



การจัดการสาร POPs และสารอันตรายอื่นๆ ใน E-waste

Addressing POPs and Other
Hazardous Substances in E-Waste

ดร. บุจรินทร์ ราษฎร์กุล
ผู้ดำเนินการอภิปราย

23 ธันวาคม 2567

Thai WEEE and International Environmental Agreements



POPs Industrial Chemicals:

- Process chemicals → Contamination
- Additives in products → Remain in WEEE
- Contamination in Secondary Materials

Elimination &
Management



E-waste Amendments
Plastic Waste Amendments
Low POPs Contents

Transboundary
& ESM

Plastic
Treaty

- Chemical of concerns in plastic products (&Waste)
- Emission of Plastic Pollution & Microplastics

Product Design
& Lifecycle Mgt

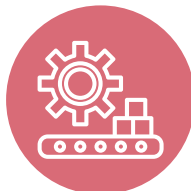


กลุ่มของสาร POPs



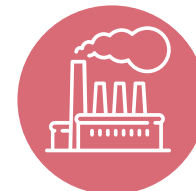
เคมีเกษตร

DDT, Mirex,
Chlorpyrifos,
Aldrin, Chlordane,
Chlordecone,
Dicofol, Dieldrin,
Endrin, Lindane,
Methoxychlor



เคมีอุตสาหกรรม

PFOS, PFOA, PFHxS,
SCCPs, PBDE, PCB,
HBCD
(MCCPs, LC-PFCAs)



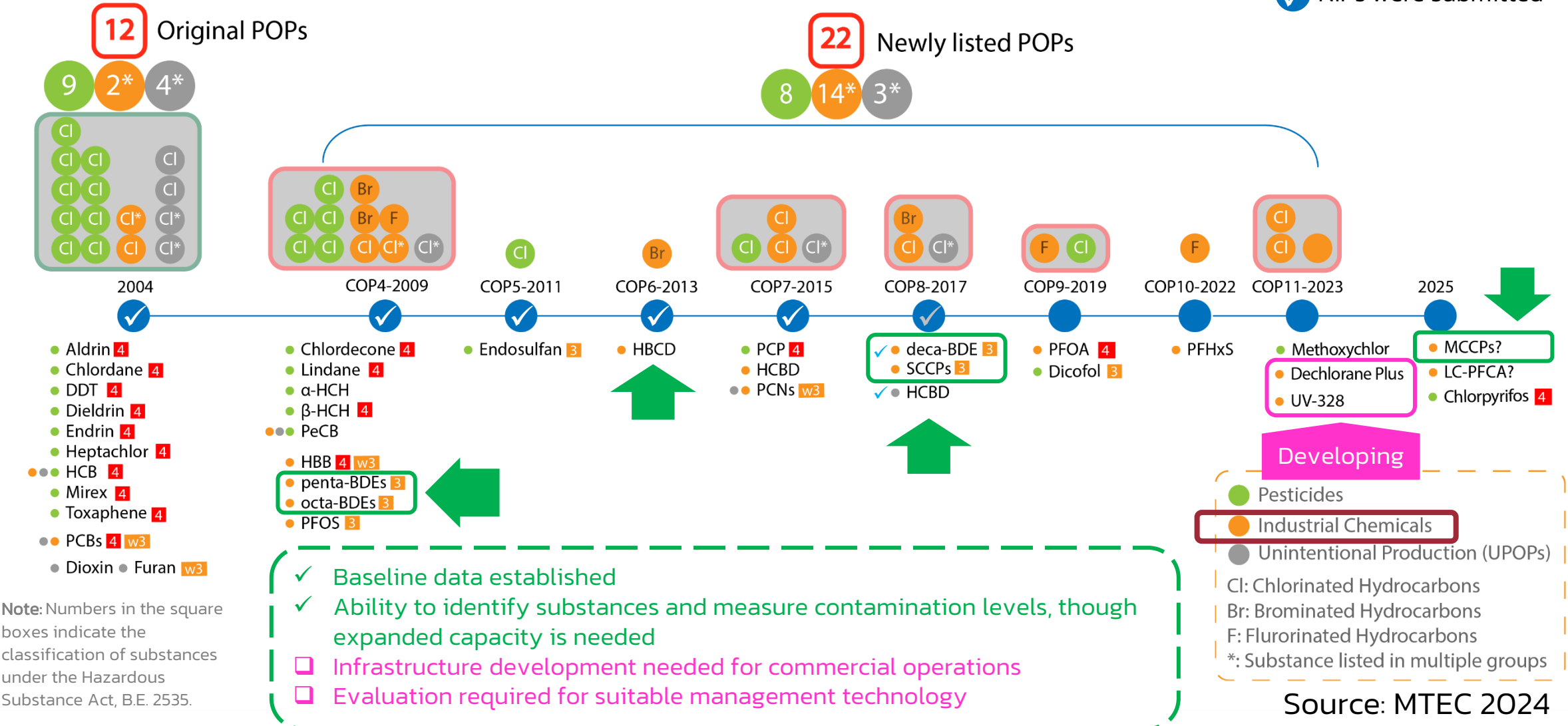
สารที่ก่อโดยไม่ตั้งใจ

Dioxin/Furan
PCB, HCB

SC POPs Industrial Chemicals

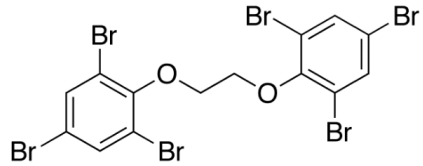
Potentially Present in Thai E-Waste

✓ NIPs were submitted



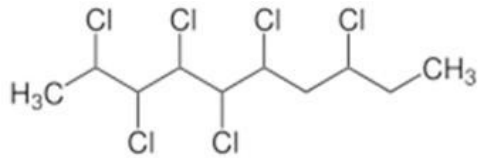
Note: Numbers in the square boxes indicate the classification of substances under the Hazardous Substance Act, B.E. 2535.

สาร POPs รายการอื่น – มีในผลิตภัณฑ์ แต่ยังไม่ถูกเสนอขึ้นบัญชี



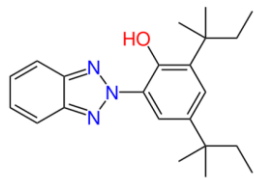
Brominated Flame Retardants

PBDE, HBCD
(Novel BFR: BTBPE, DBDPE, ...)



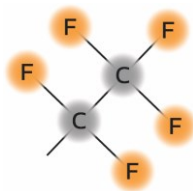
'Dual function'
(Plasticizers & FR)

SCCPs, MCCPs, (LCCPs)
PIP (3:1)



UV Stabilizers &
Anti-oxidants

UV-328, UV-326, ...
2,4,6-TTBP



PFASs

PFOS, PFOA, PFHxS, LC-PFCA,
PFHxA

...

- Health Risk
- Risk of contamination in secondary parts/raw materials

Other Substances of Concern (SOC) in e-waste

Toxic metals

Sb, Pb, Cd, Hg, Cr(VI), Organotin, ...

Other POPs

Novel BFR, PFAS, UV stabilizers, PAH,
Other CPs?

Non-POPs SOC

Chlorinated Phosphate Esters,
Toxic Plasticizers (Short-chain Phthalates),
Antioxidants & Stabilizers

(ODS – in materials)

HCFC Blowing agent & Oils, ...

- Health Risk
- Risk of contamination in secondary parts/raw materials



อนุสัญญาสตอกโฮล์ม

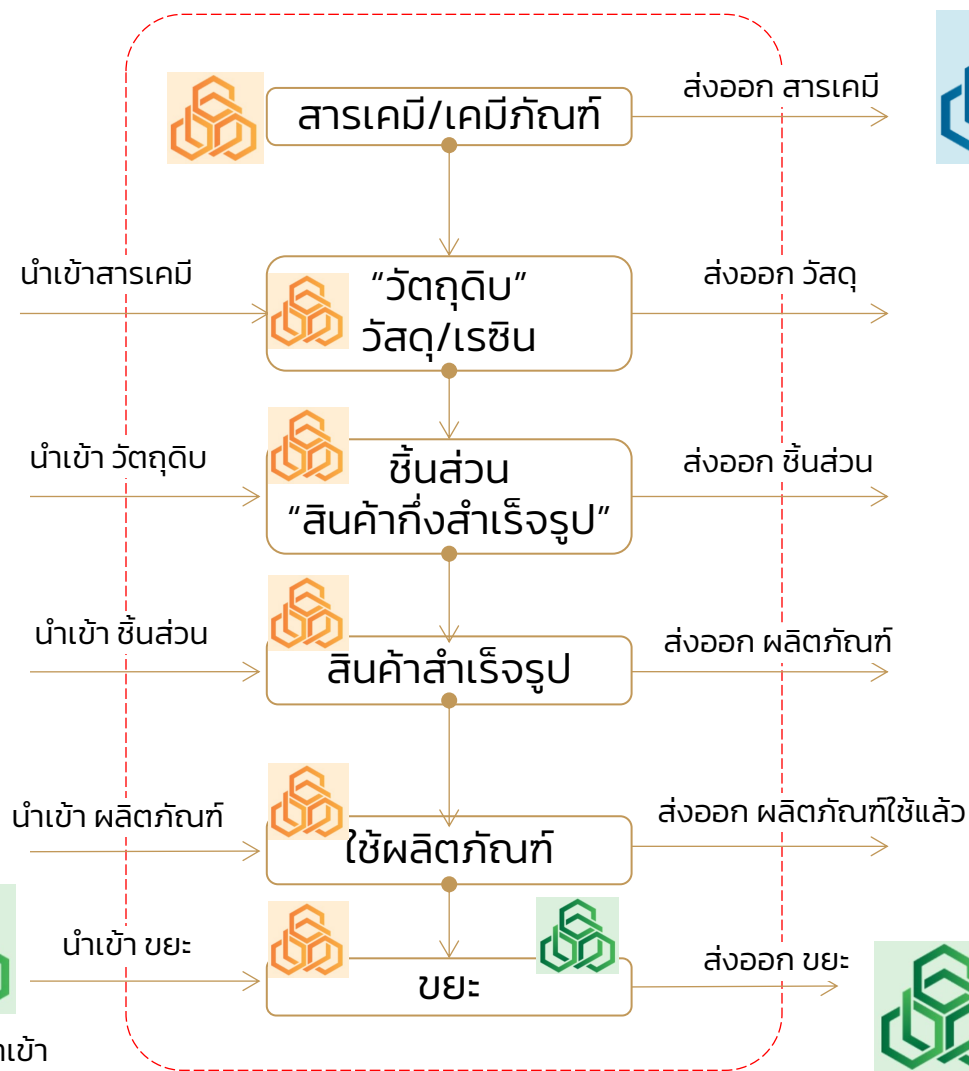
ครอบคลุมตลอดวงจรชีวิตของสารเคมี



ผู้ส่งออกต้องแจ้ง
ประเทศผู้นำเข้า
ก่อนส่ง



RoHS
REACH



prior informed consent (PIC)



แจ้งประเทศปลายทาง
(ที่แสดงความจำนง)
ก่อนส่ง

- ❑ สารเคมี
 - ❑ หยุดผลิต หยุดนำเข้า หยุดส่งออกสารเคมี (Global)
 - ❑ จัดการกับสารเคมีค้างสต็อก
- ❑ ชิ้นส่วน/ผลิตภัณฑ์
 - ❑ มาตรการลดความเสี่ยงจากการได้รับสาร
 - ❑ ลดโอกาสเกิดการแพร่กระจาย
- ❑ ขยะ/ของเสีย
 - ❑ ดึงกลับมาทำจัด/บำบัดอย่างถูกวิธี (ESM)
 - ❑ ป้องกันการปะปนกับวัสดุอื่น → กลับไปกระจายใหม่
 - ❑ ป้องกันไม่ให้นำกลับไปรีไซเคิล → กระจายไปในวงกว้างขึ้น
- ❑ พื้นที่ปนเปื้อน
 - ❑ มาตรการลดความเสี่ยงจากการได้รับสาร & การแพร่กระจาย

อนุญาตเฉพาะเพื่อนำเข้า
มาทำจัดอย่างถูกวิธี



อนุญาตเฉพาะเพื่อนำไป
ทำจัดอย่างถูกวิธี



E-waste Amendments (BC-15/18)

Effective: 1 January 2025

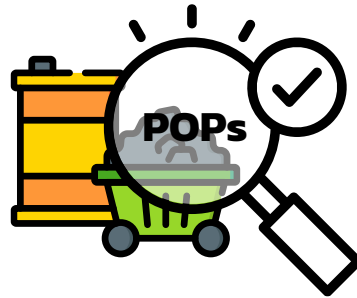
- **Annex II** (Wastes Requiring Special Consideration):
 - **Y49: Electrical and electronic waste**
 - WEEE, WEEE Components, Waste arise from processing of WEEE or WEEE components
- **Annex VIII** (Subject to the PIC procedure):
 - **A1180 → A1181**
 - WEEE, WEEE Components, Waste arise from processing of WEEE or WEEE components
- **Annex IX** (wastes presumed not to be hazardous)
 - **ลบบรายการที่เกี่ยวข้องกับ E-waste ออก (B1110, B4030)**

POPs Waste



Domestic
responsibility

Waste
– Contain POPs?



Above LPC
of that POP?

- ☐ Eliminate or minimize **POPs in products and waste**,
- ☐ Develop appropriate strategies for identifying POPs (stockpile, in products/articles in use & in waste)
- ☐ **ESM**: Safely destroy or transform POPs waste

Above LPC

- ☐ POPs must be destroyed or **irreversibly transformed**
 - List of acceptable methods
- ☐ Prohibit recycling, recovery, reclamation, direct reuse or alternative use of the POPs;
- ☐ Prohibit transboundary movement, except for safe disposal
- ☐ **Landfilling is prohibited**



Transboundary

- ☐ Waste classification
 - Waste with POPs > LPC are classified as **Hazardous Waste**
- ☐ Establish ESM guideline for POPs waste
- ☐ Control transboundary movement of POPs Waste
- ☐ Minimize the generation of POPs waste through upstream measure
- ☐ Monitoring and Reporting

Below LPC

- ☐ Manage in an environmentally sound manner
- ☐ Controlled landfilling, reuse, or recycling, is acceptable provided it does not lead to significant POPs release or pose risks.

LPC = Low POPs Content

ESM = Environmentally Sound Management

Low POPs Content (LPC)

Key Considerations



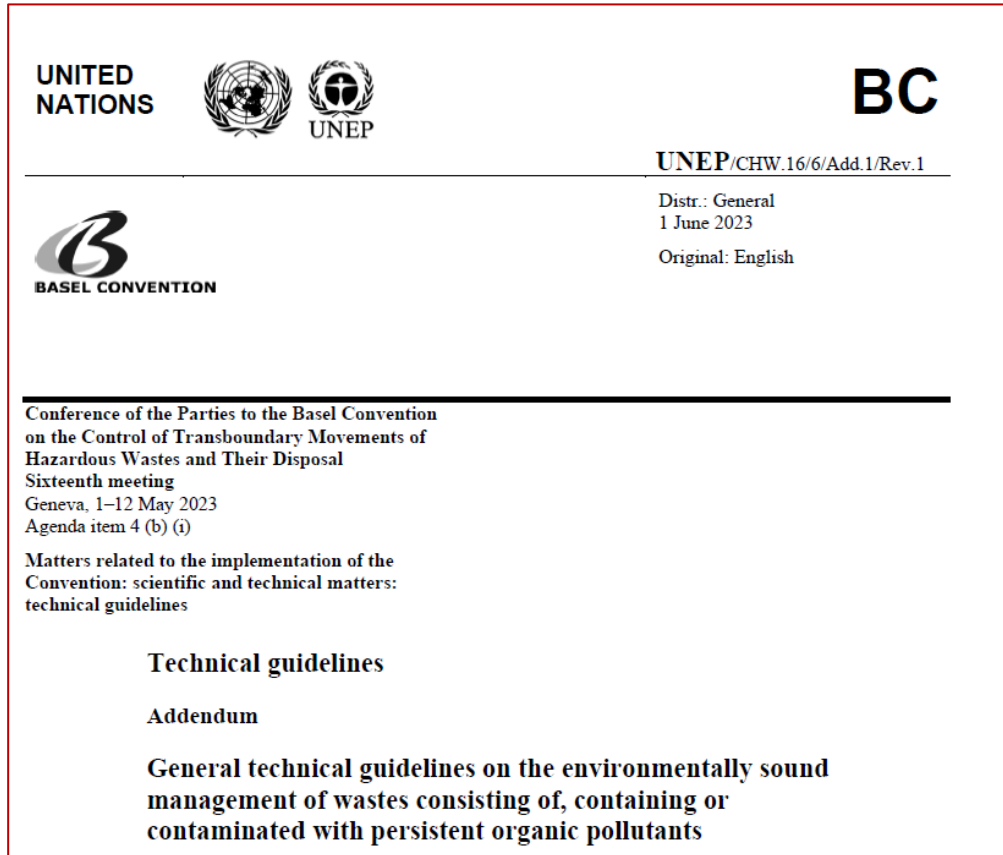
Capacity to assess
LPC will be discussed
in the next section

1. Environmental and human health considerations
 - Are there additional essential considerations or data from a more practical waste management perspective (beyond what's already agreed under BC & SC)
2. Availability of adequate **capacity for analysis**
 - What analytical methods are used? What are the analytical limits?
3. Range of concentrations in articles, materials and waste
 - Any new data/information
4. Limit values within national legislation
 - Does your country consider the low POP content in the general technical guidelines to be the hazardous level for determining control of hazardous waste under the Basel Convention?
5. **Availability of identification and separation technology**
 - Is technology available in your country to identify and separate wastes containing this POP above or below each of the low POP content values identified above
6. **Availability of treatment technology**
7. Limitations of knowledge and data
 - Are there any known data gaps for this specific POP or information that would be needed to inform your country's assessment of each low POP content value identified above?
8. Economic considerations
 - What would be the approximate cost of implementing each low POP content value identified above in your country, taking into account, among other things, the cost of sampling waste streams, cost of treatment, volume of waste that needs to be treated, additional human resources required, etc.

Provisional LPC

POP	Low POP content	(Analysis Technique)
HBCD	100 mg/kg or 500 mg/kg or 1000 mg/kg	GC-MS, LC-MS, GC-FID
C-penta & c-OctaBDE	50 mg/kg or 1000 mg/kg as a sum	GC-MS
C-penta, c-octa & c-decaBDE	[50 mg/kg as a sum] [500 mg/kg as a sum] [1000 mg/kg as a sum]	GC-MS
PCBs	50 mg/kg	GC-ECD-MS, MS/MS
PFOA	[50 mg/kg] [1 mg/kg (PFOA and its salts), 40 mg/kg (Sum of PFOA-related compounds)] [0.025 mg/kg for PFOA and salts; 10 mg/kg for related compounds] [in Waste Aqueous Film Forming Foams (AFFF) - 0.025 mg/kg for PFOA and its salts, and - 1 mg/kg for related compounds]	LC-MS/MS
PFHxS	1 mg/kg (PFHxS and its salts), 40 mg/kg (sum of PFHxS-related compounds)	LC-MS/MS
PFOS	[5 mg/kg or] 50 mg/kg	LC-MS/MS
SCCPs	[100 mg/kg] [1 500 mg/kg] [10 000 mg/kg]	GC-ECNI-MS, GC-TOF-MS, HRGC-HRMS, LC-MS/MS

ESM of POPs Waste (2023)



IV.A: General Considerations

IV.B: Legislative and regulatory framework

IV.C: Waste prevention and minimization

IV.D: Identification of wastes

- (inventories)

IV.E: Sampling, analysis and monitoring

IV.F: Handling, collection, packaging,
labelling, transportation and storage

IV.G: Environmental sound disposal

IV.H: Remediation of contaminated sites

IV.I: Health & safety

IV.J: Emergency response

IV.K: Public participation

IV.B: Legislative and regulatory framework

กำหนดให้ Waste ที่มี POPs เท่ากับหรือเกิน LPC เป็น Hazardous wastes

1. กำหนด Phase-out dates

(รวมถึงวันที่ต้องนำ POPs และสินค้า/Articles ที่มี POPs เกิน LPC ไปกำจัดอย่างถูกวิธี)

2. Transboundary movement requirements

กำจัดเองในประเทศ – เว้นแต่จะส่งไปกำจัดอย่างถูกวิธีในประเทศอื่น ตามเงื่อนไขที่กำหนด

3. Specifications for containers, equipment, bulk containers and storage sites containing POPs

4. Health and safety

protect workers from possible exposure to POPs

5. Specifications of **acceptable procedures for sampling and analysis of POPs**

6. **Requirements for waste treatment and disposal facilities**

...

IV.C: Waste prevention

Elements of a waste prevention and minimization program

- 1 ID กระบวนการที่อาจก่อ uPOPs → หาวิธีป้องกัน
- 2 ID กระบวนการที่ใช้ POPs หรือ ก่อ POP wastes → เลิกใช้ & ใช้ทางเลือกอื่น
- 3 ID สินค้าหรือสิ่งของ ที่ประกอบด้วย มีส่วนผสม หรือ ปนเปื้อนสาร POPs
- คัดแยก นำไปกำจัดตามวิธีที่ยอมรับ
- 4 ลดปริมาณการก่อ POP wastes
- แยกที่ต้นทาง ป้องกันการปนเปื้อน

IV.G: Technologies for the destruction & irreversible transformation of POPs in wastes

Minimum DE=99.999%
Minimum DRE= 99.9999%

Technology	HBCD	PCB	POP– PFASs**	POP– BDEs	SCCPs
(a) Alkali metal reduction	ND	Yes	ND	ND	ND
(b) Advanced solid waste incineration (ASWI)	Yes	ND	ND	Yes	Yes
(c) Base catalyzed decomposition (BCD)	ND	Yes	ND	ND	ND
(d) Catalytic hydrodechlorination (CHD)	ND	Yes	ND	ND	ND
(e) Cement kiln co-incineration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
(f) Gas phase chemical reduction (GPCR)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
(g) Hazardous waste incineration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
(h) Plasma arc	ND	Yes	ND	ND	ND
(i) Plasma melting decomposition method (PMD)	ND	Yes	ND	ND	ND
(j) Supercritical water oxidation (SCWO) and subcritical water oxidation	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
(k) Thermal and metallurgical production of metals	ND	ND	ND	Yes	ND

****: Destruction** ได้ตามข้อกำหนดของ SC เท่านั้น - ไม่ยืนยันว่า จะไม่ก่อให้เกิด PFASs ชนิดใหม่

Destruction efficiencies

Minimum DE=99.999%
Minimum DRE= 99.9999%

$$DE = \frac{(\text{POP content within waste} - \text{POP content within gas, liquid and solid residual})}{\text{POP content within the waste}}$$

$$DRE = \frac{(\text{POP content within waste} - \text{POP content within gas residual})}{\text{POP content within the waste}}$$

DE = Destruction Efficiency
= percentage of POP content within the waste destroyed or irreversibly transformed by a particular method or technology
DRE = Destruction Removal Efficiency



ประเด็นหารือ รอบแรก

Discussion

1. กรอบกฎหมาย

Regulatory Framework and Compliance

2. ประเด็นด้านเทคนิค ในการจัดการ POPs Waste

Technical Aspects of POPs Waste Management

3. การป้องกันและการลดความเสี่ยง

Prevention and Risk Mitigation

1. กรอบกฎหมาย

Regulatory Framework and Compliance



1. Effectiveness of Existing Regulatory Frameworks:

กฎหมายที่มีอยู่ มีประสิทธิภาพในการจัดการกับสาร POPs และสารอันตรายในขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพียงใด?

How effective are current regulatory frameworks in addressing POPs and hazardous substances in e-waste?

2. Gaps in Enforcement:

มีปัญหาในการบังคับใช้กฎหมาย ที่เกี่ยวข้องกับสารอันตรายและสาร POPs ในขยะอิเล็กทรอนิกส์หรือไม่ อย่างไร?

Are there any gaps in enforcement mechanisms for regulations related to hazardous substances and POPs in e-waste?

2. ประเด็นด้านเทคนิค ในการจัดการ POPs Waste

Technical Aspects of POPs Waste Management



1. Stakeholder Awareness of LPC:

ผู้เกี่ยวข้องมีความคุ้นเคยกับ LPC & ผลกระทบของ LPC ต่อการจำแนกและการจัดการกากของเสียเพียงใด?

How familiar are stakeholders with the concept of Low POPs Content (LPC) and its implications for waste classification and management?

2. Managing Waste Above LPC:

ไทยมีกลไกอะไร ที่จะทำให้มั่นใจได้ว่า กากของเสียที่ปนเปื้อน POPs เกินระดับ LPC จะถูกนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี ตามหลัก ESM

What mechanisms currently exist to ensure that waste exceeding LPC thresholds is treated through ESM technologies?

Low POPs Content (LPC)

Key Considerations

1. Environmental and human health considerations
 - Are there additional essential considerations or data from a more practical waste management perspective (beyond what's already agreed under BC & SC)
2. Availability of adequate **capacity for analysis**
 - What analytical methods are used? What are the analytical limits?
3. Range of concentrations in articles, materials and waste
 - Any new data/information
4. Limit values within national legislation
 - Does your country consider the low POP content in the general technical guidelines to be the hazardous level for determining control of hazardous waste under the Basel Convention?
5. **Availability of identification and separation technology**
 - Is technology available in your country to identify and separate wastes containing this POP above or below each of the low POP content values identified above
6. **Availability of treatment technology**
7. Limitations of knowledge and data
 - Are there any known data gaps for this specific POP or information that would be needed to inform your country's assessment of each low POP content value identified above?
8. Economic considerations
 - What would be the approximate cost of implementing each low POP content value identified above in your country, taking into account, among other things, the cost of sampling waste streams, cost of treatment, volume of waste that needs to be treated, additional human resources required, etc.

Provisional LPC



ความสามารถในการตรวจสอบ/ประเมิน
ระดับสาร POPs แต่ละชนิด ใน E-waste

POP	Low POP content	(Analysis Technique)
HBCD	100 mg/kg or 500 mg/kg or 1000 mg/kg	GC-MS, LC-MS, GC-FID
C-penta & c-OctaBDE	50 mg/kg or 1000 mg/kg as a sum	GC-MS
C-penta, c-octa & c-decaBDE	[50 mg/kg as a sum] [500 mg/kg as a sum] [1000 mg/kg as a sum]	GC-MS
PCBs	50 mg/kg	GC-ECD-MS, MS/MS
PFOA	[50 mg/kg] [1 mg/kg (PFOA and its salts), 40 mg/kg (Sum of PFOA-related compounds)] [0.025 mg/kg for PFOA and salts; 10 mg/kg for related compounds] [in Waste Aqueous Film Forming Foams (AFFF) - 0.025 mg/kg for PFOA and its salts, and - 1 mg/kg for related compounds]	LC-MS/MS
PFHxS	1 mg/kg (PFHxS and its salts), 40 mg/kg (sum of PFHxS-related compounds)	LC-MS/MS
PFOS	[5 mg/kg or] 50 mg/kg	LC-MS/MS
SCCPs	[100 mg/kg] [1 500 mg/kg] [10 000 mg/kg]	GC-ECNI-MS, GC-TOF-MS, HRGC-HRMS, LC-MS/MS

3. การป้องกันและการลดความเสี่ยง

Prevention and Risk Mitigation

1. Risk of unintentional recycling:

มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนลงในวัสดุรอบสองโดยไม่ตั้งใจ เพียงใด

How prevalent is the risk of unintentional recycling or mixing POP-contaminated materials into secondary material streams?

2. Prevent release:

มีกลไกอะไรบ้าง ที่จะช่วย ป้องกันการปลดปล่อยสาร POPs ระหว่างกระบวนการรีไซเคิล หรือการกำจัด e-waste? มีอะไรที่ยังต้องการแก้ไข?

What measures are in place to prevent the release of POPs during e-waste recycling or disposal, and what gaps remain?



ความสามารถระดับชาติ ในการจัดการ POPs ใน E-waste

National Capacity for
Environmentally Sound
Management (ESM) of
POPs in E-Waste

ดร. บุจรินทร์ ราษฎร์กุล
ผู้ดำเนินการอภิปราย

23 ธันวาคม 2567

ด้วยรายการสาร POPs & ข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ...



ภายใต้ข้อจำกัดด้านกำลังคนและงบประมาณของประเทศ

ประเทศไทยจะ **เสริมสร้างความสามารถทางเทคนิค** และปรับกระบวนการทัศนภายในประเทศอย่างไร เพื่อให้สามารถจัดการสาร POPs ในขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน?

With the growing list of POPs and increasingly stringent environmental requirements...

Given the nation's limited budget and manpower, how can Thailand strengthen its technical capacity and shift its national strategy to effectively and sustainably manage POPs in e-waste?



ประเด็นหารือ รอบที่สอง

Discussion

1. ความสามารถด้านเทคนิค
Technical and Operational Capacities
2. ความร่วมมือของผู้มีส่วนได้เสีย
Stakeholder Engagement
3. ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและการเงิน
Economic and Financial Sustainability
4. ความสามารถในการปรับตัวและเศรษฐกิจ
หมุนเวียน
Adaptability and Circular Economy

ขีดความสามารถด้านเทคนิค

Technical and Operational Capacities

1. Irreversible destruction of POPs:

มีปัญหา/อุปสรรคอะไรบ้าง ในการกำจัดหรือทำลายสาร POPs อย่างถาวร?

What challenges exist in implementing technologies for the irreversible destruction or transformation of POPs in waste streams?

2. Implementation of Basel ESM Guideline:

ไทยมีขีดความสามารถทางเทคนิคเพียงพอ ที่จะดำเนินการให้สอดคล้องกับแนวทาง ESM ในการจัดการกับสาร POPs ของอนุสัญญาบาเซล?

Are there sufficient technical capabilities to align with Basel ESM guidelines for managing POPs?

ความร่วมมือของผู้มีส่วนได้เสีย

Stakeholder Engagement

1. Awareness:

ผู้มีส่วนได้เสียหลัก เช่น ผู้รีไซเคิล ผู้รับกำจัดกาก และคนงานนอกระบบ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงจากสาร POPs ใน e-waste มากน้อยเพียงใด?

How aware are key stakeholders, such as recyclers, waste processors, and informal workers, of the risks posed by POPs in e-waste

2. Capacity building:

มีการฝึกอบรมหรือการพัฒนาขีดความสามารถใดบ้าง ที่จะช่วยเพิ่มความเข้าใจและปรับปรุงการจัดการสาร POPs ได้

What training or capacity-building initiatives are needed to improve understanding and management of POPs?

1. Financial Resources:

มีแหล่งเงินทุนอะไรบ้างที่สามารถสนับสนุนการจัดการสาร POPs อย่างยั่งยืน?

What financial resources are available to support sustainable POPs management?

2. Incentives:

มีแรงจูงใจหรือกลไกทางเศรษฐกิจอะไรบ้างที่สามารถส่งเสริมการปฏิบัติตามกฎระเบียบและสนับสนุนแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม?

What economic incentives or mechanisms could enhance compliance and promote environmentally sound practices?

ความสามารถในการปรับตัวและเศรษฐกิจหมุนเวียน

Adaptability and Circular Economy

1. Adaptability:

ระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน สามารถรองรับทางการดำเนินการตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยเฉพาะในกรณีของพลาสติกที่มีสาร POPs มากน้อยเพียงใด?

How adaptable is the current system to integrating circular economy practices, particularly regarding POP-containing plastics?

2. Opportunity:

มีโอกาอะไรบ้างในการปรับปรุงการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่ ในขณะที่เดียวกันก็รับประกันว่าสาร POPs จะไม่ถูกหมุนกลับเข้าสู่กระแสวัสดุหมุนเวียน?

What opportunities exist for improving resource recovery while ensuring POPs do not re-enter secondary material streams?



Thank you

ดร. บุจรินทร์ ราชัญกุล
ผู้ดำเนินการอภิปราย

23 ธันวาคม 2567