรมควบคุมมลพิษ
4. นางสาวสินีนาฏ ชาวนา — กรมโรงงานอุตสาหกรรม
5. ดร.จรียา สุขะปาน — การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

หน่วยบริหารงานโครงการ องค์การพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งสหประชาชาติ

1. Dr. Camela Centeno — ผู้จัดการโครงการ
2. ดร.อุมา วิรัตน์สกุลชัย — ผู้ประสานงานโครงการ
3. นางสาวกฤติยา เกสพานิช — ผู้ช่วยผู้ประสานงานโครงการ

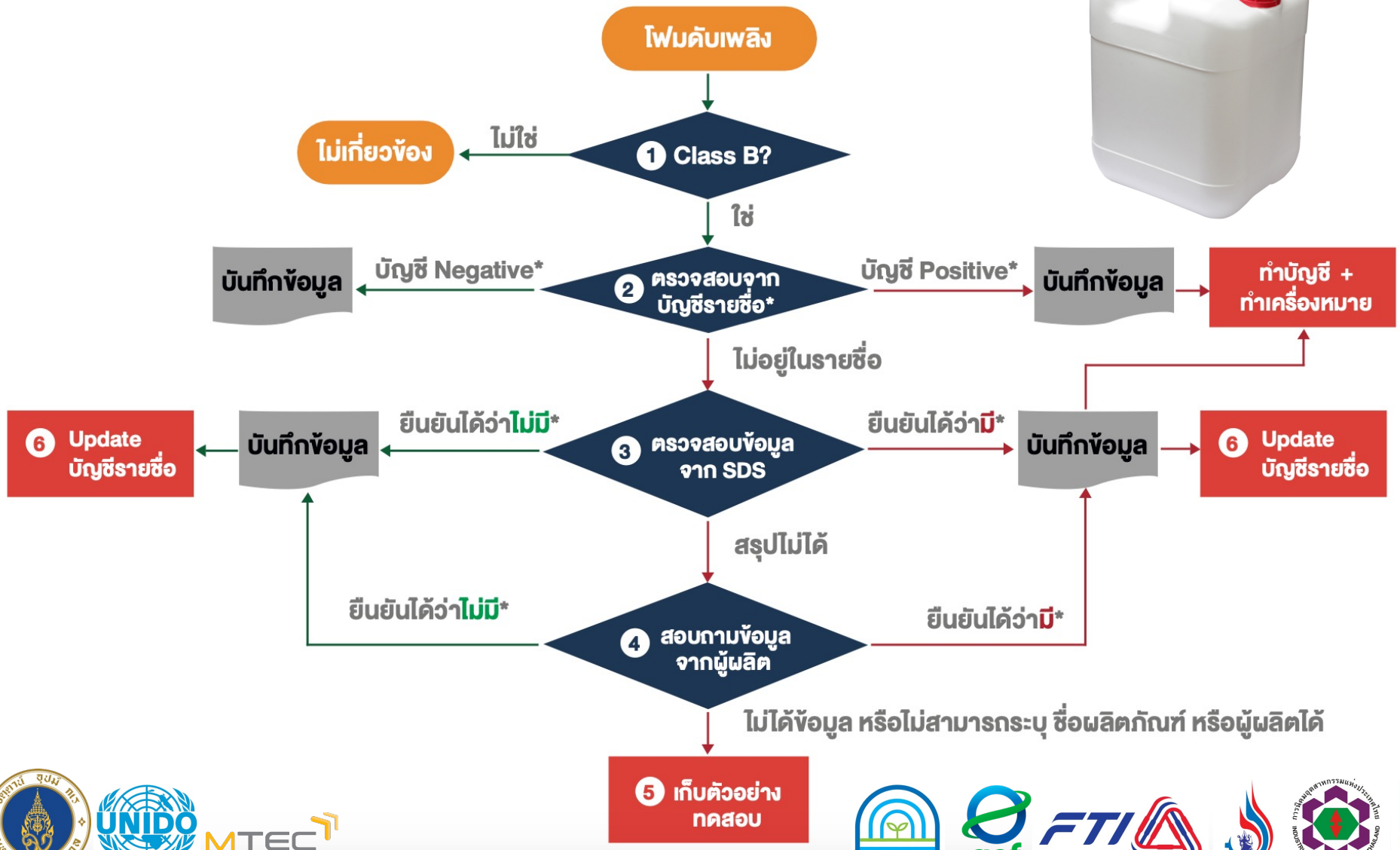
ข้อมูลติดต่อ

กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน
แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
0 2298 2423, 0 2298 2428
0 2298 5393

แหล่งที่มากาฬ:
สุวรรณา (กิจผาติ) บุญดานนท์
นรินทร์ บุญดานนท์
สุรัสวดี สุขีสาร
พิชญา ปิยะวิริยะกุล
มุจรินทร์ รามัญกุล
บริษัท ทีวี รีซอร์ส โพรเทคชั่น จำกัด

Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*



Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

2 ตรวจสอบข้อมูลในบัญชีรายชื่อ

ยี่ห้อ	รุ่นที่มี PFAS	รุ่นที่อาจมี PFAS	รุ่นที่ปลอด PFAS
Angus Fire	Alcoseal 3/3, Alcoseal 3/6, Alcoseal C6 3/6, FP70, C6 FP70, Niagara C6 1:3, Niagara C6 3:3, Petroseal 3, Petroseal 6, Tridol S2, Tridol 'S' 3%, Tridol C6 ATF C3:3, Tridol C6 Ultra 1:3	Forexpan, Niagara 3:3, Nicerol	Expando, Expandol LT, Trainol
Ansul	Ansulite 3% (AFC-3A), Ansulite 3x3		
Auxquimia	Aquafilm AF-3U		
Badger Fire		Universal Ultra AR-AFFF Foam	
Bioex			Ecopol
CheckFire	Commander		

หมายเหตุ: หากไม่พบรายชื่อในบัญชีรายชื่อที่สรุปให้ไว้ให้ใช้วิธีตรวจสอบเอกสาร SDS และ/หรือสอบถามข้อมูลจากผู้ผลิต ตามที่ระบุในขั้นตอนถัดไป

Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

3 4 ตรวจสอบ SDS และ/หรือ สอบถามข้อมูลจากผู้ผลิต

SDS ส่วนใหญ่ ไม่ให้ข้อมูลชนิดและส่วนผสมของ PFOS, PFOA และ PFHxS

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

CAS NO.	Common Name	ACGIH/PPM TWA	ACGIH/PPM STEL	OSHA/PPM PEL	% by wt
7732-18-5	water				70% - 80%
57018-52-7	propylene glycol butyl ether	not established			4% - 7%
	proprietary hydrocarbon surfactant				proprietary
	proprietary fluorosurfactant	N/A	N/A	N/A	proprietary
	polysacchaaride gum	N/A	N/A	N/A	1% - 2%

3. HAZARDS IDENTIFICATION

Routes of entry: Dermal, inhalation and ingestion

Potential Health Effects: May cause skin and eye irritation.

Carcinogenicity: Not a carcinogen.

*****READ THE ENTIRE MSDS FOR A COMPLETE HAZARD ASSESSMENT*****

2. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

CONTAINING HAZARDOUS AND/OR REGULATED COMPONENTS

Chemical Name	Percentage	CAS Number	OSHA PEL
Water	70-80%	7732-18-5	NO
Diethylene glycol monobutyl ether	4-7%	112-34-5	YES
Proprietary hydrocarbon surfactant	proprietary	proprietary	NO
Proprietary fluorosurfactant	proprietary	proprietary	NO
Polysaccharide gum	1-2%	proprietary	NO

SDS ของ Fluorine-free foams ผู้ผลิตมักระบุคำว่า 'Fluorine-free' และมักไม่ปิดบังส่วนผสม

SECTION 1 – IDENTIFICATION OF THE MATERIAL AND SUPPLIER

Product Identifier:	**Fluorine Free Protec F3 Foam 6%**
Other Means of Identification:	**Part Number** **Product Description** **R6FFPF20** **Fluorine Free Protec F3 6% Foam Concentrate 20litre container**

SECTION 3 – COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

General Information:

Fire fighting foam based on water soluble detergents.

Chemical Name	CAS Number	Proportion
Fatty acids, coco, compounds with diethanolamine	61790-63-4	0-5%
Triethanolamine Lauryl Sulphate	139-96-8	0-5%
Sodium Lauryl Ether Sulphate	68585-34-2	0-5%
Dietglycol mono butyl ether	112-34-5	5-10%
Alkyl polyglucosides – C8-C10	68515-73-1	0-5%
Sodium (C14-16) olefin sulfonate	68439-57-6	0-5%
Water	7732-18-5	70-85%

3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

This product is a mixture.

Component	CAS Number	Concentration*
Propylene Glycol Monobutyl Ether	5131-66-8	3 - 7%
Sodium Decyl Sulfate	142-87-0	1 - 5%
Sodium Octyl Sulfate	142-31-4	1 - 5%
Sodium laureth sulfate	68891-38-3	1 - 5%
Butanedioic acid, 2-sulfo-, C-isodecyl ester, disodium salt	37294-49-8	0.5 - 1.5%
1-Dodecanol	112-53-8	0.1- 1.0%
1-Tetradecanol	112-72-1	0.1- 1.0%

*Exact concentration withheld as trade secret.

Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

5 เก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบ

กรณีที่ไม่ได้ข้อมูล ไม่สามารถหาข้อมูลได้ หรือ ไม่สามารถระบุ ชื่อผลิตภัณฑ์ หรือผู้ผลิตได้ หรือไม่สามารถยืนยันได้ว่าโฟมที่ถือครอง มี หรือ ไม่มี PFAS ก็จำเป็นต้องส่งตัวอย่างโฟมไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ

PFAS สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ ทั้งทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง

"ดูแลตัวอย่างที่สงสัยว่ามี PFAS หรือสารประกอบ organofluorine ลักษณะเดียวกับการดูแลวัตถุติดเชื้อ (เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรค)

Samples suspected to contain PFAS or other organofluorine compounds are handled using essentially the same techniques employed in handling infectious materials.

US EPA (2022)

WARNING: Contain per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS)

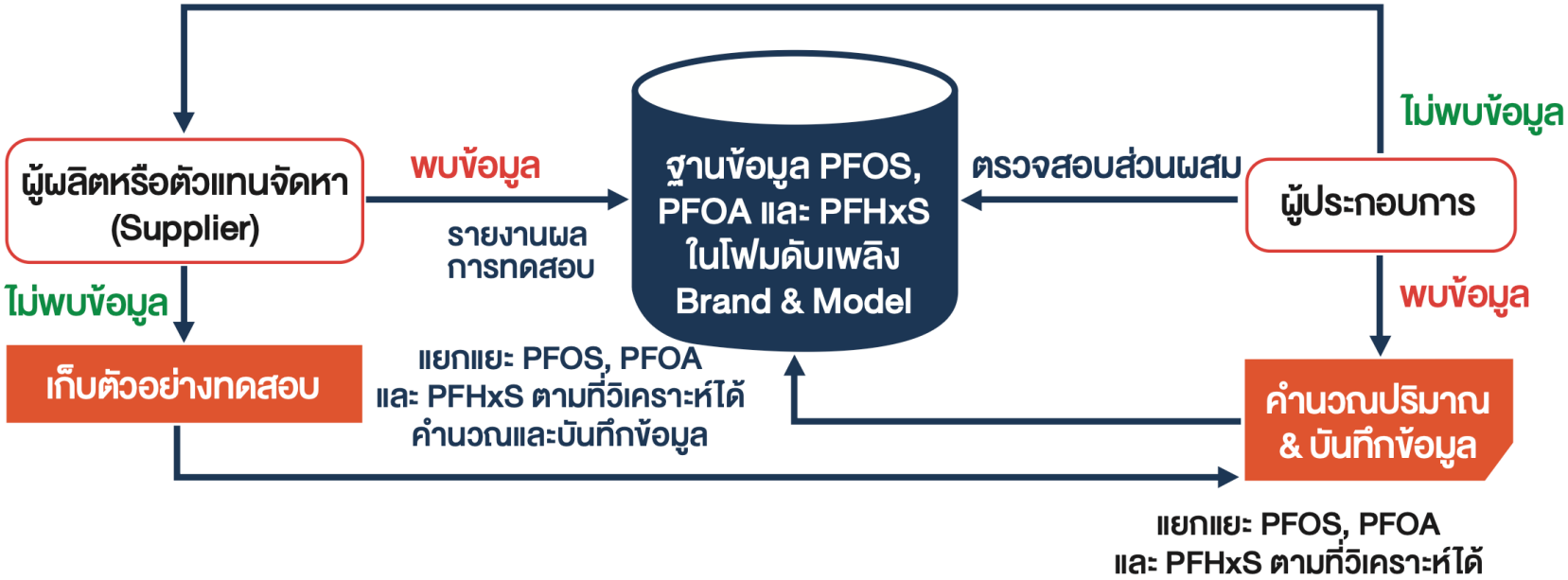
Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

6 การปรับปรุงข้อมูลบัญชีรายชื่อ

เมื่อได้รับรายงานผลทดสอบ เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย จะทำการปรับปรุงข้อมูลในระบบฐานข้อมูล PFAS ในโฟมดับเพลิง โดยข้อมูลที่จะมีการจัดเก็บ จะประกอบด้วย

- ชื่อยี่ห้อและรุ่น ของผลิตภัณฑ์โฟมดับเพลิง
- ปีที่ผลิต
- ข้อมูลเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างที่ทดสอบ และการทดสอบ
- รายการและปริมาณสาร POP PFAS ตามที่วิเคราะห์ได้
  - กรณีที่ตรวจสอบแล้ว พบ POP PFAS รายชื่อโฟมดับเพลิงนี้ จะไปปรากฏในบัญชีรายชื่อ Positive List
  - กรณีที่ตรวจสอบแล้ว ไม่พบ POP PFAS รายชื่อโฟมดับเพลิงนี้ จะไปปรากฏในบัญชีรายชื่อ Negative List
- วัน เดือน ปี ที่ทำการปรับปรุงข้อมูล และผู้ปรับปรุงข้อมูล



Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

6 การปรับปรุงข้อมูลบัญชีรายชื่อ

การบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำยาโฟมดับเพลิงเข้มข้น

ชนิดโฟม	ยี่ห้อ	รุ่น	วันที่รับโฟมเข้าสต็อก	ปริมาณ (ลิตร)	ลักษณะการเก็บ	สถานที่จัดเก็บ	วันที่บันทึกข้อมูล	ผลการตรวจสอบ PFOS, PFOA และ PFHxS
					โปรดบันทึกแยกแยะ เช่น ปริมาณใน Bladder ปริมาณใน Fire Truck เก็บในถังสำรอง ถัง 1,000 ลิตร ถัง 200 ลิตร ถัง 20 ลิตร			

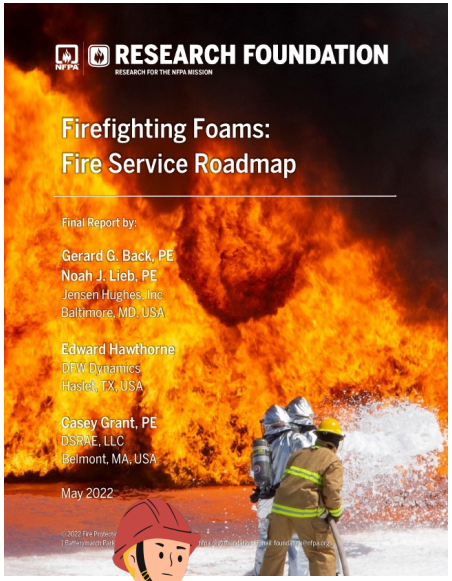
"กรณีที่ไม่มีข้อมูลยืนยันได้ว่าเป็นโฟมปลอด PFAS ให้ถือว่าโฟมนั้นปนเปื้อน POP PFAS และควรติดป้ายเตือนและแยกโฟมเหล่านี้ ออกจากโฟมที่ปลอด PFAS (ถ้ามี) และควรมีแผนการจัดการรองรับ"

Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

แนวทางปฏิบัติเพื่อการบ่งชี้และการบันทึกข้อมูลโฟมดับเพลิงที่มีหรือไม่มี *PFOS, PFOA หรือ PFHxS*

โฟมดับเพลิงปลอดฟลูออรีน: NFPA Roadmap

NFPA Roadmap



ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานควบคุมคุณภาพ การทำความสะอาดท่อและอุปกรณ์ NFPA Roadmap จึงแนะนำให้ทำตามกฎหมาย หรือยึดระดับมาตรฐานของ USEPA หรือคุณภาพน้ำของยุโรปไปก่อน

ลดการสัมผัส PFAS จากทุกแหล่ง

- พนักงานดับเพลิงควรลดโอกาสรับสัมผัส PFAS จากทุกแหล่งให้เหลือน้อยที่สุด
- สวมใส่ชุดอุปกรณ์ป้องกันตัวอย่างเหมาะสม ใส่ถุงมือ แว่นตานิรภัย และชุดเครื่องช่วยหายใจ เมื่อต้องจับต้องโฟมดับเพลิง หรือเข้าไปในพื้นที่ที่มีโฟมดับเพลิง AFFF และสวมใส่ PPE ทุกครั้ง
- กรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสัมผัสได้ ควรทำความสะอาดร่างกาย เพื่อลดปริมาณที่จะได้รับเข้าสู่ร่างกาย
- ล้างทำความสะอาดชุด PPE ที่เปื้อน AFFF ทันทีหลังเสร็จสิ้นภาระกิจ และเก็บรักษาชุด PPE เหล่านี้อย่างมิดชิด

การกำจัดโฟม AFFF

ห้าม นำโฟมดับเพลิง AFFF เข้มข้นไปเจือจางและทิ้งลงสู่แหล่งน้ำและ/หรือระบบบำบัดน้ำเสีย

ควร เก็บรักษาโฟมที่หมดอายุอย่างปลอดภัย โดยระวังไม่ให้เกิดอุบัติเหตุและนำไปสู่การรั่วไหลลงสู่สิ่งแวดล้อม และปฏิบัติตามคำแนะนำในการบำบัดหรือกำจัดของรัฐบาล

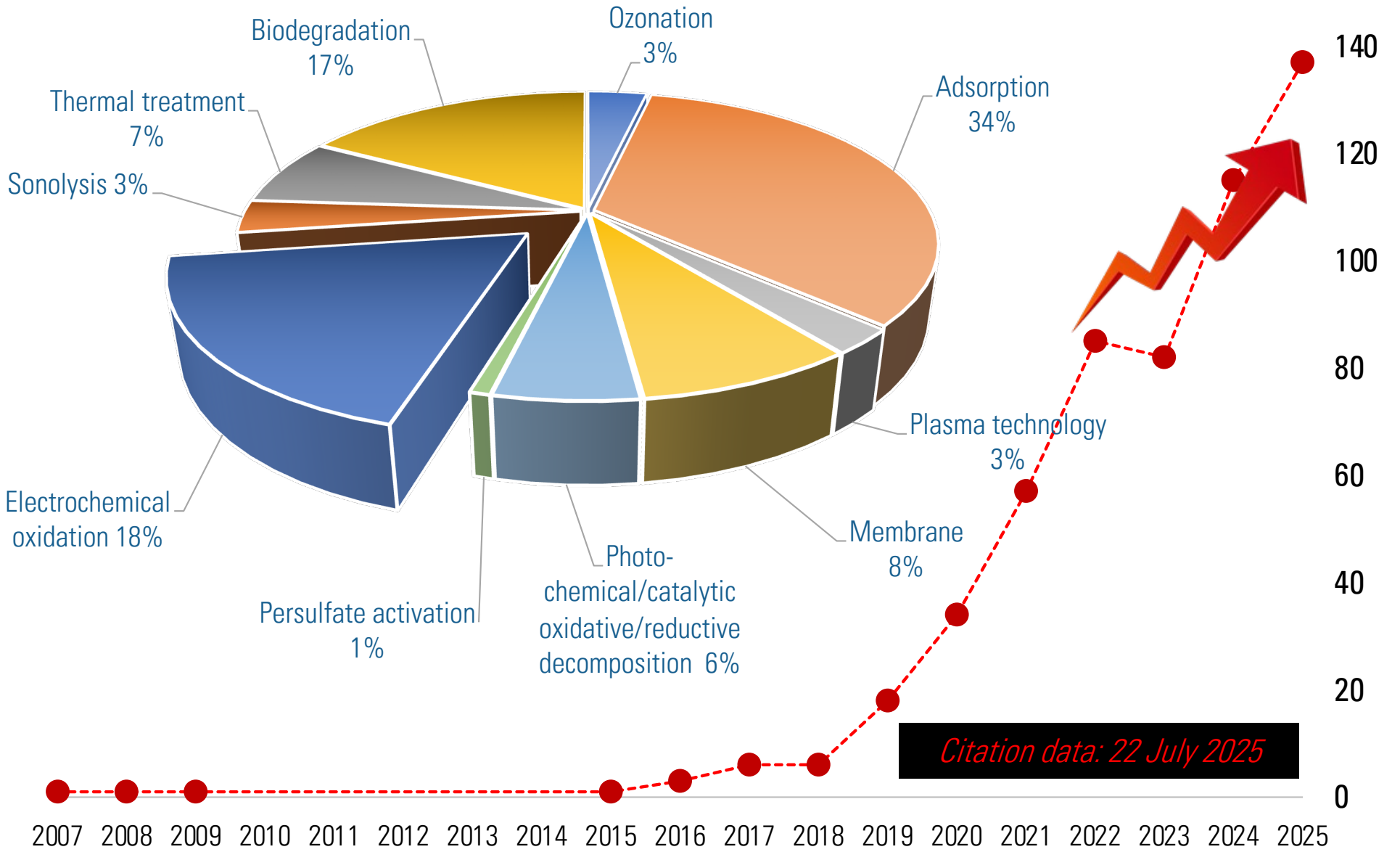
Source: Provision of services for survey and registration of firefighting foam containing PFOS, PFOA, and PFHxS in Thailand, funded by UNIDO (November 2022-August 2023)

Treatment Technology

เทคโนโลยีการบำบัดสารกลุ่ม PFAS

Treatment Technology

เทคโนโลยีการบำบัดสารกลุ่ม PFAS



Publication on Treatment technologies of PFAS for the past 18 years

Treatment Technology

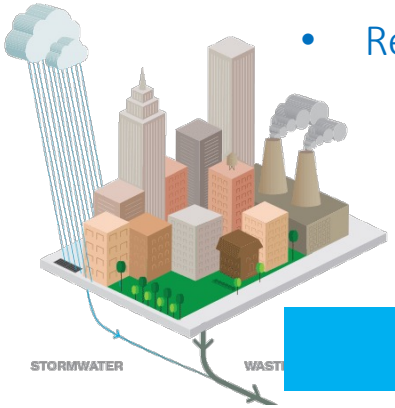
เทคโนโลยีการบำบัดสารกลุ่ม PFAS

Non-Destructive treatment

- Adsorption
- Ion Exchange
- Filtration
- Reverse Osmosis

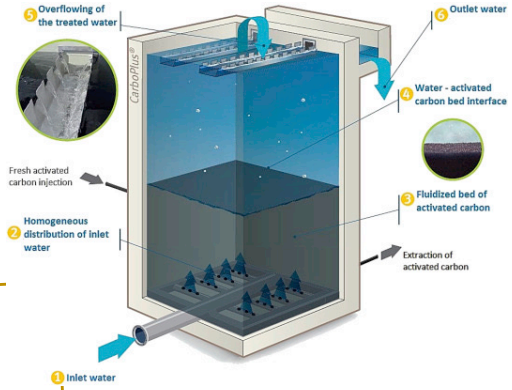
Destructive treatment

- Photolysis & Photocatalysis
- Sonochemical
- Electrochemical
- Thermal degradation
  - Persulfate
  - Biological
  - Ozone



Individual Method for PFAS Remediation

Treatment Train for PFAS Remediation



Tandem treatment train

GAC Adsorption
Persulfate

Nanofiltration
Electrochemical

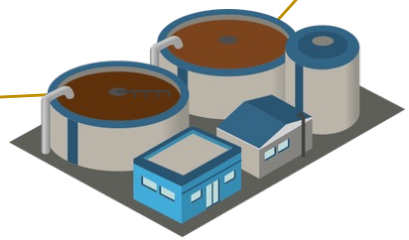
Biochar Adsorption
Zero-Valent Iron

Parallel treatment train

E-Fenton
Electrochemical

Persulfate
Hydrogen peroxide

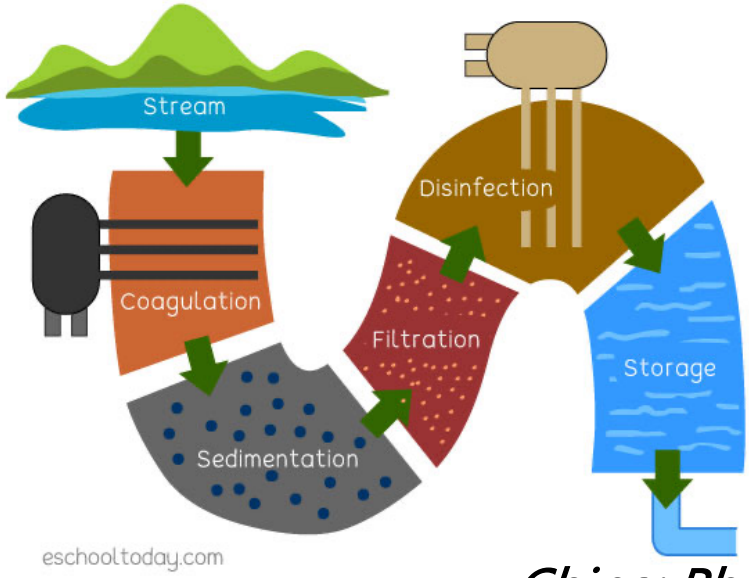
Thermolysis
Photolysis



Sources: Hori et al., 2008; Li et al., 2011; Niu et al., 2017; Vecitis et al., 2010; Wang et al., 2013; Zushi et al., 2009; Huang, 2013; Huang and Jaffé, 2019.

Treatment Technology

เทคโนโลยีการบำบัดสารกลุ่ม PFAS



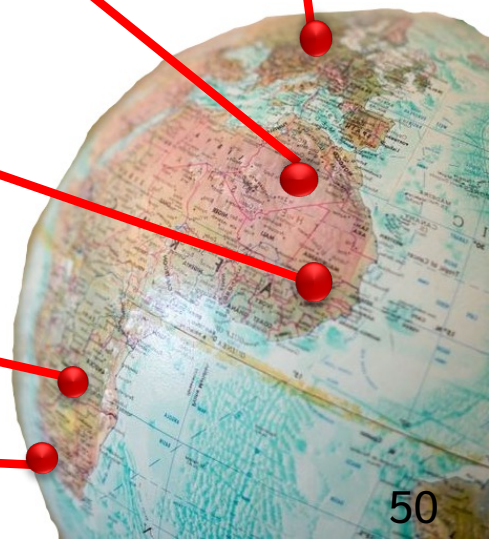
Norway: Activated Carbon
(Groundwater)
PFOS: 97%
PFOA: 88%
Hansen et al., (2010)

Taiwan: Ozone
(Synthetic Water)
PFOS: 85%
PFOA: 90%
Lin et al., (2012)

China: Photocatalytic Process
(Tap Water)
ΣPFAS : 97%
Li et al. (2016)

Thailand: Conventional Process
(Tap Water)
ΣPFAS: -27%
Tabtong et al. (2015)

Electrochemical oxidation:
(Wastewater, Groundwater)
ΣPFAS 50-98%
Xiao et al. (2011); Schaefer , et al. (2018)



50

PFAS

Center Project

Faculty of Fisheries, Kasetsart University

FOAM TRANSITION MASTERCLASS: 1st August 2025

Thank you