|  |  |
| --- | --- |
| TCVN | **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA** |

**TCVN xxxx:2025**

**DỰ THẢO**

**(BS 8887-3:2018)**

**Xuất bản lần 1**

**DT LYK**

**THIẾT KẾ ĐỂ SẢN XUẤT, LẮP RÁP, THÁO RỜI VÀ XỬ LÝ CUỐI VÒNG ĐỜI (MADE) –**

**PHẦN 3: HƯỚNG DẪN LỰA CHỌN CHIẾN LƯỢC THIẾT KẾ CUỐI VÒNG ĐỜI SẢN PHẨM PHÙ HỢP**

***Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 3: Guide to choosing an appropriate end-of-life design strategy***

**HÀ NỘI – 2025**

**Mục lục**

[Lời nói đầu 4](#_Toc192747852)

[Lời giới thiệu 5](#_Toc192747853)

[1 Phạm vi áp dụng 7](#_Toc192747854)

[2 Tài liệu viện dẫn 7](#_Toc192747855)

[3 Thuật ngữ và định nghĩa 7](#_Toc192747856)

[3.1](#_Toc192747857)  [Sản phẩm sản xuất (manufactured product) 7](#_Toc192747858)

[3.2](#_Toc192747859) [Vật liệu mới (new materials) 7](#_Toc192747860)

[3.3](#_Toc192747861) [Sản xuất (production) 7](#_Toc192747862)

[4 Yêu cầu chung 8](#_Toc192747863)

[4.1 Khía cạnh môi trường 8](#_Toc192747864)

[4.2 Khía cạnh kinh doanh 8](#_Toc192747865)

[4.3 Khía cạnh tiếp thị 9](#_Toc192747866)

[5 Lựa chọn thiết kế cuối vòng đời sản phẩm 10](#_Toc192747867)

[6 Hướng dẫn thiết kế 12](#_Toc192747868)

[6.1 Yêu cầu chung 13](#_Toc192747869)

[6.2 Thiết kế để tái sản xuất 13](#_Toc192747870)

[6.3 Thiết kế để cải tạo lại 14](#_Toc192747871)

[6.4 Thiết kế để tái sử dụng 14](#_Toc192747872)

[6.5 Thiết kế để chuyển đổi mục đích sử dụng 14](#_Toc192747873)

[6.6 Thiết kế cho tái chế 15](#_Toc192747874)

[6.7 Thiết kế cho xử lý loại bỏ 15](#_Toc192747875)

[7 Gợi ý sản xuất và sử dụng 16](#_Toc192747876)

[7.1 Tổng quan 16](#_Toc192747877)

[7.2 Tìm nguồn cung ứng nguyên vật liệu và thành phần 16](#_Toc192747878)

[7.3 Quy trình sản xuất 18](#_Toc192747879)

[7.4 Sử dụng sản phẩm 18](#_Toc192747880)

[7.5 Quy trình tháo gỡ 19](#_Toc192747881)

[7.6 Quá trình xử lý cuối vòng đời sản phẩm 20](#_Toc192747882)

[8 Quan hệ kiểm chứng 20](#_Toc192747883)

[9 Quan hệ mật thiết dài hạn 20](#_Toc192747884)

[Danh mục tài liệu tham khảo 21](#_Toc192747885)

# **Lời nói đầu**

TCVN xxxx:2025 hoàn toàn tương đương với BS 8887-3:2018.

1. TCVN xxxx:2025 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 323 “Kinh tế tuần hoàn” biên soạn, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.
2. Bộ TCVN xxxx (BS 8887), *Thiết kế để sản xuất, tháo rời và xử lý cuối vòng đời (MADE)* gồm các phần sau:

* TCVN xxxx:2025 (BS 8887-3:2018), Phần 3: Hướng dẫn lựa chọn chiến lược thiết kế cuối vòng đời sản phẩm phù hợp.
* TCVN xxxx:2025 (BS 8887-220:2010), Phần 220: Quá trình tái sản xuất – Quy định kỹ thuật.
* TCVN xxxx:2025 (BS 8887-240:2011), Phần 240: Cải tạo.

# **Lời giới thiệu**

Cùng với sự gia tăng về giá cả của vật liệu thô cũng như nguồn nguyên liệu sẵn có trở nên cạn kiệt, môi trường cần giảm thiểu ô nhiễm là phù hợp với hệ thống phân cấp chất thải nêu trong Chỉ thị Khung về Chất thải (2008/98/EC) của liên minh Châu Âu. Việc thiết kế các sản phẩm mới với tiềm năng có thể được sử dụng lại theo một cách nào đó khi hết tuổi thọ sử dụng giúp cho quá trình tối đa hóa khoản đầu tư vào việc khai thác và xử lý nguyên liệu thô, chiếm tỷ lệ cao trong chi phí sản xuất sản phẩm.

Vào cuối vòng đời sử dụng sản phẩm, các quyết định dùng sản phẩm hoặc các bộ phận của sản phẩm cho một giai đoạn sử dụng khác có thể được đưa ra dễ dàng và rẻ hơn nhiều nếu thiết kế ban đầu kết hợp các tính năng nhằm hỗ trợ một trong số nhiều tùy chọn có sẵn. Bất kỳ chi phí phát sinh nào trong quá trình sản xuất ban đầu đều có thể được thu hồi nhiều lần trong các vòng đời tiếp theo.

Tiêu chuẩn này nhằm mục đích hỗ trợ việc cân nhắc những yếu tố để đưa ra các quyết định trên một cách phù hợp và đề xuất một số hướng dẫn về những lợi thế tiềm năng của việc thiết kế để sử dụng thêm.

Để làm rõ hơn, Hình 1 minh họa dòng nguyên vật liệu điển hình xung quanh vòng đời sản phẩm nếu tận dụng tối đa các cơ hội để sử dụng thêm (không bao gồm các hoạt động kiểm tra và kiểm soát chất lượng).

**Sản phẩm**

**trong sử dụng**

**Bảo dưỡng**

**Tháo rời**

**kiểm tra**

**Thải bỏ**

**Tái chế vật liệu**

**Các nguồn khác**

**Nguyên vật liệu thô**

**Nguyên vật liệu**

**Nguyên vật liệu từ nguồn khác**

**Sản xuất**

**từng phần**

**Lắp ráp**

**Sản phẩm khác**

**Thay đổi mục đích sử dụng**

**Tái sử dụng**

**Cải tạo**

**Tái sản xuất**

**Sản xuất ban đầu**

**Tiêu dùng**

**Quá trình thu hồi**

Chuỗi

cung ứng

Sản phẩm

trở về

**Cuối**

**vòng đời**

**Hình 1 - Vòng đời vật liệu sản phẩm**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA TCVN xxxx:2025**

Thiết kế để sản xuất, lắp ráp, tháo rời và xử lý cuối vòng đời (MADE) – Phần 3: **Hướng dẫn lựa chọn chiến lược thiết kế cuối vòng đời sản phẩm phù hợp**

*Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 3: Guide to choosing an appropriate end-of-life design strategy*

# 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn về các yêu cầu chung và các quy trình cụ thể đưa ra khi xem xét tiềm năng của các sản phẩm sản xuất (xem 3.1) và/ hoặc các thành phần của chúng, được thiết kế để có giá trị có thể thu hồi khi kết thúc vòng đời sử dụng. Từ đó đưa ra các yếu tố cần xem xét trong quá trình thiết kế có ảnh hưởng tới tuổi thọ sau này.

# 2 Tài liệu viện dẫn

Không có tiêu tài liệu viện dẫn đối với tiêu chuẩn này.

# 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

## 3.1

## Sản phẩm sản xuất (manufactured product)

Sản phẩm hoàn chỉnh được sản xuất riêng lẻ, theo mẻ hoặc số lượng lớn bởi một hệ thống sản xuất công nghiệp

[Nguồn: BS 7000-2:2015, 3.14]

## **3.2**

## **Vật liệu mới** (new materials)

Vật liệu có nguồn gốc từ tài nguyên thiên nhiên, chưa từng được sử dụng cho bất kỳ mục đích nào khác

## **3.3**

## **Sản xuất** (production)

Quy trình hoàn chỉnh từ sản xuất và xử lý thành phần đến lắp ráp và hoàn thiện bao gồm kiểm soát chất lượng.

4 Yêu cầu chung

## **4.1 Khía cạnh môi trường**

Khi các nguồn tài nguyên thiên nhiên dễ kiếm trở nên cạn kiệt và giá thành của chúng tăng lên, thì việc đơn giản thải bỏ sản phẩm hoặc bao bì của chúng khi kết thúc một vòng đời sử dụng là không khả thi. Một số hình thức phục hồi cuối vòng đời và việc tiếp tục sử dụng vật liệu, thành phần, cụm thành phần và sản phẩm hoàn chỉnh cần được tính đến trong quá trình lập kế hoạch và thiết kế ban đầu cho sản phẩm mới để đưa ra những thay đổi về thiết kế nhằm hỗ trợ quá trình cuối vòng đời.

Lợi ích về môi trường là rất đáng kể. Chúng bao gồm việc giảm thiểu thải bỏ chất thải trên đất liền hoặc biển và các ô nhiễm liên quan; tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên; tiềm năng giảm thiểu hoặc tránh tác động môi trường do khai thác và chế biến.

Nếu muốn tận dụng tối đa lợi thế việc có sẵn các thành phần để sử dụng thêm, thì cần suy xét khả năng tính toán để kết hợp các thành phần hoặc cụm lắp ráp đã được sử dụng trước đó, thay vì giả thiết tất cả các bộ phận đều được làm từ nguyên vật liệu mới. Rõ ràng, các bộ phận như vậy cần phải có số lượng và chất lượng đủ lớn với chi phí bằng hoặc thấp hơn chi phí sản xuất mới.

Bao bì phải là một phần của tư duy thiết kế. Số lượng phải được giảm từ mức hiện tại. Bất cứ khi nào có thể, bao bì phải có thêm công dụng, do đó có giá trị ngoài việc vận chuyển sản phẩm và không chỉ dùng một lần.

## **4.2 Khía cạnh kinh doanh**

Sự cân bằng giữa bất kỳ chi phí sản xuất bổ sung và lợi thế về chi phí của giá trị cuối đời vốn có là chìa khóa cho trường hợp kinh doanh có các chính sách sử dụng thêm. Các mô hình kinh doanh truyền thống dựa trên mô hình tuyến tính với chính sách bán hàng trực tiếp, có thể bao gồm một số dịch vụ sau bán hàng trong thời gian đầu, trong đó người mua sẽ đưa ra bất kỳ quyết định nào về việc sử dụng và xử lý sản phẩm cuối cùng khi nó bị “xóa sổ” vì không còn giá trị.

Mới đây, một số ngành công nghiệp đã chuyển sang hình thức hợp đồng cho thuê, theo đó quyền sở hữu sản phẩm được giữ lại bởi nhà sản xuất hoặc một cơ quan liên quan, cung cấp quyền sử dụng sản phẩm cho khách hàng. Khách hàng thường đảm nhận các nhiệm vụ bảo trì thường xuyên hàng ngày và chi trả chi phí nhiên liệu hoặc các vật tư tiêu hao khác. Nhà sản xuất thực hiện bảo trì lớn và nâng cấp hoặc thay thế sản phẩm khi cần thiết.

VÍ DỤ: trong ngành công nghiệp máy bay, khung máy bay và động cơ thường có hợp đồng cũng cấp riêng; và một số lĩnh vực vận chuyển, đặc biệt là vận chuyển hàng hóa và container.

Trong các ví dụ này, các doanh nghiệp có liên quan bao gồm một hoạt động chính là cải tạo lại các sản phẩm cuối vòng đời, khi cần thiết được chứng nhận lại để khách hàng khác tiếp tục sử dụng. Các ngành công nghiệp khác đã áp dụng mô hình mua lại cả sản phẩm hoàn chỉnh và các bộ phận thay thế có sẵn từ bảo trì định kỳ và đưa chúng trở lại hoạt động. Điều này đã được áp dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp ô tô, và đang chuyển sang cung cấp hợp đồng cho vòng đời sản phẩm đầu tiên, và cũng cho một số thiết bị điện tử tiêu dùng, chẳng hạn như điện thoại di động.

Đối với tình huống cho thuê, nhà sản xuất, hoặc các đại lý của nhà sản xuất có thể trực tiếp thu hồi giá trị, vì các bộ phận được đưa trở lại sử dụng không phải chịu chi phí khai thác và xử lý nguyên vật liệu. Khi các cụm lắp ráp chính hoặc thành phần chính, như động cơ điện, thành phần cấu trúc hoặc bảng mạch, có thể được sử dụng lại sau khi kiểm tra và tân trang phù hợp, có thể tiết kiệm đáng kể. Trong những trường hợp này, có thể cung cấp các điều khoản ban đầu có lợi hơn, làm sản phẩm hấp dẫn hơn.

Khi thiết lập bất kỳ hệ thống về sử dụng thêm được công nhận, cần xây dựng chính sách thiết kế sản phẩm có tính đến điều này để thu được tối đa lợi thế kinh doanh. Khoản đầu tư vào chế biến nguyên vật liệu thô, từ khâu khai thác đến sản xuất thành các bộ phận cấu thành, có thể được phân bổ trong một loạt các vòng đời sản phẩm, giúp giảm chi phí liên quan của mỗi chu kỳ. Hiển nhiên, điều này có nghĩa là lợi nhuận toàn phần từ việc phát triển sản phẩm mới chỉ có thể đạt được trong một khoảng thời gian dài hơn đáng kể so với thông thường, nhưng có thể cao hơn nhiều, tạo động lực duy trì sự quan tâm của nhà sản xuất ban đầu (OEM)*.*

Khi chưa có hệ thống chung nào để thu hồi các sản phẩm cuối vòng đời, ở cấp độ công ty hoặc ngành, thì cần tính toán cẩn thận chi phí thiết lập hệ thống như vậy. Kế hoạch dài hạn có thể bù đắp những chi phí này theo thời gian. Nếu một dòng sản phẩm được thiết kế với hệ thống như vậy, thời gian đầu sẽ không có đủ số lượng sản phẩm cuối vòng đời để hệ thống có thể vận hành hoàn toàn, cho đến khi một số sản phẩm được hoàn lại hệ thống sản xuất khi kết thúc quá trình sử dụng ban đầu. Điều này cho phép có thời gian để đầu tư vào nhà máy cần thiết, đào tạo nhân viên vận hành và tiến hành chạy thử nghiệm khi số lượng sản phẩm đạt đến trạng thái ổn định. Do đó, khoản đầu tư có thể được phân bổ trong một khoảng thời gian, có thể là nhiều năm, tùy thuộc vào vòng đời sử dụng thông thường của sản phẩm. Nếu có những thay đổi đáng kể trong các giả định cơ bản về chi phí, giá nguyên vật liệu, v.v., thì sẽ có thời gian để sửa đổi các quyết định nếu thấy cần thiết.

Khi mua các sản phẩm được thiết kế để sử dụng thêm, giá trị tiềm năng của chúng ở giai đoạn cuối vòng đời sử dụng nên được tính đến để bù lại cho chi phí ban đầu. Theo đó nên điều chỉnh tỷ lệ khấu hao thông thường trong ngân sách; ví dụ, các giai đoạn "xóa sổ" nên được thay thế bằng thời gian "thu hồi giá trị tối ưu". Có thể cần cân bằng giữa tỷ lệ khấu hao, giá trị có thể thu hồi và chi phí thay thế.

Cần theo đuổi tích cực các cơ hội kết hợp các thành phần có trong sản phẩm cuối vòng đời vào tư duy thiết kế. Những thành phần như vậy có thể có giá thành rẻ hơn đáng kể so với những thành phần làm từ nguyên vật liệu thô, với điều kiện là chúng có đủ số lượng và chất lượng để đáp ứng thị trường.

## **4.3 Khía cạnh tiếp thị**

Một sản phẩm vẫn có giá trị đáng kể khi kết thúc vòng đời sử dụng có tiềm năng trở thành một yếu tố quan trọng trong tiếp thị. Giá trị đó chỉ có thể được nhà sản xuất nhận ra nếu có một lộ trình mua lại rõ ràng để người dùng hoàn lại sản phẩm cho ngành công nghiệp, thông qua nhà sản xuất ban đầu (OEM), nguồn bán lẻ hoặc một doanh nghiệp hợp đồng riêng biệt.

Đối với các sản phẩm công nghiệp, cho dù nguồn cung là trực tiếp hay thông qua trung gian, người dùng thường được nhận dạng và thường có mối liên hệ trực tiếp với nhà sản xuất ban đầu (OEM) để có bộ phận thay thế và bảo trì. Do đó, sản phẩm dễ được hoàn lại hơn khi hết thời hạn sử dụng dù là hoàn cảnh bán hay cho thuê.

Đối với các sản phẩm tiêu dùng, có một số mô hình kinh doanh khả thi và quy trình tiếp thị phải được điều chỉnh cho từng sản phẩm. Tuy nhiên, yếu tố chính là sản phẩm có giá trị khi kết thúc vòng đời sử dụng. Điều này cũng có thể khiến sản phẩm hấp dẫn hơn đối với khách hàng, tạo động lực cho họ giữ sản phẩm ở tình trạng tốt nếu họ nhận được phần thưởng khi hoàn lại sản phẩm cho hệ thống sản xuất.

# **5 Lựa chọn thiết kế cuối vòng đời sản phẩm**

Một quyết định quan trọng trong quy trình thiết kế là lựa chọn xử lý cuối vòng đời sản phẩm phù hợp nhất với bối cảnh sản phẩm. Quyết định này có thể ảnh hưởng đến thiết kế của một số thành phần, cách lắp ráp sản phẩm và nguyên vật liệu được lựa chọn.

Các tùy chọn được đưa ra trong a) đến f). Đối với các sản phẩm lớn hơn, phức tạp hơn, có khả năng các cụm lắp ráp phụ khác nhau được thiết kế cho các tùy chọn khác nhau.

Tiêu chuẩn TCVN xxxx:2025 xác định 6 lộ trình cho các sản phẩm cuối vòng đời:

a) tái sản xuất;

b) cải tạo lại;

c) tái sử dụng;

d) chuyển đổi mục đích sử dụng;

e) tái chế; và

f) loại bỏ.

Bốn lộ trình đầu ý chỉ một hệ thống hoàn lại sản phẩm cho nhà sản xuất ban đầu (OEM), hoặc các tổ chức đã thỏa thuận khác, để thêm vòng đời sử dụng. Tái chế giả thiết rằng sản phẩm (hoặc thành phần của nó) sẽ trải qua một quá trình thu hồi nguyên vật liệu để sử dụng tiếp. Xử lý loại bỏ ngụ ý rằng chi phí thu hồi nguyên vật liệu cao hơn bất kỳ giá trị tiềm năng nào.

Để thu hồi giá trị lớn nhất vào cuối vòng đời sử dụng hữu ích, nhóm thiết kế sản phẩm nên quyết định ngay từ đầu trong quá trình phát triển sản phẩm có nên thiết kế sản phẩm để thu hồi một phần giá trị đã đầu tư vào sản xuất hay không. Quyết định này phải cân bằng giữa chi phí cung cấp các tính năng bổ sung với tiềm năng thu hồi giá trị. Nếu không thể thu hồi chi phí, tạo ra mức lợi nhuận chấp nhận được, thì các sản phẩm được tái chế hoặc loại bỏ.

Trong phạm vi vấn đề này, các yêu cầu chung, mối liên hệ, ưu điểm và nhược điểm của tất cả sáu lộ trình tiềm năng được trình bày trong Bảng 1. Những quyết định này có thể được đưa ra theo các chính sách tổ chức (hoặc hợp đồng) chung, được đưa ra ở cấp cao, hoặc cụ thể cho một phạm vi sản phẩm hoặc thành phần cụ thể và được đưa ra bởi nhóm thiết kế. Tiêu chuẩn này giúp hỗ trợ các quyết định này dù được đưa ra ở bất kỳ cấp độ nào.

CHÚ THÍCH: Các tùy chọn này không bao gồm chất bôi trơn, chất bịt kín, chất kết dính và các sản phẩm hóa học tương tự được dùng trong quá trình sản xuất hoặc sử dụng.

Bảng 1 đưa ra các lựa chọn hướng xử lý cuối vòng đời sản phẩm theo thứ tự các giải pháp được ưu tiên về mặt môi trường. Có thể coi đây là một trường hợp quyết định, trong đó nếu đáp ứng được các yêu cầu của một tùy chọn cao hơn, thì nó sẽ thành giải pháp ưu tiên. Nếu không, cần xem xét mục tiếp theo trong bảng.

**Bảng 1 - Các lựa chọn hướng xử lý cuối vòng đời sản phẩm**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tái sản xuất (xem 6.2)** | |
| * Yêu cầu | Yêu cầu thị trường vận hành ổn định trong nhiều vòng đời sản phẩm (có thể có những thay đổi về hình thức), tạo nên vị thế chính trên thị trường. |
| * Ưu điểm | Có tiềm năng tối đa thu được khoản đầu tư ban đầu vào năng lượng, nguyên vật liệu và cơ sở sản xuất. Các chu kỳ sản phẩm sau này có thể được nâng cấp để tiếp tục thu hút sự quan tâm của thị trường. |
| Nhược điểm | Có thể bị thay thế bởi các phát triển công nghệ mới và thay đổi về pháp lý. Yêu cầu cam kết lâu dài với dòng sản phẩm ở cấp độ công ty. Nhu cầu duy trì các cam kết bảo hành, bằng cách làm cho sản phẩm bền hơn trở thành một cân nhắc quan trọng khi thiết kế. |
| **Cải tạo lại (xem 6.3)** | |
| Yêu cầu | Yêu cầu thị trường vận hành duy trì ổn định trong nhiều vòng đời sản phẩm (có thể có thay đổi về mặt thẩm mỹ). Khả năng giảm giá đáng kể là một lợi thế thị trường. |
| * Ưu điểm | Có tiềm năng quan trọng là thu được khoản đầu tư ban đầu vào năng lượng, nguyên vật liệu và cơ sở sản xuất. |
| * Nhược điểm | Các chu kỳ sản phẩm tiếp theo chắc chắn dẫn tới một số suy thoái và khả năng gia tăng cạnh tranh. Thiết kế có thể bị vượt qua bởi các phát triển công nghệ mới hoặc thay đổi pháp lý, thay đổi về thẩm mỹ hoặc thời trang. Yêu cầu cam kết dài hạn với dòng sản phẩm ở cấp độ công ty hoặc ngành. |
| **Tái sử dụng (xem 6.4)** | |
| * Yêu cầu | Yêu cầu thị trường vận hành ổn định trong nhiều vòng đời mà không có kỳ vọng cải thiện tính năng. |
| * Ưu điểm | Thu hồi được một số khoản đầu tư ban đầu vào năng lượng và nguyên vật liệu. Ít có khả năng bị vượt qua bởi các phát triển công nghệ mới hoặc thay đổi pháp lý. Cung cấp tùy chọn mua lại với chi phí thấp cho khách hàng có tài chính hạn chế. |
| * Nhược điểm | Dễ bị ảnh hưởng bởi thay đổi thị trường, tiến bộ công nghệ và sự canh tranh. |

Bảng 1 *(kết thúc)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Chuyển đổi mục đích sử dụng (xem 6.5)** | |
| Yêu cầu | Sản phẩm, hoặc một số lượng lớn các thành phần của nó, cần có giao diện chuẩn có thể được tận dụng để sử dụng thêm trong một thị trường mới. Có thể xem xét một hệ thống thiết kế mô-đun. |
| * Ưu điểm | Thu hồi được một số khoản đầu tư ban đầu vào năng lượng và nguyên vật liệu. Tiềm năng chuyển đổi mục đích sử dụng mới có thể thấy rõ trong suốt vòng đời sản phẩm. |
| * Nhược điểm | Những mục đích sử dụng mới được dự tính trong quá trình thiết kế ban đầu có thể không thành hiện thực, nhất là với các vòng đời dài hơn. Sản phẩm cũng cần dễ tái chế hoặc loại bỏ. |
| **Tái chế (xem 6.6)** | |
| * Yêu cầu | Sản phầm cần dễ tháo rời thành các nguyên vật liệu hoặc hỗn hợp thành phần với mức phân hủy tối thiểu. Cần có một lộ trình tái chế rõ ràng. |
| * Ưu điểm | Thu hồi một phần khoản đầu tư ban đầu vào năng lượng khai thác nguyên vật liệu, (Điều này đặc biệt phù hợp khi công nghệ của sản phẩm có khả năng bị thay thế trước khi hết tuổi thọ sử dụng và các nguyên vật liệu được đề cập có giá trị nội tại). |
| * Nhược điểm | Không thu hồi được khoản đầu tư ban đầu vào sản xuất và lắp ráp. |
| **Loại bỏ (xem 6.7)** | |
| * Yêu cầu | Sản phẩm dễ bị tổn thương trước thay đổi nhanh chóng trong công nghệ, kỳ vọng hoặc cạnh tranh thị trường. Giá trị thu hồi thấp hơn chi phí của bất kỳ lộ trình xử lý khác. Tất cả nguyên vật liệu cần được dự tính để xử lý an toàn dưới dạng nhiên liệu hoặc chôn lấp. Bất kỳ nguyên vật liệu nguy hại nào cũng cần được xác định rõ ràng và phù hợp. |
| * Ưu điểm | Không yêu cầu về tiềm năng cuối vòng đời. Nguyên vật liệu cần được lựa chọn để khách hàng có thể xử lý an toàn và dễ dàng. |
| * Nhược điểm | Toàn bộ khoản đầu tư vào năng lượng và nguyên vật liệu sản xuất (cũng như chi phí thiết kế và phát triển) phải được thu hồi trong một chu kỳ sản phẩm duy nhất, cùng với lợi nhận cho tất cả các bên liên quan, dẫn đến chi phí sản phẩm cao hơn cho khách hàng hoặc giảm chất lượng cảm nhận (vứt bỏ). |

Sau khi chọn được từ các lựa chọn trong Bảng 1, thiết kế có thể tập trung vào việc giải quyết các yêu cầu được chỉ ra như một phần của thông số kỹ thuật thiết kế.

Tất cả các lựa chọn này cũng áp dụng cho thiết kế đồ gá và đồ gá cố định, bao bì, kệ kê hàng và các nguyên vật liệu phụ trợ khác, cũng như các bộ phận được thay thế trong vòng đời trong quá trình bảo trì định kỳ (ví dụ: bộ lọc, pin, hộp mực, tấm ma sát).

# **6 Hướng dẫn thiết kế**

CHÚ THÍCH: Điều khoản này liên quan đến các loại quyết định thiết kế cần đưa ra cho từng lựa chọn được nêu trong Bảng 1. Bốn lựa chọn đầu tiên rất cần thiết kế để dễ tháo rời. Điều 7 đề cập đến các chi tiết sản xuất đặc biệt quan tâm.

## **6.1 Yêu cầu chung**

Khi vòng đời sản phẩm dài hơn so với một đợt sản xuất, cần có một số điều khoản để lưu trữ thông tin cần thiết để xử lý hiệu quả sản phẩm cuối vòng đời bằng bất kỳ tính năng nào dành cho quy trình đó.

Thông tin phải bao gồm:

a) thông số kỹ thuật thiết kế, bao gồm thông số kỹ thuật nguyên vật liệu, với bất kỳ tham chiếu nào đến các tính năng cụ thể được tích hợp để hỗ trợ sử dụng thêm;

b) bất kỳ thông tin bổ sung có liên quan nào về các mẻ cụ thể hoặc các sản phẩm riêng lẻ với thông số kỹ thuật chính vì mọi lý do (sản phẩm cá nhân hóa, nâng cấp, thay đổi sản xuất hoặc thay đổi nguyên vật liệu, v.v.); và

c) thông tin chi tiết về mọi đồ gá và đồ gá cố định và dụng cụ cần thiết để tháo rời và lắp ráp lại các sản phẩm cho chu kỳ tiếp theo.

Đối với các sản phẩm được thiết kế để tái chế, chỉ cần giữ lại thông số kỹ thuật nguyên vật liệu (có thể là nhãn dán trên các thành phần).

Khi hư hại tích lũy được dự tính ​​xảy ra trong một số vòng đời (sự hao mòn, sự mỏi kết cấu, ăn mòn điện hóa hoặc ăn mòn điện phân, v.v.), cần có một số tiện ích để ghi lại thường xuyên số chu kỳ bảo dưỡng trên một thành phần.

Nếu một sản phẩm đã trải qua sự kiện quá tải cực độ trong quá trình sử dụng (có thể dự đoán trong công suất thiết kế của nó như một trường hợp "cuối cùng"), trong đó khả năng tiếp tục sử dụng của sản phẩm bị ảnh hưởng, các thành phần được đánh giá là vẫn còn khả thi (có thể sau khi thử nghiệm) phải được hoàn lại quy trình bình thường và phần còn lại đưa đi tái chế hoặc loại bỏ.

Trong trường hợp một sản phẩm phức tạp có thể được người dùng chia nhỏ thành các mô-đun riêng biệt hoặc bao gồm các thành phần được lắp ráp theo các cấu hình khác nhau cho các nhiệm vụ khác nhau (ví dụ: máy xay sinh tố nhà bếp, máy xúc), thì mỗi mô-đun có thể được coi là một sản phẩm riêng biệt khi đánh giá các tùy chọn. Giao diện giữa các mô-đun phải được chuẩn hóa để có thể hoán đổi cho nhau.

## **6.2 Thiết kế để tái sản xuất**

CHÚ THÍCH: Để biết thêm chỉ dẫn về tái sản xuất, hãy xem tiêu chuẩn TCVN xxx (BS 8887-220).

Đối với tái sản xuất, trạng thái chức năng của sản phẩm phải có thể kiểm tra được, các bộ phận dễ bị hao mòn hoặc xuống cấp phải dễ thay thế. Cũng cần cân nhắc việc thay thế các bộ phận của sản phẩm có thể được nâng cấp do, ví dụ, cải tiến công nghệ hoặc thay đổi luật pháp. Các sản phẩm được điều khiển bằng phần mềm phải có quyền truy cập thích hợp để kiểm tra và lập trình lại.

Các nhà thiết kế nên tính đến mức độ tháo rời cần thiết để kiểm tra tình trạng của sản phẩm và thực hiện hoạt động khắc phục, giúp cấp bảo hành ngang bằng hoặc tốt hơn so với bảo hành ban đầu. Điều này nên bao gồm bất kỳ thử nghiệm chức năng không phá hủy và khả năng cải tạo hoặc thay thế bất kỳ bộ phận nào bị hư hỏng hoặc xuống cấp. Hồ sơ thiết kế nên bao gồm các phương pháp thử nghiệm cần thiết và giới hạn chấp nhận được của hoạt động chức năng. Điều này thường tương ứng với những kiểm thử chấp nhận được thực hiện trong quá trình sản xuất ban đầu, nhưng có thể bao gồm các kiểm tra kích thước và các kiểm tra khác nhằm xác định mọi hư hỏng có thể xảy ra trong quá trình sử dụng.

Các hệ thống chốt cần tháo ra để tháo rời đều phải dễ tiếp cận. Lựa chọn nguyên vật liệu của chúng sao cho tránh ăn mòn chốt, hoặc các bộ phận đối tiếp của chúng, là điều có thể khiến chúng khó tháo rời hoặc thay thế. Bất kỳ đồ gá và đồ gá cố định nào cần thiết để lắp ráp lại đều phải được giữ lại từ cụm lắp ráp ban đầu, hoặc ghi lại đủ thông tin để có thể được tái sản xuất.

CHÚ THÍCH: Khi quá trình sản xuất sản phẩm kết thúc, các thành phần vẫn có thể được sản xuất lại để cung cấp phụ tùng thay thế.

## **6.3 Thiết kế để cải tạo lại**

CHÚ THÍCH: Để biết thêm chỉ dẫn về cải tạo lại, hãy xem TCVN xxx(BS 8887-240).

Sau khi cải tạo lại, sản phẩm có thể được bảo hành tương đương hoặc thấp hơn sản phẩm ban đầu. Điều này hàm ý rằng trạng thái chức năng của sản phẩm phải có thể kiểm tra được, và có thể dễ dàng tháo rời bất kỳ bộ phận nào có khả năng cần khôi phục lại hoặc sửa chữa.

Một số sản phẩm không thể cải tạo lại để đạt được các yêu cầu về hiệu suất thỏa đáng. (Điều này có thể là do, ví dụ, các yêu cầu pháp lý về việc sử dụng nguyên vật liệu “mới” cho các mục đích cụ thể.)

CHÚ THÍCH: Khi quá trình sản xuất sản phẩm kết thúc, tùy chọn này có thể không còn khả dụng nữa và các lựa chọn khác có thể khả thi.

## **6.4 Thiết kế để tái sử dụng**

Sản phẩm có thể được bảo hành tương đương hoặc thấp hơn sản phẩm gốc.

Sản phẩm được tháo rời thành các thành phần, sau đó được kiểm tra hoặc thử nghiệm trước khi lắp ráp lại thành nhiều loại sản phẩm gốc hơn. Dung sai lắp ráp phải nằm trong giới hạn chấp nhận được trong quá trình sử dụng.

CHÚ THÍCH: Đối với các tùy chọn được đưa ra trong 6.2 và 6.3, các thành phần khả thi có thể có thị trường là phụ tùng thay thế, ngay cả khi quá trình sản xuất ban đầu đã kết thúc.

## **6.5 Thiết kế để chuyển đổi mục đích sử dụng**

*Chú giải về 6.5*

*BS 8887-2:2009, 3.37 định nghĩa chuyển đổi mục đích sử dụng là “sử dụng sản phẩm hoặc các thành phần của sản phẩm đó vào một vai trò mà ban đầu nó không được thiết kế để thực hiện”.*

Không có hệ chu kỳ sống sản phẩm nào có thể tồn tại mãi mãi. Các yêu cầu đối với phạm vi sản phẩm cụ thể thay đổi vượt quá khả năng đáp ứng của thiết kế ban đầu là việc không tránh khỏi. Đối với các sản phẩm như một số thiết bị y tế, tùy chọn đưa các bộ phận đã sử dụng trước đó vào lại các sản phẩm "mới" hiện không được phép. Việc chuyển đổi mục đích sử dụng có thể được xúc tiến nhanh hơn nếu sản phẩm có thiết kế dạng mô-đun, để các thành phần chính hoặc cụm lắp ráp phụ có thể được tách ra mà không bị giảm phẩm chất, được tái chỉ định cho các mục đích khác. Các nhà thiết kế nên tính đến việc sử dụng các thành phần có sẵn trong các thiết kế mới, hướng đến tiềm năng tiết kiệm chi phí đáng kể.

## **6.6 Thiết kế để tái chế**

Chú giải về 6.6

*Tiêu chuẩn BS 8887-2:2009, mục 3.32 định nghĩa tái chế là "xử lý nguyên vật liệu thải cho mục đích ban đầu hoặc cho các mục đích khác, không bao gồm thu hồi năng lượng".*

Trong trường hợp không thể chuyển đổi mục đích sử dụng toàn bộ sản phẩm hoặc bất kỳ thành phần nào của sản phẩm, thì các nguyên vật liệu riêng lẻ phải có thể tách rời để thu hồi cho mục đích tái xử lý. Nguyên vật liệu này không cần đưa vào luồng tái chế chung, vì chúng là vật liệu đã biết và có thể xử lý hiệu quả hơn. Các nguyên vật liệu đã sử dụng nhiều lần có thể bị giảm phẩm chất đến mức các đặc tính của chúng không còn đảm bảo, và tiềm năng sử dụng thêm bị hạn chế. Tuy nhiên, chúng vẫn có thể đáp ứng làm chất độn, đối trọng, hoặc cho các mục đích "tăng khối" khác (ví dụ, cao su được thu hồi từ lốp xe đã qua sử dụng đã được sử dụng để trải mặt đường).

Các nhà thiết kế và kỹ sư cũng nên biết về những phát triển trong quá trình tái chế hóa học polyme, theo đó các nguyên vật liệu trải qua quá trình khử trùng hợp trở lại thành monome, cho phép khôi phục lại các đặc tính ban đầu. Phương pháp tiếp cận kỹ thuật này vẫn còn trong giai đoạn sơ khai, nhưng việc tái chế hóa học thảm ni lông đã được thương mại hóa tại Hoa Kỳ[[1]](#footnote-1)và Italia[[2]](#footnote-2) , và đã được phát triển cho sản phẩm dệt polyeste (cũng tách riêng cotton) tại cả Hoa Kỳ[[3]](#footnote-3) và Vương quốc Anh[[4]](#footnote-4), mặc dù vẫn chưa được thương mại hóa, và cho PET tại Canada[[5]](#footnote-5).

Khi được đưa ra thị trường, quy trình hóa học cho phép polyme nhiệt rắn trở thành nhiệt dẻo khi có các tác nhân môi trường cụ thể, chẳng hạn như hydrat hóa, áp suất hoặc nhiệt độ, do đó có thể tái chế và được đưa vào cơ sở tái chế[[6]](#footnote-6).

## **6.7 Thiết kế cho xử lý loại bỏ**

*Chú giải về 6.7*

*Tiêu chuẩn BS 8887-2:2009, mục 3.12 định nghĩa loại bỏ là "bất kỳ hoạt động nào không phải là thu hồi ngay cả khi hoạt động đó có hệ quả thứ cấp là tái sinh các chất hoặc năng lượng"*

Khi không có giải pháp thay thế, các sản phẩm, thành phần hoặc nguyên vật liệu không có hiệu quả về mặt kinh tế để đưa trở lại vòng đời sản phẩm, thì nên,được xử lý loại bỏ an toàn, dưới dạng nhiên liệu, dưỡng chất cho đất hoặc chôn lấp.

Quá trình ủ phân và phân hủy kỵ khí các nguyên vật liệu phân hủy sinh học, bao gồm polyme phân hủy sinh học, vật liệu tổng hợp và thành phần hóa học, cũng nằm trong định nghĩa về xử lý loại bỏ. Bên cạnh các nguyên vật liệu từ tài nguyên tái tạo, một số nguyên vật liệu có nguồn gốc hóa thạch có thể phân hủy sinh học, và phạm vi các nguyên vật liệu có nguồn gốc hóa thạch được thiết kế để phân hủy sinh học đang ngày càng tăng.

Thiết kế dùng nguyên vật liệu phân hủy sinh học ngày càng trở nên quan trọng, như một phương tiện tránh tích tụ nhựa trơ trong đại dương thông qua việc mất dần sợi và sản phẩm hóa học trong nước thải giặt tẩy sinh hoạt và nước thải công nghiệp. (Tuy nhiên, không nên coi đây là giải pháp cho rác thải sinh hoạt hoặc sự bất cẩn trong công nghiệp).

Những nguyên vật liệu này phải tuân thủ theo các phiên bản hiện tại của các tiêu chuẩn có liên quan (về phân hủy hữu cơ: ISO 17088, BS EN 13432 hoặc BS EN 14995, hoặc ASTM D6400-12 hoặc ASTM D6868-17 đối với nguyên liệu đầu vào cho quá trình phân hủy kỵ khí: PAS 110). Các tiêu chuẩn này không bao gồm các nguyên vật liệu chỉ có thể phân hủy bởi các tác nhân không sinh học, như oxy hoặc ánh sáng.

Trong trường hợp không thể xử lý an toàn trực tiếp, cần có các quy trình làm vật liệu trở nên trơ. Những trường hợp đặc biệt (ví dụ: vật liệu phóng xạ hoặc cực độc), chi phí của các quy trình xử lý như vậy có thể phải được đưa vào chi phí ban đầu.

# **7 Gợi ý sản xuất và sử dụng**

## **7.1 Tổng quan**

CHÚ THÍCH: Điều khoản phụ này không nhằm mục đích hướng dẫn toàn diện về sản xuất, đã có trong các nguồn khác, mà chỉ nhắc đến những cân nhắc cụ thể cần thiết cho các sản phẩm có nhiều vòng đời trong giai đoạn thiết kế. Điều này bao gồm mọi hoạt động kiểm tra, thử nghiệm và cải tạo sản phẩm hoặc linh kiện nào trước khi đưa chúng trở lại hệ thống sản xuất chính.

Một trong những lợi thế của các sản phẩm được thiết kế dễ tháo rời là chúng dễ lắp ráp hơn, trong cả quá trình sản xuất ban đầu và bảo trì. Tuy nhiên, sản phẩm có thể nặng hơn một chút, kém hiệu quả hơn hoặc yêu cầu một số hạn chế về ngoại hình hoặc hình dạng (ví dụ: các chốt có thể nhìn thấy hoặc nhãn dán thành phần).

Để khai thác đầy đủ khái niệm nhiều vòng đời, cần tính đến việc sử dụng các thành phần hoặc nguyên vật liệu thu hồi từ các sản phẩm đã sử dụng trước đó. Chúng cần có đủ số lượng và chất lượng để đáp ứng kịp thời khối lượng sản xuất dự kiến. Đối với các đợt sản xuất dài hơn, cần có biện pháp tái sản xuất hoặc cải tạo lại các thành phần từ các sản phẩm cuối vòng đời, để đưa vào quá trình sản xuất tiếp theo (xem 6.2 và 6.3).

## **7.2 Tìm nguồn cung ứng nguyên vật liệu và thành phần**

Khi lựa chọn nguyên vật liệu và thành phần, cần lưu ý những điều sau để tối đa hóa tiềm năng của các lựa chọn cuối vòng đời sản phẩm.

a) Sử dụng nguyên vật liệu phổ biến và có hàm lượng phong phú nhất có thể.

b) Sử dụng nguyên vật liệu và thành phần có nguồn gốc địa phương càng nhiều càng tốt.

c) Sử dụng vật liệu ít đặc hơn (nhẹ hơn). Điều này góp phần làm giảm nhu cầu sử dụng về năng lượng hoặc nguyên vật liệu của sản phẩm, vượt trội hơn bất kỳ năng lượng và nguyên vật liệu bổ sung nào có trong sản phẩm. Các sản phẩm xây dựng và các sản phẩm yêu cầu độ bền là những ví dụ điển hình về trường hợp có thể áp dụng điều này.

d) Sử dụng nguyên vật liệu có năng lượng tiêu hao thấp (tức là năng lượng được sử dụng để chiết tách, thu hoạch hoặc thu thập chúng từ nguồn, xử lý và vận chuyển đến cơ sở sản xuất).

e) Tối đa hóa việc sử dụng vật liệu có thể được chiết tách, thu hoạch hoặc thu thập từ nguồn với nguyên vật liệu phụ không dành cho sản phẩm là không có hoặc tối thiểu, giúp giảm chất thải.

f) Sử dụng nguyên vật liệu tái tạo.

g) Khi có các hệ thống chứng nhận bao gồm quản lý môi trường đối với tài nguyên thiên nhiên (như của Hội đồng Quản lý Khai thác rừng), hãy sử dụng nguyên vật liệu được phê duyệt theo chương trình phù hợp và Chuỗi hành trình sản phẩm từ đồn điền/rừng đến nhà cung cấp trực tiếp.

h) Tái sử dụng các thành phần và bộ phận phù hợp với mục đích sử dụng.

i) Sử dụng nguyên vật liệu tái sử dụng 100%.

j) Sử dụng các thành phần và bộ phận tái chế phù hợp với mục đích sử dụng.

k) Sử dụng nguyên vật liệu tái chế 100% hoặc tái chế một phần.

l) Sử dụng nguyên vật liệu có thể tái chế cho phép tối ưu hóa chất lượng, năng lượng, chất thải và phát thải trong quá trình tái chế.

m) Sử dụng nguyên vật liệu và thành phần có thể tái chế mà việc thu gom chúng đã thiết lập tốt từ nhóm khách hàng (thương mại, hộ gia đình), hoặc khách hàng có thể tái chế tại chỗ hoặc dễ dàng gửi đi tái chế.

n) Sử dụng nguyên vật liệu và thành phần có thể tái chế mà việc thu gom chúng có triển vọng.

o) Tránh sử dụng nhựa có chất tạo màu (để tái chế dễ dàng hơn) nếu có thể.

p) Sử dụng các chất phụ gia hóa học (bao gồm kim loại) thân thiện với môi trường và sinh lý.

q) Sử dụng các chất phụ gia hóa học (bao gồm kim loại) ít độc hại hoặc ít gây ô nhiễm đối với môi trường và/ hoặc sinh lý hơn các chất phụ gia hiện tại cho danh mục sản phẩm.

r) Sử dụng các quá trình xử lý sinh học thân thiện với môi trường và sinh lý.

CHÚ THÍCH: Để biết thêm thông tin về việc sử dụng vật liệu bền vững, hãy xem BS 8905.

## **7.3 Quy trình sản xuất**

Khi định rõ quy trình sản xuất, cần lưu ý những điều sau để tối đa hóa tiềm năng của các tùy chọn cuối vòng đời sản phẩm.

a) Nguyên vật liệu

1) Sử dụng các quy trình tạo hình dạng chính xác.

2) Quá trình xử lý vật liệu với độ chính xác cao cần được tối đa hóa và trên quy mô nhỏ nhất có thể để tiết kiệm nguyên vật liệu tối đa.

3) Tối đa hóa việc thu hồi và tái sử dụng các nguyên vật liệu phát sinh dưới dạng chất thải trong quá trình (mục tiêu không có chất thải dư thừa từ quy trình).

4) Giảm thiểu lượng bụi mịn phát thải vào trong không khí, đất và nước.

5) Tránh các nguyên vật liệu được/sẽ được phân loại là nguy hại khi thải bỏ hoặc khi cuối vòng đời.

6) Xử lý trước bất kỳ chất thải nguy hại không thể tránh khỏi nào để giảm tính chất nguy hại.

b) Năng lượng

1) Xem xét các công nghệ xử lý thay thế hiệu quả hơn.

2) Giảm thiểu năng lượng đầu vào cho quy trình đã chọn.

3) Tối đa hóa hiệu quả năng lượng của quy trình đã chọn.

4) Tối đa hóa việc thu thập và sử dụng năng lượng xử lý chất thải (cả nhiệt và điện).

c) Nước

1) Giảm thiểu sử dụng nước trong quá trình công nghệ.

2) Tối đa hóa việc thu thập và tái sử dụng nước thải, được làm sạch nếu cần thiết.

d) Hóa chất

1) Giảm thiểu phát thải độc tố và chất gây ô nhiễm vào không khí, đất và nước.

2) Tránh các hóa chất được/sẽ được phân loại là nguy hại khi thải bỏ hoặc khi cuối vòng đời.

## **7.4 Sử dụng sản phẩm**

Liên quan đến tác động của sản phẩm đang sử dụng, cần lưu ý những điều sau trong quá trình thiết kế.

a) Giảm thiểu nhu cầu về năng lượng và nước, tối đa hóa hiệu quả trong sử dụng năng lượng và nước, các nguồn tài nguyên khác và bất kỳ chất xúc tác nào.

b) Xem xét mọi lợi ích về môi trường, khách hàng hoặc thương mại khi cung cấp tiện ích của sản phẩm cho khách hàng mà không bán sản phẩm và liệu có tác động đến thiết kế hay không.

c) Kết hợp bộ cảm biến và hệ thống thông tin để cung cấp phản hồi về hiệu suất của sản phẩm.

d) Kết hợp bộ cảm biến và hệ thống thông tin để cung cấp phản hồi về tình trạng của nguyên vật liệu và thành phần.

e) Tối đa hóa tiềm năng nâng cấp và khả năng bảo dưỡng của sản phẩm.

## **7.5 Quy trình tháo gỡ**

Hầu hết các nguyên vật liệu được sử dụng trong xã hội công nghiệp đều cần các hoạt động cơ học để tháo gỡ và tái chế chúng. Các vấn đề môi trường chính phát sinh từ điều này là việc sử dụng năng lượng hóa thạch, phát thải độc tố và chất gây ô nhiễm từ nguyên vật liệu (cũng như từ quá trình đốt nhiên liệu của máy móc). Phương pháp tiếp cận tối ưu để tái chế nguyên vật liệu liên quan đến việc chuyển đổi chất lương nguyên vật liệu lên hoặc xuống đến mức phù hợp cho sử dụng trong một sản phẩm hoặc loại sản phẩm mới đã định, thông qua các quy trình phi cơ học (vi sinh, sinh hóa, hóa chất lành tính) hoặc tiết kiệm năng lượng và không phát thải cacbon.

Các nguyên vật liệu đã được chọn ở các giai đoạn trước của quy trình thiết kế cho phép phương pháp tiếp cận này; nếu không, danh sách kiểm tra sau đây giúp giảm thiểu tác động về năng lượng và phát thải của quá trình tháo dỡ và tái chế.

a) Nguyên vật liệu, bộ phận và thành phần.

1) Giảm thiểu nguyên vật liệu không phân hủy sinh học.

2) Sử dụng các nguyên vật liệu tương thích (ví dụ, điều kiện hóa học, điện phân, dịch chuyển polyme).

3) Tránh trộn lẫn tối đa có thể các nguyên vật liệu thành phần và bộ phận làm giảm hiệu quả tái chế, ví dụ: chèn kim loại vào các bộ phận bằng nhựa.

4) Tối đa hóa việc chuẩn hóa các biến thể thành phần.

5) Lựa chọn nguyên vật liệu có tuổi thọ thành phần tương tự để phù hợp với tuổi thọ thiết kế của cụm lắp ráp.

6) Tránh vật liệu tổng hợp sử dụng chất kết dính.

7) Nhóm các nguyên vật liệu có hại vào các mô-đun riêng biệt, dễ tiếp cận.

8) Tránh kết hợp các nguyên vật liệu lão hóa và ăn mòn.

9) Giảm thiểu số lượng các bộ phận trong sản phẩm hoặc cụm lắp ráp phụ theo thiết kế, hoặc thiết kế lại sản phẩm hoặc cụm lắp ráp phụ, hoặc sử dụng các phương pháp sản xuất khác nhau cho phép sản phẩm hoặc cụm lắp ráp phụ được sản xuất thành ít bộ phận hơn, hoặc thành một bộ phận.

b) Ghép nối.

1) Giảm thiểu số lượng bộ phận cố định và chốt khóa, chuẩn hóa loại và kích thước chúng.

2) Tùy theo các cân nhắc về an ninh và an toàn, sử dụng các công nghệ và phương pháp ghép nối cho phép tách dễ dàng các thành phần và vật liệu.

c) Sơn phủ/ hoàn thiện.

1) Tránh hoàn thiện thứ cấp như sơn, phủ hoặc mạ.

2) Chọn nguyên vật liệu bền thay vì lớp phủ bảo vệ.

## **7.6 Quá trình xử lý cuối vòng đời sản phẩm**

Cần lưu ý những điều sau để tối đa hóa tiềm năng của các tùy chọn xử lý cuối vòng đời sản phẩm.

a) Cung cấp truy xuất thuận tiện các bộ phận có giá trị và có thể tái sử dụng.

b) Cung cấp thông nhận dạng rõ ràng các mô-đun thay thế/ sửa chữa.

c) Bảo vệ các cụm lắp ráp phụ khỏi bị bẩn, ăn mòn và xói mòn.

d) Mã hóa hoặc ghi nhãn các bộ phận theo cách khác để tạo điều kiện tái chế và theo dõi kiểm toán dữ liệu sản xuất.

e) Mã hóa hoặc ghi nhãn các nguyên vật liệu, bao gồm lớp phủ bề mặt và hợp kim, để tạo điều kiện tái chế và theo dõi kiểm toán dữ liệu sản xuất.

f) Cung cấp mọi thông tin để hỗ trợ tái chế trong bộ hồ sơ, ở cả bản in và bản điện tử.

# **8 Quan hệ kiểm chứng**

Kiểm soát chất lượng, trong một môi trường đa vòng đời, đóng vai trò phức tạp hơn so với bình thường. Trước khi một sản phẩm đi vào sử dụng, tính phù hợp của nó cần được kiểm chứng ở các khâu phù hợp trong suốt quá trình sản xuất. Với một sản phẩm đơn vòng đời, quá trình này thường bao gồm một vài so sánh giữa sản phẩm thực và các yêu cầu được ghi trong tài liệu thiết kế. Việc kiểm chứng còn có thể được thực hiện với một vài phương án mà trong đó sản phẩm có thể quay trở lại quá trình sử dụng với một số điều kiện tương tự so với đặc điểm kỹ thuật gốc (như tái sản xuất hoặc cải tạo).

Với việc tái sử dụng, cần đưa ra các yêu cầu kiểm chứng phù hợp. Việc tái chế và thải bỏ thì không cần kiểm chứng trong phạm vi thiết kế của sản phẩm hiện tại.

**9 Quan hệ mật thiết dài hạn**

Để một sản phẩm có giá trị đáng kể khi kết thúc vòng đời sử dụng, người sử dụng cần phải có trách nhiệm với việc chăm sóc và bảo trì sản phẩm trong suốt thời gian này. Điều kiện bảo quản phù hợp (nhiệt độ và độ ẩm thích hợp), tránh xa khỏi các tác nhân gây ăn mòn và xây sát trong quá trình vận hành, bất kỳ cách thức vệ sinh cần thiết nào hoặc các phương pháp chăm sóc và bảo vệ thông thường khác, thay thế thường xuyên các tác nhân bôi trơn, làm mát, pin hoặc các phần khác có thể bị giảm chất lượng trong quá trình sử dụng, đều cần phải được bảo đảm bởi người sử dụng.

# **Danh mục tài liệu tham khảo**

**Các tiêu chuẩn công bố**

1. ASTM D6400-12, Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities
2. ASTM D6868-17, Standard Specification for Labeling of End Items that Incorporate Plastics and Polymers as Coatings or Additives with Paper and Other Substrates Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities
3. BS 7000-2:2015, Design management systems - Guide to managing the design of manufactured products
4. BS 8887-1, Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 1: General concepts, process and requirements.
5. BS 8887-2:2009, Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 2: Terms and definitions
6. BS 8887-220, Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 220: The process of remanufacture. Specification
7. BS 8887-240, Design for manufacture, assembly, disassembly and end-of-life processing (MADE) – Part 240: Reconditioning.
8. BS 8905, Framework for the assessment of the sustainable use of materials. Guidance.
9. BS EN 13432, Packaging. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation. Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
10. BS EN 14995, Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications.
11. ISO 17088, Plastics - Organic recycling - Specifications for compostable plastics.
12. BS EN ISO 1043, Plastics - Symbols and abbreviated terms.
13. BS EN ISO 11469, Plastics - Generic identification and marking of plastics products.
14. PAS 110, Specification for whole digestate, separated liquor and separated fibre derived from the anaerobic digestion of source-segregated biodegradable materials.

**Các công bố khác**

1. EUROPEAN COMMUNITIES. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, 2008.
2. EUROPEAN COMMUNITIES. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEE Directive), 2012.

1. <https://shawfloor.com/shaw-sustainability/post-consumer-carpet-recyling> [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.econyl.com> [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://resource-recycling.com/plastics/2017/01/06/innovation-improves-depolymerization-of-textile-polyesters> [↑](#footnote-ref-3)
4. [www.wornagain.co.uk](http://www.wornagain.co.uk) [↑](#footnote-ref-4)
5. [www.loopindustries.com](http://www.loopindustries.com) [↑](#footnote-ref-5)
6. [www.connoratech.com](http://www.connoratech.com) [↑](#footnote-ref-6)