

# SC



الأمم  
المتحدة

UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.3

Distr.: General  
1 November 2012

Arabic  
Original: English

## اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة



لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة  
الاجتماع الثامن

جنيف، ١٥ - ١٩ تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٢

### تقرير لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة عن أعمال اجتماعها الثامن

إضافة

#### إضافة لتقييم مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم

اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، في اجتماعها السابع، بموجب مقررها ل.ا.م-١/٧، تقيماً لإدارة مخاطر الدوديكان الحلقي السداسي البروم (أنظر UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1). واعتمدت اللجنة في اجتماعها الثامن، بموجب مقررها ل.ا.م-٣/٨، إضافة لذلك التقييم ( أنظر المرفق). ولم يخضع نص الإضافة إلى تحرير رسمي.

## المرفق

## المعلومات الإضافية بشأن البدائل للدوديكان الحلقي السداسي البروم واستخدامها في البوليسترين المطرّق والبوليسترين المبتوق

## - ١ - المقدمة

١- في ٢٠١٠، قام الاجتماع السادس للجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بتقييم موجز المخاطر للدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/POPS/POPRC.6/13Add.2) وخُلصت إلى أن الدوديكان الحلقي السداسي البروم يُحتمل، نتيجة لانتقاله الطويل المدى في البيئة، أن يؤدي إلى تأثيرات ضارة كبيرة على صحة البشر والبيئة بحيث يبرر ذلك اتخاذ إجراء علمي بشأنه.

٢- اعتمدت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة، أثناء اجتماعها السابع، تقييم إدارة المخاطر بشأن الدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1)، وقررت، بموجب الفقرة ٩ من المادة ٨ من الاتفاقية، أن توصي مؤتمر الأطراف بالنظر في إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم في المرفقات ألف وباء و/أو جيم من الاتفاقية. ودعت اللجنة الفريق العامل المخصص المعني بالدوديكان الحلقي السداسي البروم الذي أعد تقييم إدارة المخاطر إلى جمع المزيد من المعلومات المتعلقة بالدوديكان الحلقي السداسي البروم ووافقت على استعراض المعلومات الإضافية، وبحثها أثناء اجتماعها الثامن بشأن ما إذا كان سيحدد المرفق التابع للاتفاقية والإعفاءات المحتملة التي سيبحثها مؤتمر الأطراف عند إدراج الدوديكان الحلقي السداسي البروم.

٣- دعت اللجنة في مقررها ل.١٠-١/٧ (POPRC-7/1) الأطراف والمراقبين لأن يقدموا للأمانة معلومات بشأن:

(أ) البدائل الكيميائية للدوديكان الحلقي السداسي البروم، وبخاصة في استخدامات رغاوى البوليسترين المطرّق أو البوليسترين المبتوق، من حيث التوافر والتكاليف والفعالية والكفاءة وتأثيراتها على الصحة والبيئة، وبخاصة فيما يتعلق بخصائصها الملوثة العضوية الثابتة؛

(ب) إنتاج واستخدام الدوديكان الحلقي السداسي البروم وبخاصة في استخدامات رغاوى البوليسترين المطرّق أو البوليسترين المبتوق.

## - ٢ - الاستجابات للدعوة لجمع المعلومات

٤- قدم ستة وعشرون طرفاً وبلداً مراقباً معلومات وهذه الأطراف هي: (الأرجنتين، وأذربيجان، والبرازيل، وبلغاريا، وكمبوديا، والكاميرون، وكندا، والصين، وألمانيا، وغواتيمالا، وإندونيسيا، وأيرلندا، وإسرائيل، وإيطاليا، وكيريباتي، ولاتفيا، ومالي، والمكسيك، وموناكو، وميانمار، وهولندا، والنرويج، وبولندا، ورومانيا، وتايلاند، والولايات المتحدة الأمريكية). يضاف إلى ذلك، أن ست مراقبين غير حكوميين قدموا معلومات هي: (Great Lakes Solutions, Green Chemicals Srl) الشبكة الدولية للقضاء على الملوثات العضوية الثابتة، صناعة رغاوى البوليسترين، رابطة رغاوى البوليسترين المبتوق، ثم رابطات الصناعة EXIBA بصورة مشتركة (إحدى مجموعة قطاع Cefic) والبوليسترين المطرّق (PlasticsEurope)، بالإضافة إلى إيان راى Ian Rae، العضو السابق في لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة. وجميع التقارير المقدمة متوافرة على الموقع الشبكي للاتفاقية.

## ١-٢ البدائل الكيميائية للدوديكان الحلقي السداسي البروم

٥- تم تحديد العديد من البدائل الكيميائية للدوديكان الحلقي السداسي البروم لاستخدامات البوليسترين المطرّق، والبوليسترين المبثوق والبوليسترين شديد المقاومة للصدم، والمنسوجات من واقع الردود التي وردت من الأطراف والمراقبين. وهي ترد في الجدولين ١ و ٢ أدناه. وقد عُرضت المعلومات بصورة عامة بالصورة التي وردت بها، وتمت مراجعتها بقدر الإمكان بصورة منفصلة. وطبقاً لتوجيهات لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة بشأن البدائل، فإن "البديل الآمن" هو البديل الذي إما أن يقلل من إمكانيات وقوع الضرر بصحة البشر أو البيئة، أو الذي ثبت أنه يفي بمعايير الفرز الواردة في المرفق دال بشأن إدراج مادة كيميائية في الاتفاقية كملوث عضوي ثابت. إن المعلومات الخاصة بالصحة والأمان المتوافرة بالنسبة لبعض البدائل أدناه محدودة للغاية.

٦- وقُدمت مشبطات اللهب التماثرية (Polymeric FR) فقط لتوفير تثبيط اللهب في رغاوى البوليسترين، وليس بالنسبة لاستخدامات أخرى للدوديكان الحلقي السداسي البروم.

٧- تقوم وكالة حماية البيئة الأمريكية بتقييم الدوديكان الحلقي السداسي البروم وبدائله لاستخدامه في البوليسترين المبثوق والبوليسترين المطرّق. ويقدم أصحاب المصلحة معلومات عن الأخطار والفعالية لكي تدرج في التقرير الذي سيتاح على العنوان: <http://www.epa.gov/dfepubs/projects/hbcd/index.htm>.

٨- تقوم وكالة حماية البيئة الأمريكية حالياً بتقييم البدائل لعشاري الأثيرات المبرومة ثنائية الفينيل وسوف تصدر تقريراً بشأن استخدامات هذه المادة وبدائلها. انظر: <http://www.epa.gov/dfepubs/projects/decaBDE/index.htm>.

الجدول ١: البدائل الكيميائية<sup>(١)</sup> للدوديكان الحلقي السداسي البروم في البوليسترين المطرّق/البوليسترين المبتوق

| المادة الكيميائية   | الأسماء التجارية        | التناسب المفترض  | التوافر   | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف   | الفعالية  |
|---|-------------------------|--|---|---|--|---|
| بنزين، إيثينيل-، بوليمر مع ١,٣- بوتادين، مبروم (بوليمر مشترك للسيارين والبوتادين المبروم)<br>المرادف:<br>مشط لهب تماثري<br>الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 1195978-93-8 | إيميرالد ٣٠٠٠<br>FR122P | البوليسترين المطرّق عن طريق عملية ذات خطوة واحدة، ومن المحتمل تناسبه من خلال عملية ذات خطوتين والبوليسترين المبتوق | تقدم حالياً كميات على نطاق تجريبي إلى المستخدمين في المراحل التالية بغرض الاختبار. نجاح إجراء محاولات الإنتاج الواسعة على مستوى المصنع. وهي متوافرة تجارياً في ٢٠١٢ من مؤسسة<br>Great Lakes Solutions-Chemtura Corporation.<br>ومنتجات ICL- Industrial التي أُعلن مؤخراً فتهدف إلى الإنتاج التجاري بحلول ٢٠١٤ ما مقداره (١٠٠٠٠٠ طن متري).<br>البيمارل (US) Albemarle سوف تتوافر لها هذه المادة تجارياً في ٢٠١٤.<br>من المتوقع أن تزداد الطاقة بدرجة تكفي للحلول محل الدوديكان الحلقي السداسي البروم خلال فترة ٣-٥ سنوات.<br>انظر أيضاً الفقرة ٦ | لا يوجد تقييم مستقل للخواص وطبقاً لمعلومات الصناعة: فهي مادة محتملة الثبات (غير قابلة للتحلل البيولوجي) ولكنها ذات قدرة منخفضة على التراكم الأحيائي وقدرة سمية منخفضة. وهي غير مصنفة كمادة تتسبب في الإصابة بالسرطان وذلك نتيجة لنقص البيانات. ولا توجد بيانات متوافرة بشأن السمية بالنسبة للأسماك.<br>انظر أيضاً فقرة ٧. | وردت معلومات مختلفة (انظر الفقرة ١٧) وقد أفادت الردود بما يلي:<br>إنه طبقاً لأحد جهات التصنيع، فإن تكلفة تصنيع منتجات البوليسترين المطرّق الذي يحتوي على Emerald 3000 لا يتوقع أن ترتب عليها تأثيرات كبيرة على التنافسية التكاليفية مع المنتجات الأخرى.<br>وتتوقع بعض الأطراف ارتفاع أسعارها عن الدوديكان الحلقي السداسي البروم. ويشير أحد الأطراف إلى أن تكاليف استخدام البديل هي ٩٠٪ (البوليسترين المطرّق) وتصل إلى ١٢٠٪ في البوليسترين المبتوق عن التكاليف في حالة استخدام الدوديكان الحلقي السداسي البروم. | أكد أحد عملاء جهة تصنيع أن التجارب الأولية التي أجراها قد أكدت أن مشط اللهب FR122P يحقق المستوى المطلوب من الأمان من الحريق لمنتجاته.<br>وتفيد التقارير أن Emerald 3000 ذات قدرة مكافحة أساساً لكفاءة تثبيط اللهب لدى الدوديكان الحلقي السداسي البروم عند استخدامها على محتوى متساوٍ من البروم.<br>وقد أبلغ منتج البوليسترين المبتوق عن فعالية قدرها ٨٣٪ من الدوديكان الحلقي السداسي البروم.<br>استقرار حراري جيد وتوافق مع البوليسترين عند التصنيع على درجة حرارة أعلى |

(١) بالنسبة للبدائل الأخرى، مثل المواد البديلة وتقنيات البناء، انظر تقييم إدارة المخاطر بالنسبة للدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).



| المادة الكيميائية  | الأسماء التجارية                           | التناسب المقترض   | التوافر   | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف | الفعالية |
|--|--|---|---|---|----------|----------|
| المستخلصات الكيميائية:<br>25327-89-3   | 319, SR 319                                |   |   | والبيئة. وطبقاً للمعلومات التي تم استعراضها لدى<br>(2009) KLIF فإنها يمكن وصفها بانخفاض السمية، وإمكانية وجود توكسينات مناعية، وليس من السهل تحليلها مائياً، وقد تكون مقاومة للتدهور البيئي (انظر 2009 KLIF للحصول على التفاصيل).   |          |          |
| ١، ٢، ٥، ٦ - الأوكتين<br>الحلقي لرباعي البروم -<br>الرقم في سجل دائرة<br>المستخلصات الكيميائية:<br>3194-57-8 | Saytex BC-48<br>(Albemarle<br>Corporation) | عملية بوليسترين<br>مطرق تتكون من<br>خطوتين<br>مثبط لهب مضاف | يستخدم فقط في عملية ذات<br>الخطوتين<br>قد تكون هذه المادة لم تعد متوافرة<br>تجارياً.<br>لا توجد معلومات متوافرة عن<br>أحجام الإنتاج في الولايات<br>المتحدة أو في الاتحاد الأوروبي.<br>ويوجد الأوكتان الحلقي الرباعي<br>البروم (TBCO) أيضاً على قائمة<br>المواد غير المحلية الكندية. وهناك<br>معلومات تفيد بأن نحو ١٠ أطنان<br>تستورد إلى كندا سنوياً. | يشير تقرير صادر عن وكالة البيئة<br>البريطانية (Fisk وآخرون ٢٠٠٣) إلى أن مادة الأوكتين الحلقي الرباعي<br>البروم (TBCO) هي مادة خطرة<br>بالنسبة للبيئة المائية (أى مستوى<br>انعدام تركيز مزمّن فعال يقل عن<br>٠,١ مغ/لتر أو نصف التركيز<br>المهلك أقل من ١٠ مغ/لتر)، وهي<br>مواد محتملة الثبات والتراكم<br>الأحيائي السمي/شديدة السمية<br>وشديدة التراكم. ونظراً لقلّة توافر<br>المعلومات عن الصحة والأمان<br>والبيئة لهذه المادة فإنه لا يمكن إجراء<br>المزيد من التحليل بشأنها. |          |          |

| المادة الكيميائية  | الأسماء التجارية  | التناسب المقترض                            | التوافر  | خواص الصحة والأمان والبيئة   | التكاليف  | الفعالية   |
|--|---|--|--|--|---|--|
| ٤، ٢، ٦- إثير الإيليل<br>ثلاثي بروموالفينيل<br>الرقم في سجل دائرة<br>المستخلصات الكيميائية:<br>3278-89-5   | Pyroguard FR<br>100, Great Lakes<br>PHE-65,<br>Bromkal 64-3AE   | عملية بوليسترين<br>مطرّق من خطوتين         |  | وتُفترَح كإحدى المواد الكيميائية من<br>١٢٠ مادة تعالج فيروس الورم<br>الخلطي البشري وتشابهه بنويماً مع<br>الملوثات المعروفة في القطب الشمالي<br>(Brown & Wania 2008).<br><br>ويحتمل تراكمها أحياناً، وتعرض<br>للانتقال لمسافات بعيدة المدى<br>حيث أن هذه المادة موجودة في<br>أجسام عمجول البحر في القطب<br>الشمالي في كل من الشحم والمخ<br>(Von der Recke & Vetter 2007)  |   |  |
| رباعي البروم ثنائي الفينول<br>ألف مضاعف (٣، ٢-<br>إيثير ثنائي برومو البروبيل)<br>(TBBPA-DBPE)<br><br>الرقم في سجل دائرة<br>المستخلصات الكيميائية:<br>21850-44-2<br><br>تستخدم مع مادة<br>الديكيومين لإنتاج<br>البوليسترين الميثوق<br>وبيروكسيد الديكيوميل<br>لإنتاج البوليسترين المطرّق<br>كمتأزرين عادة | STARFLAME<br><a href="#">PS SAM 54</a> :<br>خليط مطاط<br>ولدائن لإنتاج<br>البوليسترين الميثوق<br>STARFLAME<br><a href="#">PO SAM 55</a> :<br>خليط مطاط<br>ولدائن لإنتاج<br>البوليسترين الميثوق<br><br><a href="#">GC SAM 55 E</a> :<br>خليط مساحيق<br>لإنتاج البوليسترين<br>المطرّق | البوليسترين المطرّق<br>البوليسترين الميثوق | بالنسبة للبوليسترين المطرّق فقط<br>تجربة على نطاق المختبرات، ولم<br>يدخل بعد حيز الاستخدام<br>الواسع. أما جميع المواد الخام، مع<br>ذلك، فهي متواجدة في جميع أنحاء<br>العالم. إن السلع، ومن ثم GC<br>SAM 55 E، يقال إنها متوافرة أنياً<br>لزيادة الأحجام على النطاق<br>التجاري.<br><br>أما بالنسبة للبوليسترين الميثوق،<br>فإن البديل لها موجود حالياً<br>ومستخدم على نطاق تجاري. | وطبقاً للاستعراض الذي أجرته<br>مؤسسة كليف ٢٠٠٩<br>(2009) KLIF فإن رباعي البروم<br>ثنائي الفينول ألف - إيثير ثنائي<br>برومو البروبيل<br>(TBBPA-DBPE) تتسم بسمية<br>منخفضة. ولم يلاحظ أن لها تأثيرات<br>على الغدد الصماء، وإن كان لها<br>إمكانية عالية لوقف مُؤَلد الذكورة<br>استرايول سالفوترانس فريز. وهي<br>تحتل مكاناً وسطاً في التنافس مع<br>الثيوكسين الذي يستخدم للارتباط<br>ببروتين البلازما ترانسسيرترين. | وطبقاً لأحد جهات<br>التصنيع، مقارنة سلفونات<br>الدوديكان الحلقي السداسي<br>البروم في البوليسترين المطرّق<br>(تكلفة حوالي ٦,٥<br>يورو/كغ). | الخصائص المثبطة للهب،<br>أقل من ٢٠-٣٠ في المائة<br>من الدوديكان الحلقي<br>السداسي البروم، وكما أبلغ<br>فإن الاستقرار الحراري جيد،<br>وسهولة التشتت ومتوافق مع<br>البوليسترين، وغير قابل<br>للذوبان في الماء وقابل<br>للذوبان في التولوين والزيلين.<br>الميثوق. |

| الفعالية | التكاليف | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التوافر | التناسب المقترض | الأسماء التجارية | المادة الكيميائية |
|----------|----------|---|---------|-----------------|------------------|-------------------|
|          |          | <p>إن مادة TBBPA-DBPE رديئة الامتصاص في الجهاز الهضمي لدى الفئران، ولكن الكميات الممتصة منها تتراكم في الكبد وتُسْتَقْلَب ببطء.</p> <p>لا تسمح المعلومات المتوافرة بتقييم الثبات البيئي (ولاية واشنطن، ٢٠٠٦). وطبقاً لـ (2009) KLIF والمعلومات الواردة من جهة التصنيع، فإن مادة TBBPA-DBPE ذات قدرة منخفضة على التحلل البيئي، ولكن يبدو أنها حساسة للتحلل المائي وهذا يتعارض مع النتائج المتعلقة بالتراكم الأحيائي المبلغة في ولاية واشنطن (٢٠٠٦) KLIF (2009). وتفيد جهة التصنيع أن التراكم الأحيائي أمر غير متوقع.</p> <p>ويعتقد البرنامج الوطني لعلوم التسمم أن هذه المادة قد تنطوي على قدرة مسرطنة. وهي إيجابية بالنسبة لنشاط الطفرات الجينية مع أو بدون تنشيط أبيض في سلالات السلمونيلا تيفيمورم Salmonella typhimurium (المعهد الوطني لعلوم الصحة البيئية ٢٠٠٢).</p> <p>وقد وجدت مادة TBBPA-DBPE في غبار المنازل في بلجيكا والمملكة المتحدة. (ألي وآخرون. ٢٠١١).</p> |         |                 |                  |                   |

الجدول ٢: بدائل الدوديكان الحلقي السداسي البروم الداخلة في البوليسترين الشديد المقاومة للصدم، والمنسوجات

| المادة الكيميائية   | الأسماء التجارية   | التناسب المفترض   | التوافر   | خواص الصحة والأمان والبيئة   | التكاليف | الفعالية                                  |
|---|--|---|---|--|----------|---|
| ثنائي الإيثيل رباعي برومو فثالاميد (EBTPI)<br>الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:<br>32588-76-4 | BT93, BT93W,<br>BT93WFG,<br>Citex <a href="#">BT</a> 93,<br>Saytex BT93,<br>Saytex BT93W | البوليسترين الشديد المقاومة للصدم<br>مضاف مثبط للهلب<br>Additive FR | متوافر تجارياً ويُستخدم على نطاق واسع وأكثر استخداماته في البوليسترين الشديد المقاومة للارتطام، والبوليشيلين، بولي بروبيلين والبوليسترات المصنوعة من اللدائن الحرارية، بولياميد، مونومر الايثيلين ديني (M) مطاط EPDM، أنواع المطاط البولي كربونات إيثيلين البوليمارات المشتركة، راتنجات أيونومر والمنسوجات. | البيانات المتوفرة غير كافية لإجراء تقييم بيئي شامل لمثبطات الإيثيلين بيسترابروموفثالاميد (EBTPI). أما الدراسات القليلة التي جاءت بشأنها إفادات فقد أشارت إلى أن (EBTPI) مادة غير قابلة للتدهور الأحيائي بسهولة، وأنها لا تتراكم أحيائياً، وأنها ذات سمية مائية منخفضة. (وكالة حماية البيئة الدانمركية، ٢٠٠٧). وتشير الدلائل إلى أن EBTPI ذات سمية منخفضة بالنسبة للثدييات (KLIF 2009).<br>اعتبرت اللجنة التقنية للمواد الكيميائية الجديدة والقائمة التابعة للاتحاد الأوروبي مادة EBTPI شديدة الثبات. ومع ذلك لم تفي بمعيار التراكم الأحيائي وذلك بالاستناد إلى الخواص الجزئية للمادة، ولم تدرج مادة EBTPI كمادة شديدة السمية شديدة التراكم الأحيائي.<br>وتشير الدراسة الوحيدة المتوفرة عن السمية المائية لمادة EBTPI أن التأثيرات السمية الحادة تحدث عند مستويات تزيد كثيراً عن مستوى ذوبانية المياه. ولا توجد قيم طويلة الأجل بشأن القيم ذات التأثير غير الملاحظ NOEC. ويحتاج الأمر إلى المزيد من بيانات السمية البيئية لتحديد معيار السمية (بكالين وغيره، ٢٠٠٧). |          | مجدية تقنياً ومستخدمة استخدام واسع النطاق |
| الإيثير عشاري البروم ثنائي الفينيل (DecaBDE)  | SAYTEX 102E<br>FR-1210<br><a href="#">DE</a> -83R  | البوليسترين شديد المقاومة للصدم<br>المنسوجات                        | متوافر تجارياً ويُستخدم على نطاق واسع.<br>الكثير من جهات التصنيع قد   | اعتبر الإثير عشاري البروم ثنائي الفينيل سميماً طبقاً لمعيار ٦٤ (١) طبقاً لقانون حماية البيئة الكندي، ١٩٩٩، إلى جانب مواد خماسي البروم ثنائي الفينيل في هذه الفئة (من   |          | ذات جدوى تقنية ومستخدمة على نطاق واسع     |

| الفعالية | التكاليف | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التوافر  | التناسب المفترض | الأسماء التجارية   | المادة الكيميائية |
|----------|----------|---|--|-----------------|--|-------------------|
|          |          | <p>الرباعي إلى العشاري). وقد أفاد تقرير عن حالة العلم بالنسبة لهذه المادة بأنها تتحول إلى مواد ثابتة ومتراكمة أحيائياً (وكالة البيئة الكندية، ٢٠١٠)</p> <p>وخلصت لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة إلى أن هناك عدداً متزايداً من الدراسات ذات الصلة بقدرات الجانسات عالية البروم، بما في ذلك الإثير عشاري البروم ثنائي الفينيل إزالة برومتها عن طريق الاختزال في البيئة حتى تسهم في تشكيل إثيرات ثنائي الفينيل المبرومة المدرجة في المرفق الف (مقرر لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة- ١/٧).</p> <p>وفي المفوضية الأوروبية التابعة للاتحاد الأوروبي لم يكن من المتوقع لمادة عشاري البروم ثنائي الفينيل أن تتدهور أحيائياً، وإن كانت لم تعتبر تراكمية أحيائياً ولا سمية. وفي استعراض تال خلص (بكالين وغيره، ٢٠٠٧) أن مادة عشاري البروم ثنائي الفينيل لا تفي بمعيار السمية.</p> <p>ومهما يكن من أمر، فإن هناك بعض الدلائل على أن عشاري البروم ثنائي الفينيل يمكن أن يتسبب في اختلالات سلوكية لدى الفئران عندما يتعرضون في مرحلة حساسة من نمو المخ، (ربما عن طريق مستقلب). وهذه السمة الظاهرة تجعل من وجود عشاري البروم ثنائي الفينيل في بيوض المفترسات العليا اكتشافاً خطيراً مفيداً لأي تقييم للمخاطر طويلة الأجل. ويلاحظ (بكالين وغيره، ٢٠٠٧) أن طرق المقارنة الخاصة بالتركيز البيئي المتوقع (PNECPEC) الموصوفة في وثيقة التوجيه التقني للاتحاد الأوروبي لا تنطبق على هذا الوضع.</p> <p>انظر أيضاً الفقرة ٨</p> | <p>تخلصت تدريجياً من استخدامها منذ أوائل عام 2000s</p> |                 | <p>الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:<br/>1163-19-5</p> |                   |

| المادة الكيميائية  | الأسماء التجارية  | التناسب المفترض   | التوافر  | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف   | الفعالية                                    |
|--|---|---|--|---|--|---|
| عشاري البروم ثنائي<br>فينيل الإيثان (DBDPE)<br>الرقم في سجل دائرة<br>المستخلصات<br>الكيميائية:<br>84852-53-9 | SAYTEX 8010<br>Firemaster 2100<br>Planelon BDE<br>S8010 | البوليسترين شديد<br>المقاومة للصدم<br>المنسوجات<br>مضاف مثبط للهب | متوافر تجارياً ويستخدم على<br>نطاق واسع.<br>استحدثت مادة عشاري<br>البروم ثنائي فينيل الإيثان في<br>منتصف الثمانينات واكتسبت<br>أهمية تجارية كبديل لتركيبات<br>عشاري البروم ثنائي الفينيل<br>في أوائل التسعينات. ولا تُنتج<br>أوروبا مادة عشاري البروم<br>ثنائي فينيل الإيثان، غير أن<br>الواردات في ٢٠٠١ قُدِّرت<br>بما قيمته ١٠٠٠ و ٥٠٠٠<br>طن صُدِّرت بالدرجة الأولى<br>إلى ألمانيا. ويحتل عشاري<br>البروم ثنائي فينيل الإيثان<br>المرتبة الثانية لأعلى استخدام<br>حالي كمضاف لمثبطات<br>الهب المبرومة في الصين، مع<br>تزايد الإنتاج منها بنسبة<br>٨٠٪ سنوياً<br>(http://www.polymer.cn/). | وتشير الدلائل المتوافرة إلى أن مادة عشاري البروم ثنائي<br>فينيل إيثان (DBDPE) ذات قدرة على الثبات. وهي غير<br>حساسة للتدهور غير الأحيائي (مثل التحلل المائي) وهي<br>لا تتدهور بسهولة في الظروف الهوائية<br>داخل البيئة المائية (أي؛ ٢٪ طبقاً لمنظمة التعاون والتنمية<br>في الميدان الاقتصادي (301C)<br>ويرتبط الثبات بانخفاض الذوبان في المياه (٠,٧٢<br>ميكروغرام/لتر). (وكالة البيئة ٢٠٠٧، Pakalin et al.<br>2007).<br>ومادة عشاري البروم ثنائي الفينيل إيثان مخاطر منخفضة<br>نسبياً بالنسبة للأحياء المائية نتيجة لانخفاض ذوبانها في<br>المياه. وهي مادة منخفضة السمية أيضاً بالنسبة للثدييات<br>(وكالة البيئة ٢٠٠٧) ومادة DBDPE تُعزَّب من التحلق<br>الجيني في أجنة الدجاج (Egloff et al. 2011)، وهي شديدة<br>السمية بالنسبة لبراغيث الماء ( <i>Daphnia magna</i> )، كما<br>تُقلل من معدلات فقس بيض الأسماك المخططة، وتزيد<br>بصورة ملحوظة من نفوق اليرقات التي فقست (Nakari &<br>Huhtala 2010).<br>وفي تقييم المخاطر الذي أجرته المملكة المتحدة لم يكن في<br>المستطاع استخلاص أي نتائج بشأن التراكم الأحيائي في<br>غياب بيانات دقيقة (الوكالة البيئية، ٢٠٠٧). وتبين<br>المعلومات الأخيرة أن مادة DBDPE تتراكم أحيائياً في<br>الأسماك بدرجة واحدة أعلى من تراكم مادة عشاري<br>الإيثيرات المبرومة ثنائية الفينيل (DecaBDE) الأمر الذي<br>يشير إلى أنها يمكن أن تتراكم بكمية ملموسة في الأسماك | وطبقاً لأحد<br>الأطراف، يشيع<br>استخدام مادة<br>DBDPE في<br>البوليسترين الشديد<br>المقاومة للصدم وفي<br>المنسوجات ويكون<br>أثره أفضل من<br>الدوديكان الحلقي<br>السداسي البروم<br>HBCD ومساي<br>تقريباً إلى السعر لهذه<br>المادة الأخيرة، وأنه<br>حل أساساً محل<br>HBCD في عام<br>٢٠١١ في هذه<br>الاستخدام في<br>الصين. | ذات جدوى تقنية<br>ومستخدمة على<br>نطاق واسع |

| المادة الكيميائية | الأسماء التجارية | التناسب المفترض | التوافر  | خواص الصحة والأمان والبيئة   | التكاليف | الفعالية |
|-------------------|------------------|-----------------|--|--|----------|----------|
|                   |                  |                 | ثنائي فينيل الإيثان في الصين في عام ٢٠٠٦ هو ١٢.٠٠٠ طن. وفي اليابان حدث تحول واضح في الاستهلاك بعيداً عن عشاري البروم ثنائي الفينيل إلى عشاري البروم ثنائي فينيل الإيثان. | <p>(He et al. 2012). وتوجد مادة DBDPE في أجسام أنواع الطيور الجارحة مثل الصقور وبيضها Guerra وآخرون ٢٠٠٧. وفي طيور الماء الأكلة للأسماك Luo وآخرون ٢٠٠٩. وقد وجدت مادة DBDPE في شبكة الغذاء داخل بحيرة وينبيغ، كما أنها آخذة في التزايد (Law وآخرون ٢٠٠٩)</p> <p>ويتم العثور على مادة DBDPE في العينات البيئية بصورة واسعة، وفي حمأة المجارى، وفي الهواء والرسوبيات، وفي أجسام الأسماك والطيور، كما توجد أيضاً في غبار المنازل والمكاتب (لاغوارديا وآخرون، ٢٠١٢) وفي دراسة فُرِّزُت تم مؤخراً في بلدان الشمال (NCM 2011)، وجدت مادة DBDPE بنسبة ١.٠٠٪ في الماء وبنسبة ٥٠٪ في الرسوبيات وبنسبة ١.٠٠٪ في الحمأة و٧٠٪ عينات الكائنات الحية. وغالباً ما كانت التركيزات متماثلة في مستويات تركيز البروم ثنائي الفينيل إيثان-٤٧ (BDE-47) والبروم ثنائي الفينيل إيثان -٢٠٩ (BDE-209).</p> <p>وقد وجدت مادة DBDPE أيضاً في غبار المنازل في الولايات المتحدة (ستابلتون وآخرون ٢٠٠٨، وفي بلجيكا، والمملكة المتحدة، (ألى وآخرون ٢٠١١) والسويد (كارلوس وآخرون ٢٠٠٧).</p> <p>وهذه المادة الكيميائية مثبطة للهب المبروم الرئيسية في شعر الإنسان داخل مناطق إعادة تدوير النفايات غير الإليكترونية في الصين. وقد وجدت ترابطات مهمة بين مستويات الشعر ومستويات الغبار (جينج وآخرون. ٢٠١١) مما يشير إلى وجود مسارات ذاتية إلى الشعر.</p> |          |          |

| المادة الكيميائية   | الأسماء التجارية | التناسب المفترض                      | التوافر                                 | خواص الصحة والأمان والبيئة   | التكاليف | الفعالية                                    |
|---|------------------|--------------------------------------|---|--|----------|---|
| فوسفات ثلاثي الفينيل<br>الرقم في سجل دائرة<br>المستخلصات<br>الكيميائية:<br>115-86-6 |                  | البوليسترين الشديد<br>المقاومة للصدم | متوافر تجارياً ويستخدم على<br>نطاق واسع | يشير استعراض نشرته وكالة حماية البيئة الدائمية (٢٠٠٧)، إلى أن مادة الفوسفات ثلاثي الفينيل TPP شديدة السمية بالنسبة للطحالب، واللافقاريات والأسماك بقيم عادية لنصف التركيز المميت أقل من ١ مغ/لتر. وأفادت دراسات بشأن السمية المزمنة في الأسماك عن قيم تركيز غير ملحوظة في حدود ٠,٠١٤-٠,٢٣ مغ/ل، ومع ذلك، فإن ثمة شكوكاً تحوم حول صحة هذه الدراسات. وقد أفيد عن قيم معامل تركيز أحيائي يزيد على ١٠٠ في العديد من الدراسات طويلة الأجل التي أجريت على أنواع مختلفة من الأسماك. ويعتبر الفوسفات ثلاثي الفينيل مادة محتملة التراكم الأحيائي. ويدعم ذلك القيمة اللوغارتمية 'معامل تفريق المياه' بالنسبة للفوسفات ثلاثي الفينيل (بنطاق يتراوح بين ٤,٥٨-٤٦٧). ويتدهور الفوسفات ثلاثي الفينيل طبقاً لخصائصه الذاتية أحيائياً، بالإضافة إلى أنه وجد أنه يتدهور أحيائياً في الظروف الهوائية واللاهوائية في المياه/الرسوبيات والتربة تحت ظروف مختلفة. ويشير معامل تفريق الماء ومعامل تفريق الأوكتانول إلى أن توافر وحركية الفوسفات ثلاثي الفينيل في البيئة محدودان. لا توجد بيانات تتعلق بالتعرض الحاد أو المتكرر. أما المؤشر القياس الوحيد الذي تأثر في الاستعراض الدائمي في الدراسات الغذائية شبه الحادة والمزمنة لدى الفئران هو مؤشر التأخر في زيادة الوزن (وكالة حماية البيئة الدائمية (٢٠٠٧). وتفيد وكالة حماية البيئة الأمريكية (٢٠٠٥) وجود سمية نُظمية معتدلة وسمية إيكولوجية شديدة الحدة ومزمنة لمادة الفوسفات ثلاثي الفينيل بصفتيها خاصيتين مثيرتين للقلق. |          | ذات جدوى تقنية<br>ومستخدمة على<br>نطاق واسع |

| المادة الكيميائية                               | الأسماء التجارية | التناسب المفترض   | التوافر                               | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف                              | الفعالية  |
|---|------------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
|   |                  |   |                                       | <p>وتفيد إدارة السلامة والصحة المهنية (US OSHA 1999) عن إعاقة الكولينستراس كأثر صحي ناتج عن التعرض للفوسفات ثلاثي الفينيل</p> <p>وخلصت (وكالة حماية البيئة الدائمة ٢٠٠٧) إلى أن الفوسفات ثلاثي الفينيل TPP لا يفي بمعايير الثبات والتراكم الأحيائي في تقييم المواد الثابتة والمتراكمة أحيائياً والسمية.</p> <p>ويعتبر الفوسفات ثلاثي الفينيل مادة خطيرة بيئياً في ألمانيا بسبب سميتها للكائنات المائية (Leisewitz وآخرون، ٢٠٠٠)</p> <p>وفي دراسة أجريت أخيراً تم ربط الفوسفات ثلاثي الفينيل بنقص كبير قدره ١٩٪ في تركيز الحيوانات المنوية لدى الرجال. (Meeker &amp; Stapleton 2010)</p> |                                       |   |
| بيثفينول ألف مضاعف (فوسفات ثنائي الفينيل) (BDP) | Fyrolflex BDP    | البوليسترين الشديد المقاومة للصدم مادة مضافة مثبطة للهب | متوافرة تجارياً وتستخدم على نطاق واسع | <p>البيثفينول ألف مضاعف (الفوسفات ثنائي الفينيل) (BDP) هي منتج يتفاعل مع ثلاثي الكلوريد الفسفوري، ويحتوي على بيثفينول ألف وفينول. ويمكن أن يحتوي على بيثفينول ألف كشوائب.</p> <p>وطبقاً لولاية واشنطن (٢٠٠٦) تشير نتائج دراسة عن السمية الصناعية إلى انخفاض القلق من السمية بالنسبة للإنسان وسمية منخفضة إلى متوسطة بالنسبة للكائنات المائية. ولا توجد دراسات عن السرطان الذي يصيب الحيوانات متوافرة بالنسبة لهذه المادة الكيميائية، ولا توجد معلومات عن حالات التعرض البشري الممكنة. ولا تُظهر هذه المادة ميلاً إلى الثبات في البيئة. كما أنه لا يمكن تقييم تراكمها الأحيائي.</p>      | ذات جدوى تقنية ومستخدمة على نطاق واسع | الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 5945-33-5 |

| المادة الكيميائية   | الأسماء التجارية                  | التناسب المفترض                       | التوافر  | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف                              | الفعالية |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|----------|
|   |                                   |                                       |  | <p>والبيثفينول ألف هي إحدى نواتج تدهور الفوسفات ثنائي الفينول (ولاية واشنطن ٢٠٠٦) وهي مادة أعلنت كندا أنها تفي بمعايير إثارة القلق من الثبات والسمية فيما يتعلق بالتغيرات الدائمة في الهرمونات والنمو القدرة التناسلية (Environment Canada 2008). وتأسيساً على قدرة البيثفينول ألف كإحدى نواتج التدهور، وقدرته على الإخلال بالغدد الصماء، فقد أُعتبر البيثفينول ألف مضاعف (الفوسفات ثنائي الفينيل) أنه من العوامل العليا التي تُخلُّ بالغدد الصماء كما جاء في مسودة تقييم لدى الاتحاد الأوروبي (JRC 2011). وقد اكتشف نفس التقييم أن الفوسفات ثنائي الفينيل له خاصية الثبات المرتفع والتراكم الأحيائي المعتدل إلى المرتفع، فقيّم عامل التراكم الأحيائي تتراوح من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ ومعامل تفريق الماء قدره ٤,٥-٦.</p> |                                       |          |
| فوسفات ثنائي الفينيل كيريسيل<br>الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:<br>26444-49-5 | البوليسترين الشديد المقاومة للصدم | متوافرة تجارياً وتستخدم على نطاق واسع | يصعب تمييز الفوسفات ثنائي الفينيل كيريسيل، إلا أنه يبدو شبيهاً بالنسبة للكائنات المائية، ولا يتدهور أحيائياً بسهولة (معلومات بيانات الفرز لدى منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي). وتفيد ولاية واشنطن (٢٠٠٦) بأن نصف عمر هذه المادة في الماء هو ٤,٨٦ سنوات، ومعامل التراكم الأحيائي ٩٨٠ وأنها معتدلة السمية المائية، وهي سمية بالنسبة للنمو وللإنسال ولكنها ليست طفرية، وذات سمية منخفضة بالفم. | ذات جدوى تقنية ومستخدمة على نطاق واسع   |                                       |          |
| البارافينات المكلورة (C10-13)   | المسوجات                          | متوافرة تجارياً وتستخدم على نطاق واسع | رُشحت البارافينات المكلورة القصيرة السلسلة (الألكانات المكلورة ذات التركيز ١٠-١٣، كربون) والتي تزيد نسبة الكلورة فيها عن ٤٨٪ لإدراجها كملوثات عضوية ثابتة  | مستخدمة على نطاق واسع   | ذات جدوى تقنية ومستخدمة على نطاق واسع |          |

| المادة الكيميائية   | الأسماء التجارية | التناسب المفترض                      | التوافر  | خواص الصحة والأمان والبيئة  | التكاليف                              | الفعالية |
|---|------------------|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|----------|
| الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:<br>85535-84-8                             |                  |                                      |  | بموجب اتفاقية استكهولم. ويجرى استعراضها حالياً من جانب لجنة استعراض الملوثات الثابتة. وتفي البرافينات المكلورة (بتركيز ١٠-١٣) والتي تُقَيِّم بأنها برفينات مكلورة قصيرة السلسلة بتعريف السمية بموجب المعيار ٦٤ (أ) طبقاً لقانون حماية البيئة الكندية، ١٩٩٩. ومعايير الثبات والتراكم الأحيائي، وخضعت للإزالة الفعلية. وفي كندا أُدرجت هذه المواد في الحظر المقترح ضمن اللوائح التي تنظم مواد سمية معينة في ٢٠١٢ ( <a href="http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=87">http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=87</a> ). |                                       |          |
| النشادر المتعدد الفوسفات<br>الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية:<br>68333-79-9 | المنسوجات        | متوافر تجارياً وتستخدم على نطاق واسع | يتوافر القليل من البيانات بشأن هذه الخواص. ولا توجد بيانات بشأن التراكم الاحيائي. وتصنف هذه المادة الكيميائية في كندا بأنها ثابتة وذات سمية ذاتية. | مستخدمة على نطاق واسع   | ذات جدوى تقنية ومستخدمة على نطاق واسع |          |

## ٢-٢ معلومات إضافية بشأن إنتاج واستخدام الدوديكان الحلقي السداسي البروم

٩- قُيِّد في الآونة الأخيرة توافر الدوديكان الحلقي السداسي البروم نتيجة لمشاكل في إنتاج حلقي الدوديكتارين الذي هو أحد سوائف الدوديكان الحلقي السداسي البروم. كما أن مشاكل الإمداد بالدوديكان الحلقي السداسي البروم تزيد من السرعة التي يمكن بها للصناعة المستخدمة للدوديكان الحلقي السداسي البروم أن تأخذ ببدائله.

١٠- وقد وردت بيانات الإنتاج والتصدير الجديدة التالية:

(أ) أبلغت الصين عن إنتاج ١٨٠٠٠ طن من الدوديكان الحلقي السداسي البروم (HBCD) في ٢٠١١، صوِّد منها ٥٥٠٠-٦٠٠٠ طن.

(ب) أبلغت المكسيك عن استيراد ٤٦٧ طناً من HBCD في ٢٠١١.

١١- ووردت المعلومات الجديدة التالية عن استخدام HBCD :

(أ) في أمريكا الشمالية، تشتمل جميع البوليسترينات المشوقة حالياً على HBCD. وهناك أربعة منتجين. أما التركيزات المستخدمة حالياً فتتراوح بين ٠,٧٪ - ١,٠٪.

(ب) وطبقاً لقاعدة بيانات إبلاغ البيانات الكيميائية التابع للوكالة الأمريكية لحماية البيئة الموسع لعام ٢٠٠٦ فإن أقل من ١٪ من إجمالي الاستخدام التجاري والاستهلاكي لمادة HBCD ذهب إلى مجال الأنسجة والمنسوجات والملابس <http://www.epa.gov/iur>.

(ج) ومن ضمن الدوديكان الحلقي السداسي البروم المستخدم في الصين يستخدم ٩٠٠٠ طن في البوليسترين المطرَّق و ٣٠٠٠ طن للبوليسترين المشوق.

(د) أبلغت بولندا عن استخدام ٣٦٤ طناً من HBCD في البوليسترين المطرَّق و ٩٠ طناً في البوليسترين المشوق في ٢٠١١.

(هـ) أبلغت المكسيك عن استيراد ٤٦٧ طناً من مادة HBCD في ٢٠١١.

## ٣ - معلومات موجزة تتعلق بتقييم إدارة المخاطر

١٢- بلغ الإنتاج العالمي التقديري من الدوديكان الحلقي السداسي البروم HBCD في ٢٠١١ ٣١ ألف طن أي ما يزيد قليلاً عن الرقم المُقدَّر في تقييم إدارة المخاطر (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1) وذلك بسبب زيادة قدرها ٢٠٪ في إنتاج الصين عام ٢٠١١.

### التوافر

١٣- تم تطوير بعض البدائل الكيميائية لمادة HBCD، بما في ذلك انخفاض في البديل للبوليسترين المطرَّق في خطوة واحدة، وفي إنتاج البوليسترين المشوق. وسوف يتوافر هذا البديل تجارياً بصورة تدريجية اعتباراً من ٢٠١٢. وفي ٢٠١٤ سوف يقل توافر هذا ميثب اللهب التماثري المبروم من جانب شركتين داخل الولايات المتحدة هما (Chemtura, Albemarle) وواحدة في إسرائيل (ICL-IP). ومن المتوقع لإنتاجهم المشترك أن يكفى لأن يحل محل مادة HBCD خلال فترة ٣-٥ سنوات.

١٤- ويبدو أن مادتين مبرومتين مثبطين للهب آخرين هما بنزين، ١،١-و-١-ميثيل إيثيلدين) مضاعف [٣،٥-ثنائي البروم-٤- (٢،٣-ثنائي البروم-٢-ميثيل بروبوكسي)] الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 97416-84-7، ورباعي برومو بيثفينول ألف مضاعف (٢،٣-إيثير ثنائي بروموبروبيل) (TBBPA-DBPE)، الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 21850-44-2 مع مادة ديكومين للبوليسترين الميثوق ومادة ديكوميل بيروكسيد للبوليسترين المطرق بصفتهما متآزرين عادة أي (Starflame/GC SAM) تبدو أنها مناسبة للحلول محل HBCD في عملية إنتاج البوليسترين المطرق الوحيد الخطوة. ومع ذلك، لا توجد معلومات عما إذا كانت المادة الكيميائية الأولى متوفرة وعمّا إذا كانت الثانية قد دخلت مرحلة التداول التجاري. أما عملية الإنتاج على خطوتين وهي الأقل شيوعاً بالنسبة للبوليسترين المطرق فتستخدم الآن بالفعل مثبطات لهب بديلة لمادة HBCD. ويجرى الآن اختبار مدى ملائمة مثبط اللهب التماثري بالنسبة لعملية إنتاج البوليسترين المطرق على خطوتين.

١٥- إن التوافر الحالي للبدائل الكيميائية لـ HBCD في إنتاج البوليسترين الشديد المقاومة للصدم والمنسوجات قد ترددت في الإجابات، وقد تم تحديد مواد مثبطة للهب بديلة، وأساليب بناء في تقييم إدارة المخاطر الخاصة بمادة الدوديكان الحلقي السداسي البروم (UNEP/POPS/POPRC.7/19/Add.1).

### الوقت اللازم للانتقال

١٦- بعد أن يصبح أي بديل متوافراً بكميات تجارية، فسوف يمضي بعض الوقت حتى تسعي الصناعة إلى تأهيل وإعادة اعتماد حبات البوليسترين ومنتجاته الرغوية لتقدير درجة مقاومته للنيران. وتفيد معلومات الصناعة الواردة من كندا أن هذا الأمر يحتاج إلى فترة لا تقل عن خمس سنوات للتحويل التام إلى أحد البدائل. ومع ذلك، فعلى الرغم من أن مثبط اللهب التماثري ليس متوافراً على نطاق تجاري، فإن المستخدمين الفرعيين كانوا يقومون بالفعل باختبار هذا البديل، وأن النتائج المبلّغة كانت إيجابية.

### التكاليف

١٧- أشار بعض الأطراف في ردودهم إلى ارتفاع تكاليف مثبط اللهب التماثري مقارنةً بالدوديكان الحلقي السداسي البروم. ومع ذلك، لم يتم إدراج أي قيم مالية لتأييد ذلك. وطبقاً لأحد منتجي مثبط اللهب التماثري، فإن منتجات تثبيط اللهب الذي يدخل فيه بديل لـ HBCD لا يتوقع له أي تأثير كبير على التنافس السعري على البوليسترين المطرق أو البوليسترين الميثوق. ويظل من غير الواضح ما إذا كان مثبط اللهب يمثل عنصراً كبيراً في سعر المنتج النهائي (لوحة العزل المصنعة من البوليسترين المطرق/البوليسترين الميثوق). ولن يتوافر المزيد من تقديرات التكاليف إلا بعد التداول الكامل لمثبط اللهب التماثري.

١٨- وسوف يكون هناك تكاليف إضافية تُدفع مرة واحدة تتجشمها الصناعة من التجارب الطبيعية للمصانع مثلاً وتأهيل المنتج. ومع ذلك، فإن هذه التكاليف، وبغض النظر عن البديل، قد اعتبرت في كندا مثلاً تتكلف ملايين قليلة من الدولارات الكندية.

### الفعالية

١٩- تفيد التقارير بأن مثبط اللهب التماثري يتساوى أساساً من حيث كفاءة تثبيط اللهب مع HBCD عند استخدامه بمحتوى متساوٍ من البروم. وتفيد شركة Great Lakes Solutions بأن ١,٧٪ من Emerald 3000 (الاسم التجاري) لازمة للنجاح في اختبار الرتبة هاء الخاصة بالقدرة على الاشتعال. وهكذا

فإن التركيز المطلوب يكون بذلك مماثلاً للتركيز المطلوب من HBCD وهو (٠,٥-٢,٥٪ HBCD الوزن/الوزن (W/W) في رغاوى البوليسترين. وتفيد التقارير بأن رباعي البروم بيسفينول أ لف مضاعف (٢,٣-إيثير ثنائي بروموبروبيل) (TBBPA-DBPE)، الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 21850-44-2 مع وجود مادة ديكومين للبوليسترين المبتوق وديكوميل بيروكسيد للبوليسترين المطرق كمتأزرين عادة (مثل Starflame/GC SAM). يحتوى على أقل من ٢٠-٣٠٪ من الخصائص المثبطة للهب مقارنة بـ HBCD.

٢٠- ويبدو أن عشاري البروم ثنائي الفينيل إيثان والبدائل الأخرى قد حلت إلى حد بعيد محل HBCD في البوليسترين الشديد المقاومة للصدم والأنسجة، مع وجود فعالية أعلى وتساو في الأسعار مع HBCD.

### التأثير على الصحة والبيئة

٢١- إن الهدف من تشجيع استخدام بدائل بموجب الاتفاقية هو حماية صحة البشر والبيئة. لذلك ينبغي تلافى استبدال ملوثات عضوية ثابتة بمواد كيميائية خطيرة أخرى، وينبغي متابعة البحث بشأن بدائل أكثر أماناً (UNEP/POPS/POPRC.5/10/Add.1).

٢٢- وطبقاً لمعلومات صحائف بيانات أمان المواد وتقييم مخاطر الصناعة، فإن مشبط اللهب التماثري يحتمل أن يكون ثابتاً ولكنه لا يتراكم أحياناً وليس سُمياً. ومع ذلك، فلا توجد استعراضات مستقلة بشأن خواصه حتى الآن. ولا توجد معلومات بشأن الصحة والبيئة المتعلقة بالبنزين، ١،١- (١-ميثيل إيسيليدين) مضاعف [٣,٥-ثنائي البروم-٤- (٢,٣- ثنائي البروم-٢-ميثيل بروبوكسي)] الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 97416-84-7، وهو وثمة بديل كيميائي ثالث، يقوم على رباعي البروم ثنائي الفينول أ لف-إيثيل البروين ثنائي الفينيل TBBPA-DBPE (الرقم في سجل دائرة المستخلصات الكيميائية: 21850-44-2)، ذو سمية منخفضة ومن غير المحتمل أن يتراكم أحياناً. ومع ذلك فقد تكون له قدرة مسرطنة، وأن ثباته لم يخضع لدراسة دقيقة. وقد وجدت هذه المادة في غبار المنازل.

- Ali N, Harrad S, Goosey E, Neels H, Covaci, A. (2011) "Novel" brominated flame retardants in Belgian and UK indoor dust: Implications for human exposure. *Chemosphere* 83 (2011) 1360–1365.
- Brown, T. N. and Wania, F. (2008) Screening chemicals for the potential to be persistent organic pollutants: a case study of arctic contaminants. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 5202-5209.
- Danish EPA (2007) Danish Environmental Protection Agency. Health and Environmental Assessment of Alternatives to Deca-BDE in Electrical and Electronic Equipment, 170 p.  
<http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2007/978-87-7052-351-6/pdf/978-87-7052-352-3.pdf>
- ECB, 2006. European Chemicals Bureau. European Union Risk Assessment Report. TBBP-A. CAS No: 79-94-7. EINECS No: 201-236-9. Office for Official Publications of the European Communities.
- Environment Agency for England and Wales (2007) Environmental Risk Evaluation Report: 1'1-(Ethane-1,2-diyl)bis[penta-bromobenzene] CAS No: 84852-53-90. Published by Environment for England and Wales Agency. 126 p. <http://publications.environment-agency.gov.uk/PDF/SCHO0507BMOR-E-E.pdf>
- Environment Canada, Health Canada (2008). Screening Assessment for the Challenge Phenol, 4,4' - (1-methylethylidene)bis-(Bisphenol A), Chemical Abstracts Service Registry Number 80-05-7. 111 p. <http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=En&n=3C756383-1>
- Environment Canada 2010. Ecological State of the Science Report on Decabromodiphenyl Ether (decaBDE) Bioaccumulation and Transformation. 155 p. <http://www.ec.gc.ca/lcpe-ccpa/default.asp?lang=En&n=B901A9EB>
- European Commission 2002. Risk Assessment Report Volume 17 Bis(Pentabromophenyl)Ether CAS No: 1163-19-5 Eines No: 214-604-9 Luxembourg Office for Official Publications of the European Communities. 294 p.  
[http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk\\_assessment/REPORT/decabromodiphenyletherreport013.pdf](http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/REPORT/decabromodiphenyletherreport013.pdf)
- Egloff C, Crump D, Chiu S, Manning G, McLaren KK, Cassone CG, Letcher RJ, Gauthier LT, Kennedy SW (2011) In vitro and in ovo effects of four brominated flame retardants on toxicity and hepatic mRNA expression in chicken embryos, *Toxicol Lett* 207:25-33.
- Fisk PR, Girling AE, Wildey RJ (2003). Prioritisation of flame retardants for environmental risk assessment. Environment Science Agency.  
[http://www.ec.europa.eu/environment/waste/stakeholders/industry\\_assoc/ebfrip/annex2.pdf](http://www.ec.europa.eu/environment/waste/stakeholders/industry_assoc/ebfrip/annex2.pdf)
- Guerra P, Alaee M, Jimenez B, Pacepavicius G, Marvin C, MacInnis G, Eljarrat E, Barcelo D, Champoux L, Fernie K (2012) Emerging and historical brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco Peregrinus*) eggs from Canada and Spain, *Environ Int* 40:179-186.
- He JM, Luo XJ, Chen MY, Sun YX, Chen SJ, Mai BX (2012) Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers and decabromodiphenyl ethane in fish from a river system in a highly industrialized area, South China, *Sci Total Environ* 419:109-115.
- JRC 2011. Discussion on "Hazardous Substances" Criterion Investigation of Request for Derogation. Draft working document. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/imaging-equipment/docs/Ecolabel%20Criterion%20Derogations%20Hazardous%20Substances.pdf>
- Karlsson, M., Julander, A., van Bavel, B., Hardell, L. (2007) Levels of brominated flame retardants in blood in relation to levels in household air and dust. *Environ. Int.*, 33, 62-69.
- KLIF Norwegian Pollution Control Authority 2009. Current State of Knowledge and Monitoring requirements for emerging "new" brominated flame retardants in flame retarded products and the Environment. 114 p. <http://www.klif.no/publikasjoner/2462/ta2462.pdf>
- La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E, Mainor TM, Ciparis S (2012) In situ accumulation of HBCD, PBDEs, and several alternative flame retardants in the bivalve (*Corbicula fluminea*) and gastropod (*Elimia proxima*), *Environ Sci Technol* 46:5798-5805.
- Law K, Halldorson T, Danell R, Stern G, Gewurtz S, Alaee M, Marvin C, Whittle M, Tomy G (2006) Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake Winnipeg (Canada) food web, *Environ Toxicol Chem* 25:2177-2186.

- Leisewitz, A., H. Kruse and E. Schramm (2000). German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessment Fundamentals. Research report 204 08 642 or 207 44 542.
- Luo XJ, Zhang XL, Liu J, Wu JP, Luo Y, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY (2009) Persistent halogenated compounds in waterbirds from an e-waste recycling region in South China, *Environ Sci Technol* 43:306-311.
- Meeker JD, Stapleton HM (2010) House dust concentrations of organophosphate flame retardants in relation to hormone levels and semen quality parameters, *Environ Health Perspect* 118:318-323.
- Nakari T, Huhtala S (2010) In vivo and in vitro toxicity of decabromodiphenyl ethane, a flame retardant, *Environ Toxicol* 25:333-338.
- NCM 2011. Nordic Council of Ministers. Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. TemaNord 2011:528. Copenhagen. 86 p.  
<http://www.norden.org/sv/publikationer/publikationer/2011-528>
- NIEHS (2002). National Institute of Environmental Health Science, Tetrabromobisphenol A bis(2,3-dibromopropyl ether) [21850-44-2]. Review of the Toxicological Literature. November 2002. Available at [http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/Chem\\_Background/ExSumPdf/TBBPA-BDPE.pdf](http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/Chem_Background/ExSumPdf/TBBPA-BDPE.pdf)
- OECD SIDS. DIPHENYL CRESYL PHOSPHATE CAS No: 26444-49-5.  
<http://www.inchem.org/documents/sids/sids/26444495.pdf>
- Pakalin, S., Cole, T., Steinkellner, J., Nicolas, R., Tissier, C., Munn, C., and Eichenreich, S. (2007) Review on production processes of decabromodiphenyl ether (DecaBDE) used in polymeric applications in electrical and electronic equipment, and assessment of the availability of potential alternatives to DecaBDE). European Chemicals Bureau, Institute of Health and Consumer Protection, Joint Research Centre, European Commission. (EUR 22693 EN).  
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/5259/1/EUR%2022693.pdf>
- Stapleton, H.M., Allen, J.G., Kelly, S.M., Konstantinov, A., Klosterhaus, S., Watkins, D., McClean, M.d. and Webster, T.F. (2008) Alternate and New Brominated Flame Retardants Detected in U.S. House Dust. *Environ. Sci. Technol.*, 42, 6910-6916.
- US EPA 2005, Environmental Profiles of Chemical Flame-Retardant Alternatives. Alternatives for Low-Density Polyurethane Foam. United States Environmental Protection Agency. 153 p.  
<http://www.epa.gov/dfe/pubs/index.htm#ffr>
- US OSHA (1999). US Occupational Safety and Health Administration. Chemical Sampling Information, 19 January 1999. [http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_274400.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_274400.html)
- Von der Recke R, Vetter W (2007) Synthesis and characterization of 2,3-dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE) and structurally related compounds evidenced in seal blubber and brain, *Environ Sci Technol* 41:1590-1595.
- Washington State Polybrominated Diphenyl Ether (PBDE) Chemical Action Plan: Final Plan, January 19, 2006 Department of Ecology Publication No. 05-07-048, Department of Health Publication No. 334-079  
<http://www.ecy.wa.gov/biblio/0507048.html>
- Xiao, 2006. A perspective on the development of brominated flame retardants in China.  
[http://www.polymer.cn/html/industrynews/200612/15/\\_2007529102655763.htm](http://www.polymer.cn/html/industrynews/200612/15/_2007529102655763.htm)
- Zheng J, Luo XJ, Yuan JG, Wang J, Wang YT, Chen SJ, Mai BX, Yang ZY (2011) Levels and sources of brominated flame retardants in human hair from urban, e-waste, and rural areas in South China, *Environ Pollut* 159:3706-3713.