

SẢN PHẨM 3.1

**TÀI LIỆU ĐÀO TẠO VÀ NÂNG CAO NĂNG LỰC VỀ
BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG, BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG LIÊN QUAN ĐẾN SỬ DỤNG ĐẤT,
ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ SẢN XUẤT TIÊU DÙNG BỀN VỮNG**

CHỦ ĐỀ 3: BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐẤT (Tài liệu đọc thêm)

**TĂNG CƯỜNG NĂNG LỰC QUẢN LÝ VÀ CHIA SẺ KINH NGHIỆM
VỀ MÔI TRƯỜNG, SỬ DỤNG ĐẤT, THÍCH ỨNG VỚI KHÍ HẬU
CHO CÁN BỘ BỘTÀI NGUYÊN & MÔI TRƯỜNG
(TA9417-VEA QCBS-05)**



ĐƠN VỊ TƯ VẤN
LIÊN DANH GIỮA CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN EPRO VÀ
CÔNG TY CỔ PHẦN TRUYỀN THÔNG BA ĐÌNH



DỰ ÁN LỒNG GHÉP CHỐNG CHỊU VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG
ĐỂ PHÁT TRIỂN CÁC ĐÔ THỊ XANH LOẠI II (TA9417-VIE)

Sản phẩm 3.1

TÀI LIỆU ĐÀO TẠO VÀ NÂNG CAO NĂNG LỰC VỀ
BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG, BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG LIÊN QUAN ĐẾN SỬ DỤNG ĐẤT,
ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ SẢN XUẤT VÀ TIÊU DÙNG BỀN VỮNG

CHỦ ĐỀ 3: BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐẤT
(Tài liệu đọc thêm)

GÓI THẦU

TĂNG CƯỜNG NĂNG LỰC QUẢN LÝ VÀ CHIA SẺ KINH NGHIỆM
VỀ MÔI TRƯỜNG, SỬ DỤNG ĐẤT, THÍCH ỨNG VỚI KHÍ HẬU
CHO CÁN BỘ BỘ TÀI NGUYÊN & MÔI TRƯỜNG
(TA9417-VEA QCBS-05)

ĐƠN VỊ THỰC HIỆN

LIÊN DANH GIỮA CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN EPRO
VÀ CÔNG TY CỔ PHẦN TRUYỀN THÔNG BA ĐÌNH

DUYỆT BỞI

BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN LỒNG GHÉP CHỐNG CHỊU VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG ĐỂ PHÁT TRIỂN CÁC ĐÔ THỊ XANH LOẠI II

Hà Nội, tháng 10 năm 2025

Lịch sử tài liệu:

Bản số	Ngày	Rà soát/ góp ý bởi	Ngày
Ver.# 1	04/10/2025		

MỤC LỤC

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	5
DANH MỤC CÁC BẢNG	6
DANH MỤC CÁC HÌNH	7
GIỚI THIỆU.....	8
1 TỔNG QUAN VỀ CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY (POPS)	9
1.1 Khái niệm và đặc điểm chung	9
1.1.1 Khái niệm	9
1.1.2 Đặc điểm	9
1.2 Nguồn gốc của POPs	10
1.3 Tác hại và ảnh hưởng của POPs	11
1.4 Quy định của thế giới và Việt Nam về quản lý POPs.....	12
1.4.1 Quy định quốc tế	12
1.4.2 Quy định trong nước	14
2 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ SỰ PHÙ HỢP VÀ KIỂM TRA CÁC CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY VÀ NGUYÊN LIỆU, NHIÊN LIỆU, VẬT LIỆU, SẢN PHẨM, HÀNG HÓA, THIẾT BỊ CÓ CHỨA CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY	22
2.1 Mục đích của đánh giá sự phù hợp.....	22
2.2 Cơ sở pháp lý đối với đánh giá sự phù hợp.....	22
2.3 Kỹ thuật lấy mẫu và phương pháp phân tích	23
2.3.1 Kỹ thuật lấy mẫu	23
2.3.2 Phương pháp phân tích	24
2.3.3 Quy trình đánh giá sự phù hợp	26
3 Ô NHIỄM ĐẤT VÀ QUY ĐỊNH BẢO VỆ Ô NHIỄM ĐẤT	30
3.1 Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2030	30
3.2 Ô nhiễm POPs trong đất.....	32
3.3 Nhận diện và đánh giá khu vực có nguy cơ ô nhiễm	34
3.3.1 Nhận diện khu vực có nguy cơ ô nhiễm	34
3.3.2 Quy trình đánh giá ô nhiễm đất	35
4 CẢI TẠO VÀ PHỤC HỒI Ô NHIỄM ĐẤT	40
4.1 Phương pháp cải tạo phục hồi đất	40
4.2 Quy trình cải tạo đất	58
4.3 Giám sát sau cải tạo.....	60
PHỤ LỤC	61

PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÓA CHẤT THUỘC PHỤ LỤC A CÔNG ƯỚC STOCKHOLM61

PHỤ LỤC 2: DANH MỤC HÓA CHẤT THUỘC PHỤ LỤC B CÔNG ƯỚC STOCKHOLM63

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BVTV	Bảo vệ thực vật
DDT	Dichlorodiphenyltrichloroethane
PCB	PolyChlorinated Biphenyl
POPs	Chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy
QCVN	Quy chuẩn kỹ thuật Việt Nam

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1. 1. Mục tiêu của các chiến lược quốc gia về quản lý POPs	16
Bảng 2.1. Phương pháp sử dụng để lấy mẫu nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị của một số ngành có chứa POPs	24
Bảng 2.2. Phương pháp sử dụng phân tích nồng độ POPs trong nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị	25
Bảng 2.3. Quy trình đánh giá phù hợp của nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs	26
Bảng 2.4. Nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa của các ngành sau cần phải thực hiện đánh giá sự phù hợp	29
Bảng 3.1. Quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp quốc gia đến 2030	31
Bảng 3.2. Phương pháp đánh giá chất ô nhiễm POPs trong đất	38
Bảng 4.1. Một số phương pháp xử lý POPs phục hồi ô nhiễm đất	41
Bảng 4.2. So sánh các phương pháp xử lý ô nhiễm tồn lưu có khả năng được áp dụng tại Việt Nam	55
Bảng 4.3. Ước tính chi phí thực hiện trực tiếp của các phương pháp xử lý ô nhiễm tồn lưu được khuyến nghị.....	56

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Nguồn phát thải POPs	10
Hình 1.2. Di chứng của dioxin	12
Hình 1.3. Vai trò của các bên trong quản lý POPs theo luật bảo vệ môi trường 2020 ..	20
Hình 2.1. Quy định và hoạt động kiểm tra nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa thiết bị có chứa POPs của luật chất lượng sản phẩm hàng hóa số 35/2028/QH14	23
Hình 2.2. Cách thức lấy mẫu thử nghiệm điển hình có chứa POPs	23
Hình 3.1. Quy hoạch sử dụng đất quốc gia đến năm 2030	30
Hình 3.2. Một số nguồn gây ô nhiễm POPs trong đất.....	33
Hình 3.3. Dioxin được dải xuống rừng trong kháng chiến chống Mỹ	34
Hình 3.4. Kho chứa dioxin trong chiến tranh Việt Nam 1961-1972.....	34
Hình 3.5. Quy trình thực hiện đánh giá ô nhiễm môi trường đất.....	35
Hình 4.1. Quy trình cải tạo đất.....	58

GIỚI THIỆU

Dự án “*Lồng ghép chống chịu với biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường để phát triển các đô thị xanh loại II - TA9417-VIE*” do ngân hàng Phát triển châu Á tài trợ, Cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường) đóng vai trò đơn vị chủ trì thực hiện trong năm năm, từ 2020 đến 2025. Dự án bao gồm 13 gói thầu, có ký hiệu QCBS-01 ÷ QCBS-013, liên quan đến các nội dung như cập nhật kế hoạch hành động (GCAP); rà soát và sửa đổi các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường; xây dựng tiêu chí nhân sinh thái và quy trình cấp nhân sinh thái; đánh giá mức độ ô nhiễm đất; ô nhiễm môi trường không khí.....

“*Tăng cường năng lực quản lý và chia sẻ kinh nghiệm về môi trường, sử dụng đất, thích ứng với biến đổi khí hậu cho cán bộ Bộ tài nguyên và Môi trường*” thông qua hoạt động đào tạo, tập huấn và truyền thông là nội dung của gói thầu QCBS-05 thuộc khuôn khổ dự án, tài liệu phục vụ chương trình đào tạo tập huấn được xây dựng dựa trên kết quả đạt được của các gói thầu đã hoàn thành trước đó như QCBS-01, QCBS-03, QCBS-07.....hướng tới các đối tượng học viên là cán bộ sở Nông nghiệp và môi trường và cán bộ cấp xã, các bộ của các cơ sở đào tạo, viện nghiên cứu.... của 9 tỉnh/thành phố được dự án lựa chọn gồm: 9 đô thị gồm 3 đô thị mục tiêu là TP. Huế, TP. Hà Giang và TP. Vĩnh Yên, và 6 đô thị mở rộng là TP. Hoa Lư, TP. Phan Rang – Tháp Chàm, TP. Trà Vinh, TP Hà Tĩnh, và TP. Kon Tum.

Chương trình đào tạo tăng cường năng lực quản lý cho cán bộ địa phương gồm có 5 chủ đề, chủ đề “*Bảo vệ môi trường đất*” là chủ đề đào tạo thứ ba. Mục tiêu của việc xây dựng tài liệu cũng như khóa đào tạo gồm:

- Chia sẻ cho cán bộ sở, xã và thành phần khác một số kết quả đạt được của các nội dung của gói thầu trong khuôn khổ dự án để cán bộ địa phương có thể vận dụng để xây dựng các chương trình phát triển đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu.
- Tổng quát về chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (đặc điểm, nguồn phát sinh, ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe con người, các quy định quốc tế và trong nước trong quản lý POPs, vai trò và sự cần thiết của đánh giá sự phù hợp các nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs....) cho cán bộ các cấp của các địa phương, qua đó hướng tới *nâng cao hiệu quả công tác quản lý POPs và nhận thức của các thành phần xã hội tại các địa phương trong sử dụng, thải bỏ, và xử lý các sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs.*
- Cập nhật và chia sẻ một số công nghệ xử lý phục hồi chất lượng đất bị ô nhiễm các hợp chất hữu cơ khó phân hủy cho cán bộ địa phương, khái quát quy trình thực hiện đánh giá ô nhiễm POPs trong đất, lấy mẫu, phân tích và đánh giá mức độ ô nhiễm POPs
- Cập nhật trách nhiệm của cấp tỉnh, xã trong công tác bảo vệ môi trường.

1 TỔNG QUAN VỀ CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY (POPS)

1.1 Khái niệm và đặc điểm chung

1.1.1 Khái niệm

Chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (tiếng Anh là Persistent Organic Pollutants - POPs) là các hóa chất hữu cơ có khả năng chống lại sự phân hủy bản thân của các quá trình hóa học, quang học và sinh học ở các mức độ khác nhau¹. Do đó, Công ước Stockholm xác định các hữu cơ khó phân hủy là các chất ô nhiễm đặc biệt nguy hiểm cần được quản lý chặt chẽ².

Tại Việt Nam, Luật Bảo vệ Môi trường 2020, trong Khoản 17, Điều 3 đã sử dụng định nghĩa này trong việc xác định chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy là chất ô nhiễm khó phân hủy được quy định trong Công ước Stockholm về các chất POPs.

Một số hợp chất POPs phổ biến hiện nay:

- Hóa chất bảo vệ thực vật, như Dichlorodiphenyltrichloroethane – DDT, Hexachlorobenzen - HCB, aldrin, chlordane, dieldrin, endrin, heptachlor, mirex, toxaphene.
- Hóa chất công nghiệp, như PolyChlorinated Biphenyl – PCB, hexachlorobenzen và PFOSF/PFOA.
- Sản phẩm phụ của các quá trình cháy và sản xuất công nghiệp, ví dụ dibenzo-*p*-dioxin polyclo hóa và dibenzofuran polyclo hóa (PCDD/PCDF) sinh ra từ các quá trình đốt, hexachlorobenzen và PCB....

1.1.2 Đặc điểm

POPs được coi là một trong những chất ô nhiễm nguy hại cần được quản lý đặc biệt, thậm chí hướng tới cắt giảm hoặc không sử dụng bởi các đặc tính sau:

- Tồn tại lâu trong môi trường, ví dụ, các chất dioxin có chu kỳ bán rã từ 8 đến 400 ngày trong pha khí, từ 166 ngày đến 2119 trong pha nước và khoảng 17 đến 273 năm trong đất và trầm tích³.

¹ Ritter L; Solomon KR; Forget J; Stemmeroff M; O'Leary C, 1995. Persistent organic pollutants. Report for The International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC), United Nations Environment Programme

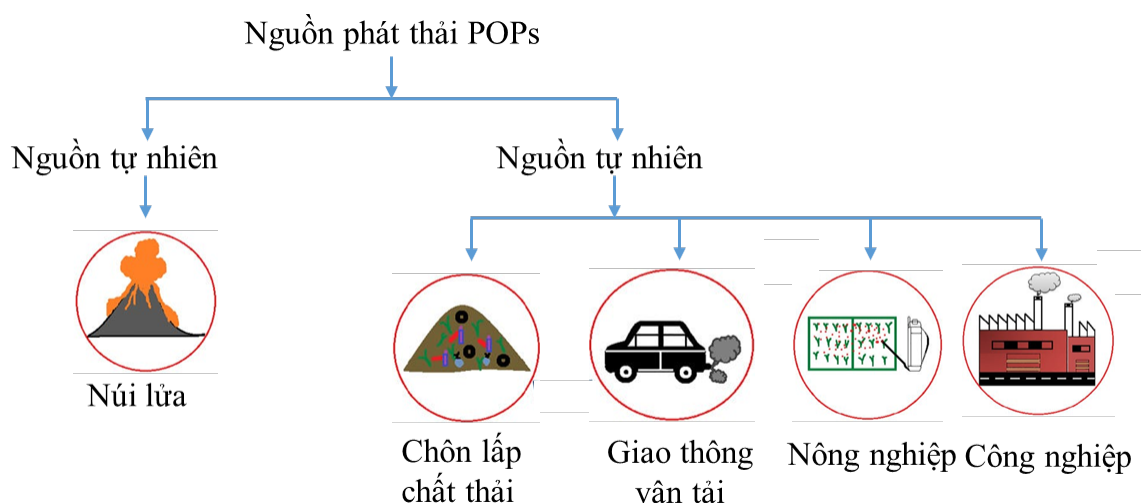
² Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants

³ <http://lapduan.com/tu-van-moi-truong/chat-o-nhiem-huu-co-kho-phan-huy-va-tinh-hinh-hien-tai-cua-viet-nam.html>

- Có độc tính cao hơn nhiều lần so với các loại chất độc được biết đến trong lịch sử loài người, ví dụ như dioxin có liều gây chết trung bình LD50 là 20µg/kg, cao hơn hàng ngàn lần so với Kali Cyanure (LD50 ~ 5-10mg/kg) hay Asen (LD50 ~ 13mg/kg⁴),
- Tích lũy sinh học cao trong các mô, đặc biệt là mô mỡ của động vật, do tính tan lớn trong lipid, và
- Phát tán rộng, xuyên biên giới do tính chất bền, bán bay hơi và dễ vận chuyển trong không khí⁵.

1.2 Nguồn gốc của POPs

POPs có thể phát thải từ các nguồn tự nhiên và các hoạt động nhân tạo, trong đó phát thải từ hoạt động được cho là nguồn chính và được mô tả như hình dưới đây



Hình 1.1. Nguồn phát thải POPs

Trong số các nguồn nhân tạo, hoạt động công nghiệp được coi là nguồn phát thải chủ đạo, các ngành phát thải nhiều POPs có thể kể đến như ngành sản xuất hóa chất (dung môi), thuốc bảo vệ thực vật, điện – điện tử, nhựa, dệt may gia dày.... Phát thải POPs từ nông nghiệp chủ yếu từ hoạt động sử dụng thuốc bảo vệ thực vật không đúng cách (sử dụng lượng dư so với chỉ định). POPs phát sinh từ hoạt động giao thông vận tải chủ yếu là quá trình đốt cháy không hoàn toàn nhiên liệu, rò rỉ dầu thủy lực.... Trong hoạt động

⁴ Tang, H. P.-o. (2013). Recent development in analysis of persistent organic pollutants under the Stockholm Convention. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 45, 48-66

⁵ United Nations Economic Commission for Europe, 1998. *Protocol to the Convention on Long-range Air Pollution on Persistent Organic Pollutants, (EB.AIR/1998/2)*, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, United Nations Economic and Social Council, Economic Commission for Europe.

chôn lấp chất thải POPs sinh ra từ quá trình sinh học phân hủy chất thải trong điều kiện kỵ khí.

1.3 Tác hại và ảnh hưởng của POPs

Sự có mặt của POPs trong môi trường dù ở bất kỳ nồng độ nào đều có thể gây ra những ảnh hưởng tiêu cực đối với môi trường, hệ sinh thái và sức khỏe con người. tác động của POPs có thể là:

- | | |
|-----------------------------|---|
| <i>Môi trường đất</i> | <ul style="list-style-type: none">- Thay đổi tính chất vật lý, hóa học và sinh học dẫn đến làm suy giảm chất lượng đất, làm giảm khả năng sinh trưởng và phát triển của cây trồng và các loại thực vật khác- Làm giảm khả năng phân hủy tự nhiên: POPs có thể ức chế hoạt động của các vi sinh vật có lợi trong đất, làm giảm khả năng phân hủy tự nhiên của các chất hữu cơ khác gây mất cân bằng sinh thái trong đất.- Làm ô nhiễm nguồn nước ngầm do sự khuếch tán của POPs theo các mạch nước trong đất |
| <i>Môi trường nước</i> | <ul style="list-style-type: none">- Làm ô nhiễm nguồn nước mặt do dòng chảy bề mặt và xâm nhập gây ô nhiễm đất- Gây ô nhiễm cho hệ sinh thái thủy sinh, nhất là các loài sinh vật cuối chuỗi thức ăn do quá trình tích lũy sinh học. POPs có thể gây tổn thương cho các cơ quan nội tạng, làm suy giảm chức năng sinh lý và thậm chí gây tử vong cho các loài cá, động vật thân mềm, và các sinh vật thủy sinh khác |
| <i>Môi trường không khí</i> | <ul style="list-style-type: none">- Làm giảm chất lượng không khí, tạo ra các chất thứ cấp gây hại khi phản ứng với các chất khác trong không khí. Điều này có thể làm tăng mức độ ô nhiễm không khí, gây ra các hiện tượng như sương mù quang hóa và ô nhiễm không khí đô thị.- POPs có phạm vi ảnh hưởng rộng lớn do có khả năng chuyển từ trạng thái rắn/lỏng sang thể khí cho phép POPs lan tỏa xuyên biên giới |
| <i>Đa dạng sinh học</i> | <ul style="list-style-type: none">- POPs có thể gây tử vong hoặc suy giảm sức khỏe của nhiều loài sinh vật, làm giảm đa dạng sinh học trong các hệ sinh thái. Khi một hoặc nhiều loài bị suy giảm số lượng, các loài khác trong chuỗi thức ăn cũng bị ảnh hưởng, dẫn đến sự mất cân bằng sinh thái- POPs có thể làm gián đoạn các quá trình sinh thái quan trọng như phân hủy chất hữu cơ, tuần hoàn dinh dưỡng và các mối quan hệ cộng sinh. Khi các quá trình này bị gián đoạn, sự phát triển và duy trì của hệ sinh thái bị ảnh hưởng nghiêm trọng- POPs có thể tích lũy và lan truyền qua chuỗi thức ăn, từ các loài sinh vật nhỏ đến các loài săn mồi đỉnh. Sự tích lũy này có thể dẫn đến hiệu ứng phóng đại sinh học, làm tăng nồng độ |

POPs trong các loài săn mồi đỉnh như chim săn mồi, cá lớn và động vật biển có vú, gây ra các tác động độc hại lan rộng

- POPs có thể gây ra các vấn đề về sinh sản ở nhiều loài sinh vật, bao gồm giảm khả năng sinh sản, giảm số lượng trứng hoặc con non và tăng tỷ lệ tử vong của con non.
- POPs có thể gây ra các biến dạng bào thai, ảnh hưởng đến sự phát triển và sức khỏe của con non. Điều này có thể làm giảm khả năng sống sót và phát triển của thế hệ mới....

Con người

- Tiếp xúc POPs với nồng độ cao, người tiếp xúc có thể bị ngộ độc cấp tính với các biểu hiện như buồn nôn, chóng mặt, đau đầu, hôn mê hoặc tử vong (85g có thể giết chết 8 triệu người⁶)
- POPs cũng có thể gây ra các ngộ độc mãn tính cho con người như gây ra các dị tật bẩm sinh và chậm phát triển trí tuệ; gây ra rối loạn hormone, dẫn đến vô sinh, giảm khả năng sinh sản và các vấn đề khác liên quan đến hệ thống sinh sản; làm giảm khả năng chống lại các bệnh nhiễm trùng và các bệnh tự miễn; có thể gây ung thư (dioxin, PCBs); gây viêm và tổn thương mô phổi; gây hẹp đường thở và khó thở mãn tính...



Hình 1.2. Di chứng của dioxin⁷

1.4 Quy định của thế giới và Việt Nam về quản lý POPs

1.4.1 Quy định quốc tế

Công ước Stockholm về các chất POPs ra đời và được các nước ký kết vào ngày 22 tháng 5 năm 2001 tại Stockholm, Thụy Điển và chính thức có hiệu lực vào ngày 17

6

<http://www.quanl2.hochiminhcity.gov.vn/tintuc/default.aspx?Source=/tintuc&Category=V%C4%83n+h%C3%B3a+x%C3%A3+h%E1%BB%99i&ItemID=9475&Mode=1>

⁷ <https://www.baolaichau.vn/xa-hoi/chung-tay-cham-soc-nan-nhan-chat-doc-da-camdioxin>

tháng 5 năm 2004. Mục tiêu của Công ước Stockholm là nhằm mục đích bảo vệ sức khỏe con người và môi trường trước nguy cơ do các chất POP gây ra thông qua việc quy định ngừng sản xuất, cấm sử dụng, hạn chế sử dụng và tiến tới tiêu hủy hoàn toàn một số chất POP do con người tạo ra, đồng thời thực hiện các biện pháp cần thiết để giảm thiểu liên tục sự phát sinh không chủ định các chất POPs từ hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, dân sinh hoặc xử lý chất thải. Tính đến nay, Công ước Stockholm đã có sự tham gia của 186 quốc gia thành viên.

Theo Công ước, các hợp chất POPs được chia thành 3 nhóm: (i) Các chất phải loại bỏ trong sản xuất và sử dụng (Phụ lục A); (ii) Các chất cần hạn chế sản xuất và sử dụng (Phụ lục B); (iii) Các chất phát sinh không chủ định (Phụ lục C).

Công ước đưa ra các quy định mà bất cứ thành viên nào của Công ước này đều có trách nhiệm nghĩa vụ tuân thủ thực thi, các quy định này bao gồm:

- | | |
|--|---|
| Quy định về quản lý an toàn và kiểm soát nguồn phát sinh | - Khi thực hiện Công ước, các thành viên cần thực hiện các biện pháp để kiểm soát/hạn chế việc sản xuất và sử dụng các chất hóa chất POP BVTV và các hóa chất POP công nghiệp... và cam kết giảm thiểu, loại bỏ càng nhiều càng tốt các đồng phân của các chất UPOP như PCDD, PCDF... |
| Quy định về đăng ký miễn trừ | - Theo quy định của Công ước Stockholm, tại Hội nghị các bên thực hiện Công ước Stockholm (COP), định kỳ 2 năm/lần, các quy định về đăng ký miễn trừ các chất POP cũng sẽ được đưa ra để trao đổi, bổ sung, chỉnh sửa và thông qua để các quốc gia thành viên thực hiện ở quốc gia mình |
| Quy định về dán nhãn và công bố thông tin | - Các thông tin cần phải được cung cấp, bao gồm các đánh giá, dự báo hoặc hồ sơ rủi ro, các thông tin dán nhãn và phân loại mức độ nguy hiểm ở cấp quốc gia và quốc tế. Việc xác định các sản phẩm, hàng hóa, nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu có chứa chất POP mới là điều kiện tiên quyết để quản lý an toàn môi trường (ESM).
- Dán nhãn nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu và sản phẩm, hàng hóa được xem là giải pháp nhằm đảm bảo rằng thông tin về hàm lượng POP được chỉ ra rõ ràng và phổ biến dọc theo chuỗi cung ứng cho các bên liên quan. |
| <i>Quy định về ngưỡng/giới hạn các chất POP trong nguyên liệu, nhiên liệu, vật</i> | - Công ước đã ban hành ngưỡng giới hạn của một số chất POP (PCB và <i>Decabromodiphenyl ether</i> |

- liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị* (DBDE) trong Nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị
- Tại COP11 Công ước ban hành quy định về hàm lượng POP thấp - Low POP content trong sản phẩm, hàng hóa sau khi thải bỏ

Ngoài công ước Stockholm, còn có một số quy định quốc tế khác liên quan đến POPs như quy định của *Liên hợp quốc, quy định của Liên minh châu Âu...*

Danh sách POPs theo công ước Stockhol đánh kèm phần Phụ lục

1.4.2 Quy định trong nước

Liên quan đến việc quản lý POPs tại Việt Nam, Luật Bảo vệ Môi trường năm 2020 là văn bản pháp lý nền tảng quy định về bảo vệ môi trường, trong đó bao gồm cả việc quản lý và xử lý các khu vực đất bị ô nhiễm hóa chất nguy hại. Dưới luật, Việt Nam ban hành một số văn bản như Nghị định, thông tư cung cấp các hướng dẫn chi tiết cụ thể các Điều được quy định trong luật.

- | | |
|---|---|
| Luật Bảo vệ môi trường 2020 | <ul style="list-style-type: none">- Khoản 16 và Khoản 17, Điều 3: quy định các khái niệm đối với chất ô nhiễm khó phân hủy và chất POP- Điều 69: quy định về BVMT trong quản lý chất ô nhiễm khó phân hủy và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy- Khoản 5 Điều 97 quy định về xây dựng QCVN về giới hạn các chất ô nhiễm khó phân hủy trong nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị- Khoản 3 Điều 98: nguyên tắc xây dựng và áp dụng QCVN về giới hạn các chất ô nhiễm khó phân hủy trong nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị phải theo điều ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên |
| Nghị định 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 | <ul style="list-style-type: none">- Điều 38 đến Điều 42 quy định về BVMT trong quản lý chất ô nhiễm khó phân hủy (bao gồm các chất POP) và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy (đăng ký miễn trừ; kiểm tra, đánh giá sự phù hợp; dán nhãn, công bố thông tin...). |
| Nghị định số 45/2022/NĐ-CP ngày 07/7/2022 | <ul style="list-style-type: none">- Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực BVMT đã quy định các hành vi và mức xử phạt vi phạm hành chính đối với vi phạm quy định về BVMT trong quản lý các chất ô nhiễm khó phân hủy (bao gồm các chất POP) và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy. |

Thông tư số 02/2022/TT- BTNMT ngày 10/01/2022	- Điều 47 quy định hồ sơ kiểm tra, đánh giá hồ sơ đăng ký miễn trừ chất POP làm nguyên liệu sản xuất trực tiếp - Điều 48 dán nhãn, công bố thông tin, đánh giá sự phù hợp và kiểm tra đối với chất ô nhiễm khó phân hủy và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy
Thông tư số 10/2021/TT- BTNMT ngày 30/6/2021	- Điều 14 và Điều 15 quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường đã quy định danh mục các chất POP, lĩnh vực sử dụng nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị chứa các chất POP và quy định các phương pháp lấy mẫu, phân tích các chất POP trong nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị
Luật Hóa chất năm 2007	- Điều 14 quy định về quản lý đối với hóa chất nguy hại như: Sản xuất, kinh doanh hóa chất thuộc Danh mục hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện - Điều 15 Sản xuất, kinh doanh hóa chất thuộc Danh mục hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh - Điều 19 Hóa chất thuộc Danh mục hóa chất cấm; - Điều 20 Vận chuyển hóa chất nguy hiểm - Điều 22 Khoảng cách an toàn đối với cơ sở sản xuất, kinh doanh hóa chất nguy hiểm - Điều 23 Kiểm soát mua, bán hóa chất độc - Điều 31 Quyền và nghĩa vụ của tổ chức, cá nhân sử dụng hóa chất nguy hiểm để sản xuất các sản phẩm, hàng hóa khác...
Nghị định số 82/2022/NĐ-CP ngày 18/10/2022	Quy định về: 1. Yêu cầu chung để đảm bảo an toàn trong sản xuất, kinh doanh hóa chất; 2. Hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện trong lĩnh vực công nghiệp; điều kiện, hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất, kinh doanh hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện trong lĩnh vực công nghiệp; 3. Điều kiện sản xuất, kinh doanh tiền chất công nghiệp; hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy phép xuất khẩu, nhập khẩu tiền chất công nghiệp; 4. Hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh trong lĩnh vực công nghiệp; điều kiện, hồ sơ, trình tự, thủ tục cấp Giấy phép sản xuất, kinh doanh hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh trong lĩnh vực công nghiệp; 5. Hóa chất cấm, hóa chất độc; 6. Kế hoạch, biện pháp phòng ngừa ứng phó sự cố hóa chất;

7. Khoảng cách an toàn đối với cơ sở hoạt động hóa chất nguy hiểm;
8. Phân loại hóa chất, phiếu an toàn hóa chất;
9. Khai báo hóa chất, thông tin về hóa chất
10. Huấn luyện an toàn hóa chất

Nghị định số
113/2017/NĐ-CP
ngày 09/10/2017

- Quy định danh mục 819 hóa chất sản xuất, kinh doanh có điều kiện trong lĩnh vực công nghiệp (Phụ lục I); danh mục 217 hóa chất hạn chế sản xuất, kinh doanh trong lĩnh vực công nghiệp (Phụ lục II); danh mục 18 hóa chất (hay nhóm các hóa chất) cấm (Phụ lục III); danh mục 271 hóa chất (hay nhóm các hóa chất) nguy hiểm và ngưỡng khối lượng hóa chất tồn trữ lớn nhất tại một thời điểm (kg) phải xây dựng kế hoạch phòng ngừa, ứng phó sự cố hóa chất (Phụ lục IV).....

Việt Nam đã ký Công ước này vào ngày 23/5/2001 và phê chuẩn Công ước này 22/7/2001, chính thức trở thành thành viên thứ 14 của Công ước. Đánh dấu bước quan trọng trong nỗ lực của Chính phủ để bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng khỏi các chất Độc hại Đặc biệt (POP). Năm 2006, nước ta ban hành Kế hoạch quốc gia thực hiện Công ước Stockholm theo Quyết định số 184/2006/QĐ-TTg ngày 10 tháng 08 năm 2006. Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Công ước Stockholm lần thứ hai được ban hành theo quyết định số 1598/QĐ-TTg ngày 17 tháng 10 năm 2025 về về các chất POPs đến năm 2025, tầm nhìn 2030. Mục tiêu tổng quát và chi tiết của 2 kế hoạch hành động này được tổng hợp ở bảng dưới đây.

Bảng 1. 1. Mục tiêu của các chiến lược quốc gia về quản lý POPs

Mục tiêu	Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Công ước Stockholm	
	Quyết định số 184/2006/QĐ-TTg	Quyết định số 1598/QĐ-TTg
Tổng quát		Quản lý an toàn theo vòng đời, kiểm soát ô nhiễm, giảm phát thải, xử lý và tiến tới loại bỏ các chất POP ở Việt Nam nhằm đáp ứng các yêu cầu của Công ước Stockholm về các chất POP, góp phần bảo vệ sức khỏe con người và môi trường, phát triển bền vững tại Việt Nam và hội nhập quốc tế
Cụ thể	- Xây dựng và hoàn thiện hệ thống cơ chế, chính sách, pháp luật, thể chế để quản lý an toàn hoá chất, giảm thiểu và tiến tới loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy;	- Tăng cường được năng lực thể chế, khung pháp lý và sự tham gia của các bên trong quản lý và thay thế các chất POP và hóa chất độc hại. - Tăng cường được năng lực khoa học và công nghệ về quan trắc, xác định

Mục tiêu	Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Công ước Stockholm	
	Quyết định số 184/2006/QĐ-TTg	Quyết định số 1598/QĐ-TTg
	- Tăng cường năng lực về khoa học công nghệ, thông tin, tài chính để phòng ngừa, kiểm soát và xử lý an toàn đối với các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy; - Kiểm soát, xử lý và tiêu hủy hoàn toàn các kho thuốc bảo vệ thực vật là các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy - những hoá chất rất độc hại đã bị loại bỏ, còn tồn lưu vào năm 2010; - Xử lý triệt để các khu vực ô nhiễm thuốc bảo vệ thực vật là các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy và Dioxins từ chất độc hoá học do Mỹ sử dụng trong chiến tranh ở Việt Nam - Giảm thiểu lượng phát thải PCB vào môi trường; loại bỏ việc sử dụng PCB trong các thiết bị, máy móc vào năm 2020 và tiêu hủy an toàn PCB vào năm 2028; - Giảm thiểu liên tục lượng phát thải các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy hình thành không chủ định (Dioxins và Furans).	- và quản lý các chất POP và hóa chất độc hại theo vòng đời với kiến thức, thông tin và hạ tầng kỹ thuật phù hợp. - Nâng cao được nhận thức của các bên liên quan về các chất POP, hóa chất độc hại, sức khỏe môi trường liên quan đến các chất POP và các phương án quản lý (hạn chế sử dụng, thay thế, loại bỏ, xử lý, tiêu hủy) các chất POP. - Điều phối, kết hợp được việc thực hiện Công ước Stockholm với các thỏa thuận môi trường có liên quan và hướng tới đáp ứng các mục tiêu phát triển thiên niên kỷ, mục tiêu phát triển bền vững; lồng ghép với việc quản lý hóa chất, chất thải và chiến lược phát triển bền vững của quốc gia. - Kiểm soát các chất POP-BVTV đã bị cấm sử dụng và quản lý an toàn các loại hóa chất POP-BVTV theo quy định của Công ước Stockholm. - Quản lý an toàn vật liệu, thiết bị có polychlorinated biphenyl (gọi tắt là PCB); chấm dứt sử dụng thiết bị có PCB nồng độ từ 50 mg/kg trở lên vào năm 2025. - Kiểm soát, hạn chế sử dụng và quản lý an toàn các chất POP công nghiệp. - Quản lý rủi ro, xử lý, phục hồi và quan trắc môi trường tại các khu vực bị ô nhiễm dioxin từ chất độc hóa học do Mỹ sử dụng trong chiến tranh ở Việt Nam. - Giảm liên tục lượng phát thải các chất UPOP từ các hoạt động sản xuất, kinh doanh và dân sinh; quản lý rủi ro do các chất UPOP gây ra đối với môi trường và sức khỏe con người. - Xác định, xử lý, cải tạo và phục hồi môi trường tại các khu vực tồn lưu, ô nhiễm các chất POP.

Mục tiêu	Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện Công ước Stockholm	
	Quyết định số 184/2006/QĐ-TTg	Quyết định số 1598/QĐ-TTg
Kết quả thực hiện	Giai đoạn 2005 – 2015⁸ - Thực hiện 15 đề án trong kế hoạch quốc gia thực hiện công ước Stockholm - Đánh giá được hiện trạng về POP thông qua kiểm kê 12 nhóm chất POP ban đầu; kiểm kê các chất POP mới - Xây dựng được khung chính sách và quy định quản lý POP, cụ thể đối với hóa chất BVTV dạng POP trong lĩnh vực nông nghiệp; PCB, U-POP (dioxin/furan); quản lý ô nhiễm chất da cam/dioxin sử dụng trong chiến tranh Việt Nam; POP mới	

Theo quyết định số 1598/QĐ-TTg ngày 17 tháng 10 năm 2017, vai trò của các bên liên quan trong giám sát, báo cáo và xử lý POPs được quy định cụ thể tại Mục 9. Tổ chức thực hiện như sau:

Bộ Tài nguyên và Môi trường Chủ trì, điều phối việc thực hiện Công ước Stockholm tại Việt Nam theo cam kết của Chính phủ Việt Nam với Công ước Stockholm và nhiệm vụ phân công tại Kế hoạch này; chủ trì, phối hợp với các Bộ, ngành liên quan kiện toàn và duy trì hoạt động của Ban chỉ đạo Công ước Stockholm tại Việt Nam; tăng cường năng lực cho cơ quan chuyên trách theo dõi, tổng hợp việc thực hiện Công ước Stockholm về các chất POP; thường xuyên đôn đốc, kiểm tra các Bộ, ngành, Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương

⁸ Báo cáo 10 năm thực hiện Công ước Stockholm về các chất hữu cơ khó phân hủy tại Việt Nam 2005-2015, Bộ Tài nguyên và Môi trường

**trong việc thực hiện các nhiệm vụ đã được phân công;
định kỳ báo cáo Thủ tướng Chính phủ và Công ước
Stockholm về các kết quả thực hiện Kế hoạch quốc gia
và Công ước Stockholm**

Bộ Công thương	Thực hiện các hoạt động kiểm kê, đánh giá các chất POP sử dụng trong các ngành công nghiệp; kiểm kê phát thải UPOP từ các ngành công nghiệp; áp dụng các biện pháp giảm thiểu, thay thế và giảm phát thải các chất POP trong công nghiệp; cung cấp thông tin cho Bộ Tài nguyên và Môi trường về nhu cầu sử dụng các chất POP để đăng ký miễn trừ theo quy định của Công ước Stockholm; trước ngày 31 tháng 12 hàng năm gửi Bộ Tài nguyên và Môi trường báo cáo kết quả thực hiện để tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ
Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn	Kiểm soát chặt chẽ việc xuất nhập khẩu các chất POP sử dụng trong nông nghiệp; kiểm kê, đánh giá việc sử dụng các hóa chất BVTN dạng POP và cung cấp thông tin cho Bộ Tài nguyên và Môi trường- để đăng ký miễn trừ theo quy định của Công ước Stockholm; trước ngày 31 tháng 12 hàng năm gửi Bộ Tài nguyên và Môi trường báo cáo kết quả thực hiện để tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ
Bộ Y tế	Kiểm soát chặt chẽ việc xuất nhập khẩu các chất POP sử dụng trong lĩnh vực y tế; trước ngày 31 tháng 12 hàng năm gửi Bộ Tài nguyên và Môi trường báo cáo kết quả thực hiện để tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ
Bộ Kế hoạch và Đầu tư, Bộ Tài chính	Cân đối, bố trí vốn từ ngân sách Nhà nước và từ các nguồn vốn khác trong kế hoạch hàng năm và dài hạn để thực hiện có hiệu quả các nội dung, chương trình, dự án của Kế hoạch
Các Bộ, ngành liên quan	Theo chức năng, nhiệm vụ được giao, chịu trách nhiệm xây dựng và tổ chức thực hiện các chương trình, dự án của Kế hoạch đã được phân công; trước ngày 31 tháng 12 hàng năm

gửi Bộ Tài nguyên và Môi trường báo cáo kết quả thực hiện để tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ

Ủy ban nhân dân tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương

Xây dựng và tổ chức thực hiện các chương trình, dự án của Kế hoạch đã được phân công; căn cứ vào nội dung của Kế hoạch, bố trí nguồn kinh phí sự nghiệp môi trường để thực hiện công tác quản lý và kiểm soát các chất POP và nguồn kinh phí sự nghiệp khoa học để hỗ trợ nâng cao năng lực đánh giá và xử lý các chất POP trên địa bàn quản lý; chỉ đạo Sở Tài nguyên và Môi trường và các Sở, ban, ngành tại địa phương triển khai các hoạt động quản lý và kiểm soát các chất POP; trước ngày 31 tháng 12 hàng năm gửi Bộ Tài nguyên và Môi trường báo cáo kết quả thực hiện để tổng hợp, báo cáo Thủ tướng Chính phủ.

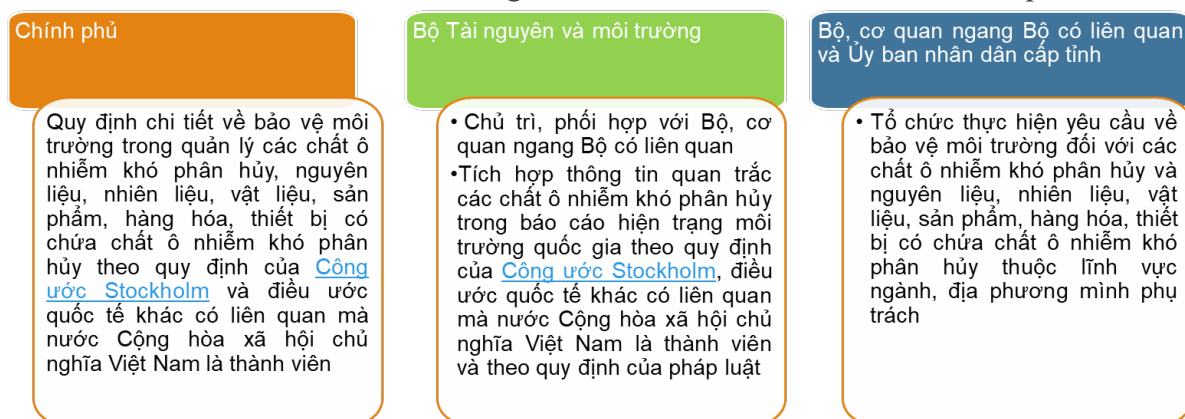
Tổng cục Môi trường (Bộ Tài nguyên và Môi trường)

Cơ quan đầu mối quốc gia thực hiện Công ước Stockholm, có trách nhiệm chủ trì, tổ chức thực hiện Kế hoạch này, định kỳ báo cáo Bộ Tài nguyên và Môi trường, Thủ tướng Chính phủ và Ban thư ký Công ước Stockholm về kết quả thực hiện Kế hoạch

Các đơn vị nghiên cứu, các hội và hiệp hội có liên quan

Phối hợp với Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện các nội dung của Kế hoạch.

Theo điều 63, Luật bảo vệ môi trường năm 2020, vai trò của các bên liên quan như sau



Hình 1.3. Vai trò của các bên trong quản lý POPs theo luật bảo vệ môi trường 2020

Tuy đã ban hành được khung khổ pháp lý đối với POPs nhưng thực tế vẫn còn tồn tại một số khoảng trống như:

- *Dữ liệu không đồng đều theo không gian và thời gian: nhiều tỉnh/ khu vực thiếu quan trắc dài hạn, nhất quán về phương pháp lấy mẫu và phân tích.*
- *Thiếu bản đồ rủi ro tổng thể cho đất: chưa có cơ sở dữ liệu quốc gia cập nhật, chuẩn hóa về nồng độ POPs trong đất ở toàn quốc.*
- *Hệ thống thông tin & chia sẻ: cần cải thiện cơ chế chia sẻ dữ liệu giữa viện nghiên cứu, Sở nông nghiệp và môi trường, và các tổ chức quốc tế.*
- *Kinh phí & nguồn lực xử lý: các công nghệ xử lý (như xử lý nhiệt, xử lý sinh học chuyên sâu) tốn kém; phụ thuộc nhiều vào nguồn tài trợ nước ngoài cho các dự án lớn....*

2 PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ SỰ PHÙ HỢP VÀ KIỂM TRA CÁC CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY VÀ NGUYÊN LIỆU, NHIÊN LIỆU, VẬT LIỆU, SẢN PHẨM, HÀNG HÓA, THIẾT BỊ CỒ CHỨA CHẤT Ô NHIỄM KHÓ PHÂN HỦY

2.1 Mục đích của đánh giá sự phù hợp

Đánh giá sự phù hợp giúp Kiểm soát chất lượng sản phẩm, hàng hóa trong sản xuất, nhập khẩu giúp cho doanh nghiệp giữ được uy tín và phát triển bền vững sản phẩm do doanh nghiệp cung cấp trước cơ quan quản lý và người tiêu dùng, đồng thời cũng là giải pháp xây dựng thương hiệu quốc gia, nâng cao năng lực cạnh tranh.

Đánh giá sự phù hợp là một tất yếu trong bối cảnh toàn cầu hóa, hội nhập quốc tế, người tiêu dùng ngày càng có yêu cầu cao về chất lượng sản phẩm bao gồm cả chất lượng, tính an toàn, và bền vững đối với môi trường. nhất là khi Việt Nam đã phê chuẩn Công ước Stockholm về các chất POPs vào ngày 22/7/2002.

Việc đánh giá sự phù hợp phải đảm bảo các nguyên tắc trong “Thỏa ước của Tổ chức Thương mại thế giới (WTO) về rào cản kỹ thuật đến thương mại đối với các thủ tục đánh giá sự phù hợp” được 121 quốc gia thành viên nhất trí áp dụng tại vòng đàm phán Uruguay và cũng là các nguyên tắc cơ bản trong đánh giá sự phù hợp, đảm bảo minh bạch, trách nhiệm và tuân thủ quy định môi trường.

Để đảm bảo được tính minh bạch và công bằng, hoạt động đánh giá sự phù hợp cần phải được thực hiện bởi bên thứ ba dựa trên sự tuân thủ quy định về quy trình lấy mẫu và phương pháp được sử dụng trong phân tích mẫu.

2.2 Cơ sở pháp lý đối với đánh giá sự phù hợp

Luật chất lượng sản phẩm hàng hóa số 35/2018/QH14 có hiệu lực từ ngày 1/1/2019 cơ sở pháp lý đối với việc đánh giá sự phù hợp. Một số điều khoản của luật liên quan đến đánh giá phù hợp như sau:

Luật chất lượng sản phẩm hàng hóa số 35/2018/QH14		
Khoản 8 Điều 3 Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa quy định tổ chức đánh giá sự phù hợp là tổ chức tiến hành hoạt động thử nghiệm, giám định, kiểm định, chứng nhận sự phù hợp của sản phẩm, hàng hóa, quá trình sản xuất, cung ứng dịch vụ phù hợp với tiêu chuẩn công bố áp dụng, quy chuẩn kỹ thuật tương ứng	Khoản 15 Điều 3, việc kiểm tra nhà nước về chất lượng sản phẩm, hàng hóa là việc cơ quan nhà nước xem xét, đánh giá lại chất lượng sản phẩm, hàng hóa, quá trình sản xuất, cung ứng dịch vụ đã được đánh giá chất lượng bởi các tổ chức đánh giá sự phù hợp hoặc đã được áp dụng các biện pháp quản lý chất lượng khác của các tổ chức, cá nhân sản xuất, kinh doanh	Khoản 16 Điều 3. Cơ quan có trách nhiệm thực hiện việc kiểm tra nhà nước về chất lượng sản phẩm, hàng hóa là cơ quan được phân công, phân cấp thực hiện nhiệm vụ quản lý nhà nước về chất lượng sản phẩm, hàng hóa thuộc Bộ quản lý ngành, lĩnh vực, cơ quan chuyên môn thuộc Ủy ban nhân dân tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương
Các hoạt động kiểm tra bao gồm: kiểm tra trong sản xuất, trong nhập khẩu, và lưu thông trên thị trường		

Hình 2.1. Quy định và hoạt động kiểm tra nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa thiết bị có chứa POPs của luật chất lượng sản phẩm hàng hóa số 35/2028/QH14

Dưới luật số 35/2018/QH14 là các văn bản hướng dẫn thi hành luật, cung cấp các hướng dẫn chi tiết để thực thi hoạt động đánh giá phù hợp như Nghị định số 132/2008/NĐ-CP ngày 31/12/2008, Nghị định số 74/2018/NĐ-CP ngày 15/5/2018, Nghị định số 132/2008/NĐ-CP, Nghị định số 154/2018/NĐ-CP ngày 09/11/2018, Nghị định số 107/2016/NĐ-CP ngày 01/7/2016 của Chính phủ quy định về điều kiện kinh doanh đánh giá sự phù hợp; Thông tư số 09/2009/TT-BKHCN ngày 08/4/2009 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ hướng dẫn về yêu cầu, trình tự, thủ tục chỉ định tổ chức đánh giá sự phù hợp; Thông tư số 11/2011/TT-BKHCN ngày 30/6/2011 sửa đổi, bổ sung một số quy định của Thông tư số 09/2009/TT-BKHCN; Thông tư số 36/2014/TT-BKHCN ngày 12/12/2014 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ quy định hoạt động đào tạo chuyên gia đánh giá hệ thống quản lý và chuyên gia đánh giá chứng nhận sản phẩm của tổ chức đánh giá sự phù hợp...

2.3 Kỹ thuật lấy mẫu và phương pháp phân tích

2.3.1 Kỹ thuật lấy mẫu

Lấy mẫu thử nghiệm điển hình được sử dụng phổ biến để đánh giá sự phù hợp của nồng độ/hàm lượng POPs trong nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có thiết kế cho phép xác định rõ sản phẩm theo từng kiểu hoặc loại đặc trưng nhưng không xem xét được các yêu cầu đảm bảo duy trì ổn định chất lượng

Mẫu điển hình là đại diện cho một kiểu, loại cụ thể của sản phẩm, hàng hóa được sản xuất theo cùng một thiết kế, trong cùng một điều kiện và sử dụng cùng loại nguyên vật liệu.

Tùy thuộc nguồn gốc xuất xứ, cách thức công bố sản phẩm, mẫu sẽ được lấy theo mô tả như hình dưới đây

Kỹ thuật lấy mẫu nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs			
Nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị nhập khẩu	Nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị nguồn gốc trong nước	Chi tiết, bộ phận trên cùng 1 sản phẩm, hàng hóa có tính chất tương đồng	Sản phẩm, hàng hóa, thiết bị đã quy định tại các tiêu chuẩn/ thỏa thuận/ quy định quốc tế
- Không đồng nhất: lấy mẫu theo từng lô hàng - Cùng tính chất và tương đồng: Lấy mẫu theo từng đợt/hợp đồng mua bán - Sản phẩm hàng hóa thiết bị: lấy theo kiểu/chủng loại	Lấy mẫu từng kiểu loại/chủng loại sản phẩm, hàng hóa, thiết bị	Lấy mẫu đại diện	Thực hiện theo các thỏa thuận/quy định quốc tế có liên quan

Hình 2.2. Cách thức lấy mẫu thử nghiệm điển hình có chứa POPs

Kỹ thuật lấy mẫu các nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs của một số ngành được tổng hợp tại bảng sau.

Bảng 2.1. Phương pháp sử dụng để lấy mẫu nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị của một số ngành có chứa POPs

STT	Tên sản phẩm	Số hiệu của phương pháp quy định kỹ thuật lấy mẫu
1	Sản phẩm dệt may, sợi	
1.1	Vật liệu dệt, xơ dệt	Thông tư số 21/2017/TT-BCT (QCVN 01:2017/BCT)
1.2	Vải dệt kim	
1.3	Sản phẩm may mặc	
2	Sản phẩm hóa chất	
2.1	Sản phẩm hóa học	ASTM E300-3:2023
2.2	Sản phẩm hóa học sử dụng trong công nghiệp sản phẩm hóa học rắn ở dạng hạt từ bột đến tảng thô	TCVN 1694:2009 (ISO 8213:1986)
3	Sản phẩm thiết bị điện	IEC 62321-2:2021
4	Cao su thiên nhiên và cao su tổng hợp	TCVN 6086:2020 (ISO 1795:2017)
5	Da, sản phẩm da	TCVN 7116:2002 (ISO 2588:1985) TCVN 7117:2007 (ISO 2418:2002) TCVN 7126:2010 (ISO 4044:2008) TCVN 12275-1:2018 (ISO 17075-1:2017)
6	Sơn	Thông tư số 51/2020/TT-BCT (QCVN 08:2020/BCT)
7	Thép và gang - lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử để xác định thành phần hóa học	TCVN 1811:2009 (ISO 14284:1996)
8	Ngành thực phẩm	
8.1	Thực phẩm - hướng dẫn chung về lấy mẫu	TCVN 12386:2018
8.2	Sản phẩm nông sản thực phẩm - thiết kế phương pháp chuẩn để lấy mẫu từ lô hàng	TCVN 10989:2015

2.3.2 Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích xác định nồng độ/hàm lượng POPs trong nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị được tổng hợp tại Bảng 2.2.

Bảng 2.2. Phương pháp sử dụng phân tích nồng độ POPs trong nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị

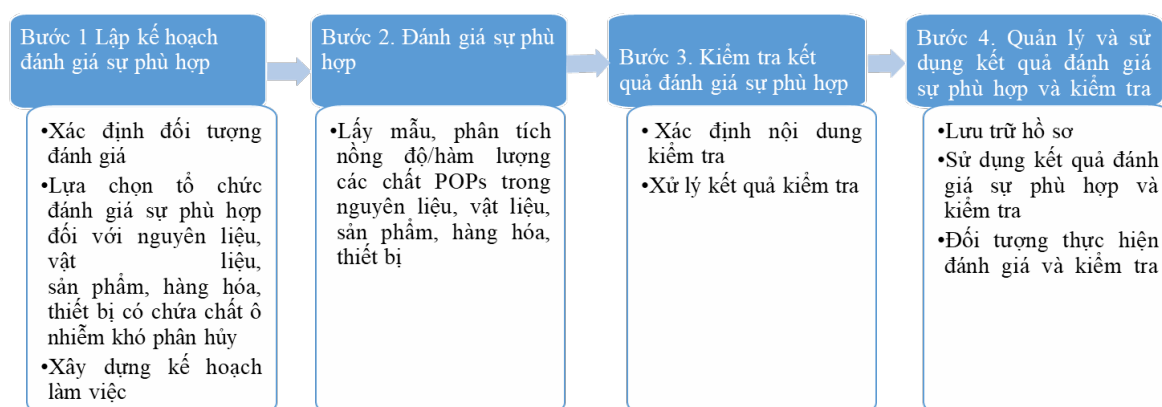
TT	Thông số	Phương pháp phân tích (số hiệu tiêu chuẩn)
1	Nhóm chất Polybromated diphenyl ether (PBDE), bao gồm Hexabromodiphenyl ether và Heptabromodiphenyl ether, Tetrabromodiphenyl ether và Pentabromodiphenyl ether, Decabromodiphenyl ether	
1.1	Hexabromodiphenyl ether và Heptabromodiphenyl ether (HBDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
1.2	Tetrabromodiphenyl ether và Pentabromodiphenyl ether (POP-BDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
1.3	Decabromodiphenyl ether (DBDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
2	Các axit Perfluorooctane sulfonic (PFOS), muối của chúng và perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF)	US EPA Method 8327; CEN/TS 15968:2010; ISO 23702-1:2023
3	Hexabromocyclododecane (HBCDD)	US EPA Method 3630C; US EPA Method 8270; IEC 62321-6:2015; IEC 62321-9:2021
4	Các paraffin mạch ngắn chứa clo (SCCP)	ISO 18219-1:2021; ISO 22818:2021
5	Perfluorooctanoic acid (PFOA), muối của chúng và các hợp chất liên quan đến PFOA	US EPA Method 8327; ISO 23702-1:2023
6	Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), muối của chúng và các hợp chất liên quan đến PFHxS	US EPA Method 8327; ISO 23702-1:2023
7	Chì (Pb)	Thông tư số 51/2020/TT-BCT (QCVN 08:2020/BCT) IEC 62321-3-1:2013 IEC 62321-5:2013
8	Formaldehyt	Thông tư số 21/2017/TT-BCT (QCVN 01:2017/BCT)
9	Thủy ngân (Hg)	IEC 62321-3-1:2013 IEC 62321-4:2017

TT	Thông số	Phương pháp phân tích (số hiệu tiêu chuẩn)
10	Cadmium (Cd)	IEC 62321-3-1:2013 IEC 62321-5:2013
11	Crom hóa trị sáu (Cr ⁶⁺)	IEC 62321-7-1:2015 IEC 62321-7-2:2017
12	Polybromated biphenyls (PBB)	IEC 62321-6:2015

Ghi chú: (i) Phương pháp chuẩn bị mẫu áp dụng theo các phương pháp: US EPA Method 3540, US EPA Method 3550 (theo nền nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị tương ứng); (ii) Chấp nhận các phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu theo các tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế có độ chính xác tương đương hoặc cao hơn.

Các mẫu được phân tích bởi các phòng thí nghiệm/phân tích được cấp chứng nhận VIMCERT hoặc chứng nhận bởi các tổ chức đánh giá quốc tế mới được công nhận.

2.3.3 Quy trình đánh giá sự phù hợp



Bảng 2.3. Quy trình đánh giá phù hợp của nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs

Bước 1. Xác định đối tượng đánh giá phù hợp

Bước này sẽ bao gồm một số nhiệm vụ cụ thể như:

- Đơn vị nhập khẩu, sản xuất kinh doanh có sử dụng nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs xác định, liệt kê các nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị phải thực hiện đánh giá phù hợp dựa trên quy định hiện hành
- Đơn vị nhập khẩu, sản xuất kinh doanh có sử dụng nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs lựa chọn bên thứ ba thực hiện đánh

giá sự phù hợp đảm bảo đáp ứng được tại Khoản 4, Điều 40 Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/01/2022 hoặc có năng lực thử nghiệm được công nhận phù hợp tiêu chuẩn quốc tế ISO/IEC 17025 do Diễn đàn Công nhận quốc tế (IAF) hoặc Hiệp hội Công nhận phòng thí nghiệm Châu Á - Thái Bình Dương (APAC) hoặc Hiệp hội Công nhận phòng thí nghiệm Quốc tế (ILAC) hoặc Tổ chức công nhận Châu Á - Thái Bình Dương (PAC) chứng nhận

- Bên thực hiện đánh giá sự phù hợp lên kế hoạch đánh giá, bao gồm lựa chọn đối tượng đánh giá, lựa chọn phương pháp phù hợp trong từng giai đoạn đề tổng hợp, đánh giá, quản lý thông tin và số liệu; mốc thời gian thực hiện và kết quả dự kiến...

Bước 2. Tiến hành đánh giá sự phù hợp đối với các nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy

Trong bước này sẽ gồm nhiệm vụ

(1) Lấy và phân tích mẫu	(2) Đánh giá sự phù hợp
	Mẫu thử nghiệm điển hình
	Kết hợp mẫu thử nghiệm điển hình và quá trình sản xuất
Lấy mẫu và phân tích mẫu, công việc này được thực hiện như mô tả ở Mục II.2.1 và II.2.2 ở trên	Dựa vào kết quả phân tích hàm lượng/nồng độ POPs, đơn vị thực hiện đánh giá đưa ra kết luận nguyên vật liệu, bán thành phẩm, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị được đánh giá có phù hợp hay không. Kết luận/đánh giá phù hợp được ghi rõ trên phiếu kết quả phân tích bao gồm các thông tin như: Tên đơn vị thực hiện đánh giá; tên tổ chức xuất nhập khẩu, sản xuất, kinh doanh; Giấy chứng nhận VIMCERTS hoặc ISO; ngày, tháng, năm trả kết quả đánh giá; Các hợp chất POPs được phân tích, phương pháp phân tích sử dụng, kết quả đo, quy chuẩn/tiêu chuẩn tham chiếu.

Lưu ý: Khi thực hiện đánh giá sự phù hợp kết lấy mẫu thử nghiệm và quá trình sản xuất, mẫu thử nghiệm điển hình sẽ được lấy trên thị trường; tại nơi sản xuất; cả nơi sản xuất và trên thị trường; nơi sản xuất hoặc trên thị trường

Bước 3. Kiểm tra kết quả đánh giá sự phù hợp và việc thực hiện các yêu cầu về BVMT trong quản lý POPs và nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa POPs

Bước này có thể coi là là bước hậu kiểm đánh giá phù hợp, nó được thực hiện bởi các cơ quan quản lý nhà nước nhằm thẩm định xác minh thông tin được công bố và xử lý kết quả kiểm tra, trong đó:

- Thẩm định xác minh các thông tin được công bố bao gồm:
- Kiểm tra việc thực hiện các yêu cầu về BVMT trong quản lý chất ô nhiễm khó phân hủy và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy theo quy định;
- Kiểm tra kết quả đánh giá sự phù hợp, dán nhãn, công bố thông tin và các tài liệu kèm theo;
- Lấy mẫu để đánh giá sự phù hợp theo quy chuẩn kỹ thuật môi trường tương ứng. Trong quá trình kiểm tra tại cơ sở sản xuất, việc lấy mẫu phục vụ kiểm tra, đánh giá sự phù hợp thực hiện như sau:
 - Lấy mẫu theo mô tả mục 2.2.1, lượng mẫu lấy đủ để phân tích các chỉ tiêu theo tiêu chuẩn công bố áp dụng
 - Việc lấy mẫu phải được lập biên bản và có chữ ký người lấy mẫu và đại diện cơ sở được lấy mẫu hoặc đại diện chính quyền địa phương trong trường hợp đơn vị được lấy mẫu không hợp tác (không ký biên bản), hoặc trưởng đoàn kiểm tra (nếu đại diện chính quyền địa phương và cơ sở được lấy mẫu không ký)
 - Phân tích mẫu dựa trên các phương pháp được đề cập tại Mục 2.2.2

Xử lý kết quả kiểm tra

Cơ quan quản lý nhà nước ban hành văn bản thông báo kết quả kiểm tra, đánh giá sự phù hợp đối với chất ô nhiễm khó phân hủy và nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy đến tổ chức, cá nhân nhập khẩu, sản xuất, kinh doanh, sử dụng nguyên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy đã được kiểm tra.

Bước 4. Quản lý và sử dụng kết quả đánh giá sự phù hợp

Bước này bao gồm lưu trữ hồ sơ và Sử dụng kết quả đánh giá sự phù hợp và kiểm tra, trong đó:

Lưu trữ hồ sơ

Quản lý dữ liệu đảm bảo tính tổng quát, nhất quán, dễ tìm kiếm, bổ sung, lập báo cáo thông kế đồng thời đảm bảo tính bảo mật và an toàn.

Sử dụng kết quả đánh giá sự phù hợp và kiểm tra

Các kết quả đánh giá sự phù hợp của tổ chức, cá nhân sản xuất nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có chứa chất ô nhiễm khó phân hủy được dùng để cung cấp cho các cơ quan nhà nước có thẩm quyền để đưa ra các hình thức quản lý phù hợp đối với trường hợp nồng độ/hàm lượng POPs trong nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm, hàng hóa, thiết bị có hoặc không đáp ứng sự phù hợp

Căn cứ công ước Stockholm và các quy định pháp luật hiện hành, nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa của các ngành sau cần phải thực hiện đánh giá sự phù hợp.

Bảng 2.4. Nguyên vật liệu, sản phẩm, hàng hóa của các ngành sau cần phải thực hiện đánh giá sự phù hợp

TT	Ngành	Chất cần đánh giá sự phù hợp
1	Thiết bị điện – điện tử, chất bán dẫn	HBDE; POP-BDE; PFOS; HBCDD; DBDE; PFHxS; Pb; Hg; Cd; Cr ⁶⁺ ; PBB
2	Phương tiện giao thông	HBDE; POP-BDE; UV-328
3	Da, dệt may, đồ nội thất	POP-BDE; SCCP; PFHxS
4	Vật liệu cách nhiệt	POP-BDE; DBDE
5	Lĩnh vực y tế	PFOS
6	Chất chống cháy	PFOS; DBDE; SCCP; PFOA; PFHxS; Dechlorane Plus
7	Mạ, chất phủ	PFOS; PCN; PFHxS; UV-328
8	Đóng gói bao bì	POP-BDE; PFOS; UV-328
9	Nhiếp ảnh	PFOS
10	Nông nghiệp	PCN; Methoxychlor
11	Dầu, chất lỏng, phụ gia	PFOS; PCN; SCCP; PFHxS
12	Sơn	chì, UV-328
13	Dệt may	Formaldehyt

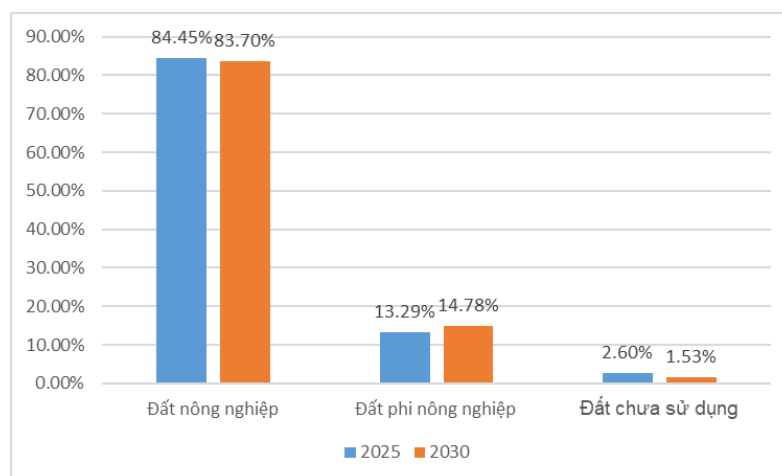
3 Ô NHIỄM ĐẤT VÀ QUY ĐỊNH BẢO VỆ Ô NHIỄM ĐẤT

3.1 Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2030

Theo Nghị quyết số 39/2021/QH15 ngày 13 tháng 11 năm 2021 về quy hoạch sử dụng đất quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, kế hoạch sử dụng đất quốc gia 5 năm 2021-2025, diện tích đất nông nghiệp sẽ giảm 0,76% so với năm 2020, từ 27,983 triệu ha xuống 27,732 triệu ha (84,45% tổng diện tích tự nhiên của quốc gia). Trong khi đó, diện tích đất phi nông nghiệp sẽ tăng khoảng 2,92%, từ 3,931 triệu ha lên 3,896 triệu ha, còn lại là diện tích đất chưa sử dụng.

Khoản 2, Điều 9 Luật đất đai 2024 đã chỉ rõ đất nông nghiệp bao gồm:

- Đất trồng cây hằng năm gồm đất trồng lúa và đất trồng cây hằng năm khác;
- Đất trồng cây lâu năm;
- Đất lâm nghiệp, gồm đất rừng đặc dụng, đất rừng phòng hộ, đất rừng sản xuất;
- Đất nuôi trồng thủy sản;
- Đất làm muối;
- Đất nông nghiệp khác, đối với loại này, luật đất đai 2024 không nêu cụ thể, nhưng theo quy định của luật đất đai 2013 sẽ bao gồm đất sử dụng để xây dựng nhà kính và các loại nhà khác phục vụ mục đích trồng trọt, kể cả các hình thức trồng trọt không trực tiếp trên đất; xây dựng chuồng trại chăn nuôi gia súc, gia cầm và các loại động vật khác được pháp luật cho phép; đất trồng trọt, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản cho mục đích học tập, nghiên cứu thí nghiệm; đất ươm tạo cây giống, con giống và đất trồng hoa, cây cảnh;



(Nguồn: Nghị quyết số 39/2021/QH15)

Hình 3.1. Quy hoạch sử dụng đất quốc gia đến năm 2030

Theo Nghị quyết số 39/2021/QH15, diện tích đất dành cho chồng lúa sẽ giảm khoảng 348,77 nghìn ha so với năm 2020, diện tích đất quy hoạch dành cho đất rừng phòng hộ, đặc dụng và rừng sản xuất sẽ tăng lần lượt 111 nghìn ha, 161,77 nghìn ha, và 172,3 nghìn ha tương ứng.

Bảng 3.1. Quy hoạch sử dụng đất nông nghiệp quốc gia đến 2030

TT	Loại đất	Hiện trạng năm 2020		Quy hoạch đến năm 2030		So sánh tăng (+); giảm (-), nghìn ha
		Diện tích (nghìn ha)	Cơ cấu (%)	Diện tích (nghìn ha)	Cơ cấu (%)	
1	Đất nông nghiệp	27.983,26	84,46	27.732,04	83,70	-251,22
1.1	Đất trồng lúa	3.917,25	11,82	3.568,48	10,77	-348,77
	Trong đó: Đất chuyên trồng lúa nước	3.176,20	9,59	3.001,43	9,06	-174,77
1.2	Đất rừng phòng hộ	5.118,55	15,45	5.229,59	15,78	+111,04
1.3	Đất rừng đặc dụng	2.293,77	6,92	2.455,54	7,41	+161,77
1.4	Đất rừng sản xuất	7.992,34	24,12	8.164,64	24,64	+172,30
	Trong đó: Đất có rừng sản xuất là rừng tự nhiên	3.977,43	12,00	3.950,45	11,92	-26,98

(Nguồn: Nghị quyết số 39/2021/QH15)

Với bảng số liệu trên cho thấy, đến năm 2030, 3,568 triệu ha trồng lúa sẽ là diện tích có tiềm năng cao tiếp tục bị ô nhiễm POPs thông qua hoạt động sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trong canh tác. Ô nhiễm POPs trong đất không mang tính chất cục bộ mà sẽ phân bố trên quy mô cả nước. Tuy nhiên, đến nay chưa có một báo cáo tổng thể hiện trạng POPs trong đất nông nghiệp được công bố.

Sau đất nông nghiệp, đất phi nông nghiệp chiếm tỷ lệ lớn thứ 2 và có xu hướng tăng nhẹ từ 13,29% (2025) lên 14,78% tổng diện tích tự nhiên quốc gia. Theo khoản 2, Điều 10 Luật đất đai, đất phi nông nghiệp gồm những loại sau:

- Đất ở gồm đất ở tại nông thôn, đất ở tại đô thị;
- Đất xây dựng trụ sở cơ quan;
- Đất sử dụng vào mục đích quốc phòng, an ninh;
- Đất xây dựng công trình sự nghiệp gồm đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp; đất xây dựng cơ sở văn hóa, xã hội, y tế, giáo dục và đào tạo, thể dục thể thao, khoa học và công nghệ, ngoại giao và công trình sự nghiệp khác;

- Đất sản xuất, kinh doanh phi nông nghiệp gồm đất khu công nghiệp, cụm công nghiệp, khu chế xuất; đất thương mại, dịch vụ; đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp; đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản; đất sản xuất vật liệu xây dựng, làm đồ gốm;
- Đất sử dụng vào mục đích công cộng gồm đất giao thông (gồm cảng hàng không, sân bay, cảng đường thủy nội địa, cảng hàng hải, hệ thống đường sắt, hệ thống đường bộ và công trình giao thông khác); thủy lợi; đất có di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh; đất sinh hoạt cộng đồng, khu vui chơi, giải trí công cộng; đất công trình năng lượng; đất công trình bưu chính, viễn thông; đất chợ; đất bãi thải, xử lý chất thải và đất công trình công cộng khác;
- Đất cơ sở tôn giáo, tín ngưỡng;
- Đất làm nghĩa trang, nghĩa địa, nhà tang lễ, nhà hỏa táng;
- Đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối và mặt nước chuyên dùng;
- Đất phi nông nghiệp khác gồm đất làm nhà nghỉ, lán, trại cho người lao động trong cơ sở sản xuất; đất xây dựng kho và nhà để chứa nông sản, thuốc bảo vệ thực vật, phân bón, máy móc, công cụ phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và đất xây dựng công trình khác của người sử dụng đất không nhằm mục đích kinh doanh mà công trình đó không gắn liền với đất ở;

Trong số những loại đất phi nông nghiệp nói trên, đất xây dựng các khu vực sản xuất công nghiệp, xây dựng kho và nhà chứa thuốc bảo vệ thực vật, xử lý chất thải là những loại đất có tiềm năng bị ô nhiễm POPs nếu như hoạt động giám sát những khu vực này được thực hiện đầy đủ và nghiêm túc.

3.2 Ô nhiễm POPs trong đất

Trong đất, POPs có thể tồn tại ở nhiều dạng khác nhau như hòa tan trong nước, khí, tích lũy sinh học...., trong đó dạng gắn với chất hữu cơ là dạng chiếm ưu thế và bền vững nhất.

Dạng hòa tan	- Tỷ lệ nhỏ do tính chất hòa tan trong nước thấp - Là dạng di động, có thể di chuyển phát tán theo sự di chuyển của nước theo các mạch nước trong đất
Hấp phụ trên bề mặt hạt đất khoáng	- POPs có ái lực mạnh với khoáng sét và bề mặt hạt đất, chúng gắn trên bề mặt khoáng thông qua tương tác van der Waals hoặc liên kết yếu

	- Dạng cố định tạm thời, có thể giải hấp khi điều kiện môi trường thay đổi (pH, chất hữu cơ, dung môi tự nhiên).
Gắn với chất hữu cơ trong đất (humus, mùn, than bùn)	- Dạng tồn tại chủ yếu của POPs trong đất do chúng kỵ nước và có hệ số phân bố hữu cơ–nước (K_{oc}) rất cao - POPs tích lũy trong chất hữu cơ, khó bị rửa trôi, nhưng có thể bị giải phóng khi chất hữu cơ bị phân hủy
Tích lũy trong pha keo đất và hạt mịn (sét, keo hữu cơ)	- POPs dễ liên kết với các keo đất có diện tích bề mặt lớn, làm tăng khả năng vận chuyển theo pha keo - Đây là một cơ chế lan truyền quan trọng trong đất – nước
Dạng hơi trong đất	- Do áp suất hơi thấp nhưng vẫn tồn tại, POPs có thể chuyển một phần vào pha khí đất. - Dạng này làm phát sinh tái phát tán vào khí quyển (đặc biệt ở điều kiện khô nóng).
Tích lũy sinh học	- POPs có thể hấp thu vào vi sinh vật, giun đất, rễ cây. - Đây là con đường dẫn đến tích lũy sinh học và khuếch đại sinh học trong chuỗi thức ăn

Ô nhiễm POPs trong đất đến từ nhiều nguồn khác nhau như mô tả hình dưới đây:

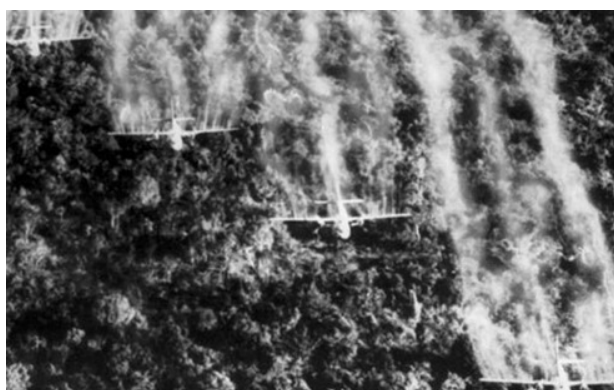
Nguồn gây ô nhiễm POPs trong đất					
Sản xuất nông nghiệp	Bãi chôn lấp chất thải chứa POPs	Nước thải chứa POPs	Hoạt động giao thông	Chiến tranh	Rò rỉ POPs (kho chứa, trạm biến áp)

Hình 3.2. Một số nguồn gây ô nhiễm POPs trong đất

- Trong sản xuất nông nghiệp, một số loại thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng nhiều hiện nay thường có chứa DDT, aldrin, dieldrin, endrin, heptachlor, lindane...Đến nay nước ta có khoảng 1.918 hoạt chất được sử dụng để sản xuất 4.844 thương hiệu thuốc BVTV (tăng 98 hoạt chất và 309 loại thuốc so với 2023). Lượng sử dụng ước tính 100.000 tấn mỗi năm (3,2kg/ha), chiếm khoảng 50% chi

phí sản xuất, trong đó 80% là thuốc trừ sâu trừ bệnh, được coi là nguồn ô nhiễm POPs trong đất chủ yếu⁹.

- Trong chiến tranh tại Việt Nam, quân đội Mỹ đã sử dụng hơn 80 triệu lít¹⁰ chất độc diệt cây với nhiều loại khác nhau; 61% trong đó là chất da cam, chứa 366kg dioxin, xuống hơn 25.500 thôn bản, với diện tích khoảng 3 triệu ha.
- Một công bố gần đây cho thấy 9/15 mẫu nước thải được lấy tại thành phố Hồ Chí Minh và 2/5 mẫu nước thải lấy tại Hà Nội có nồng độ POPs vượt quy chuẩn cho phép từ vài lần đến vài chục lần cho phép¹¹.



Hình 3.3. Dioxin được rải xuống rừng trong kháng chiến chống Mỹ¹²



Hình 3.4. Kho chứa dioxin trong chiến tranh Việt Nam 1961-1972¹³

3.3 Nhận diện và đánh giá khu vực có nguy cơ ô nhiễm

3.3.1 Nhận diện khu vực có nguy cơ ô nhiễm

Nhận diện khu vực ô nhiễm hay có nguy cơ ô nhiễm sẽ giúp cho quá trình đánh giá hiện trạng ô nhiễm đất của một khu vực/địa bàn nào đó (ô nhiễm thông thường, nghiêm trọng, rất nghiêm trọng theo Điều 16 luật Bảo vệ môi trường 2020) sẽ được dễ dàng thuận lợi hơn. Tuy nhiên, việc nhận diện này không dễ dàng thực hiện, nó đòi hỏi có sự kết hợp đồng bộ một số phương pháp như tổng hợp đánh giá thông tin/dữ liệu lịch sử với khảo sát và quan trắc mẫu đất tại hiện trường. Trong đó, thông tin dữ liệu lịch sử bao gồm:

⁹ <https://vnexpress.net/vi-sao-cay-trong-ngay-cang-phu-thuoc-vao-thuoc-bao-ve-thuc-vat-4910774.html>

¹⁰ <https://mod.gov.vn/home/intro/detailnews?current=true&uril=wcm:path:/mod/sa-mod-site/sa-ttk/sa-ttdv-bvmt/sa-ttdv-bvmt-xlcdtlscet/ed2d6b61-6940-4a61-9520-d9d004a540bf#:~:text=Theo%20s%E1%BB%91%20li%E1%BB%87u%20m%C3%A0%20B%E1%BB%99,ch%E1%BA%A5t%20C4%91%E1%BB%99c%20da%20cam%20ch%E1%BB%A9a>

¹¹ <https://cem.gov.vn/dioxin-va-doc-chat/o-nhiem-dioxin-tu-nha-may-xu-ly-rac-thai-2>

¹² <https://baothainguyen.vn/xa-hoi/201608/den-nam-2020-co-ban-khac-phuc-hau-qua-chat-doc-da-camdioxin-367F549/>

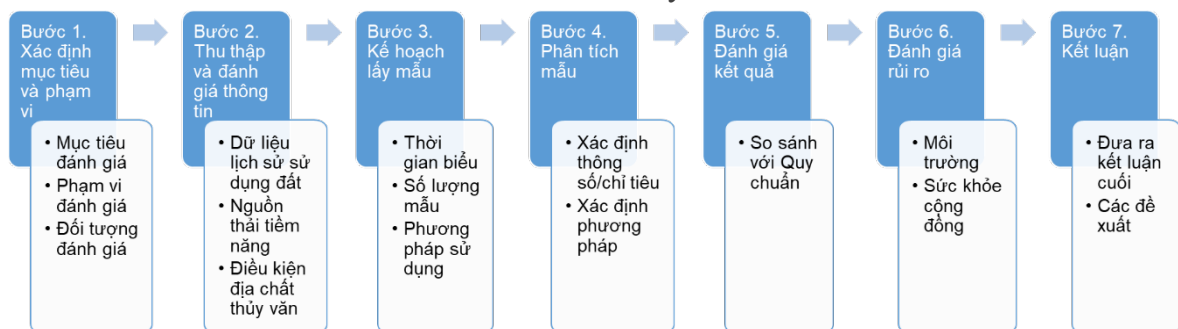
¹³ http://cpv.org.vn/cpv/Modules/News/NewsDetail.aspx?co_id=30424&cn_id=598394

- Các thông tin có nguồn gốc từ các cơ quan quản lý địa phương
- Các văn bản và báo cáo của cơ quan quản lý địa phương
- Các thông tin được công bố trên các phương tiện thông tin đại chúng
- Các báo cáo nghiên cứu khoa học đã được thẩm định có liên quan
- Bản đồ nội nghiệp, được xây dựng dựa trên tổng hợp các tài liệu, số liệu hiện có trước khi khảo sát thực địa.
- Kết quả điều tra hiện trường sơ bộ tại điểm/vị trí ô nhiễm tồn lưu, bao gồm:
 - o Kết quả điều tra, phỏng vấn các cơ quan quản lý địa phương và cơ quan chủ quản trực tiếp của điểm/vị trí ô nhiễm tồn lưu
 - o Kết quả điều tra, quan sát hiện trường
 - o Kết quả điều tra, phỏng vấn người dân sống hoặc làm việc tại/gần điểm/vị trí ô nhiễm tồn lưu

Đối với việc lấy mẫu đất, có thể thực hiện lấy mẫu tại vị trí phát sinh chất ô nhiễm, khu vực nghi ngờ bị ảnh hưởng ô nhiễm và khu vực xung quanh (mẫu nền) nơi không không ít bị ảnh hưởng của nguồn thải. Tại mỗi điểm cần lấy tối thiểu 3-5 mẫu để có cơ sở tính toán thống kê.

3.3.2 Quy trình đánh giá ô nhiễm đất

Quy trình đánh giá ô nhiễm POPs hay bất kỳ chất ô nhiễm nào trong đất đều sẽ gồm một số bước nhất định được mô tả như hình dưới đây



Hình 3.5. Quy trình thực hiện đánh giá ô nhiễm môi trường đất

Bước 1. Xác định mục tiêu và phạm vi

- Xác định mục tiêu đánh giá ô nhiễm POPs (chất ô nhiễm khác) trong đất là gì? Đánh giá mức độ ô nhiễm, phạm vi lan truyền, hay nguy cơ ảnh hưởng đến môi trường – sức khỏe con người...
- Xác định phạm vi: khu vực thực hiện đánh giá là gì, quanh nhà máy sản xuất hóa chất, chôn lấp chất thải, kho lưu trữ thuốc BVTV và diện tích thực hiện đánh giá
- Đối tượng đánh giá: đất tầng mặt (độ sâu dưới 20cm) hay đất tầng sâu

Bước 2. Thông hợp thông tin về khu vực đánh giá

- Dữ liệu sử dụng đất lịch sử: trước đây cho đến hiện tại đất khu vực đánh giá được sử dụng cho mục đích gì hoặc đã từng bị phá hoại trong lịch sử (chiến tranh)...

	- Dữ liệu về điều kiện địa chất thủy văn, nếu có thể thực hiện khảo sát thực địa - Xác định các nguồn thải tiềm năng đối với khu vực đánh giá: nguồn thải nào có tiềm năng phát thải POPs (dioxin/furan, PCB, DDT, aldrin, landane...)
Bước 3. Kế hoạch lấy mẫu	- Xây dựng thời gian biểu thực hiện khảo sát - Lựa chọn phương pháp lấy mẫu đất - Tính toán số lượng mẫu đất cần lấy để đảm bảo tính bao phủ và đại diện - Chuẩn bị dụng cụ, thiết bị lấy mẫu, đựng, bảo quản mẫu <i>(Tuân thủ các quy định lấy mẫu đất, dụng cụ thiết bị lấy mẫu phù hợp, bao bì đựng, điều kiện bảo quản, xử lý mẫu... theo Thông tư 30/2016/TT-BTNMT)</i>
Bước 4. Phân tích mẫu	- Lựa chọn thông số/chỉ tiêu phân tích - Lựa chọn phương pháp phân tích - Mẫu phải được phân tích tại các phòng thí nghiệm/phân tích được cấp chứng nhận VIMCERT hoặc các chứng nhận bởi các tổ chức công nhận quốc tế <i>(Phương pháp phân tích được liệt kê tại Bảng 2.2)</i>
Bước 5. Đối chiếu, so sánh với quy chuẩn/tiêu chuẩn	- Đưa ra kết luận nồng độ thông số/chỉ tiêu phân tích cao/thấp hơn quy chuẩn/tiêu chuẩn - Đưa ra đánh giá về chất lượng đất khu vực lấy mẫu
Bước 6. Đánh giá rủi ro đối với môi trường và sức khỏe	- Đưa ra nhận định về các rủi ro tác động đến môi trường, với nồng độ chất ô nhiễm xác định được có thể gây ra những tác động nào đối với hệ sinh thái đất, nước ngầm, cây trồng - Ước tính mức phơi nhiễm qua tiếp xúc trực tiếp đối với sức khỏe con người <i>(Các đánh giá cần được thực hiện bởi những người có chuyên môn, thậm chí có thể tham vấn các nhà khoa học, chuyên gia lĩnh vực liên quan, chẳng hạn độc học...)</i>
Bước 7. Kết luận và đề xuất	- Đưa ra đánh giá cuối cùng về chất lượng đất khu vực tiến hành đánh giá: không ô nhiễm, ô nhiễm, mức độ ô nhiễm - Đề xuất các giải pháp phòng ngừa, xử lý phục hồi chất lượng đất <i>(Việc đề xuất các giải pháp phòng ngừa cần được thực hiện bởi những người có chuyên môn, kết hợp các chuyên gia, nhà khoa học có kinh nghiệm trong lĩnh vực xử lý POPs trong đất)</i>

Lưu ý, đối với việc lấy mẫu đất, tùy theo đặc điểm khu vực thực hiện đánh giá, việc thực hiện lấy mẫu đất có thể áp dụng một trong những phương pháp sau

Lấy mẫu đa pha	Phương pháp này nhằm lấy mẫu đất từ nhiều địa điểm khác nhau trong khu vực ô nhiễm để đảm bảo sự đại diện cho sự biến động của ô nhiễm trong toàn bộ khu vực đó. Mỗi mẫu đất thường được lấy ở một độ sâu cố định hoặc theo mục tiêu của việc đánh giá ô nhiễm ¹⁴ .
Lấy mẫu tại các vị trí có nguy cơ cao	Trong các khu vực ô nhiễm tồn lưu hóa chất nguy hại, việc lấy mẫu tại các vị trí có nguy cơ cao là cần thiết để đảm bảo rằng các mẫu đất được lấy từ các khu vực có khả năng chứa nhiều ô nhiễm nhất ¹⁵ .
Lấy mẫu tầng sâu:	Trong một số trường hợp, ô nhiễm có thể đã thâm thấu vào tầng sâu của đất. Việc lấy mẫu đất từ tầng sâu có thể cung cấp thông tin quan trọng về mức độ ô nhiễm và phạm vi ảnh hưởng của hóa chất nguy hại ¹⁶ .
Lấy mẫu đất theo lưới mẫu	Đối với các khu vực lớn và phức tạp, việc sử dụng lưới mẫu để lấy mẫu đất có thể giúp đảm bảo sự đại diện và tính chất khái quát của việc đánh giá môi trường đất ¹⁷ .
Lấy mẫu đất dọc theo hướng dòng chảy nước ngầm	Trong trường hợp ô nhiễm từ hóa chất nguy hại có thể lan rộng theo dòng chảy nước ngầm, việc lấy mẫu đất dọc theo hướng dòng chảy có thể giúp xác định phạm vi và mức độ ô nhiễm ¹⁸ .
Lấy mẫu ngẫu nhiên	Vị trí lấy mẫu được chọn ngẫu nhiên trong khu vực nghiên cứu. Phương pháp này thường được sử dụng khi không có thông tin chi tiết về sự phân bố của các chất ô nhiễm hoặc khi cần có một cái nhìn tổng quát ban đầu về tình trạng ô nhiễm
Lấy mẫu theo dạng lưới	Khu vực lấy mẫu được chia thành mạng lưới ô vuông có kích thước xác định, mẫu lấy tại các vị trí giao điểm hoặc trung tâm của các ô lưới. Phương pháp này đảm bảo toàn bộ khu vực được kiểm tra đồng đều và cung cấp dữ liệu không gian có giá trị về sự phân bố của các chất ô nhiễm

¹⁴ EPA. (1996). *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Lewis Publishers

¹⁵ Hsieh, J. C. C., Chien, H. Y., & Leu, Y. G. (2011). Prioritizing soil sampling locations for contaminated site investigation using GIS and geostatistics. *Journal of environmental management*, 92(3), 671-678

¹⁶ Daniel, D. E. (1991). *Geotechnical practice for waste disposal*. Chapman & Hall

¹⁷ USEPA. (1996). *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Lewis Publishers

¹⁸ Butler Jr, J. J., Bohling, G. C., & Whittemore, D. O. (2008). Permeability of the High Plains Aquifer in Kansas: Effects of lithology and impoundments on regional patterns. *Groundwater*, 46(1), 110-123

Lấy mẫu tìm kiếm

Mẫu được lấy tại các vị trí được nghi ngờ bị ô nhiễm dựa trên thông tin lịch sử sử dụng đất, bản đồ ô nhiễm hiện có hoặc các dấu hiệu môi trường có thể được nhận biết

Khi thực hiện lấy mẫu cần chú ý tuân thủ một số yêu cầu sau:

Đảm bảo độ sạch cho các dụng cụ thiết bị sử dụng lấy mẫu đất

Bao bì chứa ngoài được làm sạch cần đảm bảo tính trơ về hóa học, bền cơ học, độ kín

Đảm bảo mẫu được bảo quản ở nhiệt độ 4°C (Quy định chi tiết về lấy mẫu đất có trong TCVN 7538-1:2006)

Mẫu sau khi được lấy cần tiến hành ngay xử lý mẫu và phân tích đánh giá nồng độ chất ô nhiễm trong đất theo TCVN 6647:2007

Trong suốt quá trình lấy mẫu cần lập biên bản lấy mẫu, mô tả chi tiết điều kiện thời tiết và đặc điểm của khu vực lấy mẫu

Việc phân tích đánh giá nồng độ chất ô nhiễm POPs trong đất cần tuân thủ các phương pháp được chỉ định hoặc sử dụng các phương pháp chuẩn được công nhận quốc tế. Dưới đây là một số phương pháp được sử dụng để đánh giá mức độ ô nhiễm một số chất POPs trong đất.

Bảng 3.2. Phương pháp đánh giá chất ô nhiễm POPs trong đất

TT	Thông số	Phương pháp phân tích (số hiệu tiêu chuẩn)
1	Hexabromodiphenyl ether và Heptabromodiphenyl ether (HBDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
2	Tetrabromodiphenyl ether và Pentabromodiphenyl ether (POP-BDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
3	Decabromodiphenyl ether (DBDE)	IEC 62321-6:2015; ISO 17881-1:2016
4	Các axit Perfluorooctane sulfonic (PFOS), muối của chúng và perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF)	US EPA Method 8327; CEN/TS 15968:2010; ISO 23702-1:2023
5	Hexabromocyclododecane (HBCDD)	US EPA Method 3630C; US EPA Method 8270; IEC 62321-6:2015; IEC 62321-9:2021
6	Các paraffin mạch ngắn chứa clo (SCCP)	ISO 18219-1:2021; ISO 22818:2021

TT	Thông số	Phương pháp phân tích (số hiệu tiêu chuẩn)
7	Perfluorooctanoic acid (PFOA), muối của chúng và các hợp chất liên quan đến PFOA	US EPA Method 8327; ISO 23702-1:2023
8	Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS), muối của chúng và các hợp chất liên quan đến PFHxS	US EPA Method 8327; ISO 23702-1:2023

4 CẢI TẠO VÀ PHỤC HỒI Ô NHIỄM ĐẤT

4.1 Phương pháp cải tạo phục hồi đất

Có nhiều phương pháp để phục hồi đất bị ô nhiễm POPs, mỗi phương pháp đều có những thế mạnh cũng như và hạn chế. Việc lựa chọn phương pháp để áp dụng cho một khu vực cụ thể cần được xem xét đến nhiều yếu tố như nguồn lực về con người, tài chính, thời gian bị ô nhiễm của khu vực, đất bị ô nhiễm bởi loại POP nào.

Bảng dưới đây giới thiệu một số phương pháp phục hồi đất bị ô nhiễm POPs kèm phạm vi sử dụng và các ưu nhược điểm của chúng.

Bảng 4.1. Một số phương pháp xử lý POPs phục hồi ô nhiễm đất

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Đào và chuyển chỗ đất ^{19,20,21,22}	- Ô nhiễm POPs nặng, tập trung rõ rệt, cần can thiệp nhanh chóng. - Khu vực đô thị, dân cư, nông nghiệp cần phục hồi nhanh. Các điểm nóng ô nhiễm quy mô nhỏ đến trung bình	- Hiệu quả xử lý nhanh chóng do loại bỏ ngay lập tức phần đất bị ô nhiễm khỏi khu vực bị ảnh hưởng, giúp giảm nhanh nguy cơ tiếp xúc với chất ô nhiễm. - Đơn giản về kỹ thuật, dễ triển khai, không đòi hỏi thiết bị hoặc công nghệ xử lý phức tạp tại hiện trường. Có thể kết hợp với các phương pháp xử lý khác để xử lý lượng đất đào đi	- Chi phí cao vì bao gồm thêm chi phí đào bới, vận chuyển, xử lý hoặc chôn lấp đất ô nhiễm, đặc biệt nếu phải vận chuyển đến nơi xử lý chuyên dụng ở xa. - Không giải quyết triệt để ô nhiễm tồn lưu vì chỉ di dời ô nhiễm chứ không xử lý, nên ô nhiễm vẫn tồn tại nếu không được xử lý tiếp theo. - Có thể gây ra phát tán ô nhiễm thứ cấp trong quá trình thực hiện hoặc gây ô nhiễm chéo nếu không kiểm soát chặt chẽ. - Gây xáo trộn môi trường khu vực nếu khối lượng đào lớn. Cần diện tích lưu giữ hoặc xử lý tạm thời lượng đất đào lên.

¹⁹ Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95–122.

²⁰ USEPA. *A Citizen's Guide to Excavation of Contaminated Soil* – EPA 542-F-12-013.

²¹ USEPA (1993). *Engineering Bulletin: Soil Washing Treatment* – EPA/540/2-90/017

²² UNEP (2010). *General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of POPs Waste* – Basel Convention.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
2	Phong tỏa/ổn định ^{23,24}	- Xử lý đất ô nhiễm trung bình đến nặng POPs như DDT, HCH, dioxin, PCB,... đặc biệt tại các khu vực không thể khai thác và vận chuyển đất dễ dàng. - Phù hợp với các địa điểm có nguy cơ phát tán chất ô nhiễm vào nước ngầm. - Có thể thực hiện xử lý tại chỗ (in-situ) hoặc xử lý tại chỗ có kiểm soát (on site) trong các dự án quy mô lớn. - Thích hợp với đất có kết cấu ổn định, không yêu cầu sử dụng lại cho nông nghiệp hoặc dân cư trong thời gian ngắn	- Chi phí thấp hơn so với các công nghệ nhiệt hoặc sinh học. - Triển khai nhanh chóng và phù hợp với các khu vực rộng lớn, không cần thiết bị phức tạp. - Giảm rủi ro lan truyền của POPs vào nước ngầm và không khí. - Ứng dụng linh hoạt với nhiều loại đất và loại chất ô nhiễm khác nhau. - Có thể kết hợp với các biện pháp cải tạo khác, như phủ kín bề mặt hoặc trồng thực vật che phủ.	- Không loại bỏ hoàn toàn chất ô nhiễm, mà chỉ chuyển chúng sang dạng ít di động và ổn định hơn. - Hiệu quả phụ thuộc vào loại chất ô nhiễm và đặc tính đất – ví dụ: hiệu quả kém với chất ô nhiễm có khả năng bay hơi hoặc tan cao. - Cần đánh giá lâu dài để đảm bảo sự ổn định của chất ô nhiễm qua thời gian, tránh tái phát tán. - Có thể làm thay đổi cấu trúc đất, ảnh hưởng đến mục đích sử dụng sau này. - Có khả năng phát sinh chất phụ, ví dụ như các dạng phức bền có thể độc hơn nếu điều kiện môi trường thay đổi.
3	Đóng rắn/ổn định ^{25,26}	- Đất ô nhiễm POPs mức trung bình đến cao, không thể xử lý triệt để bằng công nghệ nhiệt hoặc sinh học. - Khu vực cần cô lập ô nhiễm lâu dài, gần khu dân cư, nông	- Cô lập POPs hiệu quả, giảm rủi ro môi trường nhanh chóng. - Chi phí thấp hơn so với thiêu hủy hoặc nhiệt phân.	- Không phá hủy POPs, chất ô nhiễm vẫn còn tồn tại trong khối vật liệu. - Khả năng tái phát tán sau hàng chục năm nếu khối đóng rắn bị nứt, thấm, phá vỡ cơ học.

²³ Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95–122.

²⁴ Sorial, G. A. (2010). Stabilization/Solidification of Contaminated Soils: A Global Perspective – *Journal of Hazardous Materials*, 180(1–3), 209–221.

²⁵ FAO (2017). *Remediation of Polluted Soils: Technologies and Approaches in Agriculture*.

²⁶ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2011). *Development of Performance Specifications for Solidification/Stabilization*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
		nghiệp. Đất hoặc bùn thải khó di chuyển hoặc nguy cơ phát tán cao. - Thường dùng làm biện pháp xử lý cuối cùng trước khi chôn lấp an toàn hoặc lưu giữ tại chỗ có giám sát. Không phù hợp cho khu vực cần phục hồi sinh thái hoặc sử dụng lại đất nông nghiệp.	- Thi công đơn giản, có thể áp dụng quy mô lớn hoặc tại chỗ (in-situ). - Không tạo sản phẩm phụ nguy hại nếu kiểm soát đúng thành phần phối trộn. Có thể ổn định đồng thời kim loại nặng cùng với POPs.	- Thể tích đất sau xử lý tăng lên đáng kể → tốn diện tích. Không phù hợp ở khu vực địa chất không ổn định (sụt lún, ngập nước, động đất). Cần kiểm soát chất lượng khối rắn, đặc biệt về cường độ, tính thấm và ổn định lâu dài.
4	Xối rửa đất (Soil Flushing) ^{27,28}	- Phù hợp với POPs có khả năng hòa tan hoặc phân tán trong dung dịch, đặc biệt là DDT, HCH, chlordane, aldrin, dieldrin (một phần). - Phù hợp với các khu vực đất có cấu trúc tơi xốp, độ thấm tốt (đất cát, pha cát). Phù hợp với các khu vực có nước ngầm không quá gần mặt đất và dòng chảy dưới đất dễ kiểm soát.	- Đây là phương pháp giảm nồng độ ô nhiễm tại chỗ mà không cần đào xúc đất nên giảm chi phí vận chuyển, phát tán thứ cấp. - Có thể kết hợp với tái tuần hoàn dung dịch rửa, tiết kiệm hóa chất. - Giảm nhanh tải lượng POPs, giúp giảm nguy cơ lan truyền xuống nước ngầm. Có thể kết hợp với công nghệ xử lý nước như oxy hóa nâng cao (AOP), than hoạt tính, xử lý sinh học.	- Không phá hủy POPs, chỉ di chuyển chúng vào dung dịch và cần xử lý tiếp dung dịch thu được. - Hiệu quả phụ thuộc mạnh vào cấu trúc địa chất và tính chất POPs (dễ hấp phụ, khó tan → khó tách). - Nguy cơ lan truyền ô nhiễm nếu không thu hồi dung dịch rửa hiệu quả. - Có thể làm thay đổi thủy văn tại chỗ nếu thiết kế sai hoặc lưu lượng quá lớn.

²⁷ Chen, W. et al. (2011). In-situ soil flushing of persistent organic pollutants using biosurfactants: Effectiveness and limitations. *Chemosphere*, 83(1), 46– 52.

²⁸ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2003). *Technical and Regulatory Guidance for In Situ Soil Flushing*

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
				Không phù hợp với đất sét chặt, đất nhiều hữu cơ hoặc vùng nước ngầm nông.
5	Oxy hóa ^{29,30}	- Phương pháp này phù hợp với các khu vực nhiễm POPs hữu cơ như dioxin/furan, DDT, HCH, PCB, PAHs, vùng có mật độ ô nhiễm cao, yêu cầu xử lý triệt để. Phương pháp này có thể ứng dụng tại chỗ (in-situ) bằng cách bơm tác nhân oxy hóa trực tiếp vào đất hoặc ngoài hiện trường (ex-situ) bằng cách đào đất đi xử lý trong các bể phản ứng.	- Hiệu quả cao trong phá vỡ các POPs khó phân hủy. - Giảm độc tính triệt để, biến các hợp chất thành sản phẩm vô hại. - Có thể xử lý tại chỗ, không cần vận chuyển đất, giảm phát tán thứ cấp. Thời gian xử lý ngắn hơn so với phương pháp sinh học.	- Chi phí cao, đặc biệt với các quá trình AOP do cần hóa chất, thiết bị và năng lượng (UV, ozone...). - Yêu cầu kỹ thuật và kiểm soát nghiêm ngặt, đặc biệt về pH, nhiệt độ, lượng hóa chất. - Tạo ra sản phẩm trung gian có độc tính, cần xử lý tiếp nếu không kiểm soát tốt (ví dụ: clorat, clorit, aldehyde...). - Không phù hợp với đất có hàm lượng hữu cơ tự nhiên cao, vì các chất này sẽ tiêu tốn tác nhân oxy hóa. Nguy cơ ăn mòn thiết bị và rủi ro an toàn hóa chất, nhất là với ozone hoặc H₂O₂ nồng độ cao.
6	Quang phân ^{31,32}	- Ô nhiễm POPs trên bề mặt đất hoặc lớp đất nông, nơi ánh sáng có thể tiếp cận.	- Phân hủy hoàn toàn POPs thành các chất không độc nếu điều kiện tối ưu.	- Hiệu quả phụ thuộc lớn vào điều kiện ánh sáng, thời tiết, cường độ UV.

²⁹ Khan, F.I., et al. (2004). Technologies for Remediation of POPs-Contaminated Sites. *Journal of Environmental Management*.

³⁰ Tsitonaki, A. et al. (2008). In Situ Chemical Oxidation of Contaminated Soil and Groundwater Using Persulfate. *Environmental Science & Technology*.

³¹ IAEA (2019). *Radiation and Photocatalysis Methods for the Treatment of Persistent Organic Pollutants in the Environment*

³² Pera-Titus, M. et al. (2004). Degradation of chlorinated organic pollutants by photocatalysis: A review. *Applied Catalysis B: Environmental*, 47(4), 219–256.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
		- Khu vực có khí hậu nắng nhiều, hoặc có thể lắp đặt hệ thống UV nhân tạo. Đất hoặc trầm tích có thể xử lý ex-situ (ví dụ: đào lên, xử lý trong máng hở). POPs có khả năng hấp thụ tia UV hoặc bị phân hủy bởi gốc tự do, như: DDT, HCH, aldrin, endrin, chlordane, một số PCB, PAHs, dioxin.	- Không tạo ra phụ phẩm nguy hại như một số công nghệ hóa học khác. - Thân thiện với môi trường, không cần hóa chất độc. - Có thể kết hợp với các công nghệ khác (ví dụ: sinh học – quang hóa kết hợp). Hiệu quả với một số POPs khó xử lý bằng sinh học hoặc oxy hóa thông thường.	- Chỉ áp dụng hiệu quả với lớp đất bề mặt hoặc đất đã xử lý sơ bộ, do ánh sáng không xuyên sâu. - Chi phí cao nếu dùng nguồn UV nhân tạo, nhất là trên diện tích lớn. - Cần kiểm soát bụi và bay hơi phụ phẩm trung gian (nếu có). Không phù hợp với đất sét, đất đen hoặc đất nhiều chất hữu cơ cản quang. Không xử lý được một số POPs kháng quang phân, như PCB cao phân tử, dioxin/furan bền.
7	Phương pháp phân hủy xúc tác bằng kiềm ^{33,34}	- Áp dụng hiệu quả cho hầu hết các nhóm POPs: Dioxin/furan, PCB, DDT, HCH, chlordane, aldrin, endrin, v.v, và các hợp chất clo hóa bền vững. Áp dụng cho công nghệ ex-situ, theo đó đất được đào, xử lý trong thiết bị kín (reactor).	- Hiệu suất xử lý cao, đạt tới >99,9999% (tương đương tiêu chuẩn của Công ước Stockholm). - Xử lý được nhiều loại POPs, kể cả các chất cực bền như dioxin, PCB. - Không sinh khí thải độc hại nếu hệ thống kín và kiểm soát tốt (do vậy, thường áp dụng trong các thiết bị kín chuyên dụng).	- Yêu cầu điều kiện khắt khe về nhiệt độ (250–350°C) và môi trường khử → cần thiết bị kín chuyên dụng. - Chỉ khả thi khi xử lý ex-situ, không áp dụng in-situ. Tốn năng lượng và dung môi hữu cơ (thường không tái chế được toàn bộ). Thiết kế hệ thống phải an toàn tuyệt đối, tránh rò rỉ hóa chất mạnh, bazơ ăn mòn.

³³ IAEA (2014). *Technologies for Remediation of POPs-contaminated Soils: An Overview*

³⁴ USEPA (2000). *Base Catalyzed Decomposition: Technology Overview –EPA/540/S-98/500*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
			- Sản phẩm sau xử lý không còn độc, có thể tái sử dụng hoặc chôn lấp an toàn. Chi phí trung bình, thấp hơn nhiều so với đốt nhiệt độ cao (nhiệt phân hoặc thiêu hủy).	
8	Hấp phụ ³⁵³⁶³⁷	Áp dụng cho đất hoặc trầm tích có POPs mức thấp đến trung bình và để xử lý POPs khó phân hủy nhưng có khả năng bám mạnh vào chất hấp phụ: DDT, PCB, HCH, aldrin, dieldrin, PAHs.	- Đơn giản, chi phí thấp, dễ triển khai ở quy mô vừa và nhỏ. - Không tạo ra sản phẩm phụ độc hại nếu được quản lý đúng. - Hiệu quả ổn định hóa POPs, ngăn phát tán. - Phù hợp với xử lý tại chỗ (in-situ) ở các vùng đất khó đào. Một số vật liệu hấp phụ có thể tái sử dụng hoặc tái sinh.	- Không phá hủy POPs, chỉ cô lập tạm thời → cần quản lý lâu dài hoặc xử lý tiếp. - Hiệu quả phụ thuộc vào loại POPs và điều kiện đất (pH, ẩm, chất hữu cơ...). - Không phù hợp với POPs có độ di động thấp, đã bị hấp phụ chặt trong đất. - Tái phát thải có thể xảy ra nếu điều kiện môi trường thay đổi (pH, vi sinh, ngập nước...). Cần xử lý định kỳ hoặc thay thế vật liệu hấp phụ nếu bão hòa.

³⁵ Chen, W. et al. (2018). Biochar and Activated Carbon for In Situ Immobilization of POPs. *Environmental Science and Technology*, 52(22),13187–13199.

³⁶ FAO (2017). *Remediation of Polluted Soils: A Review of Selected Technologies for Use in Developing Countries*

³⁷ USEPA (2006). *Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Chemical and Sorption Technologies* – EPA 542-R-05-002

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
9	Xử lý đất bằng trích ly bay hơi ³⁸³⁹⁴⁰⁴¹⁴²	- Phù hợp cho đất khô, tơi xốp, thông khí tốt (cát, pha cát, đất thịt nhẹ). - Áp dụng với POPs có áp suất hơi đủ cao và hệ số Henry lớn như HCH (lindane), aldrin, dieldrin, endrin, chlordane, một số PCB nhẹ, DDT (hạn chế). - Không áp dụng với dioxin/furan và PCB mạch dài do không hiệu quả. - Độ sâu tầng ô nhiễm: 1–10 m dưới mặt đất. POPs chưa bị hấp phụ chặt trong khoáng hoặc chất hữu cơ. Có thể kết hợp với gia nhiệt để tăng hiệu quả với SVOCs.	- Công nghệ in-situ: không cần đào đất → giảm chi phí vận chuyển, giảm ảnh hưởng môi trường. - Tách được một phần POPs dạng dễ bay hơi, làm giảm tải ô nhiễm để tiếp tục xử lý. - Thiết bị và kỹ thuật tương đối đơn giản, dễ điều khiển và giám sát. Có thể kết hợp với kỹ thuật khác: bio-sparging, gia nhiệt, oxy hóa khí.	- Chỉ xử lý được POPs có độ bay hơi trung bình trở lên → không hiệu quả với dioxin, PCB nặng, DDT bám chặt. - Phụ thuộc lớn vào cấu trúc đất (đất sét chặt hoặc ẩm cao làm giảm hiệu quả). - Cần hệ thống xử lý khí thải sau thu gom, tránh phát tán thứ cấp ra không khí. - Thời gian xử lý (vài tháng đến vài năm) tùy vào mức độ và thể tích đất. Có thể tạo hiện tượng "channeling" – khí đi theo đường dễ → bỏ sót vùng ô nhiễm.

³⁸ Chen, C. et al. (2012). Application of SVE for SVOCs in Contaminated Soil. *Journal of Hazardous Materials*, 231–232, 234–240.

³⁹ FAO (2021). *Phytoremediation: Nature-based solutions to restore contaminated soils*

⁴⁰ Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC) (2002). *Technical and Regulatory Guidance: In Situ Air Sparging and Soil Vapor Extraction*.

⁴¹ USEPA (1995). *Soil Vapor Extraction Technology – EPA/542-R-95-007*.

⁴² UNEP (2007). *Emerging Technologies for POPs Destruction (Guidance on in-situ remediation techniques)*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
10	Rửa đất ^{43,44,45,46,47}	- Đất có thành phần hạt thô (cát, sỏi), - POPs không bị hấp phụ quá chặt vào chất hữu cơ hoặc khoáng mịn.	- Giảm nhanh khối lượng đất ô nhiễm cần xử lý chuyên sâu → tiết kiệm chi phí. - Tách riêng phần đất sạch và đất ô nhiễm → có thể tái sử dụng phần đất thô. - Hiệu quả tốt với đất có cấu trúc phù hợp, chứa POPs dễ giải hấp. Có thể kết hợp với các công nghệ xử lý nước thải và bùn POPs khác như hấp phụ, oxy hóa, đốt.	- Không phá hủy POPs, chỉ chuyển chúng từ đất sang dung dịch → phải xử lý thêm. - Hiệu quả thấp với đất nhiều hạt mịn, chất hữu cơ cao, đất sét hoặc POPs khó tách. - Tạo ra nước thải chứa POPs và bùn cần xử lý, làm tăng công đoạn xử lý. - Chi phí xử lý tăng nếu cần dùng dung môi đặc biệt hoặc chất hoạt động bề mặt đắt tiền. Không phù hợp với các khu vực khó đào đất hoặc cần xử lý in-situ
11	Các kỹ thuật xử lý sinh học tại chỗ (In Situ Bioremediation Techniques) ^{48,49,50,51,52}	- Các điểm ô nhiễm POPs (PAHs, HCH, aldrin, dieldrin, DDT (một phần), một số loại PCB) có nồng độ từ thấp đến	- Thân thiện với môi trường, không phát sinh khí thải độc hại thứ cấp.	- Thời gian xử lý dài. - Hiệu quả phụ thuộc vào điều kiện môi trường như nhiệt độ, pH, độ ẩm, dinh dưỡng.

⁴³ FAO (2017). *Soil Pollution: A Hidden Reality – Technologies for remediation*

⁴⁴ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2003). *Technical and Regulatory Guidance for Soil Washing*.

⁴⁵ Robinson, S. J. & Farmer, J. G. (2000). *Remediation of POPs-Contaminated Soils by Soil Washing*. *Environmental Geochemistry and Health*, 22, 207–212.

⁴⁶ USEPA (1993). *Engineering Bulletin: Soil Washing Treatment – EPA/540/2-90/017*

⁴⁷ UNEP (2007). *Technical Guidelines on Environmentally Sound Management of POPs Contaminated Soils*.

⁴⁸ Alexander, M. (1999). *Biodegradation and Bioremediation* (2nd ed.). Academic Press

⁴⁹ Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). *An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies*. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95–122.

⁵⁰ OECD (2018). *Phytoremediation and Bioremediation of POPs Contaminated Soils*

⁵¹ USEPA. *In Situ Treatment Technologies for Contaminated Soil – EPA 542-F-06-013*

⁵² UNEP/UNIDO (2003). *Guidance on POPs Contaminated Site Identification and Management*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
		trung bình, diện tích lớn, không thể xử lý bằng cách đào bới. - Vùng đất có khả năng thông khí tốt (tầng đất không quá chặt, độ ẩm vừa đủ). Khi thời gian xử lý không quá gấp, vì sinh học thường chậm. Khu vực xa dân cư, tránh rủi ro tiếp xúc trong quá trình xử lý kéo dài.	- Chi phí thấp hơn so với công nghệ nhiệt hoặc hóa học. - Không cần đào bới, vận chuyển, giảm rủi ro lan truyền. - Có thể áp dụng trên diện rộng, phù hợp với khu vực nông nghiệp, sinh thái. Tận dụng vi sinh vật bản địa, không làm thay đổi mạnh điều kiện môi trường đất.	- Không hiệu quả với các chất ô nhiễm không phân hủy sinh học. - Cần giám sát lâu dài, dễ bị tái ô nhiễm nếu dừng giữa chừng. Không phù hợp với đất ô nhiễm nặng hoặc quá sâu, ít oxy.
12	Phương pháp xử lý sinh học ngoại vi (Ex Situ Bio-Remedial Methods) ^{53,54,55,56,57}	- POPs có khả năng phân hủy sinh học (dù chậm): Một số hợp chất organochlorine như DDT, HCH, aldrin, dieldrin, chlordane. - PCBs và dioxin/furan khó phân hủy hơn nên cần vi sinh vật đặc hiệu, điều kiện yếm khí, thời gian kéo dài. - Khu vực có đất có thể vận chuyển được, không quá lẫn	- Phân hủy POPs triệt để, nếu điều kiện sinh học tối ưu và vi sinh phù hợp. - Chi phí thấp hơn nhiều so với thiêu đốt hoặc xử lý nhiệt. - Giảm thiểu chất thải thứ cấp và tránh phát tán hóa chất ra môi trường.	- Tốc độ xử lý chậm, có thể kéo dài từ vài tháng đến vài năm. - POPs bền vững cao (như dioxin, PCBs) rất khó phân hủy sinh học nên hiệu quả hạn chế. - Phụ thuộc vào nhiều yếu tố môi trường (nhiệt độ, oxy, pH, C/N ratio...) nên cần theo dõi và điều chỉnh liên tục. - Không áp dụng được với đất nhiễm POPs quá cao hoặc đất

⁵³ FAO (2017). *Remediation of Polluted Soils: Technologies and Approaches in Agriculture*.

⁵⁴ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2003). *Technical and Regulatory Guidance: Ex Situ Bioremediation*

⁵⁵ Singh, A. & Ward, O. P. (2004). *Biodegradation and Bioremediation* –Springer.

⁵⁶ USEPA (2004). *Technical Approaches to Characterizing and Cleaning Up Contaminated Sites: Bioremediation* – EPA 542-R-04-003.

⁵⁷ UNEP (2007). *Guidance on POPs Contaminated Site Remediation*

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
		đá, rác hoặc nhiễm kim loại nặng nồng độ cao. - Khu vực có điều kiện cho phép xây dựng cơ sở xử lý ngoại vi (biopile/landfarm). Thích hợp với dự án phục hồi đất quy mô vừa, thời gian linh hoạt.	- Thân thiện với môi trường, thích hợp trong phục hồi đất nông nghiệp. Có thể tận dụng vi sinh vật bản địa để tăng tính bền vững.	nhiều hợp chất ức chế vi sinh vật (kim loại nặng, dung môi). Cần diện tích đất để xử lý (biopile/landfarming) và có thể phát sinh mùi.
13	Phục hồi đất nhờ thực vật (Phytoremediation) ^{58,59,60,61,62}	- Phù hợp với đất ô nhiễm POPs nhẹ đến trung bình. - Diện tích vùng xử lý rộng, chi phí hạn chế, đặc biệt tại các khu vực nông nghiệp, ven sông, vùng rìa đô thị. Có thể sử dụng để phục hồi sinh thái sau xử lý chính (ví dụ sau khi đào/chôn hoặc ổn định đất).	- Chi phí thấp, thân thiện với môi trường, kỹ thuật đơn giản - Không gây xáo trộn cấu trúc đất, cải tạo cảnh quan và phục hồi sinh thái. - Hiệu quả dài hạn. Xử lý tốt các nhóm DDT, HCH, lindane, aldrin, dieldrin, PAHs, PCBs (mạch ngắn).	- Thời gian xử lý dài. - Chỉ phù hợp với tầng đất nông (vài chục cm), vì rễ cây có giới hạn độ sâu. - Hiệu quả phụ thuộc vào loài cây và điều kiện môi trường, bị ảnh hưởng bởi thời tiết, khí hậu, mùa vụ, đặc biệt ở vùng nhiệt đới/xuân hè. - Hạn chế trong xử lý Dioxin/furan, PCB mạch dài – do độ bền sinh học cao. Cần quản lý sinh khối sau xử lý: cây tích lũy chất ô nhiễm cần được tiêu hủy an toàn

⁵⁸ FAO (2021). *Phytoremediation: Nature-based solutions to restore contaminated soils*

⁵⁹ Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). *An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies*. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95–122.

⁶⁰ Pilon-Smits, E. (2005). *Phytoremediation*. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 15–39.

⁶¹ USEPA (2000). *Introduction to Phytoremediation*, EPA/600/R-99/107

⁶² UNEP/UNIDO (2003). *Guidance on POPs Contaminated Site Identification and Management*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
14	Nhiệt phân ^{63,64,65,66,67}	- Phương pháp phù hợp xử lý đất ô nhiễm POPs bền nhiệt, khó phân hủy sinh học: DDT, HCH, PCB, dioxin/furan. - Cần hệ thống thiết bị chuyên dụng, vận hành an toàn. Phù hợp hơn với xử lý ex-situ (đào đất rồi đưa vào thiết bị xử lý).	- Hiệu quả xử lý cao, có thể đạt tỷ lệ loại bỏ >95–99% POPs. - Xử lý triệt để các POPs rất bền như dioxin/furan, PCB mà các công nghệ khác không phá vỡ được. - Có thể thu hồi năng lượng, tận dụng khí sinh ra từ pyrolysis (trong hệ thống kín). - Thời gian xử lý nhanh, thích hợp với các điểm nóng ô nhiễm cần xử lý dứt điểm. Đất sau xử lý có thể tái sử dụng nếu không bị thay đổi lý-hóa tính quá mức.	- Chi phí đầu tư và vận hành cao, yêu cầu thiết bị chịu nhiệt, kiểm soát khí thải độc hại. - Cần hệ thống xử lý khí thải thứ cấp (POP bay hơi có thể tái hình thành dioxin nếu nhiệt độ giảm nhanh). - Không thích hợp với đất quá ẩm, phải sấy trước nên tốn năng lượng. - Có thể làm thay đổi cấu trúc đất, giảm độ phì, mất chất hữu cơ. Rủi ro phát tán POPs nếu hệ thống kín không hiệu quả.

⁶³ FAO & UNIDO (2008). Management of POPs Pesticides: Thermal Treatment Options for Contaminated Soils

⁶⁴ Fiedler, H. (2001). Thermal Destruction of Persistent Organic Pollutants. Environmental Science and Pollution Research, 8(1), 27–30.

⁶⁵ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2008). Technical and Regulatory Guidance for Thermal Treatment Technologies.

⁶⁶ USEPA (1994). Thermal Desorption Application – EPA/540/5-94/509

⁶⁷ UNEP (2007). Review of Emerging, Innovative Technologies for Destruction and Decontamination of POPs

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
15	Thiêu đốt ^{68,69,70,71,72}	- Hầu hết các loại POPs, kể cả các chất bền vững và khó phân hủy nhất như: PCDD/F (dioxin/furan), PCB, DDT, Aldrin, Endrin, Chlordane, HCH, v.v. - Đất hoặc bùn ô nhiễm POPs với nồng độ cao, rất cao hoặc có nguy cơ lan rộng. - Cần hệ thống đốt chuyên dụng (rotary kiln, fluidized bed). Có thể áp dụng ex-situ (thường xuyên hơn), hoặc in-situ trong một số trường hợp đặc biệt (rất hiếm).	- Hiệu quả phá hủy rất cao: Tỷ lệ phá hủy POPs có thể >99,999% (theo tiêu chuẩn USEPA, DRE – Destruction and Removal Efficiency). - Áp dụng với mọi loại POPs, không phụ thuộc vào khả năng phân hủy sinh học. - Xử lý triệt để, giảm thiểu rủi ro ô nhiễm thứ cấp nếu quản lý khí thải và tro đúng cách. - Có thể xử lý đất, bùn, chất thải lỏng, chất rắn đồng thời. Đáp ứng yêu cầu xử lý khẩn cấp, dứt điểm, đặc biệt trong các dự án xử lý môi trường tồn lưu.	- Chi phí đầu tư và vận hành rất cao, đặc biệt với hệ thống đốt và xử lý khí thải. - Yêu cầu kỹ thuật nghiêm ngặt về nhiệt độ, thời gian lưu, dòng khí, xử lý khí độc (HCl, NO_x, CO, kim loại nặng). - Nguy cơ tái hình thành dioxin/furan nếu khí thải nguội nhanh trong vùng 250 450°C (vùng tái hình thành). - Phát sinh tro và khí thải độc hại, phải được xử lý, lưu trữ đúng chuẩn. Không phù hợp xử lý đất ẩm, cần sấy khô hoặc trộn phụ gia trước nên tốn năng lượng.

⁶⁸ Basel Convention (2011). *General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with POPs*.

⁶⁹ FAO & UNIDO (2008). *Management of POPs Pesticides: Thermal Treatment Options for Contaminated Soils*.

⁷⁰ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2008). *Technical and Regulatory Guidance for Thermal Treatment Technologies*.

⁷¹ USEPA (1992). *Technical Resource Document: Incineration of Hazardous Waste – EPA/530-R-93-019*

⁷² UNEP (2007). *Review of Emerging, Innovative Technologies for Destruction and Decontamination of POPs*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
16	Phương pháp nhiệt độ thấp có xúc tác ^{73,74,75,76,77}	- Đất hoặc bùn nhiễm POPs không thích hợp đốt (âm, phân tán, xa cơ sở xử lý). - Các địa điểm có yêu cầu giảm thiểu sinh khí độc trong xử lý. - Cần hệ thống xử lý bán công nghiệp hoặc cố định. Thường áp dụng ex-situ (đào xúc đất rồi xử lý trong lò có kiểm soát).	- Nhiệt độ thấp hơn so với thiêu đốt hoặc nhiệt phân → giảm tiêu thụ năng lượng, giảm nguy cơ phát sinh khí thải độc hại. - Hiệu quả xử lý cao với nhiều loại POPs: có thể đạt >90–99% với điều kiện thích hợp. - Giảm phát thải thứ cấp, nhất là dioxin/furan tái hình thành. - Có thể thiết kế thiết bị di động, phù hợp xử lý tại chỗ (on-site). Thân thiện môi trường hơn so với đốt do vậy thích hợp với khu vực gần dân cư, nông nghiệp.	- Cần lựa chọn và điều chỉnh xúc tác phù hợp, không phổ dụng cho mọi loại đất/POPs. - Hiệu quả phụ thuộc cao vào điều kiện phản ứng: nhiệt độ, thời gian, độ ẩm, tạp chất trong đất. - Xúc tác có thể bị nhiễm độc, giảm hoạt tính, cần thay thế hoặc tái sinh định kỳ. - Không thích hợp với đất có POPs quá bền như dioxin/furan ở nồng độ cao (nếu không dùng thêm biện pháp hỗ trợ). Thiết bị vẫn yêu cầu kiểm soát khí thải và sản phẩm phụ.

⁷³ Basel Convention (2011). *Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of POPs Waste Using Non-Incineration Technologies*.

⁷⁴ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2011). *Technology Overview: In Situ and Ex Situ Treatment Using Catalytic Processes*

⁷⁵ Shibata et al. (2006). *Low-Temperature Catalytic Dechlorination of PCBs in Soil Using Alkali-Metal Promoted Catalyst*. *Chemosphere*, 65(8), 1290–1297.

⁷⁶ USEPA (2002). *Thermal Treatment Technologies for POPs – Technical Fact Sheet*

⁷⁷ UNEP (2007). *Review of Emerging, Innovative Technologies for Destruction and Decontamination of POPs*.

TT	Phương pháp	Phạm vi áp dụng	Ưu điểm	Nhược điểm
17	Phương pháp giải hấp nhiệt độ thấp ^{78,79,80,81,82}	- POPs có áp suất hơi vừa phải như: DDT, HCH, aldrin, chlordane, một số trường hợp PCB có trọng lượng phân tử thấp. - Đất, bùn có nồng độ POPs vừa đến cao, nhưng không quá bền nhiệt. - Khu vực ô nhiễm khô ráo hoặc có thể sấy khô trước xử lý. - Đất cần đào lên (ex-situ) và sấy trước nếu độ ẩm cao. Không hiệu quả với POPs có độ bền nhiệt cao như dioxin/furan (có thể cần kết hợp xử lý sau).	- Chi phí đầu tư và vận hành thấp hơn so với thiêu đốt và nhiệt phân. - Giữ nguyên tính chất cơ lý của đất sau xử lý → có thể hoàn trả đất sau xử lý. - Ít phát thải độc hại hơn, do không phân hủy POPs ngay trong đất. - Thời gian xử lý nhanh, dễ kiểm soát quá trình. Công nghệ phổ biến, sẵn có, đã được USEPA công nhận và hướng dẫn ứng dụng.	- Không phá hủy hoàn toàn POPs, cần hệ thống xử lý khí thải hiệu quả. - Không hiệu quả với POPs có nhiệt độ sôi hoặc độ bền nhiệt cao (VD: dioxin, PCB nặng). - Cần xử lý bổ sung (secondary treatment) để phá hủy hơi chất ô nhiễm sau khi tách ra. Không thích hợp với đất ẩm cao, đất sét hoặc đất chứa nhiều chất hữu cơ tự nhiên. POPs có thể tái hấp phụ nếu đất không được làm nguội hoặc thu gom hơi kịp thời.

⁷⁸ Basel Convention (2011). *General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with POPs*.

⁷⁹ Cater, N., et al. (2002). *Evaluation of Low-Temperature Thermal Desorption for PCB-Contaminated Soils*. *Environmental Technology*, 23(9), 1023–1030

⁸⁰ Interstate Technology and Regulatory Council (ITRC, 2008). *Technical and Regulatory Guidance for Thermal Treatment Technologies*

⁸¹ USEPA (1994). *Thermal Desorption Application – EPA/540/5-94/509*

⁸² UNEP (2007). *Review of Emerging, Innovative Technologies for Destruction and Decontamination of POPs*

Bảng 4.2. So sánh các phương pháp xử lý ô nhiễm tồn lưu có khả năng được áp dụng tại Việt Nam

TT	Tên phương pháp	Loại POPs phù hợp	Hiệu quả xử lý	Chi phí xử lý	Thời gian hoàn trả mặt bằng	Phương thức tiến hành
1	Thiêu đốt (Incineration)	Tất cả POPs, đặc biệt dioxin, PCB, thuốc BVTV	Rất cao (>99,999%)	Rất cao	Trung bình nhanh	Ex-situ chủ yếu
2	Nhiệt phân (Thermal Desorption/Destruction)	PCB, DDT, HCH, aldrin, thuốc trừ sâu	Cao (90–99%)	Cao	Trung bình	Chủ yếu ex-situ
3	Nhiệt độ thấp có xúc tác (LTCD)	PCB nhẹ, DDT, aldrin, HCH	Trung bình cao (90–99%)	Trung bình cao	Trung bình	Ex-situ, bán di động
4	Giải hấp nhiệt độ thấp (LTTD)	DDT, HCH, aldrin, chlordane (POPs dễ bay hơi)	Trung bình (70–95%)	Trung bình	Nhanh trung bình	Ex-situ
5	Phân hủy xúc tác kiềm (Base Catalyzed Decomposition)	PCB, HCH, DDT	Cao (>95%)	Trung bình cao	Trung bình	Ex-situ, cố định
6	Phong tỏa/ổn định (Immobilization)	POPs khó di chuyển (ít tan, ít bay hơi)	Thấp – trung bình	Thấp	Nhanh	In-situ / Ex-situ
7	Xử lý sinh học tại chỗ (In-situ bioremediation)	DDT, HCH, một số thuốc trừ sâu hữu cơ	Thấp trung bình	Thấp	Dài	In-situ
8	Xử lý sinh học ngoại vi (Ex-situ bioremediation)	DDT, HCH, một số thuốc trừ sâu hữu cơ	Trung bình (50–80%)	Thấp trung bình	Dài	Ex-situ

TT	Tên phương pháp	Loại POPs phù hợp	Hiệu quả xử lý	Chi phí xử lý	Thời gian hoàn trả mặt bằng	Phương thức tiến hành
9	Thực vật xử lý (Phytoremediation)	POPs nhẹ, không bền vững cao	Thấp	Rất thấp	Rất dài	In-situ
10	Quang phân (Photolysis)	POPs dễ phản ứng quang hóa	Trung bình	Trung bình	Dài	In-situ / Ex-situ (hiếm)
11	Xối rửa đất (Soil flushing)	POPs có khả năng hòa tan	Thấp – trung bình	Trung bình	Trung bình dài	In-situ
12	Rửa đất (Soil washing)	POPs liên kết ngoài đất (không bám chặt)	Trung bình – cao	Trung bình	Trung bình	Ex-situ

Bảng 4.3. Ước tính chi phí thực hiện trực tiếp của các phương pháp xử lý ô nhiễm tồn lưu được khuyến nghị

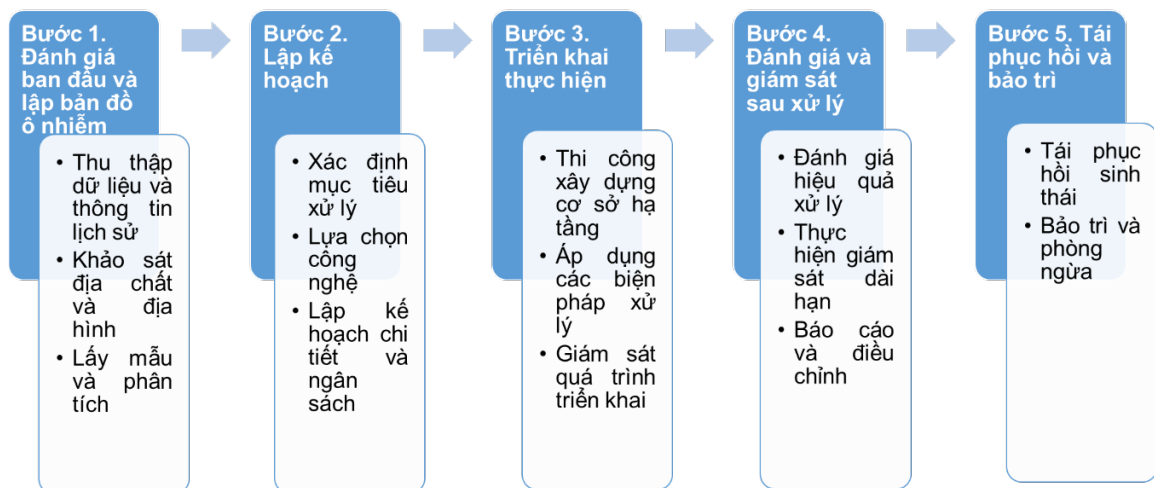
TT	Tên phương pháp	Chi phí ước tính (USD/m ³)	Nguồn tham khảo chính	Lưu ý khi áp dụng
1	Thiêu đốt	500 – 2.000+	UNEP (2007), USEPA (2004), Basel Convention	Rất hiệu quả, chi phí cao do kiểm soát khí thải và nhiệt độ
2	Nhiệt phân	300 – 1.200	UNEP, ITRC (2008), FAO (2010)	Cần hệ thống kín, xử lý khí thứ cấp
3	Nhiệt độ thấp có xúc tác (LTCD)	200 – 800	UNEP (2007), Shibata et al. (2006)	Cần điều chỉnh xúc tác phù hợp từng loại POPs
4	Giải hấp nhiệt độ thấp (LTTD)	100 – 500	USEPA (1994), ITRC (2008)	Hiệu quả thấp với POPs khó bay hơi

TT	Tên phương pháp	Chi phí ước tính (USD/m ³)	Nguồn tham khảo chính	Lưu ý khi áp dụng
5	Phân hủy xúc tác kiềm	250 – 700	USEPA (2005), UNEP (2007)	Xử lý POPs chứa halogen tốt, cần kiểm soát hóa chất kiềm
6	Phong tỏa/ôn định	50 – 150	FAO, Basel (2011), UNIDO	Không phá hủy POPs, chi cô lập – dùng tạm thời hoặc hỗ trợ
7	Sinh học tại chỗ (In-situ bioremediation)	30 – 100	FAO (2010), ITRC (2006), UNEP	Phụ thuộc môi trường đất, cần thời gian dài
8	Sinh học ngoại vi (Ex-situ bioremediation)	50 – 200	USEPA, ITRC	Hiệu quả cao hơn tại chỗ nhưng cần đào xúc và kiểm soát độ ẩm
9	Thực vật xử lý (Phytoremediation)	10 – 50	FAO, UNEP, nghiên cứu thực địa Việt Nam	Chi phí thấp, thời gian xử lý dài, phù hợp mức ô nhiễm thấp
10	Quang phân	100 – 400	UNEP (2007), các nghiên cứu UV/TiO ₂	Hiếm khi áp dụng thực tế, cần ánh sáng mạnh/kỹ thuật UV

Case study

- Sân bay Biên Hòa là điểm nóng ô nhiễm POPs (dioxin), hậu quả do chiến tranh để lại. Phương pháp giải hấp nhiệt đã được sử dụng để xử lý lượng dioxin tồn dư trong đất của những sân bay này. Trong suốt thời gian xử lý, từ 2019 đến nay dự án đã xử lý được dioxin trong hơn 500.000³ đất, tương ứng với diện tích 13ha⁸³, nồng độ dioxin còn lại sau xử lý dưới 300pptTEQ⁸⁴.
- Phương pháp giải hấp nhiệt cũng được xử lý tại sân bay Đà Nẵng để xử lý dioxin, bắt đầu từ 2012, đến nay đã xử lý được 90.000m³ đất và trầm tích⁸⁵.
- Xã Lâm Hóa, huyện Tuyên Hóa, tỉnh Quảng Bình, nơi bị nhiễm nặng DDT tồn dư trong và sau chiến tranh 1975, để xử lý lượng hóa chất tồn dư, các phương pháp phân hủy sinh học, sử dụng vật liệu nano kết hợp quá trình hóa học đã được kết hợp sử dụng. Kết quả, đã xử lý được hơn 50 thuốc BVTV tồn lưu, 280 tấn đất bị ô nhiễm^{86,87}

4.2 Quy trình cải tạo đất



Hình 4.1. Quy trình cải tạo đất

⁸³ <https://baotintuc.vn/thoi-su/viec-xu-ly-o-nhiem-dioxin-o-san-bay-bien-hoa-da-dat-duoc-ket-qua-tich-cuc-20250117145458049.htm>

⁸⁴ <https://tapchimoitruong.vn/chuyen-muc-3/cong-nghe-giai-hap-nhiet-xu-ly-dat-nhiem-dioxin-tai-san-bay-bien-hoa-26727>

⁸⁵ Dự án: "Environmental Remediation of Dioxin Contaminated Soils at Da Nang Airport" Đường link tham khảo: <http://www.usaid.gov/vietnam/environmental-remediation-dioxin-da-nang> (Truy cập ngày 30.5.2024)

⁸⁶ Poslet Shumbula, Collet Maswanganyi and Ndihuwu Shumbula. Type, Sources, Methods and Treatment of Organic Pollutants in Wastewater. Truy cập ngày 30 tháng 5 năm 2024, từ <https://www.intechopen.com/chapters/79526>

⁸⁷ Salim Boulkheissaim, Amel Gacem, Samreen Heena Khan, etc. Application of Nanotechnology in Environmental Pollution Management: A Review. Nanomaterials 2022, 12, 2148. Đường link tham khảo: <https://doi.org/10.3390/nano12132148> (Truy cập ngày 30.5.2024)

- Bước 1. Đánh giá ban đầu và lập bản đồ ô nhiễm
- Thu thập dữ liệu và thông tin lịch sử: Cơ quan quản lý xác định các hoạt động công nghiệp trước đây hoặc các nguồn ô nhiễm có thể đã gây ra tình trạng ô nhiễm, lập dự trù kinh phí cho các hoạt động khảo sát và xử lý tùy thuộc vào mức độ điều tra sơ bộ.
 - Khảo sát địa chất và địa hình: Nghiên cứu các đặc điểm vật lý, hóa học của đất, nước ngầm và môi trường xung quanh, thực hiện bởi đơn vị tư vấn hoặc cơ quan quản lý.
 - Lấy mẫu và phân tích: Thực hiện lấy mẫu đất, nước, không khí để xác định mức độ và loại chất ô nhiễm, thực hiện bởi đơn vị tư vấn hoặc cơ quan quản lý.
- Bước 2. Lập kế hoạch
- Xác định mục tiêu xử lý: Đặt ra các mục tiêu cụ thể cho quá trình xử lý, phù hợp với quy định pháp luật và yêu cầu của cộng đồng.
 - Lựa chọn công nghệ: Dựa trên các đặc điểm của chất ô nhiễm (loại POPs, mức độ ô nhiễm) và môi trường bị ảnh hưởng (phạm vi, khối lượng đất bị nhiễm POPs, hiện trạng sử dụng đất) để chọn lựa công nghệ xử lý phù hợp (VD: sinh học phục hồi, hóa lý xử lý, ổn định hóa chất...). Bước này cần có được tham vấn các chuyên gia và phối hợp chặt chẽ với đơn vị tư vấn, thực hiện hợp đồng công nghệ.
 - Lập kế hoạch chi tiết và ngân sách: Cơ quan quản lý thiết kế chi tiết quy trình, lên kế hoạch triển khai và dự trù kinh phí cần thiết
- Bước 3. Triển khai thực hiện
- Thi công xây dựng cơ sở hạ tầng: Nếu cần thiết, xây dựng các cơ sở hạ tầng phục vụ xử lý như hệ thống xử lý nước thải, bể biogas, trung tâm chôn lấp an toàn. Các nội dung này cần nằm trong việc lập kế hoạch chi tiết.
 - Áp dụng các biện pháp xử lý: Đơn vị tư vấn triển khai công nghệ đã chọn, từ xử lý nước ngầm, khử độc đất đến cải tạo môi trường sinh thái.
 - Giám sát quá trình triển khai: Cơ quan quản lý đề án và cơ quan quản lý địa phương (cấp xã/phường) có kế hoạch và phân công theo dõi chặt chẽ quá trình triển khai để đảm bảo đạt mục tiêu đề ra và tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn, môi trường. Cần phổ biến thông tin rộng rãi trong cộng đồng để có được sự giám sát trực tiếp từ cộng đồng địa phương.
- Bước 4. Đánh giá và giám sát sau xử lý
- Đánh giá hiệu quả xử lý: Cơ quan quản lý thực hiện các cuộc đánh giá định kỳ để kiểm tra mức độ thành công của quá trình xử lý, xác định mọi vấn đề phát sinh.
 - Thực hiện giám sát dài hạn: Cơ quan quản lý phối hợp với cơ quan quản lý địa phương (cấp xã/phường) lập kế hoạch

giám sát dài hạn để theo dõi tác động lâu dài của các biện pháp xử lý, đảm bảo môi trường được phục hồi và duy trì ổn định.

- Báo cáo và điều chỉnh: Soạn thảo các báo cáo kỹ thuật và đề xuất điều chỉnh kế hoạch xử lý dựa trên kết quả giám sát.
- Bước 5. Tái phục hồi và bảo trì
- Tái phục hồi sinh thái: Thực hiện các biện pháp nhằm tái tạo môi trường sinh thái bị ảnh hưởng, như trồng lại thực vật, phục hồi đa dạng sinh học.
 - Bảo trì và phòng ngừa: Áp dụng các chiến lược để ngăn chặn sự ô nhiễm tái phát và đảm bảo rằng các biện pháp phòng ngừa được thực hiện hiệu quả.

Trong quá trình thực hiện cải tạo đất, mọi thông tin liên quan từ khi lên kế hoạch thực hiện, triển khai thực hiện đến khi hoàn thành và duy trì hoạt động giám sát sau cải tạo cần được công bố công khai để mọi thành xã hội tại khu vực thực hiện cải tạo. Việc này sẽ giúp họ hiểu được ý nghĩa của nhiệm vụ để ủng hộ, tránh gây ra các hiểu lầm dẫn đến mâu thuẫn gây mất trật tự an ninh.

4.3 Giám sát sau cải tạo

- Giám sát dài hạn, sau khi hoàn thành công trình, giám sát dài hạn cần được tiếp tục để đánh giá hiệu quả xử lý và phát hiện sớm bất kỳ dấu hiệu tái ô nhiễm nào. Thời gian giám sát có thể kéo dài từ vài năm đối với hóa chất BVTN đến hàng thập kỷ đối với PCBs, Dioxin/Furan tùy thuộc vào tính chất và mức độ ô nhiễm của hóa chất.
- Sau mỗi giai đoạn giám sát, một báo cáo chi tiết về kết quả và đánh giá tác động môi trường cần được soạn thảo và nộp cho cơ quan chức năng. Nếu cần, đề xuất các biện pháp cải thiện hoặc phương án xử lý tiếp theo dựa trên kết quả giám sát.

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÓA CHẤT THUỘC PHỤ LỤC A CÔNG ƯỚC STOCKHOLM

Tên hóa chất	Phụ lục	Nguồn	Miễn trừ cụ thể/ Mục đích chấp nhận được	Quyết định liên quan
<u>Alpha hexachlorocyclohexane (Alpha-HCH)</u>	A		Production: None Use: None	<u>SC-4/10</u>
<u>Beta hexachlorocyclohexane (Beta-HCH)</u>	A		Production: None Use: None	<u>SC-4/11</u>
<u>Chlordecone</u>	A		Production: None Use: None	<u>SC-4/12</u>
<u>Decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE)</u>	A		Production: As allowed for the parties listed in the Register Use: Vehicles, aircraft, textile, additives in plastic housings etc., polyurethane foam for building insulation, in accordance with Part IX of Annex A	<u>SC-8/10</u>
Dicofol	A		Production: None Use: None	SC-9/11
<u>Hexabromobiphenyl (HBB)</u>	A		Production: None Use: None	<u>SC-4/13</u>
<u>Hexabromocyclododecane (HBCDD)</u>	A		Production: As allowed by the parties listed in the Register of specific exemptions. Use: Expanded polystyrene and extruded polystyrene in buildings in accordance with the provisions of part VII of Annex A	<u>SC-6/13</u>
<u>Hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether (HexaBDE and heptaBDE)</u>	A		Production: None Use: Articles in accordance with the provisions of Part IV of Annex A	<u>SC-4/14</u>

Tên hóa chất	Phụ lục	Nguồn	Miễn trừ cụ thể/ Mục đích chấp nhận được	Quyết định liên quan
<u>Hexachlorobutadiene (HCBD)</u>	A		Production: None Use: None	<u>SC-7/12</u>
<u>Lindane</u>	A		Production: None Use: Human health pharmaceutical for control of head lice and scabies as second line treatment	<u>SC-4/15</u>
<u>Pentachlorophenol and its salts and esters (PCP)</u>	A		Production: As allowed for the parties listed in the Register in accordance with the provisions of part VIII of Annex A Use: Pentachlorophenol for utility poles and cross-arms in accordance with the provisions of part VIII of Annex A	<u>SC-7/13</u>
<u>Pentachlorobenzene</u>	A & C	  	Production: None Use: None	<u>SC-4/16</u>
Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds	A		Production: None Use: None	SC-9/12
<u>Polychlorinated naphthalenes (PCN)</u>	A & C	 	Production: For the use below Use: Production of polyfluorinated naphthalenes, including octafluoronaphthalene	<u>SC-7/14</u>
<u>Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs)</u>	A		Production: As allowed for the parties listed in the Register Use: Additives in transmission belts, rubber conveyor belts, leather, lubricant additives, tubes for outdoor decoration bulbs, paints, adhesives, metal processing, plasticizers	<u>SC-8/11</u>
<u>Technical endosulfan and its related isomers</u>	A		Production: As allowed for the parties listed in the Register of specific exemptions Use: Crop-pest complexes as listed in accordance with the provisions of part VI of Annex A	<u>SC-4/18</u>

Tên hóa chất	Phụ lục	Nguồn	Miễn trừ cụ thể/ Mục đích chấp nhận được	Quyết định liên quan
<u>Tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether (TetraBDE and pentaBDE)</u>	A		Production: None Use: Articles in accordance with the provisions of Part V of Annex A	<u>SC-4/18</u>

PHỤ LỤC 2: DANH MỤC HÓA CHẤT THUỘC PHỤ LỤC B CÔNG ƯỚC STOCKHOLM

Tên hóa chất	Phụ lục	Nguồn	Miễn trừ cụ thể/ Mục đích chấp nhận được	Quyết định liên quan
<u>Perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOS)</u>	B		Production: For the use below Use: Acceptable purposes and specific exemptions in accordance with Part III of Annex B	<u>SC-4/17</u> <u>SC-9/4</u>
<u>Dichloro-diphenyl-trichloroethane (DDT)</u>	B		Production: For the use below Use: Acceptable purposes and specific exemptions in accordance with Part II of Annex B	<u>SC-7/2</u>