



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# HBCD:n kartoitus Suomen rakennuskannassa

Lauri Hämäläinen

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2017  
Rakennusalan työnjohto



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohto

Lauri Hämäläinen:  
HBCD:n kartoitus Suomen rakennuskannassa

Opinnäytetyö 15 sivua  
Joulukuu 2017

---

Opinnäytetyö on osana Tampereen ammattikorkeakoulun ja Suomen Ympäristökeskuksen johtamaa hanketta, jonka tavoitteena on laatia ohjeistus HBCD:a sisältävien eristeiden tunnistukseen sekä käsittelyyn. Tämän kartoituksen tavoitteena on selvittää, kuinka paljon Suomen rakennuskannassa on käytetty HBCD:a sisältäviä eristemateriaaleja ja missä rakennosissa ja rakennustyypeissä ko. eristeteitä on eniten käytetty.

Heksabromisyklododekaani (HBCD) on bromi-pohjainen palonestoaine, jota on käytetty laajalti polystyreenisissä tuotteissa aina rakennusmateriaaleista säkkituolien täytteisiin. HBCD on ympäristölle sekä ihmisille haitallinen aine, joka lisättiin Tukholman sopimukseen 2013.

EPS- ja XPS-eristeitä on käytetty ja käytetään edelleen varsin runsaasti kaikkien rakennustyyppien alapohjissa. Käytetyistä alapohja eristeistä vain tuulettuvissa alapohjissa on käytetty HBCD:a. Ulkoseinissä ja yläpohjissa polystyreenisiä eristeitä on käytetty melko vähän, mutta käytetyistä eristeistä kaikki on S-laatuista.

---

Asiasanat: HBCD, palonsuoja-aine, polystyreeni,

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Site Management

Lauri Hämäläinen  
Survey of HBCD in a building stock of Finland

Bachelor's thesis 15 pages  
December 2017

---

The thesis is part of the project led by Tampere University of Applied Sciences and the Finnish Environmental Administration which aims to provide guidance on the identification and processing of HBCD-containing insulations. The purpose of this survey is to find out how much the HBCD-containing insulations have been used in the building stock in Finland and what are the structural parts and construction types, where insulators are the most widely used.

Hexabromocyclododecane (HBCD) is a bromine-based flame retardant that has been widely used in polystyrene products from building materials to beanbag fillings. HBCD is an environmentally harmful substance that was added to the Stockholm Agreement in 2013.

EPS and XPS insulators have been used and are still being used plenty in the base floors of all types of building. The all of insulators of the base floors only in the ventilated base floors has been used HBCD-containing insulations. In exterior walls and roofs, polystyrene insulation has been used quite a bit, but all the insulations that are used are S-quality.

---

Key words: HBCD, flame retardant, polystyrene

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1.	Tausta.....	6
1.2.	Tavoite .....	7
1.3.	Menetelmät .....	7
1.4.	Rajaukset.....	7
2	Rakennuskanta 2017.....	8
2.1.	Talotyypit.....	8
3	Tulosten tarkastelu .....	10
3.1.	Tulosten virhemahdollisuus .....	10
4	Yhteenvedo.....	12
4.1.	Tulosyhteenvedo.....	12
4.2.	Jatkotutkimusehdotukset.....	13
	LÄHTEET.....	14

**LYHENTEET JA TERMIT**

op	opintopiste
HBCD	Heksabromisyklododekaani,
EPS	Expanded polystyrene, paisutettu polystyreeni
XPS	Extruded polystyrene, suulakepuristettu polystyreeni
S-laatu tai F-laatu	Paloluokiteltu eriste
Bromattu yhdiste	Kemiallinen palonsuoja-aine
POP-yhdiste	Persistent Organic Pollutant, pysyvä orgaaninen yhdiste, ympäristömyrkky
BEWi	Bewi Styrochem Oy. EPS valmistaja
Redusoitu tilavuus	Kanta-aineistoa laajentamalla saatu eristeiden tilavuus
Redusoitu määrä	Kanta-aineistoa laajentamalla saatu eristeiden määrä

# 1 JOHDANTO

## 1.1. Tausta

HBCD (Heksabromisyklododekaani) on terveydelle ja ympäristölle vaarallinen bromattu yhdiste, jota on käytetty laajasti Suomessa sekä muualla Euroopassa, EPS- ja XPS-eristeiden sekä pakkausmateriaalien palonsuoja-aineena. HBCD tuotiin markkinoille 1960-luvun loppupuolella, Suomessa tuotetta aloitettiin tiettävästi käyttämään 1980-luvulla ja käyttö jatkui vuosiin 2015-2016 asti. (Kunnas 2017; Ympäristöhallinto 2017 a.) Käyttömäärät kasvoivat vuosittain. Ennen HBCD:n käytön kieltämistä BEWi Group toimitti Suomeen 500-1000 tonnia/vuosi S-laatuista eristeitä (Johansson 2017). Yhdiste oli 2000-luvun alussa maailman kolmanneksi yleisin bromattu palonsuoja-aine (Ympäristöhallinto 2017 b).

POP-yhdisteeksi luokiteltu HBCD lisättiin maailmanlaajuiseen Tukholman sopimukseen vuonna 2013, jolloin rakennustuotannolle annettiin mahdollisuus hakea poikkeuslupaa tuotteen käytölle 5-10 vuoden ajaksi. Poikkeusluvan voimassaoloaikana on tarkoitus tuoda HBCD:n korvaavat tuotteet markkinoille. Sopimuksella rajoitetaan tai kielletään POP-yhdisteiden tuotantoa, kauppaa, käyttöä ja päästöjä (Ympäristöministeriö 2013; Ympäristöhallinto 2017 a.) POP-yhdisteiden käyttöä rajoittavalla Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella 850/2004 pyritään suojelemaan ihmisten terveyttä ja ympäristöä kieltämällä tai lakkauttamalla Tukholman yleissopimukseen lisättyjen yhdisteiden käyttö. (Asetus 850/2004/EU.) POP-yhdisteet ovat kaikkein haitallisimpia ympäristömyrkyjä, koska ne kulkeutuvat kauas päästölähteistä ja voivat olla haitallisia pieninäkin pitoisuuksina. Yhdisteet säilyvät ympäristössä pitkään ja rikastuvat rasvaliukoisuuden vuoksi erityisesti ravintoketjun huipulla. (Ympäristöhallinto 2017 a.)

EPS- ja XPS ovat polystyreenistä eritavoin valmistettuja eristysmateriaaleja, joilla on hyvä lämmöneristyskyky ja puristuslujuus. EPS tunnetaan paremmin nimellä Styrox, joka oli erään valmistajan tuotemerkki EPS-levyille.

## 1.2. Tavoite

Opinnäytetyö on osana isompaa hanketta, jonka tavoitteena on luoda puuttuvaa ohjeistusta HBCD:n käsittelylle tulevaisuuden purkukohteissa, sekä kehittää helppokäyttöinen ja luotettava mittausmenetelmä HBCD-pitoisuuksien mittaamiseen. Hankkeessa on mukana Tampereen Ammattikorkeakoulu sekä Suomen Ympäristökeskus, hankkeen tiimoilta tehdään useampi opinnäytetyö. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa HBCD:lla käsiteltyjen EPS ja XPS-eristeiden määrä Suomen rakennuskannassa. Tavoitteena oli myös kartoittaa yleisimmät rakenne- ja rakennustyytit, joissa HBCD:lla käsitellyjä eristeitä on mahdollisesti käytetty. Kartoituksesta syntyi lopputuloksena taulukoita ja kuvioita, joista ilmenee joka toinen vuosi käytetyn polystyreenin määrä eri rakenneosissa.

## 1.3. Menetelmät

Opinnäytetyössä analysoidaan tilastotietoa polystyreenisten eristeiden käyttömääristä ja -kohteista eri vuosikymmenillä. Saaduista tiedoista eritellään mahdollinen HBCD:n määrä ja rakennustyytit. Työssä myös vertaillaan haastatteluista saatuja tietoja tilastoista saatuihin tietoihin. Työtä varten haastateltiin rakennustuoteteollisuuden ja eristevalmistajien edustajia sekä rakennusalan ammattilaisia. Kaikki työssä käytetyt kaaviot ovat laadittu lähteinä olleista VTT:n ja tilastokeskuksen tilastoista. Osa työssä käytetyistä tilastoissa on luottamuksellisia, eikä niitä julkaista opinnäytetyön yhteydessä.

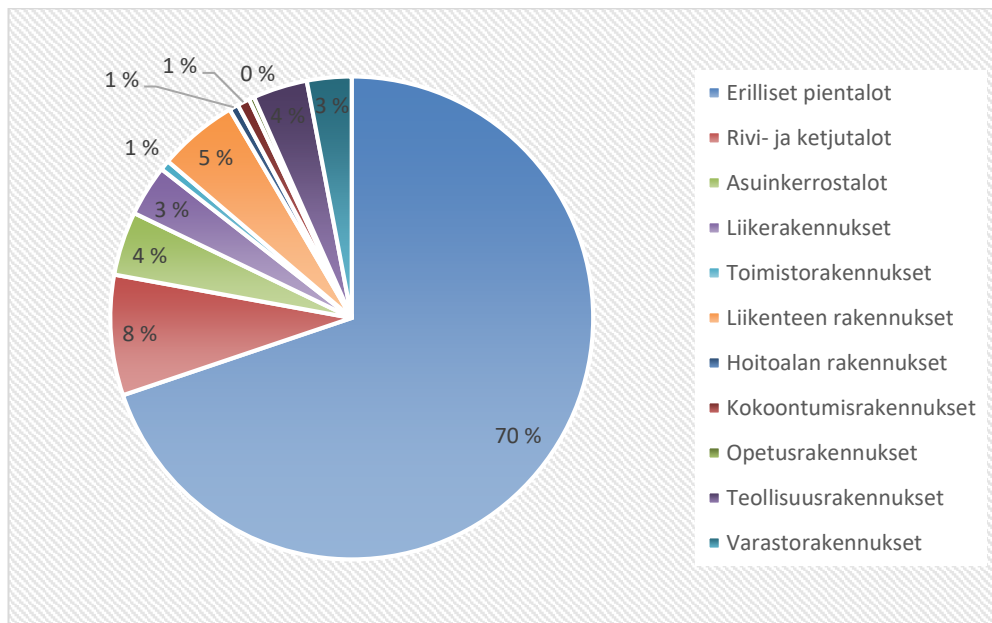
## 1.4. Rajaukset

Työssä käytettiin jo valmiiksi tutkittua tilastoaineistoa, eikä uutta aineistoa kerätty kuin haastattelujen kautta. Raportissa olevat kuviot on saatu yhdistelemällä eri lähteistä saatuja aineistoja. Ajallisesti HBCD:n tarkastelu rajattiin 1980-2010 luvuille, koska ennen 1980-lukua Suomessa ei käytetty polystyreeniä. Liikenteen rakennuksia lukuun ottamatta kaikkia muita talotyyppiejä tutkittiin työn aikana. Raporttiin koottiin erikseen asuinrakennukset sekä toimisto- ja hallintorakennukset, koska näissä talotyypeissä on käytetty eniten polystyreeniä. Tavoitteena oli saada kerättyä yhteensä n. 100 näytekappaletta eri talotyypeistä, mutta resurssien vähyydestä näytteenottoa ei saatu suoritettua. Näytteitä olisi otettu jokaisesta talotyypistä kaikilta tutkituilta vuosikymmeniltä.

## 2 Rakennuskanta 2017

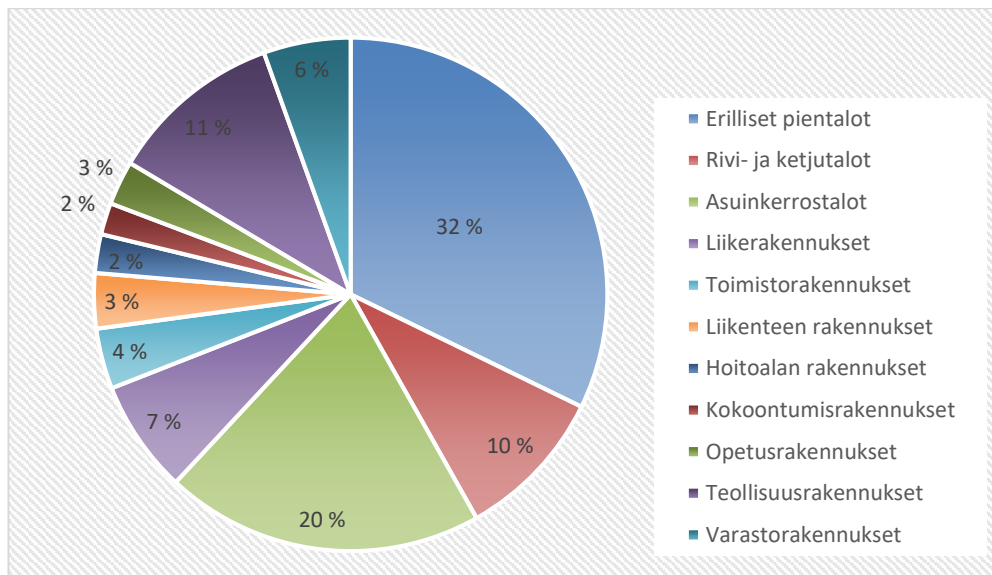
### 2.1. Talotyypit

Suomen rakennuskannasta pientaloja on ylivoimaisesti suurin osa, niin lukumäärällisesti kuin kerrosalan mukaan mitattuna. 1970-luvulta alkaen suomessa on rakennetuista rakennuksista 70 % on pientaloja (Kuvio 1). Verrattaessa rakennuksia kerrosalan mukaan, kattavat asuinrakennukset tästäkin osa-alueesta yli 60% koko Suomen rakennuskannasta vuosina 1970-2016 (Kuvio 2), (Suomen virallinen tilasto 2016).



KUVIO 1. Eri talotyyppien osuudet valmistuneiden rakennusten kappalemäärästä vuosina 1970-2016.





KUVIO 2. Eri talotyyppien osuudet vuosina 1970-2016 valmistuneiden rakennusten m<sup>2</sup>.

### 3 Tulosten tarkastelu

#### 3.1. Tulosten virhemahdollisuus

Laskettujen eristeiden käyttömäärien lähteenä käytettiin useita eri tilastoja eri vuosikymmeniltä ja jokainen tilasto oli laadittu hieman eri tavalla. Tilastoissa ei ilmoitettu virhemarginaaleja, joten täysin paikkaansa pitävinä niitä ei voida pitää. Tilastojen kattavuus oli myös melko suppea, koska vuoden 1984 ja 1988 tilastot käsittivät n. 100 kohteen tiedot jokaisesta rakennustyyppistä, jotka oli laajennettu koko maan rakennuskannan kattavaksi.

Otos kattaa vuosittain rakennettavista omakotitaloista alle 1%, kun 80-luvulla rakennettiin vuosittain n. 18 400 ok-taloa. Omasta mielestäni otos olisi pitänyt suhteuttaa rakennettujen rakennusten lukumäärään ja valita kohteiksi ainakin 10% rakennetuista rakennuksista. Otannalla tehtävän tutkimuksen luotettavuus edellyttää riittävän suurta otosta ja näin pientä otoskokoa suositellaan ainoastaan pienille kohderyhmille (Heikkilä 2014). Muiden vuosien tutkittujen rakennusten tilastomääriä ei ilmoitettu aineistossa, mutta todennäköisesti nekin olivat n. 100 rakennusta/rakennustyyppi.

Haastatteluissa saaduista tiedoista kaikki eivät välttämättä pidä täysin paikkaansa, koska tietojen saaminen ylipäätään oli todella vähäistä ja lopulta saadut tulokset perustuivat ainakin osittain arvioihin. Haastateltavien huono suhtautuminen johtui pääosin asian vähäpätöisyydellä ja HBCD:n vähäisellä käyttömäärällä.

Eristemäärien laskennassa jouduttiin osittain turvautumaan keskiarvoihin, koska 2000-luvulta ei ollut saatavilla minkäänlaisia tilastoja eristeiden suhteista tai paksuuksista. Mutta pidän tulosta näistä huolimatta melko hyvin suuntaa antavana, koska polystyreenisten eristeiden käyttö on ollut hyvin tasaista 1990-luvulla, eikä uusimmassa vuoden 2011 tilastoissa ole kovin suurta eroa 1990-luvun tilastoihin. Lämmöneristys vaatimukset kasvoivat vuosina 2003 ja 2007, jolloin myös eristepaksuudet luonnollisesti kasvoivat. Kaikki lasketut keskiarvot asettuivat 1990-luvun ja vuoden 2011 tilastoissa annettujen eristepaksuuksien väliin.

Opinnäytetyön tiedonkeruuta rajasi suuresti eristevalmistajien liikesalaisuudet S-laatuisten eristeiden valmistusmääristä, sekä tahojen yleinen väheksyvä mielipide hanketta kohtaan, koska S-laatuisten polystyreenin käyttäminen ei ole yleistä. Näytteiden keräämistä rajoitti resurssien puute tarvittavien näytteen ottopaikkojen paikantamiseen. Tampereen rakennusvalvonta, jonka kautta etsimme purettavia rakennuksia, myöntää vuosittain tuhansia purkulupia ja luvan voimassaolo aika on viisi vuotta. Kahden henkilön voimin ei olisi ollut mitenkään mahdollista käydä kaikki lupia läpi, että olisimme löytäneet riittävästi sopivia kohteita. Tähän työhön suunniteltua näytteiden ja tilastotietojen vertailua ei pystytty tekemään, koska näytteiden analysointia ei ennätetty saada valmiiksi ennen opinnäytetyön valmistumista.

## 4 Yhteenveto

### 4.1. Tulosityhteenveto

Opinnäytetyö tehtiin osana TAMKIn ja Suomen ympäristökeskuksen hanketta, jonka tavoitteena on laatia ohjeistus palonsuoja-aine HBCD:n tunnistamiselle ja käsittelylle. HBCD on ympäristölle erittäin haitallinen POP-yhdiste, jonka käyttö kiellettiin maailmanlaajuisessa Tukholman sopimuksessa vuonna 2013. HBCD:a on käytetty EPS- ja XPS-eristeiden palonsuojauksessa. Tässä työssä kartoitettiin HBCD määrää Suomen rakennuskannassa, sekä missä rakennetyypeissä ja rakenneosissa HBCD:lla käsiteltyjä polystyreenieristeitä on tyypillisesti käytetty.

EPS- ja XPS-eristeitä on käytetty hyvin paljon rakennusten alapohjien eristeenä niiden hyvän puristuslujuuden ja vettymättömyyden takia. Ulkoseinissä ja yläpohjissa polystyreenieristeiden käyttö on ollut huomattavasti vähäisempää. 1980-2016 välisenä aikana ulkoseinissä ja yläpohjissa käytettiin yhteensä n. 1,8 milj. m<sup>3</sup> polystyreeniä, kun vastaavalla ajalla alapohjissa käytettiin 14,2 milj. m<sup>3</sup> polystyreenieristeitä.

Alapohjaeristeistä vain rossipohjaisten rakennusten eristeet ovat todennäköisimmin suojattu HBCD:lla. Rossipohjien suosio romahti 1960-luvulla, jolloin maanvaraisetlaatat aloitettiin rakentamaan. 1960-luvulla puutalojen alapohjista vain 10% oli rossipohjaisia. (Vanttaja 1984.) Yleisenä linjauksen voidaan pitää, että kaikkia maanpinnan yläpuolella olevia polystyreenieristeitä voidaan epäillä HBCD:lla tai muulla palonsuoja-aineella käsitellyiksi. Näitä kohteita ei kuitenkaan Suomessa kovin paljoa ole suhteutettuna koko rakennuskantaan.

Laskennasta saadut tulokset ovat hyvin paljon samassa linjassa haastatteluista saatuihin tietoihin. Tuuli Kunnas (2017) mainitsi haastattelussa arvion, jonka pyörsi myöhemmin, että n. 10% kaikesta polystyreenistä olisi palosuojattuja. Laskennan tuloksena oli, että vähintään 10% käytetyistä polystyreeneistä pitäisi olla paloluokiteltua ja sisältää palonsuoja-ainetta, jos rakennus on rakennettu määräysten mukaan.

## 4.2. Jatkotutkimusehdotukset

Jatkotutkimuksena voisi selvittää tuulettuvien alapohjien yleisyyden, jolloin palosuojatun polystyreenin määrää saadaan tarkennettua. Hankkeen tavoitteena olevan mittausmenetelmän kehitys Suomen markkinoille ei luultavasti tule olemaan menestys, mutta Keski-Euroopan maissa se voisi menestyä, jos rakennusala ottaa ympäristönsuojelun tärkeäksi tavoitteeksi, ja mittausmenetelmästä saadaan edullinen, nopea ja helppokäyttöinen.

Seuraava kehitysvaihe hankkeessa tulisi olla sellaisen purkutavan kehittämisen, jolla saadaan eriteltyä polystyreenieristeet ehjänä muusta rakennusjätteestä ja toimitettua kustannustehokkaasti oikeanlaiseen jätteen käsittelyyn. Tulevaisuuden purkukohteissa kaikki maanpinnan yläpuolelta löytyvät polystyreeni eristeet on käsiteltävä POP-jätteenä ja hävitettävä asianmukaisesti.

## LÄHTEET

- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 850/2004. Päivitetty 04.12.2015. Luettu 13.11.2017. <https://publications.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/5f438849-fa00-48eb-af83-ad86d3fcdd54/language-fi>
- Heikkilä, P. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus Sivut 8 ja 28. Edita Publishing Oy. [www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf](http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf)
- Johansson, T. Customer Service Engineer. 2017. HBCD:n kartoitus. Sähköpostiviestiketju. [tom.johansson@bewi.com](mailto:tom.johansson@bewi.com). 17.05.2017-23.05.2017.
- Kunnas, T. tuotepäällikkö. 2017. Puhelinhaastattelu 10.5.2017. Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Rakennusmateriaalit-jaosto. Haastattelija Hämäläinen, L.
- Merilainen. V. yksikönjohtaja. 2017. HBCD-oppari. Sähköpostiviesti. [valtteri.merilainen@a-ins.fi](mailto:valtteri.merilainen@a-ins.fi). Luettu 12.09.2017.
- Ollila. V. toimitusjohtaja. 2017. Puhelinhaastattelu 22.5.2017. ThermiSol Oy. Haastattelija Hämäläinen, L.
- Rakentamismääräyskokoelma E1. 2011. Ympäristöministeriö. Päivitetty 6.4.2011. Luettu 29.9.2017. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus)
- Raja 1998. VTT Rakenneaine jakauma 1998. Julkaisematon.
- Suomen virallinen tilasto (SVT). 2016. Verkkojulkaisu Rakennukset ja kesämökit. Helsinki: Tilastokeskus Päivitetty 31.12.2016 Luettu 31.05.2017. [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_asu\\_\\_rakke/statfin\\_rakke\\_pxt\\_001.px/?rxid=1404550c-21e0-411f-83d8-aa16234a2c29](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_001.px/?rxid=1404550c-21e0-411f-83d8-aa16234a2c29)
- ThermiSol Tekniset ominaisuudet. 2017. ThermiSol Oy. Päivitetty 5.9.2016. Luettu 8.11.2017 [http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/materiaalipankki/tekniset\\_tiedot\\_lammoneristeiden\\_ominaisuudet.pdf](http://www.thermisol.fi/uploads/pdf/materiaalipankki/tekniset_tiedot_lammoneristeiden_ominaisuudet.pdf) /.
- Vanttaja. A. 1984. Rakenteet ja rakennusmateriaalit Suomessa vuosina 1880-1970 valmistuneissa rakennuksissa. Oulun yliopisto. Diplomityö.
- Ympäristöministeriö. 2013. Tiedote. Palonsuoja-aine HBCD kielletään maailmanlaajuisesti. Päivitetty 10.05.2013. Luettu 29.09.2017. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Palonsuojaaine\\_HBCD\\_kielletaan\\_maailmanl](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Palonsuojaaine_HBCD_kielletaan_maailmanl)
- Ympäristöhallinto. 2017 a. Pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP). Ympäristöministeriö, Suomen Ympäristökeskus, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ELY-keskus, Aluehallintovirasto AVI. Päivitetty 11.10.2017. Luettu 15.10.2017. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Kemikaalien\\_ymparistoriskit/Pysyvat\\_organiset\\_yhdisteet\\_POP](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Kemikaalien_ymparistoriskit/Pysyvat_organiset_yhdisteet_POP).

Ympäristöhallinto. 2017 b. Heksabromisyklododekaani (HBCD). Ympäristöministeriö, Suomen Ympäristökeskus, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ELY-keskus, Aluehallintovirasto AVI. Päivitetty 8.6.2017. Luettu 1.10.2017. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BBDA6D3F2-E250-4330-BCE2-795E8C40A724%7D/130803>.