

คู่มือ

การประยุกต์ใช้ BAT/BEP

ในการจัดการ PBDEs ใน WEEE

ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นประเทศภาคีสมาชิกอนุสัญญาสตอกโฮล์ม (Stockholm Convention) ซึ่งมุ่งขจัด/ลดความเสี่ยงจาก “สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน” (Persistent Organic Pollutants: POPs) อันเป็นสารอันตรายที่ย่อยสลายยาก สะสมในสิ่งมีชีวิต เคลื่อนย้ายข้ามพรมแดนได้ไกล และเชื่อมโยงกับ ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ที่รุนแรง แม้การปลดปล่อยปริมาณน้อยอย่างต่อเนื่องจากการจัดการหรือการรีไซเคิลก็อาจก่อให้เกิดการรับสัมผัสส่วกว้างขวางในระยะยาวได้

ประเทศไทยเป็นภาคีสมาชิกอนุสัญญาสตอกโฮล์ม (Stockholm Convention) ซึ่งมุ่งขจัด/ลดความเสี่ยงจาก “สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน” (Persistent Organic Pollutants: POPs) อันเป็นสารอันตรายที่ย่อยสลายยาก สะสมในสิ่งมีชีวิต เคลื่อนย้ายข้ามพรมแดนได้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม แม้การปลดปล่อยเพียงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่องจากการจัดการหรือการรีไซเคิลก็อาจก่อให้เกิดการรับสัมผัสส่วกว้างขวางและยาวนานได้

สาร POPs หลายชนิดถูกใช้เป็นส่วนเติมแต่งในวัสดุสำหรับผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (EEE) เพื่อเพิ่มสมรรถนะ เช่น หน่วงการติดไฟ ทนรังสียูวี เพิ่มความยืดหยุ่น ลดแรงเสียดทาน หรือกันน้ำกันสิ่งสกปรก เมื่อผลิตภัณฑ์เหล่านี้หมดอายุและกลายเป็นขยะเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (WEEE) จึงจำเป็นต้องแยกชิ้นส่วน/วัสดุที่มีหรือปนเปื้อนสาร POPs ออกไปกำจัดอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally Sound Management: ESM) ให้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติที่ประชุมรัฐภาคียอมรับ

กรอบปฏิบัติสำหรับการจัดการของเสียที่มีหรือปนเปื้อนสาร POPs (POP waste) ได้ถูกรวบรวมไว้ในเอกสารสำคัญ ได้แก่

- คู่มือปฏิบัติทางเทคนิคทั่วไปในการจัดการของเสียที่มี/ปนเปื้อนสาร POPs อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Secretariat of the Basel Conventions 2022)
- คู่มือปฏิบัติทางเทคนิคเฉพาะสำหรับของเสียที่มี/ปนเปื้อน Penta-BDE, Octa-BDE, DecaBDE และ Dechlorane Plus (Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions 2021)
- คู่มือเทคโนโลยีที่ดีที่สุด/แนวปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุด (BAT/BEP) สำหรับการจัดการสาร POPs รายการสำคัญ เช่น PBDEs และ Dechlorane Plus, SCCPs, UV-328 รวมถึง PFOS และ PFOA (Stockholm Convention BAT/BEP Group of Experts, 2021; 2024a; 2024b; 2025)

ในฐานะภาคี ประเทศไทยมีพันธกรณีในการกำหนดมาตรการภายในประเทศเพื่อให้มั่นใจว่า การจัดการสาร POPs ที่เกี่ยวข้องดำเนินไปตามหลัก ESM และสอดคล้องกับแนวทาง BAT/BEP ที่ที่ประชุมรัฐภาคียอมรับ

อย่างไรก็ดี แม้คู่มือเหล่านี้จะระบุ “สิ่งที่ต้องจัดการ” (the **What**) ก่อนข้างชัดเจน แต่ยังคงขาดรายละเอียดเชิง “การประยุกต์ใช้” (the **How**) ในบริบทหน่วยงานของไทย ด้วยเหตุนี้ UNIDO ร่วมกับกรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงมอบหมายให้ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) จัดทำ “คู่มือการประยุกต์ใช้ BAT/BEP สำหรับการจัดการ PBDEs ใน WEEE” ที่สอดคล้องกับบริบทและขีดความสามารถของประเทศไทย ฉบับนี้ขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (GEF)

ในการจัดทำคู่มือฉบับนี้ เอ็มเทคได้นำหลักคิดและข้อกำหนดจาก

- มาตรฐานการจัดการ e-waste อย่างยั่งยืนของ IEC (IEC CDV 63395 (IEC 2024) และ

- มาตรฐานความยั่งยืนและการติดตามย้อนกลับในการนำวัสดุหุติยภูมิกลับมาใช้ประโยชน์ (ISO 59014:2024 (ISO 2024))

มาประยุกต์ใช้ เพื่อแปลงข้อกำหนด **ESM** ตามอนุสัญญาบาเซล (Basel Convention: **BC**) และแนวทาง **BAT/BEP** ตามอนุสัญญาสตอกโฮล์ม (Stockholm Convention: **SC**) ให้ปฏิบัติได้จริงสอดคล้องกับแนวทางสากล เอกสารนี้มุ่งหวังให้ผู้จัดการ WEEE ที่นำไปใช้ สามารถบริหารจัดการได้สอดคล้องทั้งกับมาตรฐานสากลและข้อบทของอนุสัญญา โดยเฉพาะการดำเนินการให้มั่นใจว่า

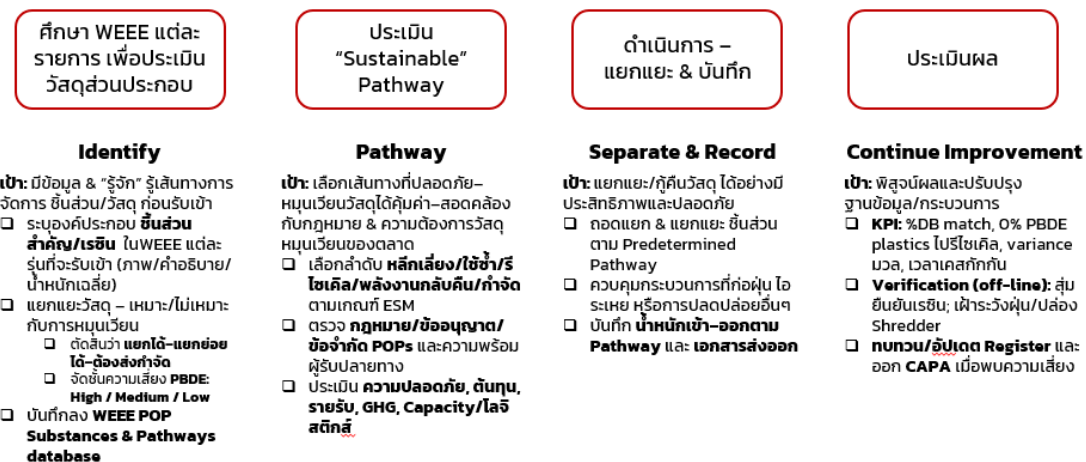
- พลาสติกที่มี **PBDEs** ต้องไม่ถูกนำไปรีไซเคิล
- มั่นใจการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักสิ่งแวดล้อม (**ESM**) ที่สถานประกอบการปลายทาง
- ของเสียและกากที่มี **PBDEs** ต้องถูกนำไปกำจัดให้สอดคล้องหลัก **ESM** (เช่น D9/D10/R1 และ **R4** เฉพาะกรณีที่ถูกกฎหมายและเงื่อนไขอนุญาต)
- ลดการปลดปล่อย สู่ อากาศ น้ำ และดิน ระหว่างการจัดการ บำบัด และขนส่ง
- มีหลักฐานการตรวจติดตาม ที่เหมาะสมและตรวจสอบได้ (เช่น ฝุ่น, BFRs, PCDD/F) พร้อมบันทึกอย่างเป็นระบบ
- พิสูจน์การควบคุม ด้วยบันทึก การตรวจติดตาม และ การสอบกลับครบวงจร

อนึ่ง แม่คู่มือนี้ใช้ **PBDEs** เป็นกรณีศึกษาในการอธิบายการนำไปปฏิบัติ แต่ระบบควบคุมถูกออกแบบให้ใช้ได้กับ **POPs** ทั้งหมด สามารถขยายใช้กับ **HBCD, SCCPs** เป็นต้น โดยแทบไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างและมาตรการหลัก

แนวคิดการจัดทำคู่มือ

Clean-WEEE™:

Knowledge-Led, Data-Driven Separation — Before Mixing



รูปที่ 1: แนวคิด Clean-WEEE™: แยกด้วยความรู้และข้อมูล — ก่อนผสม

ตามบริบทของประเทศไทยในปัจจุบัน การจัดการ WEEE ส่วนใหญ่ดำเนินการโดยผู้ประกอบการขนาดเล็ก (จำนวนมากอยู่นอกระบบ) ที่อาศัยการคัดแยก/ถอดประกอบด้วยมือ (manual dismantling) เป็นหลัก เอ็มเทคจึงพัฒนาแนวคิด **Clean-WEEE™: Knowledge-Led, Data-Driven Separation — Before Mixing** โดยเน้น "ศึกษาก่อนรับเข้า-แยกก่อนปะปน-บันทึกก่อนส่งออก" เพื่อให้คัดแยกวัสดุจาก WEEE ได้อย่างสะอาดปลอดภัย และตรวจสอบย้อนกลับได้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. **Identify** – ศึกษา WEEE รายการ/รุ่น เพื่อประเมินวัสดุส่วนประกอบ ระบุงค์ส่วนสำคัญ/เสี่ยง (เช่น พลาสติกมี BFR) เส้นทางจัดการ และเงื่อนไขการแยก
2. **Pathway** – ประเมิน **Sustainable Pathway** เลือกเส้นทางที่ปลอดภัย คำนวณเชิงทรัพยากร สอดคล้องกฎหมาย และตอบโจทยตลาดวัสดุหมุนเวียน

3. **Separate & Record** – ควบคุมการปฏิบัติให้แยก/กักกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย จัดทำบันทึกที่เหมาะสม (เช่น batch/น้ำหนักเข้า-ออก เอกสารส่งออกเส้นทาง ESM) เพื่อให้ **traceability** ครบถ้วน
4. **Continue Improvement** – ประเมินผล พิสูจน์ผล และปรับปรุงฐานข้อมูล/กระบวนการอย่างต่อเนื่อง รองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (เช่น การเพิ่มรายการสาร POPs หรือเปลี่ยนเกณฑ์กฎหมาย)

แนวคิดนี้ออกแบบมาให้ผู้ประกอบการไทยนำไปใช้ได้จริงในบริบทสมรรถนะปัจจุบัน ช่วยยกระดับความปลอดภัย สร้างความโปร่งใสของสายธารวัสดุ และลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อน POPs กลับเข้าสู่ระบบรีไซเคิล

โครงสร้างของเอกสารแนวทางนี้



การจัดการองค์กร [9]

- ✓ **การบริหารจัดการดี (Good management)** – บทบาท/ความรับผิดชอบชัด, SOP & การอบรม, มี CAPA และทบทวนประจำปี
- ✓ **กำหนดเส้นทางจัดการล่วงหน้า (Known recovery pathway)** – ใช้ Pre-study + ฐานข้อมูล ขึ้นส่วน → จัดขั้นตอนปนเปื้อน PBDE (H/M/L) → เส้นทาง ให้ปฏิบัติตามได้โดยไม่ต้องทดสอบหน้างาน



การจัดการกระบวนการ [16]

- ✓ **บ่งชี้ แยกแยะ ห้ามปะปน (Prevent mixing / Good operation)**
- ✓ **ลดการปลดปล่อย (Minimize releases)** – คุมการก่อฝุ่น, ครอบเครื่อง + แรงดันลบ, จุดดูดใกล้แหล่งกำเนิด, ระบบกำจัดฝุ่นประสิทธิภาพสูง, คุมฝุ่นหลบหนี/ทำความสะอาดสม่ำเสมอ
- ✓ **กำจัดอย่างถูกหลัก ESM (No recycling of PBDE plastics)** – พลาสติกที่มี PBDE ไม่เข้าสู่รีไซเคิล; ส่งทำลาย/พลังงานกลับคืนตามกฎหมาย สอดคล้อง BC & SC



สอบกลับได้ [7]

- ✓ **การสอบกลับครบวงจร (Traceability)** – Batch ID, น้ำหนักเข้า-ออกตามเส้นทาง, ระบุยอดรายเดือน/มวลรวมรายปี พร้อมหลักฐานรองรับ

รูปที่ 2: ประเภทของ BAT/BEP สำหรับการจัดการ WEEE

เพื่อให้สถานประกอบการ—โดยเฉพาะ **SMEs**—นำ **BAT/BEP** ไปใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม คู่มือฉบับนี้จัดทำในรูป **ตารางเชิงปฏิบัติ (Action Tables)** ที่สื่อสารสามองค์ประกอบอย่างชัดเจนได้แก่

What = ข้อกำหนด/หลักการตามอนุสัญญาและมาตรฐาน,

How = แนวทางปฏิบัติที่แนะนำ (ปรับใช้ได้จริงในไทย),

Evidence = หลักฐาน/บันทึกที่ต้องมีเพื่อพิสูจน์การปฏิบัติตาม

BAT/BEP ที่นำเสนอในเอกสารนี้ แบ่งได้เป็น 3 หมวดหลักดังนี้

1. Organization — BAT/BEP สำหรับการจัดการองค์กร

วาง “โครงสร้างการกำกับดูแล” ให้การจัดการ WEEE ที่มี PBDEs เป็นระบบเดียวกันทั้งองค์กร ตั้งแต่นโยบายถึงการทบทวนของผู้บริหาร ครอบคลุมการดำเนินการสำคัญ **9 เรื่อง** เช่น

- นโยบายและขอบเขต (ห้ามรีไซเคิลพลาสติกที่มี POPs), บทบาท/สมรรถนะบุคลากร
- เกณฑ์การรับเข้า (Unknown → Quarantine), **WEEE POP Substances & Pathways Register**
- การกำกับดูแลผู้รับจ้างปลายทางและข้อกำหนด **DE/DRE**
- แผนตรวจติดตาม, ระบบ **RCA-CAPA** และการทบทวนโดยผู้บริหาร

2. Operation — BAT/BEP สำหรับดำเนินการ

กำหนด **BAT/BEP** ตามลำดับขั้น ตั้งแต่รับเข้า-ถอดแยก-ย่อย-บรรจุ/ติดฉลาก-ขนส่ง-ส่งต่อสู่ **ESM** โดยเน้นการป้องกันกาฟุ้งกระจาย/ไฟปะทุ (deflagration) และการไม่ปะปนระหว่าง **Red/Blue stream** ครอบคลุม **16 เรื่อง** อาทิ

- การครอบ-ดูด-ระบายเชื่อมกับระบบกำจัด (LEV → baghouse/HEPA/สกรีนเบอร์), interlock “ไม่มีชุดกำจัด → ห้ามเดินเครื่อง”

- การถอดแยกพลาสติกที่มี BFR ก่อนลดขนาด, single-stream campaign + line-clearance
- เกณฑ์ **BAT-AEL** สำหรับฝุ่นปล่อง, การจัดการน้ำ/ตะกอนกรณีใช้กระบวนการเปียก

3. Traceability — BAT/BEP เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับ

กำหนด “หลักฐานและการติดตามแบบปลายเปิด” เพื่อยืนยันการควบคุมการไหลของวัสดุ ครอบคลุม **7 เรื่อง** เช่น

- **Batch ID** เดียวครอบคลุมเอกสารตั้งแต่รับเข้า-ส่งปลายทาง, บัญชี **Batches_Weights** แยกตาม pathway
- แฟ้มผลตรวจติดตามการปล่อย (ฝุ่น/BFRs/PCDD/F) และเทรนด์เทียบเกณฑ์ + **CAPA**
- เอกสารเลือกเส้นทาง **ESM** (D9/D10/R1/R4) และ **CoD**, การทำ **mass balance** รายงาน/รายปี

หมายเหตุการใช้งาน

- แต่ละหัวข้อในตารางระบุรหัสอ้างอิงมาตรฐาน/แนวทาง (Basel GTG, UNEP PBDE BAT/BEP, IEC 63395, ISO 59014 ฯลฯ) ควบคุมตัวอย่างแบบฟอร์ม/หลักฐานที่ควรจัดทำ
- โครงสร้างเดียวกันนี้สอดคล้องกับแนวคิด **Clean-WEEE™: Knowledge-Led, Data-Driven Separation — Before Mixing** และสามารถขยายใช้กับ **POPs** อื่น ๆ (เช่น HBCD, SCCPs) ได้โดยแทบไม่ต้องปรับกระบวนการ

1 Organization – BAT/BEP สำหรับการจัดการองค์กร

องค์กรต้องวาง “โครงสร้างการกำกับดูแล” เพื่อให้การจัดการ WEEE ที่มี PBDE เป็นระบบเดียวกันทั้งองค์กร ตั้งแต่ต้นนโยบาย-ขอบเขต-บทบาทหน้าที่ ไปจนถึงฐานข้อมูลความรู้ และเส้นทางการจัดการ (Pathway) ที่รู้ล่วงหน้า จุดมุ่งหมายคือให้ทุกการตัดสินใจ “ตั้งอยู่บนข้อมูล” (knowledge-led) และ “แยกก่อนผสม” เพื่อหลีกเลี่ยงการรีไซเคิลวัสดุที่มี POPs และลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัย/สิ่งแวดล้อม

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

- มีนโยบาย/ขอบเขตชัดเจน: ไม่รีไซเคิลพลาสติกที่มี POPs และใช้เฉพาะปฏิบัติการ ESM ที่ยอมรับได้
- มี **WEEE POP Substances & Pathways Register** ใช้นำทางการรับเข้า-รื้อ-คัดแยก-ส่งปลายทาง
- มีกลไกการจัดการกับ WEEE ที่ไม่รู้จัก อาทิการกักกัน WEEE รายการใหม่ (**Unknown → Quarantine**) และมีคณะทำงานด้านข้อมูล (เช่น กลุ่มงานข้อมูล Clean-WEEE) เพื่อคอยหาความรู้ใหม่และปิดช่องว่าง
- มีแผนเฝ้าระวัง/ตรวจติดตาม และระบบ Corrective Action/Preventive Action (**CAPA**) เชื่อมโยงกับการบริหารความเสี่ยงและการทบทวนโดยผู้บริหาร

ตารางที่ 1: รายการ BAT/BEP ด้านการจัดการองค์กร

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE™ implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
O1	BAT	นโยบาย PBDE & ขอบเขต ESM ▪ จัดทำนโยบายและขอบเขตการจัดการ PBDE ใน WEEE ▪ พลาสติกที่มี POP ต้องไม่รีไซเคิล ▪ ใช้งานปฏิบัติการ ESM (D9/D10/R1/R4*) [Basel GTG 2022 / UNEP 2021]	▪ ออกนโยบายบริษัท ▪ กำหนดให้ต้องนำชิ้นส่วน/วัสดุแต่ละรายการไปดำเนินการตาม Pathway ที่กำหนดและโดยสถานประกอบการที่ได้รับอนุมัติเท่านั้น ▪ รักษารายชื่อผู้รับจ้าง/ปลายทางให้เป็นปัจจุบัน	☐ นโยบาย-ลงนามโดยผู้บริหาร ☐ ใบอนุญาต/หนังสืออนุมัติ ☐ แผนที่เส้นทาง (pathway map)
O2	BAT	ทะเบียนข้อมูลสารเคมีในวัสดุ & Pathways หาข้อมูล BFR (สาร POPs อื่นๆ) ใน WEEE ที่จะคัดแยกก่อนรับเข้า (การรื้อแยกด้วยมือโดยอาศัยความรู้เรื่องพอลิเมอร์/การใช้ BFR). [UNEP 2021]	▪ ศึกษาและจัดทำฐานข้อมูล WEEE POP Substances & Pathways Register (ผลิตภัณฑ์→ชิ้นส่วน→เรซิน→ชิ้นความเสี่ยง PBDE→เส้นทาง; รูป/น้ำหนัก)	☐ ฐานข้อมูล WEEE POP Substances & Pathways Register ☐ บันทึกการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชัน

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE™ implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
O3	BEP	ตรวจรับเข้า & ขั้นตอนกำจัดอันตรายล่วงหน้า (Pre-depollution) จัดทำขั้นตอนปฏิบัติในการตรวจสอบของเข้า และนำรายการที่เป็นอันตรายหรือไม่รู้จัก ออกก่อนนำไปเข้าเครื่องโม (Shredder) [UNEP 2021]	- ตั้งกลุ่มงานข้อมูลและเส้นทาง Clean-WEEE (ภายใต้ QC หรือ R&D) เพื่อศึกษาข้อมูลชิ้นส่วน/วัสดุ และกำหนด Pathway ในการจัดการ/กู้คืนทรัพยากร - จัดทำ Workflow สำหรับ กักกัน WEEE หรือชิ้นส่วนขาเข้ารายการใหม่ที่ไม่รู้จัก เพื่อให้ กลุ่มงานข้อมูลและเส้นทาง Clean-WEEE นำไปศึกษาและประเมินเส้นทางการจัดการก่อนรับเข้า	☐ Organization Chart ☐ TOR กลุ่มงานข้อมูลและเส้นทาง Clean-WEEE (ภายใต้ QC หรือ R&D) ☐ บันทึก Work Ticket (ใบกักสินค้า) ☐ ใบปล่อย/คำตัดสิน
O4	BAT	ควบคุมโรงงานบดย่อย จัดทำแผนการตรวจติดตามสำหรับโรงงานบดย่อยพลาสติก รวม BFRs/PCDD/F รายปี และการตรวจฝุ่น ตามความถี่ที่กำหนด [UNEP 2021]	- แผนการบริหารจัดการ Shredder (ตรวจสอบฝุ่น/TVOC รายครึ่งปี; BFR/PCDD/F รายปี) - ปรับวิธีทดสอบให้สอดคล้องมาตรฐาน EN 13284-1 หรือ ISO 9096 หรือเทียบเท่า - ทำเทรนด์ & ออก CAPA เมื่อมีแนวโน้มการปลดปล่อยเกินเกณฑ์	☐ แผนตรวจ ☐ รายงานผลแล็บ ☐ แฟ้ม CAPA
O5	BEP	การจัดการสถานที่จัดเก็บแยกส่วน และการป้องกัน (Red Stream) ที่ปลอดภัย WEEE และ วัสดุ/ของเสียที่ปนเปื้อน POPs ต้องกักเก็บในสภาพมั่นคง ปลอดภัยรั่วไหล แยกจากวัสดุ/ของเสียอื่น และมีมาตรการป้องกันการปลดปล่อย POPs สู่สิ่งแวดล้อม [Basel GTG 2022]	- จัดเก็บใน พื้นที่เฉพาะ (Red stream) พร้อมติดป้าย/ฉลากและจำกัดการเข้าถึง - ภาชนะมีฝาปิดที่สามารถป้องกันการแพร่กระจายฝุ่น - พื้นและผนัง กันซึม/ทำความสะอาดง่าย มีระบบรองรับการหก (secondary containment) และ มีหลังคาหรือคลุมป้องกันฝน/แดด - มีการตรวจสอบสภาพรายสัปดาห์ และบันทึกการแก้ไขเมื่อพบความเสี่ยง	☐ แผนผังคลัง-สถานที่จัดเก็บ ☐ เช็กลิสต์ตรวจสอบสัปดาห์ ☐ รูปถ่าย
O6	BEP	Due-Diligence - ตรวจสอบคู่สัญญา & ประสิทธิภาพการทำลาย (DE/DRE/CoD) มีการกำกับดูแลสถานประกอบการปลายทางให้เป็นไปตาม BAT/BEP และเกณฑ์การทำลาย PBDE (DE/DRE).	- Due-diligence (DD) Pack - ข้อกำหนดสัญญาเรื่อง DE/DRE, การตรวจติดตาม, การส่งคืนข้อมูล, Certificate of Destruction (CoD)	☐ เช็กลิสต์ DD ☐ สัญญา; รายงานผู้รับจ้าง ☐ CoD

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE™ implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
		สัญญา/กำกับดูแลสถานประกอบการปลายทางให้เป็นไปตาม BAT/BEP และ เกณฑ์ผลการทำลาย (DE/DRE). [Basel GTG 2022]		
07	BEP	สมรรถนะบุคลากร & แผนการฝึกอบรม พนักงานและผู้เกี่ยวข้องได้รับการฝึกอบรม และมีความสามารถ เหมาะกับงานและความเสี่ยงที่ได้รับมอบหมาย [IEC 63395 / ISO 59014]	- กำหนดบทบาท หน้าที่ และความสามารถ ของบุคลากรในแต่ละงาน - อบรมตามบทบาท: กระบวนการรับเข้า, การจัดการกับ WEEE ที่ไม่รู้จัก, การจัดการวัสดุใน Red/Blue Stream, จุดเสี่ยง, การบริหารจัดการ Shredder ฯลฯ	☐ แผน & โปรแกรมการฝึกอบรม ☐ บันทึก (และลายเซ็น) การเข้าอบรม ☐ แผนการทบทวน
08	BAT	วิศวกรรมควบคุมโซนเครื่องย่อย มีมาตรการทางวิศวกรรมสำหรับควบคุมการบดย่อย: - จัดให้มี โครงครอบและระบบดูด-ระบายเชื่อมกับชุดกำจัดมลพิษ สำหรับเครื่องย่อยและสายพานลำเลียง ฯลฯ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหลีกเลี่ยงการฟุ้งกระจาย อินเตอร์ล็อก การเดินเครื่องด้วยความพร้อมของชุดกำจัด - หลีกเลี่ยงช่องระบายเปิด	- ทำ enclosure & แร่งดันลบ ใน Shredder zone - ตั้ง hard interlock: เครื่องย่อยไม่สามารถเริ่มได้หากพัดลมหรือชุดกำจัดไม่พร้อม - มีระบบดูดอากาศเฉพาะจุด (Local Exhaust Ventilation: LEV) ไปยัง baghouse/HEPA (+carbon)	☐ P&IDs/ผังติดตั้ง ☐ บันทึก ΔP/อัตราการไหล ☐ บันทึกทดสอบ interlock / ใบอนุญาตทำงาน ☐ บันทึก PM
09	BEP	จัดการเหตุผิดปกติ & ความเสี่ยงการปะทุเป็นไฟ (Deflagration) - บริหารเหตุผิดปกติ - บริหารความเสี่ยงจากการเกิดปะทุเป็นไฟ (deflagration) [UNEP 2021]	Workflow การจัดการกับเหตุผิดปกติ→ Root Cause Analysis (RCA) → CAPA	☐ ทะเบียนเหตุผิดปกติ ☐ รายงานการสืบสวน ☐ หลักฐานการปิด CAPA

O1: นโยบาย PBDE & ขอบเขต ESM

เป้าหมาย: ▪ จัดทำนโยบายและขอบเขตการจัดการ PBDE ใน WEEE ▪ พลาสติกที่มี POP ต้องไม่รีไซเคิล ▪ ใช้งานปฏิบัติการ ESM (D9/D10/R1/R4*)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ นโยบาย-ลงนามโดยผู้บริหาร ☐ ใบอนุญาต/หนังสืออนุมัติผู้รับจ้าง แผนที่เส้นทาง (pathway map)
วิธีการ: 1. ออกนโยบายบริษัท ที่ครอบคลุมนโยบายด้านการแยกแยะ POPs/PBDEs และความมุ่งมั่นในการจัดการตาม ESM 2. ออกข้อกำหนดให้ต้องนำชิ้นส่วน/วัสดุแต่ละรายการไปดำเนินการตาม Pathway ที่กำหนดและโดยสถานประกอบการที่ได้รับอนุมัติเท่านั้น 3. จัดทำเอกสารกระบวนการคัดเลือกผู้รับจ้าง รายงานผลการประเมินผู้รับจ้าง และบัญชีรายชื่อผู้รับจ้าง และการจัดการปลายทางที่เป็นปัจจุบัน	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

O2: ทะเบียนข้อมูลสารเคมีในวัสดุ & Pathways

เป้าหมาย: ▪ หาข้อมูล BFR (สาร POPs อื่นๆ) ใน WEEE ที่จะคัดแยก ก่อนรับเข้า (การรื้อแยกด้วยมือโดยอาศัยความรู้เรื่องพอลิเมอร์/การใช้ BFR)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ ฐานข้อมูล WEEE POP Substances & Pathways Register ☐ บันทึกการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชัน
วิธีการ: 1. ศึกษาองค์ประกอบ วัสดุและสารเคมีใน WEEE ที่จะรับเข้า 2. คัดเลือกแนวทางการจัดการ (Pathway) ที่เป็นไปได้ สำหรับทุกองค์ประกอบ 3. Treatment Trial 4. จัดทำฐานข้อมูล WEEE POP Substances & Pathways Register (ผลิตภัณฑ์→ชิ้นส่วน→เรซิน→ชั้นความเสี่ยง PBDE→เส้นทาง; รูป/น้ำหนัก)	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

O3: ตรวจสอบเข้า & ขั้นตอนกำจัดอันตรายล่วงหน้า (Pre-depollution)

เป้าหมาย: ▪ จัดทำขั้นตอนปฏิบัติในการตรวจสอบของเข้า และนำรายการที่เป็นอันตรายหรือไม่รู้จัก ออกก่อนนำไปเข้าเครื่องโม (Shredder)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ Organization Chart ☐ TOR กลุ่มงานข้อมูลและเส้นทาง Clean-WEEE (ภายใต้ QC หรือ R&D) ☐ บันทึก Work Ticket ☐ (ใบกำกับสินค้า) ☐ ใบปล่อย/ค่าตัดสิน
วิธีการ: 1. ตั้งกลุ่มงานข้อมูลและเส้นทาง Clean-WEEE (ภายใต้ QC หรือ R&D) เพื่อศึกษาข้อมูลชิ้นส่วน/วัสดุ และกำหนด Pathway ในการจัดการ/กู้คืนทรัพยากร 2. จัดทำ Workflow สำหรับ กักกัน WEEE หรือชิ้นส่วนเข้ารายการใหม่ที่ไม่รู้จัก เพื่อให้ กลุ่มงานข้อมูล และเส้นทาง Clean-WEEE นำไปศึกษาและประเมินเส้นทางการจัดการก่อนรับเข้า	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
	Version Date: 13 ตุลาคม 2568

O4: ความคุมโรงงานบดย่อย

เป้าหมาย: ▪ จัดทำแผนการตรวจติดตามสำหรับโรงงานบดย่อยพลาสติก รวม BFRs/PCDD/F รายปี และการตรวจ ฝุ่น ตามความถี่ที่กำหนด	บันทึกการตรวจสอบ ☐ แผนการตรวจ ☐ รายงานผลแล็บ ☐ แฟ้ม CAPA
วิธีการ: 1. ทำแผนการบริหารจัดการ Shredder (ตรวจสอบฝุ่น/TVOC รายครึ่งปี; BFR/PCDD/F รายปี) 2. ปรับวิธีทดสอบให้สอดคล้องมาตรฐาน EN 13284-1 หรือ ISO 9096 หรือเทียบเท่า 3. ทำเทรนด์	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

05: การจัดการสถานที่จัดเก็บแยกส่วน และการป้องกัน (Red Stream) ที่ปลอดภัย

เป้าหมาย: ▪ หาข้อมูล BFR (สาร POPs อื่นๆ) ใน WEEE ที่จะคัดแยก ก่อนรับเข้า (การรื้อแยกด้วยมือโดยอาศัยความรู้เรื่องพอลิเมอร์/การใช้ BFR)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ แผนผังคลัง-สถานที่จัดเก็บ ☐ เช็กलिस्टตรวจล้ปดาห้ ☐ รูปถาย
วิธีการ: 1. WEEE และ วัสดุ/ของเสียที่ปนเปื้อน POPs ต้องกักเก็บในสภาพมั่นคง ปลอดภัยร้วไหล แยกจากวัสดุ/ของเสียอื่น และมีมาตรการป้องกันการปลดปล่อย POPs สู่สิ่งแวดล้อม 2.	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

O6: Due-Diligence - ตรวจสอบคู่สัญญา & ประสิทธิภาพการทำลาย (DE/DRE/CoD)

เป้าหมาย: ▪ หาข้อมูล BFR (สาร POPs อื่นๆ) ใน WEEE ที่จะคัดแยก ก่อนรับเข้า (การรื้อแยกด้วยมือโดยอาศัยความรู้เรื่องพอลิเมอร์/การใช้ BFR)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ เช็กलिस्ट DD ☐ สัญญา; รายงานผู้รับจ้าง ☐ CoD
วิธีการ: 1. กำกับดูแลสถานประกอบการปลายทางให้เป็นไปตาม BAT/BEP และเกณฑ์การทำลาย PBDE (DE/DRE). 2. ทำสัญญา/กำกับดูแลสถานประกอบการปลายทางให้เป็นไปตาม BAT/BEP และ เกณฑ์ผลการทำลาย (DE/DRE).	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
Empty space for examples	
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

07: สมรรถนะบุคลากร & แผนการฝึกอบรม

เป้าหมาย: ▪ พนักงานและผู้เกี่ยวข้องได้รับการฝึกอบรม และมีความสามารถ เหมาะกับงานและความเสี่ยงที่ได้รับมอบหมาย ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ แผน & โปรแกรมการฝึกอบรม ☐ บันทึก (และลายเซ็น) การเข้า อบรม ☐ แผนการทบทวน
วิธีการ: 1. กำหนดบทบาท หน้าที่ และความสามารถ ของบุคลากรในแต่ละงาน 2. อบรมตามบทบาท: กระบวนการรับเข้า, การจัดการกับ WEEE ที่ไม่รู้จัก, การจัดการวัสดุใน Red/Blue Stream, จุดเสี่ยง, การบริหารจัดการ Shredder ฯลฯ	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [IEC 63395 / ISO 59014]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

O8: วิศวกรรมควบคุมโซนเครื่องย่อย

เป้าหมาย: ▪ มีมาตรการทางวิศวกรรมสำหรับควบคุมการบดย่อย: ▪ จัดให้มี โครงครอบและระบบดูด-ระบายเชื่อมกับชุดกำจัดมลพิษสำหรับเครื่องย่อยและสายพานลำเลียง ฯลฯ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อหลีกเลี่ยงการฟุ้งกระจาย ▪ อินเตอร์ล๊อค การเดินเครื่องกับความพร้อมของชุดกำจัด ▪ หลีกเลี่ยงช่องระบายเปิด	บันทึกการตรวจสอบ ☐ P&IDs/ผังติดตั้ง ☐ บันทึก ΔP/อัตราการม ☐ บันทึกทดสอบ interlock / ใบอนุญาตทำงาน ☐ บันทึก PM
วิธีการ: 1. ทำ enclosure & แรงดันลบ ใน Shredder zone 2. ตั้ง hard interlock: เครื่องย่อยไม่สามารถเริ่มได้หากพัดลมหรือชุดกำจัดไม่พร้อม 3. มีระบบดูดอากาศเฉพาะจุด (Local Exhaust Ventilation: LEV) ไปยัง baghouse/HEPA (+carbon)	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
	Version Date: 13 ตุลาคม 2568

O9: จัดการเหตุผิดปกติ & ความเสี่ยงการปะทุเป็นไฟ (Deflagration)

เป้าหมาย: ▪ บริหารเหตุผิดปกติ ▪ บริหารความเสี่ยงจากการเกิดปะทุเป็นไฟ (deflagration) ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ ทะเบียนเหตุผิดปกติ ☐ รายงานการสืบสวน ☐ หลักฐานการปิด CAPA
วิธีการ: 1. ทำ Workflow การจัดการกับเหตุผิดปกติ → Root Cause Analysis (RCA) → CAPA	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

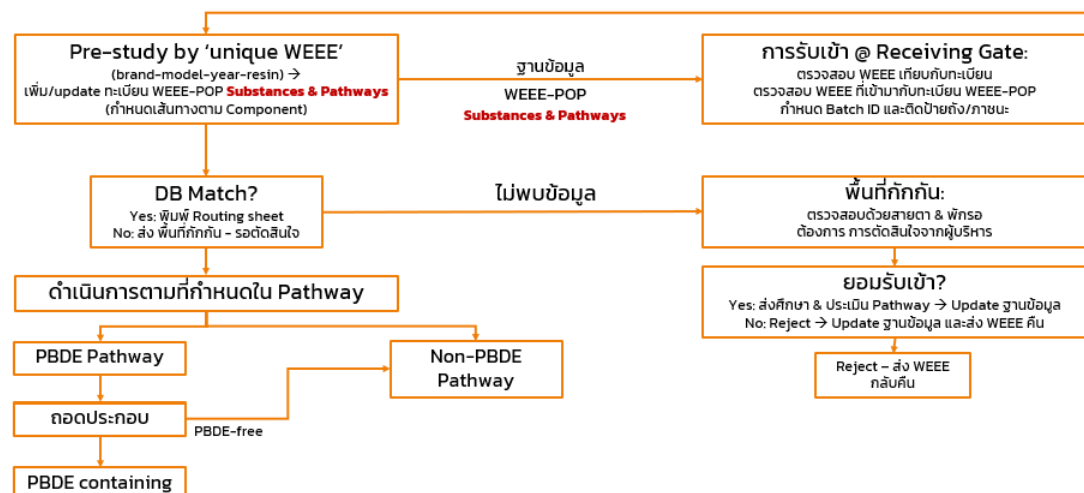
2 Operation – BAT/BEP สำหรับการดำเนินงาน

องค์กรต้องดำเนินการตาม BAT/BEP สำหรับสถานที่รีไซเคิล-ย่อย-ขนส่ง โดยเน้นการควบคุมฝุ่น/การฟุ้งกระจาย การป้องกันเหตุติดไฟ (ไฟ/deflagration) และการไม่ปะปนระหว่างสตรีม Red/Blue แนวปฏิบัติฉบับนี้เน้นการ **รีไซเคิลก่อนลดขนาด**, การครอบ-ดูด-ระบายเชื่อมกับชุดกำจัด (LEV → baghouse/HEPA/สกรีนเบอร์), เดินเครื่องแบบ **single-stream campaign** และ **line-clearance** ก่อนสลับ พร้อม interlock “ไม่มีชุดกำจัด → ห้ามเดินเครื่อง”

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

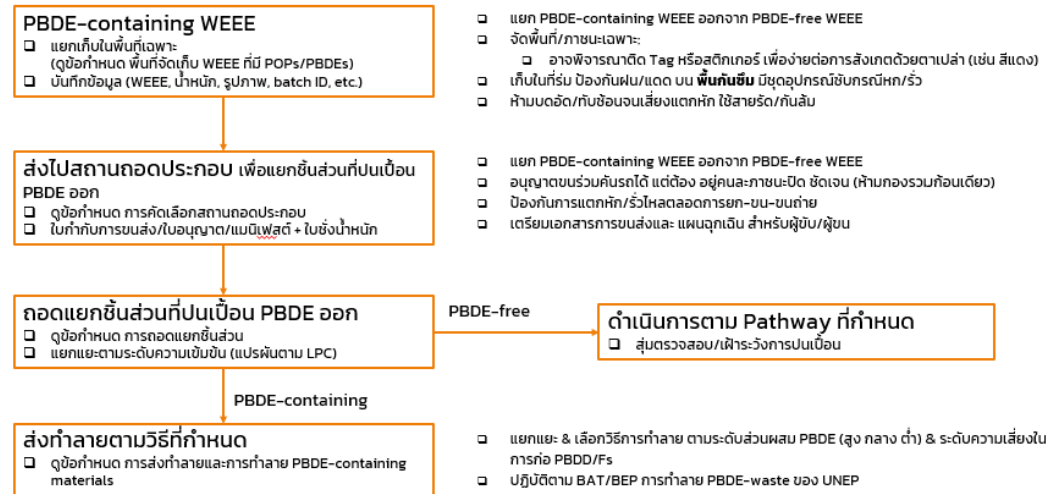
- ลดการปลดปล่อยและการปนเปื้อนข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญ; ฝุ่นปล่องอยู่ในกรอบ **BAT-AEL**
- ลดความเสี่ยงไฟ/การปะทุเป็นไฟด้วย **DHA + spark suppression/isolation/venting**
- รักษาความสะอาดเชิงระบบ (lids-on) และการบรรจุ/ติดฉลาก/ขนส่งตาม Basel GTG
- การใช้เทคนิคเสริม เช่น **Venturi scrubber/Water injection** (เฉพาะกรณีเหมาะสม) พร้อมแผนจัดการน้ำ/ตะกอนอย่างปลอดภัย

Operational Flow (PBDEs Focus)



รูปที่ 3: Operational Flow ของกระบวนการจัดการ WEEE

Operational Flow (PBDEs Pathway)



รูปที่ 4: Operational Flow สำหรับการจัดการชิ้นส่วนปนเปื้อน PBDEs

ตารางที่ 2: BAT/BEP สำหรับการดำเนินงาน

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
P1	BAT	การรับเข้า & การถอดชิ้นส่วนอันตรายออก มีขั้นตอนตรวจรับเข้า และ นำรายการอันตรายออกก่อนส่งไปยังขั้นตอนถัดไป [UNEP 2021: BAT 26]	- ตรวจสอบตามข้อกำหนดการรับเข้าของบริษัท (เทียบฐานข้อมูล Gate DB-match) - ถอดแบตเตอรี่ คาปาซิเตอร์ ชิ้นส่วนที่ปนเปื้อน PBDE ออก ไปยัง Red Stream - เคสก็กกกัน	✓ เช็กलिสด์ประตูลรับเข้า ✓ บัญชีการรับเข้าชิ้นส่วน Red Stream ✓ ใบกักกัน (quarantine tickets)
P2	BAT	ควบคุมการก่อและการแพร่กระจายฝุ่น	ทำ enclosure + แรงดันลบ	✓ บันทึกอัตราลม/ความดัน/ΔP

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
		- ควบคุมการก่อฝุ่น - ควบคุมการปลดปล่อยฝุ่น/อากาศ ที่จุดบดย่อย สายพาน ฯลฯ - จัดให้มี ระบบดูด-ระบายเชื่อมกับชุดกำจัดมลพิษ (อากาศที่ดูดต้องผ่าน ชุดกำจัดก่อนปล่อย) [UNEP 2021]	- ติดตั้งชุดดูดเข้าหา baghouse/HEPA - วางกฎ ให้ต้อง ปิดประตูเครื่อง ระหว่างเดินเครื่อง	☐ รูปถ่าย
P3	BAT	การลด/ควบคุมฝุ่นจากเครื่องบดย่อย ใช้ BAT ในการลดฝุ่นแบบ จากเครื่องบดย่อย (เช่น fabric filter, cyclone/ scrubber ตามความเหมาะสม) [UNEP 2021: BAT 25]	- ดูแลเครื่องบดย่อยให้มีสมรรถนะเหมาะสมกับวัสดุ/ชิ้นงานที่นำมาบด - ใช้ baghouse เก็บฝุ่น - เดิม carbon injection ตามความจำเป็น - ตั้งเป้า Associated Emission Level (AEL) ฝุ่น ~2–5 mg/Nm³ - เฝ้าระวัง & ตรวจสอบแนวโน้ม (เทรนด์)	☐ รายงานการปลดปล่อยอากาศปลายปล่อง; ☐ บันทึก ΔP ☐ บันทึกบำรุงรักษา
P4	BEP	PPE & การป้องกันร่วมในเขตเครื่องย่อย จัดให้มี PPE ที่เหมาะสม ในพื้นที่เครื่องย่อย และ มีการป้องกันแบบรวม (collective protections) [UNEP 2021]	- จัดเตรียมและใช้ Personal Protective Equipment (PPE) ที่เหมาะสม - กระดาน PPE ตามจุดใช้งาน - ออกกฎ “ไม่มี PPE → ห้ามเริ่มงาน”	☐ ภาพ กระดาน PPE ☐ ทะเบียนจ่าย PPE ☐ ลายเซ็นอบรมการใช้ PPE ☐ บันทึกสุ่มตรวจ
P5	BAT	การบรรจุ/ติดป้าย/ขนส่งสิ่งของที่เป็นอันตราย POPs - บรรจุ ติดฉลาก ขนส่ง ของเสียที่เป็นอันตราย POP ตามกฎ UN DG/บรรจุกฎ - ดำเนินการให้การบรรจุทุกเป็นไปอย่างปลอดภัย (Safe Loading) [Basel GTG 2022]	- ภาชนะสำหรับวัสดุใน Red Stream เป็นแบบปิดมิดชิด & มีฝาปิด - ฉลากระบุ Batch/ลำดับชั้น PBDE/เส้นทาง/วันที่ - ผู้ขนส่งที่ได้รับอนุญาต อนุญาตให้ขนส่งร่วมรถได้ แต่ต้องแยกภาชนะ และปิดมิดชิด ไม่ให้เกิดการปนกัน	☐ รูปภาชนะ ☐ ใบกำกับ/manifest ☐ เช็กลิสต์รถ

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
P6	BAT	การรีไซเคิลพลาสติกที่มี PBDE ออก (ห้ามนำไป Recycle) รีไซเคิลเอาพลาสติกที่มี PBDE (BFR) ออกก่อน นำไปลดขนาด (ตามความเหมาะสม) [UNEP 2021]	- SOP การถอดแยก - ลดการก่อเศษผงและฝุ่น (ถือเป็น POP-risk) - ส่งพลาสติกที่มี PBDE ไป ESM	☐ เช็กлистการถอดแยก ☐ รูปถ่าย ☐ หลักฐานขนส่ง/ส่งมอบ ☐ ผลการตรวจกระทบยอด
P7	BEP	การป้องกันการปะปนและการฟุ้งกระจายในกระบวนการบดย่อย มีมาตรการป้องกัน การฟุ้งกระจายของฝุ่น และ การปนเปื้อนข้ามกัน ระหว่างการเปลี่ยนสตรัม/แคมเปญในงานย่อย (shredding/change-over) [UNEP 2021]	- แยกเครื่อง: ถ้าเป็นไปได้ ให้ย่อย วัสดุปนเปื้อน POPs ด้วยเครื่องเฉพาะ - ใช้เครื่องรวมอย่างปลอดภัย: เดินเครื่องแบบ Single-stream (Red/Blue) ที่ละสตรัมเท่านั้น - ก่อนสลับสตรัม: ทำ Line-clearance (หยุดป้อน-ทำความสะอาด-เก็บกาก/ฝุ่นจากสตรัมเดิม-ตรวจสอบจุดค้างค้ำ) - เริ่มสตรัม Blue: ทำ White-cloth test ที่จุดเสี่ยง (เช่น ชุต/สอปเปอร์/สายพาน) ต้อง ไม่มีคราบ/ฝุ่นสีเข้ม ก่อนอนุญาตเริ่มเดินเครื่อง - ระหว่างเดินเครื่อง: รักษา enclosure + ประตูปิด และ ฝาปิด (lids-on) ที่ถึง/ถูก/บังเกอร์ทุกใบ	☐ Shredder_Campaign_Log ☐ เช็กлист/รูป Line-clearance ☐ บันทึก "OK to Start" ☐ สุ่มตรวจสอบระดับการปนเปื้อน
P8	BAT	การป้องกันอันตรายจากฝุ่น มาตรการป้องกัน การปะทุเป็นไฟ (deflagration) ในโซนย่อย/บด/ร่อน [UNEP 2021 / IEC 63395]	- ทำ Dust Hazard Analysis (DHA) - ระบบตรวจ/ดับประกาย (spark detection & suppression) explosion isolation/venting - รักษาความสะอาด	☐ รายงาน DHA ☐ บันทึกทดสอบอุปกรณ์ความปลอดภัย ☐ บันทึกทำความสะอาด
P9	BAT	ระบบดูดเฉพาะจุด & ความคมของเหลว/น้ำทิ้ง	หากมีกระบวนการล้าง – จัดให้มีบ่อพักและบ่อกรอง	☐ บันทึกน้ำทิ้ง ☐ บันทึกปริมาณกาก

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
		ติดตั้ง ระบบดูดเฉพาะจุด (Local Exhaust Ventilation: LEV) และควบคุม น้ำทิ้ง/ของเหลว เมื่อมีการล้าง [UNEP 2021 / Basel GTG 2022]	- จัดการอากาศแบบระบบปิด - ห้ามใช้ลมอัดเป่า	☐ บันทึกการบำรุงรักษา ☐ รูปถ่าย
P10	BAT	เทคโนโลยีควบคุมฝุ่นในลมลำเลียง (ไซโคลน/เวนจูรี/ถุงกรอง/ฉีดน้ำ ให้เหมาะสม) - ใช้ BAT การลดฝุ่นสำหรับการจัดการในระบบท่อ (Channeled air) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายระบบประกอบกันต่อไปนี้ - cyclone - Venturi scrubber - fabric (bag) filter และ - water injection (ตามความเหมาะสม) [WT BREF 2018]	- ใช้ fabric filter (baghouse/HEPA) เป็นหลัก - เสริม cyclone/Venturi ตามความจำเป็น - ใช้ water injection เฉพาะกรณีที่ปลอดภัย	☐ สเปกชุดเก็บฝุ่นที่ใช้ ☐ รายงานผลการตรวจสอบอากาศปลายปล่อง ☐ บันทึก ΔP
P11	BAT	คุมค่าการปล่อยอากาศเสียที่ปลายปล่อง ผ่านเกณฑ์ BAT-AEL สำหรับฝุ่นจากการบำบัดเชิงกล (เช่น 2–5 mg/Nm³ และไม่เกิน 10 mg/Nm³ สำหรับกรณีไม่สามารถใช้ fabric filter ได้) [WT BREF 2018]	- ควบคุม AEL ให้ได้ตามเป้าหมาย AEL ระดับไฮด์ - ทำเทรนด์ - ข้อกำหนดการดำเนินการ หากผลเกินค่าที่กำหนด	☐ รายงานผลการตรวจสอบอากาศปลายปล่อง ☐ Trend Chart ☐ เอกสาร CAPA
P12	BAT	ตรวจสอบยืนยันวัสดุก่อนย่อยตาม Pathway ที่กำหนด - มีกระบวนการตรวจสอบวัสดุก่อนย่อย - นำรายการอันตรายออกก่อนย่อย - รับเฉพาะถึงที่ยืนยัน ของภายในได้ [WT BREF 2018: BAT 26]	- ควบคุม/ตรวจสอบการรับเข้า - ตาม Pathway - ควบคุม/ตรวจสอบการแยกแยะวัสดุ - ส่งเข้า “กักกัน” หากเป็น WEEE รายการใหม่ - สุ่มตรวจสอบประสิทธิภาพการรับเข้า และการแยกแยะ	☐ แบบบันทึกการรับเข้า ☐ ใบกักกัน

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
P13	BEP/BAT	โปรแกรมความปลอดภัยด้านการปะทุเป็นไฟ (Deflagration) ▪ จัดทำ โปรแกรมจัดการความปลอดภัยจากการปะทุเป็นไฟ (Deflagration): ▪ มาตรการลดความเสี่ยง (คัดกรองของเข้า) ▪ ทบทวนเหตุ, และมาตรการตอบสนอง (ดับ/แยก/ระบายแรงดัน) [WT BREF 2018; UNEP 2021]	▪ รักษา DHA ▪ ติดตั้ง spark suppression ▪ ติด explosion isolation/relief	☐ รายงาน DHA ☐ บันทึกทดสอบอุปกรณ์ ☐ ทะเบียนเหตุ/CAPA
P14	BAT	การคัดแยกด้วยลม (Air-Separated Light Fraction) ▪ ถ้าใช้การคัดแยกด้วยลม: การระบาย/ลำเลียง เศษเบา/ส่วนที่คัดด้วยลม ต้องมีการควบคุมฝุ่น (เช่น rotary valves → covered conveyors/bunkers) [WT BREF 2018]	▪ ติดตั้ง rotary valves ที่ตัวคัด ▪ ระบบสายพาน/ฮอปเปอร์แบบปิด ▪ ถังปิด	☐ รูปถ่าย ☐ รายการอุปกรณ์ ☐ บันทึกตรวจสอบ
P15	BAT	ระบบ Interlock กับเครื่องบดย่อย ▪ ติดระบบ Interlock กับเครื่องย่อย – ไม่ให้เดินเครื่อง หากระบบจัดการฝุ่นยังไม่ทำงาน [WT BREF 2018]	▪ ตั้ง PLC interlock ▪ เช็กลิสต์ก่อนเริ่มเดินเครื่อง ▪ ระบบสัญญาณเตือน/ล๊อค bypass	☐ บันทึกทดสอบ interlock ☐ บันทึกสัญญาณเตือน ☐ เช็กลิสต์กะงาน
P16	BAT	เทคนิคการลดฝุ่นในกระบวนการบดย่อย ▪ ใช้เทคนิคเพื่อลดฝุ่นในกระบวนการบดย่อย เช่น ก) ระบบดูดอากาศผ่าน cyclone → Venturi scrubber (wet scrubbing) พร้อมบ่อพักและการหมุนเวียนน้ำ หรือ ข) water injection ภายใน Shredder (ควบคุมอัตราน้ำตามอัตราการป้อนวัสดุ)	▪ เลือกคอนฟีก: Cyclone → Venturi หรือ Water-injection mill + Cyclone/สกรับเบอร์ ตามข้อจำกัด ▪ ติดตั้ง หัวพ่นละออง/จุดเติมน้ำ พร้อมควบคุมอัตราน้ำสัมพันธ์กำลังมอเตอร์/อัตราป้อน เพื่อลดการเปื้อนเกิน—ไม่กระทบการคัดแยกด้วยลม	☐ สเปก/ไดอะแกรม: Cyclone–Venturi หรือ Water-injection (ตำแหน่งหัวพ่น, วาล์ว, flow control) ☐ บันทึกการทดสอบ/ปรับเทียบ อัตราน้ำ–ไหลเครื่อง; แบบฟอร์ม pre-start & interlock test ☐ รายงานปลายปล่อง: ฝุ่นหลังบำบัด; บันทึก ΔP baghouse/สกรับเบอร์ ☐ บันทึกบำรุงรักษา/เปิดล้างบ่อพัก; บันทึกกำจัดตะกอน + CoD

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
		โดยยังต้องมีการดักฝุ่น/บำบัดอากาศ ถัดไป (เช่น cyclone/สครับเบอร์) (หมายเหตุ: water injection เป็นเพียงการกด/ลด ฝุ่นเท่านั้น ไม่สามารถป้องกันการปะทุเป็นไฟ (deflagration) ได้) [WT BREF 2018]	▪ ออกแบบ บ่อพัก-ตกตะกอน-กรอง และ หมุนเวียนน้ำ; ตะกอน/กากสครับ เบอร์เก็บเป็นของเสียควบคุม (ผูกกับ เส้นทาง ESM) ▪ จัดให้ enclosure + แรงดันลบ และ interlock “ไม่มีชุดกำจัด → ห้าม เดินเครื่อง” ▪ ดำเนิน DHA/ระบบป้องกันประกาย- แยก-ระบายแรงดัน คงเดิม (แม้ใช้ น้ำ)	☐ รายงาน DHA/ทดสอบระบบ spark suppression/isolation/venting

P1: การรับเข้า & การถอดชิ้นส่วนอันตรายออก

เป้าหมาย: มีขั้นตอนตรวจรับเข้า และ นำรายการอันตรายออกก่อนส่งไปยังขั้นตอนถัดไป	บันทึกการตรวจสอบ ☐ เช็กलिस्टประตูรับเข้า ☐ บัญชีการรับเข้าชิ้นส่วน Red Stream ☐ ใบกักกัน (quarantine tickets)
วิธีการ: - ตรวจสอบตามข้อกำหนดการรับเข้าของบริษัท (เทียบฐานข้อมูล Gate DB-match) - ถอดแบตเตอรี่ คาปาซิเตอร์ ชิ้นส่วนที่ปนเปื้อน PBDE ออก ไปยัง Red Stream - เคสก็กกกัน	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021: BAT 26]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P2: ควบคุมการก่อและการแพร่กระจายฝุ่น

เป้าหมาย: ▪ ควบคุมการก่อฝุ่น ▪ ควบคุมการปลดปล่อยฝุ่น/อากาศ ที่จับด้อย สลาย วน ฯลฯ ▪ จัดให้มี ระบบดูด-ระบายเชื่อมกับชุดกำจัดมลพิษ (อากาศที่ดูดต้องผ่าน ชุดกำจัด ก่อนปล่อย)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ บันทึกอัตราการ/ความดัน/ΔP ☐ รูปถ่าย
วิธีการ: 1. ทำ enclosure + แรงดันลบ 2. ติดตั้งชุดดูดเข้าหา baghouse/HEPA 3. วางกฎ ให้ต้อง ปิดประตูเครื่องระหว่างเดินเครื่อง	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P3: การรับเข้า & การถอดชิ้นส่วนอันตรายออก

เป้าหมาย: ▪ ใช้ BAT ในการลดฝุ่นแบบ จากเครื่องบดย่อย (เช่น fabric filter, cyclone/ scrubber ตามความเหมาะสม)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงานการปลดปล่อยอากาศ ปลายปล่อง; ☐ บันทึก ΔP ☐ บันทึกบำรุงรักษา
วิธีการ: 1. ดูแลเครื่องบดย่อยให้มีสมรรถนะเหมาะกับวัสดุ/ชิ้นงานที่นำมาบด 2. ใช้ baghouse เก็บฝุ่น 3. เติมน้ำ carbon injection ตามความจำเป็น 4. ตั้งเป้า Associated Emission Level (AEL) ฝุ่น $\sim 2-5 \text{ mg/Nm}^3$ 5. เผาระวัง & ตรวจสอบแวนโน้ม (เทอร์นด)	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021: BAT 25]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P4: PPE & การป้องกันร่วมในเขตเครื่องย่อย

เป้าหมาย: ▪ จัดให้มี PPE ที่เหมาะสม ในพื้นที่เครื่องย่อยและ มีการป้องกันแบบรวม (collective protections)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ ภาพ กระดาน PPE ☐ ทะเบียนจ่าย PPE ☐ ลายเซ็นอบรมการใช้ PPE ☐ บันทึกกลุ่มตรวจ
วิธีการ: 1. จัดเตรียมและใช้ Personal Protective Equipment (PPE) ที่เหมาะสม 2. กระดาน PPE ตามจุดใช้งาน 3. ออกกฎ “ไม่มี PPE → ห้ามเริ่มงาน”	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P5: การบรรจุ/ติดป้าย/ขนส่งสิ่งของที่ปนเปื้อน POPs

เป้าหมาย: ▪ บรรจุ ติดฉลาก ขนส่ง ของเสียที่ปนเปื้อน POP ตามกฎ UN DG/บรรจุภัณฑ์ ▪ ดำเนินการให้การบรรจุทุกเป็นไปอย่างปลอดภัย (Safe Loading)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รูปภาพขณะ ☐ ใบกำกับ/manifest ☐ เช็คलिस्टรถ
วิธีการ: 1. ภาชนะสำหรับวัสดุใน Red Stream เป็นแบบปิดมิดชิด & มีฝาปิด 2. ฉลากระบุ Batch/ลำดับชั้น PBDE/เส้นทาง/วันที่ 3. ผู้ขนส่งที่ได้รับอนุญาต 4. อนุญาตให้ขนส่งร่วมรถได้ แต่ต้องแยกภาชนะ และปิดมิดชิด ไม่ให้เกิดการปนกัน	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P6: การรีไซเคิลพลาสติกที่มี PBDE ออก (ห้ามนำไป Recycle)

เป้าหมาย: รีไซเคิลพลาสติกที่มี PBDE (BFR) ออก ก่อน นำไปลดขนาด (ตามความเหมาะสม)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ เช็กлистการถอดแยก ☐ รูปถ่าย ☐ หลักฐานขนส่ง/ส่งมอบ ☐ ผลการตรวจกระทบยอด
วิธีการ: - SOP การถอดแยก - ลดการก่อเศษผงและฝุ่น (ถือเป็น POP-risk) - ส่งพลาสติกที่มี PBDE ไป ESM	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P7: การป้องกันการปะปนและการฟุ้งกระจายในกระบวนการบดย่อย

เป้าหมาย: ▪ มีมาตรการป้องกัน การฟุ้งกระจายของฝุ่น และ การปนเปื้อนข้ามกัน ระหว่างการเปลี่ยนสตรัม/แคมเปญในงานย่อย (shredding/change-over)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ Shredder_Campaign_Log ☐ เช็กลิสต์/รูป Line-clearance ☐ บันทึก "OK to Start" ☐ สุ่มตรวจสอบระดับการปนเปื้อน
วิธีการ: 1. แยกเครื่อง: ถ้าเป็นไปได้ ให้ย่อย วัสดุปนเปื้อน POPs ด้วยเครื่องเฉพาะ 2. ใช้เครื่องรวมอย่างปลอดภัย: เดินเครื่องแบบ Single-stream (Red/Blue) ที่ละสตรัมเท่านั้น 3. ก่อนสลับสตรัม: ทำ Line-clearance (หยุดป้อน-ทำความสะอาด-เก็บกาก/ฝุ่นจากสตรัมเดิม-ตรวจสอบจุดตั้งค่าง) 4. เริ่มสตรัม Blue: ทำ White-cloth test ที่จุดเสี่ยง (เช่น ชุด/ฮอปเปอร์/สายพาน) ต้อง ไม่มีคราบ/ฝุ่นสีเข้ม ก่อนอนุญาตเริ่มเดินเครื่อง 5. ระหว่างเดินเครื่อง: รักษา enclosure + ประตูปิด และ ฝาปิด (lids-on) ที่ถึง/ถูก/บังเกอร์ทุกใบ	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P8: การป้องกันอันตรายจากฝุ่น

เป้าหมาย: มาตรการป้องกัน การปะทุเป็นไฟ (deflagration) ในโซนย่อย/บด/ร่อน	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงาน DHA ☐ บันทึกทดสอบอุปกรณ์ความปลอดภัย ☐ บันทึกทำความสะอาด
วิธีการ: 1. ทำ Dust Hazard Analysis (DHA) 2. ระบบตรวจ/ดับประกาย (spark detection & suppression) 3. explosion isolation/venting 4. รักษาความสะอาด	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021 / IEC 63395]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P9: ระบบดูดเฉพาะจุด & ควบคุมของเหลว/น้ำทิ้ง

เป้าหมาย: ▪ ติดตั้ง ระบบดูดเฉพาะจุด (Local Exhaust Ventilation: LEV) และควบคุม น้ำทิ้ง/ของเหลว เมื่อมีการล้าง	บันทึกการตรวจสอบ ☐ บันทึกการบำรุงรักษา ☐ รูปถ่าย
วิธีการ: 1. จัดการอากาศแบบระบบปิด 2. ห้ามใช้ลมอัดเป่า	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021 / Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P10: เทคโนโลยีควบคุมฝุ่นในลมลำเลียง (ไซโคลน/เวนจูรี/ถุงกรอง/ฉีดน้ำ ให้เหมาะสม)

เป้าหมาย: ▪ ใช้ BAT การลดฝุ่นสำหรับการจัดการในระบบท่อ (Channeled air) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายระบบประกอบกันต่อไปนี้ ▪ cyclone ▪ Venturi scrubber ▪ fabric (bag) filter และ ▪ water injection (ตามความเหมาะสม)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ สเปกชุดเก็บฝุ่นที่ใช้ ☐ รายงานผลการตรวจสอบอากาศปลายปล่อง ☐ บันทึก ΔP
วิธีการ: 1. ใช้ fabric filter (baghouse/HEPA) เป็นหลัก 2. เสริม cyclone/Venturi ตามความจำเป็น 3. ใช้ water injection เฉพาะกรณีที่เกิดปอดภัย	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P11: คู่มือการปล่อยอากาศเสียที่ปลายปล่อง

เป้าหมาย: ผ่านเกณฑ์ BAT-AEL สำหรับฝุ่นจากการบำบัดเชิงกล (เช่น 2–5 mg/Nm³ และไม่เกิน 10 mg/Nm³ สำหรับกรณีไม่สามารถใช้ fabric filter ได้)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงานผลการตรวจสอบอากาศปลายปล่อง ☐ Trend Chart ☐ เอกสาร CAPA
วิธีการ: - ควบคุม AEL ให้ได้ตามเป้าหมาย AEL ระดับไซต์ - ทำเทรนด์ - ข้อกำหนดการดำเนินการ หากผลเกินค่าที่กำหนด	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P12: ตรวจสอบยืนยันวัสดุก่อนย่อยตาม Pathway ที่กำหนด

เป้าหมาย: ▪ มีกระบวนการตรวจสอบวัสดุก่อนย่อย ▪ นำรายการอันตรายออกก่อนย่อย ▪ รับเฉพาะถึงที่ยืนยัน ของภายในได้	บันทึกการตรวจสอบ ☐ แบบบันทึกการรับเข้า ☐ ใบกักกัน
วิธีการ: 1. ควบคุม/ตรวจสอบการรับเข้า - ตาม Pathway 2. ควบคุม/ตรวจสอบการแยกแยะวัสดุ 3. ส่งเข้า "กักกัน" หากเป็น WEEE รายการใหม่ 4. สุ่มตรวจสอบประสิทธิภาพการรับเข้าและการแยกแยะ	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018: BAT 26]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P13: โปรแกรมความปลอดภัยด้านการปะทุเป็นไฟ (Deflagration)

เป้าหมาย: ▪ จัดทำ โปรแกรมจัดการความปลอดภัยจากการปะทุเป็นไฟ (Deflagration): ▪ มาตรการลดความเสี่ยง (คัดกรองของเข้า) ▪ ทบทวนเหตุ, และมาตรการตอบสนอง (ดับ/แยก/ระบายแรงดัน)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงาน DHA ☐ บันทึกทดสอบอุปกรณ์ ☐ ทะเบียนเหตุ/CAPA
วิธีการ: 1. รักษา DHA 2. ติดตั้ง spark suppression 3. ติด explosion isolation/relief	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018; UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P14: การคัดแยกด้วยลม (Air-Separated Light Fraction)

เป้าหมาย: ▪ ถ้าใช้การคัดแยกด้วยลม: การระบาย/ลำเลียง เศษเบา/ส่วนที่คัดด้วยลม ต้องมีการควบคุมฝุ่น (เช่น rotary valves → covered conveyors/bunkers)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รูปถ่าย ☐ รายการอุปกรณ์ ☐ บันทึกตรวจสอบ
วิธีการ: 1. ติดตั้ง rotary valves ที่ตัวคัด 2. ระบบสายพาน/ฮอปเปอร์แบบปิด 3. ถังปิด	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P15: ระบบ Interlock กับเครื่องบดย่อย

เป้าหมาย: ▪ ติดระบบ Interlock กับเครื่องย่อย – ไม่ให้เดินเครื่อง หากระบบจัดการฝุ่นยังไม่ทำงาน	บันทึกการตรวจสอบ ☐ บันทึกทดสอบ interlock ☐ บันทึกสัญญาณเตือน ☐ เช็กलिस्टกะงาน
วิธีการ: 1. ตั้ง PLC interlock 2. เช็กलिस्टก่อนเริ่มเดินเครื่อง 3. ระบบสัญญาณเตือน/ล๊อค bypass	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

P16: เทคนิคการลดฝุ่นในกระบวนการบดย่อย

เป้าหมาย: ▪ ใช้เทคนิคเพื่อลดฝุ่นในกระบวนการบดย่อย เช่น ▪ ระบบดูดอากาศผ่าน cyclone → Venturi scrubber (wet scrubbing) พร้อมบ่อกักและการหมุนเวียนน้ำ หรือ ▪ water injection ภายใน Shredder (ควบคุมอัตราการนำตามอัตราการป้อนวัสดุ) โดยยังต้องมีการดักฝุ่น/บำบัดอากาศถัดไป (เช่น cyclone/สกรีนเบอร์) ▪ (หมายเหตุ: water injection เป็นเพียงการกด/ลด ฝุ่นเท่านั้น ไม่สามารถป้องกันการปะทุเป็นไฟ (deflagration) ได้)	บันทึกการตรวจสอบ ❑ สเปก/ไดอะแกรม: Cyclone–Venturi หรือ Water-injection (ตำแหน่งหัวพ่น, วาล์ว, flow control) ❑ บันทึกการทดสอบ/ปรับเทียบ อัตราน้ำ–โหลดเครื่อง; แบบฟอร์ม pre-start & interlock test ❑ รายงานปลายปล่อง: ฝุ่นหลังบำบัด; บันทึก ΔP baghouse/สกรีนเบอร์ ❑ บันทึกบำรุงรักษา/เปิดล้างบ่อกัก; บันทึกกำจัดตะกอน + CoD ❑ รายงาน DHA/ทดสอบระบบ spark suppression/isolation/venting
วิธีการ: 1. เลือกคอนฟีก: Cyclone → Venturi หรือ Water-injection mill + Cyclone/สกรีนเบอร์ ตามข้อจำกัดไซต์- 2. ติดตั้ง หัวพ่นละออง/จุดเติมน้ำ พร้อม ควบคุมอัตราการนำสัมพันธ์กำลังมอเตอร์/อัตราการป้อน เพื่อลดการเปียกเกิน—ไม่กระทบการคัดแยกด้วยลม 3. ออกแบบ บ่อกัก–ตกตะกอน–กรอง และ หมุนเวียนน้ำ; ตะกอน/กากสกรีนเบอร์เก็บเป็นของเสียควบคุม (ผูกกับเส้นทาง ESM) 4. จัดให้ enclosure + แรงดันลบ และ interlock “ไม่มีชุดกำจัด → ห้ามเดินเครื่อง” 5. ดำเนิน DHA/ระบบป้องกันประกาย–แยก–ระบายแรงดัน คงเดิม (แม่ใช้น้ำ)	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

3 Traceability – BAT/BEP สำหรับการตรวจสอบย้อนกลับ

องค์กรต้องจัดเก็บหลักฐานและการติดตามเพื่อพิสูจน์การควบคุมการไหลของวัสดุและการปฏิบัติตามกฎหมาย/มาตรฐาน ครอบคลุมบัญชี Batch, น้ำหนักเข้า-ออกตามเส้นทาง, เอกสารขนส่ง/ปลายทาง (รวม Certificate of Destruction: **CoD**), บันทึกการปล่อยอากาศเสีย (ฝุ่น/BFR/PCDD/F), ทะเบียนเหตุ/การสืบสวน (**RCA-CAPA**) และการกระทบยอดมวลรายงวด

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

- **Batch ID** เดียว ครอบคลุมเอกสารทั้งหมด ตั้งแต่รับเข้า→ส่งปลายทาง
- มี **Mass balance** รายแบบต/รายเดือน/รายปี พร้อมเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนและการสืบสวนเมื่อเกินเกณฑ์
- สะท้อนสมรรถนะ BAT ด้วยข้อมูล **abatement availability/interlocks** และแนวโน้มการปล่อยอากาศ
- เอกสาร ESM ครบถ้วน (รหัสปฏิบัติการ D9/D10/R1/R4, DE/DRE เมื่อเกี่ยวข้อง, **CoD**) รองรับการตรวจประเมินภายใน/ภายนอก

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
T1	BAT	บัญชี Batch & รหัสสถานะ ▪ จัดทำ บัญชี Inventory การบ่งชี้และบันทึก ครอบคลุมการจัดการ การบรรจุ การติดฉลาก/ป้าย การขนส่ง และการจัดเก็บ [Basel GTG 2022]	▪ บัญชีบันทึกน้ำหนักสินค้าแต่ละ Batch (Batches_Weights) ตามแต่ละเส้นทาง (pathway) ▪ ติดหมายเลขสถานะ ▪ ติดป้ายรูปถ่าย ▪ ตรวจสอบคลังรายสัปดาห์	☐ รายงานดังจาก Batches_Weights ☐ ป้าย/รูป ☐ แบบฟอร์มตรวจคลัง
T2	BAT	บันทึกการปล่อยจากเครื่องย่อย ▪ เก็บ บันทึกการตรวจติดตามการปลดปล่อย สำหรับเครื่องบดย่อย (Shredder) รวม BFRs/PCDD/F รายปี และ ฝุ่นทุก 6 เดือน ด้วย มาตรฐานการทดสอบที่ยอมรับ พร้อมจัดทำเทรนด์เทียบเกณฑ์ [WT BREF 2018 (BAT 8); UNEP PBDE 2021]	▪ จัดแฟ้มผลการตรวจสอบการปลดปล่อยอากาศปลายปล่อง ผลการตรวจสอบจุดเสี่ยง; ▪ สร้างกราฟแนวโน้มผลการทดสอบ (Trend Curve) ▪ เปิด CAPA เมื่อเกินเกณฑ์	☐ Shredder_Emissions_Mon ☐ Trend Curve ☐ เอกสาร CAPA

#	ประเภท	ข้อกำหนด (UNEP/Standards requirement)	แนวทางการดำเนินการ (Clean-WEEE implementation)	ตัวอย่างหลักฐาน
T3	BAT	แฟ้มเส้นทาง ESM สำหรับการส่งกำจัดนอกสถานที่ จัดทำเอกสาร การเลือก/สมรรถนะ ESM สำหรับการขนส่งวัสดุที่ปนเปื้อน POPs ไปกำจัด (รหัสปฏิบัติการ; มาตรการ BAT/BEP; หลักฐาน DE/DRE เมื่อเกี่ยวข้อง) [Basel GTG 2022]	- แฟ้มการขนส่งระบุรหัสปฏิบัติการ (D9/D10/R1/R4), - รายงานสรุป BAT/BEP ของผู้รับจ้าง, - ข้อมูล DE/DRE/Trial burn, Certificate of Destruction (CoD)	☐ ใบกำกับ/Manifest ☐ ใบรับรอง CoD ☐ ข้อมูลจากผู้รับจ้าง
T4	BEP	ทะเบียนการลดมลพิษ (depollution) & การป้องกันการปน (คงความถูกต้อง Red/Blue) - จัดทำบันทึก การลดมลพิษ (depollution) และการแยกเศษอันตราย - รับรองว่า ไม่มีการผสมกัน [IEC 63395]	- บันทึก depollution ระบุชิ้นส่วน/น้ำหนักและเส้นทางสุดท้าย - ตรวจความถูกต้อง Red/Blue mass balance	☐ สมุดบันทึก depollution ☐ บันทึกตรวจสอบฉลาก/ป้าย
T5	BEP	ทะเบียนเหตุผิดปกติ ลงบันทึกเหตุการณ์/เหตุผิดปกติ (รวม deflagration) และติดตามผล [UNEP 2021]	- ทะเบียนเหตุ - ทำ Root Cause Analysis (RCA) - มาตรการป้องกัน - ทบทวนโดยผู้บริหาร	☐ ทะเบียนเหตุ/ CAPA ☐ บันทึก/รายงานการทบทวนโดยผู้บริหาร
T6	BAT	กระตบยอดสมดุลมวลตามรอบ & กฎเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อน ทำ การกระตบยอดมวล (mass balance) เป็นระยะเพื่อยืนยันการควบคุมการไหลวัสดุ [ISO 59014 / Best practice]	- กระตบยอดรายเดือนแยกตามสตรีม รวม น้ำหนักผงละเอียด (finest) และถุงกรอง; - ตั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน (เช่น $\leq \pm 5\%$) - ทำ mass balance รายปี	☐ รายงานกระตบยอดรายเดือน ☐ บันทึกการสืบสวน ☐ รายงาน mass balance รายปี
T7	BAT	บันทึกสภาพความพร้อมของระบบกำจัด/อินเทอร์ล็อก & แคมเปญการเดินเครื่อง บันทึก สภาพความพร้อมของชุดกำจัด/อินเทอร์ล็อก และเหตุผิดปกติเพื่อแสดงการปฏิบัติตาม BAT และการจัดการอุบัติเหตุ [WT BREF 2018 – Accident management & interlock]	- บันทึก Shredder_Campaign_Log ระบบ "Abatement ON/OFF", - เหตุ bypass - การหยุด/สะดุด - รักษาทะเบียนเหตุและการสืบสวน	☐ Campaign log ☐ ทะเบียนเหตุ/CAPA ☐ บันทึกทดสอบอินเทอร์ล็อก

T1: บัญชี Batch & รหัสภาชนะ

เป้าหมาย: ▪ จัดทำ บัญชี Inventory การบ่งชี้และบันทึก ครอบคลุมการจัดการ การบรรจุ การติดฉลาก/ป้าย การขนส่ง และการจัดเก็บ ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงานดึงจาก Batches_Weights ☐ ป้าย/รูป ☐ แบบฟอร์มตรวจคลัง
วิธีการ: 1. จัดทำบัญชีบันทึกน้ำหนักสินค้าแต่ละ Batch (Batches_Weights) ตามแต่ละเส้นทาง (pathway) 2. ตัดหมายเลขภาชนะ 3. ติดป้ายรูปถ่าย 4. ทำการตรวจคลังสินค้ารายสัปดาห์	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T2: บันทึกการปล่อยจากเครื่องย่อย

เป้าหมาย: - เก็บ บันทึกการตรวจติดตามการปลดปล่อย สำหรับเครื่องบดย่อย (Shredder) รวม BFRs/PCDD/F รายปี และ ฝุ่นทุก 6 เดือน ด้วย มาตรฐานการทดสอบที่ยอมรับ พร้อมจัดทำเทรนด์เทียบเกณฑ์	บันทึกการตรวจสอบ ☐ Shredder_Emissions_Mon ☐ Trend Curve ☐ เอกสาร CAPA
วิธีการ: 1. จัดแฟ้มผลการตรวจสอบการปลดปล่อยอากาศปลายปล่อง ผลการตรวจสอบจุดเสี่ยง; 2. สร้างกราฟแนวโน้มผลการทดสอบ (Trend Curve) 3. เปิด CAPA เมื่อเกินเกณฑ์	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018 (BAT 8); UNEP PBDE 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T3: เพิ่มเส้นทาง ESM สำหรับการส่งกำจัดนอกสถานที่

เป้าหมาย: ▪ จัดทำเอกสาร การเลือก/สมรรถนะ ESM สำหรับการขนส่งวัสดุที่ปนเปื้อน POPs ไปกำจัด (รหัสปฏิบัติการ; มาตรการ BAT/BEP; หลักฐาน DE/DRE เมื่อเกี่ยวข้อง)	บันทึกการตรวจสอบ ☐ ใบกำกับ/Manifest ☐ ใบรับรอง CoD ☐ ข้อมูลจากผู้รับจ้าง
วิธีการ: 1. เพิ่มการขนส่งระบุรหัสปฏิบัติการ (D9/D10/R1/R4), 2. รายงานสรุป BAT/BEP ของผู้รับจ้าง, 3. ข้อมูล DE/DRE/Trial burn, 4. Certificate of Destruction (CoD)	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [Basel GTG 2022]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T4: ทะเบียนการลดมลพิษ (depollution) & การป้องกันการปน (คงความ ถูกต้อง Red/Blue)

เป้าหมาย: ▪ จัดทำบันทึก การลดมลพิษ (depollution) และการแยกเศษอันตราย ▪ รับรองว่า ไม่มีการผสมกัน ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ สมุดบันทึก depollution ☐ บันทึกตรวจฉลาก/ป้าย
วิธีการ: 1. บันทึก depollution ระบุชิ้นส่วน/น้ำหนักและเส้นทางสุดท้าย 2. ตรวจสอบความถูกต้อง Red/Blue mass balance	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [IEC 63395]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T5: ทะเบียนเหตุผิดปกติ

เป้าหมาย: ▪ ลงบันทึกเหตุการณ์/เหตุผิดปกติ (รวม deflagration) และติดตามผล ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ ทะเบียนเหตุ/ CAPA ☐ บันทึก/รายงานการทบทวนโดยผู้บริหาร
วิธีการ: 1. ทะเบียนเหตุ 2. ทำ Root Cause Analysis (RCA) 3. มาตรการป้องกัน 4. ทบทวนโดยผู้บริหาร	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [UNEP 2021]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T6: กระทบยอดสมดุลมวลตามรอบ & กฎเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อน

เป้าหมาย: ▪ ทำ การกระทบยอดมวล (mass balance) เป็นระยะเพื่อยืนยันการควบคุมการไหลวัสดุ ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ รายงานกระทบยอดรายเดือน ☐ บันทึกการสืบสวน ☐ รายงาน mass balance รายปี
วิธีการ: 1. กระทบยอดรายเดือนแยกตามสตรีม รวม น้ำหนักผงละเอียด (fines) และถุงกรอง; 2. ตั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน (เช่น $\leq \pm 5\%$) 3. ทำ mass balance รายปี 4.	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [ISO 59014 / Best practice]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	

T7: บันทึกสภาพความพร้อมของระบบกำจัด/อินเทอร์ล็อก & แคมเปญ การเดินเครื่อง

เป้าหมาย: ▪ บันทึก สภาพความพร้อมของชุดกำจัด/อินเทอร์ล็อก และเหตุ - ผิดปกติเพื่อแสดงการปฏิบัติตาม BAT และการจัดการอุบัติเหตุ ▪	บันทึกการตรวจสอบ ☐ Campaign log ☐ ทะเบียนเหตุ/CAPA ☐ บันทึกทดสอบอินเทอร์ล็อก
วิธีการ: 1. บันทึก Shredder_Campaign_Log ระบุ "Abatement ON/OFF", 2. บันทึกเหตุ bypass 3. บันทึกการหยุด/สะดุด 4. รักษาทะเบียนเหตุและการสืบสวน	
ตัวอย่าง:	แผนก/ผู้รับผิดชอบ
แหล่งข้อมูลอ้างอิง [WT BREF 2018 – Accident management & interlock]	
Version Date: 13 ตุลาคม 2568	