

**Non
Haz
City**

Haikka-aineettoman
**RAKENTAMISEN
MATERIAALI-
KATALOGI**

Interreg
Baltic Sea Region

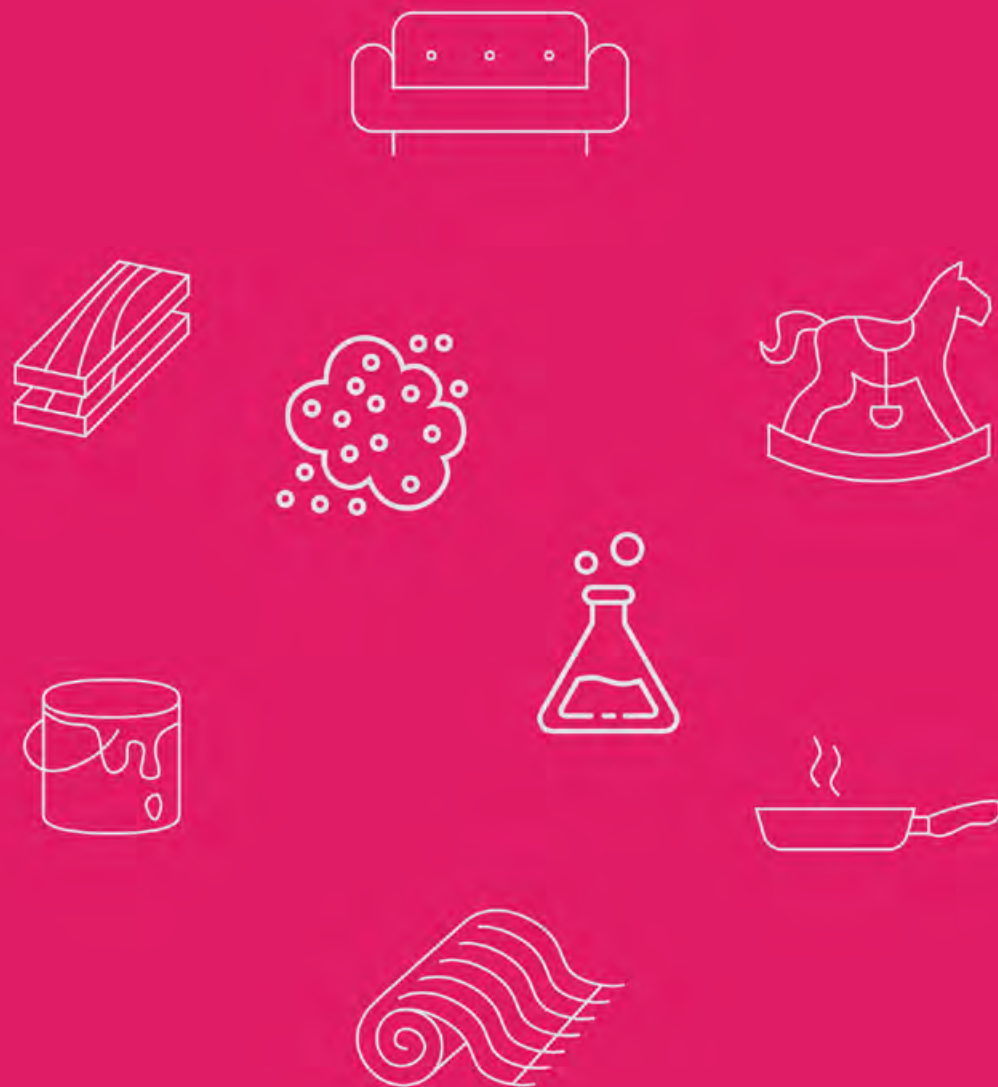


Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3



Non Haz City

Haitta-aineettoman rakentamisen
materiaalikatalogi

Kirjoittajat ja toimittajat

Auraplan Architects: Christiane von Knorre, Rose Schläfli
BEF Estonia: Heli Nommsalu
BEF Germany: Siobhan Protic
BEF Latvia: Daina Indriksone, Agnese Meija-Toropova
BEF Lithuania: Gražvydas Jegelevičius
BVB Service AB: Marianne Balck
Helsingin kaupunki: Elisa Keto
Tukholman kaupunki: Jenny Fäldt
Kaunasin teknillinen yliopisto: Jolita Kruopienė, Edgaras Stunžėnas
NOMAD architects: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe
POMInnO Ltd.: Andrzej Tonderski
Turun ammattikorkeakoulu: Riikka Vainio
World Future Council Foundation: Mecki Naschke

Taitto

NOMAD architects: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe

Avustavat toimittajat

BEF Germany: Sara Lohse, Antonia Reihlen
Goodpoint AB: Amanda Öhman, Emma Svensson Akusjärvi, Louise Jungfeldt

Kuvat (Midjourney 6.0)

NOMAD architects: Florian Betat, Marija Katrīna Dambe

Tämä katalogi on laadittu ja painettu osana NonHazCity 3-hanketta, jota Euroopan unionin Interreg Baltic Sea Region-ohjelma on tukenut. Katalogin sisältö edustaa yksinomaan sen laatijoiden mielipiteitä, ei Euroopan komission mielipidettä.

Otamme mielellämme vastaan katalogia koskevia kysymyksiä tai ehdotuksia. Katalogin sähköinen versio on saatavilla osoitteesta:
thinkbefore.eu

Kaikki kuvat on luotu tekoälyyn perustuvalla Midjourney 6.0-sovelluksella.

- 1. englanninkielinen versio, 2023
- 1. suomenkielinen käännös, 2025

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union

SUSTAINABLE WATERS
NonHazCity 3



NONHAZCITY



SISÄLTÖ

1	Johdanto	4
2	Sanasto	10
3	Rakennusmateriaalit ja-tuotteet	22
4	Rakennusosien ympäristöarviointi	176
5	Rakennusmateriaalien sisältämät haitalliset aineet	206
6	Kemikaaleja ja rakentamista koskeva lainsäädäntö Itämeren alueella	242
7	Tietokannat, alustat, tietosivustot	260
8	Ympäristömerkintä- ja sertifiointijärjestelmät	284
9	Rakennusprosessi	298
10	Materiaali- ja tuotetoimittajia ja toimitusketjuja koskevat tiedot Itämeren alueella	306

1 Johdanto

Hyvä lukija,
Tämä kattava kestävän rakentamisen katalogi on suunniteltu helposti selattavaksi. Se on tarkoitettu erityisesti rakennusosalalla työskenteleville, ja se tarjoaa laajan katsauksen ilmastoneutraaleihin, kiertotalouden mukaisiin ja haitta-aineettomiin rakennusmateriaaleihin.

Päätavoitteet ovat kunnianhimoisia: haitallisten aineiden eliminointi rakennuksista sekä materiaalikierron ja ilmastonsuojelun edistäminen. Tekijöinä on yli 20 organisaatiota kahdeksasta Euroopan maasta, ja kaikkien osallistujien tavoitteena on edistää myönteistä muutosta rakennusosalalla. Liity seuraamme tälle muutosmatkalle, jolla on paljon nähtävää. Toivomme, että matka on sinulle sekä valaiseva että miellyttävä.

Mukavia lukuhetkiä!



Rakennusteollisuuden on muututtava kestäväen kehityksen vaatimusten mukaisesti. Tämä tarkoittaa toimintatapojen ohjaamista kohti kiertotaloutta ja vähähiilisyyttä sekä rakennusmateriaalien haitta-aineettomuuden edistämistä. Kun yleinen tietoisuus maailmanlaajuisista ympäristöongelmista on lisääntynyt, rakennusmateriaalien ja -menetelmien perustavanlaatuinen muutos on noussut entistä tärkeämmäksi tavoitteeksi. Se perustuu vastuuseen planeettamme paremman tulevaisuuden varmistamisesta.

Monet tavanomaiset rakennusmateriaalit kätkevät sisäänsä haitallisia aineita, jotka voivat päästä ympäristöön (esim. ilmaan, jokiin ja valtameriin) jätevesipäästöjen kautta ja eliöihin suoran kosketuksen kautta. Siksi tällaiset materiaalit muodostavat merkittävän uhan monille ekosysteemeille ja ihmisten terveydelle. Haitallisiin aineisiin kuuluu monia erilaisia yhdisteitä. Niiden esiintyminen ja kertyminen elävien organismien kudoksiin, sedimentteihin ja veteen voi aiheuttaa huomattavaa kuormitusta ekosysteemeille ja niiden eliöstöille. Lisäksi haitalliset aineet voivat olla suoraan ihmisten terveydelle vaarallisia, jos niitä hengitetään tai kosketetaan. Kun tällaisia aineita on rakennusmateriaaleissa, ne voivat aiheuttaa ilman ja veden saastumista sekä erilaisia terveysongelmia materiaalien läheisyydessä oleskeleville. Valitettavasti vaikutukset eivät jää tähän: haitalliset aineet estävät usein materiaalikiertoa rajoittamalla materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä, mikä taas estää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä.

NonHazCity 3 -hanke puuttuu suoraan tähän ongelmaan. Hanke perustuu NonHazCity-ohjelman kahteen edelliseen hankkeeseen, jotka keskittyivät haitallisia kemikaaleja sisältäviin arkipäivän esineisiin, ja sen tavoitteena on kehittää ratkaisuja ilmastoneutraaliin, kiertotalouden mukaiseen ja haitta-aineettomaan rakennusmateriaalien tuotantoon. Päättävöitteena on eliminoida haitalliset aineet rakennuksista ja estää niiden pääsy järjestelmiin kokonaan, mikä parantaa materiaalikiertoa ja suojelee ilmastoa.

Muutoksen toteuttaminen on haastavaa. Tästä syystä 22 tahoa kahdeksasta Euroopan maasta on yhdistänyt voimansa. Tämän katalogin, ammattilaisille tarkoitettujen verkkosivujen ja remonttipäätösten tekemisessä avustavan kuluttajasovelluksen kaltaisten ohjaavien asiakirjojen (ratkaisujen) laatimisen jälkeen Itämeren alueella käynnistetään vuosien 2023-2024 aikana pilottihankkeita. Näissä hankkeissa on tarkoitus testata kehitettyjä ratkaisuja paikallisissa olosuhteissa selventämään tietä kohti kestävämpää tulevaisuutta.



Kuvittele, millaisia terveet rakennukset ovat. Luonnollisia, terveellisiä, kestäviä ja tehokkaita. Kuvittele tulevaisuus, jossa rakentaminen edistää sekä ihmisten hyvinvointia että maapallon terveyttä. Tähän tarvittavat materiaalit ovat peräisin uusiutuvista lähteistä ja niiden ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman vähäisiä. Ne on suunniteltu tehokkaiksi ja kestäviksi, mikä takaa pitkän käyttöiän. Kun ne lopulta saavuttavat käyttöikänsä päin, ne saavat uuden elämän: ne muunnetaan, hyödynnetään tai kierrätetään. Tämä vähentää jätteen määrää ja suojelee ihmisten terveyttä, luonnonvaroja ja elinympäristöjä.

Tällaiset materiaalit saavat meidät tuntemaan olomme turvalliseksi, koska ne symboloivat sitoutumista valoisampaan ja vastuullisempaan tulevaisuuteen. Tämän unelman toteuttamiseksi ihmiset ympäri maailmaa työskentelevät mainittujen materiaalien parissa. Edessä on vielä paljon työtä, mutta olemme jo kulkeneet pitkän matkan. Jatketaan tätä matkaa yhdessä! Tämän katalogin myötä kutsumme sinut tutustumaan moderneihin kestävän kehityksen mukaisiin materiaaleihin (ja paljon muuhunkin).

Katalogin tarkoituksena on kestävän rakentamisen edistäminen. Sen tavoitteena on antaa kattava yleiskatsaus kestävän kehityksen mukaisista rakennusmateriaaleista ja niiden ekologisista ominaisuuksista, käyttökohteista ja vaikutuksesta materiaalikiertoon sekä ilmastoneutraaliin ja haitta-aineettomaan elinympäristöön. Haluamme antaa kunnille, rakennushankkeiden vetäjille, arkkitehteille, suunnittelijoille, urakoitsijoille, asunonomistajille ja tee-se-itse-harrastajille tietoa, jota he tarvitsevat tehdäkseen kestävän kehityksen mukaisia valintoja valitessaan rakennusmateriaaleja hankkeisiinsa.

Katalogi voi auttaa...

... ymmärtämään nykyistä haastetta.

Kaupunkien muuttaminen turvallisiksi, vaarattomiksi tiloiksi on maailmanlaajuisten kestävän kehityksen tavoitteiden mukainen merkittävä haaste kestävän rakentamisen edistämisessä. NonHazCity-ohjelma ja erityisesti meneillään oleva Interreg-hanke NonHazCity 3 vastaa aktiivisesti tähän haasteeseen kehittämällä ja testaamalla ratkaisuja ja tiedottamalla niistä rakennusosalalla toimiville sidosryhmille.

Kuva 1.

Näkymä pohjoismaiseen asuinalueeseen.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



... kestävän kehityksen mukaisten rakennusmateriaalien tunnistamisessa.

Katalogin ydin on kokoelma kestävän kehityksen mukaisia rakennusmateriaaleja ja -tuotteita, jotka toimivat käytännöllisenä rakennusalan kestävän kehityksen työkaluna. Luvuissa 3 ja 4 on tärkeitä tietoja, jotka kannustavat lukijoita tekemään tietoon perustuvia päätöksiä NonHazCity-hankkeen kolmen pilarin mukaisesti: *haitta-aineeton rakentaminen*, *kiertotalous* ja *ilmastoneutraalius*. NonHazCity 3-hankkeen yhteydessä *”haitta-aineeton rakentaminen”* tarkoittaa haitallisten aineiden poistamista rakennusmateriaaleista, *”kiertotalous”* pyrkimystä edistää suljettuja järjestelmiä ja kestävän kehityksen mukaista lähestymistapaa materiaalien suunnittelussa ja käytössä ja *”ilmastoneutraalius”* taas viittaa ilmastoneutraaleihin valmistuskäytäntöihin.

Katalogi on kokoelma eri luokkiin kuuluvia kestäviä rakennusmateriaaleja, ja se auttaa ihmisiä kohti kestävämpiä valintoja.

Katalogissa esitellään kunkin rakennusmateriaalin tai -tuotteen ominaispiirteet, mukaan lukien haitallisuuden, materiaalien kiertotalouden ja ilmastoneutraaliuden näkökulmat. Lähtökohtana on pikemminkin materiaaliryhmien kuin yksittäisten valmistajien tuotteiden arviointi. Kuvauksissa ei korosteta mitään tiettyjä tuotteita, jolloin pystytään antamaan yleinen materiaaliarvio, mutta ei yksityiskohtaisia arvioita valmistajan X tietyistä tuotteista. Jos tarvittavat yksityiskohtaisia lisätietoja, kannattaa ottaa yhteyttä materiaali- tai tuotevalmistajaan.

... yleisesti käytettyjen rakennusmateriaalien kemikaalipitoisuuksia koskevien tietojen hakemisessa.

Kestävien rakennusmateriaalien hakemisen lisäksi voit hakea yksittäisiä kemikaaleja katalogin luvusta 5 Rakennusmateriaalien sisältämät haitalliset aineet. Kyseisessä luvussa kerrotaan myös, missä rakennusmateriaaleissa kyseisiä kemikaaleja esiintyy. Kuvaukset antavat lisätietoa siitä, minkälaisissa rakennusmateriaaleissa mitään kemikaaliryhmiä voidaan odottaa esiintyvän. Se on siis laaja luettelo materiaaleista, joiden käyttöä tulee mahdollisesti harkita (uudelleen) tuotehankintojen yhteydessä.

... lisätäkseen tietoisuutta siitä, miten altistuminen rakennusmateriaalien haitallisille aineille voi vaikuttaa ihmisten terveyteen.

Terveysosio tarjoaa näkökulmia siihen, miten haitalliset aineet, rakennusmateriaalit ja ihmisten terveys liittyvät toisiinsa laajemmin kuin vain työturvallisuuden näkökulmasta.

... hyödyllisten (ympäristö)merkkien ja -sertifikaattien, tietokantojen, verkkoalustojen, muiden tietolähteiden ja oikeudellisia vaatimuksia koskevien tietojen löytämisessä.

Katalogissa on myös lainsäädäntöön, tietokantoihin, verkkoalustoihin ja -sivustoihin sekä ympäristömerkintä- ja sertifiointijärjestelmiin keskittyvät luvut. Luvussa 6 tarkastellaan lainsäädäntöä Itämeren alueella. Luvussa 7 tarkastellaan tietokantoja, verkkoalustoja ja -sivustoja, jotka tarjoavat tietoa eri kohderyhmille. Luku 8 on omistettu ympäristösertifioinneille ja -merkeille, ja siinä keskitytään erityyppisiin ympäristömerkkeihin, tuotteiden ympäristöselosteisiin ja sertifiointijärjestelmiin, jotka kattavat kokonaisia rakennuksia yksittäisten rakennusmateriaalien sijasta.

... inspiroituakseen myönteisistä esimerkeistä Itämeren alueelta.

Viimeisenä, mutta ei vähäisimpänä *”Hyvät esimerkit”* -lukumme (julkaistaan loppuvuodesta 2025) tarjoaa motivaatiota ja ideoita kestävän rakentamisen polun aloittamiseen. Pienimuotoiset rakentamis- ja korjaushankkeet eri puolilta Itämeren aluetta osoittavat, että kestävä rakentaminen on täysin mahdollista!

2 Sanasto

Tämä sanasto on laadittu NonHazCity 3-hankkeen kaikkien julkaisujen lukijoille. Sanastosta löydät selitykset hankkeessa yleisesti käytetyille termeille, jotka auttavat ymmärtämään asiayhteyksiä.



Aine (GHS-järjestelmän mukaan)	Kemiallinen alkuaine ja sen yhdisteet luonnontilassa tai valmistusprosessin tuloksena saatuna. Määritelmä kattaa myös lisäaineet, jotka ovat tarpeen aineen stabiilisuuden säilyttämiseksi sekä epäpuhtaudet, jotka syntyvät käytetyn prosessin seurauksena. Määritelmään ei kuitenkaan sisälly liuottimia, jotka voidaan poistaa vaikuttamatta aineen stabiilisuuteen tai koostumukseen.	CAS-numero	Numero, jonka amerikkalainen kemikaalitietokantapalvelu (Chemical Abstracts Service) antaa aineille. Kukin numero yksilöi yksiselitteisesti yhden aineen. CAS-numeroita käytetään maailmanlaajuisesti.
Alkuaine	Aine, joka koostuu vain yhdenlaisista atomeista ja jota ei voi jakaa kemiallisesti yksinkertaisimmiksi aineiksi. Alkuaineet luetellaan alkuaineiden jaksollisessa järjestelmässä.	Chemicals of concern, CoC, huolta aiheuttavat aineet	Kemikaali voi aiheuttaa huolta aineen luontaisten ominaisuuksien vuoksi (joko yksinään tai yhdessä altistumisen todennäköisyyden kanssa). Huoli voi siis perustua joko vaaraperusteiseen tai riskiperusteiseen arvioon. Vaaraperusteisessa tarkastelussa huoli voidaan jakaa seuraavasti: i) Vaaraluokkiin (esimerkiksi lisääntymiselle vaaralliset aineet aiheuttavat tyypillisesti enemmän huolta kuin ärsyttävät aineet) ii) Todisteiden vahvuuteen, joka on vahvistettu toimivaltaisten viranomaisten toimesta.
Altistuminen / altistus	Ulkoisen tekijän vaikutuksen alaiseksi joutuminen.		
Arkkitehtipalvelut rakennuttamisen / rakentamisen eri vaiheissa	- Hankesuunnittelu - Alustavat suunnitelmat - Lopulliset suunnitelmat - Rakennuslupahakemus - Toteutuspiirustukset - Sopimuksen valmistelu - Sopimusprosessissa avustaminen - Projektinohjaus - Projektin valvonta ja dokumentointi		
BASTA	Yksi Ruotsin kolmesta arviointijärjestelmästä, joka keskittyy rakennusmateriaalien ja-tuotteiden arviointiin.		
Bioakkumulaatio eli -kertyvyys	Aineen pitoisuuden kasvu organismissa ajan kuluessa. Biokertyvät aineet ovat yleensä rasvaliukoisia eli eliöt hajottavat niitä vain vähän tai eivät ollenkaan. Esimerkiksi raskasmetallit voivat kertyä kalojen kudoksiin		
Biosidi	EU:n biosidivalmisteasetuksen (EU nro 528/2011) mukaan biosidivalmiste on aine tai seos, joka on tarkoitettu haitallisten eliöiden torjuntaan kemiallisin tai biologisin keinoin. Valmiste sisältää tai tuottaa yhtä tai useampaa tehoainetta, joiden tarkoituksena on tuhota, torjua, tehdä haitattomaksi tai estää haitallisten organismien toiminta. Biosidivalmiste voi myös olla johdettu muista aineista tai seoksista, joita ei itsessään luokitella biosidivalmisteiksi, mutta joita käytetään samaan torjuntatarkoitukseen muulla kuin puhtaasti fysikaalisella tai mekaanisella tavalla.		
Biomagnifikaatio eli rikastuminen ravintoketjussa	Ekologinen prosessi, jossa aineen, esimerkiksi haitallisen aineen, pitoisuus lisääntyy ravintoketjussa korkeammalla tasolla olevien organismien kudoksissa. Tämä ilmiö on erityisen merkittävä rasvaliukoisten aineiden kohdalla, jotka eivät hajoa tai erity helposti. Pysyvät orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants, POP-yhdisteet) ovat usein tällaisia aineita.		
BNB, Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen	Saksalainen rakentamisen arviointijärjestelmä, joka tarjoaa puitteet rakennusten kestävyysarviointiin.		
BVB, Byggsvarubedömningen	Yksi Ruotsin kolmesta arviointijärjestelmästä, joilla arvioidaan rakennusmateriaaleja ja-tuotteita.		

	muodossa. Kolmannen luokan aineiden käsittely voi puolestaan olla osa korkean kunnianhimon ja ennakoivan kemikaalienhallinnan lähestymistapaa, joka ylittää pelkän sääntelyn minimivaatimusten noudattamisen.	
	EU:n kemikaalistrategian kestävä kehityksen edistämiseksi – kohti haitta-aineetonta ympäristöä mukaisesti huolta aiheuttaviin aineisiin sisältyvät erityisesti: • aineet, jotka liittyvät kiertotalouteen (esim. kierrätettävyyttä haittaavat aineet), • kroonisesti terveys- tai ympäristöhaitalliset aineet (esimerkiksi REACH-asetuksen kandidaattilistalla olevat tai CLP-asetuksen liitteessä VI luokitellut aineet), • sekä aineet, jotka haittaavat turvallisten ja laadukkaiden sekundaaristen raaka-aineiden kierrätystä ja valmistusta.	
	Tämä laaja lähestymistapa korostaa siirtymää reaktiivisesta kemikaalivalvonnasta kohti kokonaisvaltaista, ehkäisevää ja pitkäjänteistä kemikaalienhallintaa, joka tukee sekä terveyttä että kestävä resurssien käyttöä.	
CLP, Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures	Aineiden ja seosten luokitukselta, merkinnöistä ja pakkaamisesta annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008.	
ECHA, European Chemicals Agency	Euroopan kemikaalivirasto.	
Ekomuotoilu eli ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu	Ympäristökestävyyttä koskevien näkökohtien sisällyttäminen tuotteen ominaisuuksiin ja prosesseihin tuotteen koko arvoketjussa.	
Elinkaariarviointi	Tuotteiden (järjestelmien) ympäristövaikutusten arvioimismenetelmä. Arviointi perustuu materiaali- ja energiavirtoihin, jotka kattavat kaikki tuotteen elinkaaren vaiheet. Myös kirjattujen aineiden luokittelu ja luonnehdinta ympäristövaikutusten kannalta (vaikuttavuusarviointi) ja sitä seuraava arviointi sisältyvät elinkaariarviointiin.	
GHS, Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals	Kemikaalien maailmanlaajuinen yhdenmukaistettu luokitus- ja merkintäjärjestelmä eli vapaaehtoinen kansainvälinen sopimus standardoidusta lähestymistavasta kemikaalien vaarojen tunnistamiseksi ja niistä tiedottamiseksi. GHS-järjestelmä määrittää, millaisia vaaroja on olemassa ja antaa kemikaalien haitallisten ominaisuuksien analysointiohjeita. Lisäksi siinä on ehdotettuja vakiolausekkeita, joilla kemikaalien käyttäjiä varoitetaan näistä vaaroista. <u>GHS-järjestelmä</u> on käytössä monissa, mutta ei kuitenkaan kaikissa maailman maissa. EU:ssa se on pantu täytäntöön CLP-asetuksella (ks. CLP).	
GPP ja SPP	Vastuulliset julkiset hankinnat (Green Public Procurement) ja kestävät julkiset hankinnat (Sustainable Public Procurement). Kestävät julkiset hankinnat ovat laajempi lähestymistapa, jossa otetaan huomioon tuotteiden sosiaaliset, ympäristölliset ja taloudelliset tekijät, kun taas vastuulliset julkiset hankinnat keskittyvät ensisijaisesti tuotteiden ympäristönäkökohtiin.	
Haitallinen	Materiaali, aine tai käytäntö, joka sisältää haitallisia tai myrkyllisiä komponentteja ja saattaa aiheuttaa terveysriskejä rakennustyöntekijöille tai rakennuksen käyttäjille taikka ympäristöriskejä.	
		Haitalliset ominaisuudet
		Haitta-aineeton (tox-free)
		Haitta-aineeton rakentaminen
		Harmonisoidut (yhdenmukaistetut) standardit
		Hormonitoimintaa häiritsevät aineet
		Hot spot
		Ikuisuuskemikaalit
		Ilmastoneutraalius
		Jäämä
		Kalvo
		Kantava
		Rakentamisen yhteydessä haitalliset ominaisuudet tarkoittavat rakentamisessa käytettävien materiaalien tai aineiden ominaisuuksia, jotka voivat aiheuttaa riskejä rakennustyöntekijöiden tai rakennusten käyttäjien terveydelle ja turvallisuudelle taikka ympäristölle. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi myrkyllisyys, syttyvyys, syövyttävyys, mistä syystä näitä ominaisuuksia tulee käsitellä huolellisesti mahdollisten vaarojen minimoimiseksi.
		Tarkoittaa myös EU:n <i>zero pollution ambition eli tavoite saasteettomuudesta</i> mukaista lähestymistapaa. Viittaa materiaaleihin ja käytäntöihin, jotka ovat vapaita haitallisista-aineista tai saasteista, edistäen turvallisempaa rakennettua ympäristöä.
		Rakentamistapa, jossa vältetään haitallisten aineiden käyttöä materiaaleissa tai pinnoitteissa ja vähennetään siten rakennusten vaikutusta ihmisten terveyteen ja ympäristöön (erityisesti vesiympäristöön).
		Tarkoittavat standardeja, kuten ne on määritelty Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 1025/2012, 2 artiklan 1 kohdan c alakohdassa, joka koskee eurooppalaista standardointia.
		Kemikaalit, jotka voivat muuttaa hormonijärjestelmän, kuten lisääntymisjärjestelmän tai immuunijärjestelmän, kaltaisia järjestelmiä ja vaikuttaa haitallisesti ihmisten terveyteen tai ympäristöön. Tällaiset kemikaalit voivat vaikuttaa jo hyvin pieninä määrinä ja aiheuttaa pitkäaikaista vahinkoa ihmisille tai eläimille.
		Rakennuksen osa, jossa altistus haitallisille kemiallisille aineille tai päästöille on merkittävää.
		Hitaasti tai erittäin hitaasti hajoavat kemialliset aineet, jotka eivät ole helposti biohajoavia ja jotka säilyvät ympäristössä pitkään. Per- ja polyfluorattuja kemikaaleja (PFAS) kutsutaankin yleisesti ”ikuisuuskemikaaleiksi”.
		Tila, jossa ihmisen toiminta ei aiheuta mitään nettovaikutuksia ilmastojärjestelmään. Tällaisen tilan saavuttaminen edellyttää jäännöspäästöjen tasapainottamista ja päästöjen (hiilidioksidin) vähentämistä sekä sellaisten ihmisen toiminnan alueellisten tai paikallisten biogeofysikaalisten vaikutusten huomioon ottamista, jotka vaikuttavat esimerkiksi valon heijastumiseen maanpinnalta tai paikallisilmastoon. (Lähde: IPCC-ilmastopaneelin sanasto)
		Kemiallisessa tuotteessa tai materiaalissa oleva, yleensä hyvin pieni määrä kemiallista ainetta tai kemiallisia aineita, jotka eivät ole oleellisia tuotteen tai materiaalin käytön kannalta. Jäämät voivat olla epäpuhtauksia, reaktioiden sivutuotteita, reagoimattomia esiasteita, hajoamistuotteita jne.
		Rakentamisessa kalvo voi toimia esteenä tai erottajana. Vesitiiviitä tai säänkestäviä kalvoja käytetään yleisesti kattorakenteissa veden sisään tunkeutumisen estämiseksi.
		Viittaa rakennusosiin, kuten seiniin ja pylväisiin, jotka on suunniteltu kantamaan rakenteen paino ja varmistamaan sen vakaus. Nämä rakennusosat kestävät erilaisia kuormituksia, kuten rakennuksen käytöstä aiheutuvan ja ympäristöstä tulevan kuormituksen painon. Muut kuin kantavat osat, kuten väliseinät, eivät kanna

	rakenteellisia kuormia, vaan jakavat tiloja. Kantavien rakennusosien tunnistaminen on erittäin tärkeää rakennus- ja korjaustöiden turvallisuuden kannalta.
Karsinogeeni eli syöpää aiheuttava aine	Yhdenmukaistetun kemikaalien luokitus- ja merkintäjärjestelmän (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS) mukaan aine tai seos, joka aiheuttaa syöpää tai lisää sen esiintyvyyttä.
Kemiallinen tuote	Kemiallinen aine tai seos, jota myydään teollisuus- ja/tai kuluttajakäyttöön. Esimerkkejä tällaisista tuotteista ovat liimat, lakat tai polymeeriyhdisteet.
Kemiallinen yhdiste	Kemiallinen aine, joka koostuu monista identtisistä molekyyleistä (tai molekyylirakenteista), jotka sisältävät kahden tai useamman kemiallisen alkuaineen atomeja sitoutuneina toisiinsa kemiallisilla sidoksilla. Molekyyli, joka koostuu vain yhden alkuaineen atomeista, ei siis ole yhdiste. Yhdiste voidaan muuttaa toiseksi aineeksi kemiallisen reaktion avulla, jolloin atomien väliset sidokset voivat katketa ja/tai muodostua uusia sidoksia.
	Kemialliset yhdisteet jaetaan neljään päätyyppiin sen mukaan, millaisilla sidoksilla niiden atomit ovat sitoutuneet toisiinsa: • Molekyyliyhdisteet, joissa atomit liittyvät toisiinsa kovalenttisilla sidoksilla • Ioniyhdisteet, joissa sidokset ovat ionisidoksia • Intermetalliset yhdisteet, joissa sidokset ovat metallisidoksia • Koordinaatiokompleksit, joissa sidokset ovat koordinaatiosidoksia (koordinoituja kovalenttisia sidoksia)
Kemikaalcocktail	Useiden (haitallisten) kemikaalien yhteisvaikutuksesta aiheutuvan altistumisen vaikutukset tai mahdolliset vaikutukset (synergiset tai antagonistiset). Useimpien kemikaalisekoitusten vaikutuksia ei tunneta tai niitä ei ole tutkittu laajalti.
Kemikaaliluettelo	Työkalu, jonka avulla voidaan järjestelmällisesti hallita tietoja yrityksen ostamista ja käyttämistä kemikaaleista. Työkalut voivat vaihdella yksinkertaisista Excel-taulukoihin suurten tietotekniikkayritysten tarjoamiin monimutkaisiin materiaalinhallintajärjestelmiin. Kemikaaliluettelossa luetellaan yleensä kaikki yrityksen raaka-aineet ja eritellään sellaisten kemikaalien sisältö, joilla on haitallisia ominaisuuksia, ilmoittamalla ainakin niiden nimi, CAS-numero, vaaratyyppi (esim. GHS-vaaralausekkeiden avulla) ja pitoisuus raaka-aineessa.
Kestävä tai kestävän kehityksen mukainen	Rakentamisessa ”kestävä kehitys” tarkoittaa sellaisten käytäntöjen omaksumista, jotka minimoivat ympäristövaikutukset, asettavat resurssitehokkuuden etusijalle ja ottavat huomioon ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen hyvinvoinnin pitkällä aikavälillä.
Kestävä metsätalous	Vastuullinen metsien valvonta kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Pyrkimyksenä on ekologisten, taloudellisten ja sosiokulttuuristen näkökohtien välinen tasapaino ja puiden hyödyntäminen säilyttäen luonnolliset häiriöt ja uudistumisen. Kestävä metsätalous hillitsee ilmastonmuutosta lisäämällä hiilen varastoitumista puihin ja maaperään sekä varmistamalla uusiutuvien raaka-aineiden kestävän saatavuuden vastuullisella metsänhoidolla.
Kestävän rakentamisen materiaalit	Ovat ympäristöystävällisiä rakennusmateriaaleja, jotka on suunniteltu vähentämään ympäristövaikutuksia ja tehostamaan resurssien käyttöä. Ne eivät ainoastaan edistä ympäristön hyvinvointia, vaan myös parantavat rakennuksessa asuvien ihmisten terveyttä ja viihtyisyyttä.

Kolmen pilarin lähestymistapa	Kestävän kehityksen kolmen pilarin käsitteellä viitataan kolmeen toisiinsa kytkeytyvään painopistealueeseen, jotka ovat ratkaisevan tärkeitä kestävän kehityksen saavuttamiseksi pitkällä aikavälillä. Ensimmäinen pilari on ekologinen kestävyys, joka koskee ekosysteemien terveyden ja hyvinvoinnin varmistamista. Toinen pilari on taloudellinen kestävyys, joka pyrkii edistämään hyvinvointia ja talouskasvua pitkällä aikavälillä ympäristöä vaarantamatta. Kolmas pilari on sosiaalinen kestävyys, joka asettaa etusijalle kaikkien yhteiskunnan jäsenten tasa-arvoisuuden ja hyvinvoinnin. Nämä kolme pilaria ovat riippuvaisia toisistaan, ja ne on tasapainotettava, jotta saavutetaan kestävä kehitys, joka hyödyttää sekä nykyisiä että tulevia sukupolvia.
Komposiittimateriaalit	Tekniset materiaalit, jotka muodostetaan yhdistämällä kaksi tai useampia eri ainesosia tiettyjen suorituskykyominaisuuksien saavuttamiseksi. Ainesosat voivat olla luonnollisia raaka-aineita, synteettisiä materiaaleja tai molempien yhdistelmiä. Kuten lasikuitumuovi tai puumuovikomposiitti
Kovetteet eli kovetin aineet	Aineet, jotka saavat pinnan tai materiaalin, kuten polymeerin, kovettumaan edistämällä molekyylisidosten muodostumista. Kovetin aineita on kolmea eri tyyppiä: pinnan kanssa reagoivat aineet, katalyyttiset aineet, jotka eivät reagoi materiaalin kanssa, ja initiaattorit, jotka käynnistävät kovettumisreaktion, mutta eivät jatkuvasti osallistu siihen.
Kulkeutuminen	Aineiden siirtyminen matriisista toiseen. Esimerkiksi polymeereissä laimennetut pehmentimet kulkeutuvat materiaalin läpi päätyen lopulta pinnalle, josta ne voivat haihtua tai huuhtoutua. Kulkeutumismennopeus on nopeus, jolla siirtyminen tapahtuu.
Käyttöturvallisuustiedote, KTT	Kokoelma tietoja, joita tarvitaan haitallisen aineen tai seoksen turvalliseen käsittelyyn. Maissa ja alueilla, joissa käyttöturvallisuustiedotteet ovat lakisääteisiä, kuten EU:ssa tai Kiinassa, niiden rakenne on yleensä selkeä alakohtineen. Englanniksi käyttöturvallisuustiedote on joko safety data sheet (SDS) tai material safety data sheet (MSDS).
Lakka	Nestemäinen pinnoite, jota käytetään erityisesti puupinnoilla ulkonäköä parantamaan ja suojaamaan pintaa. Lakka saa aikaan läpinäkyvän, kiiltävän tai silkkimäisen pinnan, joka parantaa tuotteen ulkonäköä ja kestävyyyttä sekä suojaa sitä kosteudelta ja UV-säteilyltä.
Lisäaineet	Aineet, joita lisätään muovin tai kumin kaltaisiin materiaaleihin tietyn teknisen laadun saavuttamiseksi. Esimerkkejä lisäaineista ovat pehmentimet, joita lisätään esimerkiksi PVC-muoviin, jotta siitä tulee joustavaa, ja silloitusaineet, joita lisätään polymeereihin, jotta polymeeriketjujen välille muodostuu vakaat sidokset.
Kiertotalous	Resurssien, materiaalien ja tuotteiden suljetun kierron järjestelmä, jossa resurssien ja tuotteiden arvo ja hyöty säilyvät mahdollisimman pitkään, jätemäärä minimoidaan ja resurssitehokkuus maksimoidaan. Kiertotalous edistää kierrätystä, uudelleenkäyttöä, kunnostusta ja jakamista sekä kannustaa helppoon korjaamiseen, päivitettävyyteen ja purkamiseen. Sen tavoitteena on poistaa haitalliset aineet kierrosta ja mahdollistaa kiertotalous, joka vähentää ympäristövaikutuksia.

Nollapäästötavoite, zero pollution ambition	Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa esitetty toimenpideohjelma EU:n kansalaisten ja ekosysteemien suojelemiseksi. Vuoden 2050 nollapäästövisiossa ilman, veden ja maaperän saastuminen vähenee tasolle, jota ei enää pidetä ihmisten terveydelle ja ekosysteemeille haitallisena ja joka kunnioittaa planeettamme sietokyvyn rajoja, luoden siten haitta-aineettoman ja turvallisen ympäristön.
Pakkausmerkintä (GHS-järjestelmän mukaan)	Asianmukaiset haitallista tuotetta koskevat kirjalliset, painetut tai graafiset tiedot, jotka on valittu kohdealan (tai -alojen) mukaan ja on kiinnitetty tai painettu haitallista tuotetta sisältävään astiaan tai haitallisen tuotteen pakkaukseen.
Pienen altistusannoksen vaikutus (low-dose effect)	Biologiset vaikutukset, jotka ilmenevät tavanomaisissa toksikologisissa tutkimuksissa perinteisesti testattuja pienemmillä altistusmäärillä. Termiä käytetään usein altistuksesta, joka alittaa korkeimman havaittavia haittavaikutuksia aiheuttamattoman tason (No Observable Adverse Effect Level eli NOEL) tai ihmisten ympäristöaltistuksen kannalta merkitykselliset tasot. Joidenkin tutkijoiden mukaan tietyt kemikaalit voivat jopa pieninä annoksina jäljitellä hormoneja.
Pinnoitteet	Tuotteen tai esineen pinnalla käytettävät materiaalikerrokset, joiden tarkoitus on suojata tai koristella tuotetta tai esinettä tai aiheuttaa toiminnallisia muutoksia, kuten parantaa sen kestävyyttä, ulkonäköä tai suorituskykyä.
Pintakäsittelyaineet	Materiaalin pintakäsittelyaine, kuten maali, petsi, lakka, vaha tai öljy. Pintakäsittelyaineet voivat olla synteettisiä tai luonnollisia.
Poly- ja (jäännös)monomeerit	Kemian- ja valmistusteollisuudessa käytettävä termi, joka kuvaa polymeerien ja tuotteeseen jäävien reagoimattomien monomeerien yhdistelmää. Polymeerit ovat suuria molekyyliä, joita muodostuu pienempien molekyylien (monomeerien) liittyessä toisiinsa. Jäännösmonomeeri tarkoittaa monomeeriä, joka ei osallistu polymerisaatioprosessiin kokonaisuudessaan, vaan jää jäljelle lopputuotteeseen. Jäännösmonomeerien tarkkailu on tärkeää, sillä ne voivat vaikuttaa lopullisen polymeerituotteen ominaisuuksiin ja turvallisuuteen.
Polymeerit	Suuria molekyyliä, joita muodostuu pienempien molekyylien (monomeerien) liittyessä toisiinsa.
POP-yhdisteet, pysyvät orgaaniset yhdisteet, (Persistent Organic Pollutants)	Alustava POP-yhdisteluettelo laadittiin pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen laatimisen yhteydessä vuonna 2001. Kansainvälisen sopimuksen tarkoituksena on rajoittaa POP-yhdisteiden valmistusta ja käyttöä. Luettelossa oli ensin 13 kemikaalia, mm. pahamaineinen torjunta-aine DDT ja muita orgaanisia klooriyhdisteitä. Luetteloa täydennetään uusilla kemiallisilla aineilla.
Raaka-aine	Käsitlemätön tai vain vähän käsitelty materiaali, joka on lähellä alkuperäistä tilaansa.
Rakennustuoteasetus (Construction product regulation, CPR)	Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011 rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta.

Rakennustuoteluettelo	Luettelo, jossa dokumentoidaan rakennushankkeessa käytetyt materiaalit ja tuotteet keskittyen pääasiassa rakennukseen integroituihin materiaaleihin ja tuotteisiin. Tavoitteena on ylläpitää luetteloa rakennuksen koko elinkaaren ajan, jotta varmistetaan jäljitettävyyys eli tiedetään, missä tiettyjä materiaaleja ja tuotteita on käytetty. Tämä helpottaa kierrätystä ja jätehuoltoa peruskorjausten ja purkamisen aikana.
Raskasmetalli	Metallinen alkuaine, jonka tiheys on suhteellisen suuri verrattuna veteen. Koska oletetaan, että alkuaineen raskaudella ja myrkyllisyydellä on yhteys toisiinsa, myös arseenin kaltaiset puolimetallit, jotka voivat olla myrkyllisiä jo alhaisella altistustasolla, määritellään raskasmetalleiksi.
REACH-ehdokasluettelo	Luettelo erityistä huolta aiheuttavista aineista, josta valitaan REACH-asetuksen liitteeseen XIV (luvanvaraisten aineiden luettelo) sisällytettävät aineet. Ehdokasluettelo laaditaan REACH-asetuksen 59 artiklan mukaisesti.
Riski (terveys ja ympäristö)	Terveys- ja ympäristövahinkojen mahdollisuus, joka kattaa haitalliset aineet, haitalliset olosuhteet, onnettomuudet ja ympäristövahingot.
Seos	Mikä tahansa tarkoituksellisesti tuotettu useamman kuin kahden aineen tai yhdisteen seos. Valmiste on seoksen synonyymi. Esimerkkejä seoksista ovat lakat ja ”lisäainepaketit” eli lisäaineseokset, jotka valmistetaan polymeereihin lisättäviksi.
Seurattava aine	Seoksessa tai rakennusmateriaalissa oleva erittäin pieni määrä tiettyä materiaalia tai ainetta. Vaikka näitä on yleensä vain hyvin pieni määrä, niillä voi olla merkittävä rooli koko materiaalin ominaisuuksiin vaikuttavina tekijöinä.
SundaHus	Yksi Ruotsin kolmesta arviointijärjestelmästä, joka keskittyy rakennusmateriaalien ja -tuotteiden arviointiin.
Suoritusasoilmoitus (Declaration of performance DOP)	Rakennustuoteasetuksen mukainen asiakirja, joka määrittää rakennustuotteisiin liittyvien perusominaisuuksien suoritustason. Suoritusasoilmoituksella valmistaja vakuuttaa, että rakennustuote on ilmoitettujen suoritusasojen mukainen. Toistaiseksi ympäristöominaisuuksia ei oteta huomioon.
Suunnitteluturvallisuus	Turvallisuusominaisuuksien ja -näkökohtien ottaminen huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tällä ennakoivalla lähestymistavalla pyritään tunnistamaan ja käsittelemään mahdolliset vaaratekijät ja varmistamaan, että rakennusprosessi ja valmis rakenne ovat turvallisia työntekijöille, käyttäjille ja ympäristölle.
SVHC, Substances of Very High Concern, erityistä huolta aiheuttavat aineet	Aineet, jotka on sisällytetty REACH-asetuksen ehdokasluetteloon haitallisten ominaisuuksiensa vuoksi.
Säilöntäaine	Aine tai kemikaali, jota lisätään tuotteisiin estämään mikrobikasvua tai ei-toivottujen kemiallisten muutosten aiheuttamaa hajoamista.
Sääntelemättömät haitalliset aineet	Kemialliset yhdisteet, joita käytetään laajalti tai joita esiintyy ympäristössä ja jotka on viime aikoina todettu yhä enenevässä määrin ihmisten terveydelle tai ympäristölle haitallisiksi.
Taustatietokanta	Tietojen tallennukseen ja hallinnointiin suunniteltu tietokanta, jossa loppukäyttäjät eivät pääse tarkastelemaan tai muokkaamaan tietoja suoraan.

Tiivistysaineet	Aukkojen ja saumojen täyttämiseen käytettävät materiaalit, jotka estävät ilman, veden, pölyn tai muiden ympäristöstä tulevien epäpuhtauksien pääsyn rakennukseen.
Tuote	Termi, jota käytetään mistä tahansa esineestä, jota ei pidetä kemikaalina. Yleisesti ottaen tuotteella on fyysinen muoto, joka on merkityksellinen sen toiminnan kannalta, kun taas kemikaalien toiminta perustuu pääasiassa niiden koostumukseen.
Ympäristötuoteseloste (Environmental Product Declaration, EPD)	Asiakirja, joka sisältää tietyn tuotteen elinkaariarviointiin perustuvia tietoja. Elinkaariarviointitietojen lisäksi selosteessa kerrotaan tuotteen teknisistä ja toiminnallisista ominaisuuksista. Ympäristöselosteet on tarkoitettu tavarantoimittajien väliseen viestintään.
Turvallinen	Rakennuksessa ei ole vaaroja tai riskejä, jotka voisivat aiheuttaa haittaa työntekijöille, ympäristölle tai rakennuksessa tai sen lähiympäristössä asuville ihmisille.
Turvallinen ja kestävä suunnittelu, safe and sustainable by design	Vapaaehtoinen kemikaalien ja materiaalien innovaatioprosessin ohjaustapa, jota Euroopan komissio suosittelee ja jonka tavoitteena on: • ohjata innovaatioprosessia kohti siirtymää ympäristöystävälliseen ja kestäväan kehityksen mukaiseen teollisuuteen, • korvata tai minimoida erityistä huolta aiheuttavien aineiden (SVHC-aineet) valmistus ja käyttö nykyisten ja tulevien lakisääteisten velvoitteiden mukaisesti ja niitä tiukemmalla tasolla, • minimoida ihmisten terveyteen, ilmastoon ja ympäristöön kohdistuvat vaikutukset kemikaalien, materiaalien ja tuotteiden hankinnan, valmistuksen ja käytön yhteydessä sekä elinkaaren loppuvaiheessa.
Vaarakategoria (GHS-järjestelmän mukaan)	Kriteerien jako kussakin vaaraluokassa. Esimerkiksi ”välittömästi myrkyllinen suun kautta nautittuna” sisältää viisi vaarakategoriaa ja ”syttyvät nesteet” neljä vaarakategoriaa.
Vaaralauseke (GHS-järjestelmän mukaan)	Vaaraluokalle ja -kategorialle määritetty lauseke, joka kuvaa haitallisen tuotteen aiheuttamien haittojen luonnetta ja tarvittaessa myös haitan astetta. Esimerkiksi kemialliselle aineelle, jonka vaaraluokka on ”syöpää aiheuttava” ja vaarakategoria ”luokka 1A”, voidaan määrittää vaaralauseke ”Voi aiheuttaa syöpää”.
Vaaraluokka	GHS-järjestelmän fyysisen, terveydellisen tai ympäristöriskin luonnetta kuvaava termi, esim. syttyvä kiinteä aine, syöpää aiheuttava aine tai välittömästi myrkyllinen suun kautta nautittuna. Vaaraluokkaa ei tule pitää vaarakategorioiden yleisenä vertailuna.
Vaara (tekijä)	Tilanne, olosuhde tai aine, joka voi aiheuttaa haittaa, loukkaantumisen, omaisuusvahingon tai haitallisia terveysvaikutuksia. Rakennusalalla vaaratekijöitä on monenlaisia, kuten turvattomat työolot, haitalliset materiaalit, laitteiden toimintahäiriöt ja muut riskit, jotka voivat vaarantaa työntekijöiden, rakennusten käyttäjien tai rakennustyömaan turvallisuuden.
Vaaraton	Aineita, joiden osalta on riittävästi näyttöä siitä, etteivät ne täytä vaaralliseksi luokittelun kriteerejä.
Vaarattomat materiaalit (non hazardous)	Rakennushankkeissa käytettävät turvalliset aineet, jotka eivät aiheuta vaaraa ihmisten terveydelle tai ympäristölle.

Vaatimustenmukaisuusvakuutus tai -todistus (Declaration of Conformity/Compliance, DoC)	Allekirjoitettu asiakirja, jolla valmistaja (tai tämän valtuutettu edustaja) vakuuttaa olevansa vastuussa tiettyä tuotetta koskevien tietojen paikkansapitävyydestä ja siitä, että tuote on asiaankuuluvien lakisääteisten vaatimusten tai standardien mukainen. Liitteenä voi olla todiste vaatimusten täyttymisestä.
Vihreän rakentamisen standardit	Vihreän rakentamisen standardit ovat suuntaviivoja, joilla edistetään ympäristöystävällisiä ja energiatehokkaita rakentamiskäytäntöjä keskittyen esimerkiksi energiatehokkuuteen, vedensäästöön ja kestävien materiaalien käyttöön ympäristövaikutusten vähentämiseksi.
VOC, (Volatile Organic Compound), haihtuva orgaaninen yhdiste	Kemikaali, jonka molekyylipaino on yleensä pieni ja jolla on taipumus haihtua helposti ympäristöön. Esimerkkinä huonekalujen hartsista vapautuva formaldehydi.
Yhdiste	Kemiallinen yhdiste on aine, joka koostuu vähintään kahdesta eri alkuaineen molekyyleistä, jotka ovat kemiallisesti sidoksissa toisiinsa.
Ympäristömerkki	Vapaaehtoinen ekotehokkuuden sertifiointimenetelmä ja merkki, joka osoittaa todistetusti ympäristön kannalta turvallisemmat tuotteet. Sertifioitu ympäristömerkki on luotettavin tapa tiedottaa kuluttajille tuotteen ympäristö- ja kemikaaliturvallisuusnäkökohdista.

AO	Associated Organisation, liitännäisorganisaatio	BSR	Baltic Sea Region, Itämeren alue
BVB	Byggarubedömningen, ruotsalainen rakennustuotearviointijärjestö ja-järjestelmä	CMR	Carcinogenic, Mutagenic and Reprotoxic, syöpää aiheuttava, perimää vaurioittava ja lisääntymiselle vaarallinen aine
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Saksan kestävän rakentamisen neuvosto	EDC	Endocrine-Disrupting Chemical, hormonitoimintaa häiritsevä kemikaali
EPD	Environmental Product Declaration, tuotteen ympäristöseloste	GoA	Group of Activity, toimintaryhmä
HS	Hazardous Substances, haitalliset aineet	LCA	Life Cycle Assessment, elinkaariarviointi
LP	Lead Partner, johtava kumppani	NHC3	NonHazCity 3 hanke
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic, pysyvä, biokertyvä ja myrkyllinen	PMT	Persistent, Mobile and Toxic, pysyvä, leviävä ja myrkyllinen
PP	Project Partner, hankekumppani	REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, kemikaalien rekisteröinti, arviointi, lupamenettelyt ja rajoitukset (lainsäädäntö)
vPvB	Very Persistent and Very Bioaccumulative, erittäin hitaasti hajoava ja erittäin hyvin biokertyvä aine	vPvM	Very Persistent and Very Mobile, erittäin hitaasti hajoava ja nopeasti leviävä aine
WP	Work Package, työpaketti		

3 Rakennusmateriaalit ja -tuotteet

Pyrimme tarjoamaan kokonaisvaltaisen yleiskatsauksen rakennusmateriaaleihin ja -tuotteisiin, mutta katalogi ei sisällä tuotemerkkien teknisiä eritelyjä tai tarkempaa tietoa valmistusprosesseista. Keskitymme saatavilla oleviin tietoihin materiaaleista, ja kannustamme lukijoita tutustumaan niihin sekä sisällyttämään kestäviä, terveellisiä ja ympäristöystävällisiä materiaaleja suunnittelu- ja rakennushankkeisiinsa.

Seuraavassa esitellään eri materiaaliluokkia ja annetaan tietoa siitä, mitä tulee pitää mielessä valittaessa tuotetta kyseisestä luokasta. Katalogia voi käyttää apuvälineenä luotaessa tiloja, joissa ihmisten ja ympäristön hyvinvointi asetetaan etusijalle ja jotka edistävät kestävää ja terveellistä rakennettua ympäristöä.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa ”materiaali” tarkoittaa rakentamisessa käytettävää ainetta tai seosta, kun taas ”tuote” on yleensä kahden tai useamman materiaalin yhdistelmä. Sekä materiaaleja että tuotteita arvioidaan kolmen pilarin näkökohdan perusteella: kemikaalit (haitta-aineettomuus), ilmasto (kasvihuonekaasupäästöjen osuus) ja kiertotalous.

Haitallisuutta arvioidaan materiaalin tai tuotteen sisältämien haitallisten aineiden ja sekä sisä- ja ulkoympäristöön asennuksen aikana että pidemmän ajan kuluessa kohdistuvien päästöjen todennäköisyyden, eli työntekijöille mahdollisesti aiheutuvien terveyshaittojen perusteella. Tähän sisältyy myös se, edellyttääkö materiaalin tai tuotteen valmistus ja käyttöänsä lopun hallinta haitallisten aineiden käyttämistä ja/tai päästöjä.

Vaikutukset ilmastonmuutokseen arvioidaan materiaalin tai tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen ja kokonaislämmityspotentiaalin (Global Warming Potential, GWP) perusteella keskittyen tuotevaiheisiin A1–A3. EN 15804 + A1-standardin (Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt) mukaan vaiheet A1–A3 ovat:

- A1 Raaka-aineiden hankinta, sisältää myös uusiораaka-aineiden käsittelyn
- A2 Raaka-aineen ja uusiораaka-aineen kuljetus valmistajalle
- A3 Rakennustuotteiden valmistus ja tuotantoketjun alkupään prosessit kuljetusvalmiiksi

Materiaalin tai tuotteen kiertotalous potentiaali arvioidaan uudelleenkäyttö-, uudelleenvalmistus- ja kierrätyspotentiaalin sekä kierrätettyjen raaka-aineiden määrän perusteella. Tähän sisältyvät kierrätysprosessien kestävyys, laadun ja saatavuuden tarkastelu sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähennysmahdollisuudet materiaalin kierrätyksen aikana. Kierrätysinfrastruktuuria kuvataan tarvittaessa.



Käsitlemätön puu

Kuva 2.
Rakennuspuutavaraa.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Puu on luonnonmateriaali, joka on peräisin puunrungoista, -juurista tai -oksista. Sitä käytetään kantavissa ja ei-kantavissa rakennusosissa.

Käsitlemätöntä puutavaraa/raakapuuta jalostetaan vain rajoitetusti, ja sitä käytetään pääasiassa tukkeina, sahapalkkeina tai lankkuina.

Haitallisuus

Yleisesti ottaen puuta pidetään turvallisena materiaalina eikä käsitlemätön puu aiheuta pilaantumisriskiä luonnonympäristölle. Formaldehydipitoisuuksiin tulee kuitenkin kiinnittää huomiota vasta kaadettujen puiden osalta. Puuelementtien asentaminen ei myöskään aiheuta erityisiä ympäristöriskejä eikä vaadi tavanomaisista poikkeavia työturvallisuustoimia. Puu ei niin ikään aiheuta ympäristöriskejä elinkaarensa loppuvaiheessa.

Ilmasto

Koska materiaalia käsitellään vain vähän ja alueellisen toimitusketjun kuljetusmatkat ovat lyhyitä, käsitlemättömän puun ilmastovaikutukset ovat yleensä vähäiset tuotantovaiheissa A1–A3 (raaka-aineen hankinta, valmistus ja kuljetus). Puu sitoo kasvunsa aikana hiiltä, joten puutuotteita voidaan pitää hiilinieluina, kun niitä käytetään rakennusmateriaaleina ja tuotteina, joiden käyttöikä on huomattavan pitkä. Puumateriaalin ilmastovaikutus vaihtelee maittain ja jalostusasteen mukaan, esimerkiksi Ruotsissa sahatavaran kokonaislämmityspotentiaali GWP on noin 0,08 kg CO₂-ekv./kg (Boverket, 2023). Maajärjestelmän muutoksesta ja hiilensidonnan vähenemisestä johtuvia epäsuoria ilmastovaikutuksia on kuitenkin vaikea määrittää, ja ilmastovaikutuksia koskevia malleja kehitetään jatkuvasti. PEFC- tai FSC-sertifioidun (PEFC, Programme for the Endorsement of Forest Certification ja FSC, Forest Stewardship Council) puun valitseminen auttaa varmistamaan kestävä ketjun, mikä vähentää epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä.

Kiertotalous

Yleisin puun loppukäsittelytapa on energian talteenotto polttamalla. Rakennusmateriaalien kierroksen parantamiseksi ja raaka-aineiden kulutuksen vähentämiseksi tulee kuitenkin suosia materiaalin uudelleenkäyttöä ja kierrättämistä – molemmat ovat mahdollisia käsitlemättömän puutavaran kohdalla (Hafner ym., 2013). Raaka-aineena puu ei voi sisältää kierrätysmateriaaleja, mutta se voidaan kierrättää ja käyttää muissa jalostetuissa puutuotteissa, yleensä pilkkomalla materiaali ja käyttämällä sitä puupohjaisten levyjen valmistukseen. Heikko-

laatuiselle ja saastuneelle jätetuulle pyrolyysikäsitteily on mahdollinen, jolloin materiaali ja energia saadaan talteen pyrolyysiöljyn, biohiilen ja lämmön muodossa. Kierrätysmahdollisuudet riippuvat kuitenkin suuresti puutavaran laadusta ja paikallisesta kierrätysinfrastruktuurista.

Oikein asennettuna puu voi olla erittäin kestävä materiaali. Jotkin maailman vanhimmista puurakennuksista sijaitsevat Norjassa, esim. Stålekleivloftet (varastorakennus), joka on rakennettu 1100- ja 1300-luvun välisenä aikana. Vielä vanhempia puurakennuksia löytyy Japanista Hōryū-jin alueelta: ne on rakennettu 600-luvun loppupuolen ja 700-luvun loppupuolen välisenä aikana (UNESCO, 2023).

Puu on materiaalina erittäin mukautuvaa, joten sitä on helppo hyödyntää, käsitellä, kiinnittää, leikata ja hioa ulkonäön muuttamiseksi. Suurin este puumateriaalien mukauttamiselle uusiin käyttötarkoituksiin ovat märkäliitokset (liima) ja sellaisten kiinnikkeiden laaja käyttö, joiden purkaminen vaatii aikaa.

Käsitlemätöntä puutavaraa voidaan käyttää kaikenlaisissa rakentamisissa kantavista rakennusosista eristysmateriaaleihin ja pintakäsittelyihin sekä sisä- että ulkotiloissa.

Viitteet:

Boverket. 2023. Sawn timber, u 16 %, coniferous. Ilmasto database from boverket - Sawn timber

Hafner, A., Ott, S. J. ja Winter, S. 2013. Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures. Teoksessa S. Aicher, H. -W. Reinhardt, ja H. Garrecht (toim.), Materials and Joints in Timber Structures: Recent Developments of Technology (s. 89–98). Springer Netherlands. https://www.researchgate.net/publication/271135321_Recycling_and_End-of-Life_Scenarios_for_Timber_Structures

UNESCO. 2023. s.a. Buddhist Monuments in the Horyu-ji Area. UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/list/660/>

Merilevä

Kuva 3.
Merilevää.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Merilevä, jota kutsutaan myös makroleväksi, luokitellaan monisolaiseksi makroskooppiseksi leväksi. Se näyttää samankaltaiselta kuin ei-puuvartiset maakasvit, mutta sen rakenne ei ole yhtä monimutkainen. Merilevää on eri muotoista, kokoista ja väristä, joista tunnetuin on rakkolevä.

Merilevää on käytetty perinteisenä raaka-aineena moniin eri tarkoituksiin. Sitä on saatavilla eri puolilla maailmaa, myös Itämeren alueella, ja sitä on helppo kerätä rannoilta. Merilevää kerätään usein järjestelmällisesti turistien suosimilta rannoilta (Pedersen ja Ransby, 2007). Se imee itseensä vettä ja luovuttaa sitä, mikä säätelee kosteutta sisätiloissa (Widera, 2014, Pedersen ja Ransby, 2007). Sillä on myös eristäviä ominaisuuksia.

Haitallisuus

Merilevätuotteet sisältävät yleensä vähän haitallisia aineita, kunhan ne on käsitelty ja varastoitu asianmukaisesti, sillä ne ovat myrkyttämiä ja palonkestäviä osittain suolapitoisuutensa ansiosta, joka myös tarjoaa suojaa bakteereilta, homeilta ja hyönteisiltä. Jos levä pestään, sen suolapitoisuus vähenee, jolloin sitä pitää käsitellä mikro-organismien varalta. Pesu kuitenkin vähentää riskiä suolan suodattumisesta viereisiin metallirakenteisiin. Pieniä määriä arseenin, lyijyn ja kadmiumin kaltaisia raskasmetalleja voi esiintyä, mutta ne aiheuttavat harvoin terveys- tai ympäristöriskejä. Mahdollisia riskejä ovat pölyn hengittäminen käsittelyn aikana ja altistuminen herkistävillä yhdisteillä. Niiden todennäköisyys vaihtelee käyttö- ja käsittelymenetelmien mukaan.

Kestävässä korjuussa merilevä kerätään käsin, puhdistetaan ja kuivataan auringossa, eikä prosessi vaadi lisäaineita. Sen sijaan viljeltyyn merilevään voi liittyä päästöjä ympäristöön, jos tuotannossa käytetään sähköä, synteettisiä lannoitteita, torjunta-aineita tai esimerkiksi HDPE-muovista valmistettuja lautterakenteita. Näiden käytäntöjen välttäminen parantaa viljelyn vastuullisuutta.

Elinkaaren loppuvaiheessa merilevä voidaan kompostoida, jolloin se rikastuttaa maaperää, tai hyödyntää biomassan energiantuotannossa. Jos lopputuote sisältää haitallisia aineita, ne voivat haitata näitä kierrätys- ja hyödyntämismahdollisuuksia.

Ilmasto

Merilevällä on lupaava rooli ilmastonmuutoksen hillitsemisessä, sillä se pystyy sitomaan hiilidioksidia ilmakehästä ja sen tuotanto ja korjuu kuluttavat suhteellisen vähän energiaa. Merilevän hiilen

sidontapotentiaali vaihtelee lajin ja kasvuolosuhteiden mukaan.

Kiertotalous

Merilevämateriaalien kierrätysinfrastruktuureja ei ole vielä yleisesti käytössä. On kuitenkin todennäköistä, että kierrätys- ja jälleenkäsittelyinfrastruktuurit paranevat, kunhan kestävä kehityksen mu kaisten vaihtoehtojen kysyntä kasvaa

Rakennusmateriaaleissa voidaan käyttää myös viljeltyä leväjätettä tai sivutuotteita, kuten kasvualustaan kiinnittyneitä levän osia (jotka eivät ole syötäviä).

Kuivuttuaan merilevä säilyy hyvin pitkään. Se voidaan pakata puukasetteihin, jotta se on suojassa liialliselta kosteudelta eikä suolaa suodatu viereisiin materiaaleihin (Widera, 2014). Suolapitoisuuden pitäminen korkeana vähentää materiaalin syttävyyttä ja alttiutta mikrobien, hyönteisten ja homeiden aiheuttamalle lahoamiselle. Levämateriaalien pesu vähentää niiden kestävyyttä.

Viitteet:

Nakhate, P. ja van der meer, Y. 2021. *Systematic Review on Seaweed Functionality: A Sustainable Bio-Based Material*. Sustainability.

Pedersena, C. ja Ransby, E. 2007. *Production and Properties of Insulation Mats Made from Sea Grass*. Proc. of the 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development, Agios Nikolaos, Kreikka, 24.–26.7.2007.

Widera, B. 2014. *Possible Application of Seaweed as Building Material in the Modern Seaweed House on Læsø*. Wrocławin teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin tiedekunta. 30th international plea conference, [researchgate.net](https://www.researchgate.net).

Olki

Kuva 4.

Olkea.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Olki eli kasvien (yleensä viljakasvien, kuten vehnän, ohran, riisin, kauran ja rukiin) kuivatut varret ovat kasvipäinen materiaali. Myös muita ruoholajeja (*Poaceae*) voidaan käyttää oljen tapaan (Biorefine Cluster Europe, 2023). Oljet ovat kasvien onttoja osia, jotka jäävät jäljelle, kun jyvät tai siemenet on korjattu. Varret ovat usein kuivia, jäykkiä ja kestäviä, joten niitä on mahdollista käyttää moniin eri tarkoituksiin, esimerkiksi rakennusmateriaalina.

Haitallisuus

Oljet sisältävät yleensä vain vähän haitallisia aineita. On kuitenkin tärkeää varmistaa, että oljissa ei ole epäpuhtauksia, kuten hometta ja torjunta-ainejäämiä, jotka voivat aiheuttaa sisäilman laatuongelmia. Käsittelmättömät oljet hajoavat luonnollisesti vapauttamatta haitallisia aineita luontoon. Asennuksen aikana työntekijät voivat altistua pölylle, joka voi aiheuttaa allergisia reaktioita tai muita terveysriskejä. Kemiallisesti käsiteltyjen olkien aiheuttamat terveysriskit riippuvat merkittävästi käytetystä käsittelyaineesta. Asianmukaiset suojavarusteet ja käsittelymenetelmät voivat vähentää joitakin näistä riskeistä.

Olkien tuotanto ei yleensä edellytä haitallisten aineiden käyttöä. Tavanomaiset viljelykäytännöt, kuten synteettisten torjunta-aineiden tai lannoitteiden käyttö, voivat kuitenkin aiheuttaa haitallisten aineiden päästöjä ympäristöön. Näiden vaikutusten minimoimiseksi kannustetaan käyttämään kestäviä viljelykäytännöjä.

Ilmasto

Rakennusmateriaalina olki aiheuttaa yleensä pienen hiilijalanjäljen. Olki varastoi hiiltä kasvunsa aikana ja pidättää sitä rakennusmateriaalina käytettäessä eli se poistaa tehokkaasti hiilidioksidia ilmakehästä. Suurin osa oljen kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu synteettisten lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytöstä. Kestävät viljelykäytännöt ja olkien paikallinen hankinta sivutuotteena vähentävät torjunta-aineiden ja synteettisten lannoitteiden tuotannosta sekä kuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Oljella voi olla myös ilmastomuutosta hillitsevä vaikutus, kun sitä käsitellään pyrolyysillä energian talteenottoa ja biohiilen tuotantoa varten. Se lisää hiilen sidontaa käytettäessä olkipohjaista biohiiltä maanparannusaineena (Azzi ym., 2022).

Kiertotalous

Olkia saadaan usein viljantuotannon sivutuotteena. Niiden hyödyntäminen rakentamisessa energian- ja maanparannustuotannon sekä eläinten kuivikkeiden sijaan parantaa kierrätysastetta. Tämä pidentää materiaalin käyttöikää ja mahdollistaa monipuolisen käytön sen eri elinkaaren vai-

heissa. Oljet voidaan usein kierrättää tai hyödyntää käyttöikänsä lopussa. Käsittelmättömänä olkia voidaan käyttää joko kompostina tai kierrättää termisesti, sillä ne voidaan polttaa energiantuotannossa tai käyttää raaka-aineena biohiilen ja lämmön tuotannossa.

Uudelleenkäyttö- tai kierrätysmahdollisuudet vaihtelevat tuotteen ja paikallisten kierrätysjärjestelmien mukaan. Olkimateriaalien kierrätysinfrastruktuuri on vasta kehittymässä samoin kuin monien muiden uusien kestävien rakennusmateriaalien kierrätys. Olkia voidaan käyttää uudelleen, kompostoida tai kierrättää termisesti ISO-järjestelmän mukaisesti (Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Laatuongelmia voi syntyä, jos kierrätysmateriaaleissa on epäpuhtauksia. Tästä syystä asianmukainen käsittely ja laadunvalvonta ovat olennaisen tärkeitä.

Käytetty olkityyppi voi vaikuttaa kestävyYTEEN, sillä vehnän- ja riisinvärsien sekä muiden lajikkeiden kestävyys lahoa ja tuholaisia vastaan vaihtelee. Asianmukainen käsittely voi vaikuttaa käyttöikään merkittävästi. Rakentamisessa käytettävän oljen kosteuspitoisuuden tulisi olla enintään 15 % (Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2023). Olki soveltuu moniin erilaisiin rakennusalan käyttökohteisiin, kuten eristykseen ja kantaviin rakennusosiin.

Laasteissa ja rappauslaasteissa olkia voidaan yhdistää saven, hiekan ja kuitujen kanssa ympäristöystävällisiksi ja kustannustehokkaiksi materiaaleiksi. Lisäksi savirappauksella päällystetyistä hammppubetonin- ja olkipaalelementeistä voi rakentaa ekologisen rakennuksen vaipan, jolla on hyvät vedenläpäisevyysominaisuudet ja joka tekee sisäympäristöstä terveellisemmän. Kantavissa rakennusosissa oljet yleensä sekoitetaan saveen seinien muodostamiseksi.

Viitteet:

Bauen und Wohnen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 1.11.2023. Dämmstoffe Stroh. <https://baustoffe.fnr.de/daemmstoffe/materialien/stroh/abgerufen>

Biorefine Cluster Europe, l. p. 1.11.2023. Gramitherm – Insulation panels made of grass! <https://www.biorefine.eu/news/gramitherm-insulation-panels-made-out-of-grass/abgerufen>

Azzi, E. S., Jungfeldt, L., Karan, S. ja Sundberg, C., 2022. Mistra Food Futures Report #4. Biochar in Swedish agriculture – straw pyrolysis as a first step towards net-zero.

Korkki

Kuva 5.
Korkkitiliä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Rakennusmateriaaliksi käytettävä korkki on korkkitammien (*Quercus suber L.*) kerättyä kuorta. Puita ei vahingoiteta tai kaadeta keräysprosessissa. Kuori kasvaa takaisin, ja sitä voidaan korjata uudelleen noin yhdeksän vuoden kuluttua. Tämän uusiutuvan prosessin ansiosta korkkirakennusmateriaalit ovat suhteellisen kestävä valinta. Koska kuoren kerääminen kuitenkin vähentää korkkitammien elinvoimaisuutta (Costa, Catela Nunes, Spiecker ja Garca, 2015), aidosti kestäviin viljely- ja keräyskäytäntöihin tulee kiinnittää huomiota, jotta vältetään arvokkaiden ja monimuotoisten korkkiekosysteemien liiallinen hyödyntäminen. Korkkitammia kasvaa yleensä Välimeren alueella ja Pohjois-Afrikassa (GBIF Secreteriat, 2023).

Haitallisuus

Se ei sisällä eikä vapauta haitallisia kemikaaleja, mikä tekee siitä turvallisen ja terveellisen valinnan sisätiloihin. Korkki ei haihduta haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC), mikä edistää parempaa sisäilman laatua. Useimmissa rakennustuotteissa korkkijauhe tai rakeet voidaan sitoa toisiinsa korkin omalla sideaineella, suberiinilla (Brandhorst, Spritzendorfer & Gildhorn, 2012).

Korkin luonnollinen koostumus ilman synteetisiä lisäaineita varmistaa myös sen, ettei siitä vapaudu haitallisia aineita ympäristöön. Asennuksen aikana korkkiin liittyvät terveysriskit koskevat pääasiassa yleisiä rakentamisen työturvallisuusasioita – eivät erityisesti itse materiaalia.

Korkkirakeiden valmistus kuoresta tapahtuu kuorimalla ja jauhamalla, käyttäen laajennusprosesseja, kuten höyrykäsittelyä. Tämä vaatii energiaa, mutta ei yleensä aiheuta haitallisia päästöjä (Brandhorst, Spritzendorfer & Gildhorn, 2012).

Korkki on biohajoava, ja sen hävittäminen onnistuu joko loppusijoituksena tai termisenä kierrätyksenä. Elinkaarensa lopussa käsittelemätön korkki ei aiheuta pitkäaikaista ympäristökuormitusta.

Ilmasto

Korkkipohjaisten materiaalien ympäristövaikutukset on yleensä pieniä erityisesti tuotantovaiheissa A1–A3. Tämä johtuu siitä, että korkkipuiden kaaruna on uusiutuva materiaali ja tuotannon energiankulutus on suhteellisen pientä. Haittapuolena on kuitenkin se, että korkki pitää kuljettaa kasvu- paikastaan Välimeren alueelta tai Pohjois-Afrikasta käyttökohteeseen (GBIF Secreteriat, 2023). Lisäksi korkilla voi olla epäsuoria ilmastovaikutuksia maankäytön kautta.

Kiertotalous

Korkkipohjaisia rakennusmateriaaleja voidaan usein valmistaa kierrätetystä korkista, erityisesti pullonkorkeista. Käyttöikänsä lopussa korkkipohjaiset rakennusmateriaalit voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää. Kierrätetyn korkkimateriaalin saatavuus ja laatu voivat vaihdella paikallisen kysynnän ja kierrätysinfrastruktuurin mukaan. Kierrätetty korkki on yleensä hyvälaatuista, sillä korkki säilyttää ominaisuutensa hyvin.

Korkki on tunnettu kestävyystään ja mukautuvuudestaan. Se kestää lahoamista, kosteutta ja tuholaisia sekä säilyttää ominaisuutensa ajan myötä. Se on myös huokosaktiivinen ja höyryä läpäisevä materiaali, mikä lisää korkkimateriaalia sisältävien tuotteiden kestävyttä. Korkkimateriaalit myös auttavat säätelemään rakennuksen kosteutta. Korkki soveltuu ääni- ja lämmöneristysominaisuuksiensa ansiosta moniin erilaisiin käyttökohteisiin, kuten lattiapäällysteisiin ja sisäkattoihin (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012). Lisäksi se soveltuu kondenssieristeeksi.

Koska korkki on luonnollinen ja kestävästi korjattu materiaali, sen kierrättämisellä voidaan tasapainottaa kuoren keruun haitallisia vaikutuksia yksittäisille puille ja sitä kautta ekosysteemeille. Näin ekosysteemeille voidaan antaa lisää aikaa korkin kasvattamiseen kestävästi ja toimimiseen todellisen luonnon monimuotoisuuden lähteenä. Vaikka korkkimateriaalien kierrätysinfrastruktuuri ei vielä ole yhtä kehittynyt kuin joidenkin muiden materiaalien, kuten metallien, sen kasvava suosio johtaa todennäköisesti kierrätyslaitosten kehittymiseen ajan myötä.

Viitteet:

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J. ja Gildhorn, K. 2012. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Costa, A., Catela Nunes, L., Spiecker, H. ja Garca, J. 2015. Insights into the Responsiveness of Cork Oak (*Quercus suber L.*) to Bark Harvesting. Economic Botany, Vol. 69, No. 2 s. 171–184.

GBIF Secreteriat. 3. 11.2023. *Quercus suber L* in GBIF Secreteriat. GBIF Backbone Taxonomy. Tarkistusluettelotietokanta, <https://doi.org/10.15468/39omej>. www.GBIF.org abgerufen

Ruoko

Kuva 6.
Ruokonippuja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Ruo'ot ovat pitkiä ja ohuita ruohomaisia kasveja, jotka kasvavat soiden, joenpenkkojen sekä järvien ja lammikkojen rantojen kaltaisilla kosteikkoalueilla Keski-Euroopassa. Ruo'on varret ovat onttoja ja kasvit saattavat kasvaa erittäin pitkiksi, jopa useamman metrin korkuisiksi.

Haitallisuus

Ruoko on myrkytön rakennusmateriaali. Se on höyryä läpäisevää ja estää kosteuden tiivistymistä seinien tai rakenteisiin. Tämä luonnollinen hengittävyys parantaa sisäilman laatua, lisää käyttömukavuutta ja minimoi homeen kasvun riskin. Luonnollisessa ympäristössään ruo'ot ovat huokosaktiivisia ja säätelevät kosteutta. Ruoko ei sisällä tai eritä haitallisia aineita, joten se on turvallinen materiaali sekä sisä- että ulkokäyttöön.

Ruo'ot sidotaan usein yhteen langoilla, jotka pitävät varret yhdessä. Tällaisten ruokopaneelien valmistus ja asennus eivät yleensä aiheuta haitallisia päästöjä ympäristöön tai merkittäviä terveysriskejä asentajille.

Ruoko on luonnollinen kosteikkokasvi, joka kasvaa ilman torjunta-aineita tai lannoitteita, mikä vähentää myrkyllisten aineiden käyttöä sen viljelyssä. Raaka-aineen talteenotto-prosessissa ei yleensä käytetä haitallisia aineita.

Käsitlemättömänä ruoko voidaan käyttöikänsä lopussa käyttää uudelleen, hyödyntää, kierrättää tai kompostoida sen jälkeen, kun mahdolliset lankasidokset on poistettu. Myös energiana hyödyntäminen on mahdollista.

Ilmasto

Ruo'on ilmastovaikutukset ovat pieniä tuotantovaiheissa A1–A3. Kestävät viljely- ja korjuukäytännöt, mukaan lukien vuosittainen niitto kosteikkoekosysteemien säilyttämiseksi, ovat ympäristönsuojeluperiaatteiden mukaisia. Ruoko sitoo itseensä kasvihuonekaasuja säilyttäen samalla kosteikon ekosysteemin (Karstens, Inácio ja Schernewski, 2019).

Kiertotalous

Luonnolliset ruokotuotteet voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää käyttöiän lopussa. Ruokotuotteet on suunniteltu siten, että niiden vaikutus ympäristöön hävittämisen yhteydessä on mahdollisimman pieni.

Käytettyjen ruokomateriaalien saatavuus voi vaihdella paikallisen kysynnän ja kierrätysinfrastruktuurin mukaan. Jos ruokopaneeleja käsitellään huolellisesti purkamisen aikana, uudelleen-

käytettävät paneelit säilyvät hyvälaatuisina (esim. sisätiloissa käytön jälkeen), ja niitä voidaan käyttää uudelleen monissa eri rakennusosissa. Toisaalta kuluneiden ruokopaneelien laatu voi olla verrattain heikkoa, ja ne soveltuvat paremmin energian talteenottoon polton, kompostoinnin tai biokaasun tuotannon kautta.

Ruoko kestää tunnetusti hyvin lahoamista, kosteutta ja tuholaisia. Tämän ansiosta se säilyttää ominaisuutensa hyvin (esimerkiksi olkikaton käyttöikä voi olla jopa sata vuotta). Ruoko soveltuu erilaisiin rakennusalan käyttökohteisiin, kuten lämpö- ja äänieristykseen (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012) sekä seinärakenteisiin.

Ruo'on kestävän kehityksen mukaisuus ja vähäiset ilmastovaikutukset edistävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Samoin kuin korkkipohjaisten tuotteiden, ruo'on uudeleenkäyttö auttaa vähentämään mahdollisia vaikutuksia ekosysteemeihin.

Vaikka ruokomateriaalien kierrätysinfrastruktuuri ei ole yhtä kehittynyt kuin joidenkin muiden materiaalien, kuten metallien, kestävien rakennuskäytäntöjen kasvava suosio johtaa todennäköisesti kierrätyslaitosten kehittymiseen ajan myötä.

Viitteet:

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J. ja Gildhorn, K. 2012. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Karstens, S., Inácio, M. ja Schernewski, G. 2019. Evaluation of Ecosystem Service Provision in Coastal Reed Wetlands Under Different Management Regimes. Frontiers in Environmental Science, Vol 7, Article 63.

Hamppu

Kuva 7.
Hamppukuituja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Hamppua pidetään yleisesti kestävän kehityksen mukaisena raaka-aineena. Hamppukasvi (*Cannabis sp.*) on helposti viljeltävä ja sitoo hiiltä nopeasti. Torjunta-aineita ja lannoitteita sekä kuljetuksia ei yleensä tarvita tai ne voidaan pitää vähäisinä (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen 2023; Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012). Yleensä rakennusmateriaaleina käytetään hamppukasvien varsien lyhyet niinikuidut (Crini, Lichtfouse, Chanet ja Morin-Crini 2020).

Haitallisuus

Hamppu on myrkytön rakennusmateriaali. Se ei sisällä tai eritä mitään haitallisia aineita, joten se on turvallinen materiaali sekä sisä- että ulkokäyttöön. Käsittelemättömät hamppupohjaiset materiaalit eivät aiheuta terveysriskejä sisäympäristössä. Hamppupohjaisten materiaalien valmistuksesta ja asennuksesta ei yleensä aiheudu haitallisia päästöjä ympäristöön. Käsittelemättömät hamppupohjaiset materiaalit ovat yleisesti ottaen turvallisia käsitellä, eikä asennuksesta aiheudu merkittäviä terveysriskejä työntekijöille.

Hamppua viljellään mahdollisimman vähän torjunta-aineita ja lannoitteita käyttäen, mikä vähentää haitallisten aineiden tarvetta sen viljelyssä. Raaka-aineen talteenotto-prosessissa ei yleensä käytetä haitallisia aineita eikä siitä aiheudu päästöjä.

Ilmasto

Hampun ilmastovaikutukset ovat pieniä tuotantovaiheissa A1–A3. Hamppukasvien kestävä ja alueellinen kasvatus auttaa sitomaan hiilidioksidia ilmakehästä. Hamppukasvi voidaan hyödyntää kokonaisuudessaan: kuidut, lehdet ja siemenet. Useimpien rakennusmateriaalien tuotannossa käytettävät kuidut vaativat vain vähän käsittelyä, mikä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä valmistuksen aikana.

Kiertotalous

Käsittelemättömät hamppumateriaalit ovat ympäristöystävällisiä käyttöikänsä lopussa. Ne voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää (Reinhardt ym., 2019), mikä vähentää hävittämisen ympäristövaikutuksia. Huomiota tulee kiinnittää sekä komposiitteihin, joihin hamppua on yhdistetty, että mahdollisiin kemiallisiin käsittelyihin. Komposiitit ja kemiallinen käsittely voivat vaikeuttaa hampun kierrätettävyyttä.

Kierrätettyjen hamppupohjaisten materiaalien saatuus ja laatu voivat vaihdella paikallisen kysynnän ja kierrätysinfrastruktuurin mukaan (Reinhardt ym., 2019). Kierrätetyt materiaalit ovat yleensä hyvälaituisia ja niitä voidaan käyttää uudelleen monissa eri rakennusalan käyttökohteissa.

Hamppupohjaiset materiaalit ovat tunnetusti kestäviä ja mukautuvia. Vain vähän käsitelty hamppupohjaiset materiaalit kestävät yleensä hyvin lahoamista, kosteutta ja tuholaisia, mikä varmistaa lämmön- ja ääneneristyksen,

hengittävyys ja rakenteellisen vahvuuden kaltaisten ominaisuuksien säilymisen ajan myötä.

Kuten useimpien kasvipohjaisten ja luonnollisten raaka-aineiden kohdalla, materiaalin uudelleenkäytön, uusiokäytön tai kierrätyksen osuuden kasvattaminen tietyn rakennuselementin valmistuksessa lieventää viljelyn tai luonnosta tapahtuvan keruun vaikutuksia ekosysteemeihin. Mitä enemmän materiaalia saadaan uudelleen hyödynnettyä, sitä vähemmän tarvitaan intensiivistä viljelyä. Onko tällä vaikutusta kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen, riippuu kuitenkin siitä millä tavalla ja mistä järjestelmästä (esim. viljelymenetelmä, kasvupaikka) hamppu on alun perin korjattu, mistä muista materiaaleista kierrätetty aines on erotettava sekä miten erotusprosessi käytännössä toteutetaan. Kokonaisvaikutus ilmastoon siis riippuu suuresti materiaalin elinkaaresta ja prosesseista, joita tarvitaan sen uudelleenkäyttöön.

Hamppupohjaisten materiaalien kierrätysinfrastruktuuria voidaan parantaa ja hamppumateriaalien uudelleenkäytössä on jonkin verran potentiaalia. Tällä hetkellä yleisin skenaario on energiana hyödyntäminen sementtitehtaissa uusiutuvana vaihtoehtona kivihiilelle (Reinhardt ym., 2019).

Hamppua käytetään monilla eri teollisuudenaloilla, kuten rakennusmateriaalien, elintarvikkeiden ja tekstiilien tuotannossa (Crini, Lichtfouse, Chanet ja Morin-Crini, 2020). Lisätietoja hampusta valmistetuista rakennusosista on esitetty hamppubetonia ja -eristeitä käsittelevissä kapaleissa.

Viitteet:

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2023. WECOBIS. von Flachs/Hanf-Dämmstoffe - Rohstoffe / Ausgangsstoffe: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html>

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J. ja Gildhorn, K. 2012. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Crini, G., Lichtfouse, E., Chanet, G. ja Morin-Crini, N. 2020. Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. Environmental Chemistry Letters, Vol 18, issue 1, pages 1451–1476.

Reinhardt, J., Veith, C., Lempik, J., Knappe, F., Mellwig, P., Giegrich, J., Voß, I. 2019. Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Heidelberg/Neckargemünd.

Pellava

Kuva 8.
Pellavakuitupaneeleita
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Pellava (*Linum usitatissimum*) on ruohokasvi, jota on käytetty moniin eri tarkoituksiin jo tuhansia vuosia. Se on itäisen Välimeren alueen ja Aasian länsiosien alkuperäiskasvi, ja se suosii elinympäristöjä, joissa on paljon typpeä.

Pellava on monikäyttöinen materiaali, jota käytetään eristykseen ja putkien tiivisteinä. Luonnollinen linoleumi sisältää pellavaöljyjä, ja lakat voivat olla pellavaöljypohjaisia. Kestävyydestään ja mukautuvuudestaan tunnetut pellavamateriaalit ovat joustavia ja vetolujia. Niiden vedenimeytymiskyky takaa tasaiset eristysominaisuudet. Lisäksi pellavakuidut sisältävät luonnollisia hyönteisiä ja jyrsijöitä karkottavia aineita (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012). Pellavasta valmistettu rakennusmateriaali on yleensä höyryä läpäisevää ja huokosaktiivista, minkä ansiosta se estää kosteuden muodostusta tehokkaasti.

Haitallisuus

Luonnolliset käsittelemättömät pellavapohjaiset materiaalit ovat myrkyttömiä, turvallisia sisä- ja ulkokäyttöön ja edistävät terveellistä ympäristöä. Pellavan tuotannossa syntyy vain vähän haitallisten aineiden päästöjä, joten pellava on kestävä valinta. Sitä on helppo viljellä paikallisesti, ja se vaatii vain vähän tai ei lainkaan torjunta-aineita ja lannoitteita (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Pellavapohjaiset materiaalit ovat yleisesti ottaen turvallisia käsitellä, eikä asennuksesta aiheudu merkittäviä terveysriskejä työntekijöille. Pellavanviljelyn ympäristövaikutukset ovat vähäisiä ja kemiallisia aineita käytetään vain vähän. Perinteistä talteenotto-prosessia, johon kuuluu veteen upottaminen ja pektiiniä syövien mikro-organismien käyttäminen, on kehitetty. Nykyään halutun lopputuloksen saavuttamiseksi käytetään loukutusmenetelmiä, joihin liittyy vettä, entsyymejä, tuhkaa tai pinta-aktiivisia aineita.

Käsittelemätön pellavamateriaali voidaan käyttää lopussa kompostoida, mikä takaa mahdollisimman pienet ympäristövaikutukset. Tiettyjen pellavatuotteiden kestävä kehityksen mukaisuuden varmistaminen on tärkeää, sillä käsittelyaineet ja viimeistelyt lisätään yleensä valmistusprosessin loppuvaiheessa tai sen jälkeen.

Ilmasto

Pellavamateriaalien hiilijalanjälki on pieni tuotantovaiheissa A1–A3. Pellavan kestävä viljely ja tuotannon ja tuotantopaikan läheisyys vähentävät kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä. Yhteyttävänä organismina pellava lisäksi sitoo itseensä hiilidioksidia ilmakehästä. Useimpien rakennusmateriaalien tuotannossa käytettävät kuidut vaativat vain vähän käsittelyä, mikä vähentää entisestään kasvihuonekaasupäästöjä valmistuksen aikana.

Kiertotalous

Pellavapohjaiset materiaalit ovat luonnostaan kompostoituvia, ja ne voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää, kunhan ne eivät sisällä haitallisia käsittely- tai viimeistelyaineita (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Pellava tunnetaan kestäväyydestään ja muuntomiskyvystään. Materiaalina se on joustava ja omaa korkean vetolujuuden, mikä tekee siitä sopivan erilaisiin rakennuskäyttöihin. Sen vedenimeytymiskyky auttaa säilyttämään tasaiset lämmöneristysominaisuudet vaihtelevissa olosuhteissa. Lisäksi pellavakuidut sisältävät luonnollisia yhdisteitä, jotka torjuvat hyönteisiä ja jyrsijöitä (Brandhorst, Spritzendorfer & Gildhorn, 2012). Vaikka kierrätysinfrastruktuuri kaipaa vielä kehitystä, pellavan uudelleenkäytössä ja uusiokäytössä rakennuselementeissä on merkittävää potentiaalia – erityisesti silloin, kun materiaali on vapaa haitta-aineista.

Pellava on monipuolinen luonnonmateriaali, jota käytetään muun muassa:

- lämmöneristeenä
- putkistojen tiivistemateriaalina
- luonnonlinoleumissa (pellavaöljyn osana)
- pellavaöljypohjaisissa lakoissa ja pintakäsittelyissä

Pellavan luonnollisuus ja alhainen haitta-ainekuormitus tekevät siitä kiinnostavan vaihtoehdon kestävä rakentamisen ratkaisuihin.

Viitteet:

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J. ja Gildhorn, K. 2012. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow-Prüzen.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2023. WECOBIS. Flachs/Hanf-Dämmstoffe- Rohstoffe / Ausgangsstoffe: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html>

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2023. WECOBIS. Abgerufen am 1. 9.2023, Flachs/Hanf-Dämmstoffe - Nachnutzung: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/flachs-daemmstoffe.html>

Sisal

Kuva 9.
Sisalkuituja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Sisalkuituja saadaan Etelä-Meksikossa kasvavan agaaven pitkistä piikkisistä lehdistä. Kuitu uutetaan kuivatuista ja harjatuista lehdistä. Näin saatava tuote voidaan kutoa esimerkiksi matoiksi ja suodatinkankaiksi. Sisalista valmistetut matot ovat jo pitkään olleet sisustajien suosikkeja maanläheisen ja rustiikkisen rakenteensa ansiosta. Koska sisal on erittäin kestävä, se on hyvä kokolattiamattomateriaali käytävien ja olohuoneiden kaltaisille alueille, joiden käyttöaste on korkea. Sisalkuituja käytetään myös polypropeenikomposiiteissa ja betonin kuituvahvikkeena.

Haitallisuus

Sisal on myrkytöntä, se ei sisällä haitallisia aineita eikä aiheuta terveysriskejä.

Ilmasto

Sisalmatot voivat olla ympäristöystävällinen valinta, koska sisal on luonnollinen ja biohajoava kuitu, jonka viljely voi olla vähävaikutteista. Agaave kasvaa kuitenkin vain tietyissä ilmasto-olosuhteissa, joten sisalia joudutaan kuljettamaan pitkiä matkoja.

Kiertotalous

Sisal muunnetaan yleensä energiaksi polttamalla käyttöikänsä lopussa. Sitä voidaan kuitenkin kierrättää ja se on helposti biohajoavaa. Tehokkaita kierrätysjärjestelmiä ei kuitenkaan vielä ole käytössä. Sisalin kierrätysastetta pidetään sen vuoksi tällä hetkellä heikkona, mutta sen uskotaan parantuvan ajan myötä.

Viitteet:

dos Santos, G. Z. B., Caldas, L. R., Melo Filho, J. de A., Monteiro, N. B. R., Rafael, S. I. M. ja da Silva, N. M. 2022. Circular alternatives in the construction industry: An environmental performance assessment of sisal fiber-reinforced composites. Journal of Building Engineering, 54, 104603. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104603>.

Kookos

Kuva 10.

Kookoskuituja.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kookosmateriaalit valmistetaan vanhoista kookospalmuista, jotka eivät enää tee hedelmiä. Vanhojen kookospalmujen puuaines on tiivistä, joten se soveltuu hyvin esimerkiksi lattiapäällystemateriaaliksi. Kookospalmut kasvavat nopeasti, ja niitä voidaan pitää uusiutuvana luonnonvarana. Kookospalmuista valmistettuja tuotteita voidaan pitää kestävän kehityksen mukaisina. Myös kookospähkinöiden kuoria voidaan käyttää materiaalina. Kookospähkinän kuorista saatavaa kuitua kutsutaan kookoskuiduksi. Näistä pitkistä kuiduista voi valmistaa lankaa, josta puolestaan voi kutoa mattoja. Kuidut kestävät kovaakin kulutusta, ja ne ovat hyvä lattiapäällystemateriaali. Kookoskuitulattiapäällyste on kestävä vaihtoehto perinteisille matoille. Ne ovat ympäristöystävällisiä ja myrkyttömiä ja sopivat hyvin allergikoille. Näillä lattiapäällysteillä on myös merkittäviä eristys- ja melunvaimennusominaisuuksia, jotka ovat erityisen hyödyllisiä suurissa tiloissa tai tiloissa, joissa liikkuu paljon ihmisiä.

Haitallisuus

Kookospalmun puuaines ja kookospähkinöiden kuoret ovat myrkyttömiä eivätkä ne sisällä haitallisia aineita. Kuitujen uutto- ja jalostusprosessissa käytettävän liotusprosessin aikana orgaanisten aineiden ja kemikaalien päästöillä läheisiin vesistöihin voi kuitenkin olla haitallisia vaikutuksia paikalliseen ekosysteemiin (Abraham ym., 2013).

Ilmasto

Kookoksen tuotannon ilmastovaikutukset aiheutuvat pääasiassa torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytöstä tuotantovaiheissa A1–A3. Lisäksi metsäkadosta ja luonnon monimuotoisuuden vähenemisestä voi aiheutua epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä, kun luontoon kohdistuva kuormitus kasvaa kookoksen kasvavan kysynnän vuoksi. Koska kookoskuitu on sivutuote, sen kokonaisympäristövaikutusta ei voida katsoa materiaalin aiheuttamaksi, mutta orgaanisten ja uusiutuvien materiaalien maailmanlaajuisen kysynnän kasvaessa ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon ja varmistaa kestävä arvoketju. Kookospalmut kasvavat vain tietynlaisessa ilmastossa, joten myös materiaalin kuljettaminen valmistajalta käyttöpaikkaan aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä. Käytävissä olleista tietolähteistä ei löytynyt yleisiä tietoja kookoksen ympäristövaikutuksista.

Kiertotalous

Kookosta saadaan usein maataloustuotannon sivutuotteena, ja sen hyödyntäminen rakennustarkoi-

tuksiin kulutustuotteiden, energiantuotannon tai maaperän parantamisen sijaan on suositeltavaa. Kookoskuidut voidaan joko kompostoida käsittelemättöminä tai kierrättää termisesti eli polttaa energiantuotannossa. Laajoja järjestelmiä kookoskuitujen kierrättämiseen käyttöikänsä lopussa ei ole vielä käytössä.

Viitteet:

Abraham, E., Deepa, B., Pothan, L. A., Cintil, J., Thomas, S., John, M. J., Anandjiwala, R. ja Narine, S. S. 2013. Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre. Carbohydrate Polymers, 92(2), s. 1477–1483.

Ali, B., Hawreen, A., Ben Kahla, N., Amir, M. T., Azab, M. ja Raza, A. 2022. A critical review on the utilization of coir (coconut fiber) in cementitious materials. Construction and Building Materials, 351, 128957. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128957>

Reddy, N. 2019. Sustainable applications of coir and other coconut by-products. Cham: Springer International Publishing.

Luonnonkumi

Kuva 11.

Luonnonkumimattoja

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Luonnonkumia eli kautsua valmistetaan parakautsupuun (*Hevea brasiliensis*), joka tunnetaan myös nimellä kumipuu, maitiaisnesteestä. Maitiaisneste jalostetaan luonnonkumiksi, jota voidaan käyttää kaupallisiin tarkoituksiin. Luonnonkumista valmistetut tuotteet ovat yleensä tukevampia ja kestävämpiä kuin synteettisestä kumista valmistetut.

Haitallisuus

Luonnonkumi on myrkytöntä eikä sisällä haitallisia aineita. Haitallisten aineiden päästöjä sisä- tai ulko- ympäristöön ei synny luonnonkumista valmistettujen tuotteiden käytön aikana.

Ilmasto

Luonnonkumi on orgaaninen aine ja uusiutuva luonnonvara. Ilmastovaikutukset tuotantovaiheissa A1–A3 (raaka-aineiden hankinta, valmistus ja kuljetus) syntyvät pääasiassa koneiden, torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytöstä sekä käsittelystä ja kuljetuksesta. Epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä syntyy metsäkadosta ja maankäytön muutoksesta johtuvasta luonnon monimuotoisuuden vähenemisestä.

Kiertotalous

Luonnonkumi on biohajoavaa eli maatuva. Yleisin loppukäsittelytapa on energian talteenotto polttamalla. Luonnonkumin kierrätysinfrastruktuuri ei yleisesti ottaen ole kovin kehittynyttä.

Viitteet:

Ansari, A. H., Jakarni, F. M., Muniandy, R., Hassim, S. ja Elahi, Z. 2021. Natural rubber as a renewable and sustainable bio-modifier for pavement applications: A review. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125727.

Lampaanvilla

Kuva 12.
Lampaanvillaisia eristelevyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Lampaanvillapohjaisissa rakennusmateriaaleissa käytetään yleensä alueellisista lammaspopulaatioista peräisin olevaa villaa. Ennen materiaalien käyttöä tulee varmistaa, että lampaat on kasvatettu vastuullisesti. Monissa maissa lammasmauhoja käytetään myös maisemanhoitoon.

Haitallisuus

Käsittämätön luonnollinen lampaanvillaeriste ei sisällä mitään haitallisia aineita, ja sillä on ainutlaatuinen kyky neutraloida formaldehydejä, mikä edistää terveellisempää sisäympäristöä (Sweredjuk, Wortmann ja Zwiener; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Lisäksi lampaanvilla on höyryä läpäisevä ja huokosaktiivinen aine, joka pystyy imemään itseensä vettä jopa 30 % omasta painostaan menettämättä lämmöneristysominaisuuksiaan. Tästä syystä se säätelee tehokkaasti sisäilman kosteutta ja estää homekasvuston syntymistä.

Lampaanvillaa saatetaan käsitellä pesu- ja väriaineilla, mutta käsittämättömät lampaanvillapohjaiset rakennusmateriaalit ovat yleensä turvallisia eikä niistä haihdu haitallisia aineita sisä- tai ulkoilmaan.

Kestävällä villantuotannolla voidaan tukea arvokkaita biomeja. Keritty villa pestään, ja tiettyjä käyttötarkoituksia varten siitä voidaan poistaa lanoliini, lampaanvillarasva. Jos villa on tarkoitus käyttää eristykseen, lanoliinia ei poisteta, ja villaan sekoitetaan usein polyesterin tai maissipohjaisen polylaktidin kaltaisia stabiiloivia synteettisiä kuituja, jotta materiaali voidaan muotoilla kestäviksi levyiksi (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012).

Lampaanvillamateriaaleja voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää ja kierrättää. Vanhemmat eristeinä käytetyt materiaalit saattavat kuitenkin sisältää bromattuja palonestoaineita tai koinsuoja-aineita, jotka sisältävät booraksin kaltaisia haitallisia aineita. Yksi kierrätysvaihtoehto on villan käsittely esimerkiksi auto-teollisuudessa uudelleenkäyttöön kelpaaviksi kuiduiksi. Käsittämättömän lampaanvillamateriaalin kompostointi on mahdollista, mutta usein käytetyt hyönteismyrkyt, joita käytetään villan keratiinia syövien tuhohyönteisten torjuntaan, saattavat estää kompostoinnin. Energian talteenotto polttamalla on myös mahdollinen hävittämisvaihtoehto (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Ilmasto

Villan tuotannon ilmastovaikutukset vaihtelevat lampaiden kasvatusolosuhteiden ja alueen mukaan. Laajamittainen ja kestävästi hoidettu lammastalous voi kuitenkin ylläpitää ja uudistaa arvokkaita kulttuurimaisemia ja puoliksi luonnollisia alueita, erityisesti niitty- ja

nummialueiden ekosysteemejä. Villan puhdistuksen ja jatkokäsittelyn voidaan katsoa kuluttavan suhteellisen vähän energiaa synteettisiin tai mineraalisiin materiaaleihin verrattuna. Lisäksi tekstiiliteollisuuden hylkäämän huonolaatuisemman villan hyötykäyttäminen voi johtaa pienempiin kasvihuonekaasupäästöihin.

Kiertotalous

Käsittämätön lampaanvilla, joka on käyttökelpoista rakentamisessa, käytetään usein uudelleen, hyödynnetään tai kierrätetään, joten villa on hyvin kierrätettävää riippuen paikallisista kierrätysjärjestelmistä. Tällä hetkellä rakentamisessa käytetään pääasiassa heikkolaatuisempaa villaa, joka ei sovellu tekstiiliteollisuuteen (Bosia ym., 2015). Kierrätetty villa voi tehokkaasti integroituna vähentää lampaiden määrää, mikä lievittää ekosysteemeihin kohdistuvaa kuormitusta.

Rakennusmateriaaleissa käytetyn villan laatu säilyy yleensä hyvänä kierrätyksen jälkeen (Bosia ym., 2015). Lampaanvillaa voidaan jalostaa joustaviksi materiaaleiksi, jotka kestävät 20 000 taivutusta 180 Celsius-asteessa (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012) tai jäykiksi levyiksi. Villassa voi kuitenkin olla haitallisia perimetriinin kaltaisia kemikaaleja villan keratiinia syövien hyönteisten torjunnan vuoksi.

Lampaanvilla on luonnollisten lämpö- ja äänieristysominaisuuksien ansiosta ihanteellinen materiaali rakennusten eristämiseen. Sitä käytetään myös suodatinkankaissa, huovutetuissa villalevyissä ja komposiiteissa, mikä laajentaa sen käyttömahdollisuuksia kestävässä rakentamisessa.

Viitteet:

Bosia, D., Savio, L., Thiebat, F., Patrucco, A., Fantucci, S., Piccablotto, G., & Marino, D. (2015). Sheep wool for sustainable architecture. *Energy Procedia*, Vol 78 pages 315–320.

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). *Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen*. Gülzow-Prüzen.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. (2023). WECOBIS. Abgerufen am 1. September 2023 von Schafwolle-Dämmstoffe-Nachnutzung: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/>

Sweredjuk, R., Wortmann, G., & Zwiener, G. (kein Datum). Schafwolle als reaktives sorbens für luftschadstoffe im innenraum. Aachen, Köln, Kempten.

Puukuidut

Kuva 13.
Puukuitueristeitä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Puukuitu materiaalit valmistetaan luonnollisesta puusta. Osa kuitumateriaaleista tuotetaan puujätteestä, sahanpurusta tai hakkeesta. Hiukkaskoon mukaan niistä voidaan valmistaa monenlaisia rakennuselementtejä, kuten levyjä ja eristeitä. Useimmat tuotteet sisältävät sideaineita tai liimoja, jotka voivat sisältää haitallisia aineita ja päästää huoneilmaan VOC-yhdisteitä, kuten formaldehydiä. Lisäksi tuotantoprosessit ja pintakäsittelyt vaihtelevat, ja niissä käytetään erilaisia prosessi- ja lisäkemikaaleja, joilla voi olla vaikutuksia tuotteen turvallisuuteen ja ympäristövaikutuksiin.

Haitallisuus

Puukuidusta jalostetut materiaalit eivät välttämättä ole haitallisia. Riippuen siitä, miten kuidut kiinnittyvät toisiinsa lopullisessa rakennusosassa, niistä voi kuitenkin vapautua haitallisia aineita, mm. VOC-yhdisteitä (Reinhardt ym., 2019). VOC-yhdisteet voivat lisätä sisäilman haitta-ainepitoisuuksia, mikä voi aiheuttaa terveysongelmia, kuten päänsärkyä, hengitysvaikeuksia sekä silmien, nenän ja kurkun ärsytystä.

Kun VOC-yhdisteitä vapautuu ilmakehään, ne voivat edistää alailmakehän otsonin (smogin) muodostumista, mikä heikentää ilmanlaatua ja voi aiheuttaa terveysongelmia sekä ihmisille (Halios ym., 2022) että eläimille. Lisäksi jotkut VOC-yhdisteet voivat reagoida muiden ilmakehän yhdisteiden kanssa muodostaen toissijaisia epäpuhtauksia (Atkinson, 2000), jotka voivat vaikuttaa ekosysteemeihin, vesien laatuun ja lisätä kasvihuoneilmiötä.

Puukuitumateriaalien asennus ei aiheuta lisäterveysvaikutuksia – mahdolliset vaikutukset liittyvät itse asennettuun tuotteeseen.

Valmistusprosessin aikana liimojen, viimeistelyaineiden ja käsittelyaineiden kaltaisten kemikaalien käyttö voi mahdollisesti aiheuttaa ympäristön pilaantumista ja vaikuttaa tuotantoprosessissa työskentelevien ihmisten terveyteen. Näitä haitallisia aineita on myös valmiissa tuotteissa, vaikkakin tuotannon aikaisia pitoisuuksia vähemmän. Haitallisia aineita sisältävän jätteen epäasianmukainen hävittäminen voi saastuttaa ekosysteemejä.

Puukuitumateriaaleja, joissa ei ole liimojen, käsittelyjen tai muovivahvisteiden mukanaan tuomia haitallisia aineita, voidaan käyttää uudelleen, kierrättää, kompostoida tai käyttää biopolttoaineena käyttöikänsä päässä.

Ilmasto

Puukuitumateriaalien hiilijalanjälki on pieni elinkaarivaiheen tuotantovaiheissa A1–A3. Puukuitujen hiilensidontapotentiaali edistää niiden ilmastoneutraaliutta. Vanhojen käsittelemättömien puukuitujen

käyttäminen vähentää jätemääriä ja varastoi niihin sitoutuneen hiilen pidemmäksi aikaa.

Kiertotalous

Puukuitumateriaaleja valmistetaan usein puuteollisuuden jätteistä ja sivutuotteista, jolloin jätteet eivät päädy kaatopaikalle ja uusiutuvaa luonnonvaraa käytetään materiaalien valmistukseen energiankäytön asemesta. Tällaisia materiaaleja voidaan usein käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää käyttöikänsa lopussa, mikä edistää niiden kiertotaloutta. Materiaalien saatavuus ja laatu sekä mahdollisuus käyttää niitä samaan tarkoitukseen käyttöiän päättyessä vaihtelevat paikallisen kysynnän ja kierrätysmahdollisuuksien mukaan. Liimalla yhdistettyjä puukuituja ei voi kierrättää kierrättämättä myös sideaineiden sisältämiä haitallisia aineita.

Monet puukuitupohjaiset tuotteet valmistetaan yleisesti jäännös- tai ylijäämäpuukuidusta, mutta sideaineita ja liimoja ei voida hyödyntää samalla tavoin kierrätysmateriaaleista.

Puukuitumateriaaleista voidaan valmistaa erilaisia tuotteita, joilla on monipuolisia käyttötarkoituksia. Niiden kestävyys ja muunneltavuus riippuvat vahvasti siitä, miten eri materiaalit on yhdistetty tuotteen rakenteessa.

Luonnolliset puukuitumateriaalit voivat osaltaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, kun ne otetaan huomioon kiertotalouden mukaisessa rakentamisessa. Puukuitumateriaalien pienet kasvihuonekaasupäästöt valmistuksen aikana ja ilmastoneutraalius tekevät niistä yleensä ensisijaisen materiaalivehtoehdon.

Infrastruktuuri puun kierrättämiseksi puukuitumateriaaliksi on olemassa, mutta tuotteiden kierrätystä voidaan vielä kehittää.

Viitteet:

Atkinson, R. 2000. Atmospheric chemistry of VOCs and NOx. *Atmospheric Environment*, Vol 4, s. 2063–2101.

Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleton, A., Marczylo, T. ja Dimitroulopoulou, S. 2022. Chemicals in European residences – Part I: A review of emissions, concentrations, and health effects of volatile organic compounds (VOCs). *Science of the Total Environment*.

Reinhardt, J., Veith, C., Lempik, J., Knappe, F., Mellwig, P., Giegrich, J., Voß, I. 2019. Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. *Heidelberg/Neckargemünd*.

Paperi- ja selluloosamateriaali

Kuva 14.
Selluloosaeristevillaa.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Paperi ja selluloosa ovat läheisesti toisiinsa liittyviä materiaaleja, jotka ovat pääasiassa kasviperäisiä ja olennaisia raaka-aineita monenlaisissa tuotteissa ja käyttökohteissa. Selluloosa on orgaaninen polysakkaridi, joka koostuu useista sadoista tai tuhansista toisiinsa sidoksissa olevista D-glukoosiyksiköistä koostuvasta lineaarisesta ketjusta. Se on viherkasvien ja levien soluseinien ensisijainen rakenneosana ja maapallon yleisin orgaaninen polymeeri. Selluloosaa saadaan pääasiassa puusta ja puuvillasta, ja sitä käytetään paperin, kartongin ja muiden materiaalien valmistukseen.

Haitallisuus

Paperi ja selluloosamateriaalit eivät yleensä sisällä mitään haitallisia aineita. Kasviperäisten raaka-aineiden mukana materiaaliin voi kuitenkin päätyä vähäisiä määriä torjunta-aineiden ja biosidien kaltaisia haitallisia aineita. Paperimateriaalien kierrätyksessä tulee kiinnittää huomiota musteisiin, väriaineisiin valkaisuaineisiin, painoväripoistoaineisiin ja kiinnitteesiin, jotka saattavat sisältää haitallisia kemikaaleja.

Valkaisuaineiden ja musteiden kaltaisista paperituotteiden jäännöskemikaaleista peräisin olevat VOC-yhdisteet voivat vaikuttaa sisäilman laatuun (Alam ja Sharma, 2023). Perinteinen klooripohjainen valkaisu, jossa käytetään haitallisia orgaanisia klooripitoisia yhdisteitä, kuten dioksiineja, on nyky-aikaisissa prosesseissa suurelta osin korvattu turvallisemmilla vaihtoehdoilla. Vanhemmat kloorivalkaistut paperimateriaalit saattavat kuitenkin edelleen aiheuttaa terveysriskejä. Vesiohenteisten musteiden ja liimojen käyttöä suositellaan, koska niistä haihtuu vähemmän haitallisia aineita.

Suoraa ihokosketusta paperimateriaaleihin, jotka sisältävät haitallisia aineita, kuten bromattuja palonestoaineita eristeissä, tulisi välttää. Vaikka paperin kierrätys on ympäristön kannalta hyödyllistä ja vähentää uusien raaka-aineiden tarvetta, se voi tuoda mukanaan epäpuhtauksia, jos prosessia ei hallita asianmukaisesti. Vesipohjaisten musteiden ja liimojen käyttöä suositellaan, sillä ne vapauttavat vähemmän haitallisia aineita ja tukevat turvallisempaa kierrätystä ja käyttökokemusta.

Neitseellisestä materiaalista valmistettu paperi ja selluloosamateriaalit voidaan kompostoida tai käyttää biopolttoaineena käyttöikänsä lopussa. Niiden hävittäminen ei yleensä vaikuta merkittävästi ympäristöön. Jos materiaalit on käsitelty tai valmistettu haitallisia aineita sisältävästä kierrätyspaperista, on niitä käsiteltävä huolellisesti käyttöiän loppuvaiheessa. Kierrätysprosesseissa on estettävä haitallisten aineiden päätyminen ympäristöön ja sisäilmaan.

Ilmasto

Paperin ja selluloosamateriaalien hiilijalanjälki on suhteellisen pieni tuotantovaiheissa A1–A3 (ÖKO-BAUDAT, 2023). Paperin ja selluloosamateriaalien tuotantoon kuluu yleensä suhteellisen vähän energiaa, mikä osaltaan vaikuttaa niiden alhaiseen ilmakehän kokonaislämmityspotentiaaliin. Toimitusketjussa käytettävien muiden kuin kestävän kehityksen mukaisten metsätalouskäytäntöjen aiheuttamia välillisiä ilmastovaikutuksia on kuitenkin vaikea arvioida määrittäen. PEFC- tai FSC-sertifioitujen paperin valitsemisen auttaa varmistamaan kestävän arvoketjun.

Kiertotalous

Neitseellisestä raaka-aineesta valmistettu käsittelemätön paperi ja selluloosamateriaalit soveltuvat usein kierrätykseen tai energian talteenottoon polttamalla. Kierrätyspaperi, jossa on käytetty kestävän kehityksen mukaisia painovärejä ja väriaineita, parantaa kiertotaloutta ja kierrätysmahdollisuuksia.

Tällaisten materiaalien kierrätysinfrastruktuuri on vakiintunut, mutta tuotteiden kierrätetyn materiaalin pitoisuus vaihtelee ja toistuva kierrätys voi vaikuttaa heikentävästi paperin laatuun. Monipuolisia materiaaleja käytetään mm. höyrynsulku- ja eristystuotteissa, vaikka ne voivat olla herkkiä kosteudelle (Brandhorst, Spritzendorfer ja Gildhorn, 2012).

Paperin ja selluloosamateriaalien kiertotalous voi pienentää kasvihuonekaasupäästöjä etenkin, jos materiaalit hankitaan kestävästi ja pidetään käsittelemättöminä. Paperin ja selluloosamateriaalien pienet kasvihuonekaasupäästöt valmistuksen aikana ja kierrätysmahdollisuudet tekevät niistä kestävän kehityksen mukaisia.

Viitteet:

Alam, I., & Sharma, C. (2023). Degradation of paper products due to volatile organic compounds. *Scientific Reports*, Vol 13 article number 6426 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23898-z>.

Brandhorst, J., Spritzendorfer, J., & Gildhorn, K. (2012). Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. *Gülsow-Prüzen*.

Ökobaudat. (29. November 2023). Prozessdatensatz Kraftpapier. Von https://oekobaudat.de/OEKOKAUDAT/datasetdetail/process.xhtml?uuid=03f8e9cd16ee-4ece-93bc-b68441d34afe&version=20.23.050&stock=OBD_2023_I&lang=deabgerufen

Käsitelty puu

Kuva 15.
Kyllästettyä puuta.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Puunsuoja-aineet sisältävät kemiallisia aineita, jotka suojaavat puuta sieniltä, homeelta tai tuholaisilta. Puu voidaan käsitellä pintakäsittelyllä, pakottamalla säilöntäaineita puun sisään (paineekyllästetty puu) tai lämpökäsittelyllä (lämpöpuu). Turhaa kosteudelle altistumista on mahdollista välttää valitsemalla oikeat rakenneratkaisut ja sijoituspaikat, mutta joissakin sääolosuhteille alttiissa paikoissa painekyllästetty puu voi olla ainoa soveltuva vaihtoehto.

Lämpöpuu on vähemmän haitallinen vaihtoehto kemiallisesti käsitellylle puulle, ja markkinoilla on myös puunsuoja-aineita, joita ei ole luokiteltu haitallisiksi. Lämpöpuu käsitellään ainoastaan lämmön avulla eikä se sisällä mitään haitallisia aineita.

Yleisiä käsitellystä puusta valmistettuja rakenteita ovat julkisivut ja terassit. Käsitelty puurunko on yleinen omakoti- ja kerrostaloissa, koska sillä voidaan vähentää rakennuksen ilmastovaikutuksia verrattuna betoni- tai tiilirakenteisiin.

Puu voidaan myös käsitellä paloa hidastavaksi (Fu ym., 2017).

Haitallisuus

Puuta itsessään pidetään turvallisena materiaalina sekä sisä- että ulkokäytössä asennuksen ja valmistuksen aikana ja myös purkamisen jälkeen. Käsitelty puu on voitu käsitellä ainoastaan lämmön avulla tai se voi sisältää ympäristölle haitallisia aineita. Nykyään puun käsittelyyn käytetään yleisesti erilaisia kuparisuoloja (Westin, 2020). Ympäristöön huuhtoutuessaan kupari on haitallista vesieliöille, ja noin 10–20 % kuparista oletetaan huuhtoutuvan puusta ensimmäisen vuoden aikana käsittelyn jälkeen (Lihammar ym., 2021). Myös palonestoaineina käytettyjä haitallisia aineita voi päätyä sekä luontoon että sisäympäristöön materiaalin elinkaaren aikana.

Mahdollisuuksien mukaan on suositeltavaa käyttää lämpöpuuta, vaarattomilla suoja-aineilla käsiteltyä puuta tai käsittelemätöntä puuta, joka on pintakäsitelty esimerkiksi pellavaöljyllä.

Ilmasto

Puun ilmastovaikutukset ovat suhteellisen pieniä muihin materiaaleihin verrattuna (Andersson, 2020). Mänty- tai kuusipuun yleinen kokonaislämmityspotentiaali on <0,4 kg CO₂-ekv./kg tuotantovaiheissa A1–A3 (Boverket, 2023). Puu varastoi eli sitoo itseensä hiiltä, mistä syystä se soveltuu tuotteisiin, joiden käyttöikä on pitkä. PEFC- tai FSC-sertifioidusta puusta valmistettujen tuotteiden valitseminen auttaa varmistamaan kestävän arvoketjun, mikä pienentää maankäytön epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä.

Kiertotalous

Puuta pidetään uusiutuvana luonnonvarana, ja sitä voi uudelleen käyttää ja kierrättää. Puun käyttöikä voidaan pidentää erilaisilla käsittelyillä, esim. lämpökäsittelyllä, kuparisuoloilla ja erilaisilla öljyillä. Paineekyllästetty puu poltetaan yleensä energiantuotannossa. Käsitelty puu tulee käyttää uudelleen, jos se vain on mahdollista. Paineekyllästetyn puun käyttöä rakenteissa tulee välttää ja sisällyttää sitä rakenteisiin vain silloin, kun se on välttämätöntä esim. sääolosuhteille erityisen alttiissa paikoissa.

Kaiken kaikkiaan käsitelty puu on kestävän kehityksen mukainen materiaali, jota voidaan käyttää rakentamisessa esimerkiksi terasseissa ja julkisivuissa. Sen ilmastovaikutukset ovat suhteellisen pienet, se on uusiutuva materiaali, joka voidaan käyttää uudelleen, ja käsittelyn mukaan sen haitallisuutta voidaan pitää vähäisenä. On suositeltavaa käyttää lämpöpuuta tai piidioksidilla painekyllästettyä puuta tai pintakäsitellä puu pellavaöljyllä.

Viitteet:

Andersson, J. 2020. A climate impact comparison between four facade materials for an apartment building (ruotsiksi). Kandidaatintutkielma s. 2 ja 18, Uumajan yliopisto.

Boverket. 2023. Plywood. [Climate database from Boverket- Plywood](#)

Fu, F., Lin, L. ja Xu, E. 2017. Functional pretreatments of natural raw materials. Teoksessa M. Fan ja F. Fu (toim.), Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction (s. 87–114). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100411-1.00004-2>

Lihammar, R., Edlund, E. ja Nerentorp, M. 2020. Prestudy – copper leaching from impregnated wood compared with other copper flows in Sweden. Report U 6481. IVL Swedish Environmental Research Institute, https://organowood.com/wp-content/uploads/2022/03/U6481-Forstudie-kopparurlakning-fran-impregnerat-virke-jamfort-med-ovriga-kopparfloden-i-Sverige_vers2.pdf

Westin, F. 2020. Träskyddsaktuellt. Is pressure treated wood bad for the health (ruotsiksi), <https://traskydd.com/2020/04/ar-tryckimpregnerat-tra-en-halsobov/>

Luonnon linoleumi

Kuva 16.

Linoleumi lattiapäällyste rullia.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Koostumukseltaan yksinkertainen luonnonlinoleumi valmistetaan pellavaöljystä, juutista ja korkkijauhasta. Siihen saatetaan lisätä myös kalkkikiveä, sahanpurua, luonnonhartseja ja pigmenttejä.

Luonnonlinoleumi on myrkytön, kestävä, pitkäikäinen ja mekaanisesti luja materiaali.

Se ei kuitenkaan ole täysin vedenkestävä, pitkäaikainen altistuminen kosteudelle voi aiheuttaa turpoamista, vääntymistä ja rakenteellisia vaurioita. Tästä syystä luonnonlinoleumia ei suositella kosteisiin tiloihin, kuten keittiöihin tai kylpyhuoneisiin. Huolellisesti hoidettuna ja säännöllisesti uudelleentivistettynä linoleumi kestää kuitenkin rajallista kosteutta.

Haitallisuus

Luonnonmateriaaleista valmistettu luonnonlinoleumi on myrkytön tuote. Siitä ei esimerkiksi haihdu ihmisen terveydelle haitallisia VOC-yhdisteitä.

Ilmasto

Luonnonlinoleumin raaka-aineet ovat peräisin uusiutuvista luonnonvaroista. Luonnollisen linoleumin tuotantovaiheiden A1–A3 kokonaislämmityspotentiaali on 3,7 kg CO₂-ekv./m² (linoleumin paino 3 kg/m²) tai 1,24 kg CO₂-ekv./kg. (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Luonnonlinoleumi on osittain kierrätettävä tuote, ja sekä asennuksessa ylijäävä materiaali että käytetty linoleumi voidaan kierrättää. Luonnonlinoleumin ainesosat eivät myöskään aiheuta terveysriskejä ihmisille tai eläimille, mikä tekee kierrätysprosessista yksinkertaisemman. Käytetyn linoleumin kierrätysinfrastruktuuri ja -järjestelmät voivat kuitenkin vaihdella alueittain.

Viitteet:

Rosso, F., Pisello, A. L., Pigliautile, I., Cavalaglio, G. ja Coccia, V. 2020. Natural, bio-based, coloured linoleum: Design, preparation, characteristics and preliminary life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, 267, 122202. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122202>

ÖKOBAUDAT. 2023. Linoleum. [Ökobaudat- Linoleum](#)

Kalkkikivi/kalkki

Kuva 17.
Murskattua kalkkikiveä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kalkkikivi eli kalsiumkarbonaatti on sedimenttikivi, jota louhitaan laajasti eri puolilla maailmaa, myös Itämeren alueella. Kalkkia valmistetaan kuumentamalla kalkkikiveä (CaCO_3), jolloin syntyy hiilidioksidi (CO_2) ja poltettua kalkkia (CaO). Poltettu kalkki reagoi veden kanssa muodostaen sammutettua kalkkia (Ca(OH)_2), jota kutsutaan yleisesti kalkiksi.

Kalkkia on käytetty rakennusmateriaalina jo antiikin ajoista lähtien laastien, rappausten ja muurauslaastien pääraaka-aineena, ja se on yhä yksi tärkeimmistä rakennusmateriaaleista. Kalkki on myös merkittävä ainesosa betonissa. Rakennuksissa kalkki sitoo ilmasta hiilidioksidia, jolloin sen lujuus kasvaa ajan myötä kalsiumkarbonaattikiteiden muodostuessa (Van Balen, 2005).

Haitallisuus

Koska kalkki on emäksistä, se ärsyttää ja syövyttää ihoa, silmiä ja hengitysteitä. Kalkkipölyn hengittämistä tulee välttää, ja henkilösuojaimia on suositeltavaa käyttää käsittelyn aikana.

Ilmasto

Kalkin tuotannosta aiheutuu hiilidioksidipäästöjä, sillä hiilidioksidia vapautuu kalkkikiveä kuumennettaessa. Myös jalostukseen käytetyllä energialla voi olla merkittävä ilmastovaikutus. Rakennuksissa oleva kalkki sitoo kuitenkin osan tuotannossa vapautuvasta hiilidioksidista ajan myötä.

Kiertotalous

Kalkki on periaatteessa ”uudelleenkäytettävää”, sillä sitä voidaan sellaisenaan polttaa ja kosteuttaa toistuvasti. Kalkkia kuitenkin käytetään pääasiassa muiden rakennustuotteissa käytettävien materiaalien osana eikä sitä voi erottaa tuotteen elinkaaren loppuvaiheessa. Kalkkia sisältäviä rakennusmateriaaleja, kuten betonia, voidaan käyttää uudelleen esim. asfaltoinnissa ja viherrakentamisessa tai täyttömaana. Kalkin kiertotalousaste katsotaan näin ollen alhaiseksi.

Viitteet:

Van Balen, K. 2005. Carbonation reaction of lime, kinetics at ambient temperature. Cement and concrete research, 35(4), 647–657.

ÖKOBAUDAT. 2023. Lime. [Ökobaumat- Lime](#)

Savi

Kuva 18.

Auringossa kuivuneita savitiiliä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Savi on luonnollinen sedimenttimateriaali, jota esiintyy runsaasti maan pinnalla muodostaen osan maaperästä. Savella on lukuisia käyttötarkoituksia, ja sitä käytetään laajalti myös rakentamisessa. Savi ei ole yksittäinen mineraali, vaan se koostuu savimineraaleista (alumiinisilikaateista) ja sisältää erilaisia metalli-ioneja, jotka vaikuttavat sen väriin, muovautuvuuteen ja muihin ominaisuuksiin. Saven laatu (puhtaus), väri, rakenne ja työstettävyys vaihtelevat esiintymispaikan mukaan, mutta useimpia savityyppejä voidaan käyttää rakentamiseen. Tiettyjä savimineraaleja, esim. kaoliinia (valkoinen savimineraali), voidaan käyttää erityistarkoituksiin, kuten valkoiseen seinärappauslaastiin.

Polttamatonta savea voidaan käyttää rakennusmateriaalina saviseinä-, olkipaali- ja savirappausseinärakenteiden valmistuksessa tai muotoilla tiiliksi, joista rakennetaan savitiiliseiniä. Polttamaton savi on kuitenkin altista kosteudelle. Savi on erittäin suosittu rakennusmateriaali lämpimässä ja kuivassa ilmallassa, mutta edellä mainitusta syystä vähemmän suosittu kosteissa ilmastoissa.

Nykyaikaisessa rakentamisessa käytetään usein poltettuja savimateriaaleja (tiiliä ja laattoja). Savea voidaan käyttää myös sisäseinien rappaukseen, ja myös savimaaleja on olemassa.

Haitallisuus

Savi on myrkytön luonnonmateriaali, joka ei aiheuta ympäristö- tai terveysriskejä.

Ilmasto

Savea esiintyy runsaasti useimmilla alueilla, joten paikallisesti hankitun saven kasvihuonekaasupäästöt ovat vähäisiä. Saven valmistelu käyttöä varten ei vaadi paljon energiaa, ja kuljetuksesta aiheutuvia päästöjä pidetään vähäisinä.

Kiertotalous

Koska savi on luonnonmateriaali, se voidaan palauttaa luontoon käyttöikänsä lopussa. Uudelleenkäyttö- tai kierrätysmahdollisuudet ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja vaihtelevat muun muassa tuotteen tyyppin, käytettyjen lisäaineiden ja liimojen mukaan.

Poltetusta savesta valmistettuja rakennusosia, kuten tiiliä ja kattotiiliä, voi käyttää uudelleen, mutta kierrätysmateriaalin paikallinen saatavuus ja toiminnan taloudellinen kannattavuus voivat vaihdella. Poltetusta savesta valmistettuja rakennusosia uudelleen käytetään usein viherrakentamisessa ja täyttömaana. Kiertotalousastetta voidaan siis pitää melko alhaisena, vaikka materiaalilla onkin suurta potentiaalia hyvän kestävyytensä ansiosta.

Viitteet:

Shubbar, A. A., Sadique, M., Kot, P. ja Atherton, W. 2019. Future of clay-based construction materials – A review. *Construction and Building Materials*, 210, s. 172–187.

Kevytsora

Kuva 19.
Kevytsorarakeita.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kevytsora eli (Leca-sora) on savesta valmistettu luonnollinen mineraalipohjainen tuote. Se koostuu kevyistä, huokoisista, soikeista tai pyöreistä savirakeista, jotka on valmistettu käsittelemällä raakasavea erittäin korkeissa lämpötiloissa (n. 1200 °C). Kevytsoran lämpö- ja äänieristysominaisuudet ovat erinomaiset. Kevytsora on vedenkestävää. Se kestää hyvin myös kuumuutta eikä ole altis sienille, homeille, tuhohyönteisille ja jyrsijöille. Yksi kevytsoran tärkeimpiä ominaisuuksia on sen hyvä puristuslujuus.

Kevytsoraa käytetään yleisesti esimerkiksi eristeissä, betoniharkoissa, betonilaatoissa ja kevytbetonissa.

Haitallisuus

Kevytsora on reagoimatonta ja myrkytöntä eikä se sisällä haitallisia lisäaineita. Kevytsorasta ei tapahdu vaarallista liukenemista, vaikka se olisi kosketuksessa maan, veden tai sateen kanssa. Se ei myöskään vapauta VOC-yhdisteitä tai muita vaarallisia aineita.

Ilmasto

Kiviaineksen paisuttamiseen tarvitaan energiaa. Kevytsoran (raekoko 4/16) kokonaislämmityspotentiaali materiaalikiloa kohti tuotantovaiheissa A1–A3 on 0,3771 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Kevytsora on kestävä, sen käyttöikä on pitkä ja se on huoltovapaa materiaali. Kevytsora on sataprosenttisesti kierrätettävissä tai uudelleenkäytettävissä useita kertoja. Kiviaineksen voi käyttää uudelleen sellaisenaan toisessa rakennushankkeessa, mikäli se ei ole fyysisesti vaurioitunutta tai sisällä haitallisia aineita. On helpompaa käyttää uudelleen tai kierrättää kevytsoraa, jota on käytetty esimerkiksi rakennuksen päällä lämmöneristeenä kuin silloin, kun sitä on käytetty maantäyttömateriaalina tai rakennuksen pohjarakenteissa. Uudelleenkäytettävää kevytsoraa voidaan sisällyttää uusiin kevytsoraharkkoihin tai käyttää uuden kevytsoran valmistuksessa. Kun kevytsoraa käytetään betonin kanssa, se kierrätetään betonina.

Viitteet:

Agrawal, Y., Gupta, T., Sharma, R., Panwar, N. L. ja Siddique, S. 2021. A comprehensive review on the performance of structural lightweight aggregate concrete for sustainable construction. *Construction Materials*, 1(1), s. 39–62.

ÖKOBAUDAT. 2023. Expanded clay granulate.
[Ökobaudat- Expanded clay granulate](#)

Kipsi

Kuva 20.
Kipsimurikoita.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kipsi (kidevedellinen kalsiumsulfaatti $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) on luonnossa laajalti esiintyvä pehmeä mineraali, jolla on suuri kaupallinen merkitys. Sitä käytetään pääasiassa rakennusteollisuudessa kipsikartonkilevyjen valmistukseen. Kipsiä käytetään myös sementin ja erilaisten laastien valmistuksessa sekä sisätiloissa käytettävien koristekipsielementtien valmistamiseen.

Louhittu kipsi kuumennetaan tiettyyn lämpötilaan, jotta siitä haihtuu vettä. Kuivattu kipsi jalostetaan kipsilevyiksi tai lisätään rappauslaastiin tai muihin seoksiin. Kuivattu kipsi reagoi veden kanssa luovuttaen lämpöä ja jähmettyen kiinteään muotoon.

Haitallisuus

Kipsin ei katsota olevan ympäristölle tai terveydelle haitallista, mutta kipsipölyn hengittämistä tulee kuitenkin välttää.

Ilmasto

Kipsimineraalin kuumennus valmistusprosessissa sekä kipsilevyjen kuivatus aiheuttavat suurimman ilmastovaikutuksen tuotteen elinkaaren aikana, yhdessä loppusijoituksen eli kaatopaikkakäsittelyn kanssa. Kaivostoiminnan, puhdistuksen ja kuumennuksen lisäksi kipsiin ei liity juurikaan muita työvaiheita, joten sen kasvihuonekaasupäästöjen määrä on melko alhainen. Kipsin tuotannon (A1-A3) kokonaisilmastovaikutus (GWP) on noin 0,1–0,3 kg CO_2 -ekv./kg (Ökobaumat, 2024).

Kiertotalous

Kipsi on periaatteessa kierrätettävissä, mutta se tulee jauhaa ja lämmittää uudelleen. Kipsiä ei kuitenkaan useimmiten kierrätetä epäpuhtauksien, kierrätysinfrastruktuurin puutteen ja alhaisen taloudellisen arvon vuoksi. Yleisin kipsin hävitystapa on loppusijoitus kaatopaikalle.

Viitteet:

Lushnikova, N. ja Dvorkin, L. 2016. Sustainability of gypsum products as a construction material. Teoksessa Sustainability of Construction Materials (s. 643–681). Woodhead Publishing.

Ökobaumat. https://www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024)

Rappauslaasti

Kuva 21.
Rappauslaastia.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Rappaus on laastiin perustuva pintakerros, jota käytetään pääasiassa julkisivuissa ja seinissä. Rappauslaastia käytetään rakenteiden ja muiden rakennusmateriaalien suojaamiseen, mikä pidentää niiden käyttöikä. Yleisiä rappautyyppejä ovat kalkkirappaus, sementtirappaus, kalkkisementtirappaus, savirappaus ja kipsirappaus. On myös laastityyppejä, joihin on lisätty polymeerejä, kuten synteettistä akryyliä, polyvinyyliasetaattia (PVA:ta) tai sellulosaan kaltaisia luonnollisia polymeerejä, jotka parantavat laastin ominaisuuksia. Kalkkia ja hampetta sekoittamalla voi valmistaa hampetta (ECO-rakennusopas, 2023).

Haitallisuus

Luonnollisiin, mineraalipohjaisiin rappauslaasteihin ei yleensä lisätä säilöntäaineita eivätkä ne sisällä haitallisia aineita, joten niitä voidaan pitää ympäristölle ja terveydelle turvallisina materiaaleina. Orgaanisiin tai synteettisiin lisäaineita sisältäviin rappauslaasteihin, jotka valmistetaan nestemäisinä tai märkinä tuotteina, on toisinaan lisättävä säilöntäaineita. Säilöntäaineet voivat sisältää lisäaineita, joilla on haitallisia ominaisuuksia. Kalkkilaastin pH-arvo on yleensä korkea, joten sitä käsiteltäessä tulee käyttää riittäviä henkilösuojaimia. Pölyn hengittäminen voi vahingoittaa hengitysteitä.

Ilmasto

Erilaisilla rappauslaasteilla on erilaiset ilmastovaiikutukset tuotantovaiheissa A1–A3 riippuen tuotantomenetelmästä ja käytettävästä raaka-aineesta. Savilaastin ilmastovaiikutukset ovat pienimmät, kipsilaastin keskisuuret ja kalkkilaastin suurimmat. (ÖKOBAUDAT, 2023).

- Savirappauksen GWP on 98,2 kg CO₂-ekv./kg (A1–A3) (Ökobaumat, 2023).
- Kipsirappauksen GWP on 112,3 kg CO₂-ekv./kg (A1–A3) (Ökobaumat, 2023).
- Kipsikalkkirappauksen GWP on 129,1 kg CO₂-ekv./kg (A1–A3) (Ökobaumat, 2023).
- Kalkkisementtirappauksen GWP on 348,4 kg CO₂-ekv./kg (A1–A3) (Ökobaumat, 2023).
- Kalkkirappauksen GWP on 397,7 kg CO₂-ekv./kg (A1–A3) (Ökobaumat, 2023).

Kiertotalous

Rappauksen käyttöikä on 40–60 vuotta (Berge, 2009). Sitä on vaikea kierrättää tai käyttää uudelleen, koska se on kemiallisesti kovettuva tuote. Rappaus voidaan kuitenkin hyödyntää olemassa olevien rakennusosien, kuten seinien, kunnostamiseen, jolloin se pidentää sisätilojen elinkaarta.

Yleisesti ottaen uusiutuvia raaka-aineita ei käytetä perinteisen rappauksen valmistuksessa. Poikkeuksena on esimerkiksi kalkin ja hampun yhdistelmä, josta saadaan hamppurappaus (ECO Construction Guide, 2023).

Mineraalipohjaiset rappaukset ovat yleensä turvallisia terveydelle. Nestemäisinä (märkinä) myytävät tuotteet voivat sisältää säilöntäaineita. Joissakin rappaus tuotteissa voi olla myös muita lisäaineita, joten turvallisuus tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Rappauslaastin kierrätyksen infrastruktuuri on kehittämätöntä ja pääsääntöisesti käyttöikänsä päässä oleva rappauslaasti loppusijoitetaan kaatopaikalle.

Viitteet:

Berge, B. 2009. The Ecology of Building Materials, s. 75–76. Elsevier.

ECO construction guide. Material knowledge (ruotsiksi). 2023. <https://www.ekobyggguiden.se/kopia-pa-v%C3%A4r%C3%A4tt-material>

Ökobaumat. https://www.oekobaumat.de/no_cache/en/database/search.html November 2023)

Kivi

Kuva 22.

Kivenmurikoita.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kivi on luonnonmateriaali, jota on käytetty rakentamisessa vuosituhansien ajan. Rakenteellisten ominaisuuksiensa sekä kestävyytensä ja esteettisyytensä ansiosta se soveltuu sekä kantaviin että ei-kantaviin rakennusosiin. Kiveä voidaan käyttää kaikenlaisissa rakentamisessa perustusten ja seinien kaltaisista kantavista rakennusosista pintakäsittelyihin laattoihin sekä sisä- että ulkotiloissa ja jopa eristemateriaaleissa. Muita tyypillisiä käyttökohteita ovat harkot, levyt koristerakenteet sekä kivien käyttö murskattuna. Kivi voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan eli magma-, sedimentti- ja metamorfisiin kivilajeihin. Magmakivilajit, kuten graniitti, ovat näistä kovimpia. Sedimenttikivilajeihin, kuten kalkkikiveen, on yhdistynyt orgaanista ainesta. Metamorfiset kivilajit, kuten kvartsiitti, ovat sedimenttikivilajeja, joiden rakenne on muuttunut. Materiaalin hankintaan on kaksi vaihtoehtoa, maa- ja lohkokivi. (Berge, 2009)

Haitallisuus

Kivi on reagoimaton materiaali, eikä se aiheuta käytön aikana terveysriskiä sisäympäristössä tai luonnossa. Louhinnan, rakentamisen, korjausten tai purkamisen aikana materiaalista irtoavat kivi- ja pölyhiukkaset voivat kuitenkin ärsyttää ihoa tai hengitysteitä. Kiviaines saattaa sisältää radioaktiivista toriumia ja radiumia, jolloin kiven louhinnan aikana voi vapautua radonkaasua, mikä nostaa louhinta-alueen säteilytasoa (Berge, 2009). Haitallisuuteen tulee kiinnittää huomiota myös silloin, kun kivimateriaalin sitomiseksi ja suojaamiseksi käytetään pinnoitteita, tiivisteitä, liimoja ja laasteja. Reagoimattomana materiaalina puhdas kivi ei aiheuta ympäristö- tai terveysriskejä elinkaarensa lopussa.

Ilmasto

Kiven ilmastovaikutuksia on vaikea määritellä, koska sen käyttötavat ja kivimateriaalin tyyppi vaihtelevat paljon. Maakiveä käytettäessä kasvihuonekaasupäästöjä aiheutuu pääasiassa kuljetuksesta, mutta päästöt vaihtelevat jalostusasteen mukaan. Jos kivi louhitaan, siitä aiheutuvat lisäpäästöt tulee ottaa huomioon. Paikallista tai alueellista hankintaa tulee suosia, jotta kuljettamisesta aiheutuvat päästöt voidaan minimoida ja varmistaa kestävä toimitusketju.

Esimerkkinä ovat liuskekivilevyt, joita käytetään yleensä julkisivu- tai kattopinnoitteina. Saksassa liuskekivilevyjen kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on 15,61 kg CO₂-ekv./kg/m² eli 0,51 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Kivi on erittäin kestävä materiaali, jonka käyttöikä yleensä ylittää rakennuksen käyttöiän (Berge, 2009). Kivirakenteisten kantavien rakennusosien muokkaaminen on kuitenkin erittäin työlästä, joten materiaalin uudelleenkäyttö tulee harkita tarkasti ja pyrkiä käytön optimointiin. Toisaalta kivi voidaan kestävyytensä ansiosta käyttää hyvin uudelleen. Ainoa huomioon otettava tekijä ovat mahdollisesti käytetyt laastit, liimat, pinnoitteet, jotka saattavat vaikeuttaa tai rajoittaa purkamisprosessia.

Murskatun kiven kierrätysinfrastruktuuri on vakiintunut. Kivimurska voidaan kierrättää ja käyttää muissa tuotteissa. Kivimateriaalien kierrätyksen infrastruktuurin saatavuus ja toimivuus vaihtelee maittain.

Viitteet:

Berge, B. 2009. The Ecology of Building Materials. Elsevier / Architectural Press.

ÖKOBAUDAT. 2023. Roof slate. [Ökobaudat - Roof slate](#).

Maa-aines

Kuva 23.
Maa-ainesta.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Maa-aines on materiaali, joka on peräisin mineraalisista tai orgaanisista eläinten ja kasvien hajoa- mistuotteista (Berge, 2009). Maa-ainesta voidaan käyttää hyvin laajalti rakennusprosesseissa: sellai- senaan kasvualustana, meluvalleihin ja maisemoin- tiin, massiivisavirakenteissa tai betonin raaka- ja sideaineena. Maa-ainesta, pääasiassa savea, käyte- tään monien mineraalipohjaisten rakennustuottei- den osana. Se on myös tilien ja keraamisten laatto- jen pääasiallinen ainesosa.

Haitallisuus

Maa-aines raaka-aineena ei yleensä sisällä haitalli- sia aineita, mutta sen hankintapaikalla on merkitys- tä. Jos maa-ainesta otetaan saastuneelta alueelta, voi se aiheuttaa ympäristö- ja terveysriskin sekä sisä- että ulkotiloissa. Maa-aineksen työstämisen aikana ensisijainen riski ovat pölyhiukkaset, jotka voivat ärsyttää ihoa tai hengitysteitä. Maa-aines voidaan käyttöikänsä lopussa palauttaa luontoon ilman pilaantumisriskiä, mikäli rakentamisen aikana maa-ainekseen ei ole päässyt haitallisia aineita.

Ilmasto

Maa-aineksen otto on energiantensiteetiltään vähäistä, ja usein rakennusprosessista ylijäänyttä maa-ainesta voidaan hyödyntää muissa kohteissa. Maa-aineksen ilmastovaikutuksista ei voida esittää tarkkoja laskelmia. Ilmastovaikutukset arvioidaan yleensä kohteen rakennusvaiheessa.

Kiertotalous

Maa-ainesta sinällään voidaan kierrättää loput- tomasti, mutta tilanne muuttuu, jos maa-ainesta on käytetty muiden rakennustuotteiden osana. Maa-aineksen kestävyyttä ja mukautuvuutta on vai- kea määritellä, koska raaka-aine on pääsääntöisesti irtonaudessa muodossa. Rakennusvaiheessa alueel- ta poistettu maa-aines tulee ensisijaisesti käyttää uudelleen paikallisesti, jotta vähennetään kaivetun maa-aineksen kuljetuksista aiheutuvia päästöjä. Maa-aineksen kierrätys- ja uudelleenkäyttöinfra- struktuurin toimivuutta on vaikea määritellä. Eu- roopassa on muun muassa useita yrityksiä, jotka ostavat rakennusprosesseista poistettua maa-ai- nestä, mutta palvelun saatavuus vaihtelee maittain ja alueittain.

Viitteet:

Berge, B. 2009. The Ecology of Building Materials. Elsevier / Architectural Press.

3 Epäorgaaniset materiaalit

Keramiikka

Kuva 24.
Keraamisia laattoja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Keraamiset laatat ovat monikäyttöisiä. Ne kestävät hyvin kosteutta ja likaa eivätkä ime itseensä bakteereja tai hajuja. Keraamiset laatat valmistetaan luonnossa esiintyvistä epäorgaanisista materiaaleista, kuten savesta polttamalla. Näin ollen keraamiset laatat ovat ympäristölle ja terveydelle haitattomia, ellei niihin ole lisätä haitallisia pigmenttejä tai muita lisäaineita.

Haitallisuus

Tyypilliset lasitetut keraamiset laatat valmistetaan luonnossa esiintyvistä raaka-aineista, ja ne voidaan tuottaa sekä ylläpitää ilman haitallisia kemikaaleja. Lasitetut laatat ovat inerttejä, eivätkä ne vapauta myrkyllisiä aineita sisäilmaan tai ympäristöön. Sen sijaan lasittamattomia materiaaleja valittaessa tulee olla tarkkana, sillä niitä voidaan käsitellä kemikaaleilla vedenkestävyyden parantamiseksi, mikä voi vaikuttaa tuotteen turvallisuuteen ja kierrätävyyteen.

Ilmasto

Keraamisten laattojen tuotantoon liittyy kasvihuonekaasupäästöjä, joita syntyy muun muassa: raaka-aineiden käsittelystä, laattojen polttamisesta uunissa, sekä kuljetuksesta valmistusprosessin eri vaiheissa. Tuotantovaiheiden (A1–A3) yhteenlaskettu ilmastovaikutus on 11,03 kg CO₂-ekv/m² laattapintaa, tai 0,52 kg CO₂-ekv./kg materiaalia (Lähde: Ökobaudat, 2024).

Kiertotalous

Elinkaarensa lopussa poistettuja tai hylättyjä laattoja voidaan esimerkiksi kierrättää ja käyttää betonin lujitteena (murskattuna), tai uudelleen käyttää, mikäli laatat ovat ehjiä, tosin ehjien laattojen irrottaminen on käytännössä harvinaista. Tuotteen uudelleenkäyttö vähentäisi neitseellisten raaka-aineiden tarvetta, mikä puolestaan alentaa laattojen ympäristövaikutuksia.

Viitteet:

Ökobaudat. https://www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search.html (accessed December 2024)

Mineraalivilla - kivivilla, lasivilla

Kuva 25.
Mineraalivillaeristelevyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Mineraalivilla on eristemateriaali, joka valmistetaan mineraaleista, pääasiassa basaltista tai kiviaineksesta. Sitä käytetään lämpö- ja äänieristysominaisuuksiensa vuoksi usein lämpöeristeenä rakennuksissa, teollisuuden käyttökohteissa ja kodinkoneissa.

Haitallisuus

Mineraalivilla on palamatonta (rakennustuoteluokka A1), joten sitä ei tarvitse erikseen käsitellä usein ympäristölle ja terveydelle haitallisilla palonestoaineilla. Mineraalivilla ei myöskään sisällä orgaanista ainesta eikä kemiallisia käsittelyjä homeen torjumiseksi tarvita. Mineraalivilla ei sisällä lainkaan tai vain vähän haitallisia aineita, joten sen käyttö on turvallista tästä näkökulmasta.

Tietyt vanhemmat mineraalivillatuotteet saattavat kuitenkin sisältää sideaineita, esimerkiksi fenoliformaldehydihartseja tai isosyanaatteja sisältäviä polyuretaanihartseja sekä lisäaineita, jotka voivat aiheuttaa terveys- ja ympäristöhaittoja. Uudemmissa mineraalivillatuotteissa nämä haitalliset aineet on korvattu kasvipohjaisista materiaaleista (esim. soijaöljystä tai tärkkelyksestä) valmistetuilla vaihtoehdoilla tai akryyliä sisältävillä vesiliukoisilla sideaineilla. Vanhemmat kivivillaeristemateriaalit voivat sisältää syöpää aiheuttavia kuituja, jolloin ne luokitellaan ongelmajätteeksi (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023).

Sekä kivi- että lasivillan tuotantoprosessissa raaka-aineita sulatetaan ja hajotetaan kuiduiksi. Lasivillan raaka-aine on usein kierrätetty lasi ja kivivillan kiviaines. Prosessissa voidaan käyttää sideaineita, joista voi vapautua haitallisia VOC-yhdisteitä.

Vanhemmat kivivillaeristeet voivat sisältää syöpävaarallisiksi luokiteltuja kuituja, minkä vuoksi ne luokitellaan ongelmajätteeksi (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Uudemmissa tuotteissa nämä huolet ovat merkittävästi vähentyneet, ja ne täyttävät tiukat terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Kivivilla on palamaton materiaali, eikä sitä voida polttaa energian talteenoton tarkoituksessa, mikä rajoittaa sen loppukäytön vaihtoehtoja.

Yksi mineraalivillamateriaalin haittapuoli on sen mineraalikuituihin liittyvä terveysriski. Kuidut voivat hengityksen tai ihokosketuksen kautta aiheuttaa erilaisia oireita mm. hengitysvaikeuksia, ihoärsytystä, silmien kuivumista ja ärsytystä. Ihmiset voivat altistua kuiduille mineraalivillan asennuksen ja purkamisen aikana tai ilmanvaihdon mukanaan tuomien kuitujen välityksellä. (Sattler, Pomberger, Schimek ja Vollprecht, 2020)

Ilmasto

Mineraalivillan valmistuksessa käytetään korkeaa lämpötilaa vaativia prosesseja, joten valmistuksen energiankulutukseen ja päästöihin liittyy merkittäviä ympäristönäkökohtia. Lisäksi mineraalivillan tuotannossa käytettävien raaka-aineiden louhinta voi aiheuttaa paikallisia ympäristövaikutuksia, kuten minkä tahansa teollisen prosessin, joka häiritsee ekosysteemejä ja aiheuttaa epäsuoria ilmastovaikutuksia.

Kiertotalous

Kivivillaeristeitä voidaan teoriassa uudelleenkäyttää, sillä materiaali on kestävä ja säilyy pitkään. Vuoden 2000 jälkeen valmistetuissa tuotteissa ei yleisesti esiinny syöpävaarallisia ominaisuuksia. Sen sijaan vuonna 2000 tai sitä ennen valmistetuissa tuotteissa (myös varastoerissä, jotka on asennettu myöhemmin) voi esiintyä syöpävaarallisia hengitettäviä kuituja. Tällaiset tuotteet luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, 2023). Koska kivivilla on usein pitkäikäistä, uudelleenkäytettävät eristeet ovat yleensä peräisin juuri tältä vanhemmalta ajanjaksolta, jolloin terveysriskit on otettava erityisen tarkasti huomioon. Lisäksi kivivilla on palamatonta, eikä sitä voida hyödyntää termisessä kierrätyksessä energian talteenottoon, mikä rajoittaa sen loppukäytön vaihtoehtoja.

Mineraalivillan voi periaatteessa kierrättää, mutta se edellyttää materiaalin sulattamista energiaintensiivisessä prosessissa. Lisäksi tuotteet voivat sisältää sideaineita, jotka voivat sulatusvaiheessa aiheuttaa vaaraa terveydelle ja ympäristölle. Kierrätetyn materiaalin saatavuus ja laatu voivat vaihdella.

Mineraalivillamateriaalien kierrätysinfrastruktuuri vaihtelee alueittain. Sekä kivivilla- että lasivillaeristeet sisältävät usein kierrätysmateriaalia, kuten kierrätettyä lasia. Kierrätysmateriaalin määrä ja laatu voivat kuitenkin vaihdella saatavuuden ja tuotantoprosessien mukaan.

Viitteet:

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2023. WECOBIS. Mineralwolle-Dämmstoffe - Nachnutzung: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-mineralischen-rohstoffen/mineralwolle-daemmstoffe.html>

Sattler, T., Pomberger, R., Schimek, J. ja Vollprecht, D. 2020. Mineral wool waste in Austria, Associated health aspects and recycling options (09, s. 174–180).

Vaahtolasi

Kuva 26.

Vaahtolasia.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Vaahtolasi (huokoinen puhallettu lasi) valmistetaan sulattamalla lasimurskaa kemiallisen vaahdotus-aineen, usein hiilimustan tai kalkkikiven, kanssa. Vaahtolasista valmistetaan erilaisia tuotteita: levyjä, rakeita tai profiileita. Sen etuja ovat keveys, lujuus, hyvät kantavuusominaisuudet, kemiallinen ja biologinen kestävyys sekä lämpö- ja äänieristysominaisuudet (Adhikary ym., 2021, da Silva, 2021).

Haitallisuus

Vaahtolasi ei sisällä eikä siitä vapaudu käytön aikana terveydelle tai ympäristölle haitallisia aineita. Se ei sisällä syöpää aiheuttavia hiukkasia tai kuituja. Yksi vaahtolasin tärkeimmistä eduista on palonkestävyys, erillisiä palonestoaineita ei tarvita.

Materiaalin leikkaamisen ja käsittelyn aikana voi vapautua lasipölyä ja pieniä määriä rikkivetykaasua (Wilson 2016; Pittsburgh Corning Europe NV, 2021).

Ilmasto

Vaahtolasin tuotanto on energiantensiivistä. Paisutettujen lasirakeiden kokonaislämmityspotentiaali materiaalikiloa kohti tuotantovaiheissa A1–A3 on 2,391 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Jos vaahtolasilevyjen ja -profiileiden asennuksessa ei ole käytetty bitumia ja tuotteet on irrotettu asianmukaisesti niitä vaurioittamatta, vaahtolasi voidaan käyttää uudelleen.

Vaahtolasi on erittäin kestävä materiaali, mikä vähentää merkittävästi huollon ja vaihtamisen tarvetta. Vaahtolasia voidaan valmistaa myös kierrätetystä lasista. Vaahtolasia voi kierrättää useita kertoja laadun heikkenemättä, mikä säästää energiaa ja pienentää tuotannossa syntyviä päästöjä. Tuotannossa syntyvää jätettä, vaahtolasijauhetta ja -murskaa, voi käyttää myös koristeellisen kevytbetonin täyteaineena ja muihin tarkoituksiin (da Silva, 2021).

Viitteet:

Adhikary S.K., Ashish D.K. ja Rudzionis Z. 2021. Expanded glass as light-weight aggregate in concrete – A review. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127848. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127848>.

da Silva R.C., Puglieri F.N., de Genaro Chiroli D.M, Bartmeyer G. A., Kubaski W. T. ja Tebcherani S. M. 2021. Recycling of glass waste into foam glass

boards: A comparison of cradle-to-gate life cycles of boards with different foaming agents. *Science of the Total Environment* 771, 145276. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145276>.

Wilson A. 2016. Foamglas insulation: a great option for below grade. *Building Green*, September 29. Teoksessa *Building Science, Energy Efficiency*, June 26, 2019. <https://www.sbcmag.info/news/2019/jun/foamglas-insulation-great-option-below-grade>.

Pittsburgh Corning Europe NV. 2021. Environmental product declaration. Declaration No. EPD-PCE-20200300-IBB1-EN. Product: FOAMGLAS® T3+. www.ibu-epd.com / <https://epd-online.com>.

ÖKOBAUDAT. 2023. Foam glass insulation material. [Ökobaumat- Foam glass insulation material](#)



Kipsilevy on valmistajien käyttämä tekninen tuotenimi tietynlaiselle levyille, jossa on kartongilla päällystetty kipsiydin. Kipsilevyjä on kahdenlaisia:

- Tavallinen kipsilevy, joka on luonnostaan palonkestävä ytimessä olevan kipsin ansiosta.
- X-typin kipsilevy, jonka ytimessä käytetään tiettyjä lisäaineita, jotka lisäävät tavallisen kipsilevyn luonnollista palonkestävyyttä.

Haitallisuus

Kipsilevyjen valmistuksessa yhdistetään erilaisia materiaaleja ja lisäaineita, jotta saavutetaan kipsilevyn tietyt ominaisuudet ja tietynlainen suorituskyky. Kipsilevyjen pääainesosa on kipsi, joka voi olla luonnonkipsiä tai synteettistä kipsiä. Kipsi muodostaa levyn ytimen ja lujuuden. Levyn ominaisuuksia, kuten palon- ja kosteudenkestävyyttä, voidaan muokata muuttamalla kipsin kemiallista koostumusta tai lisäämällä tiettyjä lisäaineita. Kipsilevyjen etu- ja takapinnat on yleensä päällystetty kartonkipinnoitteella, joka voidaan valmistaa kierrätyspaperista, voimapaperista tai selluloosakuidusta. Kartonkipinta suojaa kipsiydintä ja tekee levystä entistä lujemman ja kestävämmän. Erikoiskartonkipinnoitteita, kuten homeen- tai palonkestävää kartonkia, käytetään parantamaan levyn suorituskykyä. Selluloosakuidut ovat yleisesti käytetty lujitemateriaali, joka parantaa kipsilevyjen taivutus- ja iskulujuutta. Kuidut lisätään usein kipsimassaan sekoitusprosessin aikana, ja ne voivat olla peräisin erilaisista kasvipohjaisista materiaaleista, kuten puumassasta tai kierrätyspaperista.

Kipsimassaan luodaan vaahdotusaineilla ilmakuplia, jolloin kipsilevyn tiheys pienenee ja sen ääni- ja lämmöneristysominaisuudet paranevat. Nämä aineet lisätään yleensä sekoitusprosessin aikana, ja ne voivat olla peräisin luonnollisista tai synteettisistä lähteistä Kipsilevyihin voidaan lisätä palonkestävyyden parantamiseksi mm. lasikuituja tai paisutettua kipsiä. Nämä lisäaineet auttavat hidastamaan liekkien leviämistä ja estämään rakenteellisia vaurioita tulipalon sattuessa. Sienituhoaineita käytetään estämään homeen ja härmän kasvua kipsilevyjen pinnalla sekä parantamaan levyjen kosteudenkestävyyttä. Silikaatteja käytetään yleisesti katalyyteinä, jotka nopeuttavat kipsimassan kovettumista ja tekevät tuotannosta tehokkaampaa. Vaikka jotkin edellä kuvastuista komponenteista voivat olla itsessään haitallisia, kokonaisuudessaan kipsilevy ei yleensä ole haitallinen terveydelle tai ympäristölle oikeassa käyttötarkoituksessaan. Tiettyjä terveysriskejä voi aiheutua levyjen leikkaus- ja asennusvaiheessa, kun levyistä ja päällystämateriaalista irtoavat pienhiukkaset ja pöly voivat ärsyttää hengitysteitä, silmiä ja ihoa. Asianmukaisia henkilönsuojaimia tulee käyttää aina kipsilevyjä työstettäessä ja asennettaessa. VOC-yhdisteet, jotka ovat tyypillisesti ongelmallisia joidenkin samantyyppisten materiaalien (esim. liimattujen tai laminoitujen levyjen) kohdalla, ei-

vät aiheuta riskejä, sillä kipsilevyjen VOC-päästöt ovat yleensä hyvin alhaisia.

Ilmasto

Ilmastovaikutukset koostuvat pääasiassa energian ja veden käytöstä kipsilevyjen valmistuksen aikana. Käytetty vesimäärä vaikuttaa suoraan levyn kovettumisaikaan, lujuuteen ja kovuuteen. Näiden ominaisuuksien optimoimiseksi veden ja kipsin suhdetta valvotaan tarkasti valmistusprosessin aikana. Itämeren alueella kuljetusten kasvihuonekaasupäästöt ovat yleisesti ottaen vähäisiä, koska kipsilevyjen tuotanto on paikallista. Tavallisten kipsilevyjen ilmastonlämmityspotentiaali on 0,284 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2025) ja selluloosakuitua sisältävän palosuojakipsilevyn 0,495 kg CO₂-ekv/kg. (Boverket, 2024).

Kiertotalous

Käytöstä poistettujen kipsilevyjen keräys- ja kierrätyspotentiaali on suuri, mutta materiaalin kierrätysinfrastruktuuri ei ole vielä kovin kehittynyttä. Uusissa rakennushankkeissa syntyy huomattava määrä kipsilevyjätettä. Arviolta 10 % uuteen rakennukseen tarvittavasta kipsilevystä päätty rakennusjätteeksi. Kipsilevyjäte (poisleikatut levyjen ylijäämäpalat) voidaan erottaa työmaalla muista materiaaleista ja toimittaa käsittelylaitokseen, jossa kartonkipinnoite poistetaan. Kipsilevyjen kipsin voi käyttää uudelleen uusien levyjen valmistukseen päällysteen poistamisen jälkeen (ks. kappale 3.3 Epäorgaaniset materiaali – Kipsi). Myös kipsilevyjen päällysteet voidaan kierrättää. Kipsilevyjen kartonkipinnoitteiden valmistukseen on käytetty kierrätyspaperia jo yli 50 vuoden ajan.

Savukaasujen rikinpoiston kipsin (flue gas desulfurization, FGD) käyttö kipsilevyjen tuotannossa on myös yksi kestävä suuntaus, sillä FGD-kipsi on vaaraton uusio- raaka-aine ja luonnonkipsin korvike, vaikka prosessia ei sinänsä voida pitää kestäväenä.

Viitteet:

Gypsum Association. Information on sustainability of gypsum panels. Saatavilla osoitteesta Recycling – Gypsum Association.

Healthy building network. 2022. Embodied Carbon and Material Health in Gypsum Drywall and Flooring. Summary report.

Lau Jack. Key Materials and Additives Used in Gypsum Board Production. 2023. Saatavilla osoitteesta Key Materials and Additives Used in Gypsum Board Production.

Boverket. 2025. Gypsum, standard plasterboard. [Climate database from Boverket- Gypsum board](#)

Boverket. 2025. Gypsum fiberboard with cellulose fiber. [Climate database from Boverket - Gypsum fiberboard with cellulose fiber](#)

Kuitusementtilevy

Kuva 28.

Kuitusementtilevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kuitusementti on erittäin kestävä rakennusmateriaali. Se on lujuudeltaan verrattavissa kiveen, mutta yhtä monikäyttöistä kuin puu. Kuitusementissä yhdistyvät useiden eri levyvaihtoehtojen edut, joten se on toimiva ratkaisu erilaisissa julkisivu-, katto- ja terassirakenteissa. Sementtilastulevyjen lujitteena käytetään käsiteltyjä puuhiukkasia, kun taas kuitusementtilevyjen lujitteena toimii kasveista peräisin oleva selluloosakuitu. Molemmissa tapauksissa sideaineena käytetään sementtiä. Sementtilastu- ja kuitusementtilevyjen palonkestävyysominaisuudet ovat verrattavissa toisiinsa.

Haitallisuus

Pääosin kuitusementtilevyt valmistetaan portlandsementtistä (kalkkikiveä, savea ja rautaa), hiekasta tai lentotuhkasta, vedestä ja selluloosakuiduista tai puumassasta. Jotkut valmistajat lisäävät massaan valmistusvaiheessa omia patentoituja ainesosiaan sidonnan ja kestävyyyden parantamiseksi.

Materiaali voi olla haurasta ja altis halkeilulle, ja sitä leikattaessa syntyy hienojakoista piipölyä (silikapölyä). Hengitettävä pöly on terveydelle haitallista, joten asennustyössä on aina käytettävä asianmukaista hengityssuojainta.

Pääsääntöisesti kuitusementtilevyt eivät sisällä terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita ja ne ovat turvallisia käyttää niin sisä- kuin ulkotiloissa.

Ilmasto

Portlandsementin tuotanto on energiantensiivistä ja saa aikaan suoria hiilidioksidipäästöjä, kun kalkkia kuumennetaan. Myös sementin ainesosat vaativat louhimista, mikä lisää tuotannon päästöjä. Kokonaisuudessaan sementin tuotanto aiheuttaaakin 8 % maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Ks. kappale Sementti. Sementtikuitulevyn ilmaston lämpenemispotentiaali on 0,849 kg CO₂-ekv/kg rakennuslevyllä, jonka vesi-sementtisuhde (v/s) on ≤0,60 (Boverket, 2024).

Kiertotalous

Kuitusementtilevyille ei ole kehitetty kierrätysinfrastruktuuria, mutta niitä voi käyttää esim. täytömaan seassa. Kuitusementtilevy on reagoimaton ja myrkytön, kun se lopulta hajoaa. Se ei aiheuta haittaa ympäristölle elinkaarensa lopussa.

Jotkut valmistajat ovat tehneet materiaalikorvauksia ympäristövaikutusten pienentämiseksi, esimerkiksi: korvaamalla piidioksidin (silika) lentotuhkalla, mikä vähentää asennustyön terveysriskejä, käyttämällä paikallisesti saatavia kierrätysmateriaaleja, valmistamalla tuotteita vähän haihtuvia orgaa-

nisia yhdisteitä (VOC) sisältävistä komponenteista, sekä hyödyntämällä prosessiveden talteenottoa tuotannon aikana.

Viitteet:

Bernard M. 2023. What Is Fiber Cement Siding? Benefits, Disadvantages, and More. The spruce home page. Saatavilla osoitteessa <https://www.thespruce.com/green-fiber-cement-board-1821774>.

Mary Read. 2022. How sustainable is fiber cement siding? Green Building Canada. Artikkelin on saatavilla osoitteessa: [How Sustainable Is Fiber Cement Siding? | Green Building Canada](#).

Boverket. 2025. Cement fiber board. [Climate database from Boverket- Cement fiber board](#)

3 Levyt

MDF

Kuva 29.
MDF-levyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



MDF-levy (Medium-Density Fibreboard eli puoliko-va kuitulevy) valmistetaan puujätteistä erotetuista puukuiduista, jotka liitetään yhteen hartseilla ja vahalla korkeassa lämpötilassa suuren paineen alaisena. MDF-levy keksittiin 1960-luvulla Yhdysvalloissa ja sen käyttö yleistyi maailmanlaajuisesti 1990-luvulla. Maailman suurin MDF-levyjen tuottaja on Kiina, jonka jälkeen tulevat Saksa ja Yhdysvallat. MDF-levyjen valmistajia on kaikilla mantereilla Afrikkaa lukuun ottamatta.

Haitallisuus

MDF-levyjen valmistuksessa käytettäviä hartseja, kuten ureaformaldehydi- ja fenolihartsia, vapautuu pölynä työstöpaikalla. Ne sisältävät formaldehydin ja muiden VOC-yhdisteiden kaltaisia terveudelle haitallisia aineita. Uusista MDF-levyistä vapautuu ilmaan jonkin verran formaldehydiä, joka on syöpää aiheuttava kaasu. Päästöt ovat suurimmat ensimmäisen vuoden aikana. Suositeltavimpia MDF-levytyyppejä ovat E0 (ei sisällä formaldehydiä) ja E1, joiden päästöt sisäilmaan ovat alhaisia. Formaldehydille tulee elokuussa 2026 voimaan uusi Reach-rajoitus. Se asettaa sallitun raja-arvon hyvin alhaiseksi, mikä saattaa tehdä E1- ja E0-luokista tarpeettomia. MDF-levyjä työstettäessä tulee käyttää henkilönsuojaimia levyjen pölyämisen vuoksi. MDF-levyjen asemesta voidaan käyttää haitattomina pidettyjä materiaaleja, kuten bambupaneeleita, bambunvarsia, puupohjaisia levyjä.

Ilmasto

MDF-levyjen tuotanto vaatii lastulevyjen, OSB-levyjen ja vanerin tuotantoon verrattuna paljon energiaa valmistusprosessissa tarvittavan korkean paineen vuoksi. Valmistusprosessi on esim. puun kuivausta energaintensiivisempi. Kierrätysmateriaalien, kuten puujätteen, käyttö vähentää kuitenkin tuotannon ilmastovaikutuksia.

Kestävän kehityksen mukaisia kierrätysmateriaalivaihtoehtoja ovat mm. kierrätetty puu, rakennustelineiden puutavara, bambunvarret ja rakennustyömaiden jätepuutavara. PEFC- tai FSC-sertifioidusta puusta valmistetun kierrätettäväksi osoitetun puutavaran valitseminen MDF-levyjen raaka-aineeksi auttaa varmistamaan kestävän arvoketjun, mikä pienentää maankäytön epäsuoria kasviuonekaasupäästöjä.

MDF-levyn ilmaston lämpenemispotentiaali tuotantovaiheissa A1-A3 on -11,08 kg CO₂-Ekv. (ÖKOBAUDAT, 2024).

Kiertotalous

Kiertotalous potentiaaliin liittyy joitakin ristiriitaisuuksia. Esimerkiksi MDF-levyjen ympäristövaikutukset ovat vähäisiä, sillä levyt valmistetaan pääasiassa sahalaitosten sivutuotteista eli hakkeesta ja sahanpurusta. Levyjen tuotanto on edullista, ja MDF-levyt ovat panelointimateriaalina puuta ja vaneria halvempia. Negatiivisia puolia ovat lyhyt käyttöikä puun ja vanerin kaltaisiin kestävämpiin materiaaleihin verrattuna. MDF-levyjä ei voi kierrättää, mutta ne voidaan kuitenkin polttaa energiana käyttöikänsä lopussa. MDF-levyt eivät myöskään kestä kosteutta. Erilaisten pintakäsittelymenetelmien avulla MDF-levyt saadaan kosteutta kestäviksi, mutta käsittely lisää tuotannon ympäristövaikutuksia.

Viitteet:

Puettmann M., Oneil E. ja Wilson J. 2013. Cradle to Gate Life Cycle Assessment of U.S. Medium Density Fiberboard Production. Ecocost database of Delft Technical University. Saatavilla osoitteesta Home - Sustainability Impact Metrics (ecocostsvalue.com).

ÖKOBAUDAT. 2021. Laminated MDF-boards. [Ökobaudat- Laminated MDF boards](#)

OSB-levy

Kuva 30.

OSB-levy

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



OSB-levyt (Oriented Strand Board eli suunnattu lastulevy) ovat korkeassa lämpötilassa suurista puulastuista hartsien, vahan ja suurpaineen avulla valmistettavia levyjä. Niiden suosio on kasvanut ja kasvaa koko ajan etenkin vanerin korvaajana rakennusteollisuudessa, koska ne ovat kestäviä ja hinnaltaan vanerilevyjä edullisempia.

Haitallisuus

OSB-levyjen valmistukseen käytettävät hartsit sisältävät vähemmän formaldehydiä kuin vanerin, MDF-levyjen ja lastulevyjen valmistuksessa käytettävät materiaalit. Vaikka OSB-levyistä vapautuu vähemmän vapaata formaldehydiä kuin esimerkiksi vanerista tai MDF-levyistä, vapautuu niistä kuitenkin jonkin verran VOC-yhdisteitä, joista ongelmallisimpia ovat aldehydit, kuten pentanaali, heksanaali ja heptanaali yhdessä vastaavien tyydyttymättömien aldehydien, kuten heptenaalin ja oktenaalin kanssa. Aldehydejä esiintyy sekä luonnostaan että puumateriaalin ja PMDI:n (polymeerinen metyleenidifenyyli-di-isosyanaatti) välisen reaktion tuloksena. PMDI on puulastuista valmistetuissa levyissä yleisesti käytetty sideaine.

OSB-levyjen päästöt laskevat jyrkästi noin kuukauden kuluessa levyn valmistuksesta ja ne saavuttavat tasapainon yleensä puolen vuoden kuluessa hyvin ilmastoidussa tilassa. Markkinoilla on saatavilla myös OSB-levyjä, jotka eivät sisällä formaldehydiä.

Ilmasto

OSB-levyjen valmistukseen tarvitaan korkeaa lämpöä ja suurta painetta aivan kuten vanerin, lastulevyn ja MDF-levyjen valmistukseenkin. OSB-levyistä voidaan valmistaa kooltaan suurempia levyjä kuin muut puulevytuotteet ovat, ja karkean ulkonäkönsä ansiosta ne vaativat vähemmän kiillotusta. OSB-levyistä valmistettujen rakennustuotteiden kokonaislämmityspotentiaali on 0,448 kg CO₂-ekv./kg (Boverket, 2023).

Kiertotalous

OSB-levyt voidaan valmistaa ohuemmista ja nopea-kasvuisemmista puista kuin vaneri. Monet pitävät OSB-levyjä ympäristöystävällisenä rakennusmateriaalina, koska ne voidaan valmistaa halkaisijaltaan pienemmistä puista, kuten nopeasti kasvavasta poppelista. OSB-levyt ovat vaneria halvempia eli materiaali on edullinen. OSB-levyjen käyttöikä on yleensä lyhyt, koska ne eivät ole yhtä kestäviä kuin puupaneelit. OSB-levyt ovat erittäin alttiita turpomiselle tai laminoinnin aukeamiselle altistuessaan korkeille lämpötiloille tai kosteudelle, eikä niitä voi

helposti käyttää uudelleen. OSB-levyjäte voidaan polttaa energiaksi tai jossain määrin käyttää rouhituna uudelleen lastulevyjen valmistuksessa.

Viitteet:

Benetto, E., Becker, M., & Welfring, J. 2009. Life cycle assessment of oriented strand boards (OSB): from process innovation to ecodesign. Environmental Science & Technology, 43 (15), 6003–6009.

Sugahara, E., Dias, A., Botelho, E., Campos, C., & Dias, A. (2023). Life Cycle Assessment of OSB Panels Produced with Alternative Raw Materials. In International Conference on Bio-Based Building Materials (pp. 959–972). Cham: Springer Nature Switzerland. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsverhalten-von-holz-holzwerkstoffen>

Wilke ym. Determination of the emissions of volatile organic compounds from oriented strand boards and evaluation by the German AgBB scheme. Volume 23, Issue 7. <https://doi.org/10.1177/1420326X13504121>

International Association of Certified Home Inspectors. <https://www.nachi.org/osb-plywood.htm>

Boverket. 2023. OSB. [Climate database from Boverket- OSB](#)

3 Levyt Vaneri

Kuva 31.
Vanerilevyä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Vaneri on yhteen liimatuista ohuista puukerroksista valmistettu tekninen puutuote. Vanerilevyistä saadaan vahvoja asettamalla puun syyt eri suuntaan kussakin kerroksessa. Vanerin ympäristövaikutukset riippuvat sen raaka-aineista eli käytetystä puusta ja liimasta. On kestävämpää valita FSC-sertifioituja ja paikallisia puulajeja. Saatavilla on myös ekologista vaneria, jossa käytetään liimoja, joiden VOC-yhdiste- ja formaldehydipäästöt ovat alhaisemmat. Jos mahdollista, valitse ympäristömerkittyjä tuotteita (Joutsenmerkki, M1, Blue Angel), jotka takaavat erittäin alhaiset formaldehydipäästöt.

Haitallisuus

Suurimmat vanerin terveys- ja ympäristöriskit aiheuttavat sen VOC- ja formaldehydipitoisuudet ja -päästöt. Kemikaalien vapautumista vanerituotteista voi vähentää valitsemalla E0-tyypin vaneria, joka ei sisällä formaldehydiä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää E1-tyypin vaneria, joka on monissa maissa lakisääteinen vähimmäisvaatimus.

OSB-levyissä ei käytetä urea-formaldehydipohjaisia hartseja, mutta vanerina valmistuksessa niitä voidaan käyttää. Jos tarkastellaan vapaan formaldehydin päästöjä, vanerin päästöt ovat yleensä korkeammat kuin OSB-levyn.

Vanerin, OSB-levyjen ja muiden liimoja sisältävien teknisten puutuotteiden varastointi ulkotiloissa ennen käyttöä edesauttaa haitallisten VOC-yhdisteiden haihtumista ulkoilmaan. Tämä vähentää VOC-yhdisteiden sisätiloissa tapahtuvaa haihtumista ja altistumista niille. Suunniteltaessa rakennuksia, joissa on suuret puusisäpinnat, on tärkeää valita tuotteita, jotka on sertifioitu luotettavien ympäristömerkkien avulla vähäpäästöisiksi.

Ilmasto

Vanerin tuotanto on energaintensiivistä. Vanerin valmistuksessa käytetään paljon energiaa, mutta raaka-aineen hankinnasta aiheutuvat päästöt ovat alhaiset. On suositeltavaa valita FSC-sertifioitua vaneria, jotta voidaan olla varmoja siitä, ettei valittu vaneri edistä metsäkatoa, mikä voi johtaa epäsuoriin ilmastopäästöihin. Vanerin (puupohjainen) kokonaislämmityspotentiaali on 0,448 kg CO₂-ekv/kg ja fenolipinnoitetun 0,805 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2024).

Kiertotalous

Vaneri on tasalaatuista ja vahvaa ja sitä on helppo työstää. Se on pitkäikäinen ja kestävä materiaali. Kestävyytensä ansiosta vaneri voidaan helposti käyttää uudelleen. Materiaalin kierrätysinfrastruk-

tuuri ei ole vielä täysin valmis, ja pääasiallinen vanerin loppukäsittelytapa on polttaminen energiaksi.

Viitteet:

Wood Guide Organization. Online reports. Saatavilla osoitteesta [OSB ECO EN.indd \(woodguide.org\)](#)

Boverket. 2025. Plywood. [Climate database from Boverket- Plywood](#)

Boverket. 2025. Plywood, phenol coated. [Climate database from Boverket- Plywood, phenol coated](#)

CLT-levy

Kuva 32.
CLT-levyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



CLT-levyt (Cross Laminated Timber, ristin liimattu puulevy) koostuu nimensä mukaisesti ristiinliimatuista lautakerroksista. Kerroksia on useita, tavallisimmin kolme tai viisi, mutta niitä voi olla enemmänkin. Näin muodostuu hyvin paloa kestävä, erittäin luja ja jäykkä sekä ominaisuuksiinsa nähden kevyt rakennuslevy. Levyistä voidaan valmistaa suuria paneeleita ja leikata niihin aukkoja esimerkiksi oville ja ikkunoille jo tehtaalla, mikä helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä itse työmaalla.

Haitallisuus

Suuret CLT-levyjen leikkausjätepalat sisältävät jätteen painosta arviolta noin 2 % liimaa. Nykyään CLT-levyjen valmistuksessa käytetään pääasiassa urea-formaldehydiliima-aineita (UF) tai polymeerisiä isosyanaattiliima-aineita, kuten polyuretaania. UF-hartseista syntyy terveydelle ja ympäristölle haitallisia höyryjä, joten polyuretaanin käyttö voi vähentää CLT-levyjen haitallisia vaikutuksia. Lisäksi polyuretaanin valmistuksessa käytettävät rasvahapot voidaan korvata uusiutuvalla rapsiöljyllä, mikä vähentää itse polyuretaanin haitallisia ympäristövaikutuksia.

Ilmasto

CLT-levyjen valmistus ei vaadi yhtä paljon energiaa kuin lastulevyjen valmistus, koska CLT-levyjä ei tarvitse kuivata. Raaka-aineen hankinnasta aiheutuvat päästöt ovat kuitenkin korkeammat materiaalin korkeamman laadun vuoksi. CLT-levyjen kokonaislämmityspotentiaali on 0,12 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2023). Kuljetuksen ilmastovaikutukset ovat yleensä vähäisiä paikallisen tuotannon ansiosta.

Kiertotalous

CLT-levyjäte koostuu leikkauksesta ja sormiliitoksista syntyvästä sahanpurusta sekä ristiin liimatuista lankuista syntyvästä leikkausjätteestä. Kehittyneen CLT-levyjen uudelleen käsittelytekniikan ansiosta noin 70 % syntyvästä leikkausjätteestä voidaan käyttää uudelleen uusien täysikokoisten levyjen valmistukseen. CLT-levyt voidaan myös polttaa energiaksi tai kierrättää muiden levyjen, esim. lastu- ja MDF-levyjen, valmistukseen.

Viitteet:

Vamza Ilze ym. 2021. Complete Circularity in Cross-Laminated Timber Production. Environmental and Climate Technologies. 2021, vol. 25, no. 1, s. 1101–1113

Boverket. 2025. CLT. [Climate database from Boverket- CLT](#)

Lastulevy

Kuva 33.

Pinottuja lastulevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Lastulevy on tekninen puutuote, joka valmistetaan sitomalla yhteen puulastuja hartseilla korkeassa lämpötilassa ja suurpaineessa. Lastulevytuotteet ovat tunnettuja ongelmallisista formaldehydikaasupäästöistään. Lastulevystä on kuitenkin tullut paremmin kestävä kehityksen mukaista viimeisten kahden vuosikymmenen aikana tiukemman sääntelyn ansiosta. Viime aikoina saataville on tullut myös lastulevyä, joka ei sisällä formaldehydiä. Lastulevy on nykyään eniten huonekaluissa käytetty puutuote. Pintamateriaalina sisätiloissa käytetään yleensä tavallista lastulevyä.

MFC-levy (Melamine Faced Chipboard) on melamiinipinnoitettu lastulevy. Melamiini on kova muovipinnoite, joka antaa lastulevyille tasaisen ja kestävä pinnan. MFC-levy, yleisnimitykseltään melamiinilevy, soveltuu mm. huonekalujen, keittiökalusteiden, kiintokalusteiden valmistukseen. Se on materiaali, jolla on usein edullinen hinta kustannustehokkaan valmistusmenetelmänsä ansiosta.

Haitallisuus

Koska lastulevy sisältää hartseja, sen työstämisestä syntyvä pöly voi olla syöpää aiheuttavaa tai ärsyttää hengitysteitä. Lastulevyä turvallisempia vaihtoehtoja ovat ympäristömerkityt OSB-levyt, bambulevyt, bambuvarret, kierrätetty käsittelemätön puutavara ja uusiopuutavara. Työstettäessä lastulevyä, joka ei ole formaldehyditöntä tai vain vähän formaldehydiä sisältävää E0-tyyppiä, muodostuu terveydelle ja ympäristölle haitallista pölyä. Pölyn hengittämisen välttämiseksi tulee käyttää hengityssuojainta tai pölynpoistolaitteistoa. Formaldehyditön tai vain vähän formaldehydiä sisältävä E0-tyypin lastulevy on yleisesti ottaen turvallisempaa. E1-laatu on lakisääteinen vähimmäisvaatimus EU:ssa ja monissa muissa maissa. Formaldehydille tulee elokuussa 2026 voimaan uusi Reach-rajoitus. Se asettaa sallitun raja-arvon hyvin alhaiseksi, mikä saattaa tehdä E1- ja E0-luokista tarpeettomia.

Ilmasto

Hartsien ja itse levyjen valmistus vaatii paljon energiaa. Valmistuspaikan mukaan lastulevyjen tuotantoon kuluu suunnilleen yhtä paljon energiaa kuin MDF-levyjen tai vanerin valmistukseen. Vaihtoehtoja, joiden valmistukseen kuluu vähemmän energiaa, ovat kierrätetty puu, rakennustyömaiden kierrätetty puutavara, käytetyt kuormalavat, bambunvarret, rakennustelineiden puutavara ja kierrätetty lastulevy. Koska lastulevyä valmistetaan sivutuotteesta (sahanpurusta) raaka-aineen hankinnasta aiheutuvat päästöt ovat yleensä vähäisiä.

Lastulevyn kokonaislämmityspotentiaali on 0,488 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2023). Kuljetuksen ilmastovaikutukset ovat yleensä vähäisiä paikallisen tuotannon ansiosta.

Kiertotalous

Lastulevyn hiilijalanjälki on alhainen, koska se valmistetaan sahatavaran tuotannossa syntyvästä jätteestä. Myös sen tuotantokustannukset ovat alhaiset. Lastulevy on suosittu materiaali, koska se on halpa puulevymateriaali. Lastulevyt voidaan kierrättää MDF-levyiksi, jos niiden valmistukseen käytetty alkuperäinen materiaali on ollut hyvälaatuista.

Viitteet:

International Association of Certified Home Inspectors. <https://www.nachi.org/osb-plywood.htm>

Boverket. 2025. Particle board. [Climate database from Boverket- Particle board](#)

The upstyle wood guide organization. Particle board. <https://www.woodguide.org/guide/particle-board/>

Alumiini

Kuva 34.

Alumiinilevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Alumiinia käytetään laajalti rakennusteollisuudessa, koska se on luja, kevyt ja korroosion kestävä materiaali. Sitä käytetään monissa eri käyttökohteissa, kuten ikkunanpuitteissa, katteissa, verhouksissa ja rakenneosissa. Alumiinin joustavuus ja muunneltavuus tekevät siitä ihanteellisen materiaalin monimutkaisiin muotoihin, mikä on erittäin tärkeä nykyaikaisessa arkkitehtuurissa.

Alumiinia valmistetaan pääasiassa bauksiittimalmista, jonka louhinnasta aiheutuu merkittäviä ympäristövaikutuksia, kuten maaperän pilaantumista ja elinympäristöjen häviämistä kaivosalueilta. Suurin ympäristövaikutus aiheutuu kuitenkin energiantensiivisistä prosesseista, jossa bauksiitti muunnetaan alumiiniksi, erityisesti sulatusprosessista. Tämä vaihe vaikuttaa merkittävästi rakentamisessa käytettävän alumiinin hiilijalanjälkeen.

Haitallisuus

Alumiinia (metallia) ei pidetä haitallisena ihmisille eikä ympäristölle. Materiaalin hankinnalla voi kuitenkin olla haitallisia vaikutuksia. Alumiinia valmistetaan pääasiassa bauksiittimalmista. Malmin louhintaprosessi kuormittaa merkittävästi luonnon ympäristöä ja voi johtaa metsäkatoon, maaperän eroosioon ja luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen kaivosalueilla. Lisäksi alumiinin louhinta ja jalostus aiheuttavat vesistöjen pilaantumista, vaikka alumiini sinänsä ei yleensä ole myrkyllistä vesieläimille. Alumiiniyhdisteet voivat kuitenkin suurina pitoisuuksina olla haitallisia kasveille ja eläimille. Alumiinia käytetään laajalti elintarvikepakkauksissa, ruoanlaittovälineissä ja vedenkäsittelyprosesseissa, ja sitä voi päätyä ihmisten elimistöön. Pitoisuudet ovat yleensä kuitenkin selvästi haitallisina pidettyjen tasojen alapuolella.

Ilmasto

Alumiinin, erityisesti primäärialumiinin, tuotannosta aiheutuu merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä, koska tuotantoon käytetään paljon energiaa. Ala on kuitenkin siirtymässä kohti kestävämpiä käytäntöjä, kuten uusiutuvien energialähteiden käyttöä tuotantoprosesseissa. Kierrätetyn alumiinin käyttö rakentamisessa vähentää materiaalin kokonaisilmastovaikutusta merkittävästi.

Kiertotalous

Alumiinin kierrätettävyyks on keskeinen tekijä sen käytössä rakentamisessa. Alumiinin kierrättäminen vaatii vain noin 5 % primäärialumiinin tuottamiseen tarvittavasta energiasta, mikä vähentää huomattavasti sen ympäristövaikutuksia. Kierrätetty alumiini

säilyttää ominaisuutensa ja sitä voidaan käyttää uudelleen monissa eri käyttökohteissa, mikä vähentää uuden materiaalin louhinnan tarvetta. Alumiinin hyvä kierrätettävyyks tekee siitä taloudellisesti kannattavaa. Kun pääosaosa käytöstä poistetusta alumiinista kierrätetään, primäärialumiinin kysyntä vähenee, mikä pienentää sen ympäristövaikutuksia. Pitkäikäisyys ja vähäiset huoltovaatimukset tekevät alumiinista kustannustehokkaan materiaalin pitkällä aikavälillä.

Rakentamisessa alumiini edistää energiatehokkuutta erityisesti nykyaikaisissa rakennuksissa. Esi merkiksi ikkunoiden ja julkisivujen alumiinikehykset mahdollistavat eristystä parantavien kehittyneiden lasitustekniikoiden käyttämisen. Alumiinin kestävyys ansiosta alumiiniset rakenteet voivat kestää vuosikymmeniä vähäisellä kunnossapidolla, mikä tekee materiaalista entistä paremmin kestävä kehityksen mukaista.

Vaikka alumiinin valmistuksen alkuperäiset ympäristövaikutukset ovat huomattavat, sen edut rakennusteollisuudessa, erityisesti materiaalikierron, myrkyllisyyden ja energiatehokkuuden aiheuttamien ilmastovaikutusten osalta, tekevät siitä monin tavoin hyvän materiaalin. Koska alumiinin kysyntä on kuitenkin nykyisin suurta ja kierrätettyä alumiinia on niukasti saatavilla, sen käyttöä tulee harkita huolellisesti, jotta voidaan varmistaa alumiinin optimaalinen käyttö järjestelmän kannalta. Jatkuvat ponnistelut kierrätetyn alumiinin ja uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi tuotantoprosesseissa ovat olennaisen tärkeitä alumiinin ympäristövaikutusten minimoimiseksi.

Viitteet:

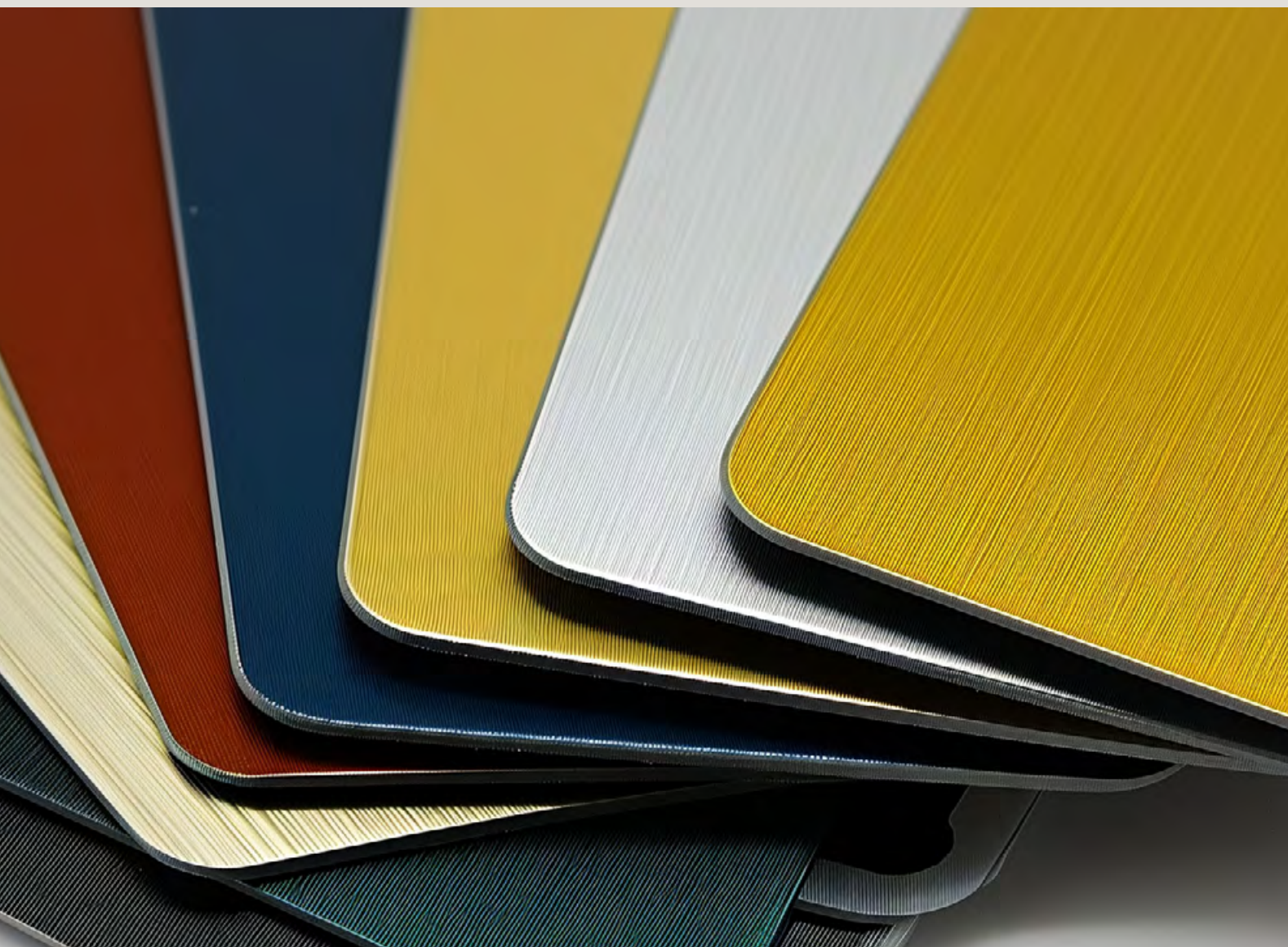
Norsk Hydro. 2024. Aluminium. Viitattu 5.8.2025. <https://www.hydro.com/en/global/aluminium/about-aluminium/facts-about-aluminium/>

Anodisoitu alumiini

Kuva 35.

Anodisoituja alumiini näytteitä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Anodisoitu alumiini on sähkökemiallisessa prosessissa käsiteltyä alumiinia. Prosessi tekee alumiinista korroosionkestävää ja antaa sille esteettisesti miellyttävän pinnan, joka vaatii vain vähän huoltoa. Anodisoitua alumiinia voidaan värjätä useilla eri väreillä, mikä tekee siitä suosituksen valinnan koristerakenteisiin. Anodisoitua alumiinia voidaan käyttää kuparin, sinkin ja muiden metallilevyjen asemesta ulkotiloissa.

Haitallisuus

Anodisoitu alumiini ei sisällä tai päästä ympäristöön mitään haitallisia aineita.

Ilmasto

Anodisoitu alumiini koostuu puhtaasta alumiinista tai alumiiniseoksesta, jonka pintaa on käsitelty anodisoinnilla. Itse anodisointiprosessissa syntyy jonkin verran epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä. Tärkein epäsuora kasvihuonekaasu on rikkidioksidi (SO₂), jota vapautuu anodisoinnissa ensisijaisena elektrolyytinä käytettävän rikkihapon pelkistyksen yhteydessä. Myös anodisointiprosessissa käytettävä sähköenergia on merkittävä ympäristötekijä. Alumiinin anodisointiprosessin kokonaislämmityspotentiaali m² suuruista metallilevyä kohden tuotantovaiheissa A1–A3 on 6,119 kg CO₂-ekv/kg (ÖKOBAUDAT 2023).

Kiertotalous

Anodisoitu alumiini voidaan kierrättää samalla tavalla kuin tavallinen alumiini. Tällöin tulee kuitenkin ottaa huomioon, että mahdolliset pintakäsittelyt voivat aiheuttaa epäpuhtauksia ja vaikuttaa kierrätettävyyteen.

Viitteet:

Aluminum Anodizers Council. 2023. [Aluminum Anodizing and the Environment- AAC](#)

Kupari

Kuva 36.
Kuparilevyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kuparia louhitaan maailmanlaajuisesti. Kuparin päätuottajamaat ovat Kongo, Zimbabwe, Kanada, Yhdysvallat ja Chile. Kupari kuormittaa luonnonympäristöä voimakkaasti ja maapallon kuparivarannot ovat erittäin rajalliset. Kupari on myrkyllistä vesieliöille, ja vaikka suuri osa kuparimateriaalista kierrätetään, käyttö lisää sen huuhtoutumista ympäristöön (Berge, 2009). Kuparia käytetään esimerkiksi julkisivu- ja katemateriaalina, kupariputkissa ja-kaapeleissa sekä vesi- ja viemäriasennuksissa (usein osana messinkiä).

Haitallisuus

Kupari on välttämätön ravintoaine, mutta vapaassa ionimuodossaan se on myrkyllistä vesieliöille. Kun esim. kattojen kuparipinnoite altistuu rankkasateille, sitä huuhtoutuu ympäristöön etenkin, jos sade on hapan (Berge, 2009). Tämän vuoksi kupari on huomattavasti huonommin ulkokäyttöön soveltuva materiaali. Sisätiloista kuparia ei huuhtoudu ympäristöön, mutta kupariputkista voi huuhtoutua kuparia juomaveteen tai vedenkäsitteilylaitoksissa käsiteltävään lietteeseen.

Ilmasto

Kuparin tuotannossa suurin osa energiasta kuluu sulatusprosessissa sulattamossa. Kuparin tuotannon osuus maailmanlaajuisista hiilidioksidipäästöistä on 0,2–0,3 % (Mensell, 2023). Tarvittavan energian tarkka määrä vaihtelee malmin sisältämän kuparimäärän mukaan. Ilmastovaikutukset vaihtelevat myös käytettävän energialähteen mukaan. Primäärikuparin tuotannossa tarvitaan huomattavasti enemmän energiaa kuin sekundäärikuparin tuotannossa, ja kuparin kierrättäminen säästääkin jopa 85 % primäärituotannossa tarvittavasta energiasta (Jingjing ym., 2019). Kestävän kehityksen mukaisesti on paras valita kuparia, jossa on paljon kierrätettyä kulu-tusjätteestä peräisin olevaa materiaalia, ja hankkia se valmistajalta, joka käyttää pääasiassa uusiutuvia energialähteitä.

Kuparilevyjen kokonaislämmityspotentiaali riippuu kierrätysmateriaalipitoisuudesta. Ilmastovaikutusten ero on suuri verrattaessa kuparia, jonka kierrätysmateriaalipitoisuus on 50 %, kupariin, jonka kierrätysmateriaalipitoisuus on 97 %. Boverketin ilmastotietokannan mukaan kierrätysmateriaalipitoisuudeltaan 51 % kuparilevyjen kokonaislämmityspotentiaali on 2,97 kg CO₂-ekv/kg, kun taas kierrätysmateriaalipitoisuudeltaan 97 % levyjen kokonaislämmityspotentiaali on 0,625 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2025).

Kiertotalous

Kupari on erittäin kestävä, ja sitä voidaan kierrättää ja sulattaa uudelleen lukemattomia kertoja. Lisäksi se

säilyttää jopa 95 % alkuperäisestä arvostaan (Copper Alliance, 2023). Länsi-Euroopassa suurin osa kuparista (noin 60 %) kierrätetään, ja rakennus- ja infrastruktuurialalla vielä tätä suurempikin määrä (Ciassi ym., 2020). Maailmanlaajuisesti noin 40 % kuparista kierrätetään (Copper Alliance, 2021). Kierrätetyn kuparin osuutta on kuitenkin mahdollista kasvattaa. Kierrätyksestä huolimatta kupari on aina rajallinen luonnonvara. Kuparin käyttöä tulee siksi harkita huolellisesti, jotta voidaan varmistaa sen optimaalinen käyttö.

Suuresta kierrätyspotentiaalistaan huolimatta kupari ei ole kestävä kehityksen mukainen rakennusmateriaali, koska se on haitallista, sen ympäristövai-kutukset ovat suuret ja sitä saattaa huuhtoutua ympäristöön materiaalin joutuessa kosketuksiin veden kanssa.

Viitteet:

Berge, B., 2009. The Ecology of Building Materials. s. 75–76. Elsevier.

Boverket. 2025. 51 % recycled copper. [Climate database from Boverket- 51 % recycled copper](#)

Boverket. 2025. 97 % recycled copper. [Climate database from Boverket- 97 % recycled copper](#)

Ciassi, L., Fishman, T., Elshkaki, A., Graedel, T.E., Vassura, I. ym., 2020. Exploring future copper demand, recycling and associated greenhouse gas emissions in the EU-28. Global Environmental Change 63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378019313251>

Copper alliance. 2021. Circular Copper: Building a Culture of Sustainability. <https://copperalliance.org/resource/circular-copper-building-a-culture-of-sustainability/>

Copper alliance. 2023. Copper - the World's Most Reusable Resource. https://www.copper.org/environment/lifecycle/g_recycl.html

Jingjing, C., Zhaohui, W., Yufeng, W., Liquan, L., Bin, B., yml., 2019. Environmental benefits of secondary copper from primary copper based on life cycle assessment in China. Resources, Conservation and Recycling 146, s. 35–44.

Mansell, G., 2023. Understand your copper emissions. <https://www.carbonchain.com/blog/understand-yourcopper-emissions>

Teräs

Kuva 37.

Ruostuneita teräslevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Teräs on mineraaliperäinen materiaali, jota valmistetaan rautamalmista. Teräs on laajalti käytetty ja tunnetusti erittäin kestävä ja luja rakennusmateriaali. Se on metalliseos, joka koostuu raudasta ja vaihtelevasta määrästä hiiltä. Terästyypin mukaan seokseen voidaan lisätä myös muita aineita.

Terästä käytetään yleensä korkeissa rakennuksissa, mutta sitä löytyy myös muun tyyppisistä rakennuksista pääasiallisena kantavana rakenteena tai hybridirakenteen osana. Sitä käytetään sekä pysty- että vaakasuorissa rakenteissa maan päällä ja alla.

Haitallisuus

Terästä voidaan pitää turvallisena materiaalina, sillä siitä ei vapaudu haitallisia aineita rakennus- tai käyttövaiheessa. Teräksen tuotannosta vapautuu kuitenkin ilmaan ja vesistöihin aineita, jotka voivat olla haitallisia ympäristölle tai ihmisille. Esimerkiksi teräksen tuotannossa käytettävässä koksausprosessissa syntyy myrkyllistä jätevettä, jossa on syanidia, sulfideja, ammoniumia ja ammoniakkia, ja ilmaan vapautuu naftaliinia (The World Counts, 2023). Kaikki em. aineet voivat aiheuttaa syöpää. Sulatusprosessissa puolestaan vapautuu myrkyllistä arseenia (Berge, 2009). Koska teräs on reagoimaton, siitä ei liukene mitään aineita ympäristöön, jos se käyttöikänsä lopussa sijoitetaan kaatopaikalle (Berge, 2009).

Ilmasto

Teräksen valmistuksessa käytettävän rautamalmin louhinta tapahtuu avolouhoksissa, mikä vaikuttaa pohjaveteen ja paikalliseen ekosysteemiin (Berge, 2009). Lisäksi raudan ja teräksen tuotanto on yksi eniten energiaa kuluttavista teollisista toiminnoista, josta aiheutuu suuria määriä kasvihuonekaasupäästöjä (OECD, 2010).

Ilmastovaikutukset vaihtelevat materiaalin sisältämän kierrätetyn raaka-aineen mukaan. Jos kyseessä on 80-prosenttisesti primäärinen raaka-aine, ja teräs tuotetaan Ruotsissa, kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on 3,15 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2025). Teräsromun (kulutusjätteestä peräisin olevan) ilmastopäästöt ovat noin 30–50 % pienemmät primääriin raaka-aineeseen verrattuna seoksesta ja tuotantoalueesta riippuen.

Kiertotalous

Teräs on täysin kierrätettävä materiaali eli se voidaan kierrättää sataprosenttisesti laadun heikkeneväksi. Pintakäsittelyt saattavat kuitenkin hankaloit-

taa kierrätysprosessia. Teräksellä on suuri merkitys kiertotalouden tavoitteiden saavuttamisen kannalta rakennusalalla (Euroopan talous- ja sosiaalikomitea, 2023). Lisäksi teräsromun saatavuus on melko vakiintunutta, vaikka vaihteleeikin terästyypeittäin. Teräksen kestävyys, standardoitujen mittojen käyttö ja teräselementtien normaali kokoamistapa rakennuksissa saattavat myös mahdollistaa kierrätyksen lisäksi elementtien suoran uudelleenkäytön. Tämä menettelytapa vähentää päästöjä eniten. Tätä varten on kuitenkin vielä kehitettävä elementtien turvallisuutta koskevaa lainsäädäntöä ja parannettava rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä koskevaa infrastruktuuria.

Viitteet:

Berge, B., 2009. The Ecology of Building Materials. s. 75–76. Elsevier.

Boverket. 2023. Structural steel, primary material. Climate database from Boverket - Structural steel, primary material

Euroopan talous- ja sosiaalikomitea. 2023. Sustainable recycling, use of secondary raw materials and Just Transition in the European ferrous and nonferrous metal industry. <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/sustainable-recycling-use-secondary-raw-materials-and-just-transition-european-ferrous-and-nonferrous-metal-industry>

OECD. (2010). Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth. OECD Publishing. The World Counts. (n.d.). Environmental Impact of Steel.

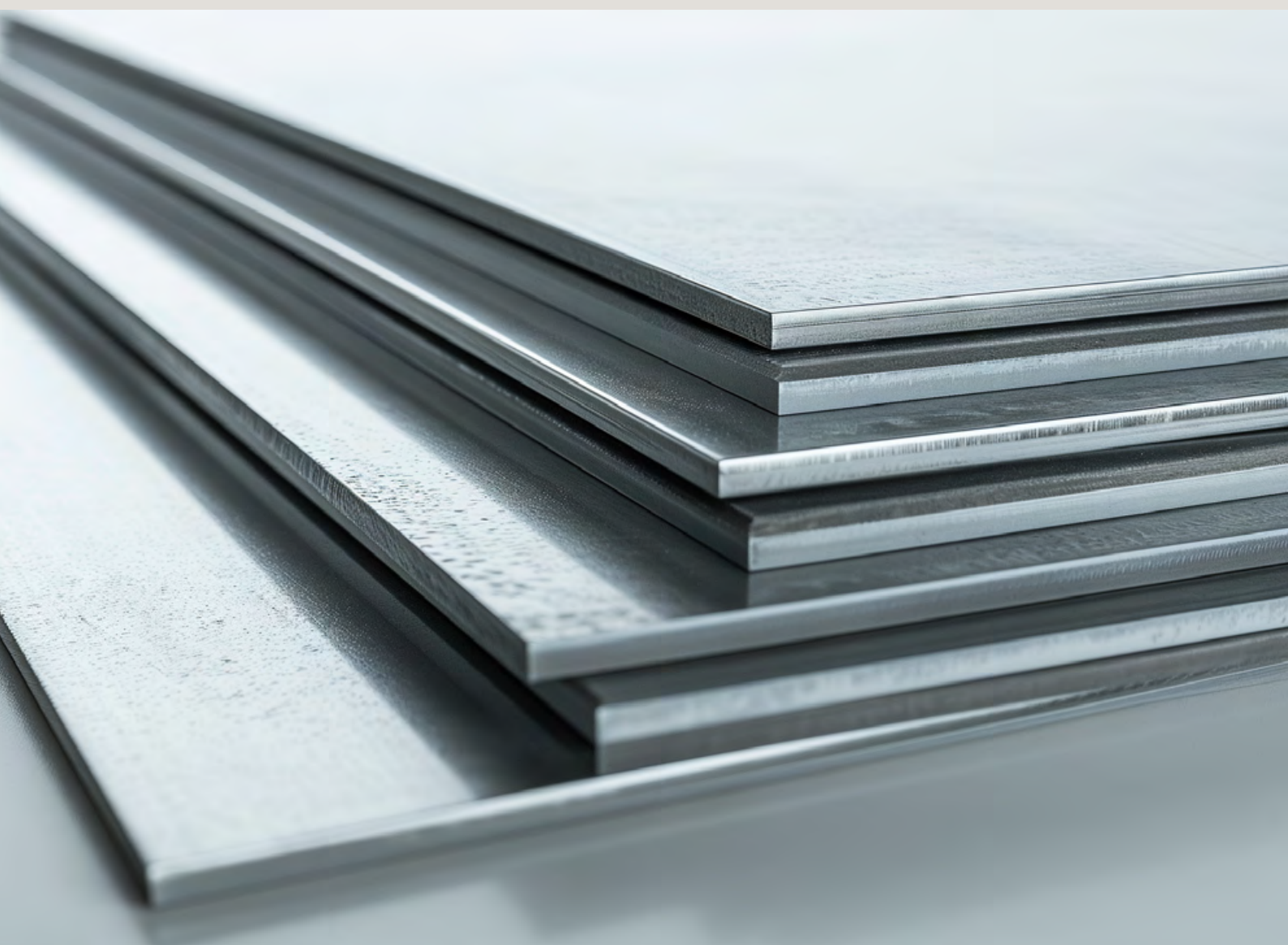
The World Counts. 2023. Environmental Impact of Steel. The World Counts. <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/mining/environmental-impact-of-steel-production>

Sinkitty / galvanoitu teräs

Kuva 38.

Galvanoituja teräslevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Sinkitys eli galvanointi tarkoittaa teräksen pinnoittamista ohuella sinkkikerroksella, mikä pidentää teräsrakenteiden käyttöikää estämällä korroosiota (Berge, 2009). Yli 50 % maailmassa vuosittain kulutetusta sinkistä kuluu teräksen galvanointiin (American Galvanizers Association, 2023). Teräs galvanoidaan, kun se halutaan suojata hapelta ja korroosiolta. Tästä syystä galvanoitua terästä käytetään paljon ulkotiloissa, kuten katoissa, viemäriverkoissa ja pylväissä.

Haitallisuus

Sinkki on myrkyllistä vesieliöille. Galvanoiduista terästuotteista voi niiden altistuessa ulkotiloissa sateelle huuhtoutua sinkkiä hulevesiin, jokiin ja järviin (Berge, 2009). Tämän vuoksi galvanoitu teräs on ympäristön ja terveyden kannalta puhdasta terästä huonompi vaihtoehto.

Ilmasto

Metallien tuotanto on energiantensiivistä sekä kaivostointia- että jalostusvaiheessa. Suuri osa energiasta kuluu sulatusprosessissa sulattamossa. Galvanoidussa teräksessä on hyvin vähän sinkkiä, joten arvioitaessa galvanoidun teräksen ilmastovaikutuksia on järkevää käyttää teräksen ilmastovaikutuksia sinkin asemesta.

Boverketin ilmastotietokannan mukaan kuumasinkittyjen terästuotteiden kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on 3,33 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2025).

ÖKOBAUDATin mukaan galvanoitujen teräslevyjen kokonaislämmityspotentiaali on 2,744 kg CO₂-ekv/kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Suuri osa teräksestä kierrätetään, koska sen arvo uusioraaka-aineena on suuri. Tavanomaisissa ilmasto-olosuhteissa galvanoidun teräksen käyttöä voidaan odottaa olevan jopa 70 vuotta. Galvanoitua terästä voidaan pitää materiaalikierron kannalta hyvänä vaihtoehtona, koska pienempi korroosion riski pidentää käyttöikää. Uudelleenkäytön tiheys voi riippua asennuksesta ja tuotetyypistä.

Galvanoitu teräs ei kuitenkaan ole kestävä kehityksen mukainen julkisivumateriaali sinkin myrkyllisyyden vuoksi. Sinkkiä saattaa huuhtoutua ympäristöön materiaalin joutuessa kosketuksiin veden kanssa ja materiaalin tuotannon ympäristövaikutukset ovat suuret. Toiminnallisuutensa vuoksi sitä saatetaan kuitenkin joskus tarvita kosteissa olosuhteissa.

Viitteet:

Berge, B. 2009. The Ecology of Building Materials. s. 75–76. Elsevier.

Boverket. 2023. Galvanized steel. [Climate database from Boverket- Galvanized steel.](#)

American Galvanizers Association. 2023. Zinc: The healthy metal, <https://galvanizeit.org/galvanize-it-online-seminar/structural-steel-reliable-resilient-recyclable/zinc-healthy-metal>

ÖKOBAUDAT. 2023. Steel sheet hot dip galvanized, 2–20 mm [Ökobaumat - Steel sheet, hot dip galvanized.](#)

Ruostumaton teräs

Kuva 39.

Ruostumattomia teräsputkia.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Ruostumaton teräs on rautalejeerinki, joka sisältää pääasiassa rautaa, yli 12 paino-% kromia ja yli 7 paino-% nikkeliä. Ruostumaton teräs on korroosiovapaata, koska kromi muodostaa hapen kanssa teräksen pinnalle korroosiolta suojaavan kromioksidikerroksen.

Haitallisuus

Ruostumatonta terästä materiaalina itsessään pidetään toksikologisesti turvallisena, mutta sen valmistuksessa käytettävät kromi ja nikkeli ovat ympäristölle ja terveydelle haitallisia aineita.

Ilmasto

Metallien tuotanto on energiantensiivistä sekä kaivostoiminta- että jalostusvaiheessa. Suuri osa energiasta kuluu sulatusprosessissa sulattamossa. Kromin ja nikkelin hankinta aiheuttaa lisäksi terästä suuremmat ilmastovaikutukset.

Teräksen ilmastovaikutukset vaihtelevat kierrätetyn materiaalin osuuden mukaan.

- Boverketin ilmastotietokannan mukaan kevyiden primääriteräsprofiilien kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on 3,01 kg CO₂-ekv/kg (Boverket, 2025).
- Ruostumattomien teräslevyjien kokonaislämmityspotentiaali on suunnilleen sama, 3,658 kg CO₂-ekv/kg, tuotantovaiheissa A1–A3 (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Ruostumaton teräs on erittäin kierrätyskelpoinen materiaali, ja suuri osa teräksestä kierrätetään, koska sen arvo uusioraaka-aineena on suuri. Lisätietoja on esitetty kappaleessa Teräs.

Viitteet:

Boverket. 2025. Light-weight steel profile, primary. [Climate database from Boverket- light-weight steel profile.](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. Stainless steel sheet. [Ökobaumat - Stainless steel sheet](#)

Sinkki

Kuva 40.

Sinkillä päällystettyjä kattopeltilevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Suurimmat sinkin tuottajamaat ovat Kiina, Peru ja Australia (Kanadan hallitus, 2023). Rakennus- ja infrastruktuuriteollisuus ovat suurimpia sinkin käyttäjiä. Sinkkilevyjä voidaan käyttää esimerkiksi kate- ja julkisivumateriaaleina ja sinkkiä pigmenttinä sekä maaleissa että korroosiosuojausaineissa. Sinkki estää korroosiota ja esimerkiksi teräksen pintakäsittelyssä käytettävä sinkki voi pidentää materiaalin käyttöikää.

Haitallisuus

Sinkki on myrkyllistä vesieliöille. Ulkotiloissa tuotteista voi niiden altistuessa sateelle huuhtoutua sinkkiä hulevesiin, jokiin ja järviin (Berge, 2009). Tämä tekee sinkistä vähemmän sopivan materiaalin haitallisuuden ja ympäristönäkökulmien vuoksi.

Ilmasto

Metallien tuotanto on energiantensiivistä sekä kaivostoiminta- että jalostusvaiheessa. Sulatusprosessissa sulattamossa kuluu energiaa, ja ilmastovaikutukset ovat suuria erityisesti primääristä raaka-ainetta käytettäessä. Ilmastovaikutusten kannalta tulee suosia sinkkimateriaaleja, joissa on käytetty paljon uusioraaka-aineita.

Kiertotalous

Maapallon sinkkivarannot ovat rajalliset eli myös sinkki on rajallinen luonnonvara (Berge, 2009). Noin 25 % kaikesta sinkistä kierrätetään, mikä tarkoittaa, että maailmanlaajuisesti tuotannossa vuosittain käytetystä 13 miljoonasta tonnista noin neljä miljoonaa tonnia otetaan talteen ja kierrätetään (Kanadan hallitus, 2023).

Kaiken kaikkiaan sinkki ei ole kestävän kehityksen mukainen rakennusmateriaali, koska se on myrkyllistä, sitä saattaa huuhtoutua ympäristöön materiaalin joutuessa kosketuksiin veden kanssa ja sen ympäristövaikutukset ovat suuret. Positiivisena puolena on sinkin suuri kierrätysaste.

Viitteet:

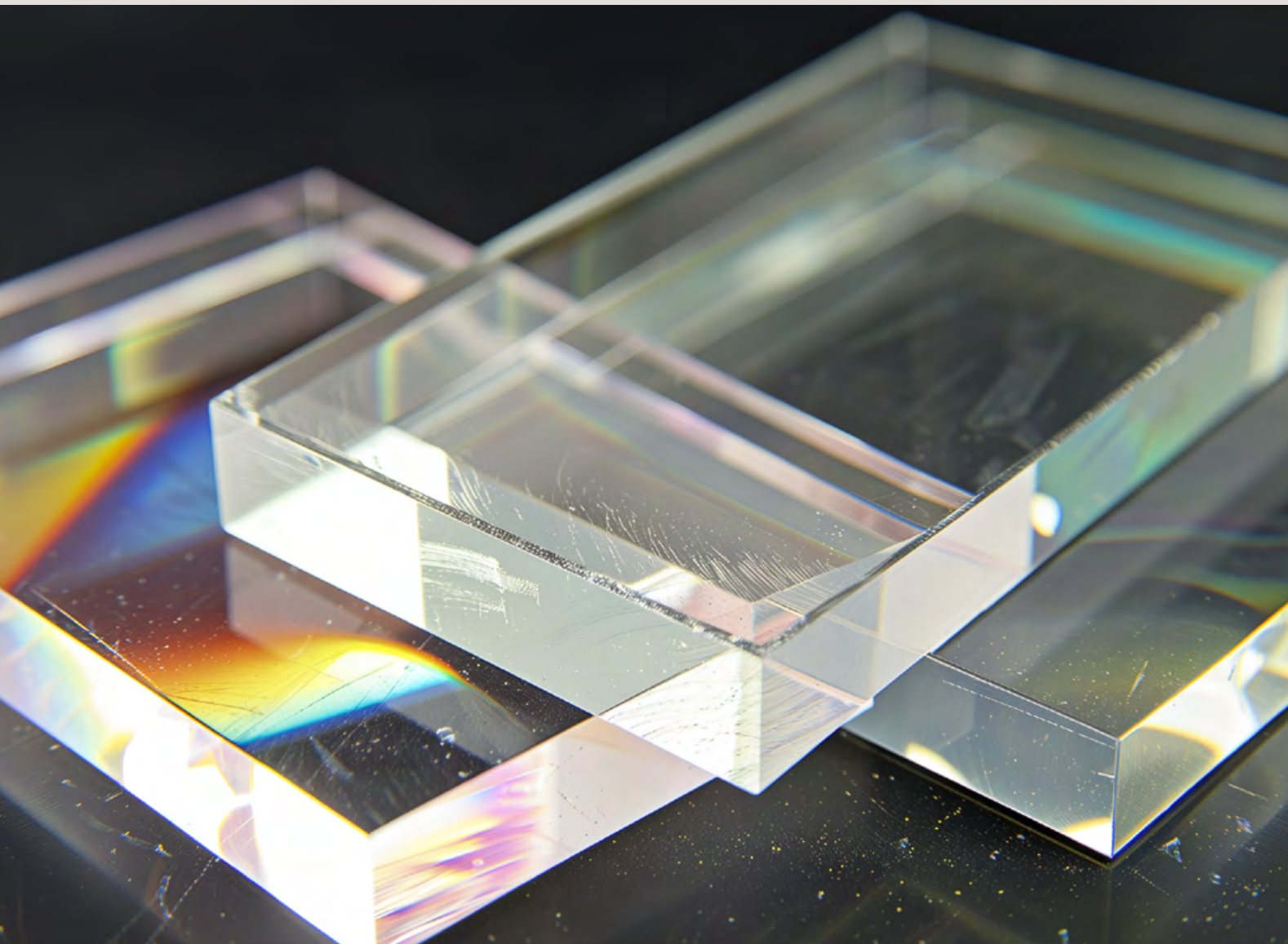
Berge, B., 2009. The Ecology of Building Materials, s. 75–76. Elsevier.

Kanadan hallitus. 2023. Zinc facts, <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/zinc-facts/20534#L6>

Akryyli

Muovi on tärkeä materiaali rakennusteollisuudessa, ja se on keskeisessä asemassa kestävästä kehitystä koskevissa pyrkimyksissä. Nykyään kiertotaloutta edistetään EU:n, jäsenvaltioiden ja yritysten aloitteilla. Kierrätysmuovien turvallisuuden varmistaminen on avainasemassa. Muovit aiheuttavat kaksinaisen haasteen: kierrätysastetta tulee lisätä ja taata materiaalien haitattomuus. Muovit ovat erittäin kierrätyskelpoisia, koska ne eivät hajoa helposti, mutta muovityyppien moninaisuus vaikeuttaa tehokasta kierrätystä. Myös edulliset neitseelliset muovit vaikeuttavat kierrätysmuovien käyttöönottoa. Ongelmaa pahentavat muovien tuntemattomat kemialliset koostumukset ja mahdollisesti haitalliset lisäaineet. Muovien kemiallisen koostumuksen arviointiprosessien parantaminen on välttämätöntä muovien kestävästä kiertotalouden edistämiseksi, jotta saavutetaan tasapaino käytettävyyden ja ympäristöturvallisuuden välillä.

Kuva 41.
Akryylinäytteitä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Akryyli viittaa polymeereihin, jotka ovat monomeerien yhdistelmiä, yleensä akryylinitriiliä yhdistettynä metyylimetakrylaattiin (MMA) ja sen johdannaisiin. Akryylejä käytetään monissa eri käyttökohteissa ja -tarkoituksissa rakennusalalla. Niitä voidaan myös sekoittaa materiaaleihin, jotka vaikuttavat ensi silmäyksellä luonnollisilta, kuten laastiin tai saveen.

Haitallisuus

Edellä mainitussa monomeerien yhdistämisessä muodostuu sivutuotteina useita haitallisia aineita, kuten akryylinitriiliä ja erittäin myrkyllistä vetysyanidia (HCN). Varsinaisen tuotteen puhtausastetta ilmoitetaan harvoin, ja se voi sisältää edellä mainittuja haitallisia aineita.

Ilmasto

Akryyliä valmistuksessa käytettävät monomeerit valmistetaan raakaöljystä, ja myös monomeerien valmistusprosessi vaatii energiaa. Ilmastovaikutukset tulee arvioida tapauskohtaisesti ja niitä tulee tarkastella suhteessa muihin ominaisuuksiinsa sopiviin materiaaliveikotekijöihin.

Kiertotalous

Tällä hetkellä ei ole olemassa kierrätystekniikkaa, jolla akryyliä voitaisiin kustannustehokkaasti käsitellä. Akryylistä valmistetun tuotteen purkaminen ”puhtaksi” akryyliosiksi kuluttaa enemmän energiaa kuin alkuperäinen tuotantoprosessi. Kyseessä ei siis ole toteuttamiskelpoinen prosessi niin luonnon kuin taloudenkaan kannalta. Tämän vuoksi akryyli-tuotteet poltetaan yleensä energiaksi, ellei tiettyä komponenttia voida käyttää uudelleen.

Viitteet:

Irfan, M.H. 1998. Acrylics in the construction industry. Teoksessa Chemistry and Technology of Thermosetting Polymers in Construction Applications. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4954-9_5

Prozesstechnik online. Thermisches Recycling von Polymethylmethacrylat (PMMA) im Extruder. 02/2021. <https://prozesstechnik.industrie.de/news-chemie/thermisches-recycling-von-polymethylmethacrylat-pmma-im-extruder/>

Epoksi

Kuva 42.

Lattian epoksinnoitetta.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Epoksi tarkoittaa epoksihartsien peruskomponentteja tai kovetettuja lopputuotteita. Epoksihartseja kutsutaan myös polyepoksieiksi. Epoksihartsit ovat ryhmä esipolymeerejä ja polymeerejä, jotka muodostavat kovettajan eli kovetinaineen kanssa reagoidessaan vahvan ja kestävä materiaalin, jota käytetään erilaisissa kaupallisissa ja teollisissa käyttökohteissa.

Epoksilla on monenlaisia käyttökohteita: sillä pinnoitetaan metalleja ja sitä käytetään komposiiteissa, elektroniikkatuotteissa, sähkökomponenteissa (esim. piirikorttien siruissa), LED-valonlähteissä, korkeajännitesähköeristeissä, maalisiveltimissä, lasikuituvahvisteisissa muoveissa sekä rakenteissa ja muissa tarkoituksissa käytettävissä liimoissa. Rakennusalalla epoksihartsit voivat auttaa pidentämään rakennusten käyttöikää tekemällä rakennusosissa sekä teknisissä järjestelmissä käytettävistä liimoista ja maaleista kestävämpiä.

Haitallisuus

Epoksihartsiyhdisteille altistumiseen liittyviä terveysriskejä ovat muun muassa kosketusihottuma ja allergiset reaktiot sekä huurujen ja hiomapölyn hengittämisen johtuvat hengitysvaikeudet erityisesti silloin, kun hartsi ei ole täysin kovettunut.

Nestemäiset epoksihartsit (LER) ovat ennen kovettumistaan enimmäkseen silmiä ja ihoa ärsyttäviä sekä myrkyllisiä vesiliöille. Kiinteät epoksihartsit ovat yleisesti turvallisempia kuin nestemäiset, ja monet niistä luokitellaan ei-vaarallisiksi materiaaleiksi.

Erityinen riski epoksihartseihin liittyen on herkistyminen. Tämä riski on todettu korostuneeksi epoksihartseissa, jotka sisältävät matalamolekyyllisiä epoksiohenteita. Altistuminen epoksihartseille voi ajan myötä aiheuttaa allergisen reaktion. Herkistyminen tapahtuu yleensä toistuvan altistuksen seurauksena (esimerkiksi huonon työhygienian tai suojavarusteiden puutteen vuoksi) pitkän ajan kuluessa. Allergiset reaktiot voivat joskus ilmetä useita päiviä altistuksen jälkeen. Ne näkyvät usein ihottumana (dermatiittina) erityisesti niillä ihoalueilla, jotka ovat eniten altistuneet (yleisesti kädet ja käsivarret). Epoksien käyttö on merkittävä ammattiperäisen astman aiheuttaja muoveja käyttävien työntekijöiden keskuudessa.

Myös turvallinen hävittäminen on huomioitava, ja se edellyttää tavallisesti tarkoituksellista kovettamista nestemäisen jätteen muuttamiseksi kiinteäksi. Epoksijärjestelmiä voidaan käsitellä turvallisesti noudattamalla perusvarotoimia ja erityisiä turvallisuusohjeita. Epoksihartseja käytetään pääasiassa rakennus- ja rakennustuotesovelluksissa.

Työntekijät voivat altistua kovettumattomille epoksihartseille, jos suojautuminen on puutteellista tai hartseja käsitellään väärin. Altistumista voi tapahtua esimerkiksi siirrettäessä epoksihartsisäiliöitä, sekoitettaessa, levitettäessä, ruiskutettaessa tai telat-

taessa epoksikomponentteja sekä hävitettäessä tyhjiä astioita ja jätteitä. Henkilönsuojaimien (PPE) käyttö epoksihartseja käsiteltäessä voi auttaa vähentämään altistumista ja siihen liittyviä terveysriskejä.

Ilmasto

Epoksin tuotanto vaatii paljon energiaa.

- Epoksien kokonaislämmityspotentiaali vaihtelee välillä 4,6–6,7 kg CO₂-ekv/kg.
- Biopohjaisten epoksien kokonaislämmityspotentiaali on hieman pienempi, 4,079 kg CO₂-ekv/kg. (Plymouthin yliopisto, 2023)

Kiertotalous

Vesiohenteiset epoksimaalit ovat olleet käytössä 1970-luvulta lähtien, ja niiden kierrätystä tutkitaan parhaillaan. Yleisin epoksin loppukäsittelytapa on polttaminen. Kierrätettyjen raaka-aineiden käyttömahdollisuuksia on olemassa. Innovatiivisia ratkaisuja, kuten graniittijätejauheen käyttämistä epoksihartseissa ja siihen perustuvien pinnoitteiden sideaineiden suunnittelua, tutkitaan parhaillaan. Lisäksi käynnissä on epoksi- ja epoksihartsien pinnoitteiden valmistamista kierrätetyistä raaka-aineista, kuten PET-muovipulloista, koskevia tutkimuksia.

Viitteet:

<https://www.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/epoxy-resins/>

https://www.epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2016/09/EPOXY_SafetyBrochure_2017.pdf

May, C., 2018. Epoxy Resins: Chemistry and Technology (2nd ed.): s. 65. CRC Press. ISBN 978-1-351-44995-3.

West system. 2023. Health Effects from Overexposure to Epoxy.

Disposal of 2-part epoxy. 2013. <https://www.lion.com/lion-news/april-2013/how-to-dispose-of-2-part-epoxy-solutions>

Bal, K., Ünlü, K.C., Acar, I. ja Güçlü, G. 1.5.2017. Epoxy-based paints from glycolysis products of postconsumer PET bottles: synthesis, wet paint properties and film properties. Journal of Coatings Technology and Research. 14 (3): s. 747–753.

Kampa, Ł., Chowaniec, A., Królicka, A. ja Sadowski, Ł., 1.9.2022. Adhesive properties of an epoxy resin bonding agent modified with waste granite powder. Journal of Coatings Technology and Research. 19 (5): s. 1303–1316.

Plymouthin yliopisto. 2023. https://ecm-academics.plymouth.ac.uk/jsummerscales/mats347/LCA_quantified_environmental_impacts.htm

Polystyreeni (ja polystyreenivaahto)

Kuva 43.
EPS-eristelevyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Polystyreeni (PS) on polymeeri, joka valmistetaan sen monomeeristyyreenistä, joka puolestaan valmistetaan raakaöljystä. Polystyreenivaahtoa on kaupallisesti saatavilla kahta eri muotoa: paisutettua polystyreeniä eli styroxia (expanded polystyrene, EPS) ja suulakepuristettua polystyreeniä (extruded polystyrene, XPS). EPS valmistetaan yleensä haihuttamalla pentaania polystyreenihiukkasiin. Suulakepuristusprosessissa, jolla XPS valmistetaan, polystyreenihiukkaset sulatetaan puristimessa ja sekoitetaan tärkeiden lisäaineiden kanssa, minkä jälkeen seos laajenee jäähtyessään. Vaikka XPS:n eristysominaisuudet ovat samanlaiset kuin EPS:n, se imee itseensä vähemmän kosteutta ja sen ominaislämpökapasiteetti on suurempi.

Sekä EPS että XPS ovat yleisesti käytettyjä eristemateriaaleja. Niiden koostumus on ainutlaatuinen, sillä vain 2 % tuotteesta on polystyreeniä ja loppuosa, 98 %, on ilmaa. Polystyreeni on helposti syttyvää.

Haitallisuus

Tuotannossa käytettävällä styreenillä on useita haitallisia terveysvaikutuksia: se on esimerkiksi neurotoksista ja sen epäillään olevan karsinogeenistä. EPS:n tuotannossa käytettävä punneaine pentaani aiheuttaa haitallista savusumua maanpinnan tasolla. Palavasta polystyreenistä vapautuu suuria määriä häkää sekä styreeniä ja muita myrkyllisiä kemikaaleja.

Paloturvallisuusmääräysten täyttämiseksi tuotteeseen lisätään palonestoainetta. Yleisin palonestoaine 1980-luvulta lähtien oli heksabromisyklododekaani (HBCDD), mutta se luokiteltiin vuonna 2013 YK:n Tukholman yleissopimuksessa pysyväksi orgaaniseksi yhdisteeksi (POP-yhdisteeksi), ja se on mukana rajoitettujen kemikaalien luettelossa. Nykyään HBCDD:n sijaan käytetään muita palonestoaineita. Vaihtoehtoisesti vaahtomuovin voi erottaa rakennuksen sisätiloista lämpöesteellä, esimerkiksi kipsilevyllä (Babrauskas ym., 2014).

EPS on erittäin hauras materiaali. Pienet palaset leviävät tuulen mukana ja saastuttavat ympäristöä. Polystyreeni on biohajoomaton vaahtomuovi. Se on kuitenkin herkkää auringonvalolle ja hajoaa fotolyysiksi kutsutussa prosessissa. Polystyreenivaahto pirstoutuu pienemmiksi palasiksi hajoamatta, jolloin syntyy mikromuoveja, jotka aiheuttavat haittaa vesieliöille, maaperän eliöille ja ekosysteemeille (Gupra ym., 2022).

Ilmasto

Polystyreenin valmistukseen tarvitaan paljon energiaa fossiilisia raaka-aineita. XPS:n valmistuksessa käytetään yleensä fluorihiihivetyjä (HFC-134a), joiden kokonaislämmityspotentiaali on suuri. Yhden kuutiometrin valmistuksen tuotantovaiheiden A1–A3 ilmastovaikutukset ovat seuraavat (ÖKOBAUDAT, 2022–2023):

- EPS-vaahtoeriste (tiheys 15–30 kg/m³): 46,99–87,74 kg CO₂-ekv/kg
- EPS-vaahtoeriste (harmaa, tiheys 15–25 kg/m³): 58,61–76,73 kg CO₂-ekv/kg
- XPS, 30 kg/m³: 94,03 kg CO₂-ekv/kg

Koska polystyreeni on erinomainen eriste, se pienentää lämmitys- ja jäähdytystarvetta, mikä johtaa energiansäästöihin. Silti väitteisiin, joiden mukaan pienemmät kasvihuonekaasupäästöt käyttövaiheessa kattavat polystyreenin tuotannosta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt, tulee suhtautua hyvin varovaisesti. Ilmastovaikutukset tulee arvioida tapauskohtaisesti ja niitä tulee tarkastella suhteessa muihin ominaisuuksiltaan sopiviin materiaalivaihtoehtoihin.

Kiertotalous

EPS:n valmistuksessa ei yleensä synny kiinteää jätettä. Prosessi- ja leikkuujätteet jne. kierrätetään takaisin tuotantoprosessiin. Teoriassa kaikki saastumaton polystyreeni voidaan kierrättää, ja joissakin maissa on olemassa tähän tarvittavaa tekniikkaa. Kierrätyksessä polystyreeni murskaataan pelleteiksi ja palautetaan tuotantoprosessiin. Polystyreenijätteen kerääminen on kuitenkin ongelmallista. Polystyreeni on erittäin kevyttä, mutta sen tilavuus on suuri eikä sen kerääminen ja kuljettaminen jätteenä ole taloudellisesti kannattavaa. Lisäksi eristyslevyt on yleensä kiinnitetty rakenteeseen niin, ettei niitä voi irrottaa ja käyttää uudelleen. Tämän seurauksena suuri osa polystyreenivaahdosta poltetaan tai se päättyy kaatopaikalle. Valolta suojattuna kaatopaikalla polystyreenivaahto ei käytännössä hajoa lainkaan.

Lisäaineet hankaloittavat kierrätysprosessia entisestään. Vaikka kierrätysteknologioita on olemassa, polystyreenin kierrätysjärjestelmiä ei ole laajalti käytössä Itämeren alueella.

Viitteet:

Babrauskas V., Fuoco R. ja Blum A. 2014. Flame Retardant Additives in Polymers: When do the Fire Safety Benefits Outweigh the Toxicity Risks? Teoksessa Polymer Green Flame Retardants: s. 87–118.

CEFIC (s.a.). [PolyStyreneLoop Cooperative Offers an Efficient Recycling System to Recover Old Polystyrene Foam](#)

Gupta C., Kaushik S., Himanshu, Jain S., Dhanwani I., Mansi, Garg S., Paul A., Pant P. ja Gupta N. 2022. Bioaccumulation and toxicity of polystyrene nanoplastics on marine and terrestrial organisms with possible remediation strategies: A review. Environmental Advances 8, 100227.

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, density 15 kg/m³. [Ökobaudat- EPS foam Insulation, density 15 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, density 20 kg/m³. [Ökobaudat- EPS Foam Insulation, density 20 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, density 25 kg/m³. [Ökobaudat- EPS Foam Insulation, density 25 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, density 30 kg/m³. [Ökobaudat- EPS Foam Insulation, density 30 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, grey, density 15 kg/m³. [Ökobaudat - EPS Foam Insulation, grey, density 15 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Expanded Polystyrene (EPS) Foam Insulation, grey, density 20 to 25 kg/m³. [Ökobaudat- EPS Foam Insulation, grey, density 20 to 25 kg/m3](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. Extruded polystyrene (XPS), 32 kg/m³. [Ökobaudat- XPS, 32 kg/m3](#)

Polyeteeni ja polypropeenit (PE (ja PEX, HDPE, LDPE) ja PP (ja EPP))

Kuva 44.
PE-putkia.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Polyeteeniä (PE) ja polypropeenit (PP) voi kumpaa-kin käyttää vain rajoitetulla lämpötila-alueella. Ne haurastuvat altistuessaan jo hieman alle nolla Celsius-asteen lämpötiloille (tai muokattuina hieman alhaisemmille lämpötiloille) ja alkavat sulaa yli 100 Celsius-asteessa, jotkut laadut yli 140 Celsius-asteessa. Kutakin materiaalia valmistetaan eri tiheyksiä, joilla on erilaiset ominaisuudet ja jotka vaativat erilaisia katalyyttejä ja/tai lisäaineita sekä käsittelymenetelmiä.

Sekä LDPE:tä (pientiheyspolyeteeni) että HDPE:tä (suurtiheyspolyeteeni) käytetään sähkökaapeleiden eristämiseen ja eristeenä tai suojauksena erilaisissa kalvotyypeissä. Niitä voidaan myös vaahdottaa. LDPE on pienitiheyksistä, ja sitä käytetään putkistoissa, kun taas HDPE on tiheämpää ja soveltuu pakkausmateriaaleihin, kuten kuituihin, geokalvoihin ja -membraneihin sekä jopa pulloihin ja kemikaalisäiliöihin, koska sen kemikaalien kestävyys on hyvä. HDPE on happea läpäisevää, minkä vuoksi sitä käytetään myös juomavesiputkistoissa, sillä juomavesi on jo valmiiksi hapen kyllästämää. HDPE:tä ei voi käyttää ilman lisäsuojauksia järjestelmissä, joissa se ei saa imeä itseensä enempää happea, kuten lattialämmitysjärjestelmissä.

PEX (silloitettu polyeteeni) sisältää ylimääräisen suojakerroksen, joka estää hapen kulkeutumisen ja imeytymisen, ja sitä käytetään myös lattialämmitysjärjestelmissä. PEX kattaa useita tärkeitä PE:n ristosilloitettuja muotoja, joista yleisimmät (<https://www.chemie.de/lexikon/polyethylen.html>) ovat:

- Peroksidiristosilloitus (PE-Xa)
- Silaaniyhdisteristosilloitus (PE-Xb)
- Säteilutekniikalla tapahtuva ristosilloitus (PE-Xc), jota käytetään harvoin rakentamisessa
- Atsosiidoksia luova ristosilloitus esim. urean avulla (PE-Xd)

Haitallisuus

Puhtaimmillaan sekä PE- että PP-muoveja pidetään vain vähän haitallisia aineita sisältävinä muovimateriaaleina, minkä vuoksi niitä käytetään elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuviin tuotteisiin, kuten muovipusseissa ja elintarvikkeiden säilytysastioissa. Puhdistus edellyttää kuitenkin katalyyttien ja/tai muiden lisäaineiden käyttöä. Yleisimmät katalyytit sisältävät metalliyhdisteitä, kuten kromitrioksidia (CrO₃), piidioksidia ja titaanitetrakloridia (TiCl₄). pH-arvon mukaan kromiyhdisteet voivat helposti muuttua syöpää aiheuttaviksi muodoiksi. (Choudhury ym., 2021). Klooripitoisten yhdisteiden käyttöä ei yleensä voida suositella niiden heikon hajoamisen, mahdollisen pysyvyyden (ns. ikuisuuskemikaaliominaisuuksien) ja hajoamistuotteiden kertymispotentiaalin vuoksi. Titaanitetrakloridi on nestemäistä ja hydrolysoituu hyvin nopeasti veden kanssa. Hydrolyysin lopputuote

voi olla pysyvä ja jopa kertyvä.

Vaikka em. kemikaalien valohajoaminen (fotolyyysi) tai puhtaiden muotojen hajoaminen korkeassa lämpötilassa (pyrolyysi) ei yleensä aiheuta haitallisten aineiden muodostusta, katalyyttinen kemiallinen hajoaminen voi silti johtaa ei-toivottujen bentseenin, tolueenin, ksyleenien jne. muodostumiseen.

Ilmasto

Sekä PE- että PP-muovit valmistetaan viime kädessä raakaöljystä, ja niiden valmistukseen käytettävä energia aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä. Jos kuitenkin on välttämätöntä käyttää muovia ja muovituotteita, PE- ja PP-muovit ovat parhaita vaihtoehtoja. Vaikka ne eivät ole yhtä energiatehokkaita kuin luonnonmateriaalit, niiden hiilijalanjälkeä voi pienentää käyttämällä niitä niin, että materiaalit on mahdollista purkaa ja kierrättää puhtaasti käyttöikänsä lopussa.

Kiertotalous

PE- ja PP-muovit ovat kestumuoveja, jotka voidaan kierrättää murskaamalla ja muovaamalla ne uudelleen. Tämä vaatii huomattavasti vähemmän energiaa kuin kemiallinen kierrätys. Haasteena on sellaisten järjestelmien käyttöönotto, joiden avulla erityyppiset PE- ja PP-materiaalit voidaan kerätä erikseen mahdollisimman puhtaina.

Viitteet:

Bala, A., Arfelis, S., Oliver-Ortega, H. ja Méndez, J. A. 2022. Life cycle assessment of PE and PP multi film compared with PLA and PLA reinforced with nanoclays film. *Journal of Cleaner Production*, 380, 134891.

Banerjee, R. ja Ray, S. S. 2022. Sustainability and life cycle assessment of thermoplastic polymers for packaging: a review on fundamental principles and applications. *Macromolecular Materials and Engineering*, 307 (6), 2100794.

Choudhury, S., Kumar, A. ja Kumar, N. 2021. Silane: Risk assessment, environmental, and health hazard. Teoksessa *Hazardous Gases* (s. 353–362). Academic Press.

Kristensen, H. S. ja Mosgaard, M. A. 2020. A review of micro level indicators for a circular economy—moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531.

Polyuretaani (PUR)

Kuva 45.
PUR-eristelevyjä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Polyuretaani (PUR) on polymeeri, jota muodostuu isosyanaatin ja polyolin reaktiossa. Nämä kemikaalit ovat peräisin raakaöljyn jalostuksesta. Käyttökohteen mukaan käytetään myös lisäaineita (esim. palonestoaineita) ja katalyyttejä. Polyuretaani voi olla jäykkää tai pehmeää, ja se voidaan valmistaa tehtaalla tai ruiskuttaa/kaataa halutun pinnan päälle asennuspaikalla. Se on kestävä, vedenkestävää ja lämpöä eristävää. Se on kuitenkin helposti syttyvää. (de Souza ym., 2021)

Polyuretaaneja käytetään eristeissä, vaahdoissa (ovien ja ikkunoiden tiivistämiseksi sekä tyhjien tilojen täyttämiseksi), elastomeereissä, synteettisissä nahoissa, pinnoitteissa, liimoissa jne.

Haitallisuus

Täysin reagoanut polyuretaanipolymeeri on kemiallisesti reagoimaton. Kemikaalialtistus on mahdollista PU-vaahdon ruiskuttamisen aikana tai sen jälkeen, jolloin haitallisia kemikaaleja saattaa vapautua hengitysilmaan. Altistumista voi tapahtua myös tuotantoprosessin aikana. Yleisimmin polyuretaanin valmistuksessa käytetyt isosyanaatit ovat tolueenidi-isosyanaatti (TDI) ja metyleenidifenyylidi-isosyanaatti (MDI). Isosyanaatit voivat hengitettynä aiheuttaa hengitystiesairauksia, erityisesti astmaa. Sen lisäksi, että MDI ja TDI ovat hengitysteitä ja ihoa herkistäviä aineita ja niiden epäillään aiheuttavan syöpää (Euroopan kemikaalivirasto, 2023).

Helposti syttyvänä materiaali tulee käsitellä palonestoaineilla, joista lähes kaikkia pidetään ympäristölle ja terveydelle haitallisina. PU-levyt sisältävät usein tris(1-kloori-2-propyyli)fosfaattia (TCPP). Vaikka sen myrkyllisyyttä nisäkkäille ja pitkäaikaisen altistumisen vaikutuksia ei tunneta, se on myrkyllistä vesiympäristöille (Babrauskas ym., 2014). Polyuretaanista voi palaessaan erittyä erilaisia lämpöhajoamistuotteita ja myrkyllisiä kaasuja. Polyuretaanin tuotannossa käytetään ponneaineita, esimerkiksi pentaania, joka aiheuttaa haitallista savusumua maanpinnan tasolla.

Ilmasto

Polyuretaania valmistetaan raakaöljyn jalostustuotteista. Joitakin yrityksiä korvata öljypohjaiset esimuodot uusiutuvista luonnonvaroista peräisin olevilla biopohjaisten isosyanaattien ja polyolien (Hai ym., 2021) ja hiilidioksidipohjaisten polyolien kaltaisilla esimuodoilla on tehty. Polyuretaanin ilmastovaikutukset tulee arvioida tapauskohtaisesti ja niitä tulee tarkastella suhteessa muihin ominaisuuksiltaan sopiviin materiaalivaihtoehtoihin. Esimerkkeinä on esitetty kahden erilaisen polyuretaanimateriaalien kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 (ÖKOBAUDAT, 2023, 2018):

- Joustava liitosteippi, polyuretaani: 4,272 CO₂-ekv/kg
- Jäykkä polyuretaanivaaho (putkieristys): 200,7 kg CO₂-ekv/kg

Kiertotalous

Rakennuksen purkamisen jälkeen jäykästä polyuretaani-vaahdosta (RPUF) valmistetut eristeet voidaan käyttää uudelleen. Puhdasta RPUF-jätettä voidaan murskata ja käyttää puristettujen levyjen kaltaisten uusien materiaalien valmistuksessa, öljyä sitovana materiaalina tai yhdessä sementin kanssa eristyslaastissa. RPUF:n kierrätysratkaisut eivät kuitenkaan nykytilanteessa pysty riittävän hyvin vastaamaan käytöstä poistettujen PU-tuotteiden hävittämisestä syntyvien materiaalityöjien aiheuttamia ongelmia. Lisäksi RPUF-jäte, joka sisältää epäpuhtauksia tai johon on kiinnittynyt muita rakennusmateriaalijäämiä, voidaan hävittää vain kaatopaikalle tai polttamalla. Myös polyuretaanimateriaalien rakenteellinen monimuotoisuus vaikeuttaa yleisen kierrätysprosessin kehittämistä. EU onkin luokitellut polyuretaanin ja siitä valmistetut tuotteet erityisjätteeksi, jonka kierrätys on vaikeaa. (Fonseca ym., 2023).

Muiden polyuretaanituotteiden, kuten polyuretaaniliiman, kierrätystä vaikeuttaa rajallinen säilyvyysaika (enintään yksi vuosi).

Viitteet:

Babrauskas V., Fuoco R. ja Blum A. 2014. Flame Retardant Additives in Polymers: When do the Fire Safety Benefits Outweigh the Toxicity Risks? [Teoksessa Polymer Green Flame Retardants, s. 87–118.](#)

Euroopan kemikaalivirasto 2023. [Information on chemicals.](#)

de Souza F. M., Kahol P.K. ja Gupta R.K. 2021. Introduction to Polyurethane Chemistry. [Teoksessa Polyurethane Chemistry: Renewable Polyols and Isocyanates. ACS Symposium Series, Vol. 1380. DOI: 10.1021/bk-2021-1380.ch001](#)

Fonseca L.P., Duval A., Luna E., Ximenis M., De Meester S., Avérous L. ja Sardon H. 2023. Reducing the carbon footprint of polyurethanes by chemical and biological depolymerization: [Fact or fiction? Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry 41:100802.](#)

Hai T. A. P., Tessman M., Neelakantan N. ym. 2021. Renewable polyurethanes from sustainable biological precursors. [Biomacromolecules 22 \(5\): s. 1770–1794.](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. Elastomer joint tape, polyurethane. [Ökobaudat- Elastomer joint tape, polyurethane](#)

ÖKOBAUDAT. 2018. Polyurethane rigid foam, pipe insulation, hard foam. [Ökobaudat - Polyurethane rigid foam, pipe insulation](#)

PVC-muovi

Kuva 46.
PVC-putkia.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



PVC (polyvinyylikloridi) on yleinen muovimateriaali, jota käytetään esimerkiksi julkisivujen muoviverhoiluissa, ikkunoissa ja lattiapäällysteissä. Sitä pidetään vähän huoltoa vaativana materiaalina, jolla on myös muita hyviä ominaisuuksia, mutta PVC:n valmistuksessa käytetään fossiilisia polttoaineita ja se sisältää usein haitallisia lisäaineita. PVC-muovia on kahta eri tyyppiä: pehmeä ja jäykkä. Pehmeä PVC-muovi sisältää aina pehmennintä, joka tekee siitä joustavaa ja pehmeää, kun taas jäykkä PVC-muovi on kovempaa. Jäykkää PVC-muovia käytetään esimerkiksi muoviputkissa.

Haitallisuus

PVC-muovin valmistuksessa käytettävä monomeeri vinyylikloridi on luokiteltu syöpää aiheuttavaksi aineeksi. Vaikka PVC-polymeeri ei ole vaarallinen, PVC-materiaaleissa voi havaintojen mukaan olla jonkin verran monomeerijäämiä (Huang ym., 2022). Lisäksi PVC-muovi sisältää lisäaineita, esimerkiksi ftalaatteja, palonestoaineita ja raskasmetalleja, jotka voivat olla haitallisia sekä terveydelle että ympäristölle. Monet näistä lisäaineista voivat vaikuttaa ihmisten hormonitoimintaan, lisääntymiseen ja vesieliöihin. PVC-muovia poltettaessa voi muodostua myrkyllisiä dioksiineja (Health Care Without Harm Europe, 2021). Ftalaatit ja muut lisäaineet voivat siirtyä materiaalista veteen ja pölyyn, aiheuttaen terveyshaittoja ihmisille ja ympäristön pilaantumista, minkä vuoksi PVC-materiaalien käyttöä ei suositella rakentamisessa. Jos pehmeää PVC-muovia kuitenkin tarvitaan, kannattaa valita vaihtoehto, joka ei sisällä ftalaatteja tai vaihtoehtoisia ympäristölle ja terveydelle haitallisia muovinpehmentimiä.

Ilmasto

Vinyylikloridimonomeeri valmistetaan fossiilisista polttoaineista (eteeni) ja suoloista (kloridi), mikä edistää fossiilisten polttoaineiden loppumista (Health Care Without Harm Europe, 2021). PVC-tuotteiden ilmastovaikutus vaihtelee yleisesti välillä 2–8 kg CO₂-ekv/kg tuotantovaiheissa A1–A3. Esimerkkeinä on esitetty kolmen erilaisen PVC-tuotteen tuotannon kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 (ÖKOBAUDAT, 2023):

- PVC-viemäriputki 2,76 kg CO₂-ekv/kg
- PVC-kattohuopa 6,213 kg CO₂-ekv/kg
- PVC-lattiapäällyste 8,185 kg CO₂-ekv/kg

Perinteisten PVC-materiaalien sijaan voidaan valita tuotteita, joiden tuotannossa käytetään pääosin biopohjaisia raaka-aineita ja vähemmän fossiilista energiaa. Ilmastovaikutukset tulee arvioida tapauskohtaisesti ja niitä tulee tarkastella suhtees-

sa muihin ominaisuuksiltaan sopiviin materiaali- vaihtoehtoihin.

Kiertotalous

PVC:tä voidaan kierrättää, esimerkiksi joillakin valmistajilla on esimerkkejä PVC-putkien tai ftalaatitton muovimaton/lattiapäällysteen kierrätyksestä, kun ne on ensin puhdistettu liimasta ja tasoitteista. Suurin osa PVC:stä kuitenkin poltetaan. Yksi keskeisistä haasteista kierrätyksessä on lisäaineiden aiheuttama kontaminaatio. Erityisesti vanhemmissa PVC-materiaaleissa koostumusta on vaikea selvittää. Suositeltavaa on käyttää PVC-tuotteita, jotka valmistaja voi ottaa takaisin ja kierrättää.

Yhteenvedona: PVC valmistetaan haitallisesta monomeeristä ja sisältää usein haitallisia lisäaineita. Sen ilmastovaikutus on kuitenkin suhteellisen pieni, ja sitä voidaan kierrättää vaikka suurin osa ei päädykään kierrätykseen. Jos projektissa on käytettävä PVC-materiaaleja, on suositeltavaa valita tuotteita, jotka ovat kierrätettävissä, ja pyytää valmistajalta tieto lisäaineiden sisällöstä.

Viitteet:

ÖKOBAUDAT. 2023. Sewer pipe PVC. [Ökobaumat - Sewer pipe PVC](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. PVC roofing membrane. [Ökobaumat- PVC roofing membrane](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. PVC floor covering. [Ökobaumat - PVC floor covering](#)

Health Care Without Harm Europe. The polyvinyl chloride debate: Why PVC remains a problematic material, <https://noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/6807/2021-06-23-PVC-briefing-FINAL.pdf>, 2021

Huang L., Fantke P., Ritscher A. ja Jolliet O. 2022. Chemicals of concern in building materials: A high-throughput screening. *Journal of Hazardous Materials* 424.

Styreenibutadieenikumi (SBR)

Kuva 47.
SBR-kumirulla.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Styreenibutadieenikumi (SBR) on synteettinen kumi, jota syntyy styreenin ja butadieenin polymerisaatiossa. SBR-kumi on monipuolinen materiaali, jonka sopivuus tiettyihin käyttökohteisiin paranee entisestään, kun siihen sekoitetaan lisäaineita tai muita polymeerejä.

Haitallisuus

SBR-kumi itsessään ei sisällä mitään ympäristölle tai terveydelle haitallisia aineita, mutta käytetyillä lisäaineilla voi olla haitallisia ominaisuuksia. Esimerkkejä lisäaineista ovat pehmittimet, täyteaineet ja hapettumisenestoaineet. Lisäaineet voivat sisältää ftalaatteja, korkea-aromaattisia öljyjä (HA), sinkkioksidia, butyylihydroksitolueenia (BHT) ja butyylihydroksianisolia (BHA).

Ilmasto

SBR-kumin tuotannosta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, jotka johtuvat raakaöljyn jalostuksesta sekä käytettävien monomeerien hankinnasta ja niistä seuraavien polymeerien käsittelystä. Jos SBR-kumia ei käytetä uudelleen tai kierrätetä, se tuottaa kasvihuonekaasuja myös silloin, kun se poltetaan käyttöikänsä päätyttyä. SBR-muoviprofiilien kokonaislämmityspotentiaali materiaalikiloa kohti tuotantovaiheissa A1–A3 on 4,363 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

SBR-kumi voidaan kierrättää ja käyttää uudelleen. Materiaalien väliset erot ja lisäaineiden materiaaliin tuomat epäpuhtaudet voivat kuitenkin vaikeuttaa SBR-kumin kierrätystä.

SBR:n kierrätys, erityisesti vanhojen ajoneuvojen renkaiden kierrätys, on yleistä. Kumimurskaa käytetään tienpinnoissa, urheilukentillä ja rakennusmateriaalina (meluvallit). (Pikoń K. et al., 2024).

Edistyneiden kemiallisten kierrätystekniikoiden, kuten pyrolyysin ja depolymeroinnin, tavoitteena on hajottaa SBR monomeereiksi tai arvokkaiksi petrokemian raaka-aineiksi uudelleenkäyttöä varten. Vaikka SBR:n täydellisen kierrätyksen saavuttamisessa on edelleen haasteita sen sisältämien lisäaineiden aiheuttaman ympäristön saastumisen, laadun säilyttämisen ja taloudellisuusnäkökohtien vuoksi, jatkuva innovaatio ja sääntely ohjaavat alaa kohti kestävämpiä, suljetun kierron ratkaisuja (Pikoń K. et al., 2024).

SBR:n käyttöä suunniteltaessa on tärkeää huomioida mahdolliset haitta-aineiden riskit, erityisesti silloin kun materiaalin alkuperä on käytöstä poistetuissa renkaissa (ks. seuraava luku).

Viitteet:

ÖKOBAUDAT. 2023. Plastic profile SBR. [Ökobaumat-Plastic profile SBR](#)

Pikoń K, Poranek N, Marczak M, Łaźniewska-Piekarczyk B, Ścierański W. Raw and Pre-Treated Styrene Butadiene Rubber (SBR) Dust as a Partial Replacement for Natural Sand in Mortars. *Materials* (Basel). 2024 Jan 17;17(2):441. doi: 10.3390/ma17020441. PMID: 38255609; PMCID: PMC10817672.

Kierrätetty SBR-kumi renkaista

Kuva 48.

Kierrätettyjä SBR-rakeita.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Vanhojen renkaiden uudelleenkäyttö materiaalin polttamisen asemesta on ollut kiertotalouden mukainen vaihtoehto. Esimerkiksi jalkapallokenttien tai leikkikenttien pinnoitteena käytetään yleisesti kierrätetyistä renkaista valmistettua rakeista materiaalia (kumirouhetta).

Haitallisuus

Kierrätetty SBR-kumi saattaa sisältää terveydelle ja ympäristölle mahdollisesti haitallisia aineita, kuten polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä), haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC-yhdisteitä), puolihaihtuvia orgaanisia yhdisteitä (SVOC-yhdisteitä), ftalaatteja, vulkanointiaineita ja raskasmetalleja. Käytettyjen renkaiden alkuperän varmistaminen on haastavaa, mikä johtaa huomattaviin vaihteluihin kierrätysrenkaista valmistetun kumirouheen koostumuksessa. Jalkapallokentillä käytettävään kierrätetyistä renkaista peräisin olevaan kumirouheeseen sovelletaan REACH-asetusta, jonka mukaan kahdeksan PAH-yhdisteen raja-arvo saa olla enintään 20 µg/g. (Euroopan kemikaalivirasto, 2021)

Ilmasto

Kierrätetty SBR-kumi ei aiheuta kasvihuonekaasupäästöjä, koska se on kierrätysmateriaali, joka voidaan kierrättää uudelleen. Ilmastovaikutukset muodostuvat energiasta, jota käytetään materiaalin jalostuksessa kumirouheeksi, kuljetuksen aikana ja materiaalin polttamiseen sen käyttöään lopussa. Kierrätetylle SBR-kumille ei ole saatavilla ilmastotietoja. Kierrätetyn SBR-kumin ilmastovaikutuksia tulee arvioida suhteessa muihin ympäristövaikutuksiin, jotka aiheutuvat esimerkiksi kumirouheen päätymisestä ympäristöön.

Kiertotalous

Kestävänä ja monikäyttöisenä materiaalina kierrätetty SBR-kumi voidaan kierrättää uudelleen. Haitallisten aineiden esiintyminen rajoittaa kuitenkin sen käyttömahdollisuuksia, sillä materiaalin käyttöä ihmisten tai ympäristön läheisyydessä tulee välttää, koska se saattaa aiheuttaa altistumista haitallisille aineille.

Viitteet:

Atmacom. 2025. High quality SBR Rubber Granules. Atmacom- SBR Rubber Granules

Euroopan kemikaalivirasto. 2021. [REACH-asetus - ECHA](#)

Termoelastit eli termoplastiset elastomeerit (TPE)

Kuva 49.
Profiloituja TPE-nauhoja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Termoelasti (TPE) on yhteisnimitys, joka kattaa kahdenlaisia polymeerejä:

- 1) Termoplastiset polymeerit eli kestumuoovit, joissa on joko haarautuvia tai haarautumattomia pitkiä muovipolymeeriketjuja, jotka pakkautuvat tiiviisti yhteen, kun lämpötila putoaa alle lasittumislämpötilan. Useimmiten ne sulavat kuumennettaessa ja voidaan muotoilla uudelleen uusiksi esineiksi. Esimerkkejä kestumuoveista ovat polystyreeni, PVC ja PET.
- 2) Elastomeeriset polymeerit, jotka ovat polyuretaanin ja styreenibutadieenikumin (SBR) kaltaisten materiaalien tapaan joustavia.

Termoelastit sisältävät myös lisäaineita, kuten pehmentimiä, täyteaineita ja hapettumisenestoaineita. Termoelasteja on lukuisia eri tyyppisiä, jotka kaikki tulee arvioida erikseen käytetyn polymeeri- ja lisäaineyhdistelmän perusteella. Termoelastityyppejä ovat muun muassa TPS, TPE-O, TPE-PVC ja TPE-PUR, jotka on esitelty omissa kappaleissaan (Whelan, 2017).

Haitallisuus

Termoelastit sisältävät yleensä vain vähän haitallisia aineita polymeerisen rakenteensa ja elastomeerin suuren osuuden ansiosta. Lisäaineilla voi kuitenkin olla haitallisia ominaisuuksia, minkä vuoksi kukin termoelasti tulee arvioida erikseen.

Ilmasto

TPE:n (termoplastisten elastomeerien) valmistusprosessi aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä, sillä raakaöljyn jalostus ja monomeerien erottaminen perusrakenteiksi sekä itse polymeerien prosessointi tuottavat kaikki hiilidioksidipäästöjä. Käynnissä olevassa tutkimuksessa keskitytään kehittämään biopohjaisia ja uusiutuvia termoelasteja, joiden ilmastovaikutukset voivat olla vähäisempiä. Mekaanisten ominaisuuksien, kustannustehokkuuden ja hajoavuuden kaltaisia rajoituksia on kuitenkin edelleen olemassa. (Jeon, Jung ja Choi, 2023)

Kiertotalous

Termoelastit voidaan kierrättää ja käyttää uudelleen. Ne voidaan myös sulattaa ja kasata uudelleen tiettyä käyttötarkoitusta varten. Sekamateriaaleista koostuvat tuotteet ja niissä olevat lisäaineet voivat kuitenkin tehdä termoelastien kierrätyksestä haastavaa.

Viitteet:

Whelan, D. 2017. Thermoplastic elastomers. Teoksessa Brydson's Plastics Materials, s. 653–703. Butterworth-Heinemann.

Jeon, J. H., Jung, J. H. ja Choi, C. 2023. Toward a greener future: Exploring sustainable thermoplastic elastomers. Journal of Polymer Science.

Eteenipropeenikumi EPDM

Kuva 50.

EPDM-nauhoja.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Eteenipropeenikumi (Ethylene Propylene Diene Monomer, EPDM) on vulkanoitua synteettistä kumia. **Vulkanointi on kumin jalostusprosessi, jossa** luonnonkumin synteettisen kumin polymeeriketjuja yhdistetään kemiallisilla silloilla toisiinsa. Tämä tapahtuu lämmön ja rikin avulla. Prosessin aikana kumin rakenne muuttuu joustavasta ja tahmeasta kiinteämmäksi ja mekaanisesti kestävämmäksi. Lisäksi pinnan tahmeus vähenee ja sen sileys paranee. Lopullisen polymeerin ominaisuudet määräytyvät polymeeriketjun rakenteen, mm. ristisidosten määrän, perusteella. Vulkanointi tekee kumista tasalaatuista, kestävää ja monikäyttöistä ja mahdollistaa sen uudelleenkäytön samaan tarkoitukseen, mutta tekee siitä kierrätyskelvotonta, koska vulkanoitua kumia ei voi sulattaa uudenlaisen rakenteen luomiseksi.

Haitallisuus

EPDM ei yleensä sisällä haitallisia aineita. Materiaaliin jää kuitenkin yleensä vulkanointiaineita tai niiden jäämiä.

Ilmasto

EPDM:n tuotantoprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja, hiilidioksidipäästöjä, sekä raakaöljyn jalostamisessa että tuotannossa käytettävien monomeerien hankinnassa ja polymeerien käsittelyssä. Jos EPDM:ää ei käytetä uudelleen, siitä syntyy kasvihuonekaasuja myös poltettaessa. EPDM-kalvon kokonaislämmityspotentiaali kiloa kohden tuotantovaiheissa A1–A3 on 9,205 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

EPDM:ää voi käyttää uudelleen, mutta ei kierrätää. Sitä ei voi sulattaa tai muokata uudelleen toista käyttökohdetta varten. Tästä syystä yleisin loppukäsittelytapa on energian talteenotto polttamalla.

Viitteet:

Encyclopædia Britannica, “Vulcanization” <https://www.britannica.com/technology/vulcanization>

ÖKOBAUDAT. 2023. EPDM roof sheets. [Ökobaudat - EPDM roof sheets](#)

Nitriilikumi (NBR)

Kuva 51.

NBR-kumiputkia.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Nitriilikumi (NBR, Nitrile-Butadiene Rubber) on synteettistä vulkanoitua kumia, jota valmistetaan akryylnitriilistä ja butadieenistä. Se on monipuolinen materiaali, jonka sopivuus tiettyihin käyttökoh-teisiin paranee, kun siihen sekoitetaan lisäaineita tai muita polymeerejä. Näin sen suorituskykyä voi-daan räätälöidä erilaisiin käyttötarkoituksiin, esi-merkiksi öljynkestävyyttä, mekaanista lujuutta tai elastisuutta parantamalla.

Haitallisuus

Nitriilikumi itsessään ei sisällä mitään haitallisia aineita, mutta siinä käytetyillä lisäaineilla voi olla haitallisia ominaisuuksia. Esimerkkejä tällaisista li-säaineista ovat pehmittimet, täyteaineet, hapettu-misenestoaineet, palonestoaineet ja vulkanoinnin kiihdyttimet. Esimerkkeinä nitriilikumin mahdolli-sesti sisältämistä haitallisista kemikaaleista voidaan mainita ftalaatit, klooratut parafiinit, bromatut pa-lonestoaineet, tiuraamit ja ditiokarbamaatit.

Ilmasto

Nitriilikumin (NBR) tuotanto aiheuttaa kasvihuo-nekaasupäästöjä, erityisesti hiilidioksidia. Päästöjä syntyy sekä raakaöljyn jalostuksessa että tuotan-nossa käytettävien monomeerien, kuten akryyli-nitriilin ja butadieenin, valmistuksessa ja jatkokä-sittelyssä. Myös itse polymeerien prosessointi ja vulkanointi lisäävät kokonaispäästöjä. Jos nitriiliku-mia ei käytetä uudelleen tai kierrätetä, siitä syntyy kasvihuonekaasuja myös poltettaessa. Nitriilikumil-le ei ole saatavilla ilmastotietoja.

Kiertotalous

Nitriilikumi on vaikeasti kierrätettävä materiaali. Jos kierrätysinfrastruktuuria ei ole olemassa, sen loppukäsittelytapa käyttöiän päätyttyä on usein polttaminen. Sekoitetuista materiaaleista koostu-vat tuotteet, joissa olevat materiaalit tulee erotel-la toisistaan ja jotka sisältävät lisäaineita, saattavat vaikeuttaa nitriilikumin kierrättämistä. Koska mate-riaali on vulkanoitua, se tulee vulkanoida uudelleen ennen kuin sitä voi käyttää muissa käyttökohteissa. (Ghowsi ja Jahmshidi, 2023)

Viitteet:

Ghowsi, M.A., Jamshidi, M. 2023. Recycling waste nitrile rubber (NBR) and improving mechanical properties of Re-vulcanized rubber by an efficient chemo-mechanical devulcanization. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254250482300009X>

Kumi (synteettinen, fossiilipohjainen)

Kuva 52.

Profiloitua kumitiivistettä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Synteettinen kumi on keinotekoinen polymeeri, jota valmistetaan synteettisesti raakaöljyn sivutuotteista. Sitä voidaan valmistaa myös kierrätysmateriaaleista, kuten renkaista, urheiluvälineistä ja jopa kengistä.

Haitallisuus

Synteettisistä materiaaleista valmistetuista kumi-materiaaleista voi vapautua ilmaan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC-yhdisteitä), jotka aiheuttavat epämiellyttävää hajua ja ovat erittäin haitallisia terveydelle. Synteettinen kumi voi sisältää materiaalin valmistuksessa käytettyjen syöpää aiheuttavien tai hormonitoimintaa häiritsevien kemikaalien jäämiä.

Ilmasto

Synteettinen kumi valmistetaan raakaöljystä, joka on merkittävä ilmastovaikutuksia aiheuttava uusiutumaton luonnonvara. Synteettisen kumin tuotanto saastuttaa ilmakehää. Myös kierrätysprosessissa keinotekoisesti valmistettua kumia kuumennettaessa vapautuu ilmakehään haitallisia yhdisteitä.

Kiertotalous

Synteettistä kumia voi teoriassa kierrättää muiden kumituotteiden raaka-aineeksi, mikä vähentää kaatopaikoille vietävän materiaalin määrää ja kumin yleisiä ympäristövaikutuksia. Synteettisen kumin kierrätysprosessin suurin este ovat materiaalin sisältämät ympäristölle ja terveydelle haitalliset kemikaalit.

Komposiittimateriaalit

Komposiittimateriaalit ovat teknisiä materiaaleja, jotka muodostetaan yhdistämällä kaksi tai useampia eri ainesosia tiettyjen suorituskykyominaisuuksien saavuttamiseksi. Ainesosat voivat olla luonnollisia raaka-aineita, synteettisiä materiaaleja tai molempien yhdistelmiä.

Komposiitit, joissa käytetään vain luonnollisia raaka-aineita: tällaiset komposiitit valmistetaan yksinomaan luonnollisista raaka-aineista, esimerkiksi erilaisten kuitujen, puun ja mineraalien yhdistelmistä.

Haitallisuus

Yleisesti ottaen pelkästään luonnollisista raaka-aineista valmistetut komposiitit sisältävät vain vähän haitallisia aineita ja niitä pidetään ympäristöystävällisinä. Tietyt käsittelyt tai pinnoitteet voivat kuitenkin tehdä materiaalista haitallisen.

Ilmasto

Pelkästään luonnollisista raaka-aineista valmistettujen komposiittien ilmastovaikutukset vaihtelevat hankintatavan sekä energiatehokkaan valmistuksen ja kuljetuksen mukaisesti. Jos nämä asiat toteutetaan hyvin, komposiittien ympäristövaikutukset voivat olla vähäisiä. Ne kuitenkin vaihtelevat käytettyjen ainesosien mukaan.

Kiertotalous

Pelkästään luonnollisista raaka-aineista valmistetut komposiitit ovat usein erityisen hyviä materiaali-kierron kannalta, sillä ne voivat olla biohajoavia ja niitä voidaan valmistaa kierrätysmateriaaleista tai teollisuuden sivutuotteista, mikä on kiertotalouden periaatteiden mukaista.

Komposiitit, joissa käytetään vain synteettisiä raaka-aineita: tällaiset komposiitit, kuten muoveiksi kutsutut polymeerikomposiitit, koostuvat kokonaan synteettisistä materiaaleista.

Haitallisuus

Synteettisten komposiittien haitallisuus vaihtelee sen mukaan, mitä synteettisiä materiaaleja ja lisäaineita on käytetty tiettyjen ominaisuuksien saavuttamiseksi. Joistakin synteettisistä materiaaleista voi vapautua haitallisia aineita niiden elinkaaren aikana. Lisäksi on todennäköistä, että polymerisaation aikana osa monomeereistä jää matriisiin reagoimatomiksi. Näitä monomeerejä kutsutaan jäännösmonomeereiksi, joista jotkin voivat olla haitallisia ihmisen terveydelle ja ekosysteemeille.

Ilmasto

Synteettisten komposiittien ilmastovaikutukset riipuvat suurelta osin käytettyjen materiaalien tuotannosta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä sekä valmistusprosessin energiatehokkuudesta.

Ympäristövaikutukset ovat yleensä suurempia kuin luonnollisista raaka-aineista valmistettujen komposiittien, sillä materiaalit on usein valmistettu fossiilisista raaka-aineista.

Kiertotalous

Kiertotalouden periaatteita voi olla haastavaa soveltaa puhtaasti synteettisiin komposiitteihin, koska ne eivät yleensä ole biohajoavia ja niiden tehokas kierrättäminen voi olla hankalaa haitallisten lisäaineiden vuoksi.

Komposiitit, joissa käytetään sekä synteettisiä että luonnollisia raaka-aineita: tällaisissa komposiiteissa käytetään synteettisten materiaalien (esim. polymeerien tai hartsien) ja luonnollisten raaka-aineiden (esim. kuitujen, puun tai luonnollisten täyteaineiden) yhdistelmiä.

Haitallisuus

Yhdistelmäkomposiittien haitallisuus vaihtelee suuresti sen mukaan, mitä synteettisiä ja luonnollisia materiaaleja on käytetty. Luonnolliset raaka-aineet ovat yleensä puhtaita, mutta tietyt synteettiset ainesosat saattavat tehdä komposiitista haitallisen ihmisen terveydelle ja ympäristölle. Yhdistelmäkomposiittien turvallinen käyttö edellyttää huolellista harkintaa.

Ilmasto

Jos käytetyt luonnonmateriaalit ovat kestävästi hankittuja (kierrätettyjä tai sivutuotteita) ja valmistusprosessi on energiatehokas, ilmastovaikutukset vähenevät ja materiaalista tulee paremmin kestävän kehityksen mukaista. Synteettisten komponenttien ilmastovaikutukset voivat kuitenkin olla niiden hankinta- ja tuotantotavan mukaan suuria.

Kiertotalous

Luonnollisten ainesosien uusiutuvuus ja biohajoavuus saattavat hyödyttää molempia materiaalityyppejä yhdistäviä komposiitteja, sillä ne parantavat kierrätyspotentiaalia. Tällaisten komposiittien kierrättäminen tai uudelleenkäyttö voi kuitenkin olla hankalaa käytetyn materiaaliyhdistelmän vuoksi.

Viitteet:

Wikipedia. 2025. Composite material. Viitattu 5.8.2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Composite_material

Rihmastokomposiitit

Kuva 53.

Rihmastokomposiittipalikoita.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Rihmastokomposiittieristysmateriaalin tuotantoprosessissa valkolahoa aiheuttavan sienen rihmaston annetaan kasvaa maa- tai metsätalouden sivutuotteissa, kuten speltin kuorissa ja pyökkihakkeessa. Saksassa toteutetussa monitieteellisessä hankkeessa kasvatettiin *Ganoderma lucidum*-sientä (lakkakääpää) speltin kuorissa ja pyökkihakkeessa. Kyseinen sieni sulattaa orgaanista materiaalia, kuten ligniiniä, monimutkaisen entsyymisekoituksen avulla. Tätä varten sen pitää ensin sitoa orgaaniset ainesosat itseensä, jolloin syntyy komposiittimateriaali. Sienen ruokinta lopetetaan kuivattamalla komposiitti.

Rihmastokomposiittimateriaalit voivat olla hyvin kestäviä sopivissa olosuhteissa. Komposiitit ovat jossain määrin vettä hylkiviä. Ne tulee kuitenkin suojata pitkäaikaiselta altistumiselta kosteudelle. Kosteissa olosuhteissa niihin saattaa sitoutua suuria määriä vettä, mikä voi käynnistää mikro-organismien kasvun ja materiaalin hajottamisen uudelleen.

Haitallisuus

Rihmastokomposiittimateriaalien olennaisista ainesosista ei yleensä vapaudu haitallisia aineita sisäilmaan. Koska käytetty kasvimateriaali on jo kuollutta, mahdollisesti haitallisten kasvikeemikalien tuotannon kaltaiset immuunivasteet eivät ole mahdollisia.

Tällaisissa komposiiteissa käytetyt raaka-aineet ovat kaikki täysin hajoavia luonnonolosuhteissa, kuten ne ovat luonnollisissa ekosysteemeissäkin. Niistä ei vapaudu haitallisia aineita luonnonympäristöön, edellyttäen että raaka-aineiden kasvatuksessa ei ole käytetty sellaisia. Myöskään tällaisen komposiittimateriaalin asentaminen ei aiheuta terveysriskejä asennustyöntekijöille.

Jos sienten ravinnoksi käytettävän kasvibiomassan kasvatuksessa käytetään biosidejä, tämä voi nopeuttaa sienten kasvua ja estää mahdollisesti haitallisten aineenvaihduntatuotteiden syntymisen.

Sienten tiedetään keräävän itseensä mahdollisesti haitallisia aineita, kuten raskasmetalleja. Kontaminaatio tapahtuu kuitenkin aina saastunutta materiaalia syömällä. Näin ollen rihmastokomposiitti ei sisällä mitään haitallisia aineita, jos kasvimateriaalissakaan ei ole niitä.

Luonnollisesti kasvaneesta ja käsittelemättömästä rihmastokomposiitista ei vapaudu mitään haitallisia aineita käyttöikänsä lopussa.

Ilmasto

Rihmastokomposiittimateriaalien kokonaislämmityspotentiaali on hyvin pieni. Raaka-aineena käytetään kasvibiomassaa, joka sitoo hiiltä kasvun aikana. Rihmasto kiinnittyy kasvibiomassaan sitoen sen yhteen. Prosessin aikana sitoutuneesta hiilestä vapautuu pieni osa soluhengityksen vuoksi. Koska sienet eivät kuitenkaan sulata kasvimateriaalia kokonaan, suurin osa hiilestä jää komposiitin sisään. Kasvibiomassan raaka-aineen ilmastovaikutukset ovat vähäisiä, koska se valmistetaan pääsääntöisesti puuteollisuuden tai maatalouden sivutuotteista. Materiaalia voidaan valmistaa paikallisesti, jolloin kuljetuksesta syntyvät kasvihuonekaasupäästöt ovat pienet.

Kiertotalous

Rihmastokomposiiteille on useita elinkaaren lopun käsittelyvaihtoehtoja, kuten uudelleenkäyttö, hyödyntäminen uudessa käyttötarkoituksessa, kierrätys ja kompostointi. Tällä hetkellä ei ole olemassa toimivaa kierrätysjärjestelmää näille materiaaleille. Tulevaisuudessa valmistajat tai uudet toimijat voivat paikata tätä puutetta, kun rihmastokomposiittien käyttö yleistyy. Tällä välin kompostointi tai energiana hyödyntäminen ovat todennäköisesti yleisimmät käsittelytavat.

Rihmastokomposiitit voivat tukea kiertotaloutta, erityisesti biologisessa kierrossa. Tekninen kierrätys, eli uuden vastaavan komposiitin valmistaminen kierrätysmateriaalista, onnistuu vain, jos materiaalissa on riittävästi kasvipohjaista ainesta, jota sienirihmasto voi käyttää ravintonaan. Tästä syystä tekninen kierrätyspotentiaali on rajallinen, mutta biologisessa kierrossa rihmastokomposiitti voi toimia ravinteikkaana kasvualustana ekosysteemin hyödyksi.

Oikein käytettynä rihmastokomposiitti voi olla pitkäikäinen materiaali. Se hylkii jonkin verran vettä, mutta pitkäaikainen kosteus altistaa sen mikrobien aiheuttamalle luonnolliselle hajoamiselle. Tämä ominaisuus tekee siitä toisaalta haavoittuvan kosteudelle, mutta toisaalta hyvin kompostoituvan.

Viitteet:

Berkau, A. J., Nuzum, A.-K., Schmitt, H., Krause, I., Lüdemann, J., Senn, J ja Eger, Y. 2019. Die Entwicklung, Nutzung und Verbreitung von pilzbasierten Materialien nach Cradle to Cradle Prinzipien als transdisziplinäre Forschung. Leuphana University of Lüneburg.

Ulkopuolinen komposiittilämmöneristys (ETICS)

External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) ovat monikerroksisia verhoujärjestelmiä, joita käytetään rakennusten ulkopinnoissa parantamaan lämpötehokkuutta, vähentämään energiankulutusta ja parantamaan julkisivun kestävyyttä.

ETICS-komposiitti koostuu neljästä pääkerroksesta varsinaisen seinän eli muurauksen tai betonin lisäksi. Ensimmäinen kerros on lämmöneriste, esim. kivivilla, paisutettu ja suulakepuristettu polystyreeni, polyuretaani, lasimineraalivilla, korkki tai kuitulevy, joka kiinnitetään liimalla tai mekaanisilla kiinnikkeillä (Landolfi, 2022). Sen päälle levitetään pohjustus, joka on yleensä sementtilaastia sekä lasikuituverkko, lopullinen orgaaninen pintakerros, esim. akrylaatti- tai silikonirappaus ja (valinnainen) orgaaninen maali (Burkhardt, 2011). ETICS-järjestelmien tulee tarjota minimilämpövastus yli 1 m²K/W (Barreira & de Freitas, 2014).

Haitallisuus

ETICS:n haitta-ainelähteitä voivat olla algisidit, fungisidit ja biosidit, joita on lisätty viimeistelykerrokseen tai rappaukseen (esim. akrylaatti tai silikoni) tai molempiin. Käytettyjen säilöntäaineiden lukumäärä rappauksissa ja maaleissa vaihtelee. Rappauksissa ja maaleissa käytetään yleisesti 1–8 eri säilöntäainetta, joiden kokonaispitoisuus on 0,5–1 %. (Burkhardt et al., 2011).

Paisutettu polystyreeni (EPS) ja ekstrudoitu, suulakepuristettu polystyreeni (XPS) ovat ETICS:ssä käytettyjä eristysvaihtoehtoja, jotka vapauttavat toluenea, etyylibentseeniä, ksyleeniä ja styreeniä sisäympäristöön. Lisäksi ETICS:ssä eristemateriaalien kiinnittämiseen käytetyistä liimoista voi vapautua formaldehydiä (Wi ym., 2021)

Ilmasto

ETICS-komposiittien käyttäminen voi johtaa energiansäästöihin rakennuksen käyttövaiheessa paremman eristyksen ansiosta (Landolfi, Nicolella, 2022). Tuotantovaiheen kasvihuonekaasupäästöt vaihtelevat suuresti komposiitissa käytettävän eris-

temateriaalin mukaan. Esimerkiksi EPS-eristeestä valmistettujen ETICS-komposiittien tuotannossa EPS-eristeen valmistus on prosessin tärkein osuus, joka vastaa 65,1 % tuotteen kokonaislämmityspotentiaalista. Vastaavasti kivivillan osuus ETICS-komposiitin kokonaislämmityspotentiaalista on 78,2 %, kun taas puukuitujen kokonaislämmityspotentiaali on huomattavasti pienempi. Jos ETICS-komposiittijärjestelmiä tarkastellaan ilman eristystä ja ulkoseinämateriaalia, tuotannon kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on 4,976–10,34 kg CO₂-ekv./m². Käytön loppuvaiheen (vaihe C4) kokonaislämmityspotentiaali on 0,2073–1,015 kg CO₂-ekv./m². (ÖKOBAUDAT, 2023)

Kiertotalous

ETICS-komposiittien uudelleenkäyttömahdollisuudet ovat erittäin rajalliset niiden sisältämän orgaanisen aineksen vuoksi, mikä lisää mikrobikasvun riskiä. Mikrobikasvua suosii pinnan korkea kosteuspitoisuus, joka johtuu yleensä ulkopintaan tiivistyvän kosteuden, sateen ja kuivumisen yhteisvaikutuksesta (Bareira, de Freitas, 2014). Kierrätys on haastavaa ETICS-materiaalien monikomponenttisen ja sekalaisen luonteen vuoksi. Komposiittien kierrätys on niin ikään hankalaa, koska ne koostuvat monesta erilaisesta materiaalista. Tällä hetkellä ei ole vakiintunutta ETICS-komponenttien kierrätystapaa, ja vain energiaintensiivisiä kierrätysteknologioita tutkitaan. Esimerkiksi mekaanisen ja lämpökemiallisen kierrätyksen yhdistelmää on tutkittu EPS-pohjaisessa ETICS:ssä (Netsch ym., 2022).

Viitteet:

Barreira, E., de Freitas, V. P. 2014. External Thermal Insulation Composite Systems: Critical Parameters for Surface Hygrothermal Behaviour. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014(1), 650752. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2014/650752>

Burkhardt, M., Zuleeg, S., Vonbank, R., Schmid, P., Hean, S., Lamani, X., Bester, K., & Boller, M. 2011. Leaching of additives from construction materials to urban storm water runoff. *Water Science and Technology*, 63(9), 1974–1982. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.128>

Landolfi, R., & Nicolella, M. 2022. Durability Assessment of ETICS: Comparative Evaluation of Different Insulating Materials. In *Sustainability* (Vol. 14, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/su14020980>

Netsch, N., Simons, M., Feil, A., Leibold, H., Richter, F., Slama, J., Yogish, S. P., Greiff, K., & Stapf, D. 2022. Recycling of polystyrene-based external thermal insulation composite systems – Application of combined mechanical and chemical recycling. *Waste Management*, 150, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.07.001>

Potrč, T., Rebec, K. M., Knez, F., Kunič, R., & Legat, A. 2016. Environmental Footprint of External Thermal Insulation Composite Systems with Different Insulation Types. *Energy Procedia*, 96, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.154>

Wi, S., Kang, Y., Yang, S., Kim, Y. U., & Kim, S. 2021. Hazard evaluation of indoor environment based on long-term pollutant emission characteristics of building insulation materials: An empirical study. *Environmental Pollution*, 285, 117223. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117223>

ÖKOBAUDAT. 2023. ETICS gluing and coating silicate dispersion plaster. [Ökobaumat - ETICS gluing and coating silicate dispersion plaster](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. ETICS gluing and coating mineral lightweight plaster, mineral light plaster. [Ökobaumat - ETICS gluing and coating mineral lightweight plaster](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. ETICS gluing and coating synthetic resin plaster, synthetic resin plaster. [Ökobaumat - ETICS gluing and coating synthetic resin plaster](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. ETICS gluing and coating scratched plaster; mineral scratch plaster. [Ökobaumat - ETICS gluing and coating mineral scratch plaster](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. ETICS gluing and coating mineral decor plaster; mineral decor plaster. [Ökobaumat - ETICS gluing and coating mineral decor plaster](#)

Betonimuovi

Kuva 54.
Polymeeribetonilaattoja.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Betonimuovi (epoksigraniitti, polymeeribetoni) on betonityyppi, jossa käytetään polymeerisideainetta perinteisen sementin sijaan. Polymeerisideaineet valmistetaan synteettisistä hartseista, kuten epoksista, polyesteristä tai akryylistä. Betonimuovissa käytetään myös kiviainesta, kuten hiekkaa, soraa ja murskattua kiviainesta.

Haitallisuus

Itse polymeerisideaine voi sisältää kovettumisprosessissa syntyneitä monomeerijäämiä, kuten bisfenoli A:ta (epoksi). Tällaisia jäämiä saattaa huuhtoutua materiaalista ympäristöön sen elinkaaren aikana.

Ilmasto

Tuotantoprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja, hiilidioksidipäästöjä, sekä raakaöljyn jalostamisessa että tuotannossa käytettävien monomeerien hankinnassa ja polymeerien käsittelyssä. Synteettisten orgaanisten polymeerien valmistusprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja raakaöljyn jalostamisen sekä tuotannossa käytettävien monomeerien hankinnan ja sitä seuraava polymerisaatioprosessin seurauksena.

Kiertotalous

Betonimuovia on tyypillisesti hankala kierrättää joi-takin erityiskäyttökohteita lukuun ottamatta.

Rakennusalalla polymeeribetonia käytetään usein olemassa olevien betonirakenteiden korjaamiseen. Materiaali kestää hyvin korroosiota, min-kä vuoksi sitä hyödynnetään erityisesti rakenteissa, jotka altistuvat kosteille olosuhteille kuten uima-halleissa ja muissa tiloissa, joissa esiintyy jatkuvaa kosteutta.

Viitteet:

Kim, D-H. 1995. [Composite Structures for Civil and Architectural Engineering](#). Published by E&FN Spon.

Figovsky, O., Beilin, D. 2014. [Advanced Polymer Concretes and Compounds](#).

Armorok Polymer Concrete. 2025. [Polymer Concrete Products. Armorock Polymer Concrete](#). Viitattu 5.8.2025.

Tervapaperi / bitumipaperi / bitumipitoinen eristepaperi

Kuva 55.
Bitumipaperirulla.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Tervapaperi tai nykyään useammin bitumipaperi tai bitumipitoinen eristepaperi on kestävä paperia, joka on kyllästetty bitumilla. Terva on korvattu bitumilla, ja varsinaista tervapaperia käytetään vain harvoin, esimerkiksi historiallisten rakennusten kunnostustöissä.

Bitumipaperia käytetään suojaamaan rakenteita sateelta ja tuulelta. Se on vesihöyryä läpäisevää, mutta vedenpitävää. Läpäisevyytensä eli hengittävyytensä ansiosta sitä käytetään seinä- ja lattiarakenteissa yleensä tuulensuojana lämmöneristeen ulkopuolella (Tectis, 2023) tai kosteuseristeenä erityisesti puuseinissä sekä ylä- ja alapohjissa (Ympäristöhallinto, 2022).

Bitumipaperi on verkkomainen materiaali, joka toimitetaan yleensä rullalla. Paperin molemmat puolet ovat yleensä mineraalien, kuten hienon hiekan, peitossa. Hiekkapinnoite estää bitumin valumisen, jos paperi altistuu kuumuudelle. Lisäksi se estää rullalla olevan paperin liimautumisen yhteen. (Tectis, 2023)

Haitallisuus

Bitumipaperi koostuu kestävästä paperista (kartongin pin- tapaperista eli kraftlainerista), bitumista ja mineraaleista, usein hienosta hiekasta. Bitumipaperin ja sen pääkomponentin bitumin kemiallista koostumusta valvotaan tarkasti, eikä siitä vapaudu mitään haitallisia aineita normaalin käytön aikana. Bitumipaperi voi kuitenkin saastuttaa luontoa ja sisäympäristöä, jos bitumikerros kuumennetaan niin, että se muuttuu nestemäiseksi. Bitumille altistuminen on mahdollista, jos siitä vapautuvia höyryjä hengitetään tai aine imeytyy ihon läpi.

Bitumi on pohjimmiltaan reagoimaton materiaali, jota kuumennetaan tai laimennetaan työstettävään muotoon, jotta siitä voidaan valmistaa katupäälysteisiin, katteisiin ja muihin käyttökohteisiin tarkoitettuja tuotteita. Korkea lämpötila vaikuttaa työperäiseen altistumiseen ja bitumipäästöjen mahdolliseen biologiseen hyötyosuuteen eli syöpävaaraan/-riskiin. International Agency for Research on Cancer (IARC) on luokitellut asfalttihöyryt luokan 2B mahdollisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi. (IARC, 2013).

Myös tuotannon, rakennustöiden, korjausten tai purkamisen aikana bitumipitoisesta vuorauspaperista irtoavat pölyhiukkaset voivat ärsyttää ihoa tai hengitysteitä (RoofKeen, 2022). Yhdysvalloissa National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) on asettanut suositelluksi altistusrajaksi 5 mg/m³ 15 minuutin aikana (NIOSH, 2015). Suomessa suositeltu altistusraja on 10 mg/m³ 15 minuutin aikana tai 5 mg/m³ 8 tunnin aikana (HTP-ARVOT, 2020).

Bitumipaperia ei yleensä käytetä rakennuspaperina rakennusten sisällä bitumin ominaishajun vuoksi (Tectis, 2023).

Vanhaa terva- tai bitumipaperia purettaessa on oltava huolellinen, sillä se voi sisältää haitallisia aineita, kuten

PAH-yhdisteitä (polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä) tai asbestia (Työterveyslaitos, 2016). Haitallisia rakennusmateriaaleja tutkittaessa tai purettaessa on noudatettava kansallista lainsäädäntöä.

Ilmasto

Bitumin valmistusprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja, sillä siinä jalostetaan raakaöljyä. Tietoja erityisesti bitumipaperin tuotannon kasvihuonekaasupäästöistä on vain vähän. Lisä tietoja on esitetty jäljempänä kohdassa Bitumikalvot.

Kiertotalous

Bitumipaperia pidetään kertakäyttöisenä ja kierrätyskelvottomana materiaalina. Se voidaan polttaa energian talteen ottamiseksi (Ympäristöhallinto, 2022).

Viitteet:

International Agency for Research on Cancer, IARC (2013). Bitumens and Bitumen Emissions, and Some N- and S-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Vol. 103. Lyon, France <https://publications.iarc.fr/127>

Cavallari, J. M., Zwack, L. M., Lange, C. R., Herrick, R. F., & McClean, M. D. (2012). Temperature-Dependent Emission Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Paving and Built-Up Roofing Asphalts. Annals of Occupational Hygiene, 56(2), 148–160. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer098>

RoofKeen, (2022) What Is the Difference Between Roofing Felt and Tar Paper? (2022) <https://roofkeen.com/what-is-the-difference-between-roofing-felt-and-tar-paper/>

HTP-arvot (2020) Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet, Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 24, https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162457/STM_2020_24_J.pdf

Tectis Oy, (2023) Tuulensuojat ja vuoraus, Bitumivuorauspaperi Arvo, <https://tectis.fi/tuotteet/tuulensuojat-ja-vuoraus/ei-alakategoriaa/bitumivuorauspaperi-arvo/>

Työterveyslaitos, (2016) Asbesti rakennusmateriaaleissa.

Ympäristöhallinto, (2022) Bitumipaperi, tervapaperi, <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/ekotehokas-rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-tietopankki/bitumipaperi-tervapaperi>

Päällystetty bitumi (kiviaines) / bitumikermi

Kuva 56.

Bitumikermirulla.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Bitumilla on pitkä historia rakennusalalla: sitä on käytetty katemateriaalina tuhansia vuosia (BMI Group, 2023). Nykyään suurin osa bitumista (yli 70 %) käytetään tienrakennukseen, jossa sitä käytetään kiviainesta sitovana liimana eli sideaineena asfalttibetonin valmistuksessa (MPA, 2022). Muita tärkeitä käyttötarkoituksia ovat bitumia sisältävät vedeneristystuotteet ja tasakattojen tiivistäminen (Sörensen, Wichert, 2009).

Bitumi on monikäyttöistä, kestävää, kustannustehokasta ja ennen kaikkea erittäin hyvin vettä pitävää, joten se on ihanteellinen materiaali sekä uudisrakennusten että korjattavien rakennusten katteisiin. Bitumia on mahdollista muokata useilla eri materiaaleilla mm. kalkkikivellä, hiekalla ja erilaisilla polymeereillä, jotta saadaan aikaan erilaisia kermin ominaisuuksia. Polymeerimuokkauksessa käytetään yleensä kahta eri polymeeriä, styreeni-butadieni-styreeniä (SBS) ja ataktista polypropeenä (APP). (BMI Group, 2023)

Bitumikermi on sopiva rakennusmateriaali kosteuden-eristykseen erityisesti puuseinissä sekä ylä- ja alapohjissa. Bitumin ja bitumikermien käyttöikä on pitkä, yli 35 vuotta, mikä tekee niistä parhaiten kestäväen kehityksen mukaisen katevaihtoehdon. Bitumi ja bitumikermi kestävät myös hyvin sääolosuhteita, ja niitä voidaan asentaa ongelmitta missä tahansa ilmasto-olosuhteissa. (IKO, 2020)

Haitallisuus

Bitumikermi koostuu bitumista ja eri materiaaleista, joilla saadaan aikaan erilaisia kermin ominaisuuksia. Bitumikermi on verrattavissa bitumipaperiin. Bitumikermi on kemiallista koostumusta valvotaan tarkasti, eikä siitä vapaudu mitään haitallisia aineita normaalin käytön aikana. Bitumikermi voi kuitenkin saastuttaa luontoa ja sisäympäristöä, jos bitumikerros kuumennetaan niin, että se muuttuu nestemäiseksi. Altistuminen bitumille on mahdollista, jos hengittää siitä vapautuvia höyryjä tai ainetta imeytyy ihon läpi.

Ilmasto

Bitumikermi kokonaislämmityspotentiaali materiaaliki-
loa kohden tuotantovaiheissa A1–A3 vaihtelee kermin tiheyden ja muiden ominaisuuksien mukaan (ÖKOBAUDAT, 2023):

Esimerkkeinä on esitetty kolmen erilaisen PVC-tuotteen tuotannon kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 (ÖKOBAUDAT, 2023):

- Bitumikermi V 60, paino 5,0 kg/m², kokonaislämmityspotentiaali 2,907 kg CO₂-ekv./kg
- Bitumikermi G 200 S4, paino 5,0 kg/m², kokonaislämmityspotentiaali 3,334 kg CO₂-ekv./kg
- Bitumikermi PYE PV 200 S5 (non-slatted), paino 5,2 kg/m², kokonaislämmityspotentiaali 5,796 kg CO₂-ekv./kg
- Bitumikermi PYE-PV 200 S5 ns (slatted), paino 6,2 kg/m², kokonaislämmityspotentiaali 5,798 kg CO₂-ekv./kg

Suurin osa bitumivesieristeen päästöistä on peräisin

raaka-aineiden valmistuksesta. Myös bitumin lämmittämiseen ja muihin tuotantoprosesseihin käytetyllä sähköllä ja lämmöllä on merkittävä vaikutus tuotteen päästöihin. Merkittäviä eroja aiheutuu pääasiassa tuotteissa käytetyn bitumin ja SBS:n määrästä. Koska SBS:n osuus päästöistä on suuri, vaihtoehtoisten kopolymeerien käyttö bitumin muokkaamiseen muuttaisi myös tuotteen hiilijalanjälkeä. Polyesterin ja lasikuidun ohella bitumikermien runkorakenteena on käytetty orgaanisia kuituja. Orgaanisen aineksen käyttö vähentäisi rakenteesta syntyviä päästöjä. Vastaavasti vaihtoehtoiset sideainemateriaalit voisivat johtaa samankaltaisiin tuloksiin. (Bionova Ltd, 2022)

Kiertotalous

Bitumikermien loppusijoitus kaatopaikalle on kielletty EU-jäsenmaissa. Tällä hetkellä asfalttiteollisuus on ainoa bitumikermien kierrätysmenetelmä, joka toimii teollisessa mittakaavassa. Bitumikermi kierrätysprosessissa tulee toistaa samat vaiheet kuin neitseellisen bitumin valmistuksessa. Prosessi on energiantensiivinen ja aiheuttaa siksi suuria kasvihuonekaasupäästöjä. (Peltoniemi, 2022) Lisäksi käytetty korkea lämpötila vaikuttaa työperäiseen altistumiseen ja bitumipäästöjen mahdolliseen syöpävaaraan/-riskiin. (IARC, 2013)

Viitteet:

BMI Group. 2023. [What is Bitumen Roofing?](#)

IARC, International Agency for Research on Cancer. 2013. Bitumens and Bitumen Emissions, and Some N- and S-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. (Vol. 103). Lyon, Ranska. <https://publications.iarc.fr/127>

Sörensen, A. ja Wichert, B. 2009. [Asphalt and Bitumen](#). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry,

Bionova Ltd. 2022. Generic data for bitumen roofing – modified bitumen sheets, <https://www.co2data.fi/reports/Bitumen-roofing-revised-January-2022.pdf>

Peltoniemi, J. 2022. Kattohuovan kierrätys. Tampereen yliopisto, kandidaatintyö, tekniikan ja luonnontieteellinen tiedekunta.

IKO. 2020. [What is the difference between bitumen roofing and EPDM roofing?](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. [Bitumen sheets V 60, 5 kg/m2.](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. [Bitumen sheets G 200 S4, 5,0 kg/m2.](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. [Bitumen sheets PYE PV 200 S5, non-slatted, 5,2 kg/m2.](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. [Bitumen sheets PYE-PV 200 S5 ns, slatted, 6,2 kg/m2.](#)

Lasikuitu

Kuva 57.
Lasikuitusäikeitä.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Lasikuitu on lasikuiduilla vahvistettua muovia. Siksi sitä kutsutaan toisinaan myös lasikuituluji-temuoviksi (glass-fibre reinforced plastic tai glass reinforced plastic). (Tencom Ltd., 2022)

Lasikuidussa voidaan käyttää erityyppisiä lasia. Levyksi litistetty lasikuitu asetellaan satunnaisesti tai kudotaan kankaaksi. Lasikuitu on kevyttä, vahvaa ja vähemmän haurasta kuin lasi. Yksi lasikuidun houkuttelevimmista ominaisuuksista on se, että sitä voi muovata erilaisiin muotoihin.

Lasikuitutuotteet ovat erittäin kestäviä: oikein käytettynä ne saattavat kestää vuosikymmeniä. Lasikuitua käytetään laajalti rakentamisessa, maa- ja vesirakentamisessa, kaupallisissa ja asuinrakennuksiin tarkoitetuissa tuotteissa, lentokoneissa, katteissa ja urheiluvälineissä. (Tencom Ltd., 2022)

Lasikuitua käytetään laajasti rakennusalalla esimerkiksi julkisivupaneeleissa, ikkunanpuitteissa, ovissa ja märkätilojen varusteissa (Saarela, O. ym., 2019). Se ei ruostu tai syövy vaativissakaan olosuhteissa ja on samalla kevyt materiaali (Tencom Ltd., 2022).

Lasikuitu käyttäytyy kuten tavallinen lasi (Tencom Ltd., 2022):

- se ei ime itseensä kosteutta
- se ei homehdu
- se ei johda sähköä
- se ei ruostu, kutistu, laajene tai pala

Haitallisuus

Lasikuidussa käytettäviä kvartsikuituja ei yleensä pidetä haitallisina. Vahvistukseen käytettävien kuitujen ja useimpien täyteaineiden hiukkaskoko on yli 5 µm, joten ne eivät pääse kulkeutumaan keuhkorakuihin. Kuituja ja täyteaineita sisältävien tuotteiden mekaanisen käsittelyn, esimerkiksi hiomisen, yhteydessä voi kuitenkin syntyä tätä pienempiä hiukkasia, joiden hengittämistä tulee välttää. Vaikka itse kuitujen ei epäillä aiheuttavan terveyshaittaa ihmisille, hengitysteiden ärsytys sekä mekaaninen ihon, silmien ja nielun ärsytys kuitupölyn käsittelyn ja jatkojalostuksen aikana on kuitenkin mahdollista. Lasikuidun turvallisuus on asetettu joissakin tutkimuksissa kyseenalaiseksi, koska tutkimukset ovat osoittaneet, että lasikuidun koostumus voi olla samalla tavalla haitallista kuin asbesti (asbesti ja lasikuitu sisältävät molemmat kvartsikuituja). (Fuller, 2008; YU, 2010) Altistuessaan lämmölle lasikuidusta ei haihdu haitallista savua tai kemikaaleja (Tencom Ltd., 2022).

Ilmasto

Jatkuvakuituisesta lasikuidusta (Continuous

FilamentGlass Fibre, CFGF) valmistettujen tuotteiden ilmastovaikutukset aiheutuvat pääasiassa lasin sulattamisesta. Tuotannon kokonaislämmityspotentiaali on keskimäärin 1,44 kg kg CO₂-ekv./kg. Tuotantovaiheissa A1–A3 suorista kasvihuonekaasupäästöistä noin 37 % johtuu maakaasun poltosta (Glass Fibre Europe Rue Belliard, 2023).

Kiertotalous

Lasikuitua ei yleensä kierrätetä, koska jauhaminen ja murskaaminen tuhoaa suurimman osan lasista, mikä vaikuttaa kuitujen lujuuteen, kestävyYTEEN, kokoon ja käyttökelpoisuuteen tulevissa käyttökoh-teissa. Tästä syystä kierrätyslasikuidun kysyntä on hyvin vähäistä. Toinen ongelma lasikuidun kierrätyksessä ovat tarvittavat erittäin kalliit laitteet, joita ei ole käytettävissä kaikissa kierrätyslaitoksissa. Jos lasikuitua halutaan kierrättää, sitä voidaan jauhaa, polttaa tai kuivatislata. (Goncalves ym., 2022)

Vaikka lasikuitua on vaikea käyttää uudelleen, lasikuitueristeiden valmistajat voivat käyttää kierrätettyä lasia. Kierrätyslasikuitu voi sisältää jopa 40 % kierrätettyä lasia. (NAIMA, 2005)

Viitteet:

Tencom Ltd. 2022. The Different Types and Forms of Fiberglass and How They Are Used, <https://www.tencom.com/blog/the-different-types-and-forms-of-fiberglass-and-how-they-are-used>

Fuller, John. 2008. Fiberglass and Asbestos. Is insulation dangerous? https://web.archive.org/web/20110720122709/http://www.einstein.yu.edu/ehs/Industrial%20Hygiene/Fs_Fibergls.htm

Volf, M. B. 1990. Technical Approach to Glass.

Glass Fibre Europe Rue Belliard .2023. Life cycle assessment of CFGF – Continuous Filament Glass Fibre Products. 199, B-1040 Brussels

Gonçalves, R. M., Martinho, A. ja Oliveira J. P. 2022. Recycling of Reinforced Glass Fibers Waste: Current Status, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8876600/>

North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA). 2005. FAQs About Fiber Glass Insulation, http://www.naima.org/pages/resources/faq/faq_fiber.html

Puumuovikomposiitti (kierrätetty)

Kuva 58.

Puumuovikomposiittilautoja.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Puumuovikomposiitit (Wood-Plastic Composite, WPC) valmistetaan puukuiduista ja muoveista, kuten polyeteenistä, polypropeenista, polylaktidista (maitohapon polymeeristä) tai polyvinyylikloridista (PVC-muovista). Puumuovikomposiitit ovat suhteellisen uusia materiaaleja, ja niitä käytetään vaihtoehtoina tavanomaisille puutuotteille. Kierrätysmuovikomponentti vähentää materiaalin valmistuksen kasvihuonekaasupäästöjä verrattuna neitseellisen muovin käyttöön.

Haitallisuus

Puu itsessään on kestävä materiaali, joka ei sisällä haitallisia kemikaaleja. Kunhan kierrätysmuovikomponenttikan ei sisällä haitallisia lisäaineita, puumuovikomposiitti on turvallinen materiaalivalinta. Jos puumuovikomposiitissa oleva puu on käsittelemätöntä eikä muovi sisällä haitallisia lisäaineita, materiaalista ei aiheudu kemikaalipäästöjä ympäristöön.

Ilmasto

Tietoa puumuovikomposiittien valmistuksen kasvihuonekaasupäästöistä on saatavilla vain rajallisesti. Käytetyistä tietokannoista ei löytynyt tietoa puumuovikomposiittien valmistuksen ilmastovaikutuksista.

Kiertotalous

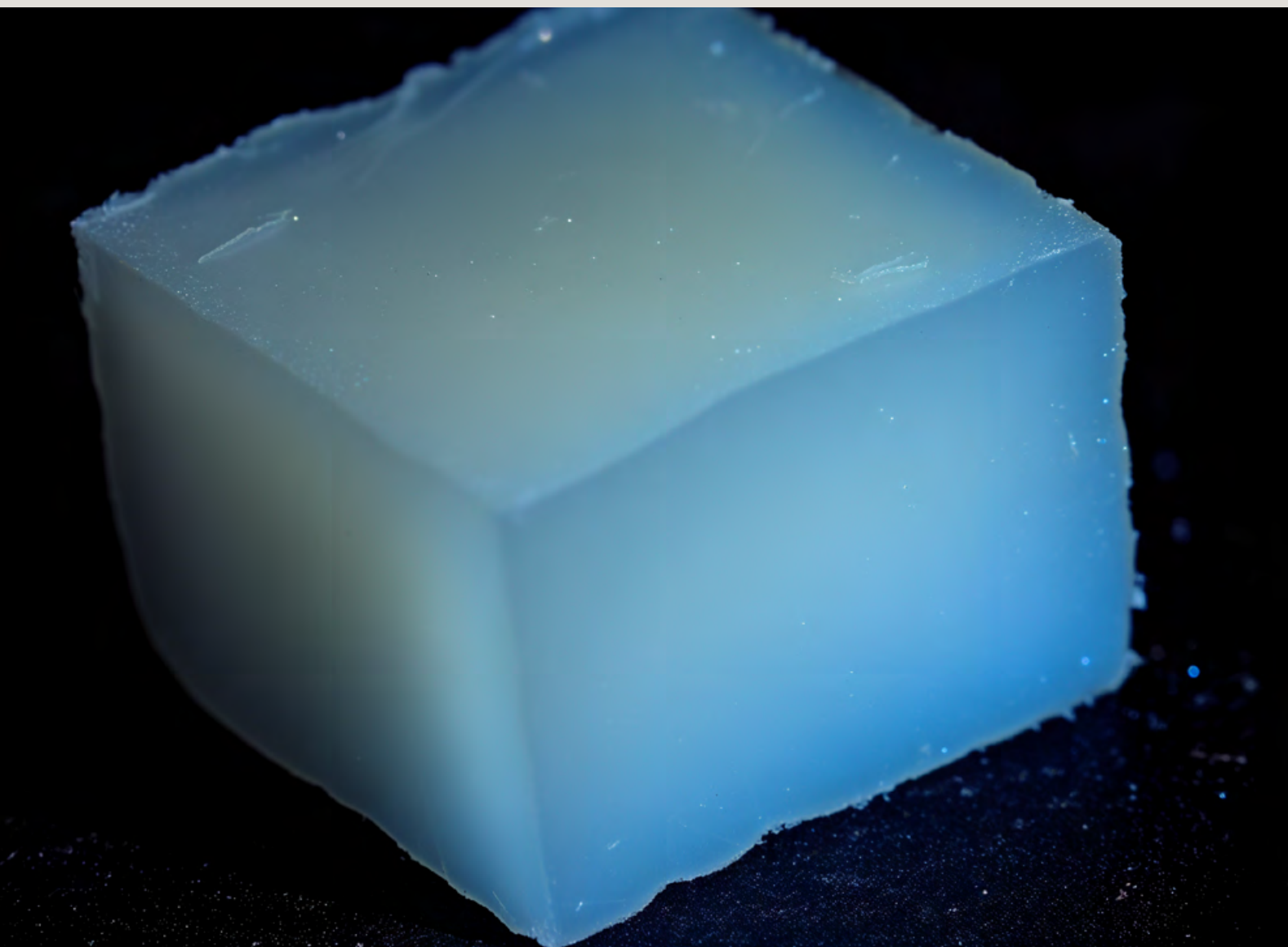
Puumuovikomposiiteista voidaan valmistaa uusia komposiittituotteita. Puu- ja muovikomponenttia ei kuitenkaan voi kierrättää erikseen. Yleisin loppukäsittelytapa on energian talteenotto polttamalla. Käytetyistä tietokannoista ei löytynyt yleisiä tietoja puumuovikomposiittien tuotannon ympäristövaikutuksista.

Viitteet:

Khan, M. M., H., Deviatkin, I., Havukainen, J. ja Horttanainen, M. 2021. Environmental impacts of wooden, plastic, and wood-polymer composite pallet: a life cycle assessment approach. The International Journal of Life Cycle Assessment, 26, 1607–1622.

Aerogeeli

Kuva 59.
Aerogelinäyte.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Aerogeeli on poikkeuksellisen huokoinen nanorakenteinen kiinteä aine. Se on erittäin kevyttä, tiheydeltään alhaista kiinteää materiaalia, josta poistettu neste on korvattu kaasulla. Yli 80 % aerogelistä on ilmaa. Joissakin lähteissä sen painoa verrataan ilmaan: aerogeeli painaa noin 1,2 mg/cm³ eli se on vain kolme kertaa ilmaa painavampaa. Materiaalilla olisi erittäin hyvän lämmöneristyskykynsä ansiosta potentiaalia rakennusosalalla sekä rakennusten sisäpuolisena eristeenä että ulkopintojen rappausjärjestelmien lisäaineena. (Schiavoni ym., 2016)

Haitallisuus

Koska aerogeeli koostuu ainoastaan piidioksidista ja ilmasta, se ei ole ympäristölle tai terveydelle haitallista. Lisäksi tuotantoprosessissa käytetään esiasteena siloksaaneja, joiden ympäristö- ja terveysriskit ovat suhteellisen vähäisiä. Aerogelieristyslevyistä syntyy käyttövaiheessa pölyä, joka koostuu amorfisesta piidioksidista. Amorfista piidioksidia ei kuitenkaan luokitella syöpää aiheuttavaksi aineeksi, eikä ole löydetty näyttöä, että se aiheuttaisi kivipölykeuhkoa. (Baetens, 2011)

Ilmasto

Koska aerogeeli on vettä hylkivää, se ei ole altis kosteus- ja homevaurioille. Pitkäikäisyys merkitsee myös alhaisia kasvihuonekaasupäästöjen tuotteen elinkaaren aikana (Thermablok, 2023). Jos otetaan huomioon vain tuotantovaiheet A1–A3, aerogelin kokonaislämmityspotentiaali on 114 kg O₂ aerogelilevykuutiometriä kohden (AEROCOINS, 2016).

Kiertotalous

Koska aerogeeli ei hajoa luonnollisesti, tuotteiden käyttöikä on pitkä, mikä pienentää syntyvän jätteen määrää ja kierrätystarvetta. Aerogelien tuottajien mukaan materiaali on täysin kierrätettävissä, koska se koostuu vain piidioksidista ja ilmasta eikä siinä ei ole haitallisia aineita, jotka voisivat estää tai hidastaa kiertotaloutta (Thermablok, 2023). Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole käytössä riittävän tehokkaita kierrätysjärjestelmiä.

Eriyiseristeet (Super Insulation Materials, SIM), kuten tyhjiöeristepaneelit (VIP), kaasulla täytetyt paneelit (GFP) ja aerogelipohjaiset tuotteet (ABP), ovat tutkimuksen kohteena IEA-EBC-ohjelman Annex-hankkeissa (IEA EBC, iea-ebc.org). Tutkimustyö on yhä käynnissä, mutta vaikka nämä materiaalit tarjoavat erinomaisen lämmöneristyskyvyn, niiden korkea hinta ja rajallinen tieto kestävydestä vaihtelevissa lämpö- ja kosteusteknisissä

olosuhteissa ovat toistaiseksi rajoittaneet niiden laajempaa käyttöönottoa.

Viitteet:

EBC, 2023. Long-Term Performance of Super-Insulating Materials in Building Components and Systems, https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_65_Factsheet.pdf

Baetens, R., Jelle, B. P. ja Gustavsen, A. 2011. Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review. Energy and buildings, 43(4): s. 761–769.

Thermablok®. 2017. Aerogel Insulation. <https://www.thermablok.com/>

AEROCOINS. 2016. Aerogel-based Composite/Hybrid Nanomaterials for Cost-effective Building Superinsulation systems. <https://cordis.europa.eu/docs/results/260/260141/final1-aerocoins-final-report.pdf>

Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., Asdrubali, F. 2016. Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 62: 988–1011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.045>

Tyhjiöeristelevyt

Kuva 60.

Tyhjiöeristelevyjä.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Tyhjiöeristelevyt, joita kutsutaan yleisesti VIP-levyiksi, koostuvat tiheydeltään alhaisesta ydinmateriaalista (esim. jäykästä pyrogeenisestä piidioksidista), joka on koteloitu ilmatiiviiseen suojakuoreen. Innovatiivisen eristysratkaisun lämmönläpäisykerroin on alle 0,0045 W/mK. (Božiček, 2023)

Haitallisuus

Vaikka tyhjiöeristelevyissä käytettävää pyrogeenistä piidioksidia pidetään turvallisena, jotkin tutkimukset ovat osoittaneet, että pyrogeenisen piidioksidin valmistuksessa muodostuu haitallisia kemikaaleja. Eläinkokeet ovat kuitenkin osoittaneet, että pienille kemikaalimäärille altistuminen ei ole terveydelle vaarallista (Maynard, 2014). Pyrogeenistä piidioksidia valmistetaan piitetrakloridista, joka ei ole syöpää aiheuttava tai lisääntymiselle vaarallinen aine. Sen on kuitenkin todettu olevan herkistävää. (New Jersey Department of Health, 2010)

Ilmasto

Tyhjiöeristelevyjen ilmastovaikutukset syntyvät pääasiassa pyrogeenisestä piidioksidista: yli 90 % kokonaislämmityspotentiaalista syntyy sen tuotannosta. Mielenkiintoista on, että tyhjiöeristelevyjen taloudellinen ja kasvihuonekaasupäästöjen takaisinmaksuaika (3,7–8,6 vuotta) on lyhyempi kuin aerogeelin (Božiček, 2023). Tyhjiöeristelevyjen kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1–A3 on joidenkin tavarantoimittajien mukaan noin 41 kg CO²-ekv./kg (INNOVIP, 2020). Valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt vaihtelevat kuitenkin käytetyn raaka-aineen ja kierrätysmateriaalien käytön mukaan, ja vähemmän energiaa vaativien tuotantomenetelmien kehittäminen voi vähentää päästöjä (Resalati ym., 2020). Tyhjiöeristelevyjä voidaan valmistaa myös kierrätysmateriaaleista, mikä vähentää raaka-aineiden hankinnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä.

Kiertotalous

Vaurioitumattomat VIP-levyt voidaan helposti käyttää uudelleen. Tutkijat ovat kehittäneet tyhjiöeristelevyjen kierrätysmenetelmiä (INNOVIP 2020). Tyhjiöeristelevyjen odotettu käyttöikä on yli 25 vuotta, mikä yleisesti vähentää kierrätystarvetta. (Božiček, 2023)

Erityiseristeet (Super Insulation Materials, SIM), kuten tyhjiöeristepaneelit (VIP), kaasulla täytetyt paneelit (GFP) ja aerogeelipohjaiset tuotteet (ABP), ovat tutkimuksen kohteena IEA-EBC-ohjelman Annex-hankkeissa (IEA EBC, iea-ebc.org). Tutkimustyö on yhä käynnissä, mutta vaikka nämä

materiaalit tarjoavat erinomaisen lämmöneristyskyvyn, niiden korkea hinta ja rajallinen tieto kestävydestä vaihtelevissa lämpö- ja kosteusteknisissä olosuhteissa ovat toistaiseksi rajoittaneet niiden laajempaa käyttöönottoa.

Viitteet:

Božiček, D., Peterková, J., Zach, J. ja Košir, M., 2024. Vacuum insulation panels: An overview of research Literature: with an emphasis on environmental and economic studies for building applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 189, 113849.

INNOVIP. 2020. Innovative multifunctional VacuumInsulation-Panels (VIPs) for use in the building sector. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5cca5f849&appId=PPGMS>

New Jersey Department of Health. 2010. Hazardous substance fact sheet on silicon tetrachloride. <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1666.pdf>

Resalati, S., Okoroafor, T., Henshall, P., Simões, N., Gonçalves ja Alam, M. M., 2021. Comparative life cycle assessment of different vacuum insulation panel core materials using a cradle to gate approach. Building and Environment. v. 188, 107501

Kaasutäytteiset eristelevyt

Kuva 61.

Kaasutäytteinen eristelevy.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kaasutäytteiset eristelevyt (GFP) koostuvat ilmatäytteistä kotelosta ja heijastavien kerrosten välissä olevasta kaasusta, joka toimii jakolevynä. Kaasu voi olla ilmaa tai jotakin ilmaa tiheämpää kaasua, ja sen tarkoituksena on vähentää lämmön kulkeutumista ja johtumista. (Baetens, 2010).

Haitallisuus

Kaasutäytteiset eristelevyt ovat suhteellisen yksinkertaisia rakennusmateriaaleja, jotka koostuvat alumiinilevystä ja kaasusta. Kaasu voi olla rikkiheksafluoridia, kylmäainetta tai inerttejä kaasuja. Tällaiset kaasut eivät yleensä ole haitallisia, mutta joissakin tapauksissa ne tai niiden hajoamistuotteet saattavat olla herkistäviä. (Baetens, 2010)

Ilmasto

Koska kaasutäytteisten eristelevyjen on todettu olevan vähemmän lupaavia eristemateriaaleja kuin tyhjiöeristelevyjen, tietoa niiden ilmastovaikutuksista ei ole saatavilla. Kaasutäytteisten eristelevyjen kokonaislämmityspotentiaali saattaa kuitenkin vaihdella merkittävästi, koska käytetty kaasu voi olla inerttiä (reagoimatonta) tai esim. freonia, jonka kokonaislämmityspotentiaali on suuri. Freoneilla täytettyjen eristelevyjen kokonaislämmityspotentiaali on merkittävän suuri tyhjiöeristelevyihin verrattuna kaasun päästessä vuotamaan ympäristöön. (Baetens, 2010)

Kiertotalous

Alumiinifolio palaa korkeissa lämpötiloissa, mikä vuoksi alumiinikotelon kierrätys on hankalaa. Myöskään eri kaasujen kerääminen ja uudelleenkäyttö ei toistaiseksi ole kustannustehokasta. (Baetens, 2010)

Viitteet:

Baetens, R., Jelle, B. P., Gustavsen, A. ja Grynning, S. 2010. Gas-filled panels for building applications: A state-of-the-art review. *Energy and Buildings*, 42(11): s. 1969–1975.

Öljyt

Kuva 62.

Öljyttyä puupintaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Rakennusalalla öljyjä käytetään pääasiassa puun tai rappauksen koristeellisina pinnoitteina tai betonipintojen tiivistämiseen. Pellavaöljyä, tung-öljyä eli kiinanpuuöljyä, Danish Oil -puuöljyä tai tiikkiöljyä käytetään yleisesti näihin tarkoituksiin, koska polymerisoivat öljyt muodostavat kovan kalvon levityksen jälkeen. Myös muita luonnonöljyjä voidaan käyttää puunsuoja-aineina (esim. oliiviöljyä, puhdistettua hamppuöljyä tai jopa pähkinäöljyä). Joskus käytetään myös raakaöljypohjaista mineraaliöljyä.

Pellavaöljy on yksi suosituimmista lakkojen valmistukseen käytettävistä raaka-aineista, ja sitä käytetään myös linoleumin valmistukseen. Pellavaöljy voidaan keittää kaksi kertaa sen ominaisuuksien ja kuivumisnopeuden parantamiseksi. Levityksen jälkeen pellavaöljy polymerisoituu jonkin aikaa, kunnes se kovettuu täysin ja kuivuu.

Haitallisuus

Luonnonöljyt ovat yleensä vaarattomia. Lisäaineisiin, kuten liuottimiin, pigmentteihin, kuivausaineisiin jne. voi liittyä ympäristö- tai terveyshaittoja. Jalostetut öljyt, kuten kaksinkertaisesti keitetty pellavaöljy tai mineraaliöljy, ovat terveydelle haitallisia päätyessään ruoansulatuskanavaan tai hengitysteihin.

Ilmasto

Biopohjaisilla öljyillä on usein huomattavan vähäinen vaikutus ilmastomuutokseen. Vaikutus vaihtelee kuitenkin tuotantoalueen, öljyn tyyppin sekä maataloudessa käytettävien synteettisten lannoitteiden ja energian käytön mukaan tuotannon ja jalostuksen aikana. Epäsuoria ilmastomuutosvaikutuksia voi aiheutua myös maan- ja vedenkäytön muutoksista, jotka vaikuttavat paikallisiin ekosysteemeihin.

Kiertotalous

Öljypinnoite lisää tuotteiden kestävyyttä ja pidentää niiden käyttöikää. Pitkäikäinen pinnoite voidaan tarvittaessa uusia. Koska öljy kuluu käytön aikana, sen kierrätys tai uudelleenkäyttö ei ole merkityksellistä.

Viitteet:

Wikipedia. 2025. Linseed oil. Viitattu 5.8.2025.
[Linseed oil- Wikipedia](#)

Wikipedia. 2025 Danish oil. Viitattu 5.8.2025.
[Danish oil- Wikipedia](#)

Wikipedia. 2025. Tung oil. Viitattu 5.8.2025.
[Tung oil- Wikipedia](#)

Vahat

Kuva 62

Vahattua puulattiaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Luonnonvahoista, kuten soija-, karnauba- (brasilialainen palmuvaha) tai mehiläisvahasta, voidaan valmistaa puulle tai muille materiaaleille käytettäviä lakkoja. Vahat ovat yleensä pitkäketjuisia alifaattisia kemiallisia yhdisteitä, jotka ovat huoneenlämmössä kiinteitä ja joiden sulamispiste on suhteellisen alhainen, 40–50 °C.

Vahat voivat olla myös fossiilista alkuperää, kuten raakaöljyn tislauksesta saatava parafiinivaha. Vahoja syntetisoidaan myös kemiallisesti teollisessa mittakaavassa, esimerkiksi polymerisoimalla eteeniä polyeteenivahaksi. Tällaisia synteettisiä tai fossiilisista polttoaineista peräisin olevia vahoja voidaan käyttää erilaisissa pinnoitetuotteissa.

Haitallisuus

Luonnonvahat eivät tiettävästi ole ympäristölle tai terveydelle haitallisia. Myös polyeteenivahaa pidetään myrkyttömänä. Öljyperäinen parafiinivaha voi sisältää haitallisia jäämiä, kuten polyaromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä).

Ilmasto

Synteettisiä ja raakaöljypohjaisia vahoja valmistetaan lukuisten käsittelyvaiheiden avulla, joten niiden kasvihuonekaasupäästöt ovat merkittäviä. Kasvihuonekaasupäästöt voivat vaihdella vahatyypin ja tuotannossa käytetyn energian ja raaka-aineiden mukaan.

Kiertotalous

Vahapinnoite pidentää tuotteiden käyttöikää, ja pitkäikäinen pinnoite voidaan tarvittaessa uusida. Koska vaha kuluu käytön aikana, sen kierrätys tai uudelleenkäyttö ei ole merkityksellistä.

Viitteet:

Shubik, P., Saffiotti, U., Lijinsky, W., Pietra, G., Rappaport, H., Toth, B., ... ja Ramahi, H., 1962. Studies on the toxicity of petroleum waxes. Toxicology and applied pharmacology, 4: s. 1–62. [https://doi.org/10.1016/0041-008X\(62\)90112-6](https://doi.org/10.1016/0041-008X(62)90112-6)

Sementti

Kuva 64.
Sementtijauhetta.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Sementtikoostumuksia on monia erilaisia käyttökohteen mukaan. Eniten käytetty on ”Portlandin sementti”. Sementin pääainesosia ovat kalkki, pii-dioksidi (hiekkä), alumiinioksidi, magnesiumoksidi, rautaoksidi, kipsi, rikki ja pienet määrät muita ainesosia. Tämä on yksinkertaistettu kuvaus, sillä sementin valmistukseen käytetään usein monimutkaisempia mineraaliperäisiä ainesosia tai teollisuuden sivutuotteita monivaiheisessa valmistusprosessissa. Yleisimmin käytetty sementtityyppi on portlandsementti.

Sementti on tärkeä rakennusmateriaali ja betonin raaka-aine. Sementistä, hiekasta ja vedestä valmistetaan laastia, jota voidaan käyttää muuraukseen. Sementti on myös monien muiden rakennus-alalla käytettävien rappausten ja laastien ainesosa. Sementti toimii näissä tuotteissa tärkeimpänä sideaineena. Sementistä valmistetaan myös kattotiliä ja erityyppisiä ulkoseinäverhouksia, kuten kuitusementtiä, kevytbetonilevyjä tai rakennusharkkoja.

Haitallisuus

Sementtiä sisältävät seokset, kuten betoni, rappaukset, laastit ja muurauslaastit, ovat emäksisiä ja märkinä ihoa ja silmiä ärsyttäviä tai jopa syövyttäviä, ja niiden käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta. Kuivuttuaan ne ovat melko reagoimattomia ja vaarattomia. Kuivan sementtipölyn hengittäminen voi vahingoittaa hengitysteitä.

Ilmasto

Sementin tuotanto aiheuttaa merkittävän osan ihmisen toimintojen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä, mutta sementti on myös yksi eniten käytetyistä rakennusmateriaaleista maailmassa. Sementin hiilijalanjälki on verrattavissa poltettujen savitiilien hiilijalanjälkeen.

Sementin tuotannon kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat pääasiassa kalkin energiantensiivisestä käsittelystä, josta vapautuu hiilidioksidia. Sementti sisältää kalkkia, joka sitoo hiilidioksidia ilmakehässä kalkin muuttuessa hitaasti kalsiumkarbonaatiksi, mikä ajan myötä vähentää sementin kokonaispäästöjä.

Sementin (portlandsementti) kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1-A3 on 0,665 kg CO₂-ekv./kg. (ÖKOBAUDAT, 2022).

Kiertotalous

Sementtipohjaiset tuotteet, kuten sementtilaastit, -rappaukset, -laatat, -verhoukset ja -levyt, voidaan murskata ja käyttää uudelleen täyttömaana, jalka-

käytävien ja teiden rakentamisessa, viherrakentamisessa tai kierrätysbetonin kiviaineeksena.

Viitteet:

Rodriguez, Juan. 2019. Ways to Recycle and Reuse Concrete. LiveAbout. <https://www.liveabout.com/recycling-concrete-how-and-where-to-reuse-old-concrete-844944>

Wikipedia. 2025. Cement. Viitattu 5.8.2025 [Cement- Wikipedia](#)

ÖKOBAUDAT. 2022. Portland cement CEM I. [ÖKOBAUDAT- Portland cement](#)

Sementtipohjainen betoni

Kuva 65.
Betoniseinää.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Betoni on yksi ihmiskunnan eniten käyttämistä materiaaleista. Betoni koostuu sementistä, vedestä ja kiviaineksista, yleensä hiekasta ja sorasta. Betonista voidaan valaa jalkakäytäviä, rakennusten pohjalaattoja ja kattoja tai muottien avulla rakennusosia, seiniä ja pilareita. Siitä voidaan valmistaa myös harkkoja ja kattotiliä. Kevytbetoniharkot voidaan valmistaa solu-betonista tai lisäämällä betoniin kevyttä kiviainesta, kuten kivihiilikuonaa, hohkakiveä tai perliittiä.

Haitallisuus

Kuivuttuaan betoni on melko reagoimatonta ja vaaratonta. Märkä betoni voi ärsyttää tai syövyttää ihoa, koska se on emäksistä. Alkyylifenoleja, jotka ovat haitallisia ihmisen terveydelle niiden hormonitoimintaa häiritsevien ominaisuuksiensa vuoksi, saatetaan käyttää lisäaineina tietyissä betoniladuissa.

Ilmasto

Betonin kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat pääasiassa sementin tuotannosta. Betonin runsas käyttö rakentamisessa johtaa näin ollen suuriin kokonaispäästöihin. Päästöjen minimoimiseksi betoniseokset tulisi optimoida hankkeen olosuhteet huomioon ottaen, jotta varmistetaan sementin tehokas käyttäminen. Muita vähäpäästöisempiä materiaaleja, kuten puuta tai kiveä, voidaan käyttää korvaamaan betonia mahdollisuuksien mukaan. Sementti sisältää kalkkia, joka sitoo hiilidioksidia ilmakehästä muuttuessaan hitaasti kalsiumkarbonaatiksi, mikä vähentää kokonaispäästöjä elinkaarinäkökulmasta.

Betonin (C20/25) kokonaislämmityspotentiaali (GWP) tuotantovaiheissa A1-A3 on 0,122 kg CO₂-ekv./kg. (Boverket, 2024)

Kiertotalous

Sementtipohjainen betoni voidaan murskata ja käyttää uudelleen esim. täyttömaana, jalkakäytävien ja teiden rakentamisessa, viherrakentamisessa tai kiertäysbetonin kiviaineksena. (Collins, 2010)

Viitteet:

Lamprea, K., Bressy, A., Mirande-Bret, C., E, C. ja Gromaire, M.-C., 2018. Alkylphenol and bisphenol A contamination of urban runoff: an evaluation of the emission potentials of various construction materials and automotive supplies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: s. 21887–21900. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2272-z>

Collins, F., 2010. Inclusion of carbonation during the life cycle of built and recycled concrete: influence on their carbon footprint. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15: s. 549–556. <https://doi.org/10.1007/s11367-010-0191-4>

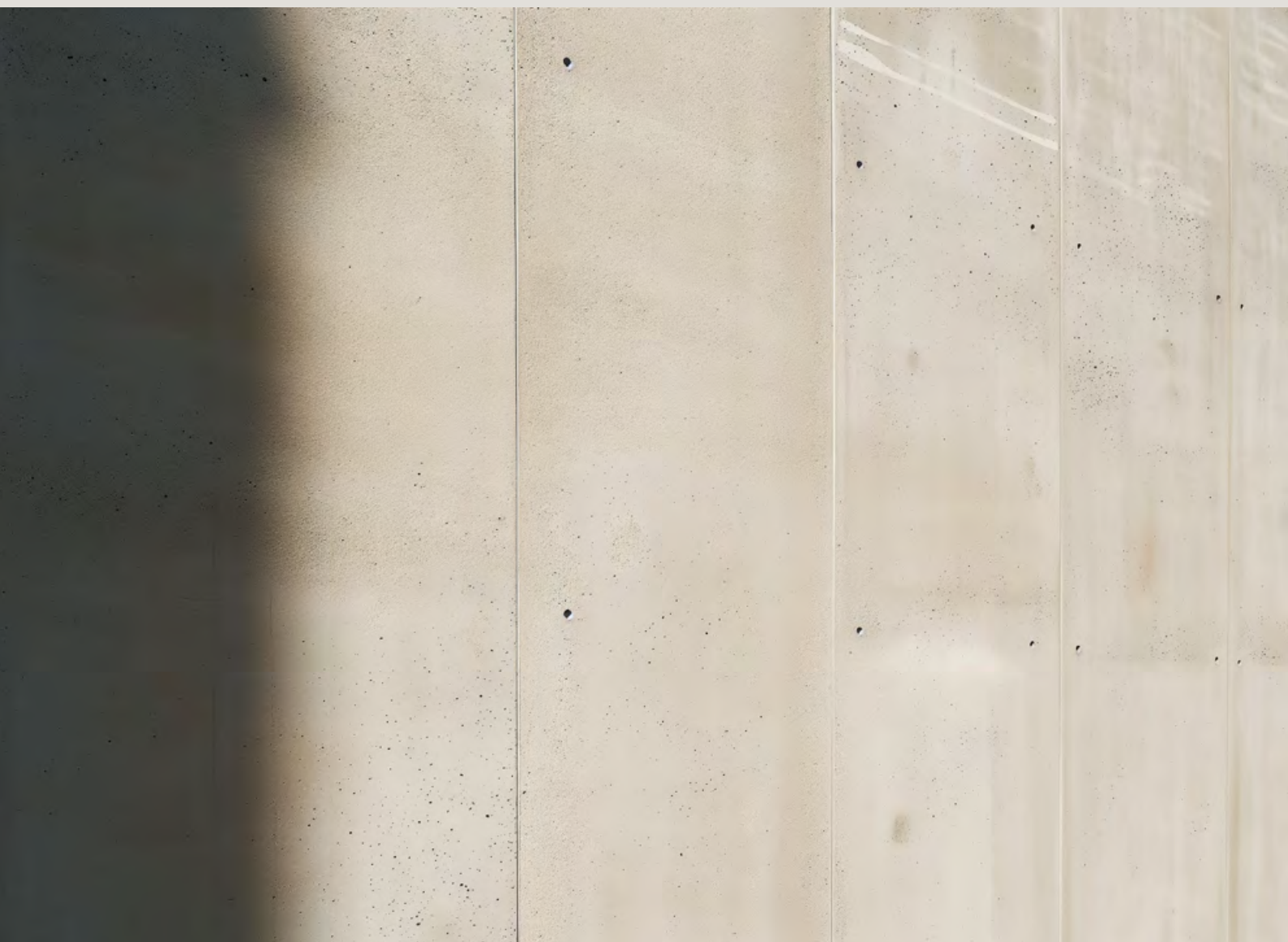
ÖKOBAUDAT. 2023. Concrete C20/25. [Ökobaumat-Concrete C20/25](#)

Kalkkipohjainen betoni

Kuva 66.

Kalkkipohjaista betoniseinää.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Kalkkipohjaista betonia on käytetty jo antiikin ajoista lähtien, ja se oli tärkeä rakennusmateriaali ennen portlandsementin keksimistä. Kalkkibetoni valmistetaan sekoittamalla kalkkia hiekkaan tai muihin kiviaineksiin tietyssä suhteessa. Kalkin ja hiekan seosta voidaan käyttää laastina tiiliseinissä. Tietyistä kalkkiseoksista voidaan valmistaa hydraulista sementtiä, joka kovettuu jopa veden alla.

Haitallisuus

Kalkkibetoni on myrkytöntä. Kalkkibetonin ja veden liuos on ärsyttävää tai syövyttävää, joten sen käsittelyssä on noudatettava asianmukaista varovaisuutta. Lisäksi kalkkipöly voi vaurioittaa hengitysteitä.

Ilmasto

Betonissa käytettävän kalkin tuotanto on yleensä vähemmän energiantensiivistä kuin portlandsementin tuotanto. Materiaali vaatii kuitenkin pidemmän kovettumisajan.

Kalkkibetoni sisältää 1 osan kalkkia ja vähintään 2 osaa hiekkaa sekä vettä. Koska hiekka on luonnollinen materiaali, jota ei yleensä käsitellä, sen hiilijalanjälki on erittäin pieni. Siksi voidaan olettaa, että kalkkibetonin kokonaislämmityspotentiaali pienempi kuin sammutetun kalkilla. Sammutetun kalkin (Ca(OH)_2) kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1-A3 on 1,1 kg CO_2 -ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2024)

Kiertotalous

Kalkkipohjainen betoni voidaan murskata ja käyttää uudelleen esim. täyttömaana, jalkakäytävien ja teiden rakentamisessa, viherrakentamisessa tai kiertäysbetonin kiviaineksena.

Viitteet:

The Constructor. Building ideas. 2021. Lime Concrete- Mix Proportions, Uses and Properties. [Lime Concrete – Mix Proportions, Uses and Properties – theconstructor.org](https://theconstructor.org/lime-concrete-mix-proportions-uses-and-properties/)

ÖKOBAUDAT. 2023. Calcium hydroxide (Ca(OH)_2 ; dry; slaked lime), solid, density 2,24 g/cm³ (20 °C), molar mass: 74,10 g/mol. [Ökobaumat - Calcium hydroxide, \(Ca\(OH\)2; dry; slaked lime](#)

Kierrätysbetoni / betonimurske

Kuva 67.
Murskattua tiiltä ja betonia.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Betonimurske (purkujäte) voidaan kerätä, murskata, jauhaa ja käyttää kiviaineeksena uutta betonia valmistettaessa, mikä auttaa säästämään luonnonvaroja. On kuitenkin varmistettava, ettei raaka-aineena käytettävä betoni ole saastunut elinkaarensa aikana (esim. erilaisissa kemianteollisuuden rakennuksissa, autokorjaamojen lattioissa öljyvuotojen vuoksi tai kemikaalien tai haitallisten jätteiden varastorakennuksissa). Betonimursketta voidaan käyttää myös asfaltin raaka-aineena. (Nixon, 1978; Oikonomou, 2005)

Haitallisuus

Kierrätysbetoni voi saastuttaa ympäristöä tai aiheuttaa terveyshaittoja, jos siinä käytetty betoni sisältää haitallisia aineita.

Ilmasto

Ilmastonmuutosvaikutukset ovat yleensä vähäisemmät kuin silloin, kun käytetään murskattua kiviainesta, koska käsittelyyn ja kuljetukseen kuluu vähemmän energiaa. Lisäksi ilmakehään pääsee huomattavasti vähemmän hiilidioksidia toissijaisen käyttöiän aikana.

Kiertotalous

Kierrätysbetoni parantaa kiertotalousastetta rakennusalalla ja edistää betonijätteen kierrätystä.

Viitteet:

Collins, F., 2010. Inclusion of carbonation during the life cycle of built and recycled concrete: influence on their carbon footprint. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15: s. 549–556. <https://doi.org/10.1007/s11367-010-0191-4>

Nixon, P. J., 1978. Recycled concrete as an aggregate for concrete—a review. *Matériaux et Construction*, 11: s. 371–378. <https://doi.org/10.1007/BF02473878>

Oikonomou, N. D., 2005. Recycled concrete aggregates. *Cement and concrete composites*, 27(2): s. 315–318. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.02.020>

Maalit

Kuva 68.

Maalattua seinäpintaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Maaleja käytetään rakentamisessa erilaisten pintojen, kuten rapattujen seinien tai sisäkattojen, puupintojen, julkisivujen ja muiden pintojen, pinnoittamiseen. Maalit ovat joko vesi- tai liuotinhenteisiä.

Liuotinhenteiset maalit, kuten öljy- ja alkydi-maalit, soveltuvat yleensä ulkokäyttöön kohteisiin, joissa tarvitaan hyvää suorituskykyä pintojen suojaamiseksi rapautumiselta ja veden aiheuttamilta vaurioilta, korroosiolta, auringon ultraviolettisäteilyltä sekä muilta ympäristön aiheuttamilta tai biologisilta vaikutuksilta. Niiden haittapuoli on, että niistä vapautuu levitettäessä paljon VOC-yhdisteitä.

Vesiohenteisiä maaleja käytetään vähemmän vaativissa ympäristöissä, ja niiden koostumus on yleensä vähemmän haitallinen. On kuitenkin kehitetty myös monia laadukkaita vesiohenteisiä maaleja, jotka vastaavat kestävyydeltään ja muilta ominaisuuksiltaan liuotinhenteisiä maaleja.

Molempien maalityyppien koostumukset vaihtelevat, mutta tärkeimmät ainesosat ovat sideaineet (yleensä synteettiset polymeerit, kuten akryyli, vinyylakryyli ja polyvinyylasetaatti), väriaineet, liuottimet, vesi ja vähäiset määrät muita orgaanisia liuottimia, täyteaineet (kalsiumkarbonaatti tai muut aineet) sekä lisäaineet, kuten vaahdonesto-, sakeuttamis-, stabilointi- ja säilöntäaineet.

Vesiohenteiset maalit myydään yleensä nestemäisinä, ja niihin lisätään säilöntäaineita, jotta mikro-organismit eivät pääse hajottamaan maalia. Hajotessaan mikro-organismit voivat pilata pinnoitustuotteen tai tuottaa haitallisia sienimyrkkyjä. Maaleissa voi olla myös muita lisä- ja apuaineita, joilla on haitallisia ominaisuuksia. Nämä tulee tarkistaa tapauskohtaisesti. (Hirsch, 2023)

On olemassa myös ympäristölle ja terveydelle turvallisempia haitta-aineettomia luonnonmateriaalipohjaisia vaihtoehtoja, kuten savimaalit ja kalkkimaali.

Öljypohjaiset maalit. Nämä pinnoitustuotteet sisältävät luonnonöljyjä, kuten pellava-, tung- eli kiinapuuöljyä tai muita öljyjä, jotka on liuotettu raakaöljyyn tai muihin liuottimiin. Muita ainesosia ovat väri-, kuivaus- ja täyteaineet sekä muut lisäaineet. Levittämisen aikana maaleista vapautuu suuria määriä VOC-yhdisteitä. Öljyjä, kuten pellavaöljyä, on mahdollista käyttää ilman liuottimia (ks. kappale Lakat).

Alkydimaalit ovat parannettu versio öljypohjaisista maaleista. Ne valmistetaan alkydihartsista, liuottimista ja muista lisäaineista. Alkydimaalit ovat tun-

netusti erittäin kestäviä ja monipuolisia. Myös ne sisältävät paljon VOC-yhdisteitä.

Epoksihartsipohjaiset maalit ovat yleensä kaksi-komponenttituotteita, jotka koostuvat hartsista ja sen kovetteesta. Epoksimaalit ovat hyvin ympäristön ja kemikaalien vaikutuksia kestäviä ja pitkäikäisiä. Ne ovat liuotinhenteisiä ja levitettäessä niistä vapautuu suuria määriä VOC-yhdisteitä. Lisäksi bisfenoli A:n jäämiä (pieniä määriä hartsin valmistuksessa käytettyä reagoimatonta monomeeriä) saattaa huuhtoutua ympäristöön tai saastuttaa sisäympäristöä. Bisfenoli A:n tiedetään olevan lisääntymiselle vaarallinen ja hormonitoimintaa häiritsevä aine. (Euroopan kemikaalivirasto, 2023)

Polyuretaanimaalit (PU-maalit). Polyuretaanimaalit voivat olla kaksi- tai yksikomponenttisia, ja ne voidaan koostumuksen mukaan kovettaa eri tavoin eri olosuhteissa. PU-maalien keskeinen komponentti polyuretaani on polymeeri, joka muodostuu isosyanaattien ja polyolin reaktiossa. Isosyanaatit voivat vahingoittaa hengitysteitä ja niiden epäillään aiheuttavan syöpää. PU-maalit sisältävät myös VOC-yhdisteitä ja mahdollisesti muita haitallisia komponentteja. (SpecialChem, 2023)

Puunsuojapinnoitteilla suojataan puupintoja ulkotiloissa lahoamiselta sekä muilta ympäristön ja mikro-organismien aiheuttamilta vaikutuksilta. Niissä on yleensä suuria pitoisuuksia biosidejä, jotka voivat huuhtoutua ympäristöön. Jotkin puunsuojapinnoitekemikaaleista voivat olla pysyviä ympäristössä. (Paijens, 2020)

Vesiohenteiset maalit, jotka sisältävät vähän VOC-yhdisteitä. Vesiohenteisiä maaleja on useita eri tyyppisiä, kuten akryyli-, lateksi-, vesiohenteinen emali- ja vesiohenteinen emulsiomaali. Vesiohenteiset maalit saattavat sisältää joitakin haitallisia kemikaaleja eli pieniä määriä orgaanisia VOC-yhdisteitä, mutta suurin osa VOC-yhdisteistä haihtuu suhteellisen nopeasti levityksen jälkeen. (Chang, 2011)

Zero-VOC-maalit eivät sisällä lainkaan VOC-yhdisteitä. Säilöntäaineet, kuten isotiatsolinonit, joita yleisesti käytetään maaleissa, eivät kuitenkaan ole yhtä herkästi haihtuvia, mikä tarkoittaa, että ne haihtuvat pidemmän ajan kuluessa ja niistä voi tulla merkittävä sisäilmaston päästölähde. (Lundov, 2014)

Savipohjaiset maalit. Savipohjaiset maalit eivät välttämättä sisällä lainkaan VOC-yhdisteitä, synteettisiä sideaineita ja säilöntäaineita, mikä tekee niistä yhden parhaista kolme pilarin mukaisista pinnoitusratkaisuista. Savipohjaisia maaleja myydään nestemäisinä tai jauhemaisina. Savimaaleja ei ole laajalti kaupallisesti saatavilla, mutta ne ovat herättäneet kiinnostusta kestävän rakentamisen alalla ja niiden markkinaosuus on kasvussa.

Kalkkimaali on yksinkertainen sisä- ja ulkoseinien pinnoitusratkaisu. Se soveltuu myös tee-se-itse-käyttöön, sillä se sisältää vain kalkkia ja vettä. Ominaisuuksien parantamiseksi siihen saatetaan lisätä myös muita ainesosia. Kalkkimaalaus on ympäristöystävällinen ratkaisu, mutta maalia valmisteltaessa ja levitettäessä tulee käyttää henkilönsuojaimia, sillä kalkki ja kalkkiliuos ovat syövyttäviä ja saattavat polttaa ihoa tai silmiä.

Luonnonpigmentit ovat kasveista, eläimistä tai maasta saatuja maavärejä. Kaupallisesti saatavilla olevia värejä voi käyttää tee-se-itse-käytössä, ja ne ovat yleensä turvallisesti työstettäviä materiaaleja. Niistä lähtevän pölyn hengittämistä tulee kuitenkin välttää ja varmistaa, etteivät pigmentit sisällä raskasmetalliyhdisteitä. Pääsääntöisesti haitallisia raskasmetallipohjaisia väriaineita ei enää nykyään käytetä maaleissa. Niitä voi kuitenkin olla vanhoissa maaleissa, joiden käyttöä tulee välttää ja jotka tulee hävittää asianmukaisesti.

Haitallisuus

Vesiohenteiset maalit saattavat sisältää pieniä määriä VOC-yhdisteitä, mutta liuotinohenteiset maalit sisältävät suuria määriä VOC-yhdisteitä. Osa VOC-yhdisteistä voi aiheuttaa syöpää, hengitysteiden ärsytystä tai muuta ärsytystä, päänsärkyä tai muita terveyshaittoja.

Lähes kaikki vesiohenteiset maalit sisältävät säilöntäaineita, kuten isotiatsolinoneita, sekä mahdollisesti myös muita aineita. Aineet voivat huuhtoutua ympäristöön tai saastuttaa sisäympäristöä. Puun käsittelyssä käytettävät pinnoitteet sisältävät suuria määriä biosidejä, jotka ovat ympäristöriski. (Paijiens, 2020)

Maalit voivat sisältää myös muita lisäaineita, kuten hartseja, dispergointi-, säilöntä- ja vaahdonpoistoaineita, pinta-aktiivisia aineita ja pehmittimiä, joista joillakin voi olla haitallisia ominaisuuksia. (Healthy Building Network, 2023; IARC, 2012).

Ilmasto

Maalien kasvihuonekaasupäästöt vaihtelevat suuresti maalityypin sekä raaka-aineiden ja valmistukseen käytetyn energian mukaan. Yleinen suuntaus on, että vesiohenteisilla maaleilla on pienempi hiilijalanjälki kuin liuotinpohjaisilla maaleilla. Erilaisten maalien ilmastovaikutuksesta ei ole tietoja laajalti saatavilla. Vesiohenteisten sisämaalien kokonaislämmityspotentiaali on tyypillisesti 2–3 kg CO₂-ekv./kg (ÖKOBAUDAT, 2023).

Kiertotalous

Maaleissa käytettävien synteettisten sideaineiden hajoaminen kestää hyvin kauan, ja käyttöiän lopussa ne ovat mahdollinen mikromuovien lähde (Gaylarde, 2021). Laadukas maali voi lisätä tuotteiden kestävyyttä ja pidentää niiden käyttöikää.

Viitteet:

Chang, Y. M., Hu, W. H., Fang, W. B., Chen, S. S., Chang, C. T. ja Ching, H. W. 2011. A study on dynamic volatile organic compound emission characterization of water-based paints. Journal of the Air & Waste Management Association, 61(1): s. 35–45. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.61.1.35>

Euroopan kemikaalivirasto. 2023. Information on chemicals, <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.001.133>

Gaylarde, C. C., Neto, J. A. B. ja da Fonseca, E. M. 2021. Paint fragments as polluting microplastics: A brief review. Marine Pollution Bulletin, 162, 111847. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111847>

Healthy Building Network. 2023. Interior Paint Product Guidance, <https://homefree.healthybuilding.net/products/3-paint>

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012. ”Occupational exposure as a painter”. Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 100(PT F), 9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304433/>

Lundov, M. D., Kolarik, B., Bossi, R., Gunnarsen, L. ja Johansen, J. D., 2014. Emission of isothiazolinones from water-based paints. Environmental Science & Technology, 48(12): s. 6989–6994. <https://doi.org/10.1021/es500236m>

Paijens, C., Bressy, A., Frère, B. ja Moilleron, R. 2020. Biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. Environmental Science and Pollution Research, 27: s. 3768–3791. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06608-7>

Hirsch, M. ja Petrie, E. M. 2023. Biocide Selection: In-can Preservation, Dry Film Protection, Anti-fouling. SpecialChem, <https://coatings.specialchem.com/selection-guide/biocides-selection-for-in-can-and-dry-film-protection>

SpecialChem. 2023. Polyurethane Coatings: A Comprehensive Guide, <https://coatings.specialchem.com/selection-guide/polyurethane-coatings>

ÖKOBAUDAT. 2023. Application paint emulsion, dispersion paint. [Ökobaudat - Application paint emulsion, dispersion paint](#)

ÖKOBAUDAT. 2023. Application paint emulsion, interior, wear resistant. [Ökobaudat - Application paint emulsion, interior, wear resistant](#)

Lakat

Kuva 69.

Lakattua puupintaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Lakkoja levitetään erilaisille pinnoille, kuten puulle, kipsille tai muille materiaaleille, antamaan kiiltoa, tiivistämään ja suojaamaan pintaa vedeltä ja lialta, parantamaan kestävyyttä ja pidentämään materiaalin käyttöikää. Ekologiset lakat valmistetaan kasviöljyistä, vahoista ja/tai hartseista (esimerkiksi havupuiden pihkasta). (Segura, 2021)

Vaha tai hartsi liuotetaan liuottimella, kuten tärpätillä tai öljypohjaisella liuottimella, mutta öljyä voidaan käyttää yhtenä lakan ainesosana tai yksinkertaisena seoksena. Myös lakat valmistetaan usein synteettisistä ainesosista (polymeereistä). Lisäksi on olemassa vesipohjaisia lakkoja, joissa öljy tai synteettinen polymeeri emulgoidaan veteen. (Segura, 2021)

Kasviöljypohjaiset lakat. Luonnonöljyjä, kuten pellava- ja tung- eli kiinanpuuöljyä, puhdistettua hamppuöljyä tai pähkinäöljyä, voidaan käyttää yhden ainesosan lakkoina. Yhden ainesosan kasviöljylakat ilman liuottimia, kuten pellavaöljy, ovat ympäristön ja terveyden kannalta turvallisimpia vaihtoehtoja.

Kasvi- tai mehiläisvahapohjaiset lakat. Joissakin lakoissa käytetään luonnonvahaa, kuten soija-, karnauba- tai mehiläisvahaa. Tällaiset tuotteet saattavat sisältää kasviöljyjä, liuottimia (tärpättiä tai muita liuottimia) ja muita lisäaineita (väriaineita, UV-stabilisaattoreita, kuivausaineita jne.).

Vesipohjaiset polymeerilakat. Vesipohjaiset lakat, jotka sisältävät synteettisiä polymeerejä, toimivat kalvopinnoitteina. Akryyli on yksi turvallisimmista vaihtoehtoista, mutta esimerkiksi polyuretaania sisältävien tuotteiden käyttöä tulee harkita, sillä ne saattavat olla haitallisia ympäristölle ja terveydelle. Akryylilakat sisältävät yleensä vain vähän VOC-yhdisteitä, mutta niissä voi olla muita mahdollisesti haitallisia kemiallisia lisäaineita.

”Tanskalainen saippuapinnoite” on ympäristöystävällinen puun viimeistelytekniikka, joka tekee puupinnasta pehmeän, vaalean ja mattapintaisen. Viimeistelyyn tarvitaan vain vettä ja saippuaa.

Haitallisuus

Liuotinpohjaiset lakkatuotteet sisältävät paljon VOC-yhdisteitä. Osa VOC-yhdisteistä voi aiheuttaa syöpää, hengitysteiden ärsytystä, iho-oireita, päänsärkyä tai muita terveyshaittoja (IARC, 2012).

Jotkut lakkatuotteet saattavat sisältää säilöntäaineita, kuten isotiatsolinoneita, sekä mahdollisesti

muita aineita. Aineet voivat huuhtoutua ympäristöön tai saastuttaa sisäympäristöä.

Ilmasto

Biopohjaisilla lakoilla on usein vähäinen vaikutus ilmastomuutokseen. Vaikutus vaihtelee kuitenkin tuotantoalueen, lakkatyyppin sekä maataloudessa käytettävien synteettisten lannoitteiden ja energian käytön mukaan hankinnan ja jalostuksen aikana. Epäsuoria ilmastomuutosvaikutuksia voi aiheutua myös maan- ja vedenkäytön muutoksista, jotka vaikuttavat paikallisiin ekosysteemeihin.

Kiertotalous

Lakkapinnoite lisää tuotteiden kestävyyttä ja pidentää niiden käyttöikää. Pitkäikäinen lakkapinnoite voidaan tarvittaessa uusia. Koska lakka kuluu käytön aikana, kierrätys tai uudelleenkäyttö ei ole merkityksellistä. Joissakin lakoissa käytettävien synteettisten polymeerisideaineiden hajoaminen kestää hyvin kauan, ja ne ovat mahdollinen mikromuovien lähde (Gaylarde, 2021).

Viitteet:

Gaylarde, C. C., Neto, J. A. B. ja da Fonseca, E. M., 2021. Paint fragments as polluting microplastics: A brief review. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111847. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111847>

Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleton, A., Marczylo, T. ja Dimitroulopoulou, S., 2022. Chemicals in European residences—Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs). *Science of The Total Environment*, 839, 156201. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156201>

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012. Occupational exposure as a painter. Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 100(PT F), 9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304433/>

Segura, C., 2021. A Guide to Non-Toxic Sealers, Stains, and Varnishes. My Chemical-Free House Consulting. https://www.mychemicalfreehouse.net/2021/01/natural-finishes.html#vii_Exterior_Wood_Sealers

Liimat

Markkinoilla on valtava valikoima liimoja. Liimat voidaan jakaa synteettisiin ja luonnosta peräisin oleviin sekä reaktiivisiin ja ei-reaktiivisiin liimoihin. Liimat sisältävät yleensä VOC-yhdisteitä, joita saattaa vapautua levityksen ja kovettumisen aikana sekä jonkin aikaa levityksen jälkeenkin.

Synteettiset liimat voivat sisältää liuottimia, lisäaineita, kuten pehmittimiä, stabilointiaineita, säilöntäaineita, täyteaineita, vettä, vaahdonestoaineita. Eniten käytettyjä synteettisiä liimoja ovat polyvinyyliasetaatti-, kontakti-, epoksi-, polyuretaani-, akryyli-, lateksi- ja silikoniliima.

Polyvinyyliasetaattiliima, PVA-liima on nykyään eniten käytetty liima rakentamisessa. Liima on vesipohjainen ja sen VOC-päästöt ovat suhteellisen alhaiset, mutta PVA-liima voi saastuttaa jätevetä. Suurin osa synteettisistä liimoista on lievästi haitallisia ihokosketuksessa, joutuessaan silmiin, nieltäessä tai hengitettynä. Terveysriskit ovat suuremmat epoksi- ja PU-liimoilla, jotka on tarkoitettu pääasiassa ammattikäyttöön.

Yleisesti liimojen tärkeimmät ympäristövaikutukset ovat tuotanto- ja kovettamisprosessista aiheutuvat liuotin- ja kaasupäästöt, hävitetyn tuotteen biologinen hajoavuus ja liiman raaka-aineen uusiutuvuus. Liuottimia sisältämättömien liimojen on osoitettu aiheuttavan 75 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä ja kuluttavan 80 % vähemmän energiaa kuin liuotinpohjaiset liimat.

On olemassa myös luonnollisia liimoja, joita voi tehdä itse, kuten kaseiini-, eläin- ja soijaliimaa. Ne ovat formaldehydittömiä, eivät sisällä liuottimia eikä niistä aiheudu VOC-päästöjä, joten ne vaikuttavat sisäilman laatuun vähemmän kuin synteettiset liimat. Osa niistä saattaa kuitenkin sisältää kemikaaleja, jotka voivat olla terveydelle haitallisia ja ärsyttää ihoa. Luonnonliimoja ei yleensä luokitella vaaralliseksi jätteeksi, ja ne voidaan kierrättää polttamalla energiantuotannossa.

Yleisiä suosituksia liimojen käytöstä:

- Älä kaada liimaa viemäriin ja yritä vähentää sen huuhtelua työkaluista pesualtaaseen.
- Käytä asianmukaisia henkilökohtaisia suojava-rusteita ja huolla suojarusteet säännöllisesti.
- Käytä liimoja hyvin ilmastoidussa tilassa. Käytä tarvittaessa kohdepoistoa.
- Pese aina kädet käytön jälkeen.

- Älä syö, tupakoi tai juo liimatuotetta käsi- tellessäsi.
- Lue aina turvallisuusohjeet ennen tuotteen käyttöä!
- Jos mahdollista, valitse liima, jossa on vähän VOC-yhdisteitä, joka on vesiohenteinen liima tai luonnonliima.
- Vältä epoksi- ja polyuretaaniliimoja.
- Suosi tuotteita, joiden sisältö on täysin kerrottu käyttöturvallisuustiedotteessa tai ympäristötiedotteessa.

Polyuretaaniliima

Kuva 70.

Paisutettua PU-liimaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Polyuretaaniliima (PU-liima) on usein keltaista liimaa, joka vaahtoo kovettuessaan. Se muodostaa erittäin vahvan, vedenkestävän sidoksen. Sillä voi täyttää reikiä ja halkeamia, sillä se kuivuessaan ja kovettuessaan laajenee jonkin verran. Polyuretaani tarttuu puun lisäksi monenlaisiin materiaaleihin (esim. paperiin, tekstiileihin, metalliin, lasiin ja muoviiin). PU-liiman haittana on sotkuisuus: tahrat on vaikea poistaa. PU-liima on nopeaa levittää ja se kovettuu nopeasti. Se on myös erittäin kestävä ja vedenkestävää ja soveltuu hyvin työstöön ulkotiloissa.

Haitallisuus

Polyuretaanit muodostetaan yhdistämällä eri kemikaaleja (ks. kappale Polyuretaani). Polyuretaani sisältää liuottimia ja muita haitallisia ainesosia, kuten isosyanaatteja, joista vapautuu VOC-yhdisteitä levityksen aikana. Laaja altistuminen polyuretaanilla ja isosyanaateille voi aiheuttaa ihoärsytystä tai allergiaa.

REACH-asetuksen mukaiset uudet rajoitukset koskien isosyanaatteja astuivat voimaan 24.8.2023. Rajoitusten mukaan kaikkien di-isosyanaatteja yli 0,1 % pitoisuuksina sisältävien tuotteiden valmistajien (näihin tuotteisiin lukeutuu myös PU-liima) tulee antaa loppukäyttäjille ohjeet ja koulutus tuotteiden turvallisesta käytöstä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että vain ammattimaiset teolliset käyttäjät, joilla on asianmukainen koulutus ja jotka ovat tehneet riskinarvioinnin, voivat laillisesti käyttää PU-liimatuotteita.

Ilmasto

PU-liiman päästöt valmistuksen aikana ovat neljä kertaa suurempia kuin puuliiman. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu PU-liimassa käytettävien kemikaalien energiantensiivisistä tuotannosta.

Kiertotalous

Polyuretaani tuottaa poltettaessa myrkyllisiä kaasuja, ja se luokitellaan EU:ssa erityisjätteeksi. Siksi sitä on hankalaa kierrättää. Myös PU-liiman lyhyt säilyvyysaika voi aiheuttaa liiallista liimajätteen muodostumista.

Viitteet:

The upstyle woodguide.org. Polyurethane glue. <https://www.woodguide.org/guide/polyurethane-glue/>

Schwarz Christopher. 2024. Popular woodworking website. Available: <https://www.popularwoodworking.com/>

Silikoniliima

Kuva 71.

Silikonitiivistys.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Silikoniliima on monipuolinen vedenkestävä polymeeri, jonka pääasiallinen ainesosa on piidioksidi eli kvartsissa esiintyvä yleinen hiekan muoto. ”Silikoni” viittaa ryhmään polymeerejä, joilla on siloksaanisidos orgaanisten yhdisteiden kanssa. Niiden valmistus alkaa piin erottamisella piidioksidista eli silikasta. Silikoniliimoja käytetään haitattomana vaihtoehtona ympäristölle ja terveydelle haitallisille liimoille.

Haitallisuus

Silikoniliimat ja -tiivisteet valmistetaan polymerisoidusta silikonista. Kovettumaton silikoniliima on erittäin hyvin tarttuvaa geeliä tai nestettä. Se on kemiallisesti reagoimaton aine, jota on turvallista käyttää eri käyttökohteissa, ja joka ei ole ympäristölle ja terveydelle haitallista. Silikoniliiman valmistusprosessin lopputulos on joustava lämmönkestävä liima, jota voidaan käyttää elektroniikassa, autoteollisuudessa ja rakentamisessa.

Silikoniliima on voidetta muistuttava materiaali, joka kovettuu sitkeäksi kumimaiseksi kiinteäksi aineeksi, kun se joutuu kosketuksiin ilmassa olevan kosteuden kanssa. Sideaineen oikean koostumuksen saavuttamiseksi seokseen lisätään erilaisia liuottimia. Liuottimien vuoksi silikoniliimat ovat sisäilman VOC-yhdisteiden pääasiallinen lähde erityisesti uusissa rakennuksissa.

Tutkimustulokset osoittavat, että silikoniliimoja käytettäessä ilmaan vapautuu monia erilaisia VOC-yhdisteitä. Todetut yhdisteet sisälsivät ketoneja, alkoholeja, bentseenejä, estereitä ja typpipitoisia orgaanisia yhdisteitä. Tutkimuksissa tunnistettuja yhdisteitä olivat butanonioksiimi, butanoni ja etanoli, joita kaikkia todettiin usein korkeina pitoisuuksina.

Koska silikoniliimojen ainesosat ovat peräisin luonnollisista aineista, niillä on hyvin vähän vaikutusta ympäristöön. Silikoniliimat kestävät hyvin useimpia kemikaaleja eivätkä ole kemiallisesti reaktiivisia, mikä korostaa niiden turvallisuutta.

Ilmasto

Silikonin tuotanto vaatii korkeita lämpötiloja, mikä vapauttaa kasvihuonekaasuja ilmakehään. Tietoja silikoniliimojen ilmastovaikutuksista ei ollut saatavilla, mutta silikonitiivisteen kokonaislämmityspotentiaali tuotantovaiheissa A1-A3 on 5,305 CO₂-ekv./kg. (ÖKOBAUDAT, 2022)

Kiertotalous

Silikonituotteet voidaan sulattaa ja käyttää uudelleen useita kertoja, mutta tämä vaatii käsittelyyn

erikoistuneen kierrätyslaitoksen. Käytetty silikoniliima voidaan myös muuttaa teollisuuden käyttöön voittoa-aineeksi. Silikonin kierrätys on kuitenkin harvinaista ja yleisin loppukäyttötapa on polttaminen energiaksi.

Viitteet:

Industrial Quick Search. 2025. Silicone Adhesive: Types and Materials. <https://www.iqsdirectory.com/articles/adhesive/silicone-adhesives.html>

Zhao ym. 2022. Characterizing Key Volatile Pollutants Emitted from Adhesives by Chemical Compositions, Odor Contributions and Health Risks. Molecules. 8;27(3). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8839774/>

Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). 2022. Environmental Product Declaration. Silicone-based products, group 1. <https://www.klebstoffe.com/wp-content/uploads/2022/09/Silicone-based-products-group-1.pdf>

The Roundup.org. 2025. Is Silicone Eco-Friendly, Biodegradable or Recyclable? <https://theroundup.org/is-silicone-eco-friendly/>

ÖKOBAUDAT. 2022. Silicone-based products, group 1 (sealants). [Ökobaudat - Silicone-based products, group 1, sealants](#)

Epoksiliima

Kuva 72.

Epoksiliimaa.

Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Epoksiliima on erittäin lujaa liimaa, jota käytetään esimerkiksi lentokoneiden, autojen, polkupyörien, veneiden, lumilautojen ja muiden lujia sidoksia vaativien tuotteiden valmistuksessa. Rautakaupoista on yleisesti saatavilla viidessä minuutissa kuivuva epoksiliimaa, kaksiosaisessa putkilossa myytävää kaksikomponenttista liimaa. Putkilon toisessa osassa on hartsi ja toisessa kovetinaine. Kun nämä kaksi ainetta sekoitetaan, ne muuttuvat vahvaksi muovimateriaaliksi.

Haitallisuus

Kovettunut epoksi aiheuttaa vain vähän terveysriskejä. Epoksiliimat ovat kuitenkin erittäin haitallisia tuotannon aikana. Nestemäisen liiman hartseista ja liuottimista syntyy höyryjä, jotka voivat vaikuttaa ihoon ja keuhkoihin. Myös osittain kovettuneen epoksin hiomisesta aiheutuva hienojakoinen pöly voi aiheuttaa terveyshaittoja.

Kun epoksia käytetään ulkotiloissa suurina määrinä ja suurilla pinnoilla, se saattaa joutua kosketuksiin veden (hydrolyysi) ja suoran auringonvalon (fotolyysi) kanssa. Tällöin voi tapahtua kovettimien ja muiden haitallisten kemiallisten yhdisteiden depolyme-risaatiota eli polymeerin hajoamista pienemmiksi molekyyleiksi tai monomeereiksi. Kovettuneesta epoksista voi myös huuhtoutua pieniä määriä kovettimia ja muita haitallisia yhdisteitä hydrolyysin ja fotolyysin vuoksi. Sideaineena käytettävää hartsia on yleensä vain vähän eikä se altistu hydrolyysille ja fotolyysille varsinkaan sisätiloissa.

Nestemäinen ja osittain kovettunut epoksi voivat aiheuttaa lukuisia terveysriskejä. Riskejä voidaan hallita asianmukaisella ilmanvaihdolla höyryjen poistamiseksi sekä käyttämällä henkilökohtaisia suojaimia (käsineet ja suodattimilla varustettu hengityssuojain). Altistumisriski aiheutuu myös (osittain) kovettuneen epoksin hiomisesta syntyvästä hienojakoisesta pölystä. Epoksi voi olla riittävän kovaa hiottavaksi jo parin tunnin kuluttua levityksestä, mutta täydelliseen kovettumiseen saattaa kulua aikaa jopa kaksi viikkoa. Pöly lisää altistumisriskiä ihokosketuksen, hengittämisen tai nielemisen kautta. Toistuvasti hengitettynä epoksipöly voi aiheuttaa haittaa keuhkoille ja pitkällä aikavälillä johtaa herkistymiseen ja astmaan. Vaihtoehtona ovat biopohjaiset epoksihartsit, jotka ovat terveydelle haittommampia.

Ilmasto

Kaksikomponenttisen epoksin päästöt valmistuksen aikana ovat liimoista suurimmat, noin viisi kertaa suuremmat kuin puuliiman. Epoksiliiman mo-

lempien komponenttien, epoksi ja amiinikovetin, valmistus sisältää ympäristölle haitallisia kemiallisia prosesseja.

Liimattuja puurakenteita ei voi purkaa, joten ne vievät enemmän tilaa, mikä lisää energian käyttöä kuljetuksessa. Epoksin korkean hinnan vuoksi sitä käytetään pääasiassa vain pieniin kohteisiin, jotka vaativat suurta lujuutta, kuten veneet, lumilaudat jne.

Kiertotalous

Epoksimateriaalit eivät ole kierrätettävissä. Epoksikomponentit on luokiteltu vaaralliseksi jätteeksi, minkä lisäksi epoksista vapautuu ympäristölle ja terveydelle haitallisia kaasuja poltettaessa.

Viitteet:

The upstyle woodguide.org. 2025. Epoxy glue. <https://www.woodguide.org/guide/epoxy-glue/>

Sentry air systems Inc. 2010. Hazards of Epoxy Fumes. [Hazards of Epoxy Fumes - Sentry Air Systems, Inc.](#)

PVA-liima

Kuva 73.
PVA-/puuliimaa.
Kuva luotu tekoälysovelluksella Midjourney 6.0.



Polyvinyyliasetaattiliima (PVA-liima, PVAc-liima tai valkoinen liima) on puurakentamisessa nykyään eniten käytetty liima. PVA-liiman elinkaari on pitkä. Se muodostaa vahvan ja kestävästi liitoksen, vahvemman kuin itse puu. PVA-liima on petrokemian teollisuuden tuote. Se koostuu mikroskooppisen pienistä muovihiukkasista, jotka on laimennettu vedellä. Vaikka PVA-liima on syntetttinen kestopuovi, se hajoaa oikeissa olosuhteissa biologisesti. PVA-liimaa pidetään turvallisena tuotteena käyttää. Sitä käytetään myös kirjansidonnassa ja paperinvalmistuksessa sekä juustojen suojapinnoitteena. PVA-liiman VOC-päästöt ovat suhteellisen alhaisia, mutta sitä pidetään kuitenkin mahdollisena jätevesien saastuttajana. PVA-liimat eivät sisällä formaldehydiä.

Haitallisuus

Useimmat syntetttiset liimat, mukaan lukien PVA-liima, ovat lievästi haitallisia ihokosketuksessa, silmiin joutuessaan, nieltäessä tai hengitettäessä. Syntetttiset liimat sisältävät yleensä myös liuottimia sekä pehmentimien, stabiloimis-, säilöntä-, täyte- ja vaahdonpoistoaineiden kaltaisia lisäaineita ja vettä.

Viemäriin vedellä pestyt puuliimahiukkaset eivät hajoa luonnollisesti. Ne voidaan hajottaa biologisesti tietyissä olosuhteissa. Siksi puuliimaa ei pidä kaataa viemäriin, ja sen pesemistä pois työkaluista lavuaarissa tulisi välttää.

Ilmasto

Puuliiman ja muiden syntetttisten liimojen valmistuksessa syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Koska liimoja kuitenkin käytetään pieniä määriä, niiden kokonaisilmastovaikutusta voidaan pitää vähäisenä. Ympäristövaikutukset, kuten haitallisuus ihmiselle ja ympäristölle sekä kemialliset tai mekaaniset ominaisuudet, tulee asettaa etusijalle materiaalivalintaa arvioitaessa.

Liuotinvapait liimat tuottavat tutkimusten mukaan jopa 75 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä ja kuluttavat 80 % vähemmän energiaa kuin perinteiset liuotiniimat.

Kiertotalous

Luonnonliimoja ei yleensä luokitella vaaralliseksi jätteeksi ja ne voidaan polttaa energiakäyttöön. Vaikka PVA-liima on syntetttinen kestopuovi, se oikeissa olosuhteissa biohajoaa. Tämä ei kuitenkaan tapahdu viemäriin kaadettuna, joten työkalujen puhdistukseen on kiinnitettävä huomiota.

PVA-liima muodostaa vahvan, kestävästi liitoksen (voimakkaamman kuin itse puu), joten puo-

sien uudelleenkäyttö on hankalaa. Poltettaessa PVA-liimasta vapautuu ympäristölle ja terveydelle haitallisia kaasuja.

Viitteet:

The sustainable graphic design blog. 2011. Glue - the sustainable designers quick guide. [Sustainable graphic design: Glue - the sustainable designers quick guide](https://www.sustainablegraphicdesign.com/glue-the-sustainable-designers-quick-guide/)

The upstyle woodguide.org. 2025. Wood glue (PVA based). <https://www.woodguide.org/guide/wood-glue-pva-based/>

4 Rakennusosien ympäristöarviointi

Tämä katalogi on tarkoitettu avuksi rakennusten suunnitteluun ja toteutukseen siten, että ne tukevat sekä ihmisten että ympäristön hyvinvointia ja edistävät kestävästä rakennettua ympäristöä. Tarjoamme kokonaiskuvan kestävästä materiaaleista ja rakennusosista, mutta emme sisällä yksittäisten tuotemerkkien teknisiä tietoja tai valmistusprosesseja. Keskitymme tietoon saatavilla olevista kestävästä materiaaleista ja rakennusosista, ja kehotamme lukijoita tutustumaan niihin ja sisällyttämään ne suunnittelu- ja rakennushankkeisiinsa.

Luvussa 3. kerrotaan erilaisista materiaaleista, joita rakennushankkeissa ja rakennuksissa voidaan käyttää. Näitä materiaaleja käytetään eri rakennusosissa. Luku 4. on jaettu eri rakennusosiin keskittyviin osioihin, jotta voidaan osoittaa, mitä materiaaleja ympäristökestävyyden kannalta tulisi suosia kunkin rakennusosan kohdalla.

Muista tuotteita valitessasi seuraavat asiat:

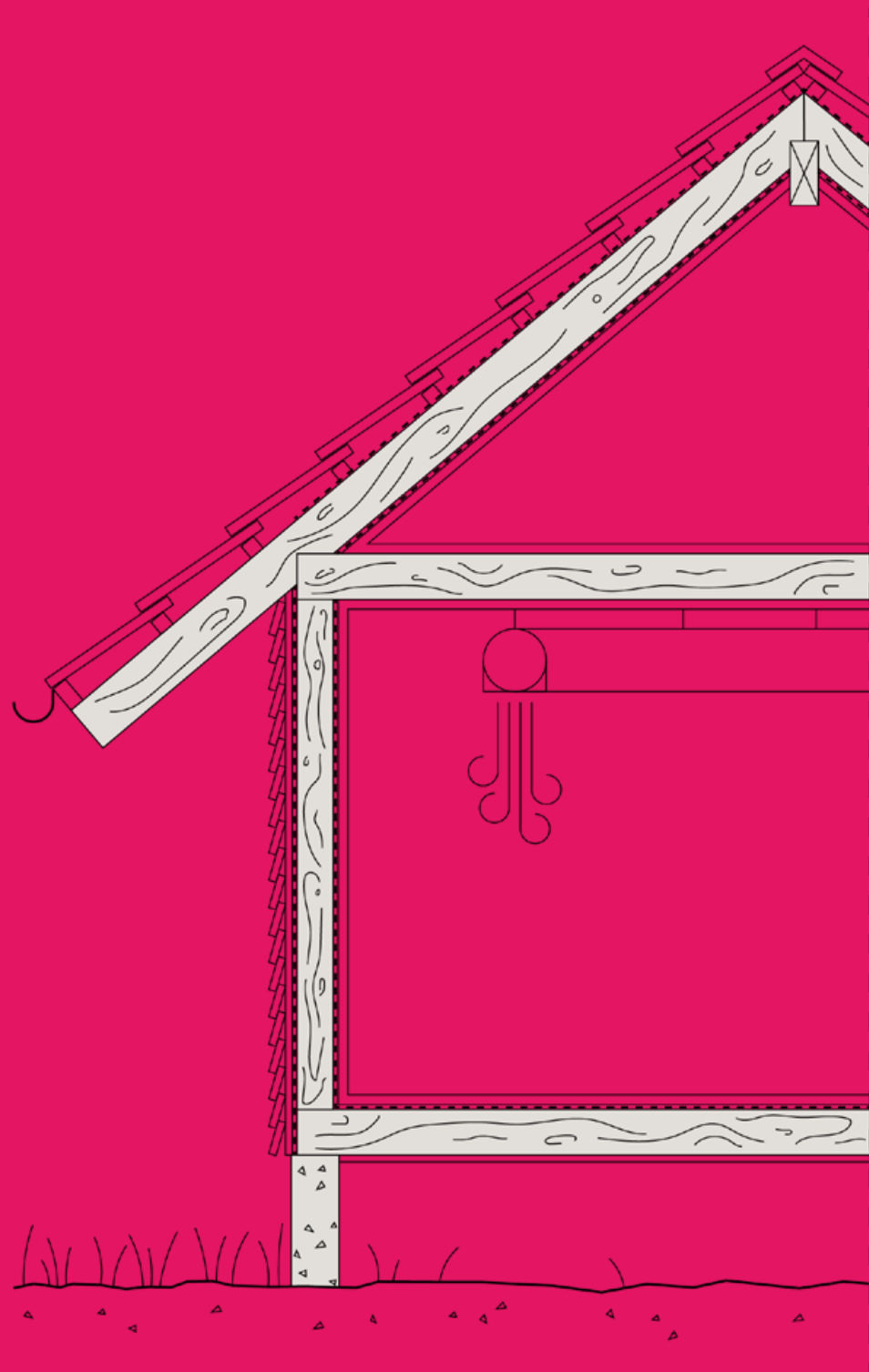
- Haitallisia aineita esiintyy rakenneosissa usein toiminnallisuuden ja muovien käytön myötä, mutta myös haitattomat tuotteet voivat olla toimivia.
- Materiaalien kierto liittyy vahvasti suunnitteluun. Kiertotalouden mukaisiksi suunnitellut tuotteet ovat usein haitattomia, mutta eivät aina.
- Tuotteen ilmastovaikutus vaihtelee merkittävästi materiaalin ja koko toimitusketjun prosessien mukaan aina raaka-aineesta viimeistelyyn. Tutustu tuotteiden ympäristöselosteisiin ja toimittajiin. Modulaarisuutta ja purkamista helpottava rakenne on olennaisen tärkeä, jotta rakennusmateriaalit voidaan kierrättää purkamisen jälkeen. Koko suunnitteluvaiheen ajan tulee keskittyä mahdollisuuteen purkaa rakennusosat esimerkiksi käyttämällä mekaanisia kiinnikkeitä liimojen sijaan, vähentämällä pinnoitteita ja niin edelleen.

Kestävässä rakentamisessa rakennuksen kaikki kerrokset ja osat pyritään suunnittelemaan helposti nähtäviksi ja saavutettaviksi, jotta huolto, korjaaminen, muunneltavuus ja purkaminen olisi vaivatonta. Tämä tukee merkittävästi rakentamisen kiertotaloutta, mutta herättää samalla huolta materiaalien myrkyllisyydestä. Huolia syntyy erityisesti kahdesta syystä:

- Rakenteellisten osien tavanomaisista kemiallisista käsittelyistä.
- Uudelleenkäytön tilanteissa, joissa alun perin piiloon asennetut tai ulko- tai sisäilmalta suojassa olleet osat voivat päätyä uudessa käytössään suoraan kosketuksiin ilman, kosteuden tai sääolosuhteiden kanssa.



Seinät ja laatat



Kantavat rakennusosat ovat rakennuksen päärakenteita, jotka tekevät rakennuksesta rakenteellisesti vakaan. Rakennuksen perustuksissa, pylväissä/pilarissa ja palkeissa sekä seinissä käytetään kantavia materiaaleja. Ne voivat olla kevyitä, kuten puurakenteet, tai raskaita, kuten betonirakenteet. Ne voivat kuitenkin olla myös hybridirakenteita, joissa kevyitä ja raskaita rakenteita sekoitetaan kyseisen rakenteen tehokkuuden parantamiseksi. Kaiken kaikkiaan voidaan erottaa neljä yleisintä kantavaa materiaalityyppiä: puu, teräs, betoni ja muuratut rakenteet. Materiaaleja on kuitenkin paljon enemmän, erityisesti kun on kyse vastuullisista ja innovatiivisista rakennusmenetelmistä.

Seinät ja laatat

Tyypillisessä rakenteessa seinien ja laattojen kantavat osat ovat piilossa sisäpintojen, eristyksen, höyrynsulkujen ja muiden kerrosten välissä. Siksi ne eivät vaikuta suoraan sisäilman laatuun, ja niiden ulkopinta on suojassa sään vaikutuksilta. Tällaiset rakennusosat on yleensä suojakäsitelty tulipalaa, kosteutta, hometta vastaan. Kestävä rakentaminen edellyttää kuitenkin yksinkertaisempia ja aidompia rakentamismenetelmiä, jotka vähentävät ympäristöön kohdistuvia kokonaisvaikutuksia ja parantavat samalla rakennetun ympäristön laatua yhteiskunnan hyväksi EU:n New European Bauhaus-periaatteen mukaisesti eli kauniisti, vastuullisesti ja yhdessä. New European Bauhaus: beautiful, sustainable, together.- European Union

Puurakenteet. Kestävästi hoidetuista metsistä hankittu puu on kiertotalouden mukaista, sillä se on sekä uusiutuva luonnonvara että helposti purettavissa uudelleenkäyttöä tai kierrätystä varten. Sitä käytetään seinissä, laatoissa ja kattorakenteissa. Raakapuuna tai muokatussa muodossa, esimerkiksi CLT-levynä tai liimapuuna, puun muunneltavuus mahdollistaa jätteen määrän vähentämisen ja rakenteellisten ominaisuuksien parantamisen. Vaikka puuta pidetään yleisesti ottaen turvallisena, huomiota tulee kiinnittää terveysriskien vähentämiseen liimatuissa puutuotteissa esiintyvän formaldehydin vuoksi. Tämän vuoksi puuta yleensä pinnoitetaan tai käsitellään. Puun kiertotalouden mukaisuus ulottuu myös sen ilmastoneutraaliuteen, sillä korjatut puut sitovat hiilidioksidia ja puumateriaalit toimivat hiilinieluina, jos niitä käytetään rakennuksen koko elinkaaren ajan. Käsittelyjen ja kokoonpanomenetelmien huolellinen harkinta on kuitenkin erityisen tärkeää, jotta voidaan varmistaa kestävä kehityksen mukaisuus useiden käyttösykliä ajan.

Muuratut rakenteet. Muuraus, joka käsittää kivi- ja tiilimateriaalit, jotka on usein sidottu laastilla, on kestävä rakennustapa, joka kasvattaa rakennuksen termistä massaa, mikä puolestaan edistää miellyttävää sisäilmastoa. Muurattuja rakenteita käytetään useimmiten perustuksissa ja seinissä. Muurausmateriaalit ovat luonnostaan reagoimattomia ja niiden haitallisuusriski on yleensä alhainen. Pinnoitteiden, tiivisteiden, liimojen ja laastien valmistuksessa ja asennuksessa asiaan on kuitenkin kiinnitettävä huomiota. Muurausmateriaaleja pidetään uudelleenkäytettävänä ja kierrätettävänä, mutta rakennusmenetelmistä aiheutuu haasteita. Etenkin kova sementtipohjainen laasti rajoittaa rakenteen käyttöön vähemmän arvokkaaseen tarkoitukseen (downcycling).

Muurausmateriaalien päästöt ilmastoon vaihtelee. Tiilien tuotanto on energiantensiivistä ja siitä aiheutuu merkittäviä hiilidioksidipäästöjä erityisesti tiilien polton ja jäähtymisen aikana. Toisaalta kivi- ja tiilimateriaalien tuotanto on vähemmän energiantensiivistä. Kun nämä materiaalit ovat kosketuksissa sisäympäristön kanssa, ne pystyvät varastoimaan lämpöä, mikä vähentää rakennuksen lämmitys- tai jäähtymistarvetta. Erityisesti vanhat menetelmät, kuten auringossa kuivatut tiilet, ovat matalaenerginen vaihtoehto. Jos halutaan edistää kiertotaloutta, kannattaa valita purettavissa oleva muurauslaasti tai tutkia vaihtoehtoisia kuivia liitosmenetelmiä sekä välttää tarpeettomien pinnoitteiden käyttöä.

Teräs. Kestävyydestään ja lujuudestaan tunnettu teräs on laajalti käytetty rakennusmateriaali, jota käytetään erilaisissa rakenteissa, kuten korkeissa rakennuksissa ja hybridirakenteissa. Sitä käytetään perustuksissa, pylväissä ja palkeissa. Vaikka se on rakentamisen ja käytön aikana reagoimattonta ja turvallista, teräksen tuotannon ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon. Teräksen ilmastovaikutukset aiheutuvat rautamalmin louhinnasta, joka vaikuttaa pohjaveteen ja ekosysteemeihin, sekä sen energiantensiivisistä tuotannosta, josta aiheutuu merkittäviä hiilidioksidipäästöjä. Teräksen potentiaali ilmenee siinä, että se on sataprosenttisesti kierrätettävissä ilman laadun heikkenemistä, mikä edistää merkittävästi kestävästä rakentamisesta. Sen täyden potentiaalin hyödyntäminen edellyttää kuitenkin lainsäädäntökehysten kehittämistä uudelleenkäytettyjen teräsosien turvallisuuden varmistamiseksi. Haitallisten vaikutusten lieventämisen kannalta vastuullinen hankinta ja mahdollisimman paljon kierrätettyä materiaalia sisältävien tuotteiden käyttö.

den hankinta on tärkeää, ja rakennuskäytäntöjen tulisi mahdollistaa helppo purkaminen uudelleen käyttöä varten. Lisäksi pintakäsittelyä tulisi välttää kierrätettävyyden parantamiseksi.

Betoni. Betoni on yleinen rakennusmateriaali, jota arvostetaan sen kestävyys- ja lujuuden vuoksi. Se sisältää kiviainesta, sementtiä ja vettä. Sitä käytetään laajalti erilaisissa rakennusosissa, ja se sisältää usein teräsvahvistuksia vetolujuuden parantamiseksi. Se on yleensä reagoimatonta ja haitta-aineetonta. Kiertotalouden kannalta betonin uudelleenkäyttö tai kierrätys on monimutkaista, ja rakenneosien ehjänä purkamiseen liittyvät haasteet ja testausvaatimukset johtavat usein betonin käyttöön vähemmän arvokkaaseen tarkoitukseen betonimurskeena (downcycling). Vaikka betoni voi toimia rakennusten sisätilojen energiatehokkuutta parantavana termisenä massana, sen tuotanto vaikuttaa merkittävästi maailmanlaajuisiin hiilidioksidipäästöihin, sillä pelkästään sementin osuus päästöistä on noin 8 %. Valmistuksen aikaisia päästöjä pyritään vähentämään korvaamalla sementti lentotuhkalla tai kuonalla, mutta tämä vaikuttaa valmistuskustannuksiin.

Vaihtoehtoiset rakenteet. Kantavien rakennusmateriaalien osalta tulee ottaa huomioon myös paikalliset perinteiset vaihtoehdot. Eurooppalaisessa kontekstissa massiivisavitekniikka on yksi tärkeä vaihtoehto säältä suojatuissa rakenteissa. Massiivisavea käytetään seinien rakentamisessa. Se koostuu kerroksittain paalutetusta maa-aineksesta, ja sitä pidetään haitta-aineettomana, kunhan hankinnassa kiinnitetään huomiota puhtaan, saastumattoman maa-aineksen hankintaan. Massiivisavitekniikka on kiertotalouden mukaista, sillä massiivisavesta voidaan valmistaa rakennusosia paikan päällä tai tehdasvalmisteisina, ja rakennusosat voidaan käyttää uudelleen uusissa rakennuksissa tai niiden voidaan antaa palautua luonnollisesti ympäristöön rakennuksen käyttöänsä päätyttyä. Pienten valmistuksen aikaisten päästöjensä ja energiatehokkuutensa (erityisesti sisäilman kosteuden tasaamisessa ja termisenä massana toimimisessa) ansiosta massiivisavitekniikkaa pidetään hyvänä vaihtoehtona kaikista kolmeen pilarin näkökulmasta katsottuna.

Toisessa vanhassa menetelmässä olkia ja/tai pellavaa sekoitetaan saveen ja tästä seoksesta muotoillaan kantavia seiniä. Tätä menetelmää, joka on samankaltainen kuin massiivisavitekniikka, voi-

daan pitää kiertotalouden mukaisena, ja valmistuksen päästöt ovat vähäisiä. Menetelmällä valmistettujen rakennusosien haitallisuus on ongelma vain, jos oljet ovat peräisin pelloilta, joita on käsitelty kemikaaleilla.

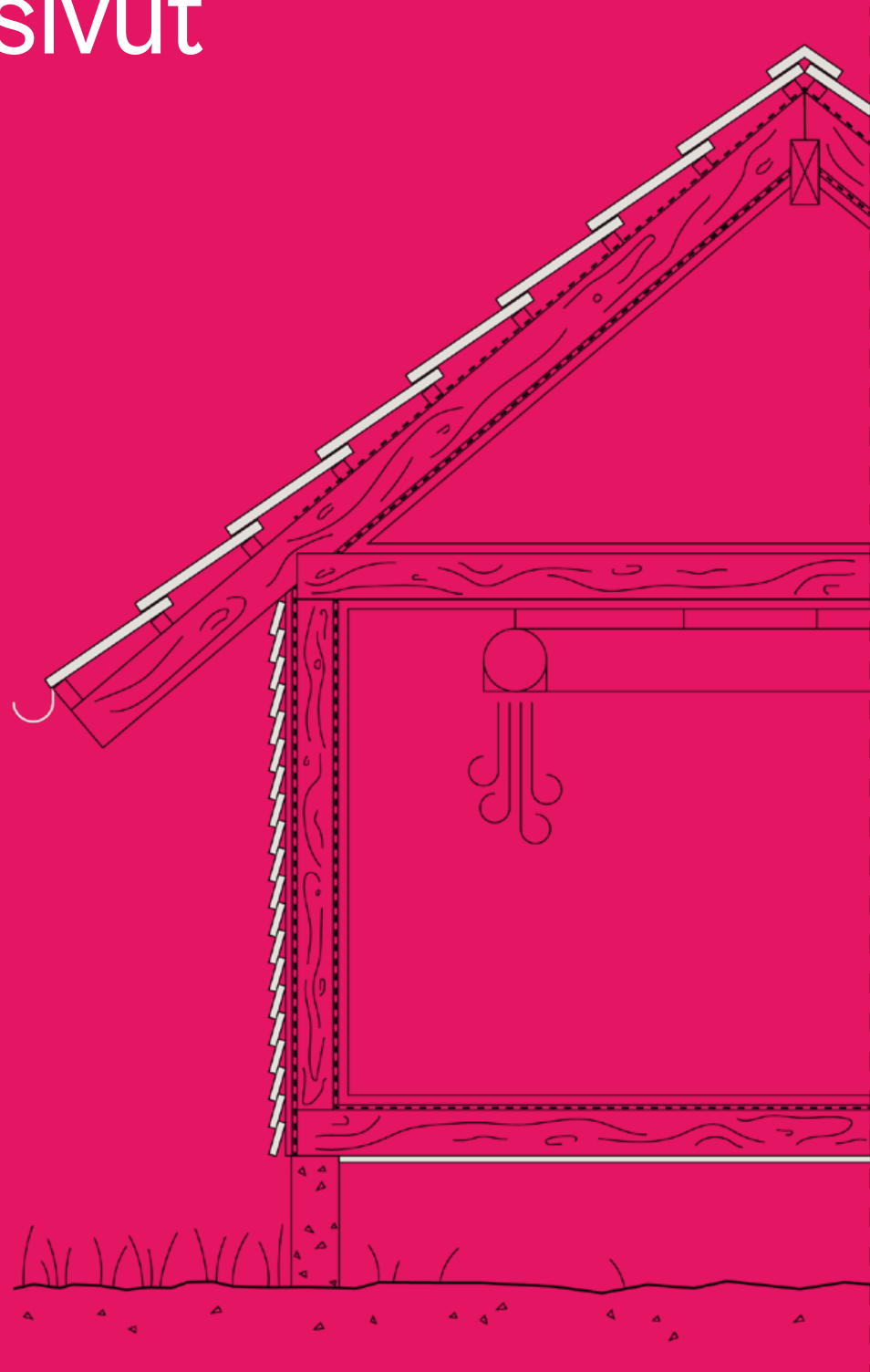
Viimeisenä esitellään vähemmän tunnettu materiaali eli korkki, jota voi käyttää kevyissä kantavissa rakenteissa. Koska korkkia kerätään korkkitamista uusiutuvassa prosessissa, joka säästää puut, kyseessä on kestävä rakennusmateriaali. Korkki on haitta-aineetonta, joten se on turvallista sekä käytön että hävittämisen aikana, ja se parantaa sisäilman laatua. Korkkia voidaan käyttää uudelleen, hyödyntää tai kierrättää käyttöikänsä lopussa. Vaikka kuljetusmatka saattaa vaikuttaa hiilijalanjälkeen, korkin suhteellisen pieni hiilijalanjälki johtuu sen vähäisestä energiantarpeesta tuotannon aikana. Korkki on luonnostaan kestävä, muunneltava ja lahoamista, kosteutta ja tuhoeläimiä kestävä, joten se on kestävä kantavien rakennusosien raaka-aine.

Kantavissa rakenteissa käytettävän materiaalin valinta riippuu käyttötarkoituksesta ja painotetuista ympäristönäkökohdista. Mikäli uudelleen käytettävyys ja tai kierrätettävyys mahdollistetaan, myös energiantensiivisiä materiaaleja, kuten terästä ja betonia, voidaan käyttää perustellusti tarpeen mukaan. Jos rakennuksen ympäristövaikutukset halutaan pitää mahdollisimman pieninä, puun ja muiden perinteisten materiaalien käyttäminen on turvallisin vaihtoehto. Ne vaativat kuitenkin usein enemmän huoltoa ja kunnossapitoa, mikä tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa.

Katot

Ikkunat

Julkisivut



Ulkopuolisilla ei-kantavilla rakennusosilla tarkoitetaan rakennuksen ulkopinnalle asennettavia rakennusmateriaaleja, jotka eivät tue rakennusta rakenteellisesti. Tällaisia rakennusosia ovat esimerkiksi katot, julkisivut ja ikkunat, joilla on tärkeä rooli rakennuksen suojaamisessa sateelta ja tuulelta.

Katot

Valittavana on lukuisia erilaisia katemateriaaleja. Tässä kaupunki- ja asuinalueiden, myös pientalojen, välillä on eroja. Usein käytetään peltikattoa, kattotiiliä tai kumibitumikermiä (PVC, EPDM, TPE ja SBR). Luonnonmukaisten materiaalien käyttö edustaa perinteisempää lähestymistapaa katemateriaaleihin, ja se onkin yleistynyt myös kaupunkialueilla. Esimerkkejä luonnonmukaisista materiaaleista ovat viherkatot tai oljesta, ruo'osta tai merilevästä rakennetut katot.

On tärkeää muistaa, että katemateriaali ei saisi sisältää mitään haitallisia aineita, sillä niitä voi päätyä ympäristöön sadeveden mukana. Katolta tuleva vesi ohjataan kattokourujen ja syöksyputkien kautta sadevesijärjestelmään, josta vesi lopulta purkautuu ympäristöön tai vaihtoehtoisesti virtaa sadevesikajojen ja -putkien kautta kunnalliseen vedenkäsittelylaitokseen. Kumpikaan näistä vaihtoehdoista ei ole ihanteellinen. Vesistöihin päätyessään tällaisilla aineilla on haitallinen vaikutus vesiympäristöön. Vedenkäsittelylaitoksessa haitalliset aineet voivat häiritä puhdistusprosessia tai kulkeutua ympäristöön käsitellyn veden tai lietteen mukana. Lietettä saatetaan käyttää uudelleen maataloudessa, jolloin haitta-aineet päätyvät ravintoketjuun.

Viherkatoilla on useita etuja. Ne auttavat ilmastomuutokseen sopeutumisessa vähentämällä huleveden määrää kaupunkiympäristöissä, minkä lisäksi ne voivat lisätä luonnon monimuotoisuutta. Viherkattoihin liittyy kuitenkin myös haittapuolia. Jotta rakennus olisi suojassa kosteudelta, niiden yhteydessä tulee käyttää suojakalvoa tai -pinnoitetta. Kuivina kausina viherkatot vaativat kastelua. Myös lannoitteiden tai rikkakasvien torjunta-aineiden käyttäminen voi olla tarpeen etenkin haitallisten vieraslajien torjunnassa.

Metallin ja metalliseosten käyttöikä on usein pitkä, mutta niiden tuotannosta aiheutuu merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Tietyistä metalleista ja metalliseoksista saattaa lisäksi vapautua haptuneita ioneja, jotka joutuessaan huleveteen voivat saastuttaa ympäristöä.

Katemateriaaleina käytetään yleisesti useita erilaisia muoveja (PVC, TPE, EPDM, SBR) ja bitumikattohuopaa. Vaikka materiaaleilla on toiminnallisia etuja, niillä voi olla merkittäviä ympäristövaikutuk-

sia. Muovimateriaaleista voi huuhtoutua ympäristöön haitallisia aineita, ne ovat pääosin peräisin fossiilisista raaka-aineista ja niiden kierrätys nykyillä järjestelmillä on haastavaa.

Kattotiilillä ja betonisilla kattolaatoilla on useita etuja: ne sisältävät yleensä vain vähän haitallisia aineita ja ovat helposti uudelleenkäytettävissä. Ympäristövaikutusten osalta on kuitenkin syytä huomata, että niiden tuotannossa syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi kattotiiliin ja betoniin kattolaattoihin voidaan lisätä pintakerros parantamaan niiden ominaisuuksia. Pintakerroksen koostumus, mukaan luettuna sen mahdollisesti sisältämät haitalliset aineet, voivat vaikuttaa kattotiilien tai laattojen ominaisuuksiin ympäristön kannalta heikentävästi.

Oljen, merilevän tai ruo'on kaltaisilla luonnonmukaisilla katemateriaaleilla on useita ympäristöetuja. Ne ovat uusiutuvia ja ympäristövaikutuksiltaan vähäisiä, niiden valmistuksessa ei tarvita energiaintensiivisiä prosesseja eikä niistä aiheudu päästöjä. Luonnonmukaiset materiaalit ovat biohajavia, mikä vähentää jätteen määrää ja tukee hiilen sitomista. Niiden paikallinen hankinta edistää luonnon monimuotoisuutta ja tukee paikallistaloutta. Ne vaativat kuitenkin asianmukaista kunnossapitoa eivätkä välttämättä sovellu kaikkiin käyttökohteisiin ilmaston tai rakennukseen liittyvien vaatimusten vuoksi.

Katemateriaalin valinnan tulisi perustua hankkeen prioriteetteihin ja tärkeiksi määritettyihin ympäristönäkökohtiin.

- Viherkatot edistävät ilmastomuutokseen sopeutumista ja luonnon monimuotoisuutta, mutta ne vaativat jatkuvaa ylläpitoa sekä muovikalvojen käyttämistä ja mahdollisesti kastelua.
- Metallit ja metalliseokset ovat kestäviä, mutta niiden hiilijalanjälki on merkittävä ja niihin liittyy riski hapettuneiden ionien vapautumisesta.
- Muovikatteet ja bitumikattohuopa ovat toiminnalliselta kannalta hyviä vaihtoehtoja, mutta niistä aiheutuu ympäristöhaasteita mahdollisten haitallisten aineiden huuhtoutumisen ja fossiilisten raaka-aineiden käytön vuoksi.
- Kattotiilet ja betoniset kattolaatat sisältävät melko vähän haitallisia aineita, mutta niiden tuotannosta syntyy hiilidioksidipäästöjä.
- Luonnonmukaiset materiaalit, kuten olki, merilevä tai ruoko, ovat ympäristöystävällisiä, uusiutuvia ja luonnon monimuotoisuutta tukevia, mutta ne vaativat asianmukaista huoltoa ja voivat olla ilmasto-olosuhteista riippuvaisia.

Viime kädessä valinnan tulee perustua hankkeen ympäristöprioriteetteihin ja käyttöolosuhteisiin.

Ikkunat

Ikkunoilla on ratkaiseva merkitys rakennusten energiatehokkuuden, ilmanvaihdon ja estetiikan kannalta Keski-Euroopassa ja Pohjoismaissa. Ikkunatyypin, -materiaalin ja-lasin valintaa ohjaavat muun muassa ilmasto, säädökset ja henkilökohtaiset mieltymykset. Kestävien materiaalien ja energiatehokkaiden ikkunoiden käyttö on Euroopassa ja Pohjoismaissa kasvava trendi. Älykkäät ikkunat, joita voidaan kauko-ohjata tai ohjelmoida, ovat yleistymässä.

Ikkunat ovat olennainen osa minkä tahansa rakennuksen suunnittelua ja toimivuutta, sillä valaistuksen ja ilmanvaihdon lisäksi ne vaikuttavat merkittävästi myös rakennuksen energiatehokkuuteen ja esteettisyyteen. Saatavilla on erityyppisiä ikkunoita, kuten saranaikkunoita, kaksiruutuisia liukuikkunoita, kallistuvia ja kääntyviä ikkunoita, kaksoisriippuvia/liukuikkunoita, kiinteitä ikkunoita, ulokeikkunoita ja ulokekaari-ikkunoita. Saatavilla on myös eri lasitusvaihtoehtoja: yksin-, kaksin- tai kolminkertainen lasi.

Energiatehokkuus on erityisen tärkeää Keski-Euroopassa ja Pohjoismaissa kylmän talvi-ilmaston ja korkeiden energiakustannusten vuoksi. Sama koskee Etelä-Eurooppaa, jossa kesäisin vallitsevien korkeiden lämpötilojen vuoksi ikkunoiden tulee pystyä tasapainottamaan sisälämpötilaa. Ikkunan energiatehokkuutta mitataan sen lämmönläpäisykertoimella eli U-arvolla, joka ilmaisee lämmöneristyskykyä: alhaisempi U-arvo tarkoittaa parempaa eristystä. Pohjoismaissa ikkunoiden vaadittu U-arvo on usein 1,0 W/m²K tai pienempi.

Rakennuksen tehokas tiivistäminen säästää lämpöä, mutta se voi myös estää tarvittavan ilma-virtauksen. Siksi asianmukainen ilmanvaihto on tärkeää kosteuden tiivistymisen ja homeen kasvun estämiseksi. Pohjoismaissa, jossa rakennukset ovat usein erittäin tiiviitä, tuuletusominaisuuksin eli korvausilmaventtiilein varustetut ikkunat ovat yleisiä.

Ikkunoita valittaessa on tärkeää olla tietoinen kansallisista määräyksistä. Euroopassa ja Pohjoismaissa on tiukat ikkunoiden energiatehokkuutta, turvallisuutta ja asentamista koskevat määräykset. Esimerkiksi joissakin maissa ikkunoita saa asentaa vain FENSAn rekisteröimä tai paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä asentaja.

Ikkunoiden ulkonäkö on myös tärkeää erityi-

sesti historiallisissa rakennuksissa tai suojelluilla alueilla. Euroopassa tiukat määräykset määräävät usein, minkä tyyppiset ikkunat ovat sallittuja tällaisilla alueilla. Ikkunoiden suunnittelulla voi voidaan vaikuttaa uudelleenkäyttöön ja kierrätettävyyteen; helposti purettaviksi ja kierrätettäviksi suunniteltu- ja ikkunoita pidetään kiertotalouden mukaisina.

Ikkunanpuitteet

Puu on perinteinen ja laajalti Keski-Euroopassa ja Pohjoismaissa käytetty ikkunapuitteiden materiaali, jota arvostetaan luonnollisen ulkonäkönsä ja eristysominaisuuksiensa vuoksi. Puu vaatii kuitenkin säännöllistä kunnossapitoa lahoamisen ja mätänemisen estämiseksi. Puiset ikkunapuitteet ovat kierrätettäviä ja biohajoavia, mutta niiden pinnoitteet voivat sisältää haitallisia VOC-yhdisteitä.

UPVC on kestävä ja energiatehokas muovi, joka on suosittu ikkunapuittemateriaali Euroopassa. PVC-muovin valmistuksen ilmastovaikutukset ja lisäaineiden haitallisuus ympäristölle ja terveydelle ovat kuitenkin merkittäviä haittatekijöitä. UPVC-ikkunat ovat kestäviä ja vaativat vain vähän huoltoa, mutta niiden kierrätettävyyteen liittyy haasteita.

Alumiini on kevyttä ja kestävää, ja sitä käytetään usein moderneissa rakennuksissa. Alumiinia käytetään harvemmin Pohjoismaissa ja Keski-Euroopassa heikompien eristysominaisuuksiensa vuoksi. Yleinen yhdistelmä ovat puualumiini-ikkunat. Alumii- ni-ikkunat ovat hyvin kierrätettäviä, mutta niiden valmistuksella voi olla suuret ympäristövaikutukset.

Komposiittimateriaaleissa yhdistetään eri materiaalit, kuten puu ja alumiini tai puu ja PVC-muovi, jolloin on mahdollista hyödyntää kummankin materiaalin parhaat ominaisuudet. Käytetyt liimat ja tiivisteet voivat vaikuttaa haitallisuuteen. Kierrätettävyys ja ympäristövaikutukset vaihtelevat käytettyjen suunnitteluelementtien mukaan.

Arvioitaessa ikkunoiden ilmastovaikutuksia tulee ottaa huomioon koko elinkaari tuotannosta hävittämiseen. Kullakin materiaalilla on omat etunsa ja haasteensa, ja ongelmia pyritään ratkaisemaan parantamalla materiaaleja, suunnittelua ja tuotantoprosesseja.

Huomioon otettavia näkökohtia ovat muun muassa alumiinissa käytetyt kierrätysraaka-aineet, PVC-ikkunoissa mahdollisesti käytetyt haitalliset lisäaineet ja puuikkunoiden säännöllinen kunnossapito haitta-aineettomin pinnoittein. Lisäksi ikkunat tulisi suunnitella niin, että ne voidaan purkaa eli

niissä tulisi suosia mekaanisia kiinnikkeitä liimojen asemesta.

Julkisivut

Mahdollisia julkisivumateriaaleja on lukemattomia, mutta yleisimmin käytettyjä ovat rappaus, tiilet, puu, PVC-muovi, sinkitty teräs sekä kupari- tai sinkkilevyt.

Julkisivuissa käytettävien materiaalien kokonaisarvioinnissa käsitelty puu on yksi kestävimmistä vaihtoehtoista, varsinkin jos sitä ei ole käsitelty haitallisilla aineilla. Puuta voi käsitellä esimerkiksi lämmön avulla tai piidioksidilla. Puu on uusiutuva materiaali, jonka ilmastovaikutukset ovat vähäisiä. Mahdollisuuksien mukaan on suositeltavaa käyttää lämmön tai piidioksidin avulla käsiteltyä puuta, vaarattomalla säilöntäaineella käsiteltyä puuta tai esimerkiksi pellavaöljyllä maalattua puuta.

Tiiliä pidetään haitta-aineiden kannalta yleisesti ottaen turvallisina. Niiden käyttöikä on pitkä, mutta kalkkihiekkatiilien ympäristövaikutukset ovat suuria. Vertailun vuoksi: tiilen hiilidioksidipäästöt neliömetriä kohti ovat 3–8 kertaa suuremmat kuin rappauksen, kuitusementin tai lämpökäsitellyn puun (männyn). Tiilet voidaan käyttää uudelleen ja mahdollisuuksien mukaan kannattaakin aina käyttää vanhoista rakennuksista peräisin olevia tiiliä.

Rappausta ei voi kierrättää, mutta sitä voidaan käyttää muiden rakennusmateriaalien kunnostamiseen. Rappausta pidetään haitta-aineiden kannalta turvallisena. Kalkkilaastin ilmastovaikutukset ovat suhteellisen suuret savi- tai kipsilaastiin verrattuna. Kaiken kaikkiaan savi- tai kipsirappaus on yksi parhaista julkisivumateriaalivaihtoehtoista.

Kupari- tai sinkkilevyt tai sinkitty teräs eivät ole vastuullisia julkisivumateriaaleja, koska ne ovat haitallisia ympäristölle ja terveydelle. Kuparia tai sinkkiä saattaa huuhtoutua ympäristöön rakenteen joutuessa kosketuksiin veden kanssa ja materiaalien ympäristövaikutukset ovat suuret. Jos hankkeessa on ehdottomasti käytettävä kupari- tai sinkkilevyjä, tulee valita tuote, jossa on käytetty paljon uusio- raaka-ainetta. Lisäksi metallilevyjen pintakäsittely saattaa vähentää metallin huuhtoutumista ympäristöön.

PVC-muovilla on monia hyviä ominaisuuksia, mutta sitä valmistetaan haitallisesta monomeeristä ja se sisältää usein haitallisia lisäaineita. PVC-muovin kierrättäminen on mahdollista, mutta useimmiten se poltetaan. Jos hankkeessa on käytettävä PVC-muovia, tulee valita ftalaatiton tuote yrityksel-

tä, joka pystyy kierrättämään materiaalin.

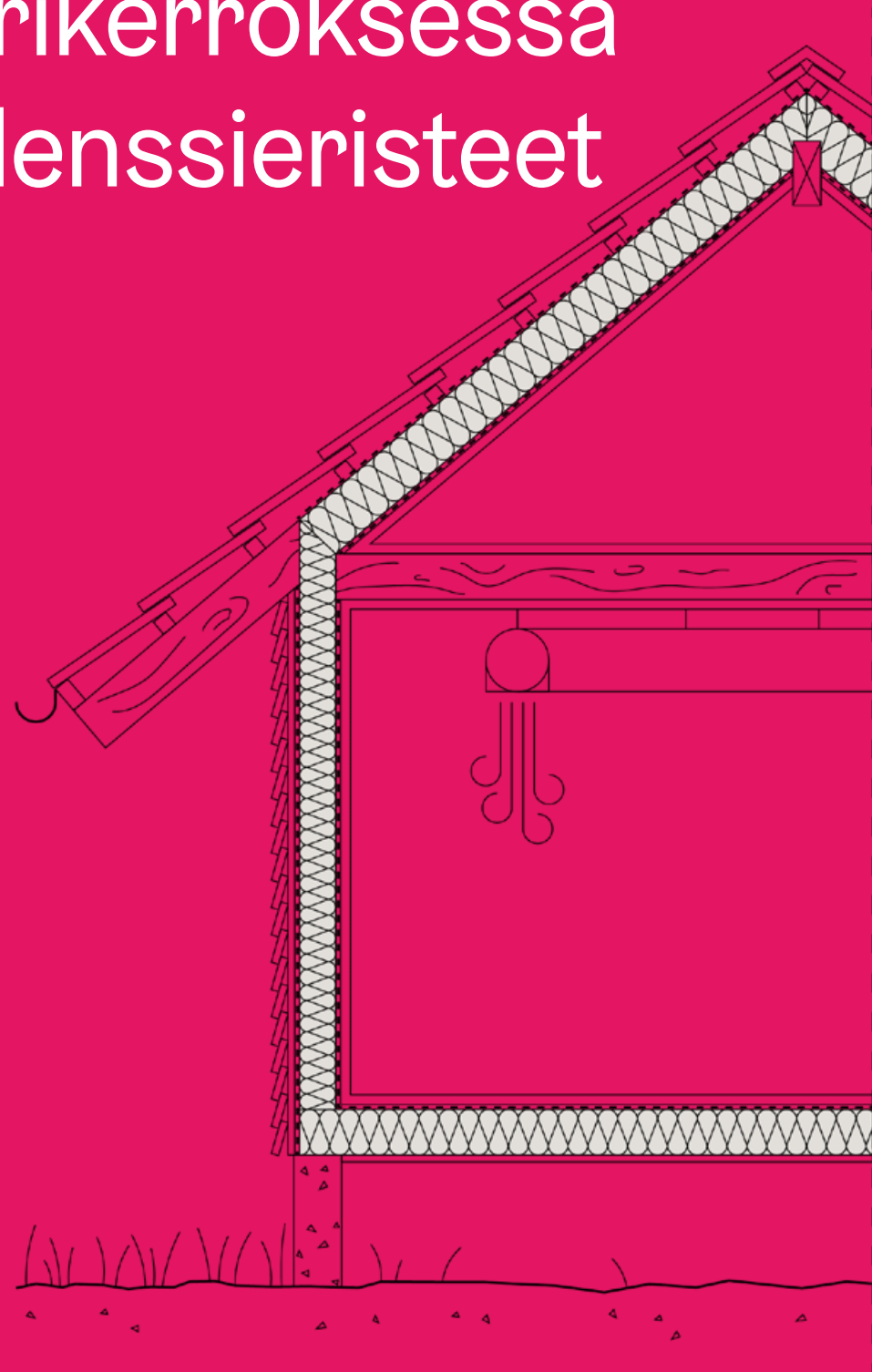
Puumuovikomposiittia on yksi mahdollinen julkisivumateriaali, mutta puun kaltaiset homogeeniset materiaalit ovat parempia kierrätettävyytensä ansioista. Lisäksi muovi saattaa sisältää haitallisia aineita.

Vastuullisin julkisivumateriaali on puu ilman haitallisia kyllästys- tai käsittelyaineita. Myös savi- tai kipsirappaus on hyvä vaihtoehto, mutta sen kierrätys on vaikeaa. PVC-muovi saattaa sisältää haitallisia lisäaineita ja metallilevyt puolestaan eivät ole uusiutuvia, ja ne sekä sisältävät haitallisia aineita että vaikuttavat merkittävästi ilmastoon. Tiilillä on suuri ilmastovaikutus, mutta niitä pidetään haitallisuuden kannalta turvallisina.

Kellarikerrokset

Eristys muissa tiloissa kuin kellarikerroksessa

Kondenssieristeet



Eristeillä pyritään estämään energian tai materiaalin liikkeitä. Rakennuksissa lämmönsiirron vähentäminen on yleisin eristeen käyttösy, mutta ei ainoa. Muita syitä ovat esimerkiksi kosteus- ja äänieristys. Eristysominaisuuksien perusteella voidaan valita useita eri materiaaleja, mutta materiaalin muut ominaisuudet rajoittavat usein sen käyttöä tietyillä alueilla, kuten kellarikerroksissa. Eristemateriaalit voidaan ryhmitellä eri kriteerien mukaan, esimerkiksi orgaaniset ja epäorgaaniset tai luonnonmateriaalit ja synteettiset materiaalit. Eristemateriaali voi olla vaahtomuovilevyä tai jäykkiä paneeleita, rullattua eristehuopaa, irtonaista materiaalia tai nestettä (ruiskutettavaa vaahtoa).

Kellarikerrokset

Valittaessa kellarikerroksen eristemateriaaleja tulee valita materiaali, joka pystyy estämään lämmön siirtymisen, ei kerää kosteutta ja estää homeen kasvun rakenteissa.

Polystyreenin eristysominaisuudet ovat erinomaiset, mutta siihen liittyy merkittäviä ympäristö- ja terveysongelmia sekä kierrätys- ja hävittämishaasteita. Suurin fossiilisista polttoaineista valmistettavien eristemateriaalien haittapuoli liittyy niiden alkuperään: ne valmistetaan öljystä, joka on rajallinen luonnonvara.

Polyuretaani on monipuolinen materiaali, jolla on sekä energiatehokkuuden parantamiseen liittyviä etuja että ei toivottuja ominaisuuksia. Jälkimmäiset liittyvät raaka-aineiden haitallisuuteen, rajallisiin kierrätysmahdollisuuksiin ja siihen, että polyuretaani on peräisin fossiilisista polttoaineista.

Vaahtolasin tekniset ominaisuudet ovat erinomaiset, mutta sen lämmöneristysominaisuudet ovat hieman huonommat kuin suulakepuristetun polystyreenin (XPS) kaltaisten fossiilipohjaisten materiaalien. Vaahtolasi on ympäristöystävällinen materiaali: se on haitta-aineetonta ja sen kierrätysmahdollisuudet ovat hyvät. Vaahtolasin tuotanto on kuitenkin energiantensiivistä.

Kevytsoraa voidaan pitää vastuullisena ratkaisuna, koska se ei ole sisällä haitallisia aineita, se soveltuu uudelleenkäytettäväksi ja kierrätettäväksi ja se vähentää osaltaan hiilijalanjälkeä. Vaikka kevytsoran tuotanto kuluttaakin energiaa, käyttövaiheessa voidaan saavuttaa huomattavia energiansäästöjä.

Rakennuksen ulkopuolinen komposiittilämmöneristys (ETICS) on loistava tapa säästää energiaa rakennuksissa, joiden hiilitase on positiivinen otettaessa huomioon tuotanto- ja hyödyntämisvaiheet. ETICS ei kuitenkaan ole kiertotalouden mukaista,

koska se koostuu useista eri komponenteista ja mahdollinen mikrobikasvu eristerakenteissa haittaa sen uudelleenkäyttöä. ETICS-komponentit voivat sisältää erilaisia haitallisia aineita käytettyjen ainesosien mukaan.

Eristys muissa tiloissa kuin kellarikerroksessa

Muihin tiloihin kuin kellarikerrokseen tarkoitettuja lämmöneristemateriaaleja on monenlaisia, kuten jäykkiä levyjä ja mattoja, joissa käytetään synteettisiä, mineraalisia tai uusiutuvia raaka-aineita, joilla kaikilla on erilaiset ominaisuudet ja ympäristövaikutukset. Muiden kuin kellaritilojen eristämiseen voi käyttää monenlaisia eristemateriaaleja, kuten puukuituja, villaa, hamppua, kivivillaa, lasivillaa, merilevää, lampaanvillaa, pellavaa, olkea, hamppubetonia, rihmastokomposiittia, korkkia ja ruokoa. Muiden kuin kellaritilojen eristemateriaalien vastuullisuuden kokonaisarvioinnin mukaan hyviä vaihtoehtoja ovat hamppu, merilevä, lampaanvilla, hamppubetoni, rihmastokomposiitti, korkki, ruoko ja puukuidut. Puukuitutuotteet eivät kuitenkaan saa sisältää synteettisiä lisä- ja sideaineita ja niiden tulee olla irtonaisia.

Haita-aineiden osalta hamppubetoni, rihmastokomposiitti, korkki ja ruoko katsotaan turvallisiksi materiaaleiksi. Vaikka puukuidut voivat olla hyvä valinta, on tärkeää valita tuotteita, joissa ei ole käytetty synteettisiä lisä- ja sideaineita, sillä ne käsitellään usein paloa hidastavilla lisäaineilla. Toinen mahdollinen vaihtoehto on merilevä, joka voidaan käsitellä biosideillä ja mahdollisesti palonestoaineilla. Myös olki on yleensä hyvä valinta, mutta se saattaa joskus vaatia palonestokäsittelyä. On siis erittäin tärkeää varmistaa, että muissa kuin kellaritiloissa käytettävät eristemateriaalit eivät sisällä mitään haitallisia aineita.

Muissa tiloissa kuin kellarikerroksessa käytetyt eristemateriaalit ovat yleensä kiertotalouden kannalta hyviä vaihtoehtoja, mutta tietyt asiat on otettava huomioon. Puukuitueriste on parasta, kun se on irtonaista eli sitä ei ole kiinnitetty viereisiin materiaaleihin. Puu ja paperivilla voivat olla haastavia materiaaleja, koska niiden käsittely saattaa estää kompostoinnin ja jäljelle jää polttaminen. Pellaveristeen kierrättämiseen liittyy haasteita booraksin vuoksi, sillä se estää eristelevyjen kompostoinnin. Haitallisia aineita sisältävät käsitellyt levyt tulee hävittää vaarallisena jätteenä, mutta uudelleenkäyttö samaan tarkoitukseen on mahdollista. Olki on kiertotalouden kannalta hyvä valinta, kunhan se on myrkytöntä eikä sitä ole käsitelty palonestoaineilla..

Ilmastonäkökohtien kannalta kaikkiin muihin tiloihin kuin kellarikerrokseen soveltuvia eristemateriaaleja kivi- ja lasivillaa lukuun ottamatta pidetään ympäristöystävällisinä. Kivi- ja lasivillan ympäristöystävällisyyttä vähentää niiden energaintensiivinen tuotanto.

Yhteenvetona voidaan todeta, että muiden kuin kellarikerroksen eristykseen suositellaan käytettäväksi hammppua, merilevää, lampaanvillaa, hampubetonia, rihmastokomposiittia, korkkia, kaislaa ja käsittelemättömiä puukuituja. Näihinkin materiaaleihin liittyy erilaisia haitallisuuskäsitteitä ja kiertäytyshaasteita. Ympäristön kannalta ne ovat kuitenkin kivi- ja lasivillaa parempia vaihtoehtoja, koska niiden valmistukseen kuluu vähemmän energiaa.

Kondenssieristeet

Kondenssieristemateriaalit on suunniteltu estämään tiivistyvän kosteuden eli kondenssin haitallisia vaikutuksia, joita syntyy, kun kostea ilma joutuu kosketuksiin vesiputkien ja ilmanvaihtojärjestelmien kaltaisten viileämpien pintojen kanssa. Kosteuden kerääntyminen putkiston pintaan voi johtaa mikrobikasvuun, korroosioon ja rakennusmateriaalien heikkenemiseen. Lisäksi kondenssieristeillä, kuten putkieristeillä, on ratkaiseva merkitys putkien epätoivottujen lämpötilanvaihteluiden estämisessä, mikä säästää energiaa.

Kondenssieristeinä käytetään monenlaisia materiaaleja, joista merkittävimmät ovat mineraalivilla, elastomeerivaakto, polyeteenivaakto ja luonnonkuitupohjaiset eristeet (esim. korkki, pellava, hammppuvilla ja kookospähkinän kuoret).

Kivi- ja lasivillan kaltaiset mineraalipohjaiset eristeet ovat luonnonmateriaalipohjaisia. Koska ne ovat palamattomia eivätkä hajoa biologisesti, niihin ei välttämättä tarvitse lisätä mitään haitallisia kemikaaleja. Erityisesti vanhemmissa tuotteissa käytetyt tietäntyyppiset side- ja lisäaineet voivat kuitenkin sisältää kemikaaleja, joilla on terveydelle ja ympäristölle haitallisia ominaisuuksia. Koska mineraalivilla on hydrofobista eli kosteudenkestävää, se vähentää kondenssaatioon liittyvien ongelmien, kuten mikrobikasvun, riskiä. Näiden materiaalien tuotanto vaatii energiaa, mutta ne ovat pitkäikäisiä ja ne voidaan myös käyttää uudelleen, kunhan ne ovat ehjiä ja saastumattomia. Kierrätys voi kuitenkin olla vaikeampaa, sillä materiaalit ovat usein monikerroksisia (esim. sisältävät heijastavan kalvon).

Synteettisiä elastomeerejä, erityisesti solukumieristeitä, käytetään yleisesti LVI-järjestelmissä. Synteettisten elastomeerien lämmönjohtokyky on heikko, mikä auttaa ylläpitämään lämpötilaeroja ja estää kosteuden kertymistä pinnoille. Lisäksi ne muodostavat kosteudenkestävän esteen, joka auttaa estämään kondenssaatiota. Ne ovat myös kestäviä, joustavia ja helppoja asentaa, mikä takaa, että ne istuvat tiukasti putkien ja kanavien ympärillä. Tällaisten materiaalien, joita valmistetaan erilaisista synteettisistä kumityypeistä, kuten styreenibutadieenikumista (SBR), polyisopreenistä, neopreenistä, nitrilistä ja eteenipropeenikumista (EPDM), valmistuksessa käytetään yleensä raakaöljystä peräisin olevia kemikaaleja, ja niiden hiilijalanjälki on suuri. Synteettiset elastomeeriset vaaktomuovieristemateriaalit eivät välttämättä ole itsessään haitallisia, mutta niiden valmistukseen voi liittyä suuria ympäristö- ja työterveysriskejä. Lisäksi elastomeeriset vaakdot ovat helposti syttyviä ja saatavat sisältää haitallisia lisäainekemikaaleja, kuten haitallisia palonestoaineita tai kemikaalijäämiä (esimerkiksi EPDM-vaahdossa voi olla PAH-yhdisteiden jäämiä). Tämä riippuu kuitenkin polymeerin tyypistä ja koostumuksesta, sillä eri käyttötarkoituksiin valmistetaan erilaisia seoksia.

Polyeteenivaakto taas on yksi yleisimmistä putkieristetyypeistä. Se on suhteellisen haitatonta ja kestävä, kunhan sitä ei ole käsitelty palonestoaineilla syttyvyyden vähentämiseksi. Polyeteeni on helposti kierrätettävissä, jos PE-putkieriste ei ole monikerroksista. Sen hiilijalanjälki on samankaltainen kuin kivivillan, ja sillä on samankaltaiset lämmöneristysominaisuudet. Kuten moniin muoveihin, myös näihin synteettisiin materiaaleihin liittyy kiertotalous haasteita, kuten mikromuovien syntymisen riski jäteväihteessä ja vaarallisten lisäainekemikaalien aiheuttamat kierrätysaasteet. Liimattuja monikerrosmateriaaleja tulee kiertotalousmielessä välttää ja niiden sijasta tulisi valita kestävämpiä vaihtoehtoja, kuten pelkästään polyeteenistä valmistettu eriste.

Toinen vaihtoehto ovat luonnonmukaisiin orgaanisiin materiaaleihin perustuvat kondenssieristeet, kuten korkki, pellava, hammppuvilla, kookospähkinän kuoret tai selluloosa. Näissä materiaaleissa yhdistyvät lämmöneristys- ja kosteudensäätelyominaisuudet. Ne ovat luonnostaan hengittäviä, joten ne pystyvät imemään itseensä kosteutta ympäristöstä ja luovuttamaan sitä, mikä vähentää konden-

saatoriskiä. Materiaalit ovat haitta-aineettomia edellyttäen, että niitä ei ole käsitelty palonestoaineilla, niiden valmistuksen päästöt ovat vähäisiä ja ne ovat kasvipohjaisina materiaaleina hiilineutraaleja. Ne ovat myös esimerkillisiä kiertotalouden mukaisia materiaaleja, sillä ne ovat uusiutuvia ja biohajoavia. Jos materiaaleja ei käytetä uudelleen, ne voidaan kompostoida tai käyttää polttoaineena käyttöikänsä lopussa. Tällaisia putkieristeitä on kuitenkin heikommin saatavilla markkinoilla.

On olemassa myös harvinaisia, eksoottisempia materiaaleja, kuten tyhjiöeristelevyjä (VIP), kaasutäytteisiä eristelevyjä (GFP) ja aerogelipohjaisia tuotteita (ABP), joita voidaan käyttää kondenssieristeinä. Niitä koskevaa tutkimustoimintaa on käynnissä, mutta lämmöneristyskyvyltään erinomaiset materiaalit ovat verrattain kalliita ja niiden kestävydestä erilaisissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa ei toistaiseksi ole riittävästi tietoa.

Kondenssieristeiden haitallisuus vaihtelee paljon sen mukaan, onko tuotteessa käytetty lisäaineita vai ei. Mineraalivilla, polyeteenivaakto tai luonnonmateriaaleista valmistetut kondenssieristeet ovat turvallisimpia vaihtoehtoja, kunhan ne eivät sisällä haitallisia lisäaineita. Vain yhtä materiaalia sisältävät vaihtoehdot ovat kiertotalouden kannalta parhaita, sillä monikerroksiset materiaalit vaikeuttavat kierrätystä. Muovit ovat mahdollinen mikromuovien lähde käyttöikänsä lopussa, mikäli niitä ei kierrätetä. Polyeteeni yleensä kierrätetään, mutta harvinaisempia muovityyppejä, kuten elastomeeristen vaaktojen valmistukseen käytettäviä muovityyppejä, ei yleensä kierrätetä. Hiilijalanjäljen kannalta luonnonmateriaaleihin perustuvat kondenssieristeet paras vaihtoehto. Mineraalivillan ja polyeteenin tuotannon hiilijalanjälki on huomattava ja muiden elastomeerityyppien jalanjälki on suurin. Kaiken kaikkiaan kestävimmat vaihtoehdot kondenssieristeiksi ovat mineraalivillaeriste ja luonnonmateriaaleista valmistetut eristeet.

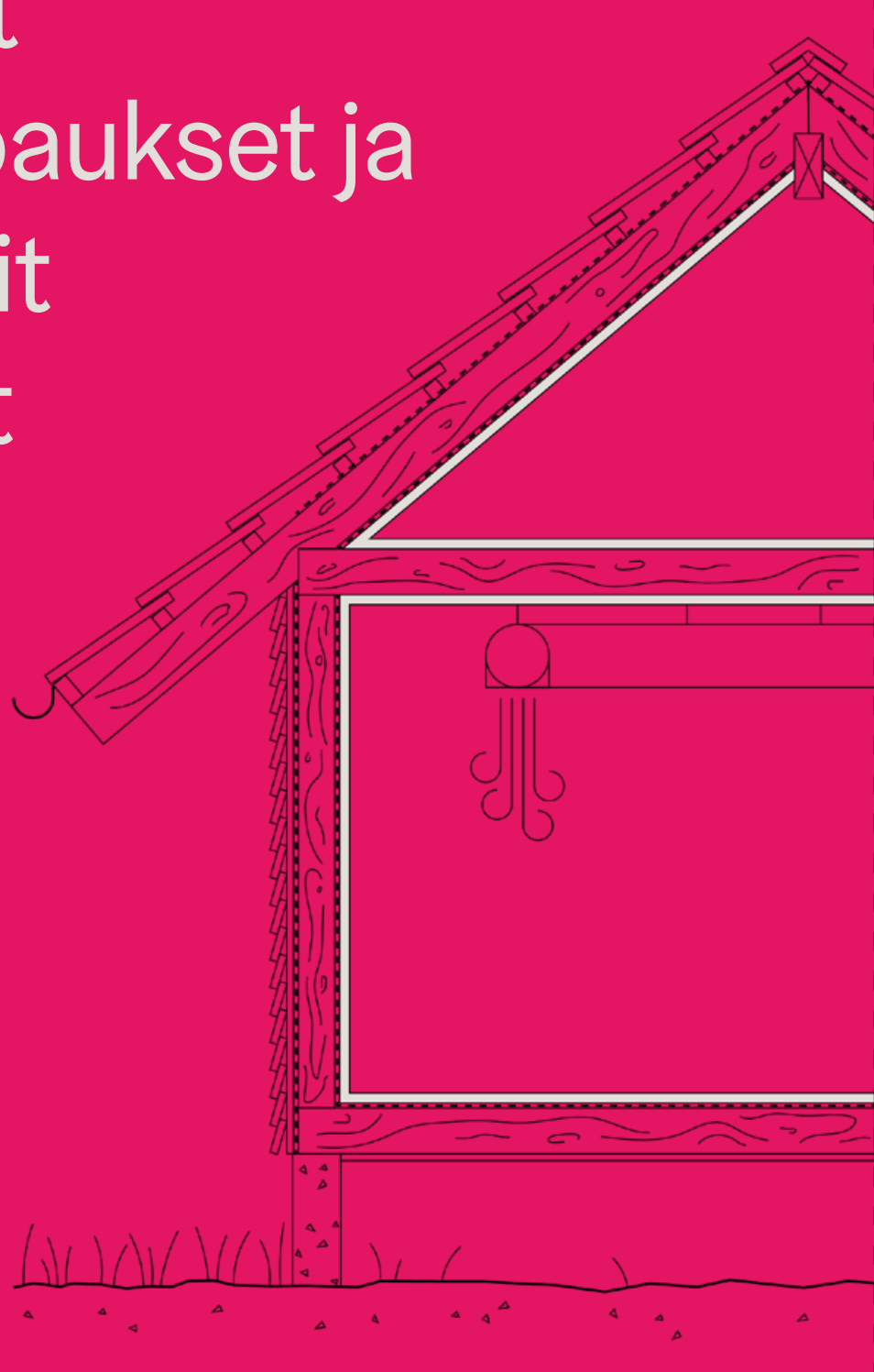
Lattiapäälysteet

Maalit ja väriaineet

Lakat

Rappaukset ja laastit

Levyt



Lattiapäälysteet

Lattiapäälysteissä voidaan käyttää erilaisia materiaaleja, kuten puuta, betonia, massiivisavea, epoksihartsia, kumia, kookospähkinää, korkkia ja sisalia. Kaikilla näillä materiaaleilla on erilaisia ominaisuuksia. Lattiapäälystemateriaalin valinta voi riippua useista tekijöistä, kuten kestävydestä, ulkonäöstä, liukkaudesta ja kovuudesta, mutta huomioon tulisi ottaa myös vastuullisuusnäkökulma. Kun lattiapäälysteen vastuullisuutta tarkastellaan, on tärkeää ottaa huomioon materiaalien koostumus. Haitallisia kemikaaleja käytetään yleisesti erilaisissa lattiapäälystetuotteissa. Tuotteista voi vapautua kemikaaleja, jolloin niille altistuvat sekä asentajat että tilojen käyttäjät. Mitä enemmän synteettisiä materiaaleja ja haitallisia kemikaaleja on käytetty, sitä hankalampaa tuotteen kierrättäminen on.

Kun tarkastellaan kaikista kolmesta näkökulmasta (haitallisuus, ilmasto ja kiertotalous), vastuullisimmat lattiat ja lattiapäälysteet valmistetaan luonnollisista, uusiutuvista ja biohajoavista raaka-aineista, jotka ovat peräisin kasveista, kuten puusta, korkista, sisalista, kookospähkinästä, luonnonkumista tai luonnollisesta linoleumista. Luonnollinen linoleumi sisältää pellavaöljyä, jota saadaan pellavansiemenistä ja puiden pihkasta, sekä erilaisia luonnonmateriaaleja, kuten juuttia ja korkkia. Kaikki nämä materiaalit toimivat luonnollisina hiilivarastoina.

Keraamiset laatat valmistetaan luonnossa esiintyvistä epäorgaanisista materiaaleista, pääosin savesta. Keraamiset laatat ovat haitta-aineettomia edellyttäen, että niihin ei lisätä ympäristölle ja terveydelle haitallisia pigmenttejä. Massiivisavi on vastuullisin materiaali kaikista hankkeen kolmesta näkökulmasta. Päähuomio tulee kiinnittää maa-aineksen hankintaan: onko mahdollista käyttää lähisiltä rakennustyömailta peräisin olevaa maa-ainesta ja onko maaperä pilaantunutta?

Synteettisistä materiaaleista valmistetut matot voivat sisältää PFAS-yhdisteitä (per- ja polyfluoratuja alkyyliryhmiä). Näitä kemikaaleja käytetään materiaalien tahraantumisen, likaantumisen ja vedenkestävyyden parantamiseksi. PFAS-yhdisteet ovat ympäristössä pysyviä ja voivat aiheuttaa vakavia terveyshaittoja ihmisille.

Epoksilattiapäälysteet aiheuttavat erilaisia terveysongelmia, koska niistä vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC-yhdisteitä). Ennen kovettumistaan nestemäiset epoksihartsit ärsyttävät useimmiten silmiä ja ihoa, mutta kiinteässä muodossa ne ovat yleensä haitattomampia. Epoksilattiapäälyste on turvallisempi materiaali, jos se on

valmistettu laadukkaista, vain vähän VOC-yhdisteitä sisältävistä tuotteista ja asianmukaisesti asennettu ja huollettu.

Puulattia tulee pintakäsitellä suojauksen ja pitkän käyttöiän varmistamiseksi. Vesiohenteisissa pintakäsittelyaineissa on vähemmän VOC-yhdisteitä kuin liuotinohenteisissa. On turvallisempaa valita lattiapäälyste, joka voidaan asentaa ilman liimaa. Tekniset puulattiapäälysteet (ohut viilu, vaneri) ovat vastuullisia ja kestäviä materiaaleja. Tekninen lattiapäälyste koostuu useista puukerroksista: päällimmäinen kerros on aitoa jalopuuviilua ja ydin on valmistettu nopeasti kasvavista ja uusiutuvista materiaaleista. Vanerilevyjen värjäminen ja viimeistely luonnonvahoilla haitallisten kemikaalien asemesta vastuullinen toimintatapa.

Laminaattilattiatuotteista voi emittoitua haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) ja formaldehydiä. Monet valmistajat tarjoavat kuitenkin nyt vähäpäästöisiä vaihtoehtoja, jotka täyttävät tai ylittävät eurooppalaiset standardit, mikä vähentää terveysriskejä. Kierrätettävyyden kannalta laminaattilattia on haastava sen komposiittirakenteen vuoksi. Melamiiniharts- ja muovikerrokset vaikeuttavat lamiinaatin tehokasta kierrätystä. Laminaatti ei myöskään ole biohajoavaa. Vastuulliset laminaattilattiat valmistetaan uusiutuvista luonnonvaroista, kuten puukuiduista ja sellusta, ja tuotannossa käytetään usein puujätettä ja sivutuotteita, osittain kierrätysmateriaaleja. Laminaatin kestävyys ja pitkäikäisyys ovat houkuttelevia ominaisuuksia, jotka vähentävät lattiapinnoitteen vaihtokertoja. Laminaattia ei luokitella perinteiseksi puulattiaksi aidon puukerrosen puuttumisen vuoksi.

Luonnollisista, uusiutuvista ja biohajoavista raaka-aineista, kuten puusta, korkista, sisalista, kookospähkinästä, massiivisavesta tai luonnollisesta linoleumista valmistetut lattiapinnoitteet, joissa ei ole käytetty likaa tai vettä hylkivää käsittelyä ja joissa on vain vähän VOC-yhdisteitä sisältäviä liimoja, ovat hyviä vaihtoehtoja. PVC-muovia sisältävien vinyylilattiapäälysteiden käyttöä ei suositella. Jos tämä kuitenkin on välttämätöntä, tulee valita ftalaattittomasta PVC:stä tehty tuote. Lattiapäälystemateriaaleissa tulee välttää myös PFAS-pohjaisia likaa tai vettä hylkiviä kemikaaleja.

Maalit ja väriaineet

Koska olemassa on valtava määrä erilaisia maali-koostumuksia, maalin valitseminen ei ole yksinkertaista etenkin silloin, kun tarkoituksena on suunnitella tai rakentaa vastuullinen rakennus. Ensimmäisenä on tekninen puoli: täyttääkö harkittu

maali vaaditut suorituskykyominaisuudet? Toisena on esteettinen näkökohta: mikä maali saa aikaan halutun ulkonäön? Lopuksi tulevat varsinaiset haasteet: mitkä tuotteet ovat haitta-aineettomia, kestävästi tuotettuja ja ympäristölle haitattomia ja millä maalituotteella on pienin hiilijalanjälki?

Pahamaineisimpia pidettyjä maalivaihtoehtoja ovat niin sanotut ”öljymaalit”, jotka valmistetaan orgaanisilla liuottimilla laimennetuista öljyistä ja joista levitettäessä ja kuivumisen aikana haihtuu usein voimakkaasti haisevia VOC-yhdisteitä. Öljy-maaleja käytettiin aiemmin laajalti, mutta nykyään maalitekniikan jatkuvasti kehittyessä ne voidaan usein korvata tehokkailla vesiohenteisilla vaihtoehtoilla. Liuotinohenteiset maalit ovat ihmisen terveydelle haitallisia. Lisäksi liuotinohenteisissa maaleissa käytettävät liuottimet ovat todennäköisesti peräisin fossiilisista polttoaineista, joten niiden ympäristövaikutukset ovat merkittäviä ja hiilijalanjälki suhteellisen suuri. Myös alkydimaalit ovat liuotinohenteisiä.

Toinen ympäristöä ja ihmisen terveyttä uhkaava pinnoitusvaihtoehto ovat puunsuojamaalit, joita pidetään usein välttämättöminä rakennusten puisien ulkoelementtien suojaamiseksi. Ne eivät kuitenkaan ole ainoa rakennuksen puisen ulkovaipan suojaamisvaihtoehto. Saatavilla on myös luonnonmateriaaleihin perustuvia pinnoitteita, kuten kalkkimaali, savipohjaiset maalit ja luonnon väriaineet, joilla on merkittäviä vastuullisuus etuja, mutta myös tiettyjä suorituskykyrajoituksia.

Liuotinohenteisten maalien käyttöä sisätiloissa tulee välttää, jotta käyttäjät eivät altistu VOC-yhdisteille ja muille maalien mahdollisesti sisältämille haitta-aineille. Myös sisätiloissa käytettävät puunsuoja-aineet aiheuttavat merkittäviä terveysriskejä. Puunsuoja-aineiden käyttö sisätiloissa on myös epätarkoituksenmukaista ja sitä tulisi välttää.

Usein ajatellaan, että ”vesiohenteinen” tarkoittaa samaa kuin ympäristöystävällinen. Kaikki vesiohenteiset maalit eivät suinkaan ole täysin haitta-aineettomia. Siksi jokaisen tuotteen koostumuksen tarkistaminen on tärkeää. Vesiohenteisissa maaleissa on vain pieni määrä tai jopa ei lainkaan VOC-yhdisteitä. Vesiohenteiset maalit ovat kuitenkin alttiita mikrobien aiheuttamalle hajoamiselle, minkä vuoksi niissä käytetään säilöntäaineita. Vesiohenteisissa maaleissa käytettävistä säilöntäaineista lähes kaikki ovat haitallisia ympäristölle ja monet ovat haitallisia myös ihmisen terveydelle aiheuttaen mm. aller-

gisia reaktioita. Vesiohenteiset maalit valmistetaan yleensä synteettisistä polymeereistä, joiden valmistuksen hiilijalanjälki on huomattava. On kuitenkin olemassa turvallisempia vaihtoehtoja. Esimerkiksi savi- ja kalkkipohjaiset maalit sekä luonnon väriaineet ovat pääosin haitattomia.

Kiertotalouden näkökulmasta maalit ovat vaikeasti kierrätettävissä, sillä maalia levitetään pinnoille vain ohut kerros, joka tarttuu tai imeytyy pintaan. Maalien tapauksessa järkeviä kiertotalousvaatimuksia voisivat olla esimerkiksi, ettei maaleista saa vapautua mitään haitallisia aineita, niistä ei saa käyttökänsä lopussa syntyä mikromuoveja eivätkä ne saa saastuttaa viereisiä rakennusmateriaaleja tai tehdä niiden uudelleenkäyttöä/kierrätystä mahdolliseksi muusta syystä. Tästä näkökulmasta kestävimmat vaihtoehdot ovat polymeerittömät maalit, kuten savipohjaiset maalit, kalkkimaali ja luonnolliset väriaineet, sillä ne eivät ole mikromuovien lähteitä eikä niistä jää haitallisia jäämiä materiaaleihin, joilla ne käsitellään. Vesi- ja liuotinohenteisista maaleista ja alkydimaaleista voi syntyä mikromuoveja, ja puunsuoja-aineet tekevät puusta periaatteessa vaarallista jätettä, joka on hävitettävä asianmukaisesti.

Kiertotalouden mukaisuus voi kuitenkin viitata myös siihen, voidaanko vanhentuneet tai vanhat maalit elvyttää tai kierrättää? Kysymykseen on vaikea tai jopa mahdotonta vastata, koska tilanne vaihtelee yksittäisten maalien koostumuksen mukaan. Alkeellisten pinnoitemateriaalien, kuten savipohjaisten maalien, kalkkimaalin ja väriaineiden kohdalla vastaus on kuitenkin kyllä, sillä niihin lisätään vain vettä.

Alkeellisimmat maalivaihtoehdot eli savipohjaiset maalit, kalkkimaali ja luonnolliset väriaineet ovat yleensä vastuullisia vaihtoehtoja. Niiden käytölle on kuitenkin rajoituksia, esimerkiksi julkisissa käytettäessä savipohjaiset maalit ovat alttiita kosteudelle. Vesiohenteiset maalit ovat usein käytännöllisin vaihtoehto monissa kohteissa. Niitä on kuitenkin saatavilla monissa eri koostumuksissa, ja joukosta tulee etsiä turvallisimpia vaihtoehtoja, jotka eivät sisällä VOC-yhdisteitä tai haitallisia säilöntäaineita. Kohteessa, joissa maalilta tarvitaan erityisen hyvää suorituskykyä, kannattaa verrata laadukkaita vesiohenteisiä maaleja ja harkita öljy- tai alkydimaaleja vasta toisena vaihtoehtona. Ympäristömerkittyjen tuotteiden valitseminen on suositeltava vaihtoehto.

Maalien lisäksi on olemassa myös lukuisia muita pinnoitetyyppejä. Niitä käytetään pääasiansa vain tietyissä käyttökohteissa, joille on erityisiä suorituskykyvaatimuksia. Tärkeimmät vaihtoehdot ovat polyuretaanipinnoitteet, epoksipohjaiset pinnoitteet sekä erityiset akryyli- ja emalipinnoitteet.

Lakat

Kuten maaleja, myös lakkoja on olemassa lukuisia erilaisia. Ne ovat laadultaan hieman erilaisia ja perustuvat eri materiaaleihin. Lakan perusaine voi olla kasviöljyä, hartsia, vahaa tai jotakin tietyistä synteettisistä polymeereistä. Lakkaa käytetään yleensä suojaamaan puuta, muurausta tai muita pintoja vanhenemiselta, esteettisenä pintakäsittelynä tai tiivistämään pintoja vettä, likaa tai jopa mekaanisia vaurioita vastaan.

Öljyjä (esim. pellava-, tung- eli kiinanpuu-, hamppu- tai pähkinäöljyä) käytetään sellaisenaan tai yhdessä muiden öljyjen kanssa tai liuottimilla laimennettuina. Vahasta tai hartsista tulee käyttökelpoista vasta, kun se on liuotettu öljyyn ja/tai liuottimeen. Polymeeripohjaiset lakat ovat vesiohenteinen, helposti levitettävä ja nopeasti kuivuva vaihtoehto. Tanskalainen saippuapinnoite on kemiallisesti yksi turvallisimmista lakoista, sillä se sisältää vain saippuaa ja vettä.

Kemikaaliturvallisuuden kannalta liuottimetomat kasviöljylakat ovat enimmäkseen turvallisia, mutta joitakin tuotteita (esim. Danish Oil -puuöljy tai tiikkiöljy) on ”laimennettu” liuottimilla, mikä tekee lakasta helpommin levitettävän, imeytyvän ja kuivuvan. Liuottimista haihtuu VOC-yhdisteitä, jotka ovat useimmiten haitallisia ihmisille pääasiassa levityksen aikana. VOC-yhdisteitä sisältävät myös vahat (soija-, karnauba- tai mehiläisvaha) ja hartsipohjaiset lakat. Liuottimia sisältäviä lakkoja tulee käyttää ulkotiloissa tai hyvin tuuletetuissa tiloissa, ja VOC-yhdisteille tulee antaa aikaa haihtua ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Vesipohjainen akryylilakka ei sisällä liuottimia, mutta se saattaa sisältää muita kemiallisia lisäaineita, minkä vuoksi käyttöturvallisuustiedot tulee tarkistaa tuotekohtaisesti.

On olemassa myös vesipohjaisia polyuretaanilakkoja, jotka väitetystä ovat turvallisempia ympäristölle ja ihmisen terveydelle kuin perinteiset polyuretaaniin perustuvat vaihtoehdot. Vesipohjaisia polyuretaanilakkoja valitessa tulee kiinnittää erityistä huomiota tuotteen kemialliseen turvalli-

suuteen, sillä niissä usein käytettävien isosyanaattien tai isosyanaattiväliuotteiden tiedetään olevan terveydelle haitallisia.

Kiertotalouden kannalta hyvillä lakoilla tulee olla pitkä käyttöikä ja hyvät suoritusominaisuudet. Niistä ei saa syntyä mikromuovia eivätkä ne saa sisältää haitallisia kemikaaleja, jotka saastuttavat pohjamateriaalin tai estävät sen uudelleenkäytön. Synteettisistä polymeeripohjaisista lakoista (akryyli, polyuretaani) saattaa syntyä mikromuoveja käyttökänsä lopussa. Korkealaatuisilla polymeeripohjaisilla tuotteilla kuitenkin saadaan aikaan luotettava pinnoite, jonka käyttöikä on pitkä. Luonnonöljypohjaisella lakalla käsitelty pinta pitää sen sijaan lakata uudelleen muutaman vuoden välein.

Hiilidioksidipäästöjen kannalta synteettisillä tai raakaöljypohjaisilla tuotteilla (esimerkiksi runsaasti liuottimia tai synteettisiä polymeerejä sisältävillä tuotteilla) on suurin hiilijalanjälki. Luonnonmateriaalien, esimerkiksi luonnollisten öljyjen, hiilijalanjälki on lähes neutraali tai jopa negatiivinen eli ne varastoivat hiiltä.

Vaikka luonnolliset öljyt (esim. pellava-, hamppu-, tung- eli kiinanpuu- ja pähkinäöljy) ovat turvalisin ja ilmastoneutraalein vaihtoehto, niiden haittapuoli on se, että pinnoitus joudutaan uusimaan säännöllisin väliajoin. Myös tanskalainen saippuapinnoite on uusittava ajoittain.

Liuotinohenteisilla vaihtoehtoilla on levitettävyyteen ja kuivumiseen liittyviä etuja, mutta niiden haittapuolia ovat terveysriskit ja hiilidioksidipäästöt. Vesipohjaiset akryylilakat ovat kestäviä, mutta tuotteiden koostumus tulee varmistaa haitallisten kemikaalien osalta. Näin varmistetaan käyttöiältään pidempien, korkealaatuisten tuotteiden valitseminen. Kuten maalien, myös lakkojen kohdalla ympäristömerkittyjen tuotteiden valitseminen on suositeltava vaihtoehto.

Rappaukset ja laastit

Rappaus on mineraalipohjainen seinäpinnoite, jota käytetään pääasiassa rakennusten ulkoseinissä. Se suojaaa seinän rakenneosia, kuten eristeitä, tai sitä voidaan käyttää vain koristetarkoituksessa esimerkiksi tiiliseinän pinnoittamiseen. Kuivuessaan rappaus muodostaa vakaan ulkokerroksen, joka kestää sään vaikutuksia ja voi tehdä rakennuksesta esteettisesti miellyttävämmän näköisen.

Sisätiloissa rappausa levitetään seiiniin ensimmäisenä karkeana kerroksena seinän alusrakenteen

(esim. eristyksen) peittämiseksi tai seinien tasoittamiseksi, ja sen päälle levitetään hienojakoisempi ja sileämpi rappauslaasti. Myös rappauslaastit ovat mineraalipohjaisia, ja niiden koostumus vaihtelee sisätilan halutun ulkonäön mukaan.

Muurauslaastia taas käytetään muuratuissa seinissä ja se on ainoastaan toiminnallinen tuote. Muurauslaasti valmistetaan yleensä sementistä, hiekasta ja vedestä. Toinen vaihtoehto on kalkkilaasti, jossa hiekkaan ja veteen sekoitetaan kalkkia.

Rappaukset ja laastit ovat jauheena myytäviä mineraalipohjaisia materiaaleja, jotka eivät yleensä sisällä haitallisia kemiallisia lisäaineita. Ainoat terveysriskit liittyvät työperäiseen altistumiseen eli pölyn hengittämisen aiheuttamaan hengitysteiden ärsytykseen tai emäksisen kalkin tai sementin aiheuttamaan ihoärsytykseen tai ihon syöpymiseen. Nämä riskit on kuitenkin helppo estää asianmukaisia henkilönsuojaimia käyttämällä ja työkäytäntöjä noudattamalla.

Haitallisiin kemikaaleihin liittyvä haaste koskee polymeerikomposiittimuurausta/-laasteja, joihin lisätään polymeerejä laastin suorituskyvyn parantamiseksi. Polymeerien mukana tuotteeseen voidaan lisätä epätoivottuja kemiallisia lisäaineita, minkä vuoksi ko. muurausten/laastien koostumus tulee varmistaa ennen käyttöä.

Kaikki laastityypit voidaan käyttöikänsä lopussa hyödyntää. Puhtaan savilaastin/-muurauksen voi ”palauttaa maahan” tai jopa käyttää uudelleen, kalkkia ja kipsiä voidaan käyttää maatalouden lisäaineina tai viherrakentamisessa tai murskata ja käyttää uudelleen, ja sementtipohjaisia laasteja/muurausta voidaan käyttää viherrakentamisessa tai murskata ja käyttää betonin kiviaineeksena. Mineraalikomposiittilaastien kierrätystapa tulee arvioida käyttöiän päättyessä tuotteen koostumuksen perusteella. Niitä voidaan käyttää ainakin viherrakentamisessa ja maataloudessa. Kaikki laastimateriaalit ovat siis kierrätyksen kannalta suurin piirtein samalla tasolla polymeerikomposiitteja lukuun ottamatta.

Polymeerikomposiittilaastit sisältävät polymeerilisäaineita, kuten akryyliä, polyvinyyliasettaattia (PVAc) tai kasviperäistä selluloosaa. Akryyilipolymeerilisäaineet voivat synnyttää laastin jätevaiheessa mikromuovia. PVAc ja kasviperäinen selluloosa sen sijaan ovat kiertotalousperiaatteen mukaisesti hyväksyttäviä lisäaineita, koska ne hajoavat helposti ympäristössä. Ne voivat kuitenkin

haitata materiaalien uudelleenkäyttöä, koska materiaalien murskaaminen ja uudelleen käyttäminen vaikeutuvat. Tämä koskee etenkin PVAc:a.

Varsinainen rappauksen/laastien kierrätys on vaikeampaa kuin uudelleenkäyttäminen. Savilaasti on helposti kierrätettävissä: siihen pitää vain lisätä vettä. Kalkilla on ominaisuus sitoa hiilidioksidia ilmakehästä, joten todellinen kierrätys edellyttäisi kalkin polttamista ja näin sen muuntamista jälleen sammutetuksi kalkiksi. Kipsi imee itseensä vettä, joten sen voi kierrättää vain uudelleen lämmittämällä. Komposiittimuurauksen/-laastin kierrätys on vielä tätäkin haastavampaa.

Kalkkipohjaisella muurauslaastilla on sementtipohjaiseen muurauslaastiin verrattuna se etu, että kalkkipohjainen muurauslaasti on helppo irrottaa muuratusta materiaalista käyttöiän päätteeksi, mikä mahdollistaa tiilien tai muiden muurausmateriaalien uudelleenkäytön. Kalkkilaastijätettä voidaan käyttää maanparannusaineena maataloudessa tai viherrakentamisessa, tai jopa kierrättää. Myös savea voidaan käyttää muurauslaastin raaka-aineena. Kylmemmissä ilmastoissa saven käyttöä muurauslaastina estää kosteuden aiheuttamien vaurioiden riski.

Arvioitaessa rappauksen sekä rappaus-/muurauslaastien uudelleenkäyttöä käyttöiän lopussa on tärkeää varmistaa, että materiaalit eivät ole kontaminoituneita. Kontaminaatio voi johtua esimerkiksi pohjamaaleista, maaleista tai lakoista. Jos maalit tai lakat on valmistettu synteettisistä materiaaleista (esim. polymeeripohjaiset maalit), voi ilmetä mikromuoveihin liittyviä haasteita. Jos pyrkimyksenä on kiertotalous, pinnoitteiden tulisi olla yhteensopivia niiden alla olevan rappauksen/laastin kanssa, jotta uudelleenkäyttö/kierrätys on mahdollista: esimerkiksi kalkkimaalia kalkkilaastin päälle ja luonnosta peräisin olevia väriaineita savipohjaiselle laastille.

Pienimmän hiilijalanjäljen aiheuttavia rappauksia ja laasteja ovat savi- ja kalkkirappaus/-laasti. Vaikka kalkin tuotanto on energiaintensiivistä, kalkki sitoo kovettuessaan jälleen hiilidioksidia, mikä vähentää sen kokonaishiilijalanjälkeä. Kipsin ja betonin hiilijalanjäljet ovat savi- ja kalkkipohjaisia materiaaleja suurempia, koska niiden valmistusprosessit ovat energiaintensiivisiä. Mineraali- ja polymeerikomposiittilaastien/-rappauksen hiilijalanjälki taas tulee arvioida tapauskohtaisesti. Sementin/betonin uudelleenkäytön ympäristöhyödyt tulee myös ottaa huomioon. Sementtipohjaisten

rappauksen/laastien murskaaminen uudelleenkäyttöä varten altistaa sementin pinnan jälleen ilmalle, jolloin materiaalin imeytyy hiilidioksidia, mikä vähentää sementin valmistuksen hiilijalanjälkeä ja vähentää luonnonvarojen käyttötarvetta.

Kiertotalous ja hiilijalanjälki tulee ottaa huomioon rappaus- ja laastimateriaaleja valittaessa. Hyvä lähestymistapa on valita paikallisia materiaaleja, joiden valmistukseen kuluu vähän energiaa. Polymeerikomposiittilaastien suorituskyky voi olla parempi verrattuna perinteisiin laasteihin, mutta niihin liittyy kierrätettävyyshaasteita.

Parhaita vastuullisia materiaaleja ovat savi ja kalkki, kunhan ne on paikallisesti hankittu. Savea ja kalkkia on runsaasti lähes kaikkialla maailmassa, ne ovat haitta-aineettomia, niitä voidaan käyttää uudelleen ja joissakin tapauksissa jopa kierrättää. Lisäksi saven ja kalkin hiilijalanjäljet ovat pieniä.

Levyt

Puupohjaiset levyt ovat luokka erilaisia rakennus- ja kunnostusmateriaaleja, jotka valmistetaan sitomalla erikokoisia puuhiukkasia yhteen kemiallisesti, yleensä hartsin ja lämmön avulla. Kuluttajamarkkinoilla yleisimmin käytettyjä ovat OSB-levy (Oriented Strand Board eli suunnattu suurlastulevy), MDF-levy (Medium-Density Fibreboard eli puolikova kuitulevy), vaneri ja CLT-levy (Cross-Laminated Timber eli ristiinliimattu massiivipuu tai monikerroslevy). Kullakin levytyypillä on oma ulkonäkönsä ja omat fysikaaliset ominaisuutensa, joten niillä on myös erilaiset käyttöalueet. OSB- ja CLT-levyjä sekä tiettyjä vanerityyppejä käytetään yleensä rakennusmateriaaleina kantavissa rakenteissa esimerkiksi kattojen, lattioiden ja seinien alla, kun taas MDF-levyjä ja tiettyjä vanerityyppejä käytetään useammin sisätiloissa, joissa niihin ei ole tarkoitus kohdistaa suurta kuormaa.

Puupohjaisten levyjen terveysvaikutuksista vakavimpia ovat aina olleet formaldehydipäästöt sisäilmaan asennuksen jälkeen. Formaldehydi on erittäin helposti haihtuva, syöpää aiheuttava kaasu, jota esiintyy sekä luonnostaan puussa että puupohjaisten levyjen valmistuksessa yleensä käytettävissä hartseissa. Rakennusmateriaalien formaldehydipäästöille on asetettu tiukat rajoitukset ja sallitut enimmäisrajat ovat nykyään erittäin matalia. Tästä huolimatta monilla valmistajilla on vaikeuksia valmistaa edes alempien päästöraja-arvojen mukaisia tuotteita. Hankintoja harkittaessa tulee siis valita tuotteita, joiden päästöluokan ilmoitetaan olevan vähintään E1 ja mieluiten E0. Huo-

mionarvoista on, että formaldehydille tulee elokuussa 2026 voimaan uusi Reach-rajoitus. Se asettaa sallitun raja-arvon hyvin alhaiseksi, mikä saattaa tehdä E1- ja E0-luokista tarpeettomia.

Myös muut puulevyjen sisältämät haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet) voivat aiheuttaa terveyshaittoja, jos niitä hengitetään. On olemassa useita riippumattomien tahojen todennettuja sertifiointijärjestelmiä sisäilman laatuun vaikuttavien tuotteiden tunnistamiseksi. Esimerkkejä tällaisista järjestelmistä ovat A+, M1 ja Eurofins Indoor Air Gold.

Puupohjaisten levyjen tuotanto on hyvin energiaintensiivistä. Joidenkin levytyyppien tuotantoprosessissa voidaan kuitenkin käyttää kierrätettyä puuta, ja useimmat levytyypit voidaan käyttöikänsä päätteeksi kierrättää uusien puulevyjen raaka-aineeksi.

Tavallinen kipsilevy on ympäristön ja terveyden kannalta turvallinen valinta, koska se ei sisällä ylimäärisiä lisäaineita. Tuote ei ole terveydelle haitallinen, mutta terveysriskejä voi aiheutua kipsilevyjen leikkaus- ja asennusvaiheessa, jolloin levyistä syntyvää hienojakoista pölyä voi joutua hengitysteihin. Pöly voi myös ärsyttää ihoa ja silmiä. Asianmukaisia henkilönsuojaimia (esim. hengityssuojaimia) tulee aina käyttää käsiteltäessä kipsilevyjä.

VOC-yhdisteet, jotka ovat esimerkiksi tyypillisiä liimattujen tai laminoitujen levyjen ongelmia, eivät aiheuta merkittävää ongelmaa kipsilevyjen kohdalla, sillä niiden VOC-yhdistepäästöt ovat yleensä hyvin alhaisia.

Kipsilevyjen tuotantoon tarvitaan runsaasti luonnonvaroja, energiaa ja vettä. Kipsilevyissä käytetään kierrätettyä raaka-aineita ja itse kipsi voidaan käyttää uudelleen uusien levyjen valmistukseen, jos kartonkipinnat poistetaan. Kipsilevyjen hyvä kierrätettävyyden alentaa niiden kokonaishiilijalanjälkeä merkittävästi.

Kuitusementti on erittäin kestävä rakennusmateriaali, joten se on hyvä materiaaliratkaisu julkisivuihin, katoille tai terasseille käytettäviin levyihin. Kuitusementtilastulevyjen lujitteena käytetään käsiteltyjä puuhiukkasia, kun taas kuitusementtilevyjen lujitteena toimii kasveista peräisin oleva selluloosakuitu. Molemmissa tapauksissa sideaineena käytetään sementtiä. Kuitusementti sisältää piidioksidia, joka on haitallista hengitettynä. Levyjen työstän ja asennuksen aikana tulee käyttää asianmukaista hengityssuojainta ja muita suojavarusteita.

Kuitusementti ei ole täysin vastuullinen rakennus-

materiaali, koska se sisältää suuren määrän sementtiä. Sementin tuotanto puolestaan on energiantensiivistä sekä kuluttaa paljon vettä. Sementin ainesosat louhitaan, mikä myös vaatii energiaa. Sementin tuotanto aiheuttaakin 8 % maailman kasvihuonekaasupäästöistä.

Kuitusementti ei ole kierrätettävissä, mutta kun se lopulta hajoaa, se on reagoimatonta ja eikä aiheuta ympäristö- tai terveyshaittoja.

Kuitusementille on kehitetty ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja esimerkiksi korvaamalla pii-dioksidi lentotuhkalla, mikä vähentää terveyshaittoja. Muita ainesosia on korvattu mm. paikallisesti hankituilla, kierrätetyillä materiaaleilla ja hitaasti haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä. Myös prosessoinnin aikana käytetty vesi voidaan kierrättää.

Yhteenvetona voidaan todeta, että valintaan puupohjaisten levyjen, kipsilevyjen ja kuitusementin välillä vaikuttavat hankkeen erityistarpeet ja ympäristönäkökohdat. Puupohjaisten levyjen etuja ovat uusiutuvat raaka-aineet, kierrätettävyyys ja hallitut päästöt, jolloin ne soveltuvat moniin erilaisiin käyttökohteisiin. Vaikka kipsilevyt soveltuvat haitta-aineettomina sisäkäyttöön, niiden tuotanto on luonnonvaroja kuluttavaa ja kierrätettävyyys rajallista. Kestävyydestään tunnettu kuitusementti on kyseenalainen vaihtoehto energiantensiivisen sementin tuotannon ja kierrätyskelvottomuutensa vuoksi. Päätöksenteossa tulee ottaa huomioon hankkeen vaatimukset ja oikean tasapainon löytäminen toiminnallisuuden ja vastuullisuuden välillä. Lisäksi tulee ottaa huomioon valmistajan käytännöt ja toimet ympäristönsuojelun osalta.

Paloeristeet

Lattialämmitysjärjestelmät

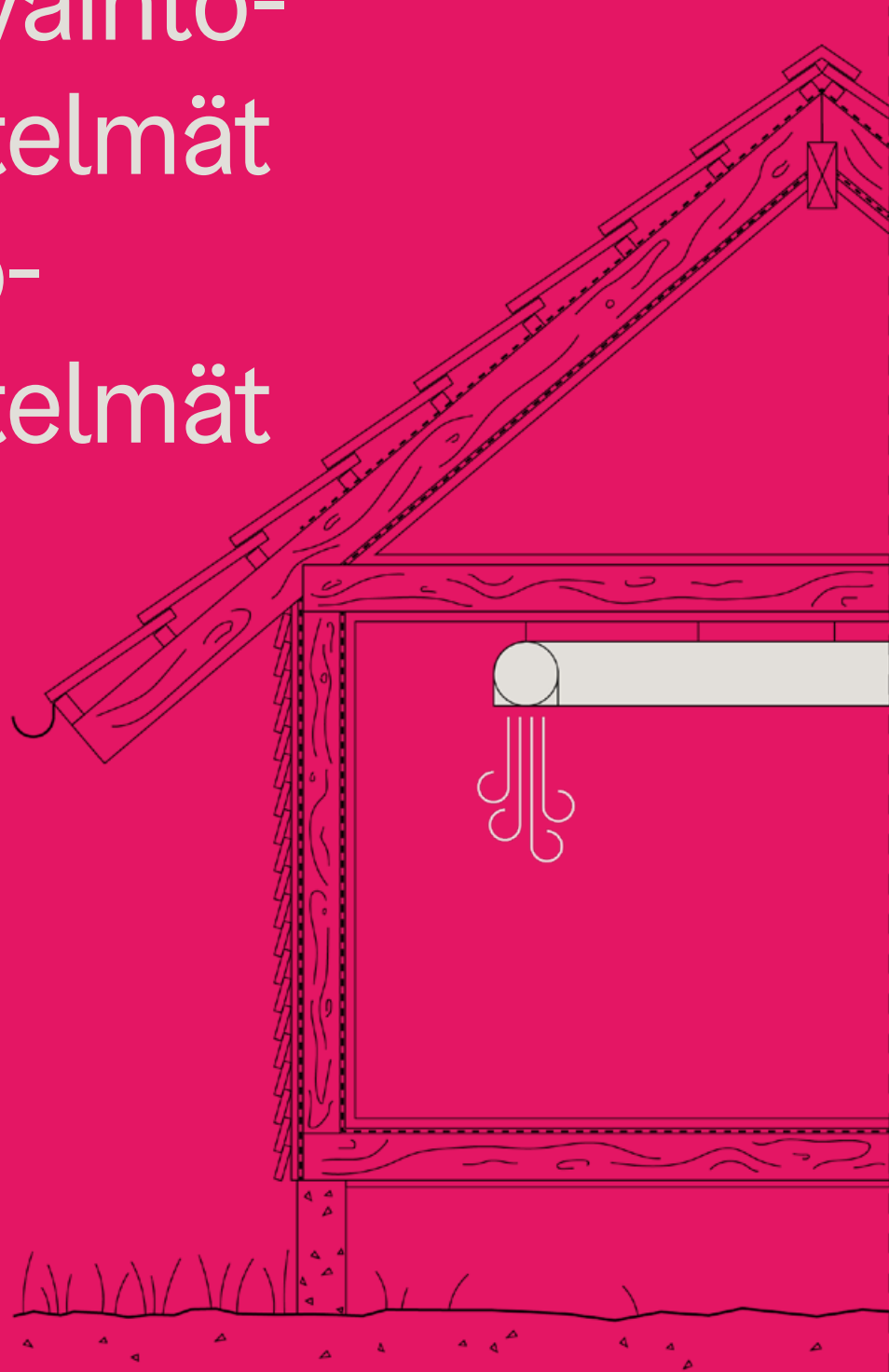
ja -komponentit

Ilmanvaihto-

järjestelmät

Sähkö-

järjestelmät



Paloeristeet

Palosuojaus on yksi rakennushankkeiden tärkeimmistä vaatimuksista. Vaatimukset ovat sitä tiukempia, mitä suuremmasta rakennuksesta on kyse ja mitä suurempi määrä ihmisiä siellä oleskelee.

Rakentamismääräyksissä määritellään rakennusluokat ja niiden mukaiset suojausvaatimukset, esimerkiksi kuinka kauan seinän tai katon tulee pysyä vahingoittumattomana tulipalon sattuessa. On tärkeää, että tulipalo rajoittuu pieneen osaan rakennusta eikä pääse leviämään esteettä.

Esimerkiksi kahta palo-osastoa (kuten kahta asuntoa) toisistaan erottavat rakennusosat tulee suunnitella ja toteuttaa erityisen huolellisesti. Niissä ei saa olla mitään heikkoja kohtia, joiden kautta tuli tai savu voisi päästä viereiseen osastoon. Tästä syystä erilaiset läpiviennit tulee tiivistää palokatkein.

Palonkestävät tiivistysaineet testataan ja sertifioidaan yleensä tiukasti, jotta voidaan varmistaa, että ne täyttävät paloturvallisuuskriteerit. Normeissa otetaan huomioon sekä tiivistysaineiden haitallisuus että savunmuodostus. Palokatkeiksi ja -massoiksi tulee valita tuotteita, jotka ovat tunnustettujen organisaatioiden, kuten UL:n (Underwriters Laboratories), testaamia ja sertifioimia. Sertifikaatit sisältävät usein tietoja tuotteen palonkestävyydestä, savunmuodostuksesta ja haitallisuudesta. Suomessa palonsuojatuotteiden palonkestävyyttä valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes).

Valmistajan teknisiin tietoihin ja tuoteasiakirjoihin tulee aina tutustua, sillä ne sisältävät paloteknisten ominaisuuksien ja turvallisuusnäkökohtien kaltaisia yksityiskohtaisia tietoja kyseisestä tiivistysaineesta. Lisäksi paikallisissa rakennusmääräyksissä ja säädöksissä saatetaan olla palokatkomateriaaleja koskevia vaatimuksia, joita tulee noudattaa.

Eristekalvon muodostavat yhdisteet laajenevat altistuessaan lämmölle ja muodostavat eristävän hiilipohjaisen kalvon, joka tiivistää aukon tai läpiviennin. Eristekalvoja käytetään usein palonkestävissä pinnoitteissa ja tiivisteissä. Ammoniumpolyfosfaatti (APP) on yleisesti käytetty eristekalvon muodostava yhdiste, josta vapautuu suojaavan kalvon muodostavia palamattomia kaasuja. Pentaerytritoli on orgaaninen yhdiste, joka edistää kalvon muodostumista ja laajenemista.

Eristekalvon muodostavat yhdisteet itsessään ovat yleensä haitattomia. Palamisen aikana syntyvät hajoamistuotteet (esim. ammoniumpolyfosfaatista syntyvä ammoniakki) voivat kuitenkin suurina pitoisuuksina ärsyttää hengityselimiä.

Silikonipohjaiset tiivistysaineet tunnetaan hyvästä lämmönkestävyydestään ja joustavuudestaan, ja

niitä käytetään yleisesti palokatkoissa. Silikonitiivisteet sisältävät tunnetusti vain vähän haitallisia aineita. Korkeille lämpötiloille altistuessaan ne synnyttävät yleensä vain vähän savua ja ympäristölle ja ihmisten terveydelle haitattomia hajoamistuotteita.

Laajentuvaa grafiittia (expanded graphite) käytetään usein palokatkotuotteissa, koska laajetessaan korkeissa lämpötiloissa se muodostaa palo- ja savuesteen.

Grafiittia pidetään yleensä haitattomana ympäristölle ja ihmisten terveydelle. Tulipalon sattuessa grafiittipohjaisista materiaaleista voi kuitenkin syntyä hiilipitoista savua, joka voi ärsyttää hengitysteitä ja silmiä.

Palonkestävät täyteaineet ovat ryhmä erilaisia täyteaineita, jotka parantavat tiivisteiden palonkestävyyttä. Esimerkkejä tällaisista aineista ovat vermikuliitti ja perliitti. Myös savitäytteitä voidaan käyttää. Mineraalitäyteaineet, kuten vermikuliitti ja perliitti, ovat luonnossa esiintyviä mineraaleja, jotka eivät ole haitallisia ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Myös savitäyteaineet ovat haitattomia.

Palokatkeiden valmistajat pyrkivät suunnittelemaan tuotteensa niin, että niistä syntyy tulelle altistuessaan vain vähän savua ja haitallisia kaasuja. Savunmuodostuksen ja savukaasujen haitallisuuden vähentämiseen käytetään epäorgaanisia yhdisteitä esimerkiksi antimonitrioksidia.

Adheesionedisteet ovat kemikaaleja, jotka parantavat palokatkeiden tarttuvuutta erilaisiin pintoihin ja varmistavat näin turvallisen tiivistyksen. Silaaniyhdisteitä käytetään usein parantamaan kiinnittymistä erilaisiin pintoihin. Aminosilaanit ovat tarttuvuutta parantava silaaniyhdisteiden alaryhmä. Silaanipohjaiset adheesionedisteet sisältävät yleensä vain vähän haitallisia aineita.

Polymeerit ja sideaineet varmistavat tiivisteiden rakenteellisen eheyden. Polyuretaania käytetään joissakin palokatkeiden tiivisteissä joustavuutensa ja hyvän tarttuvuutensa vuoksi. Akryylipolymeerit voivat parantaa rakenteellista eheyttä. Palokatkeiden tiivisteissä käytettävät polymeerit, kuten polyuretaani ja akryylit, sisältävät yleensä vain vähän haitallisia aineita. Ne saattavat kuitenkin palaessaan synnyttää hiilipitoista savua.

Lattialämmitysjärjestelmät ja -komponentit

Lattialämmitys on sisätilojen lämmitysmenetelmä, jossa lattiapinnan alle asennetaan lämmitysjärjestelmä. Järjestelmä tuottaa lämpöä, joka nousee lattiasta ja lämmittää huonetta, jolloin lämpö jakautuu miellyttävän tasaisesti. Lattialämmitysjärjestelmiä on kahta päätyyppiä: sähköiset (esim. kuparipohjaiset sähkökaapelit) ja vesikiertoiset lattialämmitysjärjestelmät.

Kuparipohjaisia sähkökaapeleita käytetään lattialämmitysjärjestelmissä laajalti, koska ne johtavat hyvin lämpöä ja sähköä. Kupari on ympäristöön päätyessään kuitenkin myrkyllistä vesieliöille. Kuparin tuotanto on erittäin energiantensiivistä, mutta kuparipohjaiset sähkökaapelit ovat helposti kierrätettävissä.

Vesikiertoinen lattialämmitys koostuu lattian alle asennetuista putkista, joissa kiertää lämmintä vettä. Vesikiertoista lattialämmitystä käytetään usein ensisijaisena lämmitysjärjestelmänä uusissa energiatehokkaissa rakennuksissa tai jälkiasennusratkaisuna vanhemmissa rakennuksissa. Vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän voi asentaa erityyppisten lattioiden, kuten laatan, puun tai maton, alle. Putket on yleensä valmistettu polyeteenistä tai metallivahvisteisesta muovista. Metallivahvisteiset muoviputket koostuvat useista kerroksista: sisäpuolella on silloittuvaa polyeteeniä, sen päällä metallinen (alumiini)folio ja ulkopuolella polymeeripinnoite, joka suojaa putkea mekaanisilta vaurioilta. Metallifolio myös parantaa lämmitysjärjestelmän käyttöparametreja sekä nopeuttaa ja tehostaa huonetilojen lämmitystä. Ehjässä ja oikein asennetussa vesikiertoisessa lattialämmitysjärjestelmässä korroosiota ei synny ja putkisto kestää useita vuosikymmeniä.

Polyeteeniputket (PE-putket, erityisesti suurtiheyspolyeteeni- eli HDPE-putket), jotka ovat silloittuvaa polyeteeniä) ovat vahvoja, erittäin joustavia, kestäviä sekä kemiallisille ja biologisille vaikutuksille reagoimattomia ja niillä on erittäin hyvät eristysominaisuudet, mikä auttaa vähentämään energiahäviöitä vesikiertoisen lattialämmitysjärjestelmän käytön aikana. Polyeteeniä pidetään haitta-aineetomana materiaalina. Polyeteeni on kestävä ja vettä läpäisemätöntä, joten se kestää kosteille olosuhteille altistusta muita polymeerejä pidempään. Polyeteeni on kierrätettävää, mutta sen tuotanto kuluttaa erittäin paljon energiaa.

Metallivahvisteiset muoviputket kestävät korroosiota ja ovat kemiallisesti neutraaleja. Ne ovat erittäin kestäviä, lujia sekä lämpötilan- ja kemikaalinkestäviä. Lisätty metallikerros (yleensä alumiinia), joka voidaan sijoittaa esimerkiksi putken seinämän keskelle, tekee putkesta kestävämmän ja toimii diffuusiokerroksena, joka suojaa putkea hapen tunkeutumiselta ja estää siten korroosiota. Samoin kuin polyeteenipinnoite, alumiini on hyvin kierrätettävissä. Alumiinin louhinta on kuitenkin erittäin energiantensiivistä.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihdon tavoitteena on varmistaa jatkuva raikkaan ilman saanti ja poistaa hiilidioksidia (CO₂) sekä epäpuhtauksia sisäilmasta. Ilmanvaihto auttaa poistamaan sisätiloista liiallisen kosteuden, joka voi aiheuttaa mikrobikasvustoja, sekä luomaan terveellisen ja viihtyisän asuin- ja työympäristön.

Ilmanvaihtoa tulee kompensoida rakennuksissa, joissa luonnollinen ilmanvaihto ikkunanpuitteiden ja ikkunoiden välisten rakojen kautta tai ikkunoita tai tuuletusikkunoita avaamalla ei ole mahdollista, sekä energiatehokkaissa rakennuksissa, joissa luonnollinen ilman virtaus on tarpeeseen nähden merkittävästi pienempi. Tällöin apuun tarvitaan koneellisia ilmanvaihtojärjestelmiä: tulo- ja poistoilmanvaihto, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, tarpeenmukainen ilmanvaihto, energian talteenotto.

Ilmanvaihtojärjestelmät koostuvat yleensä puhaltimista, ilmanvaihtokanavista, ilmansuodattimista ja ilmanottoaukoista. Ilmanottoaukot ovat ilmanvaihtojärjestelmän tärkein osa, sillä niiden kautta ilma leviää koko rakennukseen, ja ne varmistavat asianmukaisen ilmanlaadun ja lämpötilan jokaisessa huoneessa. Kanavistossa käytettävät materiaalit voivat vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän suorituskykyyn. Ilmanvaihtokanavat ovat useimmiten peltiä, lasikuitua ja muovia.

Peltiset ilmanvaihtokanavat valmistetaan sinkitystä teräksestä tai alumiinista. Tällaiset kanavat ovat kevyitä ja kestäviä. Sinkitysprosessissa teräkseen tehdään ruustumisen estävä pinnoite. Pinnoite sisältää sinkkiä, joka on terveydelle vaarallista vain nautittuna. Valmiit sinkityt terästuotteet eivät siten aiheuta ympäristö- tai terveysriskejä. Sinkitty teräs voidaan helposti kierrättää muun teräsromun kanssa. Sinkityn teräksen sulatusprosessin alkuvaiheessa sinkki haihtuu ja se kerätään talteen pölynä, joka kierrätetään sinkkipölyn käsittelyyn erikoistuneissa laitoksissa. Sinkkipöly palautetaan usein jalostetun sinkin tuotantoon.

Alumiini on kevyt metalli. Altistuminen alumiinille ei yleensä ole haitallista, mutta suurille määriille altistumisella voi olla negatiivisia terveysvaikutuksia. Alumiini soveltuu hyvin kierrätettäväksi, sillä kierrätysprosessissa se voidaan ottaa 100-prosenttisesti talteen. Käytetyn alumiinin uudelleen sulattaminen säästää jopa 95 % primäärituotteen valmistamiseen tarvittavasta energiasta ja vähentää bauksiitin louhinnan ympäristövaikutuksia. Bauksiitti on syväkilajien rapautumistuote, joka koostuu suureksi osaksi alumiinioksidista (Al₂O₃), ja on tärkeä alumiinin raaka-aine.

Alumiinin tuotanto on erittäin energiantensiivistä. Se vaatii kahdeksan kertaa enemmän energiaa kiloa kohden kuin teräksen tuotanto, koska alumiinin tuotantoprosessi on teräksen tuotantoa monimutkaisempi sisältäen useita vaiheita. Alumiinisten ilmanvaihtokanavien hiilijalanjälkeä voi pienentää suosimalla kierrätetystä alumiinista valmistettuja tuotteita.

Lasikuitukanavia on helppo työstää, ne voidaan asentaa ahtaisiin tiloihin ja niitä on hyvin saatavilla. Lasikuitukanavissa on sisäpinnoite, joka estää kanavien läpi kulkevaa ilmaa joutumasta suoraan kosketukseen lasikuitujen kanssa. Kuiduta voivat irrotesaana aiheuttaa sisäilmaongelmia ja terveysriskejä. Lasikuitu kestää hyvin mikrobeja ja homeita, joten se on ihanteellinen vaihtoehto lämpimämmässä ilmastossa sijaitseviin rakennuksiin, joissa kosteus voi aiheuttaa ongelmia. Sisäpintansa vuoksi lasikuitukanavat tulee puhdistaa säännöllisesti.

Lasikuitu on synteettinen kuitu, joka valmistetaan ohuista sulatetusta lasista valmistetuista kuiduista. Lasikuitu on ihoa, silmiä ja hengitysteitä ärsyttävä materiaali. Hengitettynä se voi ärsyttää keuhkoja ja pahentaa astmaa. Pitkäaikainen altistuminen lasikuiduille voi olla yhteydessä keuhkosairauksiin. Lasikuitutuotteet ovat kestäviä ja niiden käyttöikä on erittäin pitkä. Lasikuitua ei voi kierrättää, koska jauhaminen ja murskaaminen tuhoaa suurimman osan lasikuiduista, jolloin materiaalin lujuus, kestävyys, koko ja käyttökelpoisuus tuleviin käyttökohteisiin heikkenee huomattavasti. Sitä voidaan kuitenkin käyttää komposiittipuun, sementin tai asfaltin täyteaineena. Lasikuidun lämpö- ja ääneneneristysominaisuudet ovat hyvät, mutta sen tuotanto kuluttaa paljon energiaa.

Muovista (polyvinyylikloridista eli PVC:stä ja paisutetusta polypropeenista eli EPP:stä) valmistettuja ilmanvaihtokanavia käytetään myös yleisesti. Muovisten ilmanvaihtokanavien energiatehokkuus on hyvä, ne on helppo asentaa, ne ovat ilma- ja vuototiiviitä, kevyitä eivätkä mikrobit kasva niissä helposti. PVC-muovi itsessään ei ole ympäristölle tai terveydelle vaarallista, mutta se sisältää ftalaattien, lyijyn ja kadmiumin kaltaisia kemiallisia lisäaineita, jotka ovat ympäristölle ja ihmisten terveydelle haitallisia. Haitallisia lisäaineita voi ajan mittaan vapautua tai haihtua sisäilmaan sekä ympäristöön. EPP-muovi on suhteellisen vakaata ja sitä pidetään yleisesti turvallisenä materiaalina. Sekä PVC- että EPP-muovi ovat täysin kierrätettävissä. Kierrätys pienentää merkittävästi hiilijalanjälkeä materiaalin

neitseelliseen tuotantoon verrattuna. Suurin osa PVC-muovista voidaan kierrättää jopa kuusi tai seitsemän kertaa. Kierrättäminen ei kuitenkaan poista PVC-muovissa olevien haitallisten lisäaineiden aiheuttamaa ongelmaa, mikä vaikeuttaa myös muiden muovilaatujen kierrätystä. PVC-muovin energiankulutus ja hiilidioksidipäästöt ovat suurempia kuin muiden muovien, mikä vaikuttaa merkittävästi ilmaston lämpenemiseen.

Sähköjärjestelmät

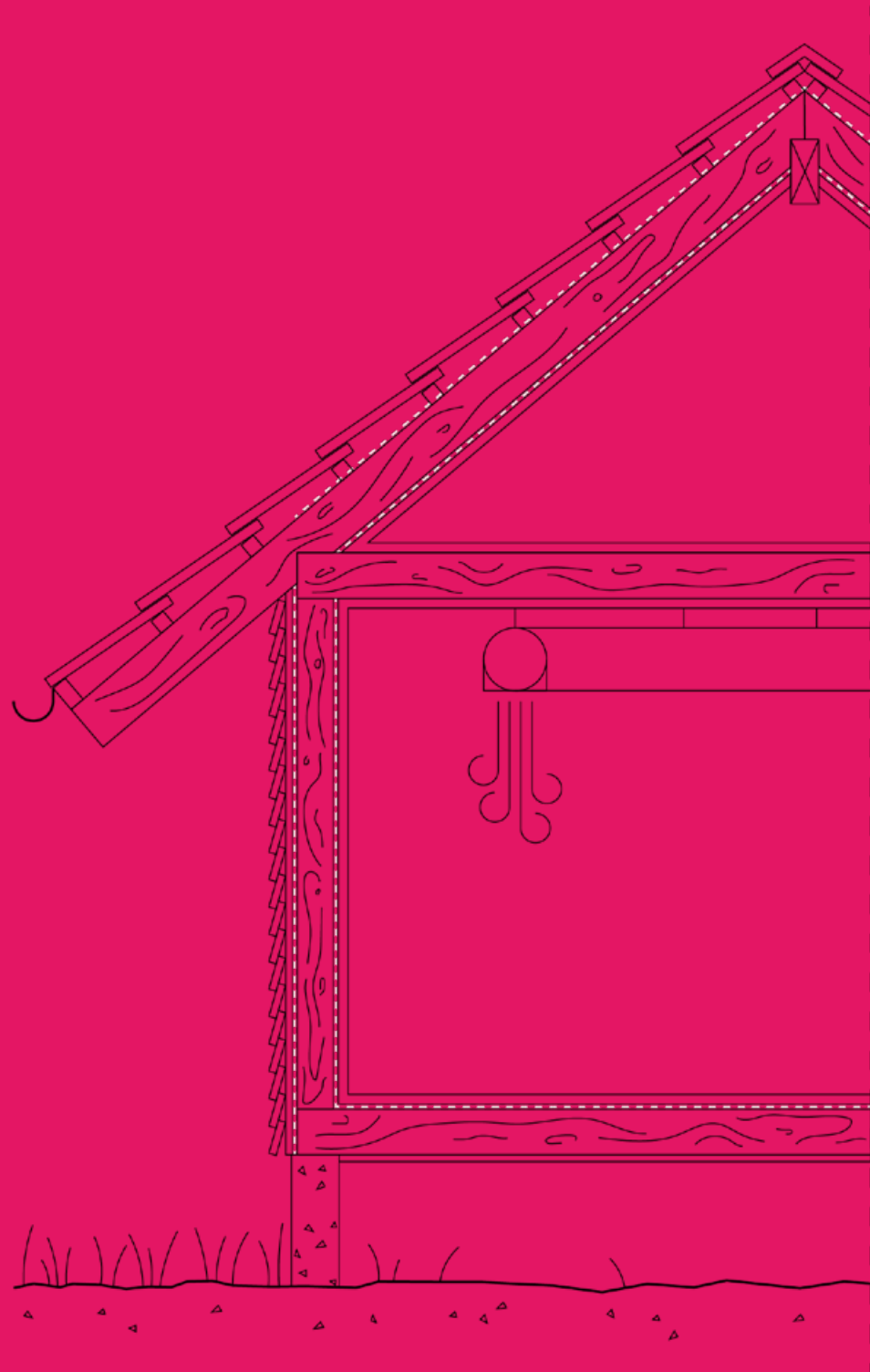
Rakennusten sähköjärjestelmät koostuvat eri osista, kuten johdoista, valoista ja sähkölaitteista. Valaistus on yksi rakennusten eniten energiaa kuluttavista sähköjärjestelmistä. Energiatehokkaiden tekniikoiden kehittäminen mahdollistaa energian säästämisen ja vähentää energiankulutuksen vaikutusta ympäristöön. Älykkäiden käyttöjärjestelmien eli älykkään ohjauksen ja antureiden sekä tehokkaiden valonlähteiden käyttäminen mahdollistaa energiankulutuksen merkittävän vähentämisen. Kolme yleisintä saatavilla olevaa energiatehokasta valaistusvaihtoehtoa ovat energiansäästö- eli pienloistelamput, halogeenilamput ja valodiodit eli LED-lamput.

Energiansäästölamput sisältävät pienen määrän, 4–5 milligrammaa, elohopeaa. Jos lamppu rikkoutuu, siitä voi vapautua kaasuna pieni määrä elohopeaa, joka saastuttaa lähiympäristöä. Energiansäästölamput voidaan kierrättää erityiskoneiden avulla. Koneet poistavat elohopean ja hajottavat alumiini- ja lasikotelot. Elohopea voidaan käyttää uudelleen uusissa lampuissa tai muissa tuotteissa, kuten termostaateissa.

Halogeenilamput eivät sisällä mitään haitallisia aineita ja ne voidaan kierrättää. Ne kuluttavat kuitenkin enemmän energiaa kuin energiansäästö- ja LED-lamput, mikä johtaa kokonaisuudessaan suurempiin kasvihuonekaasupäästöihin. Lisäksi niiden käyttöikä on lyhyempi, minkä vuoksi ne on vaihdettava useammin.

LED-lamput eivät sisällä ympäristölle tai terveydelle haitallisia kemikaaleja. LED-lamput ovat tehokkaita ja kestäviä, ja vaativat vähän huoltoa. Pitkän käyttöikänsä ansiosta niitä täytyy vaihtaa ja hävittää harvemmin ja myös itse valaisimia täytyy valmistaa vähemmän. LED-lamput sisältävät monia arvokkaita alkuaineita, kuten galliumia. LED-lamput voidaan kierrättää, mutta samoin kuin muidenkin pitkälle integroitujen elektroniikkatuotteiden, niiden kierrättäminen ei ole yksinkertaista. Energiatehokkuutensa ansiosta LED-lamppujen kasvihuonekaasupäästöt ovat huomattavasti (noin 80 %) pienemmät kuin perinteisten hehku- tai energiansäästölamppujen.

Ilman- ja höyrynsulut



Kalvoja käytetään estämään tai rajoittamaan kosteuden, kaasujen tai hiukkasten kulkeutumista pinnan tai rakenteen läpi muun muassa seinissä, katteissa ja salaojajärjestelmissä. Höyrynsulkukalvo voi olla ratkaisevan tärkeä rakennuksen kestävyys- ja turvallisuuden varmistamisessa.

Höyrynsulkuina käytetään erilaisia materiaaleja käyttötarkoituksen ja -alueen mukaan. Höyrynsulku asennetaan usein eristeen lämpimälle puolelle, jotta kosteus ei pääse siirtymään itse eristeeseen ja heikentämään sen tehokkuutta. Tiiviisti rakennetuissa rakennuksissa, joissa on hyvin eristetyt ja ilmatiiviit rakenteet, höyrynsulku varmistaa, että sisäilman kosteus ei jää rakenteisiin ja aiheuta niille kosteusongelmia.

Riittävä ilmanvaihto voi joskus vähentää höyrynsulkujen tarvetta, koska kosteus pääsee ilmanvaihdon avulla poistumaan rakennuksen vaipasta. Asianmukaisia ilmanvaihtojärjestelmiä voidaan käyttää yhdessä höyrynsulkujen kanssa tai niiden asemesta. Lämpimässä ja kosteassa ilmastossa, jossa ensisijainen tarkoitus on estää kosteuden pääsy rakennukseen ulkopuolelta, materiaali, joka päästää jonkun verran kosteutta lävitseen saattaa olla toimivampi ratkaisu kuin perinteinen höyrynsulkukalvo.

Muovikalvo on ohutta polymeerimateriaalia. Paksumpaa muovimateriaalia kutsutaan usein levyksi. Muovikalvot tai -levyt, kuten polyeteeni ja polyp-ropeeni, ovat yleisesti käytettyjä kosteussulkumateriaaleja betonilaattojen alla tai höyrynsulkuina seinissä ja katoissa. Niitä käytetään myös suojakäärteenä rakennusmateriaalien, eristeiden ja muiden rakennusosien ympärillä rakennusprosessin aikana. Muovikalvojen ja -levyjen käyttö kosteus- tai höyrynsulkuina vähentää rakennuksen lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen kuluva energiaa, mikä tuo rakennuksen omistajalle kustannussäästöjä.

Muovikalvojen ja -kermien tuotanto on energiatehokasta, mutta aiheuttaa suuria kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi muovikalvot ja -kermi sisältävät kemikaaleja, jotka voivat olla haitallisia ympäristölle ja ihmisten terveydelle. Muovikalvot ja -kermi ovat myös mikromuovin lähteitä. Muovikalvojen ja -levyjen kierrättäminen on vaikeaa, koska muovityyppejä on niin paljon erilaisia. Kierrätysmuovilla voidaan korvata neitseellisiä muoviraaka-aineita, jotka valmistetaan öljystä. Kierrätykseen kelpaamattomat muovit ohjataan energiantuotantoon.

Bitumikermi on toimiva rakennusmateriaali kos-

teudeneristykseen erityisesti puuseinissä sekä ylä- ja alapohjissa. Bitumin ja bitumikermien käyttöikä on pitkä, mikä tekee niistä vastuullisen katevaihtoehdon. Bitumi ja bitumikermi kestävät myös hyvin sääolosuhteita, ja niitä voidaan asentaa ongelmittain missä tahansa ilmasto-olosuhteissa.

Bitumikermeistä ei vapaudu haitallisia aineita normaalin käytön aikana. Bitumikermi voi kuitenkin saastuttaa luontoa ja sisäympäristöä, jos sitä kuumennetaan niin, että bitumi muuttuu nestemäiseksi. Bitumikermi jalostetaan raakaöljystä, ja valmistusprosessissa syntyy kasvihuonekaasuja. Bitumikermien kierrätysprosessissa tulee toistaa samat vaiheet kuin neitseellisen bitumin valmistuksessa eli murskattu kermi tulee kuumentaa tai laimentaa ennen kuin sitä voi työstää. Tällä hetkellä asfalttiteollisuus on ainoa bitumikermien kierrätysmenetelmä, joka toimii teollisessa mittakaavassa.

Bitumia voidaan käyttää myös vedenpitävänä ja kosteutta kestäväna kalvona kattorakenteissa ja perustusten kosteussuojana.

Ilmansulkupaperia käytetään estämään kostean höyryn tunkeutuminen eristeisiin tai rakenteisiin. Sitä käytetään usein katto- ja seinärakenteissa. Ilmansulkupaperit valmistetaan vahvasta voimaperista ja sopivasta pinnoitteesta. Pinnoite voi olla muovi-, metalli- tai bitumipohjainen.

Ilmansulkupapereista ei vapaudu haitallisia aineita normaalin käytön aikana. Luonnon tai sisäympäristön saastumista voi tapahtua vain, jos bitumia tai muovipinnoitettua paperia kuumennetaan niin, että bitumi tai muovi muuttuu nestemäiseksi tai palaa. Ilmansulkupaperien tuotanto on energiatehokasta, mutta siitä syntyy kasvihuonekaasuja. Ilmansulkupaperien kierrätystavat vaihtelevat suuresti käytetyn päällysteen mukaan. Muovipäällysteiset ilmansulkupaperit voidaan kierrättää paperin tai kartongin raaka-aineeksi. Metall- ja bitumipäällysteiset ilmansulkupaperit eivät ole kierrätettäviä, ja niitä käytetään yleensä energiantuotannossa.

Kumikalvoja käytetään vedenpitävinä kerroksina erityisesti märkätiloissa, kuten kylpyhuoneissa ja kellaritiloissa. Synteettistä kumia käytetään laajalti myös kattohuovissa. Luonnonkumi on haitta-ainetonta, mutta synteettinen kumi on öljystä ja maakaasusta peräisin olevien ainesosien seos ja voi sisältää ympäristölle ja terveydelle haitallisia kemikaaleja.

Luonnonkumin ilmastovaikutukset syntyvät pääasiassa koneiden käytöstä, kuljetuksesta, jalostuksesta sekä tuholais- ja kasvimyrröjen käytöstä.

Synteettisen kumin jalostaminen vaatii paljon energiaa ja tuottaa kasvihuonekaasuja. Luonnonkumi on biohajoavaa. Yleisin luonnonkumin loppukäsittelytapa on kuitenkin energian talteenotto polttamalla. Synteettiset kumijättemateriaalit voidaan muuntaa vähärikkiseksi raa'aksi kiviöljyksi ja hiili-pohjaisiksi materiaaleiksi, joita käytetään polttoaineen ja hiilienergian tuotannossa. Toinen synteettisten kumikalvojen uudelleenkäyttövaihtoehto on niiden jauhaminen jauhemaiseksi ja käyttäminen kierrätyskumin tuotannossa.

Kosteudelle altistuvilla pinnoilla, kuten kellarien seinissä ja kylpyhuoneissa, voidaan käyttää erityisiä **kosteudenkestäviä maaleja**. Kosteiden tilojen maaleja on monenlaisia maalin alle levitettävistä pohjamaaleista emulsiomaaleihin, joihin on lisätty kosteudelta suojaavia ainesosia. Kosteiden tilojen maalien ei tule sisältää kemiallisia aineita, jotka voisivat olla haitallisia ympäristölle tai ihmisten terveydelle. Kosteiden tilojen maalien tuotanto ei vaadi suurta määrää energiaa. Maalijätteiden kierrätykseen tuoreena, nestemäisessä muodossa ei ole järjestäytyneitä menetelmiä ja ne tulee hävittää vaarallisena jätteenä.

5 Rakennusmateriaalien sisältämät haitalliset aineet

Tässä luvussa käsitellään rakennusmateriaaleissa yleisesti esiintyviä haitallisia aineita ja niihin liittyviä terveys- ja ympäristönäkökohtia painottaen erityisesti terveysvaikutuksia.

Uudis- ja korjausrakentamisessa käytetyt materiaalit voivat vaikuttaa merkittävästi rakennusten käyttäjien terveyteen ja hyvinvointiin. Rakennusmateriaaleista voi vapautua haitallisia aineita ilmaan, kerääntyä pölyyn tai huuhtoutua veteen, mikä voi altistaa ihmiset niille. Tämä on erityisen haitallista herkille ryhmille, kuten raskaana oleville naisille, pienille lapsille, vauvoille tai vastasyntyneille sekä henkilöille, joilla on ennestään heikentynyt vastustuskyky. Nämä ryhmät viettävät myös usein enemmän aikaa sisätiloissa, mikä voi johtaa pitkäaikaiseen altistumiseen haitallisille yhdisteille.



Haitalliset rakennusmateriaalit ja terveysriskit

Jokaisen rakennuksen tarina on kirjoitettu sen materiaaleihin. Mitä sinun tarinasi kertoo?

Kuvittele astuvasi uuteen kotiin – kiiltävät lattiat, vastamaalatut seinät ja pehmeät matot jalkojen alla. Se vaikuttaa täydelliseltä paikalta perheen perustamiseen tai muistojen luomiseen. Mutta kauniin tilan pinnan alla piilee näkymätön uhka: haitallisia aineita vapautuu ilmaan, laskeutuu pölyksi ja ne vaikuttavat vähitellen terveyteen. Seuraavassa on esitelty muutamia esimerkkejä yleisistä materiaaleista, joilla voi olla enemmän vaikutusta terveyteemme kuin arvaammekaan.

Puristettu puu

Puristettu puu on puumateriaalia, joka on valmistettu puuhakkeista, sahanpurusta tai puukuiduista, jotka on koottu yhteen liiman ja paineen avulla. Se on eräänlainen tekninen puu, jota käytetään yleisesti rakentamisessa ja huonekalujen valmistuksessa. Otetaan esimerkiksi keittiön kaapit, jotka on valmistettu puristetusta puusta. Ne ovat tukevia ja edullisia, mutta niiden näkymätön haittapuoli on formaldehydi. Formaldehydiä käytetään puuta yhdessä pitävissä liimoissa, se haihtuu hitaasti ilmaan ärsyttäen silmiä, nenää ja kurkkua. Ajan myötä jatkuva altistuminen voi johtaa astmaan ja jopa syöpään. Formaledehydi aiheuttaa riskejä, joita kukaan ei voi nähdä tai haistaa. (Mendell, 2007)

Vinyylilattiat

Olohuoneessa vinyylilattia kiiltää matkien aitoa puuparkettia. Sen sisällä on kuitenkin piilossa ftalatteja, pehmittimiä, jotka antavat vinyylille joustavuutta, mutta jotka voivat häiritä ihmiskehon hormoneja. Kun lapset ryömivät lattialla ja leikkivät leluilla, he joutuvat tietämättään kosketuksiin näiden kemikaalien kanssa. Samoin altistuvat koirasi, kissasi, kanisi. Nämä haitalliset kemikaalit, joilla on hormonaalisia häiriöitä, hengitetään, niellään ja tai imeytyvät elimistöön ihon kautta. Jatkuva altistuminen on yhdistetty kehitysviiveisiin ja hengitystieongelmiin, erityisesti kehitysvaiheessa olevilla kehoilla. (Hammel, Levasseur ym., 2019)

Eristysmateriaalit

Lasikuitueristuksen ansiosta seinät pitävät kodin lämpimänä. Asennuksen tai korjausten aikana pieniä kuituja pääsee kuitenkin ilmaan. Kuidut voivat ärsyttää keuhkoja ja ihoa ja ne vaikuttavat kaikkiin, jotka kuituja hengittävät. Vaihtoehtoisesti ruiskutettava vaahtoeriste vapauttaa VOC-yhdisteitä levityksen aikana, jolloin ilma täyttyy kemikaaleilla, jotka voivat aiheuttaa päänsärkyä, huimausta ja pitkäaikaisia hengitysvaikeuksia. (Fyfe, Barnard ym., 2022)

Maalit ja pinnoitteet

Vastamaalatuista seinistä leijuu heikko haju – liuotinpohjaisten maalien ja lakkojen sekoitus. Haju tulee ilmaan vapautuvista VOC-yhdisteistä eli haihtuvista orgaanisista yhdisteistä. Nämä kemikaalit voivat aiheuttaa lyhyellä aikavälillä päänsärkyä ja pahoinvointia ja pitkäaikaisessa altistuksessa neurologisia vaurioita, jopa syöpää. (Sabbioni ja Pugh, 2022)

Matot

Pehmeät matot tuntuvat mukavalta jalkojen alla, mutta ne on käsitelty tahrannoistoaaineilla ja palonestoaineilla, jotka vapauttavat kemikaaleja ilmaan. Ajan myötä nämä aineet kerääntyvät kotitalouspölyyn, jolle lapset ja lemmikit altistuvat eniten. Ne voivat myös pahentaa astmaa ja allergioita. (Kramer, Fillmore ym., 2024)

Katot

Kesäpäivänä bitumipaanut paahtuvat auringossa vapauttaen polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä) ilmaan. Nämä kemikaalit, joiden tiedetään aiheuttavan syöpää, kulkeutuvat näkymättömästi ympäristöön ja hengitysilmaan.

Toinen mahdollisuus

Jokainen tässä kuvatussa kodissa käytetty materiaali, joka on valittu materiaalin hinnan, kestävyyden tai ulkonäön perusteella, sisältää piileviä riskejä. Arkkitehteillä, suunnittelijoilla ja rakennuttajilla on valta kirjoittaa tämä tarina uudelleen. Valitsemalla materiaaleja, kuten formaldehydivapaata prässättyny puuta, luonnonkuitumattoja ja vähäpäästöisiä maaleja, he voivat luoda kodin, joka hoivaa vahingoittamisen sijaan. Kodin, joka on rakennettu terveyttä ajatellen sekä nykyisille että tuleville sukupolville.

Rakennusmateriaaleista vapautuvien haitallisten aineiden terveysvaikutukset

Ftalaatit

Ftalaatit ovat ryhmä kemikaaleja, joita käytetään yleisesti muovien pehmentiminä. Niitä lisätään polymeeriseoksiin (muoveihin) ja muihin kemiallisiin seoksiin joustavuuden, elastisuuden ja kestävyyden kaltaisten ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Em. ominaisuuksien vuoksi niitä käytetään laajalti myös rakennusmateriaaleissa. Ftalatteja esiintyy yleisesti esim. vinyylilattioissa, kate- ja pinnoitemateriaaleissa, kaapeleissa, tapeteissa, liimoissa ja tiivisteissä. Toiminnallisista hyödyistään huolimatta ftalatteja pidetään yhä enemmän hormonitoimintaa häiritsevinä kemikaaleina (EDC), jotka lisäävät terveysriskejä rakennusten käyttäjille ja rakennusalan ammattilaisille.

Ftalaatit eivät sitoudu materiaaleihin, joihin niitä lisätään. Ne kuitenkin hajoavat helposti. Hajoamisesta huolimatta niitä esiintyy ympäristössä runsaasti aiheuttaen haitallisia vaikutuksia. Esimerkiksi bentsyylibutyyliftalaatti BBP, di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti DEHP ja dibutyyliftalaatti DBP ovat myrkyllisiä kaloille ja muille vedessä eläville selkärangattomille.

Monia ftalatteja on käytetty aiemmin laajalti, mutta niitä ollaan korvaamassa muilla aineilla, vaihtoehtoisilla muovinpehmentimillä. Jo yleisesti käytettyjä vaihtoehtoja ovat DINCH eli di-isononyylisykloheksaani-1,2-dikarboksylaatti ja ATBC eli asetyyliitributyylisitraatti.

Ftalattien terveysriskit

Ftalatteja voi vapautua sisäympäristöön rakennusmateriaaleista, matoista ja huonekaluista. Ne ovat osittain haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (SVOC), mikä tarkoittaa, että molekyylit jäävät ilmaan ja laskeutuessaan pinnoille altistuminen on mahdollista hengityksen, nielemisen (pöly) ja ihokosketuksen kautta (Yang, Wang ym., 2020). Useimpien yleisesti käytettyjen ftalaattiyhdisteiden tiedetään tai epäillään olevan lisääntymiselle vaarallisia tai hormonitoimintaa häiritseviä. Niillä voi olla myös muita haitallisia vaikutuksia. Esimerkiksi Euroopan kemikaaliviraston yhdenmukaistetun luokituksen mukaan DEHP on lisääntymiselle vaarallinen aine (luokka 1B). Ne ovat immunotoksisia, hermostolle myrkyllisiä, DNA:ta vaurioittavia sekä hormonitoimintaa, aineenvaihduntaa ja kehitystä häiritseviä aineita.

1. Hormonaaliset vaikutukset

Ftalaatit voivat häiritä hormonijärjestelmää matkimalla tai estämällä luonnollisia hormoneja. Tällainen jatkuva altistuminen liittyy:

- Lisääntymisongelmiin: hedelmällisyyden heikkenemiseen, muuttuneisiin hormonitasoihin ja kehitysongelmiin syntymättömillä lapsilla (Zhan, Yang ym., 2022).
- Lapsen kehitykseen liittyviin ongelmiin: kognitiivisen kehityksen heikkenemiseen ja alhaisempaan älykkyysosamäärään lapsilla, jotka altistuvat ftalateille raskauden aikana (Qian, Shao ym., 2020, Hammel, Levasseur ym., 2019).

5 Yleistä haitallisista aineista

- Aineenvaihduntahäiriöihin: Lisääntynyt lihavuuden ja diabeteksen riski metabolisten hormonien häiriintymisen vuoksi (Wu, Li ym., 2023).

2. Hormonaaliset vaikutukset

Pölyn ja ilman sisältämät ftalaatit voivat laukaista tai pahentaa:

- Astmaa ja allergioita: erityisesti lapsilla ftalaatit liittyvät lisääntyneeseen hengitysteiden herkkyyteen (Li, Chen ym., 2017).
- Kroonisia hengityselinsairauksia: pitkäaikainen altistuminen voi johtaa tulehdukseen ja heikentyneeseen keuhkojen toimintaan (Shen, Wang ym., 2023).

3. Karsinogeenisuuden mahdollisuus

Tietyt ftalaatit, kuten DEHP (di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti), ovat osoittaneet karsinogeenisia, syöpää aiheuttavia, ominaisuuksia eläinkokeissa, ja viranomaiset luokittelevat ne mahdollisiksi ihmiskarsinogeneiksi (Caldwell, 2012).

Ftalaattien terveysvaikutusten kannalta herkäät ryhmät (Gaston, Birnbaum ym., 2020):

- Lapset ja raskaana olevat naiset: kriittisten kehitysvaiheiden vuoksi he ovat herkkiä jopa pienille altistustasoille.
- lääkkäät ja immuunipuutteiset henkilöt: krooninen altistuminen pahentaa terveysriskejä heikentyneen fysiologisen puolustuskyvyn vuoksi.

PFAS (per- ja polyfluoratut alkyyliyhdisteet)

Per- ja polyfluoratut alkyyliyhdisteet eli PFAS-yhdisteet ovat polymeerisiä ja ei-polymeerisiä kemikaaleja, jotka koostuvat yli 10 000:sta eri yhdisteestä. PFAS-yhdisteet kestävät hyvin lämpöä, säteilyä ja sään vaihteluita, ja ne ovat kemiallisesti reagoimattomia ja hylkivät likaa ja tahroja. PFAS-yhdisteitä käytetään laajalti myös rakennusmateriaaleissa niiden vedenkestävyyden, likaa ja tahroja hylkivien ja tarttumattomien ominaisuuksien vuoksi. Erittäin vahvan hiilifluorisiteen ansiosta PFAS-yhdisteet ovat äärimmäisen vastustuskykyisiä hajoamiselle. Siksi ne tunnetaan myös nimellä ”ikuisuuskemikaalit”.

Pysyvyytensä vuoksi PFAS-yhdisteiden pitoisuudet ympäristössä kasvavat koko ajan. PFAS-yhdisteet ovat myös herkästi leviäviä aineita. Ne kulkeutuvat ja leviävät ympäri maailmaa, myös pohjaveteen. Jotkin PFAS-yhdisteet ovat biologisesti kertyviä eli niiden pitoisuudet kasvavat eliöissä ajan myötä ja saastuttavat siten ravintoketjuja. Monet PFAS-yhdisteet ovat lisäksi haitallisia ympäristölle ja ihmisen terveydelle.

PFOS:n (perfluorioktaanisulfonaatti), PFOA:n (perfluorioktaanihappo) ja PFHxS:n (perfluoroheksaanisulfonihappo) tuotanto ja käyttö on kielletty maailmanlaajuisesti Tukholman yleissopimuksen nojalla. Parhaillaan keskustellaan ehdotuksesta kieltää kaikki PFAS-yhdisteet EU:ssa: [https://OECD- Fact Cards of Major Groups of Per- and Polyfluoroalkyl Substances \(PFASs\)](https://OECD- Fact Cards of Major Groups of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)).

PFAS-yhdisteiden terveysriskit

Joitakin PFAS-yhdisteitä (perfluorikarboksyylihapot ja perfluorialkyylisulfonihapot) on tutkittu tarkemmin, ja niillä on osoitettu olevan yksi tai useampia seuraavista vaikutuksista: hormonitoimintaa häiritsevät, lisääntymiselle vaaralliset, syöpää aiheuttavat ja muut krooniset vaikutukset. Monien muiden PFAS-yhdisteiden toksikologista profilia ei ole toistaiseksi tutkittu yhtä tarkasti, mutta monilla epäillään olevan samankaltaisia haittavaikutuksia. PFAS-yhdisteiden pysyvyys koskee kuitenkin koko PFAS-ryhmää.

1. Biokertyvyys

- PFAS-yhdisteiden pitkän biologisen puoliintumisajan vuoksi ne voivat ajan myötä kertyä kudoksiin, mikä johtaa krooniseen altistumiseen (Panieri, Baralic ym., 2022).
- PFAS-yhdisteitä on löydetty niitä sisältävien materiaalien kanssa työskennelleiden sekä ihmisten, jotka ovat altistuneet PFAS-yhdisteille asunnoissaan, verenkierrossa (Lucas, Gaines ym. 2023).

2. Hormonaaliset vaikutukset

- PFAS-yhdisteet voivat häiritä hormonisignalointia, erityisesti kilpirauhashormoneja ja sukupuolihormoneja.
- Todisteet yhdistävät altistumisen lisääntymisterveyden muutoksiin, viivästyneeseen murrosikään ja heikentyneeseen hedelmällisyyteen. (Ding, Harlow ym., 2020)

3. Karsinogeenisuus

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) on luokitellut PFAS-yhdisteet mahdollisesti karsinogeenisiksi.
- Pitkäaikaisaltistustutkimuksissa PFAS-yhdisteet on yhdistetty munuais-, kives- ja rintasyövän lisääntyneeseen riskiin (Seyyedsalehi ja Boffetta, Chang, Rhee ym., 2023).

4. Aineenvaihduntahäiriöt

- Yhteydet lihavuuteen, muuttuneeseen rasva-aineenvaihduntaan ja lisääntyneeseen diabeteksen riskiin (Geiger, Yao ym., 2021, Roth ja Petriello, 2022).

5. Immuunijärjestelmän heikkeneminen

- Altistuminen PFAS-yhdisteille voi liittyä rokotteen tehon heikkenemiseen ja infektioltaisuuden lisääntymiseen (Eze, Okeke ym., 2024).

6. Kehitysvaiikutukset

- Raskauden aikaista ja varhaislapsuuden altistumista PFAS-yhdisteille on yhdistetty alhaiseen syntymäpainoon, kehitysviveisiin ja kognitiivisiin häiriöihin (Szilagyi, Avula ym., 2020).

Bromatut palonestoaineet (BFR)

Bromatut palonestoaineet (BFR) ovat ryhmä orgaanisia yhdisteitä, joissa on vähintään yksi bromiatomi. Niitä käytetään vähentämään materiaalien ja tuotteiden sytyvyyttä ja hidastamaan palon leviämistä. Monet bromatut palonestoaineet ovat biologisesti kertyviä ja haitallisia ympäristölle ja terveydelle, mikä on johtanut vaarallisimpien yhdisteiden kieltämiseen ja rajoittamiseen.

Maailmassa eniten käytettyjä bromattuja palonestoaineita ovat tetrabromibisfenoli A (TBBPA) ja sen johdannaiset, heksabromisyklododekaani (HBCD) ja polybromatut difenyylieetterit (PBDE). HBCD:n ja PBDE:n käyttö on kielletty EU:n pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevassa asetuksessa. Myös polybromattujen bifenyyliyhdisteiden (PBB) käyttö on ollut laajaa. Vaikka kielletyt bromatut palonestoaineet on suurelta osin korvattu orgaanisia fosoriyhdisteitä sisältävillä palonestoaineilla (OPFR), markkinoilla on edelleen muita bromattuja palonestoaineita, joiden käyttöä ei ole rajoitettu. Tällä hetkellä käytössä olevia bromattuja palonestoaineita ovat esimerkiksi tetrabromibisfenoli A (TBBPA), bromatut ftalaatit ja bromatut alkoholit.

Ihminen voi altistua bromatuille palonestoaineille ja niiden hajoamistuotteille monin tavoin. Altistuminen voi tapahtua palonestoaineilla suojattujen tuotteiden tuotannossa, käytössä, jätteenkäsittelyssä ja kuljetuksessa. Todennäköisimmät altistusreitit ovat hengitys, ihokosketus ja altistuminen ravinnon kautta (WHO IPCS, 1997). Yhdisteiden pysyvyyden ja suurten käyttömäärien vuoksi niiden pitoisuudet ympäristössä ovat maailmanlaajuisesti korkeita, vaikka niiden tuotantoa ja käyttöä on rajoitettu. Esim. PBDE-hiukkaset voivat kulkeutua ilmakehässä pitkiäkin matkoja, ja niitä on havaittu myös arktisilla napaseuduilla ja muilla syrjäisillä alueilla (WHO IPCS, 1994).

Bromattujen palonestoaineiden terveysriskit

PBDE ja heksabromisyklododekaani (HBCDD) ovat hitaasti hajoavia, helposti leviäviä ja ympäristölle ja terveydelle haitallisia kemikaaleja, joilla on myös biokertyviä ominaisuuksia. Lisäksi monilla muilla tällä hetkellä saatavilla olevilla bromatuilla palonestoaineilla tiedetään tai epäillään olevan syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja/tai hormonitoimintaa häiritseviä vaikutuksia (. Aromaattiset bromatut palonestoaineet, kuten TBBPA ja bromatut ftalaatit, on sisällytetty EU:n erityistä huolta aiheuttavien aineiden ehdokasluetteloon niiden epäiltyjen terveyshaittojen vuoksi.

1. Biokertyvyys

- Osa bromatuista palonestoaineista on biokertyviä, hyvin pysyviä ja ravintoketjussa rikastuvia yhdisteitä. Bromattuja palonestoaineita on löydetty muun muassa kaloista, valaista ja muista nisäkkäistä sekä petolinnuista ja niiden munista. (WHO IPCS, 1994).

2. Hormonaaliset vaikutukset

- Tietyt bromatut palonestoaineet voivat aiheuttaa hermostollisia kehityshäiriöitä ja häiritä hormonitoimintaa (ATSDR, 2017)

3. Karsinogeenisuus

- Monilla bromatuilla palonestoaineilla, mukaan lukien TBBPA ja HBCD, tiedetään tai epäillään olevan syöpää aiheuttavia vaikutuksia. HBCD:n epäillään aiheuttavan myös maksavaurioita. (Beard ym., 2021)

4. Toksisuus

- HBCD on nisäkkäillä ihoa herkistävä aine. Yhdiste on myös todettu akuutisti myrkylliseksi vesieliöille (SYKE, 2001). PBB-yhdisteiden akuutti toksisuus on suhteellisen vähäinen, mutta ne ovat kroonisesti myrkyllisiä (WHO IPCS, 1994).

Organofosfaattiset palonestoaineet

Organofosfaattiset palonestoaineet (OPFR) ovat synteettisiä kemikaaleja, joita lisätään tuotteisiin hidastamaan tai estämään palon leviämistä. Niitä käytetään myös pehmentiminä lattiavahoissa, pinnoitteissa, teknisissä kestopuoveissa ja epoksihartseissa. OPFR-aineita esiintyy mm. eristeissä, huonekaluvaahdoissa, pinnoitteissa ja lattiamateriaaleissa. OPFR-aineet ovat pääosin korvanneet aiemmin käytetyt ympäristölle ja terveydelle haitalliset bromatut palonestoaineet. Vaikka OPFR-aineita on esitelty ”turvallisempina” vaihtoehtoina bromatuille palonestoaineille, ne yhdistetään nykyään useisiin terveysongelmiin.

Toisin kuin vanhemmat palonestoaineet, OPFR-aineita markkinoidaan vähemmän pysyvinä ympäristössä. Ominaisuus tarkoittaa myös sitä, että ne voivat siirtyä helpommin ilmaan ja pölyyn, mikä lisää ihmisten altistumista. OPFR-aineiden pääty-

mistä ympäristöön edesauttaa myös se, etteivät ne muodosta kemiallista sidosta materiaalien kanssa, joihin ne lisätään. OPFR-aineita on todettu ilmakehässä, pintavesissä, sisäilmassa, pölyssä, sedimenteissä, maaperässä ja erilaisissa biologisissa matriiseissa.

OPFR-yhdisteiden terveysriskit

Ihmiset altistuvat organofosforoiduille palonestoaineille laajalti esimerkiksi ihokosketuksen, nielemisen ja hengittämisen kautta. Joitakin organofosforoituja palonestoaineita on havaittu myös ihmisten virtsassa. Pölyhiukkasten tahaton nieleminen ja imeytyminen ihon läpi on osoitettu merkittäviksi ihmisen altistumisreiteiksi. Organofosforoiduilla palonestoaineilla on todettu seuraavia haitallisia vaikutuksia: hormonitoiminnan häiritseminen, neurotoksisuus, karsinogeenisuus, kehitystoksisuus ihmisillä ja eläimillä, lisääntymistoimintojen häiritseminen sekä biokertyvyys ja pysyvyys ympäristössä.

1. Hormonaaliset vaikutukset

- OPFR-yhdisteet voivat matkia tai häiritä luonnollisia hormoneja, mikä voi vaikuttaa kilpirauhasen toimintaan ja lisääntymisterveyteen (Chen, Jin ym., 2015).

2. Neurologiset vaikutukset

- Raskauden ja lapsuuden aikaista altistumista on yhdistetty kehitysviiveisiin, alenuneeseen älykkyydosamäärään ja käyttäytymisongelmiin (Patisaul, Behl ym., 2021).

3. Karsinogeenisuus

- Jotkut OPFR-yhdisteet, kuten TDCIPP (tris(1,3-dikloori-2-propyyli)fosfaatti) luokitellaan mahdollisiksi ihmiskarsinogeeneiksi (Chen, Dang ym., 2019).

4. Hengitysteiden ärsytys

- Lyhytaikainen altistuminen OPFR-yhdisteille voi aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä, erityisesti herkillä väestöryhmillä (Chen, Li ym., 2022).

Bisfenolit

Bisfenolit ovat synteettisiä kemikaaleja, joita käytetään pääasiassa polykarbonaattimuoveissa ja epoksihartseissa. Bisfenoli A:ta (BPA) ja sen analogeja, korvaajia (esim. bisfenoli S BPS, ja bisfenoli F BPF) käytetään laajalti rakennusmateriaaleissa niiden kestävyys- ja monipuolisuuden vuoksi. Vaikka bisfenoleja käytetään pääasiassa reagensseina, lopputuotteeseen jää reagoimattomia molekyylejä, jotka voivat huuhtoutua ympäristöön ja saastuttaa ilmaa, pölyä ja vettä aiheuttaen merkittäviä ympäristö- ja terveysriskejä.

Bisfenoli A hajoaa helposti ympäristössä, mutta koska sitä käytetään ja päästetään ympäristöön niin suuria määriä, sitä esiintyy monissa biologisissa matriiseissa. Bisfenoli A:ta esiintyy yleisesti kotitalouspölyssä ja jopa ihmisten veressä ja kudoksissa. Vaikka monia bisfenoleja on tutkittu vain vähän, on oletettavaa, että nykyisin käytetyillä vaihtoehtoisilla bisfenoleilla (bisfenolit S, F ja B jne.) on samanlainen toksikologinen profiili kuin bisfenoli A:lla, eikä niitä siksi voida pitää turvallisempina vaihtoehtoina.

Vuonna 2017 Ruotsin kemikaalivirasto Kemikalinspektionen tunnisti 37 bisfenoliyhdistettä, joilla epäillään olevan hormonitoimintaa häiritseviä ominaisuuksia. Vuonna 2021 Euroopan kemikaalivirasto tunnisti 148 bisfenolia ja bisfenolijohdannaista, joil-

la saattaa olla hormonitoimintaa häiritseviä ominaisuuksia.

Bisfenolien terveysriskit

Bisfenoli A on todistetusti hormonitoimintaa häiritsevä aine. Se on lisääntymiselle myrkyllistä ja aiheuttaa ihmisillä haitallisia kehitykseen liittyviä ja neurologisia vaikutuksia. Vastaavasti monien ryhmään kuuluvien bisfenolien aiheuttamia terveysongelmia ovat hormonitoiminnan häiriöt, vaarallisuus lisääntymiselle ja ihon herkistyminen, ympäristön hormonitoimintaa häiritsevät vaikutukset sekä pysyvyys, biokertyvyys ja myrkyllisyys tai erittäin hidas hajoavuus ja erittäin hyvä biokertyvyys. Bisfenoli A on myrkyllistä myös vesieliöille.

1. Lisääntymishäiriöt

- Bisfenolit voivat jäljitellä estrogeenia (tällaisia aineita kutsutaan ksenoestrogeeneiksi), mikä voi johtaa hedelmättömyyteen, hormonaaliseen epätasapainoon ja kehityshäiriöihin (Guida, Troisi ym., 2015, Rutkowska ja Diamanti-Kandarakis, 2016, Pivonello, Muscogiuri ym., 2020).

2. Aineenvaihduntahäiriöt

- Altistuminen bisfenoleille on yhdistetty lihavuuteen, tyypin 2 diabetekseen ja sydän- ja verisuonitauteihin (Rutkowska ja Diamanti-Kandarakis, 2016, Wu, Li ym., 2020, Farrugia, Aquilina ym., 2021, Chen, Yang ym., 2023).

3. Neurologiset vaikutukset

- Synnytystä edeltävä altistuminen bisfenoleille voi johtaa lasten käyttäytymis- ja kognitiivisiin häiriöihin (Xia, Lv ym., 2023).

4. Lisääntynyt syöpäriski

- Bisfenolit liittyvät hormonaalisiin syöpiin, kuten rinta- ja eturauhassyöpään (Rutkowska, Szybiak ym., 2016).

Metallit

Metallit ovat luonnossa esiintyviä alkuaineita, joita käytetään laajalti erilaisissa rakennusmateriaaleissa ja -tuotteissa, kuten ulko- ja sisäpinnoitteissa ja tukirakenteissa. Metallit ovat kestäviä, muokattavissa olevia ja kierrätettäviä. Joitakin metallisuoloja tai muita metalliyhdisteitä käytetään lisäaineina pinnoitteiden kaltaisissa kemiallisissa tuotteissa.

Tyypilliset metallit, joita esiintyy rakennusmateriaaleissa ja -tuotteissa ovat: alumiini (Al), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), ja sinkki (Zn). Rakennusmateriaaleissa käytetyt metallit ovat usein seoksia, kuten teräs ja messinki. Nämä seokset voivat sisältää lyijyn ja kadmiumin kaltaisia metalleja lisäaineina tai epäpuhtauksina.

Metalleilla voi olla merkittäviä sekä ympäristö- että terveysvaikutuksia. Metallit eivät hajoa, joten ne voivat kertyä ympäristöön ja elinympäristöihin. Metallit voivat päästä vesistöihin muun muassa kaivostoiminnan, teollisuuden ja metsäojitusten seurauksena. Metallien käsittely ja etenkin kaivostoiminta voivat saastuttaa maaperää metalleilla, mikä vaikuttaa kasvien kasvuun ja maaperän ekosysteemiin. Lisäksi maaperän saastuminen voi vaikuttaa pohjavesiin. Metallien tuotanto ja käsittely voivat aiheuttaa ilmansaasteita, kuten metallipölyä ja päästöjä. Nämä päästöt voi-

vat vaikuttaa ilmanlaatuun ja aiheuttaa hengitysongelmia. Erityisesti raskasmetallit, kuten kupari, lyijy, kadmium ja elohopea, voivat kertyä ravintoketjuihin ja aiheuttaa haittaa vesieliöille sekä ihmisille, jotka syövät saastuneita kaloja. Rakennusten ja rakennusmateriaalien sisältämiin raskasmetalleihin liittyvät suurimmat huolenaiheet ovat huuhtoutuminen ympäristöön ja haitallisuus erityisesti vesieliöille.

Metallien terveysriskit

Ihmiset voivat altistua rakennusmateriaalien sisältämille metalleille pääasiassa pölyn ja höyryjen kautta. Työntekijät ovat erityisen alttiita haitalliselle altistumiselle metalleille pölyn hengittämisen ja saastuneen ilman kautta. Metalleja voi myös huuhtoutua ympäristöön, esimerkiksi metallikatoilta rankkasateiden aikana, jolloin metallit päätyvät maaperään ja vesiympäristöön ja sitä kautta ravintoketjuihin.

Muilla kuin organismeille välttämättömillä metalleilla, kuten lyijyllä, elohopealla ja kadmiumilla, voi olla haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia jo pieninä määrinä ja pitoisuuksina. Myös organismeille välttämättömät metallit, kuten sinkki, ovat haitallisia suurina pitoisuuksina. Metallien yleisiä terveysvaikutuksia ovat esimerkiksi keuhkojen, maksan, munuaisten ja muiden sisäelinten vaurioituminen, karsinogeenisuus, lisääntymisongelmat ja välitön myrkyllisyys. Metallit voivat myös kertyä elimistöön rasvakudoksiin, ja ne voivat kulkeutua äidiltä lapselle raskauden ja imetyksen aikana.

Alumiini

Alumiinin terveysvaikutukset eivät ole yksiselitteiset, ja niistä on esitetty erilaisia näkemyksiä. Vaikka alumiini on yleisesti ottaen melko hyvin siedetty aine, ja sitä käytetään elintarvikkeissa ja lääkkeissä, on joitain huolenaiheita, jotka liittyvät erityisesti alumiinin pitkäaikaiseen altistumiseen. Alumiinin on esitetty olevan neurotoksinen haitallinen hermostolle, ja että alumiinin pitkäaikainen altistuminen voi liittyä suurentuneeseen Alzheimerin taudin riskiin, vaikka kaikki tutkimukset eivät tue tätä yhteyttä.

Kadmium

Kadmiumille altistuminen voi johtaa moniin haitallisiin terveysvaikutuksiin, jotka vaikuttavat mm. munuaisiin, luihin ja keuhkoihin. Se luokitellaan myös ihmisille syöpää aiheuttavaksi aineeksi. Altistuksen tasosta ja kestosta riippuen vaikutukset voivat vaihdella ruoansulatuskanavan ongelmista vakaviin elinvaurioihin ja lisääntyneeseen syöpäriskiin. Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus IARC on luokitellut kadmiumin ihmiselle syöpää aiheuttavaksi aineeksi.

Kromi

Kromi on elimistölle välttämätön hivenaine, joka auttaa ylläpitämään normaalia verenokeria ja edistää aineenvaihduntaa. Kromilla on rooli myös insuliinin toiminnassa. Liian vähäinen kromin saanti voi heikentää glukoosin sietokykyä ja lisätä riskiä sairastua aikuistyyppin diabetekseen. Suurina määrinä kromi voi kuitenkin olla myrkyllistä ja aiheuttaa haittavaikutuksia.

Liiallinen kromin saanti voi aiheuttaa ripulia, verenvuotoa suolistossa ja maksatulehdusta. Kromitrioksidin tiedetään olevan syöpää aiheuttava aine, ja sen hengittäminen voi olla terveydelle haitallista.

Kupari

Kromin tavoin myös kupari on elimistölle välttämätön hivenaine, jolla on monia tärkeitä tehtäviä. Se edistää muun muassa sidekudosten ja hermoston toimintaa, normaalia energia-aineenvaihduntaa, hiusten ja ihon pigmentoitumista sekä immuunijärjestelmän normaalia toimintaa. Kupari on myös antioksidantti, joka suojaa soluja hapettumisstressiltä. Kuparilla on merkittävä rooli yleisen hygienian kannalta, sillä kuparilla on bakteereita tappavia ominaisuuksia. Kupariputket estävät joidenkin bakteerien ja virusten kasvua, ja kuparipitoiset pinnat voivat vähentää sairaalainfektoiden riskiä.

Kuparin puute voi johtaa anemiaan, luuston muutoksiin, hermoston toimintahäiriöihin ja heikentyneeseen immuunipuolustukseen. Liiallinen kuparin saanti voi aiheuttaa vatsakipuja, väsymystä ja hengenahdistusta sekä vaurioittaa maksaa ja munuaisia.

Lyijy

Lyijylle altistuminen voi aiheuttaa monenlaisia terveysongelmia, erityisesti lapsille ja sikiöille. Nämä voivat vaihdella lyhytaikaisista, kuten ruoansulatuskanavan ärsytyksestä, pitkäaikaisiin, kuten neurologisiin kehityshäiriöihin ja kohonneeseen verenpaineeseen. Lyijy voi kerääntyä elimistöön, jolloin sen vaikutukset voivat ilmetä viiveellä. Lyijyn käyttöä on rajoitettu monissa maissa lainsäädännöllä, ja REACH-asetuksella pyritään vähentämään lyijyn aiheuttamia riskejä ihmisten terveydelle ja ympäristölle.

Lyijyn nieleminen voi aiheuttaa äkillisiä ruoansulatuskanavan oireita: mahasuolitu-lehdusta, pahoinvointia, oksentelua ja ripulia. Vakavissa tapauksissa voi ilmetä neste- ja elektrolyyttitasapainon häiriöitä sekä sokki. Hengitysteihin joutunut lyijy voi aiheuttaa ihoärsytystä ja silmävaurioita.

Pitkäaikainen altistuminen lyijylle voi vaikuttaa keskushermoston toimintaan, aiheut-taen oppimisvaikeuksia, muistiongelmia ja käyttäytymishäiriöitä. Raskaana oleville naisille altistuminen voi aiheuttaa sikiön neurologisen kehityksen häiriöitä. Lyijyn on todettu olevan yhteydessä myös kohonneeseen verenpaineeseen ja sydän- ja ve-risuonitauteihin. Pitkäaikainen lyijylle altistuminen voi aiheuttaa munuaisvaurioita, lyijy voi vaikuttaa veren punasolujen toimintaan ja aiheuttaa anemiaa. Lyijy voi hei-kentää hedelmällisyyttä ja aiheuttaa lisääntymiseen liittyviä ongelmia. Raskauden aikana tapahtuva altistuminen voi johtaa lapsen alhaiseen syntymäpainoon. Lapset ovat erityisen herkkiä lyijyn vaikutuksille, ja altistuminen voi aiheuttaa pysyviä vau-rioita hermostossa. Lyijylle altistuneilla lapsilla on muita lapsia suurempi riski op-pimisvaikeuksille ja keskittymisongelmille. Lyijy on yhdistetty myös joihinkin syöpä-tyyppeihin.

Nikkeli

Nikkeli voi aiheuttaa erilaisia terveysvaikutuksia altistumisreitistä ja altistumisen kes-tosta riippuen.

Nikkeliallergia on yleinen allergisen kosketusihottuman syy, joka johtaa kutisevaan ihottumaan, kun iho joutuu kosketuksiin nikkeliä sisältävien esineiden, kuten koru-jen, kanssa. Nikkelin nieleminen voi aiheuttaa pahoinvointia, oksentelua, ripulia ja vatsakipua. Nikkelikarbonyyliin, erittäin vaarallisen yhdisteen, hengittäminen voi ai-heuttaa välitöntä hengitysteiden ärsytystä, huimausta ja päänsärkyä, joita seuraavat

vakavammat oireet, kuten rintakipu ja hengenahdistus.

Pitkäaikainen nikkelin hengittäminen voi johtaa krooniseen nuhaan, poskiontelotu-lehdukseen, nenän väliseinän puhkeamiseen, astmaan ja lisätä keuhko- ja nenäsyö-pien riskiä. Pitkäaikaisessa altistuksessa nikkeli voi vaurioittaa munuaisia, maksaa ja immuunijärjestelmän toimintaa. Sikiöaikainen altistuminen nikkelille voi aiheuttaa lapsen kehityksen viivästymistä. Jotkut tutkimukset viittaavat myös yhteyteen nikke-lialtistuksen ja sydän- ja verisuonitautien välillä.

Rauta

Rauta on elimistölle välttämätön kivennäisaine, jolla on monia tärkeitä terveysvaiku-tuksia. Rauta osallistuu elimistön hapen kuljetukseen hemoglobiinin kautta, edistää normaalia energia-aineenvaihduntaa, tukee immuunijärjestelmän toimintaa ja on tärkeä aivojen toiminnalle. Riittävä raudan saanti on olennaista väsymyksen ja uu-pumuksen ehkäisyssä. Raudanpuutos voi johtaa anemiaan, joka voi aiheuttaa väsymystä, kalpeutta, pään-särkyä ja muita oireita. Suuret rautapitoisuudet vedessä voivat aiheuttaa maku- ja hajuhaittoja, ja suurina pitoisuuksina rauta voi ärsyttää vatsaa. Hemokromatoosi (raudankertymäsairaus) on perinnöllinen sairaus, jossa elimistöön kertyy liikaa rau-taa. Elimistöön kertyvä rauta voi vahingoittaa eri elimiä, esimerkiksi maksaa tai sy-däntä.

Sinkki

Sinkillä on monia tärkeitä terveysvaikutuksia. Se on välttämätön immuunijärjestel-män toiminnalle, edistää solujen kasvua ja jakautumista sekä tukee ihon, hiusten ja kynsien terveyttä. Lisäksi sinkki vaikuttaa näkökykyyn, hedelmällisyyteen ja hormo-nitoimintaan. Sinkin puute voi heikentää vastustuskykyä, hidastaa haavojen para-nemista, aiheuttaa iho-ongelmia ja heikentää haju- ja makuaistia. Sinkillä on myös antioksidanttisia ominaisuuksia, jotka suojaavat soluja hapettumisstressiltä.

Liiallinen sinkin saanti voi aiheuttaa terveysongelmia. Akuutin yliannostuksen oireita voivat olla pahoinvointi, oksentelu ja vatsakivut. Pitkäaikainen liiallinen saanti voi puolestaan heikentää kuparin imeytymistä, mikä voi johtaa anemiaan sekä heiken-tää vastustuskykyä.

Sinkkipöly voi aiheuttaa yskää ja hengenahdistusta sekä ärsyttää silmiä ja ihoa. Se on erittäin myrkyllistä vesieliöille (pitkäaikainen haittavaikutus). Jotkut sinkkiyhdisteet, kuten sinkkisyanidi ja sinkkiarseeni, ovat terveydelle erittäin haitallisia.

Klooratut parafiinit

Klooratut parafiinit (Chlorinated paraffins, CP) ovat ryhmä kemikaaleja, joita käyte-tään laajalti lisäaineina erilaisissa teollisuus- ja kuluttajatuotteissa. Ne ovat kloorat-tujen alkaanien seoksia, jotka luokitellaan ketjun pituuden mukaan lyhytketjuisiksi (SCCP), keskipitkäketjuisiksi (MCCP) ja pitkäketjuisiksi (LCCP). Kloorattuja parafiineja käytetään pehmentiminä, palonestoaineina ja lisäaineina monissa erilaisissa kemial-lisissa tuotteissa, kuten maaleissa, tiivisteissä ja liimoissa.

Pysyvyytensä, biokertyvyytensä ja kaukokulkeutumispotentiaalin vuoksi SCCP:t luokitellaan pysyviksi orgaanisiksi yhdisteiksi (POP-yhdisteiksi) ja niitä säännellään Tukholman yleissopimuksella. SCCP:t ovat myrkyllisiä vesieliöille, ja niihin on yhdis-

tetty mahdollisia terveysvaikutuksia ihmisillä, mukaan lukien maksa- ja munuaistoksisuus, kehitys- ja lisääntymistoksisuus sekä hormonaaliset häiriöt. Niiden epäillään olevan myös karsinogeeneja ja ne voivat vaikuttaa immuunijärjestelmään. Vaikka SCCP-yhdisteiden käyttö on rajattua, on kuitenkin syytä huomata, että niiden jäämät ovat EU-asetuksen mukaan sallittuja MCCP- ja LCCP-parafiiniseoksissa eli niitä voi esiintyä yhä myös uusissa rakennusmateriaaleissa ja-tuotteissa.

Pääaltistumisreitit SCCP-yhdisteille ovat hengitys ja altistuminen ravinnon kautta. SCCP-yhdisteitä voi esiintyä sisäilmassa ja pölyssä, erityisesti alueilla, joilla niitä käytetään esimerkiksi tekstiileissä, muoveissa ja tiivisteissä. Niitä voi esiintyä useissa elintarvikkeissa, kuten kalassa, lihassa, munissa ja vihanneksissa, ympäristön saastumisen vuoksi. Myös ihokosketus SCCP-yhdisteitä sisältävien tuotteiden kanssa on mahdollinen altistumisreitti.

Tukholman yleissopimuksen mukaisten SCCP-yhdisteiden rajoitusten ja lopulta kielion myötä MCCP-yhdisteistä on tullut usein käytetty SCCP-yhdisteiden korvike, mikä on johtanut tuotannon lisääntymiseen ja mahdollisiin ympäristöongelmiin. Vaikka MCCP-yhdisteitä on tutkittu vähemmän kuin SCCP-yhdisteitä, niiden biokertyvyys, pysyvyys ympäristössä, haitallisuus vesieliöille ja mahdolliset haitalliset vaikutukset ihmisten terveyteen herättävät huolta. Käynnissä on tutkimuksia MCCP-yhdisteiden ympäristövaikutusten, levinneisyyden ja mahdollisen haitallisuuden arvioimiseksi, erityisesti ilmassa, vedessä ja elintarvikkeissa. MCCP-yhdisteitä löytyy ilmasta, pölystä, vedestä, maaperästä ja sedimentistä. MCCP:t voivat päästä elimistöön nieltynä (esim. saastuneesta ruoasta), hengitettynä pölyn kautta ja ihokosketuksen kautta.

Vaikka LCCP-yhdisteitä pidetään vähemmän pysyvinä ja biokertyvinä kuin SCCP-yhdisteitä, ovat nekin huolenaihe laajamittaisen käyttönsä ja ympäristön saastuttamis-potentiaalinsa vuoksi. Kuten MCCP-yhdisteitä, myös LCCP-yhdisteitä löytyy ilmasta, pölystä, vedestä, maaperästä ja sedimentistä. Myös mahdolliset altistumisreitit ovat samat: nieleminen, hengitys ja ihokosketus.

Kloorattujen parafiinien terveysriskit

Väestöpohjaiset ja laboratoriotutkimukset viittaavat siihen, että klooratut parafiinit voivat aiheuttaa maksa- ja munuaistoksisuutta, kehitystoksisuutta, neurotoksisuutta, hormonaalisia häiriöitä, immuunijärjestelmän toimintahäiriöitä ja lisääntymistoksisuutta.

1. Karsinogeenisuus

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) on luokitellut SCCP:t mahdollisiksi ihmiskarsinogeeniksi.
- Jyrsijöillä tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että LCCP:t voivat aiheuttaa maksa-, munuais- ja kilpirauhaskasvaimia.

2. Biokertyvyys

- Sekä SCCP:t että LCCP:t ovat biokertyviä ja ne voivat säilyä pitkiä aikoja hajoamis-kestävyytensä vuoksi.

3. Maksa- ja munuaistoksisuus

- Jyrsijöillä tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että SCCP:t voivat aiheuttaa maksa- ja munuaisvaurioita, mukaan lukien kasvainten kehittymistä.

- Myös LCCP:t voivat vahingoittaa maksaa ja munuaisia, erityisesti pitkäaikaisessa altistuksessa suurille annoksille.

4. Kehitystoksisuus

- Altistuminen SCCP:ille ja LCPP:ille voi johtaa kehitysongelmiin eläimillä.

5. Neurotoksisuus

- Tutkimukset viittaavat siihen, että SCCP:t ja LCPP:t voivat vaikuttaa hermostoon, millä voi olla vaikutuksia aivojen kehitykseen ja toimintaan.

6. Umpierityshäiriöt

- SCCP:t voivat häiritä umpieritysjärjestelmää, mikä voi vaikuttaa hormonien tuotantoon ja säätelyyn.

7. Immuunijärjestelmän vaikutukset

- SCCP:illä ja LCPP:illä voi olla haitallisia vaikutuksia immuunijärjestelmään.

8. Sydänlihassolujen vaikutukset

- Tutkimukset viittaavat siihen, että LCCP:t voivat aiheuttaa solujen vanhenemista ja tulehdusta sydänlihassoluissa, mikä voi vaikuttaa sydämen terveyteen.

9. Lisääntymishäiriöt

- LCCP:t voivat vaikuttaa hedelmättömyyteen, hormonaaliseen epätasapainoon ja kehityshäiriöihin.

Biosidit

EU:n biosidivalmisteasetuksessa (EU) N:o 528/2012 biosidivalmiste määritellään kemialliseksi aineeksi tai seokseksi, ”jonka tarkoituksena on tuhota, torjua tai tehdä haitattomaksi haitallisia eliöitä, estää niiden vaikutusta tai rajoittaa muulla tavoin niiden esiintymistä millä tahansa muulla tavalla kuin ainoastaan fysikaalisesti tai mekaanisesti”.

Mikrobiologista hajoamista estäviä biosideja kutsutaan yleensä säilytysaineiksi. Niitä lisätään rakennustuotteisiin tai niissä käytettäviin materiaaleihin lahoamisen/hajoamisen estämiseksi tai mikro-organismien (sammalet, sienet, bakteerit, levät ja jäkälät) kasvun estämiseksi erilaisilla pinnoilla. EU:n biosidivalmisteasetuksessa määritellyistä 22 biosidivalmistetyypistä viittä käytetään tällä hetkellä rakennusmateriaaleissa: tuotteiden varastoinnissa käytettävät säilytysaineet (tyyppi 6), kalvojen säilytysaineet (tyyppi 7), puunsuoja-aineet (tyyppi 8), kuitujen, nahan ja polymeeristen materiaalien säilytysaineet (tyyppi 9) sekä muuraustuotteiden säilytysaineet (tyyppi 10).

Useimmat biosidit ovat haitallisia ympäristölle ja ihmisten terveydelle, koska ne on suunniteltu vaikuttamaan eliöstöön. Se, altistuvatko ihmiset tai ympäristö niille todellisuudessa, riippuu tuotteen tyypistä ja käyttöpaikasta.

Biosidien terveysriskit

1. Allergiset reaktiot

- Maaleissa olevat biosidit, kuten isotiatsolinonit, voivat laukaista iho- ja hengitystieallergioita erityisesti herkillä henkilöillä (Herman, Aerts ym., 2019).

2. Hormonaaliset vaikutukset

- Tietyt biosidit, kuten triklosaani, voivat häiritä hormonijärjestelmää ja vaikuttaa kilpirauhasen toimintaan sekä lisääntymisterveyteen (Lagadic, Katsiadaki ym., 2018, Chrz, Dvorakova ym., 2023).

3. Neurologiset vaikutukset

- Pitkäaikainen altistuminen biosideille, kuten klooripyrifosille, on yhdistetty kehitys- ja kognitiivisiin häiriöihin (Burke, Todd ym., 2017).

4. Mikrobilääkeresistenssi

- Biosidien liikkäyttö voi edistää resistenttien mikrobikantojen kehittymistä, mikä vähentää biosidien tehoa ajan myötä (Maillard, 2018).

Formaldehydi

Formaldehydi on haihtuva orgaaninen yhdiste (VOC-yhdiste), jolla on selvästi erottuva ominaishaju. Formaldehydillä on paljon käyttökohteita teollisuudessa: sitä käytetään esimerkiksi kuitulevyjen valmistuksessa tarvittavan hartsin valmistamiseen. Formaldehydiä vapautuu myös maalien kaltaisista kemiallisista tuotteista, joissa on formaldehydiä vapauttavia säilöntäaineita. Formaldehydi on yksi yleisimmistä sisäilman epäpuhtauksista, ja sen uskotaan olevan yksi ”sairaana rakennuksen oireyhtymän” aiheuttajista.

Formaldehydin terveysriskit

Formaldehydi on luokiteltu syöpää aiheuttavaksi ja ihoa herkistäväksi aineeksi, ja sen epäillään olevan perimää vaurioittavaa. Työperäisen altistumisen lisäksi ihmiset altistuvat sille pääasiassa hengittäessään sisäilmaa. Altistumisoireita ovat esimerkiksi silmien, nenän ja hengitysteiden ärsytys.

1. Hengitysteiden ärsytys

- Akuutit vaikutukset: lyhytaikainen altistuminen formaldehydille ärsyttää silmiä, nenää ja kurkkua, mikä johtaa polttavaan tunteeseen hengitysteissä, yskään ja silmien vuotamiseen.
- Krooninen altistuminen: pitkäaikainen altistuminen formaldehydille hengityksen kautta voi aiheuttaa jatkuvia hengitysvaikeuksia ja lisätä alttiutta hengitystieinfektioille.

2. Karsinogeeniset riskit

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) luokittelee formaldehydin ryhmän 1 karsinogeeniksi, mikä tarkoittaa, että sen tiedetään aiheuttavan syöpää ihmisille (Khoshakhlagh, Mohammadzadeh et al. 2023).
- Pitkäaikainen altistuminen, erityisesti työympäristössä, liittyy vahvasti nenän ja kurkun syöpiin (Thompson, Gentry et al. 2020).

3. Allergiset reaktiot

- Ihon herkistyminen: formaldehydi voi aiheuttaa allergista kosketushottumaa, jolle on ominaista ihon punoitus, kutina ja ärsytys (Latorre, Borrego ym., 2011).
- Astma ja allergiat: formaldehydialtistus pahentaa astman oireita ja laukaisee allergisia reaktioita erityisesti henkilöillä, joilla on ennestään hengitystiesairauksia tai kemikaaliyliherkkyyksiä (Yao, Liang ym., 2015).

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet)

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH-yhdisteet, ovat suuri ryhmä orgaanisia yhdisteitä, jotka koostuvat useista yhteen liittyneistä aromaattisista renkaista. PAH-yhdisteitä ei tuoteta tarkoituksellisesti, vaan ne liittyvät yleensä hiilen ja raakaöljyn kaltaisiin fossiilisiin luonnonvaroihin sekä niistä valmistettuihin tuotteisiin, kuten bittumiin. PAH-yhdisteitä muodostuu myös orgaanisen aineen palaessa eli esimerkiksi hiiltä, öljytuotteita sekä puu-, puutarha- ja talousjätettä poltettaessa ja metsäpalojen yhteydessä.

PAH-yhdisteitä esiintyy luonnossa maaperässä, vedessä ja ilmassa. Saastuttaessaan maaperää ne vaikuttavat kasvien kasvuun ja pääsevät mahdollisesti ravintoketjuun. Pinta- ja pohjavesissä ja ne aiheuttavat riskejä vesiekosysteemeille. PAH-yhdisteet voivat saastuttaa juomavesilähteitä ja vaikuttaa vesieliöihin, erityisesti kaloihin, suoran altistumisen tai sedimenttiin kertymisen kautta. PAH-yhdisteitä esiintyy ilmassa ajoneuvojen päästöjen, teollisten prosessien ja muiden palamislähteiden vuoksi. PAH-yhdisteet ovat pysyviä epäpuhtauksia eli ne voivat pysyä ympäristössä pitkiä aikoja.

PAH-yhdisteille altistuminen voi tapahtua hengityksen, ihokontaktin tai ruoan kautta. PAH-yhdisteet voivat aiheuttaa syöpää, synnynnäisiä epämuodostumia, kehitys- ja lisääntymisongelmia sekä muita terveysongelmia ihmisille ja eläimille. Ne voivat myös vaikuttaa eri lajien käyttäytymiseen ja fysiologiaan.

PAH-yhdisteiden terveysriskit

1. Karsinogeeniset riskit

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) luokittelee PAH-yhdisteet syöpää aiheuttaviksi yhdisteiksi, ja altistuminen niille voi lisätä syöpäriskiä.

2. Lisääntymishäiriöt

- PAH-yhdisteet voivat aiheuttaa synnynnäisiä epämuodostumia, kehitys- ja lisääntymisongelmia.

3. Allergiset reaktiot

- PAH-yhdisteet voivat ärsyttää silmiä.
- Toistuva ihokosketus naftaleenin (yksi yleisimmistä PAH-yhdisteistä) kanssa voi aiheuttaa ihon punoitusta ja tulehdusta. Suurten naftaleenimäärien hengittäminen tai nieleminen voi aiheuttaa punasolujen hajoamista.

4. Biokertyvyys

- Osa PAH-yhdisteistä on pysyviä ja biokertyviä. Niiden tiedetään olevan rasvakuksia, minkä vuoksi ne kertyvät eliöstöön.

- Biokertyvyyden lisäksi PAH-yhdisteillä on taipumus adsorboitua orgaanisiin hiukkasiin (esim. pölyyn).

5. Akuutit terveysriskit

- PAH-yhdisteille nielemisen kautta altistuminen voi aiheuttaa pahoinvointia ja oksentelua, ripulia ja sekavuutta.

6. Krooniset terveysriskit

- PAH-yhdisteille altistumisen pitkäaikaisia terveysvaikutuksia voivat olla kaihi, munuais- ja maksavauriot sekä keltatauti.

Polyklooratut bifenyylit (PCB-yhdisteet)

Polyklooratut bifenyylit, PCB-yhdisteet, ovat suuri ryhmä erittäin haitallisia orgaanisia klooriyhdisteitä, joita käytettiin ennen laajalti sähkölaitteissa ja muissa teollisuuden laitteissa. PCB-yhdisteitä on käytetty myös rakennusmateriaaleissa, kuten saumausaineissa, tiivisteissä ja loisteputkivalaisimissa, niiden stabiilisuuden ja eristävien ominaisuuksien vuoksi.

Vaikka PCB-yhdisteiden käyttö ja tuotanto on ollut Euroopassa kiellettyä vuodesta 2001 lähtien Tukholman yleissopimuksen nojalla, niitä esiintyy edelleen mm. vanhemmissa sähkö- ja elektroniikkalaitteissa ja rakennuksissa ja ne voivat aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveysriskejä. PCB-yhdisteitä voi vapautua ajan myötä vanhoista tai uudelleenkäytetyistä rakennusmateriaaleista ilmaan, pölyyn tai maaperään, jolloin altistuminen PCB-yhdisteille on mahdollista hengityksen, ihokosketuksen ja nielemisen kautta. PCB-yhdisteet ovat pysyviä ympäristössä eli kestävät hyvin hajoamista (termistä, kemiallista ja biologista), ja niitä esiintyy monissa biologisissa matriiseissa.

PCB-yhdisteiden terveysriskit

PCB-yhdisteillä on taipumus kertyä eliöstöön ja rikastua ravintoketjuihin. Jotkin PCB-kongeneerit häiritsevät eläinten hormonitoimintaa ja lisääntymistä. Muita havaittuja vaikutuksia ovat kehitystoksisuus, neurologiset vauriot, immuunijärjestelmän häiriöt ja maksasairaudet. Dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet ovat tai niiden epäillään olevan syöpää aiheuttavia.

PCB-yhdisteiden pääasiallinen altistumisreitti on PCB-pitoisen ruoan, erityisesti kalan, nauttiminen. Toinen tärkeä altistumisreitti on pölyn hengittäminen vanhoissa PCB-yhdisteitä sisältävissä rakennuksissa.

1. Karsinogeeniset vaikutukset

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) luokittelee PCB-yhdisteet todennäköisiksi ihmiskarsinogeneeneiksi (ryhmä 1) (Assaggaf, Yoo ym., 2022).
- Yhdistetyt syövät: pitkäaikainen altistuminen PCB-yhdisteille on yhdistetty lisääntyneeseen maksa-, sappitie- ja ihosyövän riskiin sekä mahdollisiin yhteyksiin rinta- ja keuhkosyöpään (Recio-Vega, Mendez-Henandez ym., 2013, Niehoff, Zabor ym., 2020).
- Biokertyvyys: PCB-yhdisteet kertyvät rasvakudoksiin, mikä voi johtaa krooniseen altistumiseen jo pienillä pitoisuuksilla (Ellsworth, Mamula ym., 2015, Abella, Perez ym. 2016).

2. Hormonaaliset vaikutukset

- PCB-yhdisteet voivat häiritä kilpirauhashormonijärjestelmää, joka on ratkaisevan tärkeä aineenvaihdunnan, kasvun ja kehityksen säätelylle (Mohammadparast-Tabas, Arab-Zozani ym., 2024).
- Lisääntymisterveys: PCB-yhdisteet voivat häiritä estrogeeni- ja androgeenireittejä, mikä voi johtaa hedelmällisyysongelmiin ja kehityshäiriöihin (Montano, Pironti ym., 2022). PCB-yhdisteet voivat myös läpäistä istukan ja vaikuttaa sikiön kehitykseen, minkä vuoksi ne ovat riski raskaana oleville naisille (Kofoed, Deen ym., 2021).

3. Neurologiset vaikutukset

- Odotusajan ja varhaislapsuuden PCB-yhdisteille altistuminen on yhteydessä neurologisen kehityksen viivästymiseen, mukaan lukien:
 - o Kognitiivisten toimintojen heikkeneminen ja muistin heikkeneminen.
 - o Tarkkaavaisuus- ja käyttäytymisongelmat (Panesar, Kennedy ym., 2020).
- Aikuisilla PCB-altistus liittyy lisääntyneeseen hermostoa rappeuttavien sairauksien, kuten Parkinsonin ja Alzheimerin taudin, riskiin (Hatcher-Martin, Gearing ym., 2012).

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC-yhdisteet, eivät ole ryhmä läheisesti toisiinsa liittyviä kemikaaleja, mutta niiden fysikaaliset ominaisuudet ovat samankaltaisia eli ne ovat helposti haihtuvia jo huoneenlämmössä. VOC-yhdisteet ovat merkittävä huolenaihe rakennusosalalla, koska niitä esiintyy yleisesti rakennustuotteissa (esim. liuottimina tai muina apuaineina) ja -materiaaleissa. VOC-yhdisteet voivat olla tuotteista ja materiaaleista haihtuvia liuotinjäämiä, puukuitulevyistä haihtuvaa formaldehydiä tai elektroniikkalaitteista, muovituotteista, tekstiileistä jne. haihtuvia kemiallisia yhdisteitä. Osion 5 lopussa on esitetty taulukko yksittäisten VOC-yhdisteiden esiintymisestä rakennusmateriaaleissa.

VOC-yhdisteitä vapautuu vähitellen kaasuina erilaisista rakennusmateriaaleista, kuten maaleista, liimoista, lattiapäällysteistä ja huonekaluista. Ne voivat aiheuttaa sekä lyhyt- että pitkäaikaisia terveysvaikutuksia rakennusten käyttäjille, asukkaille tai niissä vieraileville henkilöille. VOC-yhdisteiden niin sanotut lähdeaineet ehtyvät vasta pitkän ajan kuluttua. Ehtymiseen voi kulua useita kuukausia tai jopa vuosia, minkä jälkeen ne eivät enää aiheuta sisäilmahaittoja.

Rakennuksen ilmanvaihto vaikuttaa VOC-yhdisteiden pitoisuuteen. Mitä tehottomampi rakennuksen ilmanvaihto on, sitä korkeampia VOC-yhdisteiden pitoisuudet ja altistumisriski ovat.

VOC-yhdisteiden terveysriskit

Eurooppalaisissa asunnoissa esiintyviä VOC-yhdisteitä koskevassa tutkimuksessa tunnistettiin 65 huolta aiheuttavaa VOC-yhdistettä. Rakennustuotteista vapautuvista ja asuntojen sisäilmassa todetuista 13:sta merkityksellisimmästä ja yleisimmästä VOC-yhdisteestä lähes kaikki vaikuttavat haitallisesti hengityselimiin ja aiheuttavat myös herkistymistä. Jotkin VOC-yhdisteet voivat vahingoittaa sydän- ja verenkiertoelimistöä ja hermostoa, ja ne ovat myös syöpää aiheuttavia. Osion 5 lopussa on esitetty taulukko yksittäisten VOC-yhdisteiden terveysvaikutuksista.

1. Hengitysteiden ärsytys

- VOC-yhdisteiden, kuten bentseenin, tolueenin ja ksyleenin, tiedetään ärsyttävän hengityselimiä. Altistuminen voi aiheuttaa yskää, hengityksen vinkumista ja kurkun ärsytystä erityisesti herkillä henkilöillä, kuten lapsilla ja astmaatikoilla tai allergikoilla.
- Jatkuva altistuminen VOC-yhdisteille voi pahentaa kroonisia hengityselinsairauksia, kuten keuhkoputkentulehdusta ja astmaa. (Sekhar, Govindarajan Venguides-varane ym. 2024)

2. Neurologiset vaikutukset

- Pitkäaikainen altistuminen VOC-yhdisteille, kuten tolueenille, etyylibentseenille ja styreenille, on yhdistetty haitallisiin neurologisiin vaikutuksiin.
- Oireita ovat päänsärky, huimaus, sekavuus ja muistin heikkeneminen, joita usein kutsutaan ”sairaana rakennuksen oireyhtymäksi”.
- Suurille VOC-pitoisuuksille altistuminen voi aiheuttaa koordinaatiokyvyn mentyksen tai jopa keskushermostovaurioita. (Rentschler ja Kodavanti 2024)

3. Karsinogeeniset riskit

- Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (IARC) luokittelee tietyt VOC-yhdisteet, kuten bentseenin ja formaldehydin, ryhmän 1 ihmisille syöpää aiheuttaviksi aineiksi.
- Bentseenille altistuminen on vahvasti yhteydessä leukemiaan ja muihin vereen liittyviin syöpiin.
- Formaldehydi, jota esiintyy yleisesti puristetuissa puutuotteissa ja liimoissa, on yhdistetty nenänielun syöpään ja muihin hengitysteiden pahanlaatuisiin kasvaimiin. (Pan, Liu ym., 2023)

Alkyylifenolit ja alkyylifenolietoksylaatit (AP/APEO)

Alkyylifenolit ovat synteettisten kemikaalien ryhmä, joita käytetään yleisesti lisäaineina rakennusmateriaaleissa. Ne ovat kestäviä, stabiileja ja pinta-aktiivisia. Alkyylifenoleja käytetään usein prosessointikemikaaleina, mutta niiden jäämiä voi jäädä lopputuotteisiin, joista ne voivat vapautua ja aiheuttaa terveysriskejä erityisesti sisätiloissa. Alkyylifenoleja käytetään yleisesti maaleissa, liimoissa, tiivisteissä ja eristysvaahdoissa. Alkyylifenolit, mukaan lukien nonyylifenoli ja oktyylifenoli, voivat kuitenkin aiheuttaa merkittäviä terveys- ja ympäristöriskejä.

Luonnossa alkyylifenolietoksylaatit hajoavat alkyylifenoleiksi, jotka ovat kohtalaisen pysyviä (pysyvämpiä sedimentissä kuin vesipatsaassa) ja biokertyviä. Alkyylifenoleja on löydetty vedestä jätevedenpuhdistamoissa, ja niitä on havaittu myös pintavesissä eri puolilla maailmaa. Rakennusten pinnoilta valuva hulevesi on myös tunnetusti merkittävä alkyylifenolien lähde.

Alkyylifenolien terveysriskit

Alkyylifenolit ovat erityistä huolta aiheuttavia aineita, koska ne häiritsevät hormonitoimintaa, ovat lisääntymiselle vaarallisia nisäkkäille, kaloille ja muille lajeille ja vahingoittavat mahdollisesti hermo- ja immuunijärjestelmää. Alkyylifenoleilla on useita isomeerejä, joilla voi olla erilaisia naissukupuolihormoniin liittyviä vaikutuksia, mikä voi aiheuttaa ekosysteemien heikkenemisriskin.

Ihmiset altistuvat alkyylifenoleille pääasiassa hengittämällä alkyylifenolipitoista sisäilmaa ja pölyä, joka on peräisin erilaisista kulutustavaroista ja muovituotteista tai rakennusmateriaaleista.

1. Hormonaaliset vaikutukset

- Alkyylifenolit voivat matkia estrogeenia, häiritä hormonijärjestelmää ja mahdollisesti johtaa lisääntymisterveyteen liittyviin ongelmiin, kehityshäiriöihin ja kilpirauhasen toimintahäiriöihin (Noorimotlagh, Haghighi ym., 2017).

2. Lisääntymishäiriöt

- Pitkäaikainen altistuminen alkyylifenoleille on yhdistetty hedelmällisyyden heikkenemiseen ja lisääntymiselinten kehityksen muutoksiin (Harrison, Holmes ym., 1997).

3. Pysyvyys

- Alkyylifenolit säilyvät ympäristössä pitkään muuttumattomina ja biokertyvät vesieliöihin päätyen ravintoketjuun, mikä vaikuttaa epäsuorasti myös ihmisten terveyteen (Metcalf, Bayen ym., 2022).

Klooratut fluorihilivedyt (CFC-yhdisteet) sekä osittain halogenoidut kloorifluorihilivedyt (HCFC-yhdisteet)

Klooratut fluorihilivedyt, CFC-yhdisteet, ja osittain halogenoidut kloorifluorihilivedyt, HFCF-yhdisteet ovat ryhmä voimakkaasti otsonikerrosta heikentäviä reagoimattomia kemiallisia yhdisteitä, joita on käytetty jäähdytys- ja ilmastointilaitteissa sekä muissa teollisuuden käyttökohteissa. Lisäksi tiettyjen CFC-yhdisteiden kokonaislämmityspotentiaali on suuri.

Rakennusalalla CFC- ja HCFC-yhdisteitä on käytetty mm. paisuvien eristysvaahtojen ponneaineina sekä kodinkoneiden (pakastimet ja jääkaapit) ja teollisuuslaitteiden kylmäaineina. On arvioitu, että rakennus- ja purkujätteessä sekä rakennuksissa on edelleen suuria määriä CFC-yhdisteitä. Vaikka tehokkaimpien otsonikerrosta heikentävien CFC-yhdisteiden käyttöä on huomattavasti vähennetty maailmanlaajuisesti Montrealin pöytäkirjan hyväksymisen (1987) jälkeen, niitä on edelleen merkittäviä määriä mm. eristysvaahdoissa.

CFC-yhdisteitä vapautuu materiaaleista ilmakehään hitaasti. Tällä hetkellä CFC-yhdisteiden korvikkeena käytetään pääasiassa fluorihilivetyjä, HFC-yhdisteitä. Ne eivät vaikuta otsonikerrokseen yhtä voimakkaasti kuin CFC- ja HCFC-yhdisteet. HFC-yhdisteiden, joiden kokonaislämmityspotentiaali on suuri (yli 150), käyttöä esimerkiksi vaahdotuotteissa, kuten XPS- tai EPS-levyissä sekä kylmäaineina on kuitenkin rajoitettu.

CFC- ja HCFC-yhdisteiden merkittävimmät terveys- ja ympäristövaikutukset liittyvät niiden vaikutukseen otsonikerrokseen ja ilmastonmuutokseen. Otsonikerroksen ohentuessa lisääntynyt UV-säteily voi aiheuttaa terveysongelmia, kuten ihosyöpää ja silmäsairauksia. Lisäksi CFC-yhdisteet ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja, jotka edistävät ilmaston lämpenemistä ja sen mukanaan tuomia haittoja.

CFC-yhdisteiden ympäristö- ja terveysriskit

1. Lisääntynyt UV-säteily

- CFC-yhdisteiden ohentaessa otsonikerrosta, maapallolle pääsee enemmän haitallista UV-säteilyä.

2. Ihosyöpä ja silmätaudit

- Lisääntynyt UV-altistus lisää riskiä sairastua ihosyöpään ja kaihiin sekä muihin silmäongelmiin.

3. Kasvihuoneilmiö

- CFC-yhdisteet ovat tehokkaita kasvihuonekaasuja, jotka edistävät ilmaston lämpenemistä ja sen mukanaan tuomia ongelmia, kuten äärimmäisiä sääilmiöitä ja merenpinnan nousua.

4. Hengitysvaikutukset

- Lyhytaikainen altistuminen CFC-yhdisteille voi aiheuttaa hengitysongelmia.

5. Sydän- ja verisuonivaikutukset

- Joissakin tapauksissa CFC-yhdisteet voivat vaikuttaa sydän- ja verisuonijärjestelmään.

6. Keskushermostovaikutukset

- CFC-yhdisteet voivat aiheuttaa keskushermoston toimintahäiriöitä.

CFC-yhdisteiden haitalliset vaikutukset ovat syynä siihen, että niiden käyttö on kielletty useissa maissa ja korvattu vähemmän haitallisilla aineilla.

HCFC-yhdisteiden ympäristö- ja terveysriskit

1. Lisääntynyt UV-säteily

- Vaikka HCFC-yhdisteet ovat vähemmän haitallisia kuin CFC-yhdisteet, ne voivat silti ohentaa stratosfäärin otsonikerrosta, joka suojaa maapalloa haitalliselta UV-säteilyltä.

2. Ihosyöpä ja silmätaudit

- Lisääntynyt UV-altistus lisää riskiä sairastua ihosyöpään ja kaihiin sekä muihin silmäongelmiin.

3. Kasvihuoneilmiö

- HCFC-yhdisteet ovat kasvihuonekaasuja, jotka edistävät ilmaston lämpenemistä. Niiden lämmitysvaikutus on kuitenkin pienempi kuin CFC-yhdisteillä.

4. Hengitysvaikutukset

- Lyhytaikainen altistuminen HCFC-yhdisteille voi aiheuttaa hengitysongelmia.

5. Ärsytysvaikutukset

- Jotkut HCFC-yhdisteet voivat ärsyttää ihoa ja silmiä.

6. Hormonaaliset vaikutukset

- Eräiden HCFC-yhdisteiden uskotaan vaikuttavan haitallisesti hedelmällisyyteen ja syntymättömään lapseen.

Myös HCFC-yhdisteiden korvaajina on siirrytty käyttämään yhä enemmän kylmäaineita, jotka eivät heikennä otsonikerrosta ja joilla on alhaisempi lämmityspotentiaali, kuten HFC- ja HFO-yhdisteitä (fluorihiilivety- ja hydrofluoro-olefiiniyhdisteet).

Käytetyt lääketieteelliset ja tieteelliset termit

Aineenvaihduntahäiriöt: Tilat, jotka vaikuttavat kehon kykyyn käsitellä energiaa, kuten lihavuus ja diabetes. Liittyy altistumiseen hormonaalisille haitta-aineille, kuten PFAS-yhdisteille, ftalaateille ja bisfenoleille.

Allergeenit: aineet, kuten VOC-yhdisteet tai biosidit, jotka voivat aiheuttaa allergisia reaktioita, kuten ihottumaa, hengitysteiden ärsytystä tai astmaa.

Biokertyvyys: Haitallisten aineiden, kuten PFAS-yhdisteiden tai PCB-yhdisteiden, asteittainen kertyminen elävien organismien kudoksiin ajan myötä, mikä johtaa kroonisiin terveysvaikutuksiin.

Genotoksisuus: Kemikaalien kyky vahingoittaa geneettistä materiaalia (DNA:ta), mikä johtaa mutaatioihin, jotka voivat aiheuttaa syöpää tai perinnöllisiä sairauksia. Esimerkkejä ovat PAH-yhdisteet ja tietyt palonestoaineet.

Hedelmättömyys: Kyvyttömyys saada biologisia jälkeläisiä. Altistuminen hormonaalisille haitta-aineille, kuten ftalaateille, bisfenoleille ja alkyyli-fenoleille, voi edistää hedelmättömyyttä sekä miehillä että naisilla.

Hengitysteiden ärsytys: Hengitysteiden ärsytys tai tulehdus, jonka aiheuttaa altistuminen VOC-yhdisteille, hiukkasille tai formaldehydille ja joka johtaa yskään, hengityksen vinkumiseen ja hengenahdistukseen.

Herkät väestöryhmät: ryhmät, joilla on suurempi riski altistua kemikaaleille, kuten raskaana olevat naiset, vauvat, lapset, vanhukset ja henkilöt, joilla on ennestään alentunut vastustuskyky.

Hiukkaset (PM): Ilmassa leijuvat pienet hiukkaset, jotka voivat joutua hengitysteihin ja aiheuttaa hengitysvaikeuksia. Hiukkasia vapautuu usein rakentamisen aikana tai hajonneista rakennusmateriaaleista. Ihon kautta altistuminen: Prosessi, jossa kemikaalit kulkeutuvat ihon läpi verenkiertoon. Rakennusmateriaalien kemikaalit, kuten ftalaatit ja bisfenolit, päätyä elimistöön tällä tavalla.

Immuunisuppressio: Immuunijärjestelmän heikkeneminen, mikä tekee kehosta alttiimman infektioille. PFAS-yhdisteet ja jotkut palonestoaineet on yhdistetty immuunijärjestelmän häiriintymiseen.

Karsinogeenit: Syöpää aiheuttavat aineet. Monet rakennusmateriaaleissa esiintyvät kemikaalit, kuten formaldehydi, bentseeni ja PCB-yhdisteet, luokitellaan karsinogeeniksi.

Kehityshäiriöt: fyysiseen, emotionaaliseen tai kognitiiviseen kasvuun vaikuttavat ti-
lat, jotka usein liittyvät synnytystä edeltävään altistumiseen kemikaaleille, kuten per-
ja polyfluoratuille alkyylilyhdisteille (PFAS), ftalaateille tai bisfenoleille.

Kilpirauhasen toimintahäiriö: kemikaalien, kuten PFAS-yhdisteiden tai alkyylifeno-
lien, aiheuttama kilpirauhashormonitasojen epätasapaino, joka johtaa oireisiin, ku-
ten väsymykseen, painonnousuun tai kehitysviiveisiin lapsilla.

Kognitiiviset häiriöt: Muisti-, keskittymis- tai ongelmanratkaisuvaikeudet, jotka voi-
vat liittyä altistumiseen hormonaalisille haitta-aineille ja neurotoksisille aineille, ku-
ten ftalaateille ja palonestoaineille.

Krooninen altistuminen: Pitkittynyt tai toistuva altistuminen haitalliselle aineelle
pitkän ajanjakson kuluessa, usein pieninä pitoisuuksina. Tällainen altistuminen voi
kerätä haitallisia aineita elimistöön ja johtaa pitkäaikaisiin terveysvaikutuksiin.

Lisääntymistoksisuus/-myrkyllisyys: Kemikaalien, kuten ftalaattien ja bisfenolien,
aiheuttama haitta lisääntymiselimille tai -toiminnoille. Vaikutuksina voi olla hormo-
naalinen epätasapaino, hedelmättömyys tai kehitysongelmia jälkeläisillä.

Myrkyllisyys/haitallisuus: Missä määrin aine voi vahingoittaa eläviä organismeja.
Rakennusmateriaalit voivat sisältää haitallisia kemikaaleja, kuten raskasmetalleja,
VOC-yhdisteitä tai pysyviä epäpuhtauksia.

Neurologiset kehityshäiriöt: lasten aivojen kehitykseen vaikuttavat ongelmat, ku-
ten alentunut älykkyysosamäärä ja käyttäytymisongelmat, jotka liittyvät usein syn-
nynnäiseen altistumiseen neurotoksisille kemikaaleille, kuten OPFR-yhdisteille ja
PCB-yhdisteille.

Neurotoksisuus: Hermoston vauriot, jotka johtuvat altistumisesta haitallisille kemi-
kaaleille, kuten palonestoaineille, VOC-yhdisteille tai PCB-yhdisteille. Oireita voivat
olla päänsärky, muistihäiriöt tai kehitysviiveet.

Puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet (SVOC): Kemikaalit, jotka haihtuvat hitaammin
kuin VOC-yhdisteet, mutta voivat säilyä sisäilmassa tai pölyssä ja aiheuttaa pitkäai-
kaisia altistumisriskejä. Esimerkkeinä ftalaatit ja palonestoaineet.

Rasvakudos: Kehon rasvan varastointijärjestelmä. Tietyt kemikaalit, kuten pysyvät
orgaaniset yhdisteet (POP-yhdisteet), voivat kertyä rasvakudokseen, mikä johtaa pit-
käaikaiseen altistumiseen ja terveysriskeihin.

Syntymäaikainen altistuminen: altistuminen haitallisille kemikaaleille raskauden
aikana, mikä voi vaikuttaa sikiön kehitykseen ja lisätä synnynnäisten epämuodostu-
mien, alhaisen syntymäpainon ja pitkäaikaisten terveysongelmien riskiä.

Umpierityshäiriöt: Tiettyjen kemikaalien, hormonaalisten haitta-aineiden, aiheutta-
ma luonnollisten hormonijärjestelmien häiriintyminen. Nämä kemikaalit voivat mat-
kia, estää tai muuttaa hormonien tuotantoa, vapautumista, kuljetusta tai toimintaa
kehossa, mikä voi johtaa erilaisiin terveysongelmiin.

Umpieritysjärjestelmä: Kehon hormonitoimintaa säätelevä järjestelmä, joka kont-
rolloi kasvua, lisääntymistä ja aineenvaihduntaa. Kemikaalit, kuten hormonaaliset
haitta-aineet, voivat häiritä tätä järjestelmää, mikä voi johtaa erilaisiin terveysongel-
miin.

Viitteet:

Abou-Donia, M. B., Salama, M., Elgamal, M., Elkholi, I., & Wang, Q. (2016).
Organophosphorus Flame Retardants (OPFR): Neurotoxicity. 2, 1-29. doi:[https://doi.
org/10.15436/2378-6841.16.0221.16.022](https://doi.org/10.15436/2378-6841.16.0221.16.022)

Acir, I.-H., & Guenter, K. (2018). Endocrine-disrupting metabolites of alkylphenol
ethoxylates—A critical review of analytical methods, environmental occurrences, toxicity,
and regulation. 635, 1530-1546. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.079>

Afshari, A., Gunnarsen, L., Clausen, P. A., & Hansen, V. (2004). Emission of phthalates
from PVC and other materials. Indoor air, 14(2).

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2021). Toxicological Profile
of Perfluoroalkyls. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public
Health Service.

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2017). Toxicological profile
for Polybrominated Diphenyl Ether. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human
Services, Public Health Service.

Asikainen, A., Carrer, P., Kephelopoulos, S., E, d. O., Wargocki, P., & Hänninen, O.
(2016). Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe
(HEALTHVENT project). 15. doi:<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0101-8>

Baloyi, N. D., Tekere, M., Maphangwa, K. W., & V, M. (2021). Insights Into the Prevalence
and Impacts of Phthalate Esters in Aquatic Ecosystems. Frontiers in Environmental
Science, 9, 684190. doi:<https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.684190>

Bečanová, J., Melymuk, L., Š, V., Komprdová, K., & J, K. (2016). Screening for
perfluoroalkyl acids in consumer products, building materials and wastes. 164, 322-
329. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.112>

Blum, A., Behl, M., Birnbaum, L. S., Diamond, M. L., Phillips, A., Singla, V., . . . M, V.
(2019). Organophosphate Ester Flame Retardants: Are They a Regrettable Substitution
for Polybrominated Diphenyl Ethers? 6(11), 638-649. doi:[https://doi.org/10.1021/acs.
Estlett.9b00582](https://doi.org/10.1021/acs.Estlett.9b00582)

Bornehag, C.-G., Lundgren, B., Weschler, C. J., Sigsgaard, T., Hagerberg-Engman, L.,
& Sundell, J. (2005). Phthalates in Indoor Dust and Their Association with Building
Characteristics. 113(10), 1399-1404. doi:<https://doi.org/10.1289/ehp.7809>

Brandt, H. C., & de Groot, P. C. (2001). Aqueous leaching of polycyclic aromatic
hydrocarbons from bitumen and asphalt. 35(17), 4200-4207. doi:[https://doi.
org/10.1016/S0043-1354\(01\)00216-0](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00216-0)

den Braver-Sewradj, S. P., van Spronsen, R., & Hessel, E. V. (2020). Substitution of
bisphenol A: a review of the carcinogenicity, reproductive toxicity, and endocrine

disruption potential of alternative substances. *Critical reviews in toxicology*, 50(2), 128-147.

Beard, A. Battenberg, C., Sutker, B. (2021). Flame Retardants. *Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry*. pp. 1–26. doi:10.1002/14356007.a11_123.pub2. ISBN 978-3-527-30385-4.

Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Kleijn, R., & Palm, V. (1997). *Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability*. Leiden, Netherlands: Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy.

Brunn, H., Arnold, G., Körner, W., Rippen, G., Steinhäuser, K. G., & I, V. (2023). PFAS: forever chemicals—persistent, bioaccumulative and mobile. Reviewing the status and the need for their phase out and remediation of contaminated sites. 35, 20. doi:<https://doi.org/10.1186/s12302-023-00721-8>

Burkhard, L. P. (2021). Evaluation of Published Bioconcentration Factor (BCF) and Bioaccumulation Factor (BAF) Data for Per- and Polyfluoroalkyl Substances Across Aquatic Species. 40(6), 1530-1543. doi:<https://doi.org/10.1002/etc.5010>

Burkhardt, M., Kupper, T., Hean, S., Schmid, P., Haag, R., Boller, M., & Rossi, L. (2007). Release of biocides from urban areas into aquatic systems. In *Novatech 2007-6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie/Sixth International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management*. GRAIE, Lyon, France.

Canesi, L., & Fabbri, E. (2015). Environmental Effects of BPA. 13(3), 1559325815598304. doi:<https://doi.org/10.1177%2F1559325815598304>

Carlstedt, F., G, J. B., & C-G, B. (2012). PVC flooring is related to human uptake of phthalates in infants. 23(1), 32-39. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2012.00788.x>

Chupeau, Z., Bonvallot, N., Mercier, F., Le Bot, B., Chevrier, C., & Glorennec, P. (2020). Organophosphorus Flame Retardants: A Global Review of Indoor Contamination and Human Exposure in Europe and Epidemiological Evidence. 17, 6713. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph17186713>

De Buyck, P.-J., Olha, M., Dumoulin, A., Rosseau, D. P., Van Hulle, S.W.H. (2021). Roof runoff contamination: Establishing material-pollutant relationships and material benchmarking based on laboratory leaching tests. 283, 131112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131112>

van Der Schyff, V., Kalina, J., Govarts, E., Gilles, L., Schoeters, G., Castaño, A., ... & Melymuk, L. (2023). Exposure to flame retardants in European children—Results from the HBM4EU aligned studies. *International journal of hygiene and environmental health*, 247, 114070. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114070>

European Chemicals Agency (2021). Assessment of regulatory needs (bisphenols). https://echa.europa.eu/documents/10162/3448017/GMT_109_Bisphenols_Report_public_23502_en.pdf/1bd5525c-432c-495d-9dab-d7806bf34312?t=1647590013566

European Chemicals Agency (2023). Regulatory strategy for flame retardants. Helsinki. doi: DOI: 10.2823/854233, [Report Flame retardants](#)

Fabrega, J., Luoma, S. N., Tyler, C. R., Galloway, T. S., & Lead, J. R. (2011). Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment. *Environment international*, 37(2), 517-531.

Ferdous, Z., & Nemmar, A. (2020). Health impact of silver nanoparticles: a review of the biodistribution and toxicity following various routes of exposure. *International journal of molecular sciences*, 21(7), 2375.

Gasperi, J., Sebastian, C., Ruban, V., Delamain, M., Percot, S., Wiest, L., . . . Gromaire, M. C. (2013). Micropollutants in urban stormwater: occurrence, concentrations, and atmospheric contributions for a wide range of contaminants in three French catchments. 21, 5267-5281. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-2396-0>. Gautam, G. J., & R, C. (2021). Toxic Impact of Alkylphenols on the Fish Reproduction and Endocrine Disruption. 74, 648-659. doi: <https://doi.org/10.1007/s12595-021-00416-z>.

Gupta, K. C., Ulsamer, A. G., & Preuss, P. W. (1982). Formaldehyde in indoor air: Sources and toxicity. 8(1-6), 349-358. doi: [https://doi.org/10.1016/0160-4120\(82\)90049-6](https://doi.org/10.1016/0160-4120(82)90049-6). Halios, C. H., Landeg-Cox, C., Lowther, S. D., Middleotn, A., T, M., & S, D. (2022). Chemicals in European residences – Part I: A review of emissions, concentrations and health effects of volatile organic compounds (VOCs). 839, 156201. doi: <https://doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2022.156201>.

Horn, W., Jann, O., & Wilke, O. (2003). Suitability of small environmental chambers to test the emission of biocides from treated materials into the air. *Atmospheric environment*, 37(39-40), 5477-5483. doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.09.024>.

Janousek, R. M., Lebertz, S., & Knepper, T. P. (2019). Previously unidentified sources of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances from building materials and industrial fabrics. 21, 1936-1945. doi: <https://doi.org/10.1039/C9EM00091G>.

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), 60-72.

Jones, D., & Brischke, C. (2017). *Performance of bio-based building materials*. Woodhead Publishing.

KEMI (2017). Rapport 5/17: Bisfenoler – en kartläggning och analys. Kemikalieinspektionen. Artikelnummer: 361 251. <https://www.kemi.se/publikationer/rapporter/2017/rapport-5-17-bisfenoler---en-kartlaggning-och-analys>.

Khamphaya, T., Pouyfung, P., Kuraeiad, S., Vattanasit, U., & Yimthiang, S. (2021). Current Aspect of Bisphenol A Toxicology and Its Health Effects. 18(21), 408. doi: <https://doi.Org/10.48048/tis.2021.408>.

Kjeldsen, P. (2013). Management of C&D waste from generation to final sink- do w forget the volatile harmful substances. Espoo, Finland: 2nd International Conference on Final Sinks.

Kohler, M. T., Zennegg, M., Seiler, C., Minder-Kohler, S., Beck, M., Lienemann, P., . . . Schmid, P. (2005). Joint Sealants: An Overlooked Diffuse Sources of Polychlorinated Biphenyls in Buildings. 39(7), 1967-1973. doi: <https://doi.org/10.1021/es048632z>.

Konieczna, A., Rutkowska, A., & Rachon, D. J. R. P. Z. H. (2015). Health risk of exposure to Bisphenol A (BPA). Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 66(1).

Lamprea, K., Bressy, A., Mirande-Bret, C., E, C., & Gromaire, M.-C. (2018). Alkylphenol and bisphenol A contamination of urban runoff: an evaluation of the emission potentials of various construction materials and automotive supplies. 25, 21887-21900. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-272-z>.

Lin, W.-T., C-Y, C., Lee, C.-C., Chen, C.-C., & Lo, S.-C. (2021). Air Phthalate Emitted from Flooring Building Material by the Micro-Chamber Method: Two-Stage Emission Evaluation and Comparison. 9(9), 216. doi: <https://doi.org/10.3390/toxics9090216>.

Mahler, B. J., Van Metre, P. C., Bashara, T. J., Wilson, J. T., & Johns, D. A. (2005). Parking lot sealcoat: an unrecognized source of urban polycyclic aromatic hydrocarbons. 39(15), 5560-5566. doi: <https://doi.org/10.1021/es0501565>. McGrath, T. J., Poma, G., Matsukami, H., Malarvannan, G., Kajiware, N., & Covaci, A. (2021). Short-and medium-chain chlorinated paraffins in polyvinylchloride and rubber consumer products and toys purchased on the Belgian market. International journal of environmental research and public health, 18(3), 1069. doi: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph18031069>.

Montano, L., Pironti, C., Pinto, G., Ricciardi, M., Buono, A., Brogna, C., . . . O, M. (2022). Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Environment: Occupational and Exposure Events, Effects on Human Health and Fertility. 10(7), 365. doi: <https://doi.org/10.3390/toxics10070365>.

Muir, D., Stern, G., & Tomy, G. (2000). Chlorinated paraffins. In O. Hutzinger, & J. Paasivirta, The Handbook of Environmental Chemistry Volume 3K. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/3-540-48915-0_8.

Müller, A.; Schmahl, V.; Gschrei, St. (2020). Survey on alternatives for in-can preservatives for varnishes, paints and adhesives. Federal Institute for Occupational Safety and Health. Dortmund, Germany. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Gd103.pdf?_blob=publicationFile&v=4.

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. 709(20), 136125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2019.136125>.

Müller, A., Österlund, H., Nordqvist, K., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study. 680, 190-197. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.088>. Möller, A., Xie, Z., Strum, R., & Ebinghaus, R. (2011). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and alternative brominated flame retardants in air and seawater of the European Arctic. 159(6), 1577-1583. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.054>.

Nagorka, R., Gleue, C., Scheller, C., Moriske, H. J., & Straff, W. (2015). Isothiazolone emissions from building products. Indoor Air, 25(1), 68-78.

Obernosterer, R., & Brunner, P. H. (1997, January). Construction Wastes as the Main Future Source for CFC-Emissions. In Regional and National Material Flow Accounting: From Paradigm to Practice of Sustainability. Proceedings of the ConAccount workshop 21-23 January (pp. 281-285). Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy: Leiden, The Netherlands.

Oliveira, M., Slezakova, K., Delerue-Matos, C., Pereira, M. C., & Morais, S. (2019). Children environmental exposure to particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons and biomonitoring in school environments: A review on indoor and outdoor exposure levels, major sources and health impacts. Environment international, 124, 180-204. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.052>.

Paijens, C., Bressy, A., Frère, B., & Moilleron, R. (2020). Biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. Environmental Science and Pollution Research, 27, 3768-3791. Pantelaki, I., & Voutsas, D. (2019). Organophosphate flame retardants (OPFRs): A review on analytical methods and occurrence in wastewater and aquatic environment. 649, 247-263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.286>.

Reiß, F., Kiefer, N., Noll, M., & Kalkhof, S. (2021). Application, release, ecotoxicological assessment of biocide in building materials and its soil microbial response. Ecotoxicology and Environmental Safety, 224, 112707.

Rudel, R. A., E, C. D., Spengler, J. D., Korn, L. R., & Brody, J. G. (2003). Phthalates, Alkylphenols, Pesticides, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Other Endocrine Disrupting Compounds in Indoor Air and Dust. 37(20), 4543-4553. doi: <https://doi.Org/10.1021/es0264596>.

Saito, I., Onuki, A., & H, S. (2004). Indoor air pollution by alkylphenols in Tokyo. 14(5), 325-332. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00250.x>.

Salhberg, B., Gunnbjörnsdottir, M., Soon, A., Jogi, R., Gislason, T., Wieslander, G., . . . Norback, D. (2013). Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS). 444(1), 433-440. doi: <https://doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2012.10.114>.

Salis, S., Testa, C., Roncada, P., Armorini, S., Rubattu, N., Ferrari, A., ... & Brambilla, G. (2017). Occurrence of imidacloprid, carbendazim, and other biocides in Italian house

dust: potential relevance for intakes in children and pets. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 52(9), 699-709. doi: <https://doi.org/10.1080/03601234.2017.1331675>.

Schettler, T. (2006). Human exposure to phthalates via consumer products. 29(11), 134- 139. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2605.2005.00567.x>

Sharkey, M., Harrad, S., Abdallah, M. A.-E., Drage, D. S., & Berredheim, H. (2020). Phasing-out of legacy brominated flame retardants: The UNEP Stockholm Convention and other legislative action worldwide. 144, 106041. doi: <https://doi.org/10.1016/j.Envint.2020.106041>.

Sharma, V. K., Anquandah, G. A., Yngard, R. A., H, K., J, F., Bouzek, K. B., . . . D, G. (2009). Nonylphenol, octylphenol, and bisphenol-A in the aquatic environment: A review on occurrence, fate, and treatment. 44, 423-442. doi: <https://doi.Org/10.1080/10934520902719704>.

De Silva, A. O., Armitage, J. M., Bruton, T. A., Dassuncao, C., Heiger-Bernays, W., Hu, X. C., ... & Sunderland, E. M. (2021). PFAS exposure pathways for humans and wildlife: a synthesis of current knowledge and key gaps in understanding. Environmental toxicology and chemistry, 40(3), 631-657.

Sinclair, G. M., Long, S. M., & Jones, O. A. (2020). What are the effects of PFAS exposure at evnrionementally relevant concentrations? 258, 127340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.Chemosphere.2020.127340>.

US EPA. (2015). PCBs in Building Materials - Questions & Answers. Retrieved from https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-03/documents/pcbs_in_building_materials_questions_and_answers.pdf.

Tukes. Use and disposal of creosote-treated wood. (Viitattu 4.9.2023) Restrictions on the use of creosote | Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes).

US EPA. (2021). Multi-Industry Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) Study- 2021 Preliminary Report. Washington D.C.

van Mourik, L. M., Gaus, C., Leonards, P. E., & de Boer, J. (2016). Chlorinated paraffins in the environment: A review on their production, fate, levels and trends between 2010 and 2015. 155, 415-428. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.037>.

Venkatraman, G., Giribabu, N., Mohan, P. S., Muttiah, B., Govindarajan, V. K., Alagiri, M., ... & Karsani, S. A. (2024). Environmental impact and human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and remedial strategies: A detailed review. Chemosphere, 351, 141227.

Vojta, Š., Bečanová, J., Melymuk, L., Komprdová, K., Kohoutek, J., Kukučka, P., & Klánová, J. (2017). Screening for halogenated flame retardants in European consumer products, building materials and wastes. Chemosphere, 168, 457-466.

Wahlström, M., Teittinen, T., Kaartinen, T., & van Cauwenberghe, L. (2019). Hazardous substances in construction products and materials: PARADE. Best practices for Pre-demolition Audits ensuring high quality RAW materials.

Wang, M., S, J., Lee, S. H., Chow, A., & Fang, M. (2021). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor environments are still imposing carcinogenic risk. 409, 124531. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124531>.

Wicke, D., Tatis-Muvdi, R., Rouault, P., Zerball-van Baar, P., Dünnbier, U., Rohr, M., & Burkhardt. (2022). Emissions from Building Materials—A Threat to the Environment? 14(3), 303. doi:<https://doi.org/10.3390/w14030303>

World Health Organization. The International Programme on Chemical Safety. 1994
World Health Organization. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Chapter 3 – Formaldehyde. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138711/>.

WWF. (n.d.). Factsheet: Alkylphenols (octylphenol and nonylphenol isomers). Retrieved 09 04, 2023, from https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/fact_sheet_alkylphenols_food.pdf.

Yang, J., Zhao, Y., Li, M., Du, M., Li, X., & Li, Y. (2019). A Review of a Class of Emerging Contaminants: The Classification, Distribution, Intensity of Consumption, Synthesis Routes, Environmental Effects and Expectation of Pollution Abatement to Organophosphate Flame Retardants (OPFRs). 20(12), 2874. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20122874>.

Yang, Y., Chen, P., Ma, S., Lu, S., Yu, Y., & An, T. (2022). A critical review of human internal exposure and the health risks of organophosphate ester flame retardants and their metabolites. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 52(9), 1528- 1560. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389.2020.1859307>

Yang, S., Arcanjo, R. B., & A, N. R. (2021). The effects of the phthalate DiNP on reproduction. 104(2), 305-306. doi: <https://doi.org/10.1093/biolre/ioaa201>.

Ying, G.-G., Williams, B., & Kookana, R. (2002). Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates—a review. 28(3), 215-226. doi: [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00017-X](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00017-X).

Yu, C., Crump, D., & Brown, V. (2009). Exposure risk assessment of the emissions of wood preservative chemicals in indoor environments. CLEAN—Soil, Air, Water, 37(6), 466-474. doi: <https://doi.org/10.1002/clen.200900046>.

Yuan, B., Tay, J. H., Padilla-Sánchez, J. P., & Småstuen Haug, L. d. (2021). Human Exposure to Chlorinated Paraffins via Inhalation and Dust Ingestion in a Norwegian Cohort. 55(2), 1145-1154. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05891>.

Zhao, J. R., R, Z., Tang, J., J, S. H., & Wang, J. (2022). A mini-review on building insulation materials from perspective of plastic pollution: Current issues and natural fibres as a possible solution. 438, 129449. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129449>.

Zhao, J. Y., Zhan, Z. X., Lu, M. J., Tao, F. B., Wu, D., & Gao, H. (2022). A systematic scoping review of epidemiological studies on the association between organophosphate flame retardants and neurotoxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 243, 113973. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113973>.

Zuiderveen, E. A., Slootweg, J. C., & de Boer, J. (2020). Novel brominated flame retardants- A review of their occurrence in indoor air, dust, consumer goods and food. 255, 126816. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126816>.

Tietojen poimiminen arviointijärjestelmästä

Ruotsissa on pitkään valvottu rakennusalalla käytettäviä kemikaaleja luokittelun ja merkintöjen kaltaisilla säädöksillä, arviointijärjestelmillä ja hankintoihin liittyvillä kemikaalivaatimuksilla. Tiedot siitä, mitkä tuoteryhmät rakennusalalla saattavat sisältää haitallisia aineita, saatiin Ruotsin Byggvarubedömningen-arviointijärjestelmästä (BVB). BVB koostuu eri työkaluista sekä rakennustuotteiden tietokannasta, jossa olevien tuotteiden kemikaalipitoisuus ja elinkaarinäkökohdat on arvioitu. Kemikaalipitoisuuden arviointi perustuu materiaali- ja tuotetoimittajien ja -valmistajien ilmoittamiin tietoihin. Tiedot poimittiin kesäkuussa 2023, ja niistä käy ilmi, mitä aineita ja tuotteita tietokannassa oli tuolloin. Tietojen poiminnan tavoitteena oli antaa esimerkkejä tuotteiden sisällöstä keskittyen aiemmin tässä luvussa esitettyihin kemikaaliryhmiin.

Byggvarubedömningenin tietokannasta haettiin tietoja 370 valitusta haitallisesta aineesta. Niistä yli 200 oli peräisin rakennusalalla esiintyvistä erityistä huolta aiheuttavia kemikaaleja (SVHC-aineet) koskevasta tutkimuksesta (Huang ym. 2022). Loput haitalliset aineet valittiin mm. niiden yleisyyden ja ilmastovaikutusten perusteella. Haku koski siis rajattua haitallisten aineiden ryhmää ja sen tulokset ovat esimerkki siitä, minkälaisissa tuoteryhmissä näitä aineita voi esiintyä.

Tuotteiden arviointi BVB:n toimesta on materiaali- ja tuotetoimittajille vapaaehtoista. Tietokannassa on yli 30 000 rakennustuotetta (tilanne elokuussa 2025) sekä ruotsalaisilta että kansainvälisiltä yrityksiltä. Byggvarubedömningen arvioi tuotteet materiaali- ja tuotetoimittajien toimittamien asiakirjojen perusteella. Vaikka tietokannassa on merkittävä määrä arvioituja tuotteita, eivät ne kuitenkaan kata kaikkia Ruotsin tai Euroopan markkinoilla saatavilla olevia tuotteita.

Hakutulokset

BVB:n järjestelmästä löydettiin 230 valituista 370 haitallisesta aineesta. Näistä noin 70 on erityistä huolta aiheuttavien aineiden (SVHC) ehdokasluettelossa tai REACH-asetuksen liitteen XVII rajoitettujen aineiden luettelossa.

Ftalaatit

Haulla löydettiin 10 ftalaatteihin kuuluvaa haitallista ainetta. Yleisimmät ftalaatteja sisältävät tuoteryhmät olivat valaistus-, ilmanvaihto- ja tiivistystuotteet. Yleisin ftalaa-teista oli DINP, jota käytetään usein rajoitetun DEHP-ftalaatin korvikkeena. DINP:tä

löytyi noin 400 tuotteesta, esimerkiksi valaistustuotteista, saniteettituotteista, tiivistysaineista, liimoista, aurinkosuojatuotteista ja joistakin muovisista lattiapäällystetuotteista. Useimpien tuotteiden ftalaattipitoisuus oli < 0,1 %, mutta joidenkin kemiallisten tuotteiden pitoisuus oli yli 20 %.

PFAS-yhdisteet

Noin 1 000 tuotteesta löytyi 11 PFAS-yhdistettä. Yleisin niistä oli teflon (jota oli noin 700 tuotteessa), jonka jälkeen tulivat fluorattu eteenipropeeni ja fluorikumi eli Viton. PFAS-yhdisteitä sisältäviä tuotteita ovat esimerkiksi lämmitys-, saniteetti-, ilmanvaihto- ja valaistustuotteet sekä muut sähkötuotteet. Kaikkien PFAS-yhdisteiden pitoisuudet tuotteissa olivat yleensä alhaisia, < 1 %.

Bromatut palonestoaineet

Kaikkien elektroniikkatuotteiden, myös FR4-piirilevyjen, oletetaan sisältävän bromattuja palonestoaineita. BVB:n tietokannassa elektroniikkatuotteita on noin 3 000. Haun yleisin bromattu palonestoaine oli tetrabromibisfenoli A (TBBPA). Haun perusteella bromattuja palonestoaineita käytetään usein valaistus- ja ilmanvaihtotuotteissa. Useita haettuihin aineisiin kuuluvia palonestoaineita ei löytynyt yhdestäkään tietokannassa olevasta tuotteesta.

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet (OPFR)

BVB:n tietokannasta löydettiin kahdeksan eri orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävää palonestoainetta, mutta vain enintään 50 tuotetta kutakin. Niiden joukossa oli valaistus-, eristys-, paloturvallisuus- ja kemiallisia tuotteita. Joissakin eristystuotteissa palonestoaineita oli suuria määriä, toisissa vain pieniä.

Bisfenolit

Kahta haitallista ainetta, bisfenoli A:ta ja bisfenoli-A-diglysidyylietteriä, löytyi noin 100 tuotteesta. Suurin osa niistä oli kemiallisia tuotteita, ja pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,01–70 %. yhdestäkään tuotteesta ei löytynyt seuraavia bisfenoleja: bisfenoli S, bisfenoli F ja bisfenoli AF.

Raskasmetallit

Metalliseoksissa esiintyy usein lyijyä, kromia, nikkeliä, sinkkiä ja kadmiumia. Hausa niitä löytyi lähinnä sähkötuotteista, saniteettijärjestelmistä, ilmanvaihtotuotteista ja putkiliittimistä. Kadmiumia esiintyi usein seosaineena hyvin pieninä pitoisuuksina (< 0,001 %). Räjähdysaineissa esiintyi muutamia lyijy-yhdisteitä. Kuparia oli jopa 10 000 tuotteessa. Kyse olivat pääasiassa messinkiseoksia sisältävistä tuotteista, joita käytetään valaistustuotteissa (50 % tuotteista oli valaistustuotteita) sekä saniteetti-, ilmanvaihto- ja lattialämmitystuotteissa. Haulla löytyi lisäksi kupariyhdisteitä noin 150 käsitelystä puutuotteesta. Kuparia käytetään biosidinä puunsuoja-aineissa. Puutuotteiden kuparipitoisuudet olivat pääasiassa alle 0,5 %.

Klooratut parafiinit

Keskipitkä- ja pitkäketjuisia kloorattuja parafiineja löytyi noin sadasta tuotteesta. Ne olivat lähinnä valaistustuotteita, tiivistysaineita, kemiallisia tuotteita ja paloturvallisuuden liittyviä tuotteita. Lyhytketjuisia kloorattuja parafiineja ei ilmoitettu olevan yhdestäkään tuotteessa.

Biosidit

Haulla löydettiin 23 biosidejä sisältävää tuotetta. Isotiatsolinonien lisäksi yleisin biosidi oli jodipropyynylibutylikarbamaatti, jota löytyi noin 400 tuotteesta. Tuotteet, joista

5 Yleistä haitallisista aineista

biosidejä löytyi, olivat lähinnä maalituotteita, levymateriaaleja, ulkokalusteita ja leikki-kenttätuotteita. Eniten biosidejä löytyi kemiallisista tuotteista, kuten maaleista ja puu-tuotteista, pääasiassa kuitenkin pieninä pitoisuuksina (< 0,1 %).

Isotiatsolinonit

Säilöntäaineryhmä isotiatsolinonit oli yleinen maalituotteissa, koska vesiohenteisiin maaleihin on lisättävä säilöntäaineita niiden säilyvyyden parantamiseksi. Isotiatsolino-neita löytyi myös esimerkiksi tiivisteistä ja liimoista. Yleisimpiä aineita olivat BIT (bent-sisotiatsolinoni) ja MIT (metyyli-isotiatsolinoni), joita kumpaakin löytyi jopa 2 000 tuot-teesta. Sekä BIT:lle että MIT:lle on CLP-asetuksessa määritetty erityiset pitoisuusrajat. Pitoisuudet tuotteissa olivat pääsääntöisesti raja-arvojen alapuolella.

Triatsolit

Triatsoleja, kuten propikonatsolia ja tebukonatsolia, käytetään usein puutuotteiden säilöntäaineina. Molempia löytyi yhteensä noin 200 tuotteesta, propikonatsolia kui-tenkin yleisemmin. Molempien pitoisuudet olivat alle 0,01 %. Syprokonatsolin käyttö on Ruotsissa kielletty, ja sitä löytyi vain muutamasta tuotteesta.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)

Haussa löydettiin 45 VOC-yhdistettä. Yleisimmät VOC-yhdisteet olivat etyleeniglyko-li ja ksyleeni, joita löytyi noin 400 tuotteesta. Suurin osa etyleeniglykolia sisältävistä tuotteista oli valaistustuotteita ja suurin osa ksyleeniä sisältävistä kemiallisia tuotteita, kuten liimoja, pohjamaaleja ja maaleja. VOC-yhdisteitä löytyi kuitenkin myös eristeistä, kyllästetystä puusta ja levymateriaaleista.

Formaldehydi on yksi yleisimmistä VOC-yhdisteistä. Sitä löytyi noin 150 tuotteesta, usein alle 0,01 % pitoisuuksina. Formaldehydiä oli odotetusti levymateriaalien, ovien ja liimojen kaltaisissa tuotteissa.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) ja kreosootti

PAH-yhdisteitä löytyi noin 400 tuotteesta, lähinnä vedeneristystuotteista ja tiivistys-kerroksista. Joitakin PAH-yhdisteitä, joiden käyttöä on rajoitettu, ei löytynyt yhdestä-kään tietokannan tuotteesta. Kreosootti on koostumukseltaan läheistä sukua PAH-yh-disteille, mutta koska se on hyvin tiukasti säänneltyä, hakutoiminto ei löytänyt yhtään sitä sisältävää tuotetta.

Polyklooratut bifenyylit (PCB-yhdisteet)

PCB-yhdisteiden käyttöä on rajoitettu Ruotsissa yli 40 vuoden ajan, joten hakutoiminto ei löytänyt yhtään niitä sisältävää tuotetta.

Alkyylifenolit

Haulla löydettiin yksi nonyylifenoli, jota esiintyi alle 10 kemiallisessa tuotteessa.

Fluoratut kasvihuonekaasut (F-kaasut)

Kahta eri F-kaasutyyppiä löytyi yhteensä alle 20 tuotteesta. Suurin osa niistä oli tiivis-tys- ja kylmäaineita sekä lämmitys- ja saniteettituotteita.

Isosyanaatit

Isosyanaatteja käytetään pääasiassa polyuretaanimuovin (PUR) valmistuksessa. Niitä käytetään myös muissa muovimateriaaleissa ja esimerkiksi lakoissa, maaleissa, vaah-tomuoveissa ja liimoissa. Isosyanaattien käyttö on säänneltyä, koska altistuminen pie-nillekin määriille voi aiheuttaa terveyshaittoja. Isosyanaatteja löytyi haussa noin 150

tuotteesta, enimmäkseen vedeneristystuotteista, liimoista tai muista kemiallisista tuotteista. Yleisin isosyanaatti oli metyleenidifenyylidi-isosyanaatti (MDI).

Muut aineet

Haulla löydettiin 67 ainetta, joita ei voitu luokitella mihinkään edellä mainituista luo-kista. Näitä olivat esimerkiksi silaanit, vaihtoehtoiset pehmentimet ja erilaiset amiinit.

Viitteet:

Byggsvarubedomningen (2023). <https://byggvarubedomningen.com/>

Huang, L., Fantke, P., Ritscher, A. ja Jolliet, O. (2022). Journal of Hazardous Materials 424 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389421025425>

Huang L., Fantke P., Ritscher A. ja Jolliet O. (2022). Chemicals of concern in building materials: A high-throughput screening. Journal of Hazardous Materials 424.

VOC-yhdisteet rakennusmateriaaleissa	
Kemiallinen yhdiste	Rakennusmateriaali
Asetaldehydi	PVC-pinnoitettu ja pinnoittamaton betoni/tasoite, puulattiapäällysteet ja-listat, komposiittilevyt (MDF, lastulevy), vaneri, jalkalistat, saumavahto, laasti, kattolaatat, kipsi, vinyyli- ja kuitutapetti, polyuretaanikitti (mastic), tapettiliisteri, lateksi- ja kaksikomponenttimaalit, matot (nailonmatot, joissa on PVC-tausta).
Asetoni	Massiivipuu (mänty, tammi, pyökki), vaneri, komposiittilevy (MDF, lastulevy, OSB), tapettiliima, laasti, linoleumi, silikoni, saumavahto, kattolaatat, kipsilevy, viilutettu lastulevy (UV-kovettuva lakka), pintasuihkeet, liimat.
Bentseeni	Kipsilevyt, kaupallisesti saatavilla olevat lattiapäällysteet (PVC-muovista tai polypropeeni- tai polyamidikuiduista valmistetut), pientiheyspolyeteeni, polyuretaanivahto, mattoliima, matot, liuotinpohjaiset puhdistus- ja maalaustuotteet (akryylimaalit ja vesiohenteiset maalit, mattaemulsiot).
Etyylibentseeni	Lattiapäällystemateriaalit (PVC, linoleumi, kumi, polyolefiini), kipsilevyt, matot, vaneri, polyuretaanivahto ja -kitti (mastic), liuotinpohjaiset puhdistus- ja maalaustuotteet, liuotin- ja vesipohjaiset sisäpinnoitteet, mattoliima.
Formaldehydi	Komposiittilevyt (MDF- ja lastulevyt), vaneri, kipsilevyt, kattolaatat, äänieristeet, polyuretaanikitti (mastic), vinyyli- ja kuitutapetit, saumavahto, tapettiliima, tiivistyslaasti, laasti, tapettiliisteri, lateksi- ja kaksikomponenttimaalit, konepesunesteet/pesuaineet, maalit ja pinnoitteet, liimat, huonekalut ja matot. Käytetään liimoissa ja tiivisteissä, pinnoitetuotteissa, täyteaineissa, kiteissä ja laasteissa.
Limoneeni (mukaan lukien d-limoneeni)	MDF-levyt, lastulevyt (viilutetut ja päällystämättömät), lattiapäällysteliima, maalit, monikäyttöiset pinnoitetuotteet, liuottimet ja vesipohjaiset sisäpinnoitteet (kiillotusaineet ja vahat).
m- ja p-ksyleeni	Puulattiat, furfuryylialkoholia sisältävät liuotinpohjaiset puhdistus- ja maalaustuotteet (liuotin- ja vesipohjaiset sisäpinnoitteet), polyuretaanivahto, MDF-levy, kaupallisesti saatavilla olevat kynttilät, konepesunesteet/ pesuaineet, maalit ja pinnoitteet, liimat. Käytetään voiteluaineissa ja rasvoissa, kiillotusaineissa ja vahoissa, liimoissa ja tiivisteissä.
Naftaleeni	Lattiapäällystemateriaalit (PVC, linoleumi, kumi, polyolefiini), polyuretaanivahto.
o-ksyleeni	Puulattiat, furfuryylialkoholia sisältävät liuotinpohjaiset puhdistus- ja maalaustuotteet (liuotin- ja vesipohjaiset sisäpinnoitteet).
Styreeni	Puulattiat, lattiapäällystemateriaalit (PVC- linoleumi, kumi, polyolefiini), polyuretaanivahto ja -kitti (mastic), kumi- ja epoksiliimat, MDF-levyt, matot (nailon ja polypropeeni SBR-liimalla), polystyreenivahto, liuotinpohjaiset puhdistus- ja maalaustuotteet, liuottimet ja vesipohjaiset sisäpinnoitteet.
Tolueeni	Lattiapäällystemateriaalit (PVC, linoleumi, kumi, polyolefiini), mattojen taustat, polyuretaanivahto, vinyylilattiapäällysteet, kipsilevyt, MDF-levyt, maalit, liimat, tiivistysaineet, muut kuin metallipohjaiset pintakäsittelytuotteet, matot, huonekalut yleensä.
Mesityleeni (1,2,4- ja 1,3,5-trimetyylibentseeni)	Lattiapäällystemateriaalit (PVC, linoleumi, kumi, polyolefiini)
a-pineeni	MDF-levyt, lastulevyt (viilutetut ja päällystämättömät), lattiapäällysteliimat, nailonmatot PVC-pohjalla, liuotinpohjaiset sisäpinnoitteet.

VOC-yhdisteiden terveysvaikutukset					
	Hengityselimet	Sydän- ja verenkiertoelimistö	Neurotoksiset vaikutukset	Karsinogeeniset vaikutukset	Ärsytys
Asetaldehydi	K	E	E	K	K
Asetoni	K	K	K	E	K
Bentseeni	E	K	K	K	K
Etyylibentseeni	K	E	K	K	K
Formaldehydi	K	E	E	K	K
Limoneeni (mukaan lukien d-limoneeni)	E	E	E	E	K
m- ja p-ksyleeni	K	K	K	E	K
Naftaleeni	K	E	K	K	E
o-ksyleeni	K	K	K	E	K
Styreeni	K	Ei havaittu	K	K	K
Toluneeni	K	K	K	E	K
Mesityleeni (1,2,4- ja 1,2,5-trimetyylibentseeni)	K	E	K	Ei havaittu	K
a-pineeni	E	E	E	E	K

6 Kemikaaleja ja rakentamista koskeva lainsäädäntö Itämeren alueella



Johdanto kemikaaleja ja rakentamista koskevaan lainsäädäntöön

Sekä kuluttajat että rakennusalan ammattilaiset odottavat voivansa huoletta käyttää kaikkia markkinoilla saatavilla olevia kemikaaleja ja rakennusmateriaaleja. Niiden ei pitäisi sisältää mitään haitallisia aineita eli aiheuttaa riskejä ihmisten terveydelle ja ympäristölle. Onko tämä odotus realistinen? Asia ei ole aina selkeä, erityisesti kun on kyse kemikaalien sekoituksesta monimutkaisessa rakenteessa eli rakennuksesta, joka koostuu useista eri materiaaleista, päällysteistä, verhouksista.

Jotta voidaan arvioida, suojaako voimassa oleva lainsäädäntö kuluttajia ja rakennusalan ammattilaisia tehokkaasti haitallisilta aineilta, tässä luvussa on esitetty yleiskatsaus EU:n ja Itämeren alueen valtioiden ympäristöä, rakentamista, kemikaaleja sekä turvallisuutta ja terveyttä koskeviin säädöksiin.

Kuluttajat saavat tietoa materiaalien ja tuotteiden ilmastovaikutuksista viimeistään, kun ne ovat läpäisseet virallisen lupaprosessin. Ilmastovaikutusten arviointi ja oikeudellinen kehys on pääosin järjestetty ja vakiintunut EU:n tasolta kansalliselle tasolle (ks. rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, Energy Performance of Buildings Directive EPBD). Ilmastonsuojeluvaatimuksia koskeva lainsäädäntö on siksi jätetty tämän luvun ulkopuolelle.

Kiertotalous on järkevää vain silloin, kun haitalliset aineet eivät leviä yksittäisistä tuotteista koko prosessiin, koska kierrätysmateriaaleista valmistetuissa tuotteissa olevia epäpuhtauksia on käytännössä mahdoton jäljittää. Haitallisten aineiden käytön tehokas estäminen lainsäädännön keinoin on näin ollen avainasemassa kiertotaloudessa.

Euroopassa on yksi maailman edistyneimmistä kemikaalilainsäädännöistä. Sen perustana ovat REACH (Regulation on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction on Chemicals eli asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista) ja CLP (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures eli asetus aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta), joiden tarkoituksena on suojella ihmisten terveyttä ja ympäristöä.

CLP-asetuksessa määritetään, miten tunnistetaan, onko kemikaalilla haitallisia ominaisuuksia (luokitus) ja miten luokitellut aineet on merkittävä ja pakattava.

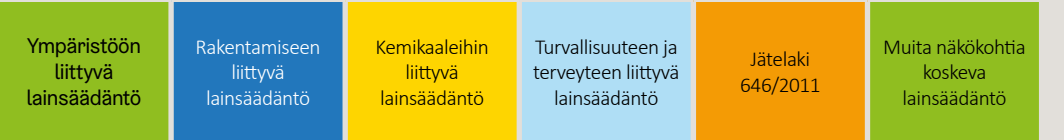
REACH-asetuksen mukaan kemikaalien valmistajien ja maahantuojien on rekisteröitävä kemikaalit. Tähän sisältyy tietojen toimittaminen aineiden aiheuttamista vaaroista sekä arvio luokiteltujen aineiden mahdollisista riskeistä.

Euroopan kemikaalivirasto ECHA on tärkein REACH-asetuksen täytäntöönpanon hallinnoinnista vastaava toimielin. Euroopan kemikaalivirasto muun muassa hallinnoi aineiden rekisteröintiä ja ylläpitää rekisteröityjen kemiallisten aineiden tietokantaa , arvioi tietyn osan rekisteröintiasiakirjoista, koordinoi jäsenvaltioiden suorittamaa aineiden arviointia ja hoitaa REACH-asetuksen mukaista lupamenettelyä. ECHA:n tietokantaa voi käyttää apuna kemiallisia aineita koskevien tietojen hankinnassa. Suomenkielinen verkkosivu: [Euroopan kemikaaliviraston kotisivu - ECHA](#). ECHA:n lisäksi kullakin jäsenvaltiolla on vastuulliset toimielimet, joiden tehtävänä on panna täytäntöön (ja valvoa) EU:n kemikaalipolitiikkaa kansallisella tasolla.

Vaikka REACH-asetusta pidetäänkin yhtenä maailman edistyksellisimmistä kemikaalisäädöksistä, se ei kuitenkaan pysty estämään sitä, etteikö kemikaaleista (ja kemikaalien sekoituksista) voisi aiheutua riskejä ihmisten terveydelle ja ympäristölle tai että ne voivat vaikuttaa heikentävästi sisäilman laatuun.

Kansallisia lakeja ja asetuksia, jotka liittyvät haitallisiin aineisiin ja niiden aiheuttamien riskien välttämiseksi rakennustoiminnassa, rakennusten käytön aikana tai rakennusten purkamisen jälkeen, on useassa eri luokassa.

Kuva 74.
Rakentamista ja kemikaaleja koskevan lainsäädännön eri alat.



Rakentamiseen ja haitallisiin aineisiin liittyvä kansallinen lainsäädäntö voi liittyä ympäristöön, rakentamiseen yleisesti, kemikaaleihin, terveyteen ja turvallisuuteen sekä muihin näkökohtiin, kuten jäte- ja vesihuoltoon.

Rakentamiseen yleisesti liittyviin säännöksiin, kuten rakennusmääräyksiin, voi sisältyä enemmän tai vähemmän tiukkoja rakentamisessa käytettäviä kemikaaleja koskevia määräyksiä. Alun perin rakennusmääräykset palvelivat rakennusten palontorjunnan ja vakauden varmistamisen kaltaista tyypillistä vaarojen torjuntaa. Rakennuskemikaaleja koskevat säännökset ovat kuitenkin usein yleisluontoisia ja puutteellisia.

Rakentamisen näkökulmasta työterveys- ja turvallisuusmääräykset ovat usein kemikaaleja koskevia säännöksiä merkittävämpiä. Myös ympäristönsuojelua koskevat määräykset (mukaan lukien ilman-, maaperän ja vesiensuojelu) voivat olla tehokkaita, jos ne asettavat haitallisille aineille normeja, joita myös rakennusalan on noudatettava.

Kuvassa 75. on esimerkkejä eri luokkiin kuuluvista kansallisista laeista ja asetuksista Itämeren alueen maissa. Esimerkiksi haitallisten aineiden käsittelyä rakennustyömailla koskevia teknisiä määräyksiä on lukemattomia. Sen vuoksi kuvassa on esitetty vain esimerkinomainen yleiskatsaus, joka selkeyttää nykyisen lainsäädännön päälinjat ja valitettavasti myös sen puutteet. Laajempi katsaus Itämeren alueen maiden haitallisia aineita ja rakentamista koskevista säännöksistä seuraa myöhemmin.

Kuva 75.
Yhteenvedo kemikaaleja ja rakentamista koskevasta lainsäädännöstä Itämeren alueella.

Kansallinen lainsäädäntö							
Suomi	Viro	Latvia	Liettua	Ruotsi	Saksa	Tanska	Puola
Ympäristön-suojelulaki 527/2014	Ympäristölaki		Ympäristön-suojelulaki	Ympäristölaki (1988;808)	Ympäristön-suojelulait	Ympäristön-suojelulaki	Ympäristölaki
Rakentamislaki 751/2023	Rakennusmääräys-kokoelma	Rakennuslaki	Rakennuslaki	Rakennus-määräykset	Rakennuslaki	Byggeloven-rakennuslaki	Rakennuslaki
Kemikaalilaki 599/2013	Kemikaalilaki		Laki kemiallisista aineista ja valmisteista	Kemikalie-inspektionenin määräykset	Kemikaalilaki		
Terveys-suojelulaki 763/1994	Työterveys- ja turvallisuuslaki		Laki työterveydestä ja -turvallisuudesta	Arbetsmiljö-verketin määräykset	Työturvallisuus-lait	Työterveys- ja turvallisuuslaki	
Jätelaki 646/2011	Laki tuoteyhteen-sopivuudesta	Laki tavaroiden ja palvelujen turvali-suudesta	Peruspaloturvalli-suusvaatimukset	Jäteasetus (202;614)	Laki aineiden suljetun kierron hallinnasta		Vesilaki / elvyttämislaki

Yksinkertaistettu esitys säädösesimerkeistä antaa liian vähän tietoa siitä, mitkä sää-dökset tai säädösten yhdistelmät täyttävät kuluttajien odotukset haitta-aineettomista rakennusmateriaaleista. Lainsäädäntö ei myöskään täysin estä haitallisten aineiden käyttöä rakennusmateriaaleissa. Kuluttajien odotusten ja rakennusmateriaaleissa esiintyvien haitallisten aineiden välisen kuilun kurominen umpeen on edelleen tär-keää.

Itämeren alueen maiden kemikaaleja ja rakentamista koskevia säädöksiä

Euroopan Unionin asetukset

REACH-asetus (EY) nro 1907/2006

Biosidiasetus (EU) N:o 528/2012

Asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (POP-yhdisteet) (EG) nro 850/2004

Asetus (EU) N:o 305/2011 CE-merkinnästä
Sääntelee rakennusmateriaalien ja -tuotteiden CE-merkinnästä rakennustuoteasetuk-sen mukaisesti.

Direktiivi EPNDir 2004/42/EY
Direktiivi orgaanisten liuottimien käytöstä tietyissä maaleissa ja lakoissa sekä ajo-neuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta ja direktiivin 1999/13/EY muuttamisesta.

Latvia

Rakennuslaki
Latvian rakennuslaki määrittelee rakennushankkeeseen osallistuvien väliset suhteet sekä heidän oikeutensa ja velvollisuutensa rakennushankkeessa sekä valtionhallinnon ja paikallisten viranomaisten toimivallan rakennusalalla. Rakennuslaki edellyttää, että syntyvä rakennus täyttää tehtävänsä, määritellyn taloudellisen hyödyn, suunnitellun käyttöiän ja asiaankuuluvat säädökset. Lakia sovelletaan kaikenlaisiin rakennuksiin.

Rakentamista säännellään Latviassa rakennuslailla, siviililailla, muilla laeilla ja asetuk-silla sekä Latviaa sitovilla kansainvälisillä sopimuksilla. Ministerineuvosto on antanut tämän lain täytäntöönpanoa varten yleiset rakennusmääräykset nro 500, rakennus-normit ja muut normatiiviset säädökset.

Yleiset rakennusmääräykset, valtioneuvoston asetus nro 500
Yleiset rakennusmääräykset määrittelevät yleiset vaatimukset rakennusprosessin pää-vaiheille, mukaan lukien suunnittelu, rakennustöiden toteutus ja valvonta jne.

Rakennusmääräykset, valtioneuvoston asetus nro 529
Asetus asettaa vaatimukset rakentamisen aloitus- ja aloitusvaiheen dokumentoinnille sekä rakennusprosessin järjestämismenettelyille, mukaan lukien ympäristöolosuhteet, rakennusprosessin laadunvalvonta jne.

Rakennustuotteiden markkinavalvonta, valtioneuvoston asetus nro 156
Asetus asettaa erilaisia velvoitteita rakennustuotteiden valmistajalle, maahantuojalle, jakelijalle tai valmistajan valtuutetulle edustajalle sekä määrittelee rakennustuot-teiden näytteenottomenettelyn. Asetuksessa säädetään tuotteiden ja materiaalien testauksesta (menettely rakennustuotteiden vaatimustenmukaisuutta koskevien vaatimusten asettamiseksi, rakennustuotenäytteiden pyytämiseksi ja vastaanottami-

seksi, laboratorio- tai muun asiantuntijatutkimuksen suorittamiseksi sekä siitä, milloin asiantuntijatutkimuksen kustannuksista vastaa rakennustuotteen valmistaja, maahan-tuoja tai jakelija).

Kemikaalilaki

Kemikaalilaki sääntelee yritysten toimintaa kemikaalien ja seosten sekä biosidien osalta. Laki sisältää viittaukset REACH-, CLP-, POP-asetuksiin sekä muihin asiaankuulu-viin EU-säädöksiin, jotka sääntelevät kemikaaleja. Laki määrittää vaatimuksen ylläpitää vaarallisten kemikaalien luetteloa sekä Latviassa käytettyjen ja maahantuotujen ainei-den luetteloa. Laki myös määrittelee eri instituutioiden vastuualueet.

Ilmansuojelulaki

Ilmansuojelulaki asettaa tavoitteet ilmansaasteiden päästöjen vähentämiselle yleisesti sekä menettelyn päästöjen vähentämistä koskevan toimintaohjelman laatimiseksi ja ilmansaasteiden päästöjen kirjaamiseksi. Ilmansuojelulaki keskittyy teollisuuden ja muun saastuttavan toiminnan hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen.

Ympäristönsuojelulaki

Latvian ympäristönsuojelun ja -hallintajärjestelmän päänäkökohtia sääntelevä puitela-ki

Määräykset tiettyjen tuotteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC-yhdisteet) päästöjen rajoittamisesta, valtioneuvoston asetus nro 231

Määräykset määrittävät useiden rakennusmateriaalien VOC-pitoisuuksien raja-arvot, esimerkiksi maalien ja lakkojen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuuk-sien enimmäisraja-arvot sekä ajoneuvojen viimeistelymateriaalien haihtuvien orgaa-nisten yhdisteiden pitoisuuksien raja-arvot. Muita materiaaliryhmiä tämä asetus ei kata.

Työsuojelulaki

Työsuojelulaki määrittää työsuojelun yleiset periaatteet, työnantajien ja työntekijöi-den velvollisuudet ja oikeudet, valtion laitosten toimivallan sekä työsuojelun valvontaa ja tarkastusta koskevat säännökset.

Rakennustöiden työsuojeluvaatimukset, valtioneuvoston asetus nro 92

Asetus asettaa yleiset vaatimukset työsuojelulle, mutta ei sisällä erityisiä tai yksityis-kohtaisia vaatimuksia kemikaaleille.

Latvian rakennusstandardia LBN 231-15 Asuin- ja julkisten rakennusten lämmitys ja ilmanvaihto koskevat määräykset, valtioneuvoston asetus nro 310

Asetus määrittää sisäilman laadun indikaattorit CO₂-pitoisuuden osalta. Ei aseta rajoi-tuksia kemikaalipitoisuuksiin liittyen.

Työsuojeluvaatimukset työpaikoilla, valtioneuvoston asetus nro 359

Ei erityisvaatimuksia asuinrakennuksille. Asetus sisältää useita vaatimuksia myös suljettujen työtilojen ilmanvaihdesta ja rajoitukset sisäilman kemikaalipitoisuuksille tilojen käyttäjien turvallisuuden varmistamiseksi.

Työsuojeluvaatimukset koskien työperäistä altistumista kemiallisille aineille, valtio-neuvoston asetus nro 325

Asetus määrittää työympäristön ilmassa olevien kemiallisten aineiden työperäisen

altistumisen raja-arvot (Occupational Exposure Value, OEV) ja menettelyn kemiallisen aineen pitoisuuden määrittämiseksi työympäristön ilmassa (kemikaaliluettelo/sallittu enimmäispitoisuus).

Työsuojeluvaatimukset koskien työperäistä altistumista syöpää aiheuttaville aineil-le, valtioneuvoston asetus nro 803

Asetus sisältää työperäisen altistumisen raja-arvot (OEV) karsinogeeneille (luettelo karsinogeeneistä / suurin sallittu pitoisuus ilmassa).

Tavaroiden ja palveluiden turvallisuutta koskeva laki

Laki asettaa yleiset vaatimukset tavaroiden ja palveluiden turvallisuudelle. Ei mainin-taa rakentamisesta tai kemikaaleista.

Liettua

Laki kemiallisista aineista ja kemiallisista seoksista, nro VIII-1641, 2000

Laki määrittää yleiset vaatimukset kemiallisten seosten tuotannolle, viennille, käytölle, markkinoille toimittamiselle ja muulle kemiallisten aineiden käsittelylle. Laki koskee sekä yksittäisiä kemikaaleja että kemiallisia seoksia ja tuotteiden sisältämiä kemikaa-leja. Lakia sovelletaan yhdessä muun tässä laissa mainitun Euroopan unionin lainsää-dännön kanssa.

Rakennuslaki, nro I-124, 1996

Rakennuslaki määrittää kaikki Liettuan tasavallan alueella rakennettaville, uudelleen-rakennettaville ja korjattaville rakennuskohteille asetettavat olennaiset vaatimukset, mm. rakennusten energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset.

Asetus paloturvallisuuden perusvaatimusten hyväksymisestä, nro 1-338, 2010

Asetus määrittelee rakenteiden paloturvallisuussuunnitteluvaatimukset (standardit), rakennusmateriaalien ja rakennusten paloturvallisuusluokituksen sekä rakennusten paloturvallisuusvaatimukset. Asetus liittyy standardeihin, joissa asetetaan vaatimuksia alennetulle syttyvyydelle (palonsuojaus).

Hygieniastandardi HN 35:2007 “Kemiallisten aineiden (epäpuhtauksien) suurin sal-littu pitoisuus sisäilmassa”, 2007

Hygieniastandardi HN 35:2007 sisältää raja-arvot sisäilman monille VOC-yhdisteille, mutta myös muille yhdisteille, kuten muutamille ftalaatteille ja muille kemikaaleille.

Hygieniastandardi HN 105:2004 ”Polymeeriset rakennusmateriaalit ja polymeeriset huonekalumateriaalit”, 2004

Hygieniastandardi Nro V-895 koskee polymeerirakennustuotteita, joita käytetään asuin-, julkisten, tuotanto- ja teollisuusrakennusten rakentamisessa sekä sisustus- ja polymeerihuonekalumateriaaleissa. Hygieniastandardi HN 105:2004 määrittää Liettu-an tasavallan markkinoille toimitettavien polymeerirakennustuotteiden ja polymeeri-huonekalumateriaalien turvallisuus- ja terveysvaatimukset.

Asetus STR 2.01.01(2):1999 ”Rakentamista koskevat oleelliset vaatimukset - palotur-vallisuus”, 1999

Asetus STR 2.01.01(2):1999 määrittää rakennusten paloturvallisuusvaatimukset, mut-ta ei koske esim. palonsuoja-aineita ja niiden kemiallista koostumusta.

Tekniset rakennusmääräykset STR 2.02.01:2004 - asuinrakennukset, 2004

Määräyksissä STR 2.01.01(2):1999 ei ole erityisiä vaatimuksia liittyen rakentamisen tai rakennusmateriaalien kemikaaleihin.

”Asbestin purkamista, rakenteissa olevien rakennusten, rakenteiden tai asbestin poistotöitä suorittavien yritysten pätevyysvaatimukset” hyväksymisestä, 2005

Lakisääteiset velvollisuudet muodostavat rikosoikeudellisen vastuun, mikä tarkoittaa, että rikoksentekijä voidaan asettaa syytteeseen ja saattaa tuomioistuimen eteen vastaamaan väitetyistä rikoksista siviilioikeudellisen vastuun lisäksi.

Ruotsi

Ruotsin rakennusmääräykset
Ruotsin rakennusmääräysten tarkoituksena on edistää yhteiskunnallista kehitystä tarjoamalla yhtäläiset ja asianmukaiset elinolosuhteet sekä puhdas ja kestävä elinympäristö sekä nyky-yhteiskunnan ihmisille että tuleville sukupolville.

Kaavoitus- ja rakennuslaki, PBL, 2010:900

Kaavoitus- ja rakennusasetus, PBF, 2011:338

Boverketin rakennusmääräykset, BBR, 2011: 6, luku 6.1
BBR koostuu pakollisista määräyksistä, jotka tulee täyttää, sekä yleisistä suosituksista, jotka kertovat, kuinka pakolliset määräykset voidaan täyttää. Myös muita ratkaisuja kuin yleisissä suosituksissa mainitut voidaan käyttää, mutta se edellyttää laajempaa tarkastusta ja varmistusta, että pakolliset määräykset täyttyvät.

Rakennukset ja niiden asennukset on suunniteltava siten, että ilman ja veden laatu sekä valo-, kosteus-, lämpötila- ja hygieniaolosuhteet ovat tyydyttävät rakennuksen käyttöiän ajan ja siten vältetään ihmisten terveydelle aiheutuvat haitat. Määräyksen 6:11 mukaan rakennuksessa käytettävät materiaalit ja rakennustuotteet eivät saa itsessään tai käsittelynsä kautta vaikuttaa haitallisesti sisäympäristöön tai rakennuksen välittömään ympäristöön, kun niiden toiminnalliset vaatimukset täyttyvät.

Ruotsin ympäristölaki, 1998:808
Vuonna 1999 voimaan tulleeseen kattavaan ja perustavanlaatuiseen Ruotsin ympäristölakiin yhdistettiin 15 vanhan lain ympäristöä koskevat määräykset. Ympäristölaki on jaettu seitsemään osioon, joista jokainen on jaettu lukuihin (yhteensä 33) ja luvut lähes 500 kappaleeseen. Luku 2 määrittelee yleiset ympäristövelvoitteet ja -vaatimukset. Luku 9 käsittelee ympäristölle vaarallisia toimintoja ja terveydensuojelua. Luku 10 käsittelee maa- ja vesialueita, rakennuksia ja rakenteita, jotka ovat niin pilaantuneita, että ne voivat aiheuttaa haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Luvussa 10 säädetään erityisesti pilaantumisen tutkimus- ja jälkikäsittelyvastuusta.

Varotoimenpiteet
Luku 2, kappale 2. Jokaisen, joka harjoittaa tai aikoo harjoittaa tätä lakia koskevaa toimenpidettä, on osoitettava, että tästä luvusta johtuvia velvoitteita on noudatettu. Tämä koskee myös henkilöitä, jotka ovat harjoittaneet toimintaa, joka on saattanut aiheuttaa vahinkoa tai haittaa ympäristölle. Velvoitteita ovat määrätyt suojelutoimenpiteet, rajoitusten noudattaminen ja ryhtyminen varotoimenpiteisiin, jotka ovat tarpeen estääkseen tai torjuakseen sen, että toiminta tai toimenpide aiheuttaa vahinkoa tai haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Samasta syystä ammatillisessa toiminnassa on käytettävä parasta mahdollista tekniikkaa. Näihin varotoimenpiteisiin on ryhdyttävä heti, kun on syytä olettaa, että toiminta tai toimenpide voi aiheuttaa vahinkoa tai haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Tässä luvussa toimenpiteillä tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka eivät ole yksittäistapauksissa merkitykseltään vähäisiä.

Korvaavat tuotteet
Luku 2, kappale 6. Jokaisen, joka harjoittaa tai aikoo harjoittaa tätä lakia koskevaa toimenpidettä, on vältettävä sellaisten kemiallisten tuotteiden tai bioteknologisten organismien käyttöä tai myyntiä, jotka voivat aiheuttaa riskejä ihmisten terveydelle tai ympäristölle, jos ne voidaan korvata sellaisilla tuotteilla tai organismeilla, joiden voidaan olettaa olevan vähemmän vaarallisia. Vastaavat vaatimukset koskevat materiaaleja ja tuotteita, jotka sisältävät kemiallista ainetta tai bioteknologista organismia tai joita on käsitelty niillä (Laki ympäristölain muuttamisesta 2006:1014).

Tiedonhankintavelvollisuus
Luku 2, kappale. Jokaisen, joka harjoittaa tai aikoo harjoittaa tätä lakia koskevaa toimenpidettä, on hankittava tarvittavat tiedot toiminnan tai toimenpiteen luonne ja laajuus huomioon ottaen suojellakseen ihmisten terveyttä ja ympäristöä vahingoilta tai haitoilta.

Työympäristölaki, SFS 1977:1160
Työympäristölaki määrittelee työnantajien ja muiden työturvallisuudesta vastaavien velvollisuuksista ehkäistä työtapaturmia ja sairauksia. Lisäksi laissa on määräyksiä työnantajan ja työntekijän välisestä yhteistyöstä, esimerkiksi työsuojeluvaltuutetun toimintaa koskevista säännöistä.

Työaikalaki, SFS 1982:673
Työaikalaki säätelee työaikoja ja se koskee kaikkea Ruotsissa tehtävää työtä. Alle 18-vuotiaita koskevat erityissäännöt.

Kemialliset työympäristön riskit, määräykset AFS 2011:19
Määräykset määrittelevät työympäristön vaatimukset työpaikoilla, joilla on kemiallisia riskejä. Vaatimuksiin kuuluvat esimerkiksi riskien selvittäminen ja arviointi, toimenpiteiden toteuttaminen sekä kemikaalisäiliöiden ja putkistojen merkitseminen. Määräykset sisältävät 18 erillissäännöstä.

Saksa

Kemikaalilaki

Kemikaalien kieltoasetus
Kemikaalien kieltoasetus sisältää ainerajoitukset siltä osin kuin ne ylittävät eurooppalaiset säännökset.

Korvaavia rakennusmateriaaleja koskeva asetus

Puujäteasetus

Aineiden suljetun kierron hallintalaki

Vaarallisia aineita koskevat tekniset säännöt

Rakennustekniset määräykset

HBauO (Hampurin rakennusmääräykset) Jokaisella liittovaltiolla on omat liittovaltiotasoiset rakennusmääräykset.
Työntekijöiden suojelulait Yleinen yhdenvertaisen kohtelun laki (AGG) kieltää työntekijöiden syrjinnän rodun, etnisen alkuperän, sukupuolen, uskonnon, vammaisuuden, iän tai seksuaalisen suuntautumisen perusteella. Irtisanomissuojalaki tarjoaa vahvan suojan perusteetonta irtisanomista vastaan ja edellyttää irtisanomiselle päteviä syitä. Lisäksi työaikalaki säätelee työaikaa, ja Saksan laki määrää palkalliset lomapäivät ja vanhempainloman.
Vaarallisia aineita koskeva asetus Rakennustuotteissa käytettäviin teollisuuskemikaaleihin ja biosiditehoaineisiin sovelletaan EU:n kemikaaliasetuksen REACH ja EU:n biosidiasetuksen yleisiä säännöksiä. Lisäksi on noudatettava POP-asetusta ja Decopaint-direktiiviä.
REACH-kemikaaliasetuksen mukaan kemikaalien valmistajien ja maahantuoja on rekisteröitävä ne Euroopan kemikaaliviraston tietokantaan tietyn määräjän kuluessa. Rekisteröinti edellyttää yleensä kemikaalien käytön riskien ja turvallisten käyttöolosuhteiden analysointia. Useimpien rakennustuotteisiin lisättävien kemikaalien osalta ei siksi ole mahdollista antaa yleistä lausuntoja siitä, voidaanko niitä käyttää ja missä määrin, vaan se on arvioitava tapauskohtaisesti.
Rakennustuotteisiin sovellettavat epäpuhtauksien pitoisuuksia koskevat rajoitukset löytyvät pääsääntöisesti yleisestä kemikaalilainsäädännöstä: eurooppalaisen kemikaaliasetuksen REACH (EY) N:o 1907/2006 liitteen XVII ainerajoitukset, eurooppalaisen pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan asetuksen (POP-asetus) (EY) N:o 850/2004 ainerajoitukset ja Saksan kemikaalien kieltoasetuksen määräykset.

Suomi

Rakentamismääräyskokoelma Rakentamislaisissa 751/2023 määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Rakentamislain luvusta 4 löytyvät olennaiset tekniset vaatimukset koskevat rakenteiden lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisyyttä, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä energiatehokkuutta.
Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen ympäristöministeriön ylläpitämään rakentamismääräyskokoelmaan. Rakentamismääräyskokoelmaan kootaan rakentamislain nojalla annetut rakentamista koskevat säännökset ja määräykset sekä ministeriön ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelmaan voidaan koota myös muita ympäristöministeriön hallinnon alaan kuuluvia sekä valtion muiden viranomaisten antamia rakentamista koskevia säännöksiä ja määräyksiä.
Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat perinteisesti koskeneet uuden rakennuksen rakentamista. Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä määräyksiä on sovellettu vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käytötapa ovat edellyttäneet (ellei määräyksissä ole nimenomaisesti määrätty toisin). <u>Rakentamismääräykset - Ympäristöministeriö</u>

Seuraavassa on lyhyesti esitelty sekä rakentamismääräyskokoelmasta löytyviä säännöksiä että muita korjaus- ja uudisrakentamista ja kemikaaleja koskevia lakeja ja asetuksia.
Rakentamislaki 751/2023 Rakentamislain tarkoitus on uudistaa ja selkeyttää rakentamista koskevaa lainsäädäntöä. Laki astui voimaan 1.1.2025, ja se korvaa vanhan maankäyttö- ja rakennuslain 133/1999. Uudistuksen tavoitteena on muun muassa parantaa rakentamisen laatua, tehostaa rakennusvalvontaa, edistää rakentamisen digitalisaatiota sekä tukea vähähii- listä ja kiertotaloutta edistävää rakentamista. Rakentamislaki koskee rakennusten ja rakennuskohteiden suunnittelua, rakentamista ja käyttöä.
Kemikaalilaki 599/2013 Kemikaalilain tarkoitus on suojella terveyttä ja ympäristöä kemikaalien aiheuttamilta vaaroilta ja haitoilta. Lakiin sisältyvät myös kansalliset säännökset, jotka täydentävät EU:n kemikaaleja koskevia asetuksia.
Ympäristönsuojelulaki 527/2014 Ympäristönsuojelulain tarkoitus on ehkäistä ja vähentää ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristöva- hinkoja. Laki pyrkii myös edistämään kestävää kehitystä ja luonnonvarojen kestävää käyttöä.
Ympäristönsuojeluasetus 713/2014 Ympäristönsuojeluasetuksen tarkoitus on tarkentaa ja täydentää ympäristönsuojelu- lain säännöksiä koskien ympäristön pilaantumista ja siihen liittyviä velvoitteita. Asetus on erityisesti suunnattu selventämään ja täsmentämään ilmoitusmenettelyä, joka koskee toimintoja, jotka voivat aiheuttaa ympäristön pilaantumista.
Ympäristönsuojeluasetus on siis osaltaan mahdollistamassa, että ympäristönsuoje- lulain mukaiset velvoitteet ja määräykset voidaan toteuttaa tehokkaasti ja selkeästi. Asetus määrittelee tarkemmin, mitkä toiminnot vaativat ympäristöluvan ja mitkä voidaan hoitaa ilmoitusmenettelyllä.
Jätelaki 646/2011 Jätelain tarkoitus on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa ter- veydelle ja ympäristölle. Lisäksi se pyrkii vähentämään jätteen määrää ja haitallisuutta, edistämään luonnonvarojen kestävää käyttöä, varmistamaan toimiva jätehuolto ja eh- käisemään roskaantumista. Jätelain uudistuksen tavoitteena on edistää kiertotaloutta ja kierrätystä. Uusi laki velvoittaa jätealan toimijoita erilliskeräämään ja kierrättämään aiempaa tehokkaammin.
Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 Valtioneuvoston asetus jätteistä, eli jäteasetus, tähtää jätteistä ja jätehuollosta aiheu- tuvan vaaran ja haitan ehkäisemiseen terveydelle ja ympäristölle sekä luonnonvarojen kestäväen käytön edistämiseen. Asetus pyrkii myös vähentämään jätteen määrää ja haitallisuutta, varmistamaan toimivan jätehuollon ja ehkäisemään roskaantumista.
Valtioneuvoston asetus jätteistä (978/2021) tarkentaa jätelain (646/2011) säännöksiä ja määrittelee tarkemmin muun muassa jätteen pakkaamisen, merkitsemisen, kerä-

yksen, kuljetuksen ja hyödyntämisen. Asetus asettaa myös vaatimuksia jätehuollon järjestämiselle sekä kirjanpito- ja tiedonantovelvollisuuksille.

Terveydensuojelulaki 763/1994

Terveydensuojelulain tarkoitus on ylläpitää ja edistää väestön ja yksilön terveyttä sekä ehkäistä, vähentää ja poistaa elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta 1009/2017

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta määrittelee uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelun ja rakentamisen vaatimukset. Asetus koskee myös rakennuksen laajennuksia ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä. Sen tavoitteena on varmistaa, että uudisrakennuksissa on terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilma.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muiden asuintilojen terveellisistä olosuhteista ja ulkopuolisten asiantuntijoiden kelpoisuusvaatimuksista 545/2015

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muiden asuintilojen terveellisistä olosuhteista ja ulkopuolisten asiantuntijoiden kelpoisuusvaatimuksista eli asumisterveysasetus määrittelee asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydelliset vaatimukset sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimukset. Asetuksen tarkoitus on turvata asumisterveys ja ehkäistä terveysongelmia, jotka voivat aiheutua huonoista sisäilmaolosuhteista tai muista asumiseen liittyvistä tekijöistä.

Asetus koskee asuntojen lisäksi myös muita oleskelutiloja, kuten päiväkotitiloja, oppilaitoksia, lastenkoteja, vanhainkoteja ja muita vastaavia julkisia tiloja. Se määrittelee muun muassa lämpötilan, kosteuden, ilmanvaihdon ja melun raja-arvot sekä kemiallisten ja biologisten tekijöiden, kuten mikrobikasvustojen, raja-arvot. Asetus ei kuitenkaan koske tiloja, jotka on tarkoitettu pelkästään työntekijöiden oleskeluun.

Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 1029/2021

Valtioneuvoston asetuksen pakkauksista ja pakkausjätteistä tarkoitus on säädellä käytettyjen pakkausten erilliskeräystä, uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja muuta jätehuoltoa sekä Suomen markkinoille saatettavien pakkausten ominaisuuksia ja merkintöjä koskevia vaatimuksia. Asetus pyrkii vähentämään pakkausjätteestä aiheutuvaa haittaa ympäristölle ja edistämään luonnonvarojen kestävää käyttöä. Asetus velvoittaa tuottajia (pakkaajia ja pakattujen tuotteiden maahantuoja) saavuttamaan tietyt kierrätystavoitteet pakkausjätteelle.

Valtioneuvoston asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoisissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 189/2022

Asetus pyrkii vähentämään ilmansaasteita rajoittamalla orgaanisten liuottimien käyttöä tietyissä tuotteissa. Asetus koskee erityisesti maalien, lakkojen ja korjausmaalaustuotteiden valmistajia ja käyttäjiä. Asetuksen tarkoitus on rajoittaa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjä ja ohjata maalien ja lakkojen valmistusta ja käyttöä ympäristöystävällisempään suuntaan. Asetus on osa EU:n laajempaa strategiaa vähentää orgaanisten liuottimien päästöjä ja parantaa ilmanlaatua. Vähentämällä

haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä pyritään parantamaan ilmanlaatua ja ehkäisemään niiden haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristöön.

Tasavallan presidentin asetus pysyviä orgaanisia yhdisteitä koskevan Tukholman yleissopimuksen voimaansaattamisesta 34/2004

Tukholman yleissopimus (The Stockholm Convention) on vuonna 2001 solmittu ja vuonna 2004 voimaan tullut maailmanlaajuinen keskeinen kansainvälinen sopimus, jonka tavoitteena on vähentää ja lopulta poistaa tiettyjen haitallisten, hitaasti hajoa-vien tai kokonaan pysyvien orgaanisten yhdisteiden (POP-yhdisteiden) tuotantoa, käyttöä ja päästöjä. Asetus 34/2004 säätää sen, että yleissopimuksen määräykset ovat asetuksena sellaisinaan voimassa myös Suomessa.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus CLP-asetuksen liitteessä VI tarkoitetuista kemikaaleista 5/2010

CLP-asetuksen (EU 1272/2008 koskien kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista) liitteen VI luettelo vaarallisista aineista, joiden luokitus ja merkinnät on yhdenmukaistettu Euroopan yhteisössä. CLP-asetuksen liitteessä VI mainittujen aineiden nimet on CLP-asetuksessa annettu ainoastaan englanniksi. Suomessa markkinoilla ja käytössä olevan kemikaalin varoitusetiketissä aineen nimen on oltava suomeksi ja ruotsiksi. Tämä asetus on annettu näiden suomen- ja ruotsinkielisten nimien hakua varten.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus kemikaali-ilmoituksen ja määrätietojen toimitamisesta 1118/2020

Asetus määrittää, kenen on tehtävä kemikaalilain edellyttämä kemikaali-ilmoitus ja mitä tietoja ilmoituksen tulee sisältää.

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista pyrkii suojelemaan pinta-, pohja- ja merivesiä ehkäisemällä vaarallisten ja haitallisten aineiden aiheuttamaa pilaantumista. Tämä tehdään asettamalla päästörajoja, päästökiellot ja ympäristönlautunormit. Asetus kattaa EU:n prioriteettiaineet, muita haitallisia aineita sekä kansallisesti valittuja haitallisia aineita. Asetus koskee vesilaissa (587/2011) tarkoitettuja vesistöjä, noroja, ojia ja pohjavettä sekä Suomen aluevesiä ja talousvyöhykettä. Asetus on tärkeä työkalu Suomen vesien suojelussa ja kestävässä käytössä.

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista säätelee asbestipurkutyöntekijöiden pätevyyttä, asbestipurkutyölupaa ja niihin liittyviä rekistereitä. Lain tarkoitus on varmistaa, että asbestipurkutyöt tehdään turvallisesti ja ammattitaitoisesti, jotta työntekijät ja muut henkilöt eivät altistuisi vaaralliselle asbestipölylle.

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta on annettu asbestityön turvallisuuden parantamiseksi ja asbestille altistumisesta aiheutuvien terveysvaarojen vähentämiseksi. Asetus määrittelee asbestipurkutyön edellytykset, menetelmät ja työturvallisuusvaatimukset.

Tanska	
Rakentamislaki – Byggeloven	
Rakennusmääräykset – Byggningsreglementet Paikallisviranomaiset päättävät rakentamisen edellyttämään infrastruktuuriin liittyvistä järjestelyistä.	
Ympäristönsuojelulaki Säätelee ympäristöasioita ja kestäväää kehitystä rakentamisessa. Laki asettaa ehdot yritysten tietoisuudelle ympäristöstä tuottaessaan, rakentaessaan jne.	
Työterveys- ja työturvallisuuslaki Sääntelee rakennustyömaan työterveyttä ja -turvallisuutta. Työterveys- ja työturvallisuuslain lisäksi on muita työpaikan terveyteen ja turvallisuuteen liittyviä lakisääteisiä määräyksiä.	
Viro	
Viron rakennusmääräykset yleisesti Viron rakennusmääräykset koskevat rakennuskohteita, niiden suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja kunnossapitoa. Rakennustuotteita koskevat vaatimukset on määritetty rakennustuoteasetuksessa ja tuoteturvallisuuslaissa sekä niiden nojalla annetussa lainsäädännössä. Rakennusten ja tilojen rakentamiseen tarvittavan rakennusluvan myöntää yleensä paikallinen kunta.	
Tuotteen vaatimustenmukaisuuslaki Rakennusmateriaalien EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella valmistaja vahvistaa, että tuotetta koskevat asiaankuuluvan lainsäädännön vaatimukset on täytetty. Laki määrittää rakennusmateriaalien ja -tuotteiden pakollisten ilmoitettujen ominaisuuksien luettelon ja vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn vaatimukset. Rakennustuotteen mukana on oltava tiedot sen ominaisuuksista, käyttötarkoituksesta ja käyttötarkoituksesta, esim. käyttö- ja asennusohjeet. Kemikaalivaatimukset eivät sisälly tuotteen vaatimustenmukaisuuslakiin.	
Työterveys- ja työturvallisuusvaatimukset rakentamisessa Luettelo vaarallisista töistä, joissa terveydelle haitalliset kemikaalit uhkaavat työntekijöiden terveyttä	
Kemikaalilaki Viittaus REACH- ja CLP-asetuksiin. Velvollisuus pitää luetteloa yrityksessä käytettävistä terveydelle ja ympäristölle ja haitallisista kemikaaleista.	
Työterveys- ja työturvallisuuslaki Kemiallisia riskitekijöitä ovat yrityksessä käsiteltävät haitalliset kemikaalit ja niitä sisältävät materiaalit.	
Työterveys- ja työturvallisuusvaatimukset vaarallisten kemikaalien ja niitä sisältävien materiaalien käytölle sekä kemikaalien raja-arvot työympäristössä	
Työterveys- ja työturvallisuusvaatimukset karsinogeenisten ja perimää vaurioittavien kemikaalien käsittelyssä	
Viron ympäristölaki Ympäristölain tavoitteena on vähentää ympäristöhäiriöitä mahdollisimman paljon suojelemalla ympäristöä, ihmisten terveyttä, hyvinvointia, omaisuutta ja kulttuuriperintöä. Lisäksi pyritään edistämään kestäväää kehitystä, säilyttämään ja suojelemaan luonnon monimuotoisuutta ja ympäristön hyvää tilaa. Lain tarkoituksena on varmistaa ympäristövahinkojen ehkäisy ja ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen korjaaminen.	
Ympäristövastuulaki Ympäristövastuulaki säätelee ympäristövahinkojen ehkäisemistä ja korjaamista saastuttaja maksaa -periaatteella.	

7 Tietokannat, alustat, tietosivustot

Tässä luvussa tutustutaan erilaisiin tietolähteisiin, tietokantoihin ja alustoihin, joiden tarkoituksena on avustaa rakennusalan sidosryhmiä. Keskitymme kestäviin rakennuskäytäntöihin, kestäväen julkisen rakentamisen mukaisten rakennusmateriaalien valintaan ja ympäristönormien noudattamiseen kolmesta eri näkökulmasta:

- 1. Haluatko vain löytää tiettyyn tarkoitukseen sopivia kestäväen kehityksen mukaisia rakennustuotteita?** Tähän soveltuu tuotetietokantoja tai-alustoja koskeva osio, jossa on yksinkertaista, koottua tietoa aiheesta. Resurssit on suunniteltu ohjaamaan ostopäätöksiä ja varmistavat sen, että ympäristöystävälliset valinnat ovat kaikkien saatavilla.
- 2. Oletko alan ammattilainen ja sinun on noudatettava kestäväen julkisen rakentamisen vaatimuksia, mutta sinulla ei ole laajaa taustatietoa aiheesta?** Käytössäsi on johdanto tietokantoihin, jossa käsitellään interaktiivisten rakennustuoteluetteloiden (hankelokikirjojen), hanketietokantojen ja verkostoitumisalustojen kaltaisia työkaluja. Näiltä alustoilta on saatavilla yksiselitteistä tietoa, ja ne auttavat noudattamaan rakennusten laatua koskevia dokumentointivaatimuksia.
- 3. Haluatko syvällisemmin ymmärtää ja toteuttaa kestäväen julkista rakentamista?** Tutustu tieteellisiä tietokantoja koskevaan osioon, jossa kerrotaan tietokantojen käytöstä ja niissä olevien tietoaineistojen hyödyntämisestä (esim. ympäristöselostetietokanta). Näiden resurssien tulkinta edellyttää tiettyä asiantuntemuksen tasoa, ja niistä saa syvällistä tietoa kestävästä rakentamisesta.



Tässä katalogissa kuvatut tietolähteet on valittu sen perusteella, että vähintään yksi seuraavista kriteereistä toteutui:

- Hankekumppanikunnat käyttävät kyseisiä tietolähteitä.
- Niitä pidetään yleisinä kestäväää rakentamista koskevinä tiedonlähteinä.

Kaupalliset, voittoa tavoittelevien yhteisöjen tietolähteet otettiin mukaan, jos:

- Hankekumppanikuntien tai yhteistyökumppaneiden katsottiin yleisesti käyttävän niitä.
- Tietolähteet ovat ainoa resurssi laatuaan kyseisessä maassa.

Taulukossa 7.1. on esitetty, mistä osiosta tarvitsemasi tieto todennäköisimmin löytyy. Tietokannat, alustat ja muut tietolähteet on jaoteltu kohderyhmittäin osioihin, ja kunkin osion alussa olevissa taulukoissa on eritelty, mihin NonHAzCity 3 -hankkeen kolmesta pilarista kyseinen resurssi keskittyy ja mikä kohderyhmä todennäköisesti siitä hyötyy.

Taulukko 7.1
Tietolähteet, tiedonhaun tavoitteet ja kohderyhmät.

Osio	Tavoite	Kohderyhmä
(1) Tuotetietokannat tai-alustat	Tiettyyn tarkoitukseen sopivien kestävän rakentamisen mukaisten rakennustuotteiden löytäminen.	Kaikki kestävästä rakentamisesta kiinnostuneet taustotiedoista riippumatta.
(2) Tietokannat ja alustat, jotka sisältävät hallinnointitoimintoja (loikirjoja, hankkeita, tuotearviointia, verkostoitumista)	Kestävän rakentamisen vaatimusten noudattaminen ilman laajaa taustatietoa aiheesta.	Rakennusalan ammattilaiset, jotka taustatiedoista riippumatta, tarvitsevat kemikaaleihin, materiaali kierto on, ilmastovaikutuksiin tai kestävään kehitykseen liittyvää tietoa.
(3) Tietokannat ja muut tietolähteet, joissa käytetään tietoja/tietoaineistoja, jotka edellyttävät lukijalta vertailua ja tulkintaa	Kestävän rakentamisen syvällinen ymmärtäminen ja toteuttaminen.	Alan ammattilaiset ja tutkijat, joilla on taustatietoa kemikaaleista, materiaalikierrosta, ilmastovaikutuksista tai kestävästä rakentamisesta yleensä.

Tuotetietokannat ja alustat

Tässä osiossa käsitellään Itämeren alueella käytössä olevia materiaalitietokantoja. Kyseessä ovat helppokäyttöiset tietokannat, joissa olevat tuotteet on arvioitu tai merkitty. Tietokantojen käyttäminen edellyttää vain vähän taustatietoa rakennusmateriaaleista tai NonHAz-City 3-hankkeen kolmen pilarin lähestymistavasta (kemikaalit, ilmasto, kiertotalous). Nämä tietokannat on suunniteltu ohjaamaan hankintapäätöksiä ja varmistamaan sen, että ympäristöystävälliset valinnat ovat kaikkien saatavilla.

Taulukon avulla voit nopeasti valita kulloiseenkin tilanteeseen sopivimman työkalun. Kun olet löytänyt oikean resurssin, voit syventyä siihen ymmärtääksesi paremmin, miten se toimii ja miten se voi parhaiten palvella tarpeitasi.

Taulukko 7.2
Helppokäyttöiset tietolähteet ja niiden sisältö.

Tietokanta/alusta/tietolähde	Osio (kohde-ryhmä)	Tarve	Linkki
Kiertotalousalustat CCBuild ja Loopfront (Ruotsi)	1 (1, 2)	Kiertotalous yhdistettynä ilmastonäkökulmaan (hiilidioksidipäästöjen vähentäminen kiertotalouden mukaisten hankintojen avulla)	https://ccbuild.se/en/marketplace/products https://www.loopfront.com/about
DGNB Navigator (Saksa)	1 (1, 2)	Kestävä rakentaminen yleisesti	https://www.dgnb-navigator.de/produktDatenbank
Ympäristöhallinto (Suomi)	1 (1)	Kemikaalit ja kiertotalous	https://www.ymparisto.fi
M1-tietokanta (Suomi)	1 (1)	Kemikaalit (VOC-yhdisteet ja hajuhaitat)	Rakennusmateriaalien päästöluokitus- Etsi M1-päästöluokiteltuja tuotteita
Sentinel Haus (Saksa)	1 (1)	Kemikaalit ja terveys	https://www.sentinel-haus.de/de

Kiertotalousalustat (Ruotsi)

Osio (kohderyhmä):

1 (1,2)

Tarve: kiertotalousnäkökulma yhdistettynä ilmastonäkökulmaan (CO2-säästöt kiertotaloushankinnoissa)

Loopfrontin englanninkieliset verkkosivut: <https://www.loopfront.com/about>

CCBuildin englanninkieliset verkkosivut: <https://ccbuild.se/en/marketplace/products>

Ruotsissa on joitakin digitaalisia alustoja, jotka keskittyvät kiertotalouteen (materiaalien uudelleenkäyttöön) rakennusalalla. Loopfront ja CCBuild-markkinapaikka ovat kaksi niistä.

Rekisteröityäkseen ja etsiäkseen tuotteita Loopfrontissa yritykset tarvitsevat maksullisen käyttäjätilin. Järjestelmässä yritykset voivat rekisteröidä ja hakea tuotteita sekä tarkastella taloudellisia säästöjä ja ympäristövaikutuksia, kuten hiilidioksidipäästöjä ja jätteen määrää.

CCBuild-markkina-alustalla myyjät tarvitsevat käyttäjätilin rekisteröidäkseen tuotteita, mutta kuka tahansa voi etsiä tuotteita. Alustalta löytyy käytettyjä rakennusmateriaaleja, kuten ikkunoita, tiiliä, keittiökalusteita, lattiapäällysteitä ja valaisimia. Tarkkaa tietoa uudelleenkäytettyjen tuotteiden haitallisista aineista voi olla vaikea saada. Myös materiaaleja koskevat saatavilla olevat yleistiedot voivat vaihdella.

DGNB Navigator (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

1 (1,2)

Tarve: ympäristöllinen kestävyys kokonaisuudessaan

DGNB Navigatorin tuotetietokannan verkkosivut: <https://www.dgnb-navigator.de/produktdatenbank>.

DGNB Navigator on Saksan kestävän rakentamisen neuvoston (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) tarjoama verkkoalusta. Se pyrkii edistämään kestäviä rakennuskäytäntöjä esimerkiksi tarjoamalla kattavan tuotetietokannan ja arvioimalla rakennustuotteita. Lisätietoja alustasta ja sen käyttötavoista on esitetty kappaleessa 7.3.

Kuva 76

DGNB Navigator:n toimintaperiaate.



Jos materiaali- tai tuotevalmistaja haluaa antaa tuotteensa arvioitavaksi, tämän tulee toimittaa tuotetiedot ja ylläpitää niitä. DGNB vastaanottaa tiedot standardoidun järjestelmän kautta, tarkistaa arvioinnin aikana annettujen tietojen luotettavuuden ja todenperäisyyden sekä lisää tietokantaan materiaalien ja tuotteiden kestävyysvertailun. Tärkeitä tietoja ovat epäpuhtauksien ja haitallisten aineiden pitoisuudet, valmistuksen aikaiset hiilidioksidipäästöt ja kierrätysmahdollisuudet.

DGNB Navigatorissa julkaistavien tuotteiden kohdalla ei näytetä ensimmäisen tai toisen tason sertifiointeja, koska niissä ei oteta huomioon asennustilannetta. Läpinäkyvyyden edistämiseksi DGNB korostaa tuotteita, joihin on sovellettu erityisen tiukkoja avoimuutta ja tietojen laatua koskevia vaatimuksia. Tällaisten tuotteiden osalta kaikki tiedot ovat julkisia ja saatavilla on myös tuotteen ympäristöseloste (EPD).

DGNB Navigatorissa tuotteita voi hakea materiaalin, kustannusryhmän tai valmistajan perusteella sekä yleisellä haulla. Koska valmistaja päättää, mitä tietoja tuotesivulla on saatavilla, tiedot vaihtelevat tuotteittain. Yhteys DGNB:n rakennussertifiointikriteereihin esitetään selkeästi tuotekuvauksen alla. Myös kemikaalipitoisuustiedot löytyvät, jos valmistajat ovat tiedot antaneet.

Ympäristöhallinto (Suomi)

Osio (kohderyhmä):

1 (1)

Tarve: kemikaalit ja kiertotalous

Vanhoiden rakennusmateriaalien tietopankin verkkosivut: <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-tietopankki>.

Verkkosivusto www.ymparisto.fi on ympäristöhallinnon verkkosivusto. Pääteemoja ovat turvallinen elinympäristö, luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja ympäristövahinkojen ehkäiseminen. Sivustoa tuottavat ja ylläpitävät yhdessä Suomen ympäristöhallinnon muodostavat viranomaiset eli ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset ja aluehallintovirastot.

Ympäristöhallinto julkaisi vuonna 2017 vanhojen rakennusmateriaalien tietopankin. Tietopankki sisältää tietoja vanhojen rakennusmateriaalien ominaisuuksista, käytöstä ja haitallisuudesta. Tietoja voi hakea materiaalin tai tuotteen nimen, käyttöaikakauden tai käyttökohteen mukaan.

Materiaaleja voi etsiä tietokannasta materiaalin (esim. puu, betoni) tai tuotenimen (Halltex, Siporex jne.), käyttöaikakauden (esimerkiksi rakennuksen valmistumisvuosi) tai käyttökohteen (ulkoseinä, vesikatto jne.) perusteella.

Tuotenimi-kohdassa listataan yleisimpiä käytössä olleita tuotenimiä kyseisestä materiaalista. Tietyt tuotenimet ovat olleet vuosikymmeniä käytössä, mutta tuotteiden sisältämät aineosat ovat saattaneet muuttua: esimerkiksi haitalliset aineet on korvattu turvallisemmilla vaihtoehdoilla.

Käyttöaikakausi tarkoittaa ajanjaksoa, jona materiaali tai tuote on ollut Suomessa markkinoilla tai yleisesti käytössä rakentamisessa.

Käyttökohde -kohdassa kerrotaan, mihin eri käyttötarkoituksiin tai missä rakennuksen osissa (ulkoseinä, yläpohja, pintakäsittely jne.) materiaalia tai tuotetta on tyypillisesti käytetty.

Materiaalin pääominaisuudet -kohdassa kerrotaan tiivistetysti tuotteen tai materiaalin valmistuksesta, sen sisältämistä aineista ja muista ominaisuuksista.

Haitallisuus purettuna/paikalleen jätettynä -kohdassa kerrotaan materiaalin haitallisuudesta.

Uudelleenkäyttö- ja/tai hyödyntäminen -kohdassa kerrotaan käytöstä poistuneen materiaalin hyödyntämismahdollisuuksista tai toimittamisesta jäteasemalle. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu (myynti, toimitus kierrätyskeskukseen jne.). Tyypillisiä uudelleen käytettäviä osia ja materiaaleja ovat mm. ovet, ikkunat, tulisijat, helat, hirret, tiilet ja puutavara. Hyödyntäminen tarkoittaa materiaalin käyttämistä uudessa käyttötarkoituksessa (esimerkiksi kivijäte maantäytössä), uusiotuotteen raaka-aineena (lasi lasivillan raaka-aineena) tai hyödyntämistä energiantuotannossa (purkupuun polttoaineena).

Jätehuolto -kohdassa kerrotaan kuinka toimia, jos tuotetta tai materiaalia ei voi käyttää uudelleen tai hyödyntää.

M1-tietokanta (Suomi)

Osio (kohderyhmä):

1 (1)

Tarve:

kemikaalit (VOC-yhdisteet) ja haju

M1-tuotehaun verkkosivut: [Rakennusmateriaalien päästöluokitus- Etsi M1-päästöluokiteltu- ja tuotteita](#).

Rakennustietosäätiö RTS on yleishyödyllinen, puolueeton ja riippumaton suomalaisen kiinteistö- ja rakentamisalan vaikuttaja. Säätiön tarkoituksena on edistää sekä hyvää kaavoitus- ja rakentamistapaa että hyvää kiinteistön ylläpitotapaa. Rakennustietosäätiö RTS on osa RTS-konsernia, johon kuuluvat lisäksi säätiön omistamat Rakennustieto Oy, Rakennustietomalli Oy sekä ET infokeskuse AS.

Rakennustieto Oy:n ylläpitämä M1-tietokanta sisältää rakennusmateriaaleja, joille on myönnetty M1-päästöluokitus, jolla pyritään edistämään vähäpäästöisten rakennusmateriaalien kehittämistä ja jonka kemiallisena painopisteenä ovat VOC-yhdisteet. M1-tietokanta sisältää kaikki M1-päästöluokitellut materiaalit ja tuotteet. Jos materiaalia tai tuotetta ei löydy tietokannasta, se ei ole saanut M1-luokitusta.

Jos yritys haluaa rekisteröidä tuotteensa tietokantaan, ensimmäinen vaihe on sähköisen hakemuksen täyttäminen verkkosivustolla. Tämän jälkeen toteutetaan tietyn prosessin mukaiset laboratoriokokeet, joita voivat tehdä vain hyväksytyt laboratoriot sekä monialaisen työryhmän arviointi. M1-päästöluokiteltujen materiaalien ja tuotteiden vaatimukset on esitetty Rakennustiedon verkkosivuilla.

Maksuttomasta M1-tietokannasta voi tehdä hakuja materiaali- tai tuotetyypin, kaupanimen tai valmistajan mukaan. Tietokanta ei sisällä M1-luokitustietojen lisäksi mitään kiertotalous- tai ilmastoneutraaliustietoja. Tuotteista ei myöskään saa lisätietoja, vaan kyseessä on pelkkä luettelo. Täten tuotteen tarkkaa kemiallista sisältöä koskevat tiedot ovat rajalliset. Joistakin M1-tietokannassa olevista tuotteista saattaa löytyä tietoja myös Rakennustiedon EPD-ympäristöselostetietokannasta.

Sentinel Haus (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

1 (1)

Tarve:

kemikaalit ja terveys

Sentinel Hausin verkkosivut: <https://www.sentinel-haus.de/de>.

Sentinel Haus on Saksan liittovaltion ympäristöviraston (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU) tutkimushankkeesta syntynyt instituutti, joka tunnetaan terveellisiin rakennuksiin liittyvästä työstään. Sen ydin, Sentinel Portal, on yksi Euroopan suurimmista terveys- ja kestävyys-testattujen tuotteiden tietokannoista.

Tietokanta on maksutta käytettävissä, ja sitä voivat käyttää niin rakennusalan ammattilaiset kuin kuluttajatkin. Alustalla on myös pieni tee-se-itse-osio, jossa on esimerkkejä tyypillisistä tee-se-itse-projekteista (esimerkiksi maalaaminen ja laatoitus) ja niitä koskevia ohjeita.

Arviointikriteerit kehitettiin yli kymmenen vuotta sitten yhdessä eco-INSTITUTin ja natu-replus-ympäristömerkin arviointityöryhmän asiantuntijoiden kanssa, ja niitä on siitä lähtien jatkuvasti kehitetty uusien tieteellisten tutkimustulosten ja sääntelyvaatimusten mukaisesti. Painopiste on sisäilman laadussa eli siinä, että käytetyt materiaalit eivät saastuta sisäilmaa haitallisilla aineilla (esim. syöpää aiheuttavilla, perimää vaurioittavilla ja lisääntymiselle vaarallisilla aineilla) terveydelle haitallisessa määrin. Saksan liittovaltion ympäristöviraston sisäilman ohjearvot ovat ratkaisevia arvioinnin kannalta. Erityisen haitalliset aineet otetaan huomioon 0,01 % kynnsarvosta alkaen.

Tuotemerkintä ”Testattu haitallisten aineiden osalta” vahvistaa, että tuote täyttää tietyt haitallisia aineita koskevat arviointikriteerit. Yrityksille tai rakennuksille voidaan myöntää lisämerkintöjä. Kaikkien Sentinel Portal-tietokantaan lisättyjen ympäristömerkintöjen sisältö ja vaatimukset tarkistetaan. Esimerkiksi ”QNG-valmis”-merkintä täyttää DGNB:n kestävien rakennusten laatumerkinnän (QNG) kriteerit ja KfW:n rahoitusvaatimukset.

Tietokannat ja alustat, jotka sisältävät hallinnointitoimintoja -
rakennustuoteluetteloita, hankkeita, tuotearviointia, verkostoitumista

Tässä osiossa tutustutaan tietokantoihin ja alustoihin, joissa on interaktiivisten rakennustuoteluetteloiden, hanketieto-
kantojen, verkostoitumisalustojen ja sertifiointimahdollisuuksien kaltaisia työkaluja. Näiltä alustoilta saa yksiselitteistä
tietoa, ja ne auttavat dokumentointivaatimusten noudattamisessa.

Taulukon avulla voit nopeasti valita kulloiseenkin tilanteeseen sopivimman työkalun. Kun olet löytänyt oikean resurssin,
voit syventyä siihen ymmärtääksesi paremmin, miten se toimii ja miten se voi parhaiten palvella tarpeitasi.

Taulukko 7.3
Interaktiiviset tietolähteet ja niiden sisältö.

Tietokanta/alusta/ tietolähde	Osio (kohde- ryhmä)	Tarve	Linkki
Basta (Ruotsi)	1 (1, 2)	Painopisteenä kemikaalit, kiertotalous- ja ilmastonäkökulma (vapaaehtoinen)	https://www.bastaonline.se
Byggvarubedomningen (Ruotsi)	2 (2)	Painopisteenä kemikaalit ja elinkaarilähestymistapa, sosiaaliset ja ilmastolliset näkökohdat otetaan usein huomioon, interaktiivinen rakennustuoteluettelotyö- kalu dokumentointipro- sesseja varten	https://byggvarubedomningen. com/
Concular (Saksa)	2 (2, 3)	Painopisteenä kiertotalous	https://concular.de/
Tanskan rakennustut- kimuslaitoksen (SBI) BYG-ERFA-tietokanta	2 (2, 3)	Kestävä kehitys yleisesti	https://build.dk/
DGNB Navigator ja DGNB:n järjestelmä (Saksa, kansainvälinen)	2 (2)	Kestävä kehitys yleisesti	https://www.dgnb.de/de https://www.dgnb.de/en/ dgnb/network/cooperations- and-partners
Sunda Hus (Ruotsi)	2 (2)	Painopisteenä kemikaalit, ilmasto ja kiertotalous elinkaariarvioinnin kautta	https://www.sundahus.se
Viron rakennusrekisteri (Eesti Riiklik Ehitisregister)	2 (2)	Mitä on rakennettu ja missä	www.ehr.ee https://livekluster.ehr.ee/ui/ ehr/v1

BASTA (Ruotsi)

Osio (kohderyhmä):

1 (1,2)

Tarve:

kemikaalit (pääpainopiste), kiertotalous ja ilmastonäkökulma (vapaaehtoinen)

BASTA:n englanninkieliset verkkosivut: <https://www.bastaonline.se/en>

BASTA-järjestelmä on suunnattu kaikille, jotka haluavat tehdä (tutkittuun) tietoon perustu-
via tuotevalintapäätöksiä, jotta rakentamisen haitallisista aineista voitaisiin asteittain luopua.
Kohderyhmiä ovat kiinteistönomistajat, urakoitsijat, arkkitehdit, yksityishenkilöt. BASTA on
voittoa tavoittelematon yritys, jonka omistavat Ruotsin ympäristötutkimuslaitos (IVL Svenska
Miljöinstitutet) ja Ruotsin rakennusliitto (Byggföretagen).

BASTA:ssa on kuusi arviointitasoa, joista yleisimmät ovat BASTA ja BETA. BASTA-arviointita-
so on kemikaalipitoisuuksien kriteerien osalta suunnilleen sama kuin Byggvarubedomninge-
nin (BVB) ”Hyväksyttävä”-taso, kun taas BETA:n ja muiden arviointitasojen vaatimukset ovat
BVB:n hyväksyttävää tasoa alhaisempia.

Valmistajat / toimittajat ilmoittavat tuotteet itse, mikä tarkoittaa, että he päättävät, täyttääkö
tuote kriteerit, ja kun tuote täyttää tietyn kriteerin, se listataan Basta-järjestelmään. Valmista-
jat / toimittajat liittyvät BASTA:an allekirjoittamalla sopimuksen, ja BASTA:n kautta tapahtuvan
käyttönoton jälkeen he voivat rekisteröidä tuotteensa. Valmistajien / toimittajien tulee itse
pitää järjestelmässä olevat tiedot ajan tasalla. Apua on saatavilla tukipalvelusta ja ohjeasia-
kirjoista. BASTA auditoi valmistajia / toimittajia varmistaakseen, että heillä on asianmukainen
pätevyys tuotteiden ilmoittamiseen ja ajan tasalla olevat tiedot. BASTA tarjoaa myös maksut-
tomia rakennustuoteluetteloita, arviointeja ja arviointikriteereitä koskevia koulutuksia sekä
maksullisen puolen päivän arviointikriteerikoulutuksen.

BASTAlla on tieteellinen neuvosto, joka laatii kriteerit. Neuvostossa ovat edustettuina asiak-
kaat, rakennusurakoitsijat, arkkitehdit ja tavarantoimittajat. Pakolliset kriteerit koskevat pää-
asiassa materiaalien ja tuotteiden kemiallista sisältöä, mutta niiden lisäksi on joitakin valinnai-
sia elinkaarinäkökohtia koskevia kriteereitä.
Kuka tahansa voi hakea tuotteita, mutta rakennustuoteluettelo luominen edellyttää käyttä-
jätilin avaamista. Tietosivulla esitetään yleisiä tietoja materiaalista tai tuotteesta ja kerrotaan,
miten se täyttää kriteerit. Dokumentaation näyttäminen on valmistajille / toimittajille vapaa-
ehtoista ja se puuttuukin useimpien materiaalien ja tuotteiden osalta.

BASTA ottaa huomioon joitakin kolmen pilarin mukaisia näkökohtia:

- Haitallisuus kuuluu osittain kemikaalipitoisuuskriteerien piiriin, mutta useimpien
tuotteiden kemikaalipitoisuutta ei ilmoiteta.
- Kiertotalouskriteerit ovat vapaaehtoisia. Materiaalivalmistaja / -toimittaja voi ilmoittaa,
onko tuote kierrätysmateriaaleja ja uusiutuvia materiaaleja koskevien kriteerien
mukainen, onko kyseessä uudelleen käytetty tai kierrätetty tuote ja käyttääkö yritys kysei-
sen tuotteen kohdalla kiertotalouden mukaista liiketoimintamallia.
- BASTA:lla on materiaalin / tuotteen kemiallista sisältöä koskeva kriteeri liittyen ilmastoon
vaikuttaviin kasvihuonekaasuihin. Ilmastotietojen esittäminen kolmannen osapuolen laati-
man ympäristöselosteen (EPD) avulla on kuitenkin vapaaehtoista.

Byggvarubedömningen (Ruotsi)

Osio (kohderyhmä):

1 (1,2)

Tarve:

kemikaalit ja elinkaari sosiaaliset ja ilmastolliset näkökohdat usein huomioon ottaen, interaktiivinen rakennustuoteluettelotyökalu dokumentointiprosesseihin

Byggvarubedömningen:n verkkosivusto: <https://byggvarubedomningen.com/>

Byggvarubedömningen (BVB) on voittoa tavoittelematon, jäsenomisteinen organisaatio. Sil-lä on yli 70 jäsentä: kiinteistöjen omistajia, kuntia, maakuntaneuvostoja, arkkitehtitoimistoja sekä rakennusliikkeitä ja niiden kokonaan omistamia tytäryhtiöitä. Jäsenet toimivat aktiivisesti hallituksessa ja eri foorumeilla, jotka edistävät organisaation kehitystä.

BVB perustettiin vuoden 2000 alussa, koska rakennusalalla kohdattiin asbestin ja PCB-yhdis-teiden kaltaisten aineiden käytöstä johtuvia suuria haasteita liittyen terveysriskeihin ja kalliisiin puhdistustöihin. Ala tarvitsi apua rakenteissa olevien materiaalien dokumentointiin ja kestä-vien tuotevalintojen tekemiseen. Tällöin suunniteltiin perusta rakennustuoteluettelotyökalul-le, jonka avulla hankkeisiin voitaisiin valita haluttuja materiaaleja ja tuotteita arvioitujen jou-kosta ja dokumentoida ne rakennustuoteluetteloon. Rakennustuoteluettelon tarkoituksena on pysyä tietoisena siitä, mitä materiaaleja ja tuotteita rakennus sisältää tulevia remontointe-ja ja purkamista silmällä pitäen.

Arviointitasoja on kolme, ja niiden värit ovat liikennevalojen mukaiset: vihreä on ”Suositel-tava”, keltainen ”Hyväksytty” ja punainen ”Vältettävä”. Rakennusmateriaalia tai -tuotetta ar-voidaan sisältöä koskevien arvostelukriteerien perusteella, elinkaarikriteerien perusteella ja nämä yhdistävän kokonaisarvioinnin perusteella. BVB käyttää myös YK:n yrityksiä ja ihmisoi-keuksia ohjaavien periaatteiden mukaisiin kestäviin toimitusketjuihin perustuvia valinnaisia kriteereitä.

Rakennusmateriaaleja ja -tuotteita arvioidaan eri kriteerien perusteella. Kemiallista sisältöä koskevat kriteerit perustuvat EU-lainsäädäntöön, kuten REACH- ja CLP-asetuksiin, sekä Ruot-sin kemikaaliviraston (Kemikaleinspektionen) kemikaalien korvaamista koskeaan PRIO-op-paaseen. Elinkaarikriteerit perustuvat lainsäädäntöön, kansallisiin käytäntöihin, tutkimus-tuloksiin ja virallisiin linjauksiin. Nämä kaksi kriteerialuetta ovat pakollisia ja niitä päivitetään säännöllisesti lakien ja asetusten noudattamisen varmistamiseksi. Kriteereitä päivittää jäsen-järjestöjen edustajista koostuva kriteerityöryhmä.

Ohjeita järjestelmän käyttäjille:

- Materiaali- ja tuotevalmistajien ja-toimittajien tulee avata käyttäjätili, jotta ne voivat hakea arviointia.
- BVB järjestää maksuttomia arviointiprosessia koskevia webinaareja, kuten johdanto BVB:-hen ja rakennustuoteluettelotyökaluun, sekä avustaa materiaali- ja tuotevalmistajia ja -toimittajia sähköpostitse ja puhelimitse.
- Rakennushankkeeseen osallistuvien tulee luoda käyttäjätili voidakseen hakea tuotteita ja luoda rakennustuoteluettelo.
- Kun hanke ja rakennustuoteluettelo ovat valmiita, rakennustuoteluettelo tallennetaan BVB:n järjestelmään.
- Hakutyökalu on monipuolinen: tuotteita voi hakea tuotenimen tai valmistajan nimen perusteella, arviointitasoja on mahdollista suodattaa, vältettävän kemikaalin voi valita jne.

- Tuotekortissa kerrotaan muun muassa tuotteen kaupallinen nimi, valmista / toimittaja, tuotteen eri kriteerien mukaiset arvosanat, tuotteen sisältö, dokumentaatio ja tieto siitä, miten tuote vastaa eri sertifiointijärjestelmiä.

BVB kattaa NonHazCityn kolmen pilarin mukaiset periaatteet eri tavoin. Haitallisuus kuuluu pääasiassa kemiallista sisältöä koskevien kriteerien piiriin. Sisältökriteerit koskevat tuotteiden sisältämiä aineita, ja ne sisältävät erilaisia vaaraluokituksia ja pitoisuusrajoja, jotka tuotteen on saavutettava, jotta se täyttää kaikki kolme arviointitasoa. Kriteerit kattavat sekä terveys- että ympäristönäkökohtia, kuten allergeenisuuden, akuutin myrkyllisyyden, ympäristölle vaaralli-suuden ja hormonaaliset häiriöt.

Elinkaarikriteerit kattavat myös haitallisuusnäkökohdan: vaatimukset haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöille sisäympäristöön, kriteerit vaaralliselle jätteelle ja kriteerit haital-listen aineiden huuhtoutumiselle ympäristöön.

Kiertotalousnäkökohta sisältyy useisiin elinkaarikriteereihin, kuten:

- Materiaalit ja tuotteet, jotka sisältävät ≥ 50 % uusiutuvaa raaka-ainetta tai ≥ 50 % kierrätys-materiaalia, asetetaan etusijalle.
- FSC/PEFC-sertifioidut puutuotteet asetetaan etusijalle, ja uhanalaisia puulajeja sisältävät tuotteet saavat ”Vältettävä”-arvosanan.
- Materiaali tai tuote asetetaan etusijalle, jos uusiutuvien luonnonvarojen osuus valmistus-vaiheen primäärienergiasta on ≥ 50 %.
- Uudelleen käytettävät ja kierrätettävät materiaalit tai tuotteet asetetaan etusijalle.
- Kaatopaikalle loppusijoitettavat materiaalit tai tuotteet saavat ”Vältettävä”-arvosanan.

Yksi elinkaarikriteeri, joka kattaa sekä kiertotalous- että ilmastonäkökohdan, on uusiutuvan primäärienergian käytön asettaminen etusijalle valmistusvaiheessa. Se on myös kriteeri, jo-hon liittyy kasvihuonekaasupitoisuusrajoja. BVB poimii ilmastotiedot tuotteiden ympäristö-selosteista (EPD), jotka on liitetty tuotekorteihin. Hankkeet voivat käyttää näitä tietoja ilmas-toselvityksien laatimiseen.

BVB on aloittanut myös yhteistyön Plant-yrityksen kanssa. Plant tarjoaa rakennusten BIM-tie-tomalliin (Building Information Model) perustuvan ilmastovaikutusten laskentatyökalun. Kahden integroidun järjestelmän avulla käyttäjät voivat tehdä BIM-tietomalliin perustuvia rakennusten ilmastovaikutuslaskelmia ja nähdä tuotteiden ilmastotiedot rakennustuoteluet-loissaan.

Concular (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

2 (2,3)

Tarve:

kiertotalous

Concular:n verkkosivusto: <https://concular.de/>

Concular-yritys noudattaa hieman erilaista lähestymistapaa kuin edellä kuvatut BASTA- ja BVB-organisaatiot. Concular syntyi ensimmäisestä suuremmasta rakennusmateriaalien uu-delleenkäyttöön keskittyvästä markkinapaikasta (restado) Saksassa vuonna 2020 ja se käsit-telee uudelleenkäytettäviä rakennusmateriaaleja. Yritys tarjoaa kohteessa paikan päällä teh-täviä materiaalitarkastuksia rakennusten purkamisen ja uudelleenkäytettävien materiaalien käsittelyn yhteydessä sekä alustan, jolla materiaalit voidaan myydä.

Concular tarjoaa useita eri aihealueita kattavia neuvontapalveluja: kiertotalous, elinkaariarviointi, skenaariot ja variantit, materiaalivalinnat, raportointimääräysten noudattaminen ja arvon laskeminen. Concular:n alustalla myytävät materiaalit testataan sekä toimivuuden että haitallisten aineiden osalta. Myös myyjän toimittamat asiakirjat otetaan huomioon. Vastuu kierrätysmateriaalien käytöstä ja niiden myöhemmin mahdollisesti aiheuttamista ongelmista on käyttökohteen omistajalla.

Concular työskentelee myös digitaalisten rakennusprofiilien ja-passien parissa, joita voidaan käyttää hallintatyökaluna rakennuksen (ja tuotteen) elinkaaren kaikissa vaiheissa. Joissakin niistä käytetään DGNB:n lähestymistapaa ja elinkaariarviointia, joka kattaa koko rakennuksen ja kaikki sen osat. Tämä palvelu on kuitenkin vielä testausvaiheessa.

Rakennustutkimuslaitoksen (SBI) BYG-ERFA-tietokanta (Tanska)

Osio (kohderyhmä):

2 (2,3)

Tarve:

kestävä rakentaminen

Rakennustutkimuslaitoksen verkkosivusto: <https://build.dk>

Aalborgin yliopiston yhteydessä toimiva riippumaton tutkimus- ja neuvontaorganisaatio SBI keskittyy kestäväan rakentamiseen ja julkaisee ilmastoneutraaliutta ja rakennusmateriaalien kiertoa koskevia raportteja ja linkkejä. Tutkimus- ja konsultointipalvelujen lisäksi SBI kehittää rakentamiseen liittyviä ohjeita ja tarjoaa kestäviä rakennuskäytäntöjä tukevia työkaluja.

Yksi tällainen työkalu on BYG-ERFA-tietokanta, joka tarjoaa tietoa rakennusten arvioinneista, kokemuksista ja parhaista käytännöistä Tanskassa. Sen tavoitteena on helpottaa tiedon jakamista ja vastavuoroista oppimista sekä parantaa jatkuvasti kestäviä rakentamiskäytäntöjä Tanskassa käynnissä olevissa hankkeissa.

Alan ammattilaisille tarkoitettuun tietokantaa pääsee käyttämään luomalla maksuttoman käyttäjätilin. Tietokannassa näkyvät myös BYGGE RATING-työkalun tulokset niille käyttäjille, jotka ovat tilanneet kyseisen organisaation palvelun.

Tietokanta sekä SBI:n kattavat raportit ja julkaisut ovat rakennusalan ammattilaisille arvokas resurssi, jonka avulla he voivat oppia aiemmista kokemuksista ja tehdä tietoon perustuvia tulevia hankkeita koskevia päätöksiä.

DGNB Navigator (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

2 (2)

Tarve:

kestävä rakentaminen

DGNB Navigator:n verkkosivusto: <https://www.dgnb.de/en/>

DGNB Navigator on Saksan kestävän rakentamisen neuvoston (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) tarjoama verkkoalusta. Se pyrkii edistämään kestäviä rakennuskäytäntöjä tarjoamalla kattavan tuotetietokannan ja arvioimalla rakennustuotteita.

Alustan kirjautumisosio on tarkoitettu materiaali- ja tuotevalmistajille, arkkitehdeille ja suunnittelijoille sekä DGNB:n auditoijille. Se toimii myös siltana DGNB:n sertifiointiin.

Jos materiaali- tai tuotevalmistaja haluaa antaa tuotteensa arvioitavaksi, tämän tulee toimittaa tuotetiedot ja ylläpitää niitä. DGNB vastaanottaa tiedot standardoidun järjestelmän kautta, tarkistaa arvioinnin aikana annettujen tietojen luotettavuuden ja todenperäisyyden sekä lisää tietokantaan materiaalien ja tuotteiden kestävyysvertailun. Tärkeitä tietoja ovat epäpuhtauksien ja haitallisten aineiden pitoisuudet, valmistuksen aikaiset hiilidioksidipäästöt ja kierrätysmahdollisuudet.

DGNB Navigator lyhyesti: pyrkii edistämään kestäviä rakentamiskäytäntöjä ja tarjoaa ammattilaisille kattavaa tietoa, opastusta ja DGNB:n rakennussertifiointijärjestelmään liittyvän hallintajärjestelmän. Kyseessä on tuotetietokanta. DGNB arvioi kaikki julkaistut tuotteet.

DGNB Navigator:ssa julkaistavien materiaalien ja tuotteiden kohdalla ei näytetä ensimmäisen tai toisen tason sertifiointeja, koska niissä ei oteta huomioon asennustilannetta. Läpinäkyvyyden edistämiseksi DGNB korostaa materiaaleja ja tuotteita, joihin on sovellettu erityisen tiukkoja avoimuutta ja tietojen laatua koskevia vaatimuksia. Tällaisten materiaalien ja tuotteiden osalta kaikki tiedot ovat julkisia ja saatavilla on myös ympäristöseloste (EPD).

DGNB Navigator:ssa tuotteita voi hakea materiaalin, kustannusryhmän tai valmistajan perusteella sekä yleisellä haulla. Koska valmistaja päättää, mitä tietoja tuotesivulla on saatavilla, tiedot vaihtelevat tuotteittain. Yhteys DGNB:n rakennussertifiointikriteereihin esitetään selkeästi tuotekuvauksen alla. Myös kemikaalipitoisuustiedot löytyvät, jos valmistajat ovat tiedot antaneet.

Kun rakennukselle (hankkeelle) haetaan sertifiointia, DGNB:n auditoija voi lisätä hankkeeseen DGNB Navigator:ssa julkaistuja ja arvioituja materiaaleja ja tuotteita. Jos ko. materiaalia tai tuotetta ei ole DGNB Navigator:ssa, auditoija on vastuussa sertifiointialueen vaadittujen tietojen lisäämisestä ja lataamisesta palveluun sekä arvioinnista. Yhteydenotto valmistajiin on mahdollista kirjautumisalueen kautta. Sertifiointialue toimii myös DGNB:n rakennussertifiointin dokumentointiprosessina, ja se on vain DGNB:n auditoijien käytettävissä.

Rekisteröitymisen ja kirjautumisen jälkeen hankkeet (ja hankkeisiin sisältyvät materiaalit ja tuotteet) ovat helposti vertailtavissa, koska tuotteiden rekisteröintiä ja arviointia koskeva lähestymistapa on systemaattinen (ja yhtenäinen) ja tuotteita koskevat tiedot ovat kattavasti jäsenneltyjä.

Lisäksi alusta tarjoaa selkeästi jäsenneltyä ja kattavaa tietoa arviointi- ja sertifiointiprosessista, tuotehausta ja ammattilaisille suunnatusta tiedosta. Myös rakennusten omistajat voivat käyttää tuotetietokantaa tehokkaasti materiaalien ja tuotteiden alustavaan tuotehakuun, jota voidaan myöhemmin täydentää kyseisten materiaalien ja tuotteiden ympäristöselosteilla. Täydelliset tietoineistot ja sertifikaatit ovat saatavilla vasta kirjautumisen jälkeen (tarkoitettu vain alan ammattilaisille).

DGNB:n kansainvälinen järjestelmä on yli 2 000 jäsenen verkosto, johon kuuluu yksityishenkilöitä, arkkitehtejä ja rakennusalan ammattilaisia. Siihen sisältyy DGNB Navigator:n lisäksi kestävien rakennuskäytäntöjen koulutus alusta DGNB Academy. Se, miten ja millaista tietoa

DGNB:n järjestelmän jäsenet esittävät ja mitä työkaluja he tarjoavat, saattaa vaihdella maittain ja ajan myötä.

Tanskan Green Building Council (DGNB Denmark)

<https://www.dgnb-system.de/en/system/international/denmark/index.php>

<https://www.dgnb.de/en/certification/important-facts-about-dgnb-certification/certify-projects-internationally>.

Tanskan Green Building Council on voittoa tavoittelematon järjestö, joka on vuodesta 2011 lähtien ollut osa DGNB-järjestelmää. Se on myös yhteydessä DGNB:n rakennusten sertifiointijärjestelmään. Tanskan Green Building Council itsessään on 315 jäsenen verkosto, johon kuuluu rakennetun ympäristön kestävä kehityksen puolesta toimivia yrityksiä ja organisaatioita sekä yksityishenkilöitä.

Vuonna 2020 julkaistiin DGNB:n kansainvälinen versio. Kyseinen versio sisältää kaikki vuoden 2018 saksankielisen version kriteerit sekä päivitettyt paloturvallisuussäännöt. Tanskan kansainvälinen versio on mukautettu Tanskan vaatimuksiin ja säädöksiin.

Sunda Hus (Ruotsi)

Osio (kohderyhmä):

2 (2)

Tarve:

pääpainopisteenä kemikaalit, ilmasto ja kiertotalous elinkaariarvioinnin avulla

Sunda Hus:n verkkosivusto: <https://www.sundahus.se>

Sunda Hus on yksityinen yritys, joka perustettiin vuonna 1990 auttamaan parantamaan sisäympäristön laatua. Nykyään sen tavoitteena on ohjata ja mahdollistaa rakennushankkeita tekemään kestäviä tuotevalintoja ja dokumentoimaan tuotteet rakennustuoteluetteloon.

Sunda Hus:lla on konsulttipalvelu, joka avustaa organisaatioita rakennusprosessissa keskityen erityisesti tuotevalintoihin ja dokumentointiin. Sen asiakkaita ovat esimerkiksi kunnat ja rakennusyritykset, jotka käyttävät Sunda Husi:a arviointijärjestelmänään.

Tuotteiden hakuun ja rakennustuoteluettelon tekemiseen tarvitaan käyttäjätili. Tuotetiedoissa on yleisiä tietoja, kuten tuotteen nimi, toimittaja, kuinkin tuote täyttää arviointikriteerit, arvioinnin taso, tuotteen sisältö ja dokumentaatio.

Sunda Hus järjestää useita kertoja vuodessa maksullisen kurssin, jossa käsitellään sen järjestelmää, arviointikriteerejä, arviointiprosessia ja sitä, miten sertifiointi näkyy järjestelmässä. Myös räätälöityjä kursseja maksua vastaan on saatavilla. Verkkosivuilla on tukisivu, jossa on yleisiä kysymyksiä ja vastauksia.

Arviointikriteerit jakautuvat tasoihin A, B, C+, C- ja D, joista A on korkein. Kemikaalipitoisuutta koskevat kriteerit perustuvat EU:n CLP-asetukseen ja Ruotsin kemikaaliviraston (Kemikaaleinspektionen) kemikaalien korvaamista koskevaan PRIO-oppaaseen. Sunda Hus käyttää myös kriteerejä, jotka kattavat tiettyjä elinkaarinäkökohtia, kuten kierrätyksen.

Sunda Hus käyttää osia kolmen pilarin lähestymistavasta. Haitallisuusnäkökulma sisältyy kemikaalipitoisuutta koskeviin arviointikriteereihin. Kriteerit sisältävät luokituksia ja pitoisuusrajoja, joita käytetään kaikkien kemiallisten tuotteiden arvioinnissa. Kriteerit kattavat sekä terveysettä ympäristöriskit. Sunda Hus käyttää myös haitallisuuteen liittyviä kriteerejä, jotka sisältävät vaatimukset formaldehydipäästöille, tuotantovaiheen vaarallisille aineilla, vaarallisille jätteille ja VOC-yhdisteitä sisältävien tuotteiden savusumupotentiaalia koskeville vaatimuksille.

Korkeimman arviointitason A saavuttaminen edellyttää tiettyjen kiertotalouteen liittyvien vaatimusten täyttymistä: tuotteesta tulee olla saatavilla jätetiedot, tuotetta ei saa loppusijoittaa kaatopaikalle ja joidenkin tuotetyyppien käyttöiän tulee olla yli 25 vuotta.

Ilmaston osalta Sunda Hus:lla on työkalu, joka auttaa hankkeita ilmastaselvitysten laatimisessa. Myös kasvihuonekaasupitoisuusrajoja koskeva kriteeri vaikuttaa ilmastonäkökohtiin.

Viron rakennusrekisteri (Eesti Riiklik Ehitisregister)

Osio (kohderyhmä):

2 (2)

Tarve:

mahdollisuus seurata, mitä on rakennettu ja missä

Viron rakennusrekisterin verkkosivusto: www.ehr.ee, <https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1>

Viron rakennusrekisteri on tietokanta, jonka tarkoituksena on tallentaa, tarjota ja luovuttaa tietoja suunnitelluista, rakenteilla olevista ja jo olemassa olevista rakennuksista sekä niihin liittyvistä menettelyistä. Rakennusrekisteri on vapaasti kenen tahansa käytettävissä. Se toimii myös paikallishallinnon työympäristönä rakentamiseen liittyviä asiakirjoja käsiteltäessä.

Rekisteriin tallennetaan rakennusten tekniset tiedot ja dokumentaatio, esim. rakennus- ja sijaintiedot, rakennustarkastustiedot, rakennuksen huoltokirja, tiedot rakennukseen tai rakentamiseen liittyvistä hakemuksista ja suunnitteluehdoista, ilmoituksista, luvista ja määräyksistä, valtion valvontatiedot ja energiamerkintätiedot.

Tietokannat ja muut tietolähteet, joissa käytetään tietoja/tietoaineistoja, jotka edellyttävät lukijalta vertailua ja tulkintaa

Tässä osiossa kuvataan resursseja, jotka vaativat rakennusalan tarkempaa tuntemusta. Haluatko palavasti ymmärtää ja toteuttaa kestävää rakentamista? Silloin olet todennäköisesti kiinnostunut tästä osiosta, sillä nämä resurssit tarjoavat syvällistä tietoa aiheesta.

Taulukon avulla voit nopeasti valita kulloiseenkin tilanteeseen sopivimman työkalun. Kun olet löytänyt oikean resurssin, voit syventyä siihen ymmärtääksesi paremmin, kuinka se toimii ja kuinka se voi parhaiten palvella tarpeitasi.

Taulukko 7.4
Vertailua ja tulkintaa vaativat tietolähteet ja niiden sisältö.

Tietokanta/alusta/ tietolähde	Osio (kohde- ryhmä)	Tarve	Linkki
Ilmastotietokannat ja -työkalut (Ruotsi)	3 (3)	Painopisteenä ilmasto elinkaariarvioinnin avulla	https://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfq-documentation/climate-declaration/climate-database/about-climate-database/ https://en.plant.se/ https://www.oneclicklca.com/ https://www.ivl.se/projektwebbar/byggsektorns-miljoberakningsverktyg.html
Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy:n ympäristöseloste- tietokanta ja tuotetie- tokanta (Suomi)	3 (2, 3)	Elinkaariarviointitiedot, tekniset tiedot	Selaa julkaistuja Rakennustiedon EPD- ympäristöselosteita https://haku.tuotetieto.fi/
IBU (Saksa)	3 (3)	Elinkaariarviointitiedot	https://ibu-epd.com/
ÖKOBAUDAT (Saksa)	3 (3)	Elinkaariarviointitiedot	https://www.oekobaudat.de/en.html
WECOBIS (Saksa)	3 (3)	Tieteelliset tiedot, myös elinkaariarviointitiedot	https://www.wecobis.de/

Boverket:n ilmastotietokanta ja -työkalut (Ruotsi)

Osio (kohderyhmä):
3 (3)
Tarve:
painopisteenä ilmastonäkökulma elinkaariarvioinnin avulla

Boverket:n ilmastotietokannan englanninkielinen verkkosivusto: <https://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/developer/rfq-documentation/climate-declaration/climate-database/about-climate-database/>

Boverket:n ilmastotietojen verkkosivusto: <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/oppna-data/boverkets-klimatdatabas/>

Plant:n englanninkielinen verkkosivusto: <https://en.plant.se/>

One Click LCA:n englanninkielinen verkkosivusto: <https://www.oneclicklca.com/>

BM:n verkkosivusto: <https://www.ivl.se/projektwebbar/byggsektorns-miljoberakningsverktyg.html>

Myös Ruotsissa on käytettävissä useita ilmastotietokantoja ja työkaluja, koska rakennushankkeiden ilmastovaikutusten laskeminen on ollut pakollista EU:ssa vuodesta 2022 lähtien. Yhtä niistä hallinnoi Ruotsin asunto-, rakennus- ja kaavoitusvirasto Boverket. Se tarjoaa tietokannan, jossa on eri rakennusmateriaalien konservatiivisesti määritettyjä yleisiä ilmastotietoja, joita voidaan käyttää rakennushankkeen ilmastaselvitystä laadittaessa. Boverket kuitenkin suosittelee, että hankkeissa käytetään ympäristöselosteasiakirjoista saatavia tuotekohtaisia tietoja, jotta ilmastolaskelmat olisivat tarkempia. Tietokanta tarjoaa tietoa materiaalien ilmastovaikutuksista, mutta se ei ole työkalu ilmastovaikutusten laskentaan.

Hankkeiden ilmastaselvitysten laatimisessa auttavia työkaluja on Ruotsissa kolme: Plant, One Click LCA ja BM (rakennusalan ilmastolaskentatyökalu). Työkalujen käyttäminen edellyttää käyttäjätiliä. Plant- ja One Click LCA-käyttäjätilit ovat maksullisia. BM:stä on ilmainen versio, jossa hankkeen ilmastotiedot voi syöttää manuaalisesti, mutta palvelu muuttuu maksulliseksi, jos halutaan käyttää muita toimintoja, kuten tietojen digitaalista lataamista. Plant:ssa ilmastolaskelmia voi tehdä rakennusten BIM-tietomallien perusteella ja se toimii yhteistyössä Byggsvarubedömningenin kanssa.

Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy:n ympäristöselostetietokanta ja tuotetietokanta

Osio (kohderyhmä):
3 (3)
Tarve:
elinkaariarviointitiedot, tekniset tiedot

Rakennustieto Oy:n ympäristöselostetietokannan verkkosivut: [Selaa julkaistuja Rakennustiedon EPD-ympäristöselosteita](#)

Rakennustieto Oy:n tuotetietokannan verkkosivut: <https://haku.tuotetieto.fi/>

Rakennustieto Oy (Rakennustieto) ylläpitää M1-tietokannan (ks. osio 7.2 Tuotetietokannat ja alustat) lisäksi EPD-ympäristöselostetietokantaa sekä rakennusmateriaalien ja -tuotteiden tuotetietokantaa.

Rakennustiedon EPD on ympäristöseloste, jossa esitetään tuotteen ympäristövaikutukset. Niiden laskenta tehdään elinkaarianalyysillä (LCA) tuotteen koko elinkaaren ajalta. Tuotteen ympäristövaikutukset on koottu ja laskettu raaka-ainehankinnasta aina loppusijoitukseen saakka.

Rakennustiedon EPD:n hakeminen edellyttää käyttäjätilin luomista järjestelmään. EPD:tä haetaan sähköisellä hakemuslomakkeella tarvittavine liitteineen. Rakennustiedon EPD:t hyväksytään Rakennustietosäätiö RTS:n päätoimikunnan asettamassa selostetyöryhmässä. Työryhmä varmistaa, että kaikki oleellinen tieto on esitetty niin selosteessa, verifiointitodistuksessa kuin hakemuksessa. Rakennustieto ilmoittaa yritykselle hyväksynnästä, jonka jälkeen yrityksellä on oikeus liittää RTS EPD-logo selosteen yhteyteen. Seloste voidaan julkaista myös EU:n ECOplatformissa <https://www.eco-platform.org/home.html>. Rakennustiedon EPD-hyväksynnästä veloitetaan julkaisumaksu. Seloste on voimassa viisi vuotta verifiointista.

Ympäristöselosteen hakemiseen on laadittu malliseloste sekä EPD:n laadintaan menetelmäohje. Menetelmäohjeen lisäksi yrityksen tulee hankkia EN 15804:2019 standardi, jota menetelmäohje täydentää.

Rakennustiedon EPD-ympäristöselostetietokannasta löytyy noin 850 rakennustuotteen ympäristöseloste (tilanne heinäkuussa 2025). Ympäristöselosteita voi hakea joko sanahaullla tuotenimen tai valmistajan tai Talo 2000-luokituksen mukaisen tuotenimikkeistön perusteella.

Rakennustiedon Tuotetiedon haku palvelee käyttäjiä rakennustuotteiden haussa, vertailussa ja valinnassa. Hausta löytyvät kaikkien Rakennustiedon Tuotetieto-palvelussa mukana olevien noin 450:n tuotetoimittajan tuotteet. Tuotetoimittajat ovat tuoneet palveluun lähes 300 000 markkinoilla olevaa tuotetta. Tuotteista löytyy yhteensä yli 6 miljoonaa tietokenttää, jotka sisältävät rakenteellisen tuotetiedon lisäksi erilaiset tuotteisiin liittyvät dokumentit (tilanne heinäkuussa 2025).

Tuotetietoina palvelussa on esimerkiksi tuotteiden teknisiä ominaisuuksia, hiilijalanjälkitietoja ja muita ympäristötietoja. Dokumentteina palvelusta löytyy esimerkiksi DoP-suoritustasoilmoitus, tyyppihyväksyntäpäätös, varmennustodistus, käyttöturvallisuustiedote, tekninen dokumentaatio, asennusohje, huolto-ohje, käyttöohje, EPD-ympäristöseloste ja BIM-objektit. Tuotteita voi etsiä sanahaullla tai Talo 2000-luokituksen mukaisen tuotenimikkeistön perusteella.

Tuotetiedon hakupalvelu on kaikille käyttäjille avoin ja ilmainen. Tuotetoimittajilta veloitetaan avausmaksu sekä kuukausimaksu, jonka suuruus riippuu tietokantaan liitettävien tuotteiden lukumäärästä.

Rakennustietosäätiö RTS

Yhdesti: Rakennustietosäätiö RTS on yleishyödyllinen, puolueeton ja riippumaton suomalaisen kiinteistö- ja rakentamisalan vaikuttaja. Säätiön tarkoituksena on edistää sekä hyvää kaavoitus- ja rakentamistapaa että hyvää kiinteistön ylläpitotapaa. Rakennustietosäätiö RTS on osa RTS-konsernia, johon kuuluvat lisäksi säätiön omistamat Rakennustieto Oy, Rakennustietomalli Oy sekä ET infokeskuse AS.

IBU (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

3 (3)

Tarve:

elinkaariarviointitiedot

IBU:n verkkosivut: <https://ibu-epd.com/>

Rakennus- ja ympäristöinstituutti (Institut Bauen und Umwelt, IBU) on saksalainen voittoa tavoittelematon järjestö, joka on erikoistunut rakennustuotteiden ympäristöselosteiden luomiseen ja toimittamiseen. Sen edeltäjä Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., AUB perustettiin vuonna 1982 kestävämmän rakentamisen edistämiseksi kiinnostuneiden rakennustuotteiden ja komponenttien valmistajien aloitteesta. Vuonna 2008 AUB nimettiin uudelleen IBU:ksi.

IBU on yksi maailman johtavista rakennusalan ympäristötuoteselosteiden ohjelma-toimijoista ja Euroopan johtava organisaatio eurooppalaisen standardin EN 15804 mukaisten rakennustuoteselosteiden alalla. IBU:un kuuluu yli 300 jäsentä, jotka valitsevat viisitoistajajäsenisen hallituksen ja presidentin. Presidentti on IBU:n julkinen edustaja ja antaa ohjaa strategista suunnittelua. Ylimmän tason asiantuntijaelin on pro bono -neuvoa-antava toimikunta, joka vastaa riippumattomien kolmannen osapuolen tarkastajien nimittämisestä.

IBU ylläpitää monialaista, riippumatonta IBU.data-ympäristöselostetietokantaa, josta ympäristöselosteita voi hakea joko hakutoiminnolla (tuotteen nimi, IBU-luokitus, luokituksen voimassaoloaika, tietoaaineiston tyyppi, valmistaja, kieli, alue) tai ladata XML- tai PDF-tiedostoina. IBU varmistaa, että ekologiset näkökohdat sisällytetään rakennusten kestävä kehityksen arviointiin. Tämä ei sisällä tuotearviointia.

IBU tarjoaa myös verkossa ja ilman verkkoyhteyttä toimivan ympäristöselosteiden muokausohjelman käyttöohjeineen. Näin tavarantoimittajat voivat luoda tuotteilleen tuotekohdaisia tuoteryhmäsääntöjen (PCR) mukaisia ympäristöselosteita. PCR-asiakirjat ovat kutakin tuoteryhmää ohjaavia asiakirjoja. Ympäristöseloste on voimassa viisi vuotta IBU:n suorittaman tarkastuksen ja julkaisun jälkeen. Julkaisemisen jälkeen ympäristöselosteet ovat julkisesti ladattavissa IBU:n verkkosivuston, ÖKOBAUDATin ja IBU.datan kautta.

Lisäksi IBU tarjoaa käyttäjille kattavasti tietoa ympäristöselosteista ja niiden laatimisesta. Ympäristöselosteissa esitetään objektiivinen yhteenveto tuotteen tieteellisesti määritellyistä elinkaariarvioinnin lähtöarvoista, toiminnallisista ja teknisistä ominaisuuksista sekä kiertotalouteen liittyvistä näkökohdista. Ennen julkaisemista riippumaton kolmas osapuoli todentaa ympäristöselosteen. Todennusprosessissa otetaan huomioon muun muassa tietojen täydellisyys ja uskottavuus sekä standardien noudattaminen.

SuPIM (Sustainable Products Information Module) on IBU:n tarjoama tietojärjestelmä, johon materiaali- ja tuotetoimittajat voivat koota DGNB:n, BNB:n, LEED:n ja BREEAM:n kaltaisten

IBU lyhyesti: rakennus- ja ympäristöalan instituutti, joka hallinnoi rakennusalan ympäristöseloste-ohjelmaa. Ensimmäisessä avustaa tavarantoimittajia ympäristöselosteasiakirjojen laatimisessa tarjoamalla työkaluja ja todentamisprosesseja sekä julkaisemalla ja jakamalla ympäristöseloste-asiakirjoja. Tarjoaa lisäksi taustatietoja sekä neuvoa eri työkalujen käytössä.

sertifiointijärjestelmien kriteereihin liittyvää materiaali- ja tuotekohtaista tietoa. Se toimii tuotekohtaisia kestävästä kehitystä koskevia tietoja sisältävänä järjestelmänä, jota myös sertifiointijärjestelmien auditoijat voivat hyödyntää. Arkkitehdit, suunnittelijat, rakennuttajat ja muut sidosryhmät voivat käyttää hakutoiminnolla varustettua SuPIM-tietokantaa esimerkiksi materiaalien valintavaiheessa. Myös hankkeiden ja sertifikaattien hallinta on mahdollista SuPIM:n kautta. Materiaali- tai tuotetoimittaja syöttää tuotetiedot tietokantaan ja ylläpitää niitä. IBU voi pyynnöstä maksullisena palveluna vahvistaa ne. Materiaalin tai tuotteen sisällön voi ilmoittaa järjestelmässä, mutta se ei ole pakollista. Tietokanta on julkisesti saatavilla rekisteröitymällä osoitteessa www.epd-online.com. Käyttö on maksutonta: kustannuksia aiheutuu ainoastaan IBU:n suorittamasta materiaali- ja tuotetietojen arvioinnin vahvistamisesta.

CM_{EPD} (<https://ibu-epd.com/cm-epd/>) on lyhenne sanoista Circularity Module EPD. Se kuvaa kiertotaloutta koskevien tietojen lisäämistä jo käytössä oleviin rakennusmateriaalitietoaineistoihin. CMEPD:n tavoitteena on poistaa epävarmuus siitä, mitä tai miten rakennustuotteita käsitellään purkamisen aikana tai sen jälkeen. Tarkoituksena on edistää rakennusmateriaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen suunnittelua ja toteutusta. Lisäksi CMEPD:n tietoja voidaan käyttää uudelleen käytettyjen raaka-aineiden elinkaariarviointitietoina.

ÖKOBAUDAT (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

3 (3)

Tarve:

elinkaariarviointitiedot

ÖKOBAUDAT:n verkkosivut: <https://www.oekobaudat.de/en.html>

ÖKOBAUDAT on alusta, joka toimii standardoituna verkkotietokantana. Se hyödyntää elinkaariarviointitietoaineistoja. Maksuttoman tietokannan tarjoaa Saksan liittovaltion asunto-, kaupunkikehitys- ja rakennusministeriö (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen).

ÖKOBAUDAT on pakollinen BNB-järjestelmän (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen) mukaisesti sertifioituille tuotteille. Se sisältää sekä yleisiä että materiaali- ja tuotekohtaisia elinkaariarviointitietoja ja tuotteiden ympäristöselosteita. Tiedot päivitetään säännöllisesti ja viimeisin päivitys on vuodelta 2023. ÖKOBAUDAT:n tietokanta on yhteydessä GaBi-taustatietokantaan ja sitä täydennetään ecoinvent-taustatietokannan tiedoilla. Sekä GaBi että ecoinvent tarjoavat tietoa tuotteiden ja prosessien elinkaariarviointia varten.

ÖKOBAUDAT on maksuton ja käytettävissä ilman kirjautumista, sillä sen tavoitteena on tarjota kattavaa ja avointa tietoa rakennusmateriaaleista ja tuotteista kestävästä kehityksen näkökulmasta.

Alustalta voi ladata tietoaineistoja, ja se on myös yhteydessä useisiin työkaluihin, jotka parantavat sen käytettävyyttä. Yksi suoraan ÖKOBAUDAT-tietokantaan yhteydessä oleva työkalu on eLCA, jonka avulla valmistajat voivat laatia tuotteidensa elinkaariarviointeja. Se mahdollistaa yksittäisten rakennusosien ja jopa kokonaisten rakennusten mallintamisen komponenttiedi-

torin ja graafisen käyttöliittymän avulla. Laskettuja ympäristövaikutuksia täydennetään rakennusta koskevilla oleellisilla tiedoilla ja verrataan sen jälkeen BNB-järjestelmän kriteereihin.

Arvioinnit voi viedä eBNB-järjestelmään (Elektronisches Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen), joka toimii BNB-järjestelmän kriteerien mukaisen rakennustoiminnan toteuttamisen työkaluna. eBNB-järjestelmä on kuitenkin vain Saksan liittovaltion rakentamislaitosten työntekijöiden saatavilla, sillä se on kehitetty nimenomaan BNB-järjestelmän toteuttamiseksi liittovaltion omissa rakennushankkeissa.

Toinen suoraan ÖKOBAUDAT-tietokantaan yhteydessä oleva työkalu on hakutoiminnon sisältävä luettelo rakennusmateriaalien tietoaineistoista, jotka mahdollistavat tuotehaun. ÖKOBAUDAT:n tietoja hyväksi käyttävän työkalun tarkoituksena on antaa tietoja kestävästä kehityksen mukaisista rakennusmateriaaleista ja -tuotteista ja niiden ekotehokkuudesta. Käyttäjät voivat hakea tietoa rakennusmateriaaleista ja -tuotteista, perehtyä ympäristöselosteisiin ja tehdä tietoon perustuvia päätöksiä. Työkalu on osa ÖKOBAUDAT-alustaa ja avoin kaikille käyttäjille.

ÖKOBAUDAT:n avulla käyttäjät voivat saada tietoa tuotteiden kemiallisesta koostumuksesta ja pitoisuuksista ja tehdä tietoon perustuvia päätöksiä koskien niiden valintaa ja käyttöä rakennusprojekteissa. Ympäristöselosteen sisältämät tiedot vaativat kuitenkin tulkintaa, mikä voi aiheuttaa hankaluuksia maallikoille. Ohjeistus siitä, mitä tuotetta (tai tuoteryhmää) kannattaa suosia mistäkin näkökulmasta, puuttuu. Yksinkertaista visuaalista esitystä tai arviointia, kuten BVB:n suositeltu / hyväksyttävä / vältettävä, ei ole. Nämä tiedot on käyttäjän itse hankittava vertailemalla tarkasteltavia tuotteita.

Lisätietoja ÖKOBAUDAT:sta on esitetty ÖKOBAUDAT-käsikirjassa: https://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/0068G_en_BF_200106ms.pdf.

ÖKOBAUDAT lyhyesti: ÖKOBAUDAT-alusta keskittyy rakennusmateriaalien arviointiin elinkaariarviointien ja ympäristöselosteiden perusteella. Vaikka elinkaariarviointitiedot antavat yleiskuvan tuotteen ympäristö- ja kiertotalousnäkökohdista koko sen elinkaaren ajalta, yksittäisen tuotteen tarkka kemikaalipitoisuus saattaa löytyä ympäristöselosteesta. Lopputyökalun on kuitenkin verrattava ja tulkittava saamiaan tietoja tehdäkseen järkeviä päätöksiä siitä, mitä rakennusmateriaalia rakennuksessa tulisi käyttää.

Esimerkki: tuotteen x ympäristöselosteessa mainitaan PVC-muovikerros, jossa on 29 % pehmenintä DINP (di-isononyyliftalaatti). **Käyttäjän tulee päättää, onko tämä hyväksyttävää vai ei.** Ainakin seuraavat asiat tulee ottaa huomioon:

- Tuote/esine tai ainakin yksi sen komponentti sisältää SVHC-ehdokasluettelossa (REACH-asetuksen mukainen erityistä huolta aiheuttavien aineiden luettelo) olevia aineita yli 0,1 painoprosenttia: ei
- Tuote/esine tai ainakin yksi sen komponentti sisältää yli 0,1 painoprosenttia muita kategoriaan 1A tai 1B kuuluvia syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita (CMR-aineita), jotka eivät ole SVHC-ehdokasluettelossa: ei
- Kyseiseen rakennustuotteeseen on lisätty biosidituotteita tai se on käsitelty biosidituotteilla, jolloin se luokitellaan biosidivalmisteita koskevan EU-asetuksen N:o 528/2012 mukaisesti: kyllä (tuote sisältää dikloorioktyyli-isotiatsolinonia, DCOIT)
- DCOIT:n käyttöä ei ole kielletty EU:ssa, mutta se on muun muassa haitallista vesielioille. Käyttäjän päätös jättää tuote käyttämättä on oikea.

WECOBIS (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

WECOBIS (Saksa)

Osio (kohderyhmä):

3 (3)

Tarve:

elinkaariarviointitiedot

WECOBIS:N verkkosivut: <https://www.wecobis.de/>

WECOBIS on lyhenne sanoista ”Web-based Ecological Building Information System” (verkkopohjainen ekologinen rakennustietojärjestelmä). Se on verkkoalusta, jossa on saatavilla tietoa ekologisista ja kestäväen kehityksen mukaisista rakennusmateriaaleista, tuotteista ja teknologioista. Sitä ylläpitää Saksan liittovaltion asunto-, kaupunkikehitys- ja rakennusministeriö (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen).

Alustan tavoitteena on tukea eri kohderyhmiä (arkkitehtejä, insinöörejä, suunnittelijoita, hankintayksiköitä, rakennuttajia, BNB-koordinaattoreita, opettajia, tutkijoita, opiskelijoita ja oppilaita, kuntia, eri organisaatioita ja suurta yleisöä) rakennusmateriaalien, -teknologioiden ja -prosessien parissa työskentelyssä. Alustalla on paljon linkkejä artikkeleihin, muille alustoille, tieto- ja sertifiointijärjestelmiin sekä muihin kestäväen rakentamiseen liittyviin sivustoihin.

Lisäksi WECOBIS:ssa on tuoteneutraalia jäsennehtyä tietoa rakennustuoteryhmistä (levyt, lattiat, eristysmateriaalit, tiivisteet ja vedenpitävät tuotteet, puurakennusmateriaalit, liimat).

Kustakin tuoteryhmästä on esitetty yleiskuvaus sekä taulukko ryhmään kuuluvista tuotteista ja niiden pääraaka-aineista (esim. yleistietoa rakennuslevyistä ja sen jälkeen niiden jaottelu kipsi-, sementti- ja muovilevyihin jne.).

Esimerkiksi kipsilevyistä löytyy määritelmä, tärkeimmät raaka-aineet, ominaisuudet (kuten luontaisesti palonkestävä) sekä tietoa ympäristön ja terveyden kannalta tärkeimmistä ominaisuuksista, toimitustilanteesta ja (erityis)käyttökohteista. Tiedot esitetään tekstimuodossa ja niissä on viittauksia muihin aiheeseen liittyviin tietolähteisiin.

Yleiskatsaus-välilehdellä olevien tietojen lisäksi muilla välilehdillä on esitetty tietoja suunnittelusta, ympäristöselosteista ja BNB:n kriteereistä sekä valitun tuotteen/tuoteryhmän teknisiä tietoja.

Tarvittaessa on taulukoita, joissa esitetään muita tuoteryhmän materiaaleja (esim. erityyppisiä levyjä), jotta käyttäjä voi vertailla tuotteita. Lisäksi on tietoa materiaalikierrosta ja myös tuotteen erilaisista asennustavoista: liimattava, ruuvattava jne.

Tietoja tuotteen terveys- ja ympäristövaikutuksista ja kierrätettävyydestä on esitetty useissa paikoista. Siksi käyttäjän kannattaa katsoa läpi kaikki vertailemansa tuotteen välilehdet. Joillekin tuotteille on myös ylimääräinen (vihreä) välilehti, jonka otsikko on ”Elinkaari”. Osiossa on toisinaan esitetty paljonkin tietoa materiaalin koostumuksesta (myös kemikaalipitoisuudesta), ympäristövaikutuksista ja kiertotalousprosesseista.

WECOBIS:ssa saatavilla olevan tiedon määrä ja yksityiskohtaisuus vaihtelee tuotteen mukaan.

WECOBIS lyhyesti: *WECOBIS-alustalla on kattavaa tietoa erilaisista rakennusmateriaaleista, niiden ominaisuuksista, toiminnasta ja vaikutuksista sekä linkkejä erilaisiin artikkeleihin, verkkosivustoille ja muihin julkaisuihin, kuten tarjouspyyntömallipohjiin. Se on tarkoitettu eri alojen ammattilaisille sekä suurelle yleisölle ja tutkijoille. Tiedot ovat tuoteneutraaleja, mutta ne sisältävät tietoja materiaalikoostumuksesta, kemikaalipitoisuudesta, prosesseista, ympäristövaikutuksista ja käytöän jälkeisestä materiaalikierrosta. Myös tietoa sertifiointeista on saatavilla.*

Mitä järjestelmää kannattaa käyttää missäkin maassa?

Vastaus kysymykseen: ”Mitä rakennusmateriaalien ja -tuotteiden tietoaaineistoa ja -järjestelmää kannattaa käyttää missäkin maassa.” ei ole yksiselitteinen. Valintaan vaikuttavat millainen käyttäjä olet ja millaista tietoa haluat saada järjestelmästä. Monet järjestelmät toimivat useissa eri maissa. Halutessasi lisätietoa jostakin tietystä järjestelmästä, voit käydä sen verkkosivustolla ja ottaa yhteyttä ylläpitäjään, joka pystyy antamaan tarpeisiisi räätälöityä lisätietoa. Ehkä innostut jopa levittämään järjestelmää omaan maahasi ja liityt seuraamme tekemään rakennusalaista todella kestäväen kehityksen mukaisen.

Liettuan tilanne

Liettuassa ei toistaiseksi ole kehitetty kestäväen rakentamiseen keskittyviä kansallisia tuotetietokantoja tai ympäristöystävällisten rakennustuotteiden sertifiointijärjestelmiä, koska kestävä rakentaminen on vasta hiljattain esiin tullut aihe maassa. Liettuan ympäristöystävällisen rakentamisen neuvosto (Lietuvos žaliųjų pastatų taryba, LZPT) on kuitenkin perustanut kansallisen rakennusten sertifiointijärjestelmän (Lietuvos Pastatų Tvarumo Vertinimo Sistema, LPTVS), joka levittää tietoa kestävästä rakentamisesta. Vastuullisia julkisia hankintoja koskevia sääntöjä päivitettiin vuonna 2022 sisällyttämällä niihin pakolliset rakennusmateriaalien ja rakennussuunnittelupalveluiden ekologisuuskriteerit. Tämä on tällä hetkellä yksi tärkeimmistä ympäristöystävällisempien rakennusmateriaalien valintaan vaikuttavista tekijöistä Liettuassa.

Liettuan kestäväen rakentamisen arviointijärjestelmä (LPTVS)

Liettuan kestäväen rakentamisen arviointijärjestelmä on suunniteltu arvioimaan Liettuan alueiden ja rakennusten kestäväen kehityksen mukaisuutta puolueettomasti, avoimesti ja ammattimaisesti. Järjestelmä perustuu maailmanlaajuisesti tunnustettuihin kansainvälisiin arviointimenetelmiin (BREEAM, LEED, DGNB jne.). Arviointimenetelmiä on mukautettu ja sovellettu paikallisiin olosuhteisiin, ja järjestelmä kattaa kahdeksan osa-aluea: energia, kuljetus, veden ja jäteveden käsittely, rakennusmateriaalit / -tuotteet (paikallisten materiaalien suosiminen ja haitallisten kemikaalien välttäminen), jätahuolto ja saastuminen, projektinhallinta, maa-alueiden käyttö ja ekologia, terveys ja hyvinvointi. Arviointijärjestelmä kannustaa suunnittelemaan ja rakentamaan terveellisiä, viihtyisiä, pitkäikäisiä, kustannustehokkaita ja energiatehokkaita rakennuksia, joissa luonnonvaroja käytetään järkevästi rakennuksen elinkaaren kaikissa vaiheissa.

Järjestelmässä otetaan huomioon luonnonolosuhteet, oikeudellinen ympäristö ja paikallisten markkinoiden tarpeet. Vuoteen 2023 mennessä seitsemän rakennusta oli LPTVS-sertifioitu. Järjestelmää voidaan soveltaa sekä suunnittelu- ja rakennusvaiheessa oleviin että jo valmiisiin rakennuksiin.

8 Ympäristömerkintä- ja sertifiointijärjestelmät

Rakennukset käyttävät elinkaarensa kaikissa vaiheissa, rakentamisesta purkamiseen, energiaa, vettä ja raaka-aineita. Samalla ne tuottavat jätettä ja aiheuttavat (haitallisia) päästöjä. Näiden vaikutusten hillitsemiseksi on kehitetty erilaisia ympäristömerkintöjä, standardeja ja sertifiointeja, jotka ohjaavat kohti kestävämpää rakentamista ja suunnittelua. Rakennusallalla käytössä olevien merkintä- ja sertifiointijärjestelmien määrä on maailmanlaajuisesti valtava.



Rakennustuotteiden ympäristö- ja terveysnäkökohtia voidaan tuoda esiin erilaisten väit-
tämien, symboleiden tai muiden merkintöjen avulla. Näitä kutsutaan ympäristöväittämik-
si. Niiden tarkoituksena on viestiä, että kyseinen tuote tai palvelu on ympäristön kannalta
parempi. Kaikki ympäristöväittämät ja tuotemerkinnät voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin:

- Riippumattoman kolmannen osapuolen vahvistamat ympäristömerkit sekä
-merkinnät (tyyppi I, ISO 14024)
- Vahvistamattomat ja itse julkaistut ympäristöväittämät (tyyppi II, ISO 14021)
- Riippumattoman kolmannen osapuolen vahvistamat ympäristötuoteselosteet
(tyyppi III, ISO 14025)

Paras tapa varmistaa, että tuotteiden ympäristövaikutukset ovat pienempiä, on valita
tuotteita, joille on myönnetty riippumattoman kolmannen osapuolen varmentama ym-
päristömerkki. Elinkaarinäkökohtiin perustuvat ympäristömerkit osoittavat tuotteen yleis-
sen ympäristöystävällisyyden tietyssä tuoteryhmässä. *Ympäristömerkintä (environmental
label)* tarkoittaa periaatteessa samaa kuin ympäristömerkki (ecolabel), mutta siinä keski-
tytään yksittäiseen näkökohtaan tai tiettyihin näkökohtiin, kuten tuotteen koostumukseen
tai valmistuksen ja käytön aikaisiin päästöihin ja luonnonvarojen kulutukseen.

Vahvistamattomat ja itse julkaistut ympäristöväittämät ovat valmistajan tai palveluntuot-
tajan itse laatimia eikä mikään kolmas osapuoli ole sertifioinut niitä, mutta niiden odote-
taan olevan todennettavissa ja paikkansapitäviä. Valitettavasti näin ei aina ole: jotkut niistä
ovat harhaanjohtavia, mikä voi johtaa niin kutsuttuun viherpesuun.

Ympäristötuoteselosteissa (Environmental Product Declaration, EPD) annetaan tuotteen
määrälliset ympäristötiedot, jotka perustuvat elinkaariarvioinnin mukaisiin parametrei-
hin ja jotka riippumaton kolmas osapuoli on varmentanut. Ympäristötuoteseloste ei ker-
ro tuotteen eduista, vaan tarjoaa todennettavissa olevaa tietoa. Ympäristötuoteseloste
on eräänlainen kyseisen tuotteen ”tietosivu”. Monet rakennusten sertifiointijärjestelmät
(esim. BREEAM ja LEED), elinkaariarvioinnissa käytettävät rakennusten tietomallit (Buil-
ding Information Modeling, BIM) ja ympäristöä säästävät julkiset hankinnat hyväksyvät
ympäristöselosteet.

Rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmiä käytetään arvioimaan ja tunnistamaan
rakennuksia, jotka täyttävät tietyt kestävän kehityksen vaatimukset tai standardit. Niissä
tarkastellaan koko rakennusta eikä vain sen osia. Sertifiointien lähestymistapa vaihtelee,
ja niitä voidaan soveltaa rakennuksen suunnittelu-, rakennus-, käyttö-, ylläpito-, peruskor-
jaus- ja purkuvaiheisiin.

Useat sertifiointijärjestelmät käyttävät luokituksia rakennuksille. Esimerkiksi BREEAM-jär-
jestelmässä rakennukset luokitellaan ja sertifioidaan asteikolla luokittelematon (Unclassi-
fied), hyväksytty (Pass), hyvä (Good), erittäin hyvä (Very Good), erinomainen (Excellent) ja
loistava (Outstanding). Joillakin Itämeren alueella käytössä olevilla suosituilla tietokannoil-
la/rakennusmateriaalien arviointivälineillä on omat arviointikriteerinsä, joiden perusteel-
la rakennustuotteet luokitellaan tiettyihin luokkiin, tasoihin jne. Tasojen määrittäminen
perustuu rakennustuotteiden sisältämiin haitallisiin kemikaaleihin (esim. BVB:n tietokan-
nassa, BASTA-tietokannassa BASTA ja BETA-tuotteiden ”suositeltava”, ”hyväksytty” ja ”väl-
tettävä” tasot).

Tässä luvussa esitellään ympäristömerkkejä ja -merkintöjä sekä rakennusten ympäristö-
sertifiointijärjestelmiä, jotka ovat peräisin ja/tai yleisessä käytössä Itämeren alueen mais-
sa.

Muutamat niistä (Blauer Engel, Joutsenmerkki, M1 ja Dansk Indeklima Mærkning)
on kehitetty Itämeren alueella ja niitä käytetään alueella laajalti. Nykyään maailman-
laajuisesti käytettävät ympäristötuoteselosteet on alun perin kehitetty Ruotsissa.
Useilla Itämeren alueen mailla on omat kansalliset ekologisen rakentamisen neu-
vostonsa, jotka ovat kehittäneet paikallisiin olosuhteisiin sopivia sertifiointiohjelmia.
Myös maailmanlaajuiset ympäristösertifiointijärjestelmät BREEAM ja LEED ovat suo-
sittuja Itämeren alueen maissa.

Alla olevasta taulukosta löydät tarvitsemasi merkintä- ja ympäristösertifiointijärjes-
telmät, etsitpä sitten:

- rakennustuotteita, joiden ympäristö- ja terveysvaikutukset ovat pienempiä,
- haluat valita tuotteet yksityiskohtaisia tuotetietoja tarkastelemalla tai valmiin
tuoteluokituksen mukaan tai
- haluat sertifioida rakennuksen tai hankkia sille ympäristömerkin
(jälkimmäisen mahdollisuuden tarjoaa Joutsenmerkki).

Taulukko 8.1
Rakennustuotteiden merkintä- ja sertifiointijärjestelmien yhteenveto.

Mitkä ovat tarpeesi?	Merkki/tuoteseloste/ luokitus/sertifiointi	Painopisteenä tuotteet/ rakennukset	Painotetut näkökohdat
Haluan hankkia tuotteita, joiden ympäristö- ja terveysvaikutukset ovat vähäisemmät	EU-ympäristömerkki	Kolme rakennustuoteryhmää	Useita näkökohtia, elinkaariajattelu
	Joutsenmerkki	Yhdeksän rakennustuoteryhmää	Useita näkökohtia, elinkaariajattelu
	Blauer Engel (Sininen enkeli)	17 rakennustuoteryhmää	Useita näkökohtia, elinkaariajattelu
	M1	Asuin- ja työtiloissa käytettävät rakennus- ja sisustusmateriaalit, kalusteet ja huonekalut	Yksi näkökohta: päästöt
	Tanskan sisäilmastomerkki Dansk Indeklima Mærkning	Rakennusmateriaalit, huonekalut ja kalusteet	Yksi näkökohta: päästöt
Haluan saada tietoja tuotteista	Ympäristötuoteseloste	Säännöt noin 64 rakennustuoteryhmälle	Useita näkökohtia, elinkaariarviointi
Haluan saada rakennukselle ympäristömerkin	Joutsenmerkki	Uudet rakennukset; Peruskorjaukset	Useita näkökohtia, elinkaariajattelu

Mitkä ovat tarpeesi?	Merkki/tuoteseloste/ luokitus/sertifiointi	Painopisteenä tuotteet/ rakennukset	Painotetut näkökohdat
Haluan sertifioida rakennuksen	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Uudisrakentaminen, jo käytössä olevat rakennukset, korjaukset, alueet, infrastruktuuri	Arvioitavat alueet: energia, terveys ja hyvinvointi, liikenne, vesi, materiaalit, jäte, maankäyttö ja ekologia
	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Uudet rakennukset, jo käytössä olevat rakennukset, sisätilat, alueiden kehittäminen, kaupungit ja yhteisöt	Arvioitavat alueet: sijainti, vedenkäytön tehokkuus, energia ja ilmakehä, materiaalit ja resurssit, sisäympäristön laatu, suunnitteluinnovaatiot, sijainti ja liikenne, alueellinen lähestymistapa
	DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	Uudet rakennukset, liiketilat, peruskorjaukset, jo käytössä olevat rakennukset, kaupunkialueet	Arvioitavat alueet: ekologinen laatu, taloudellinen laatu, sosiokulttuurinen ja toiminnallinen laatu, tekninen laatu ja prosessin laatu, erityispainopisteenä elinkaarilähestymistapa
	Miljöbyggnad	Uudet rakennukset, peruskorjaukset, jo käytössä olevat rakennukset	Arvioitavat alueet: energiankäyttö ja ilmastonäkökohdat, sisäympäristö, materiaalit (haitalliset aineet), ilmastoriskit, luonnon monimuotoisuus ja kiertotalous
	Noll CO ₂	Eri rakennukset	Rakennuksen ilmastovaikutus

Mitkä ovat tarpeesi?	Merkki/tuoteseloste/ luokitus/sertifiointi	Painopisteenä tuotteet/ rakennukset	Painotetut näkökohdat
Haluan sertifioida rakennuksen	Citylab	Kokonaiset alueet: 1) suunnitteluprosessi tai 2) jo toiminnassa olevat alueet	1) Sosiaaliset arvot, ilmastovaikutukset, vesihuolto, energiajärjestelmät, liikenne, ilmanlaatu ja vaaralliset aineet, 2) Luottamus, sisäympäristö, matkustustavat, rakennusten energiankäyttö, ilmastovaikutukset, luonnon monimuotoisuus ja sadevesien käsittely
	LPTVS (Liettuan ympäristöystävällisen rakentamisen neuvosto)	Uudet rakennukset	Arvioitavat alueet: terveys, energia, liikenne, maankäyttö ja ekologia, materiaalit, jätehuolto ja saastuminen, projektinhallinta, vesihuolto
	Zielony dom	Uudet rakennukset (asuinrakennukset)	Arvioitavat alueet: energiankulutus, materiaalit, sadeveden hallinta, vesijohtoveden laatu, sisäilman laatu, vanhusten ja vammaisten tilat, palvelut lähellä
	Level(s)	Kaikenlainen rakentaminen koko EU:n alueella	Arvioitavat alueet: kasvihuonekaasu- ja ilmansaasteet, resurssitehokas ja kiertotalouden mukainen materiaalikierto, vesivarojen tehokas käyttö, terveelliset ja mukavat tilat, sopeutuminen ilmastonmuutokseen, optimoidut elinkaarikustannukset ja arvo

Taulukko 8.2
Ympäristömerkit

Ympäristömerkit	ISO 14024 -standardin mukaiset tyypin I ympäristömerkit
	EU-ympäristömerkki, jonka symboli on kukka, on Euroopan komission vuonna 1992 käyttöön ottama ympäristömerkintäohjelma. Se kattaa 24 tuote- ja palveluryhmää 11 luokassa, joista kolme liittyy rakennusalaan: • Sisä- ja ulkomaalit • Puu-, korkki- ja bambupohjaiset lattiapäällysteet • Kovat pinnoitetuotteet EU-ympäristömerkki on myönnetty yli 40 000 rakennustuotteelle, joista suurin osa (yli 36 000) on sisä- ja ulkomaaleja.
 	Joutsenmerkki on Pohjoismaiden ministerineuvoston vuonna 1989 perustama Pohjoismaiden (Islanti, Norja, Ruotsi, Suomi ja Tanska) virallinen ympäristömerkki. Joutsenmerkki kattaa 56 tuoteryhmää, joihin kuuluu yli 200 tuotetyyppiä. Rakennusalan sisällä on seitsemän luokkaa materiaaleille ja kaksi rakennuksille: • Uudet rakennukset • Peruskorjaukset • Kemialliset rakennustuotteet • Rakennus- ja julkisivupaneelit ja -listat • Lattiapäällysteet • Sisämaalit ja -lakat • Ikkunat ja ulko-ovet • Ulkokäyttöön tarkoitettu kestävä puu • Ulkokalusteet, leikkikenttä- ja puistolaitteet Joutsenmerkki on myönnetty yhteensä yli 25 000 eri tuotteelle. Pohjoismaisen Joutsenmerkin rakennusmerkinnässä kriteerit tiivistyvät seuraavasti: Uudisrakennukset • Kemikaalit: Rakennusmateriaalien ja kemiallisten tuotteiden osalta on asetettu rajoituksia haitallisten ympäristö- ja terveysominaisuuksien suhteen. Materiaalien VOC-, formaldehydi- ja ammoniakkipäästöille on vaatimuksia. • Ilmastovaikutukset: Energiatohokkuuden on oltava vähintään 10 % parempi kuin lähes nollaenergiarakennuksilla (NZEB). Ilmastovaikutuksia koskevat vaatimukset koskevat mm. betonia, terästä ja alumiinia. • Kiertotalous: Rakennusosien jäljitettävyyden varmistamiseksi vaaditaan materiaalikirjanpito/ seloste (logbook). Rakentamisen aikaiselle jätteen määrälle on asetettu vaatimuksia. Tuotteiden ja materiaalien uudelleenkäyttöä koskevat vapaaehtoiset vaatimukset.

Ympäristömerkit	ISO 14024 -standardin mukaiset tyypin I ympäristömerkit
	Peruskorjaukset • Kemikaalit: Hyvä sisäilma ja alhaiset haitallisten kemikaalien päästöt. Rakennusmateriaalien ja kemiallisten tuotteiden tulee täyttää korkeat ympäristö- ja terveysvaatimukset. • Ilmastovaikutukset: Alhainen energiankulutus korjauksen jälkeen. • Kiertotalous: Rakennustuotteiden ja materiaalien uudelleenkäyttöä edistetään.
	Saksan hallitus perusti Blauer Engel (Sininen enkeli)-ympäristömerkin vuonna 1978. Saksan ympäristöviranomainen Umweltbundesamt (UBA) määrittelee tietyt kriteerit, jotka tuotteiden ja palvelujen on täytettävä saadakseen sertifiointin. Blauer Engel voidaan myöntää noin 96 tuote- ja palveluryhmälle, joista 17 on rakennusalaalla. Se kattaa esimerkiksi seuraavat: • Sisämaalit ja -lakat • Tapetit, paneelit, laastit • Lattiapäällysteet (matot, tekstiilit, puu) • Katemateriaalit • Eristysmateriaalit • Tiivisteet, kiinnikkeet • Betonituotteet Blauer Engel on myönnetty yhteensä yli 20 000 tuotteelle ja palvelulle.

On tärkeää huomata, että eri ympäristömerkkijärjestelmissä ei välttämättä sovelleta samoja kriteerejä edes samoihin tuoteryhmiin, ja vaikka arviointikriteerien määritelmät olisivatkin samat, numeroarvot voivat vaihdella. Rakennustuoteryhmän mukaan kriteerit kattavat muun muassa seuraavat vaatimukset:

- Kemikaalit:
 - Rajoituksia aineille, jotka kuuluvat tiettyihin vaaraluokkiin ja -kategorioihin
 - Rajoituksia erityistä huolta aiheuttaville aineille (SVHC, *Substances of Very High Concern*)
 - Rajoituksia tietyille vaarallisiksi luokitelluille aineille
 - Haihtuvien ja puolihaihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC ja SVOC) pitoisuudet
 - Päästöille ja purkauksille asetetut raja-arvot
- Ilmastovaikutukset:
 - Elinkaaren aikaiselle ilmastonlämpenemisvaikutukselle asetettu raja-arvo
 - Uusiutuvan sähkön käyttö tuotannossa
 - Hiilidioksidipäästöjen kompensointi
- Kiertotalous:
 - Suorituskykyvaatimukset, jotka voivat pidentää käyttöikää
 - Kierrätettyjen materiaalien käyttö

Taulukko 8.3
Ympäristömerkinnät

Ympäristömerkinnät	
	Rakennusmateriaalien päästöluokitus, joka on vuodesta 1996 lähtien kannustanut vähäpäästöisten rakennusmateriaalien, sisustustuotteiden ja huonekalujen kehittämiseen ja käyttöön. Luokitusprosessia valvoo Rakennustieto oy. Järjestelmä on suunniteltu sekä asuin- että työtiloissa käytettävien materiaalien, kalusteiden ja huonekalujen luokitteluun. M1-päästöluokituksessa määritetään haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC-yhdisteiden), formaldehydin ja ammoniakkin päästörajat ja arvioidaan myös tuotteesta syntyvän hajun hyväksyttävyys. M1-päästöluokiteltuja tuotteita on yli 6 800.
	Danish Indoor Climate Labelling (DICL) Dansk Indeklima Mærkning on sertifiointiohjelma, jossa seurataan järjestelmällisesti kemiallisten yhdisteiden päästöjä sisäilmaan. Se perustettiin vuonna 1993 Tanskan asuntoministerin aloitteesta, ja sitä on koko ajan hallinnoinut Tanskan Teknologinen instituutti. Dansk Indeklima Mærkning-merkinnän saaneet tuotteet ovat läpikäyneet kattavan testausprosessin, jonka tuloksena saadaan yksityiskohtaiset tiedot tuotteesta vapautuvista kemiallisista yhdisteistä sekä arvio tuotteen aistinvaraisista ominaisuuksista. Näin varmistetaan, että tuote on raja-arvojen mukainen. Testaus kattaa useita tuoteryhmiä, kuten rakennusmateriaalit, huonekalut ja sisätilojen kalusteet. Yleiset merkintäperusteet kattavat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC-yhdisteiden), syöpää aiheuttavien aineiden ja formaldehydin kaltaiset tekijät, joita sovelletaan kaikkiin tuoteryhmiin. Lisäksi testataan sisäkattotuotteiden hiukkaspäästöt. Dansk Indeklima Mærkning-merkinnällä varustetuista tuotteista ei saa syntyä mitään karsinogeenisia päästöjä. Itse merkintä on jaettu kolmeen päästöluokkaan.

Taulukko 8.4
Ympäristötuoteselosteet

Ympäristötuoteselosteet	ISO 14025 -standardin mukaiset tyypin III selosteet
	Ympäristötuoteselosteilla on sitova, yleisesti pätevä perusta: ne ovat asiantuntijoiden laatimia ja riippumattomasti varmistettuja, mutta tästä huolimatta valmistaja on vastuussa selosteesta. Kansainvälinen ympäristötuoteselostejärjestelmä on maailman ensimmäinen ja pisimpään toiminnassa ollut ympäristötuoteselosteohjelma, joka perustettiin alun perin vuonna 1998 Ruotsissa. Yleinen maailmanlaajuinen järjestö on EPD International. Sillä on maailmanlaajuinen palveluverkosto (riippumattomat lisenssinhaltijat) ja yksinoikeudella toimivat edustajat muutamissa maissa ja muutamilla alueilla. Kaikkia muita maita hallinnoi EPD International AB, jonka pääkonttori on Ruotsissa.

Ympäristötuoteselosteet	ISO 14025 -standardin mukaiset tyypin III selosteet
 	Joissakin maissa on omat ympäristötuoteselosteorganisaationsa, Itämeren alueella IBU EPD (Saksa) ja EPD Danmark (Tanska). Ne toimivat itsenäisesti, mutta noudattavat EPD Internationalin laatimia ohjeita ja standardeja. EPD Internationalilla on vastavuoroista tunnustamista koskevat sopimukset IBU EPD:n ja EPD Danmarkin kanssa. EPD International on laatinut tai on parhaillaan laatimassa noin 64 tuoteryhmäsääntöä (Product Catehory Rules PCR) rakennustuotteille. Tuoteryhmäsäännöissä on tiettyjen tuoteryhmien elinkaariarviointien ja ympäristötuoteselosteiden laatimista koskevia ohjeita. Ne määrittelevät soveltamisalan, toiminnallisen yksikön ja ympäristövaikutusluokat. Rakennustuotteiden osalta ympäristötuoteselosteohjelma noudattaa eurooppalaista EN 15804-standardia (tuotekategorioiden ympäristötuoteselosteiden laadinnan säännöt rakennusalalla). The Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) on julkaissut tietokantajärjestelmässään jo yli 1 800 ympäristötuoteselostetta. EPD Danmarkin ympäristötuoteselostetietokannassa on yli 450 selostetta.
	Rakennustiedon ympäristötuoteselosteessa esitetään tuotteen ympäristövaikutukset. Sen laskelmat perustuvat elinkaariarviointiin tuotteen koko elinkaaren ajalta. Kaikki Rakennustiedon ympäristötuoteselosteet on laadittu EN 15804-standardin ja tuoteryhmäkohtaisten standardien mukaisesti. Siksi niitä voidaan käyttää koko EU:n alueella. Rakennustiedon ympäristötuoteselostetietokannassa on yli 450 selostetta.

Taulukko 8.5
Kestävän rakentamisen sertifikaatit

Kestävän rakentamisen sertifikaatit	
	BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) on yksi laajimmin hyväksytyistä ja tunnustetuista ympäristöarviointimenetelmistä, joka kattaa sekä rakennukset että infrastruktuurihankkeet. Se kehitettiin Yhdistyneessä kuningaskunnassa vuonna 1990. BREEAM on kattava rakennusten kestävän kehityksen mukaisuuden arviointikehys ja standardoitu lähestymistapa rakennusten ympäristövaikutusten sekä sosiaalisten ja taloudellisten vaikutusten arvioimiseen koko niiden elinkaaren ajalta. Riippumaton kolmas osapuoli validoi BREEAM-standardien noudattamisen. BREEAM-sertifiointijärjestelmä kattaa energiatehokkuuden, terveyden ja viihtyvyyden, esteettömän liikkumisen, vedenkäytön ja vesitalouden, materiaalien ympäristövaikutusten, jätteiden vähentämisen ja ympäröivään ympäristöön kohdistuvien vaikutusten kaltaiset tärkeät kriteerit. Tulokset jaetaan viiteen luokkaan uusien rakennusten osalta ja kuuteen luokkaan jo käytössä olevien rakennusten osalta. Kukin luokka edustaa eri osaamisen tasoa.

Kestävän rakentamisen sertifikaatit	
	LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on toinen laajalti käytetty ja tunnustettu ympäristöystävällisen rakentamisen sertifiointiohjelma, jonka perusti Yhdysvaltojen U.S. Green Building Council (USGBC) vuonna 2000. LEED käyttää pistepohjaista luokitusjärjestelmää, jossa rakennukset saavat pisteitä täyttämällä tietyt kestävyyskriteerit. Luokitusjärjestelmä kattaa rakennuksen suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon eri näkökohdat. Sertifiointitaso (Certified, Silver, Gold tai Platinum) määritetään rakennuksen saamien pisteiden perusteella. LEED-sertifiointijärjestelmä perustuu useisiin tärkeisiin kriteereihin, kuten kestävän kehityksen mukaiset kohteet, vedenkäytön tehokkuus, energia ja ilmakehä, materiaalit ja resurssit, sisäympäristön laatu ja suunnittelun innovatiivisuus.
	Saksan kestävän rakentamisen neuvosto (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, DGNB) on itsenäinen, voittoa tavoittelematon yhdistys, joka perustettiin vuonna 2007 ja josta on kehittynyt Euroopan suurin kestävän rakentamisen verkosto. DGNB:n sertifiointijärjestelmään kuuluu kattava, hankkeen kestävän kehityksen mukaisuuden arviointi, jossa otetaan huomioon ekologinen, taloudellinen, sosiokulttuurinen ja toiminnallinen ulottuvuus. Siinä painotetaan voimakkaasti elinkaarinäkökulmaa eli otetaan huomioon rakennuksen koko elinkaari rakentamisesta purkamiseen ja kierrätykseen. DGNB myöntää laatumerkkejä eri tasoilla: pronssi (ei koske uusia rakennuksia), hopea, kulta ja platina. Kulta- tai platinatason rakennukset voivat myös saada timanttilaatumerkin poikkeuksellisen arkkitehtonisen huippuosaamisen perusteella. Myös kokonaisia asuinalueita voidaan sertifioida. DGNB:n arviointi kattaa monia eri aloja, kuten ekologian, talouden ja sosiaaliset näkökohdat. Edellytysten on täyttyvä ja valinnaiset kriteerit tarjoavat mahdollisuuden saada lisäpisteitä.
	Miljöbyggnad on Ruotsin käytetyin rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä. Kolmas osapuoli arvioi rakennuksen ympäristöominaisuudet. Nämä ominaisuudet määräävät, saako rakennus pronssisen, hopeisen vai kultaisen luokituksen. Arviointiin sisältyy viisitoista indikaattoria, jotka koskevat energiankäyttöä ja ilmastoa, sisäympäristöä (esim. materiaalit ja haitalliset aineet), ulkoympäristöä ja kiertotaloutta. Miljöbyggnadilla on kemikaaleja ja materiaaleja koskevia vaatimuksia: haitallisia aineita tulee välttää ja hankkeelle on oltava rakennustuoteluettelo, johon kirjataan sisältö ja tiedot rakennuksessa olevista materiaaleista ja tuotteista. Indikaattoreihin sisältyy myös rakennuksen ilmastovaikutuksia (ilmastolaskenta) ja ilmastoon sopeutumista koskevia vaatimuksia. Kiertotalouden osalta vaaditaan, että suunnittelu on resurssitehokkaampaa, mukautuvaa, joustavaa ja purettavaa, materiaalivirrat ovat kiertotalouden mukaisia ja rakennusjätteet kierrätetään. Miljöbyggnad on EU:n taksonomian mukainen järjestelmä.

Kestävän rakentamisen sertifikaatit	
	Noll CO ₂ tarkoittaa hiilidioksidipäästötöntä. Kyseessä on rakennusten ilmastovaikutuksiin keskittyvä sertifiointijärjestelmä, joka perustettiin Ruotsissa vuonna 2020. Rakennukselle tehdään sen koko elinkaaren kattava ilmastolaskelma (tuotannosta loppukäyttöön), ja se tasapainotetaan ilmastotoimilla, jotta saavutetaan ilmastoneutraalius. Arvioinnissa käytetään yhdeksää indikaattoria, jotka koskevat lakisääteisiä vaatimuksia, ilmastovaikutuksia rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa ja ilmastotoimia.
	Citylab on kokonaisten kaupunginosien sertifiointijärjestelmä, jonka ensimmäinen opas julkaistiin vuonna 2019. Se kattaa kaksi sertifikaattia, joista toisessa arvioidaan kaupunkialueiden suunnitteluprosessin kestävän kehityksen mukaisuutta ja toisessa sellaisten alueiden kestävän kehityksen mukaisuutta, joihin asukkaat ovat jo muuttaneet ja joissa yritykset ovat aloittaneet toimintansa. Alueiden suunnittelun arvioinnissa käytetään 17 indikaattoria, jotka kattavat sosiaalisten arvojen, ilmastovaikutusten, vesihuollon, energiajärjestelmien, liikenteen, ilmanlaadun ja haitallisten aineiden kaltaisia aihealueita. Citylab-sertifiointi jo käytössä oleville alueille sisältää 15 indikaattoria, mm. luottamus, sisäympäristö, matkustustavat rakennusten energiankäyttö, ilmastovaikutukset, luonnon monimuotoisuus ja hulevesien käsittely. Sertifiointiin edellytyksenä on, että vähintään 80 % rakennuksista on saanut esimerkiksi Miljöbyggnad-, BREEAM-, LEED- tai Joutsenmerkki-sertifikaatin. Niiden vaatimuksia koskevat esimerkiksi ilmanlaatua, sitä, että jokaiselle rakennuksella on oltava rakennustuoteluettelo, jossa on dokumentoitu rakennuksessa käytetyt haitalliset aineet ja haitallisten aineiden käytön minimoimista.
	Rakennustiedon ympäristöluokitus (entinen RTS-luokitus) on Rakennustieto Oy:n kehittämä ympäristöluokitus. Tämä ympäristöluokitus soveltuu uudisrakentamiseen, laajoihin korjaushankkeisiin sekä käyttötarkoituksen muutoksiin. Rakennustiedon ympäristöluokitus perustuu eurooppalaisiin standardeihin (CEN TC 350), mutta se on kehitetty Suomen olosuhteisiin, joten se huomioi suomalaisen ilmaston, lainsäädännön ja rakennuskannan monimuotoisuuden. Rakennustiedon ympäristöluokituksen päätavoitteita ovat: • Sisäilmaston laatu • Energiatehokkuus • Kosteusteknisten riskien hallinta Rakennustiedon ympäristöluokituksen kriteeristö ja siihen liittyvät todentamisdokumentit soveltuvat erikokoisten ja -tyyppisten hankkeiden ohjaamiseen, kuten koulu-, päiväkot-, asuin-, toimisto-, liiketila- ja majoitusrakennuksiin.

Kestävän rakentamisen sertifikaatit	
	Liettuan ympäristöystävällisen rakentamisen neuvosto on ottanut käyttöön Liettuan markkinoille räätälöidyn alueellisen rakennusten kestävän kehityksen mukaisuuden arviointistandardin ja sertifiointijärjestelmän. Järjestelmän avulla on mahdollista saada Liettuassa sijaitsevalle rakennukselle objektiivinen arviointi, jossa otetaan huomioon paikalliset luonnonolosuhteet, lakisääteiset vaatimukset ja markkinoiden vaatimukset. Järjestelmää sovelletaan erilaisiin rakennustyyppeihin, ja sen luokitusasteikko on hyvä, erittäin hyvä, erinomainen ja loistava. LPTVS-arviointijärjestelmässä on kahdeksan luokkaa: terveys, energia, liikenne, maankäyttö ja ekologia, materiaalit, jätehuolto ja saastuminen, projektinhallinta ja vesihuolto. Arviointiluokissa on 29 erityistä arviointikriteeriä.
	Puolan Green Building Council (PLGBC) on lanseerannut Zielony Dom (Ekologinen rakennus)-sertifiointijärjestelmän, jossa arvioidaan asuinrakennusten energia- ja ekotehokkuutta. Järjestelmää sovelletaan sekä omakoti- että paritaloihin, ja siinä arvioidaan kestävyyttä kaikissa vaiheissa suunnittelusta rakennuksen kautta käyttöön. Kriteerit kattavat kuusi aluetta: investointien hallinta, sijainti ja tontti, materiaalit ja resurssit, asukkaiden terveys ja mukavuus, vesihuolto ja energiankulutuksen optimointi.
	Level(s) on maksuton eurooppalainen viitekehys rakennusalan kestävän kehityksen mittaamiseen. Siinä painotetaan voimakkaasti kiertotalouden periaatteita ja arvioidaan kuutta niin sanottua makrotavoitetta: kasvihuonekaasupäästöt ja epäpuhtaudet, kiertotalous, vedenkäyttö, sisätilojen miellyttävyys, ilmastomuutokseen sopeutuminen ja kustannusoptimointi. Viitekehysten nimi ”Level(s)” perustuu rakennuksen erilaisiin arvioitaviin tasoihin. Viitekehyksessä määritellään kolme eritasoista yksityiskohtaista arviointia: taso 1 sisältää indikaattorin perusperiaatteet ja ymmärryksen indikaattorista ja taso 2 lähinnä tarkistuslistoja ja arviointeja. Tasolla 3 arvioidaan rakentamisvaiheen parametrit. Viitekehys tarjoaa verkko-opiskelu välineitä, laskentalomakkeita ja ohjeita arvioinnin suorittamiseen. Lisäksi se on sovitettu yhteen eurooppalaisen kestävää rakentamista koskevan lainsäädännön ja tavoitteiden kanssa. Sitä voidaan käyttää kaikenlaisessa rakentamisessa koko EU:n alueella. Lisäksi se kannustaa käyttämään rakennusten tietomalleja (Building Information Modelling, BIM), joiden avulla voidaan kerätä, tallentaa ja välittää erilaisia rakennustietoja sidosryhmien välillä.
	QNG Ready-sertifikaatti on Saksan hallituksen tukema virallinen hyväksyntä, jossa rakennusta ja sen ympäristöä arvioidaan kokonaisvaltaisesti toisiinsa liittyvinä järjestelminä. Sertifiointissa ei keskitytä pelkästään käytönaikaiseen energiankulutukseen, vaan siinä arvioidaan rakennuksen koko elinkaari, muun muassa tuotantoon, materiaalien kierrätykseen ja terveyteen liittyvät näkökohdat. QNG Ready-merkki on ollut pakollinen edellytys BEG-edistämislainan (Bundesförderung für effiziente Gebäude) saamiselle osana BEG-tukea. Se, pystytäänkö tukijärjestelmää nykyisten poliittisten haasteiden vuoksi ylläpitämään taloudellisesti, päätetään lähitulevaisuudessa. QNG-käsikirjassa esitetyillä kriteereillä varmistetaan, että rakennus on ilmastonsuojeluun, luonnonvarojen säilyttämiseen, terveyden suojeluun ja suunnitteluprosessin laatuun liittyvien standardien mukainen.

Yhteenveto

Merkkien ja sertifikaattien kirjo on laaja ja monipuolinen. Esitellyt merkit, erityisesti ympäristömerkit, keskittyvät pääasiassa rakennusmateriaaleihin. Poikkeuksena tästä on kuitenkin pohjoismainen Joutsenmerkki, jossa sertifiointi laajennetaan itse rakennuksiin.

Rakennusten sertifiointijärjestelmät vaihtelevat suuresti riippuen lähestymistavasta, soveltamisalueesta ja käytetystä arviointikriteereistä. Tämä tarkoittaa, että myös se, missä määrin ne kattavat haitalliset kemikaalit, vaihtelee huomattavasti. Esimerkkejä:

- Joutsenmerkki erottuu edukseen kiinnittämällä eniten huomiota kemikaaleihin. Seuraavaksi eniten huomiota kemikaaleihin kiinnittää Miljöbyggnad-sertifiointijärjestelmä.
- DGNB ottaa myös haitalliset kemikaalit huomioon, mutta vähemmässä määrin.
- LEED- ja BREEAM-arvioinneissa otetaan huomioon terveyteen ja ympäristöön liittyviä näkökohtia. Niissä ei kuitenkaan erityisesti keskitytä haitallisiin aineisiin.

M1- ja DICLE-sertifiointit keskittyvät erityisesti sisäilman päästöihin. Ne keskittyvät kuitenkin ensisijaisesti haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin (VOC-yhdisteisiin) eikä niissä oteta huomioon materiaalien mahdollisesti sisältämiä muita haitallisia aineita. Tämä tarkoittaa, että haihtumattomia tai puolihaihtuvia haitallisia aineita, kuten ftalaatteja, orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita ja bromattuja palonestoaineita, saattaa esiintyä M1- tai DICLE-sertifioituissa materiaaleissa ja tuotteissa, koska näitä aineita ei yleensä mitata tai analysoida sertifiointimenettelyssä.

Joissakin sertifiointijärjestelmissä, kuten Noll CO₂-järjestelmässä, terveys- ja ympäristönäkökohdat joko puuttuvat tai niitä ei ole selkeästi määritetty.

Muistettavaa:

- Jos tarkoituksena on sertifioida koko rakennus, asia tulee ottaa huomioon jo hankkeen suunnittelu- vaiheessa.
- Jos tavoitteena on käyttää mahdollisimman paljon ympäristömerkittyjä materiaaleja, vaihtaminen ympäristömerkittyihin tuotteisiin on mahdollista myös myöhemmissä vaiheissa, mutta se saattaa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia tai aikatauluviiveitä.

9 Rakennusprosessi

Rakennusprosessit vaihtelevat paitsi alueittain myös erityisesti maittain erilaisten kansallisten säädösten sekä toiminnassa mukana olevien organisaatioiden asettamien standardien vuoksi. On kuitenkin olemassa yleisiä näkökohtia, jotka on tärkeää ottaa huomioon, jos rakennuksen ja sen rakentamisprosessin on tarkoitus olla NonHazCity:n kolmen pilarin mukainen eli haitta-aineeton, kiertotalouden mukainen ja ilmastoneutraali.



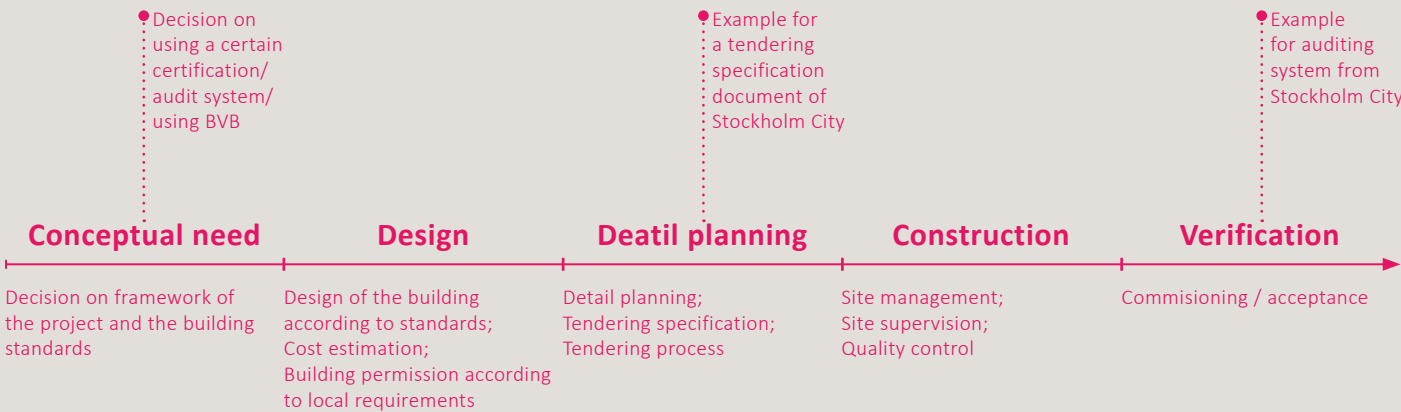
Tärkeimmät tavoitteet (NonHazCity:n kolme pilaria), jotka rakennusprosessissa tulee ottaa huomioon, ovat:

- **Haitta-aineeton** – vaarallisten aineiden täydellinen välttäminen tai ainakin niiden pitoisuuksien minimointi.
- **Kiertotalouden mukainen** – tavoitteena on hyvä kierrätettävyys-/uudelleenkäytettävyysprosentti ja helposti korjattavissa oleva rakenne.
- **Ilmastoneutraali** – kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen esimerkiksi asettamalla etusijalle materiaalit, joiden päästöt valmistuksen aikana ovat vähäisiä, ja joiden lämpötekninen tehokkuus on hyvä sekä ottamalla huomioon kuljetusnäkökohdat, uusiutuvat energialähteet ja passiiviset lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmät.

Vaikka rakennuttamis- ja rakennusvaiheet ja viranomaisilta tai sidosryhmiltä tarvittavien lupien hakuprosessien nimet, pituudet ja ajoitukset voivat vaihdella eri maissa, tärkeintä on ottaa edellä mainitut kolme pilaria huomioon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Kuvassa 9.1 on esitetty vaiheet, jotka jokainen rakennushanke lopulta käy läpi: hankkeen ja tarpeiden määrittely, rakennussuunnittelu, yksityiskohtainen suunnittelu, rakennusvaihe ja todentaminen (vastanotto ja takuu aika). Päätös siitä, halutaanko rakennus sertifioida, on tehtävä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mutta varsinaiset materiaalivalinnat voidaan tehdä myöhemmässäkin vaiheessa.

Seuraavassa esitellään esimerkki hankinta-, tarjouskilpailu- ja rakentamisprosessista, jossa käytetään apuna Ruotsissa käytössä olevaa BVB-järjestelmää (Byggsvarubedomning).

Kuva 77.
Rakennushankkeen vaiheet.



Rakennusmateriaalien osuus kuntien julkisten hankintojen volyymistä on merkittävä. Rakennusalalla käytetään tuhansia eri kemiallisia aineita, mutta kemikaalipitoisuuksien raportointia koskevia viranomaismääräyksiä on vain vähän. Rakentamisessa käytettävien haitallisten kemikaalien valvominen ja rajoittaminen on mahdollista vain, jos sallitut kemikaalit määritetään jo hankintavaiheessa. Lisäksi tulee määrittää digitaalista rakennustuoteluetteloa koskevat vaatimukset, jotta käytetyt materiaalit ja niiden kemialliset koostumukset voidaan dokumentoida. Rakennustuoteluettelo helpottaa haitallisten materiaalien, tuotteiden ja aineiden korvaamista. Lisäksi siitä saadaan tarvittavaa tärkeää tietoa, jos haitallisten kemikaalien määritelmä tulevaisuudessa muuttuu.

Tässä luvussa kuvataan Tukholman kaupungin rakennusprosesseja koskevia vaatimuksia. Kaupungin alueella toimiville konsulteille ja urakoitsijoille on määritetty ehdot, joiden mukaan kaikki tuotteet, materiaalit ja tavarat tulee toimittaa BVB:n arvioitaviksi ja rakentamisessa käytettävät tuotteet tulee rekisteröidä digitaaliseen rakennustuoteluetteloon.

Rakennusprosessi

Jotta ymmärrettäisiin paremmin, miten vaarattomien rakennusmateriaalien valintaan voidaan vaikuttaa, on ymmärrettävä rakennusprosessi, jossa materiaalit valitaan ja milloin materiaalien hankinta ja osto tapahtuvat. Rakennushankkeessa on useita tärkeitä vastuualueita, joille on määritettävä vastuuhenkilöt:

- Rakennushankkeen projektipäällikkö on vastuussa tietojen toimittamisesta BVB-päällikölle. Lisäksi projektipäällikön tulee varmistaa, että suunnittelijat ja urakoitsijat toteuttavat BVB:hen liittyvät tehtävänsä.
- Suunnittelija vastaa siitä, että valitut tuotteet ja tavarat täyttävät vaatimukset ja että ne kirjataan hankekohtaiseen BVB-rakennustuoteluetteloon yksityiskohtaisen suunnittelun aikana.
- Urakoitsija vastaa siitä, että kaikki rakennuksessa käytettävät kemialliset tuotteet, materiaalit ja muut tuotteet täyttävät vaatimukset ja että ne kirjataan hankekohtaiseen BVB-rakennustuoteluetteloon.
- BVB-päällikkö hallinnoi työtä BVB:ssä ja käsittelee poikkeamat. Tähän kuuluu rakennustuoteluetteloiden laatiminen, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kutsuminen rakennustuoteluetteloiden käyttäjiksi sekä koulutus ja osallistuminen rakentamisen aikaisiin kokouksiin tarpeen mukaan.
- Ympäristöyksikön päällikkö (asiakkaan puolella) hyväksyy tai hylkää suunnittelun ja tuotannon poikkeamat. Ympäristöyksikön päällikkö omistaa kaikki hankekohtaiset BVB-rakennustuoteluettelot.

Suunnittelun ohjaus

Rakennuttajan tulee jo varhaisessa vaiheessa päättää tavoitetasoista ja käytettävistä todentamisvälineistä, jotta voidaan varmistaa, että käyttävät materiaalit eivät sisällä haitallisia aineita. Jo hankesuunnitteluvaiheessa on tehtävä päätökset tavoitetasoista ja todentamisesta, dokumentointivälineistä (rakennustuoteluettelo) ja kemikaalipitoisuuden todentamisesta sekä suositeltavista tuoteryhmistä. Nämä vaatimukset tulee sisällyttää urakoitsijoille ja suunnittelijoille toimitettaviin hankintaa koskeviin ohjeistuksiin.

Suunnittelu (arkkitehtisuunnittelu ja tekninen suunnittelu)

Rakennuttajan ja konsultin välisessä sopimuksessa tulee mainita, että konsultti sitoutuu noudattamaan rakennuttajan asettamia rakennusmateriaaleja koskevia vaatimuksia ja tavoitteita. Suunnitteluvaiheessa voidaan valita rakennuksen rakenne ja toiminnot, mutta lisäksi on tärkeää varmistaa, että valitut rakennusmateriaalit täyttävät haitattomuusvaatimukset.

Suunnitteluvaiheessa BVB-päällikkö luo hankekohtaisen BVB-rakennustuoteluettelon, kutsuu tarvittavat toimijat luettelon käyttäjiksi, avustaa koulutuksessa, luo tarvittavat lisenssit ja jakaa tietoa. BVB-päällikkö on käytettävissä kaikissa materiaalivalintoihin liittyvissä kysymyksissä yksityiskohtaisen suunnittelun aikana. Rakennushankkeen projektipäällikkö ilmoittaa BVB-päällikölle rekisteröitävien tuotteiden määrät, ja BVB-päällikkö tarkastaa hankekohtaisen BVB-rakennustuoteluettelon ennen rakentamisen aloittamista.

Rakentaminen

Rakentamisen aikana urakoitsijan hankintaorganisaatiolla on tärkeä rooli haitattomien rakennusmateriaalien valinnassa ja rakennuttajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaisten vaatimusten noudattamisessa. BVB-päällikkö tarkastaa hankekohtaisen rakennustuoteluettelon lopputarkastuksen yhteydessä ja raportoi tarkastuksesta rakennushankkeen projektipäällikölle.

Kiinteistönhallinta

Haitallisiin aineisiin keskittyvä kiinteistönhallinta ei ole kovin yleistä. Kemiallisten näkökohtien huomioon ottaminen kiinteistönhallintaprosessissa on kuitenkin tärkeää, koska käyttövaiheessa kunnossapitoon voidaan käyttää suuria määriä kemiallisia tuotteita. Kunnissa kunnossapidosta vastaavat usein alihankkijat.

Materiaalien ja tuotteiden arviointiin on olemassa lukuisia kansallisia ja kansainvälisiä tietokantoja ja järjestelmiä. Seuraavassa on esitetty BVB-järjestelmän arviointiprosessin periaatteet.

Materiaalivaatimukset

Urakoitsijan kanssa tehtävässä sopimuksessa on tärkeä määrittää, että rakentamiseen tulee käyttää valittuja kemiallisia tuotteita ja rakennustuotteita, jotka on rekisteröity BVB:n järjestelmän hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon. Konsultilla ja urakoitsijoilla tulee olla tarvittavat taidot ja rutinit sen varmistamiseksi, että tuotteet, kemikaalit ja materiaalit arvioidaan ja että arvioinnin tulokset ovat BVB:n yleisesti hyväksymällä tasolla. Kaikki kemialliset tuotteet ja tavarat, jotka eivät täytä rakennuttajan vaatimuksia, käsitellään poikkeamina jäljempänä kuvatulla tavalla.

BVB:n rakennustuotteiden arviointi

Osapuoli, joka määrittelee tuotteen tai aikoo käyttää sitä, on velvollinen varmistamaan, että se on arvioitu BVB:n kriteerien mukaisesti ja täyttää seuraavat arviointitasot:

- Tuotteet, jotka ovat saaneet yleisarvion ”suositeltava” tai ”hyväksytty”, on hyväksytty käytettäväksi. Korkeamman arvosanan (”suositeltava”) saaneet tuotteet täytyy asettaa etusijalle ennen ”hyväksytty”-arvosanan saaneita tuotteita.
- Tuotteita, joille on annettu arvosana ”vältettävä”, saa käyttää vain asiakkaan ennen käyttöä antaman erillisen hyväksynnän jälkeen. Tämän arvosanan saaneita tuotteita tulee käsitellä poikkeamina (ks. Poikkeamien hallinta jäljempänä).

Jotta varmistetaan, että tuotteet ja tavarat ovat vaatimusten mukaisia, ne tulee tarkastaa BVB:n arviointikriteerien mukaisesti jo suunnitteluvaiheessa sekä ennen hankintaa ja käyttöä. BVB:n kriteereitä päivitetään säännöllisesti. Tämä tarkoittaa, että vaikka tuote olisi aiemmin täyttänyt arviointitason vaatimuksen, arviointi saattaa myöhemmin muuttua. Siksi tuotteen voimassa oleva arviointi tulee aina varmistaa ennen käyttöä.

Palkattu konsultti tai urakoitsija on vastuussa käytettyjen materiaalien ja tuotteiden dokumentoinnista BVB:n hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon verkkoportaalin kautta ennen niiden hankintaa ja käyttöä. Rakennuttaja korvaa yhden käyttäjän todennetut BVB:n lisenssikustannukset jokaiselle hankkeeseen osallistuvalle konsulttiyritykselle tai urakoitsijalle. Ennen loppuraportointia konsultin tai urakoitsijan tulee ilmoittaa rakennuttajalle, kun kaikki käytetyt materiaalit ja tuotteet on rekisteröity BVB:n hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon.

Arvioimatta jätettyjen materiaalien ja tuotteiden käsittely

Ensisijaisesti tulee käyttää BVB:n arvioimia rakennusmateriaaleja ja -tuotteita. Jos BVB ei ole arvioinut haluttua tuotetta, konsultin tai urakoitsijan on etsittävä vaihtoehtoinen tuote. Tuotteen kokonaisarvosanan tulisi olla ”suositeltava” tai ”hyväksytty”. Jos ”suositeltavaa” tai ”hyväksyttyä” vaihtoehtoa ei ole saatavilla, konsultin tai urakoitsijan tulee ottaa yhteyttä alkuperäisen tuotteen toimittajaan ja pyytää tuotteen arviointia. Tuotetoimittaja vastaa arvioinnista aiheutuvista kustannuksista.

Seuraavassa on esitetty toimintajärjestys tilanteessa, jossa BVB ei ole arvioinut tuotetta.

- Konsultti tai urakoitsija ottaa yhteyttä halutun tuotteen toimittajaan ja pyytää tätä toimittamaan tuotteen BVB:n arvioitavaksi.
- Tuotteen arviointijakson aikana konsultti tai urakoitsija voi syöttää tuotteen BVB:n hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon käyttämällä merkintää ”oma tuote”.
- Konsultti tai urakoitsija pyytää tavarantoimittajaa ilmoittamaan BVB:n tunnistenumeron (BVB ID), kun BVB on arvioinut tuotteen.
- Kun tuote on arvioitu, rakennustuoteluettelon ”oma tuote” -merkintä tulee korvata arvioidulla tuotteella (BVB:n tunnistenumero on pakollinen).

Tuotetta ei saa käyttää ennen kuin kaikki edellä mainitut vaiheet on suoritettu ja tuotteen arviointi on julkaistu BVB:n järjestelmässä.

Jos tuotetoimittaja ei pysty toimittamaan tuotetta arvioitavaksi eikä asetettuja vaatimuksia täyttäviä vaihtoehtoisia tuotteita ole olemassa, tuote tulee kirjata BVB:n hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon ”omana tuotteena” ja käsitellä poikkeamana. Poikkeaman käsittely voidaan aloittaa vasta, kun konsultti tai tavarantoimittaja on vahvistanut, että tavarantoimittajaan on oltu yhteydessä.

Poikkeamien hallinta

Kaikki tuotteet ja materiaalit tulee kirjata hankekohtaiseen rakennustuoteluetteloon ennen niiden käyttöä tai asentamista. Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulee dokumentoida ja perustella poikkeamat materiaaliveaatuksista BVB:n poikkeamareportilla. Poikkeamien hallinnasta vastaa urakoitsijan BVB-päällikkö.

Poikkeamat tulee raportoida myös rakennuttajalle. Ennen materiaalin tai tuotteen käyttöä työmaalla hankkeesta vastaavan henkilön tulee päättää, käytetäänkö poikkeavaa tuotetta vai ei. Niiden tuotteiden kohdalla, jotka ovat saaneet arvosanan ”vältettävä” tai joita ei ole lainkaan arvioitu (”omat tuotteet”), määrä ja sijaintipaikka tulee ilmoittaa poikkeamina BVB:n hankekohtaisessa rakennustuoteluettelossa. Jos poikkeaman käsittelytapaa ei noudateta, voidaan BVB:n toimesta antaa tarkastus huomautus.

Kun BVB rekisteröi poikkeaman, sen yhteydessä tulee toimittaa tieto siitä, miten vaihtoehtoista tuotetta yritettiin löytää sekä yhteenveto tavarantoimittajan kanssa käydyistä keskusteluista.

Jos materiaalille tai tuotteelle on annettu arvosanaksi ”vältettävä” puuttuvien asiakirjojen vuoksi, tuotetta ehdottaneen henkilön tulee ottaa yhteyttä tuotetoimittajaan ja pyytää tätä päivittämään dokumentaatio, jotta tuote voidaan arvioida uudelleen.

Materiaalien ja tuotteiden, joilta puuttuvat täydelliset tai oikeat arviointiasiakirjat, käyttö ei ole sallittua. Myös materiaalien ja tuotteiden kirjaaminen rakennustuoteluetteloon sen jälkeen, kun ne on asennettu tai käytetty on kiellettyä.

Hankinta-asiakirjoissa asetettujen vaatimusten toteutumisen seurantaan voidaan käyttää erilaisia seurantaprosesseja:

- Seurantakokoukset urakoitsijan ja/tai materiaalien ja tuotteiden toimittajien kanssa.
- Laadun mittaaminen indikaattoreiden tai tunnuslukujen avulla.
- Laskujen satunnaistarkastus.
- Toimittajille, rakennuttajalle, asiakkaille tai kolmansille osapuolille (esim. rakennuksen käyttäjille) tehtävät kyselyt.
- Tuotetoimittajien itseraportoinnin seuranta.
- Ympäristö- ja laadunhallintajärjestelmien seuranta.
- Ilmoitetut tai ennalta ilmoittamattomat valvontakäynnit tuotetoimittajien tiloihin.
- Tuotetoimittajan suunnitellut tai satunnaistetut kolmannen osapuolen tekemät auditoinnit.

10 Materiaali- ja tuotetoimittajia ja toimitusketjuja koskevat tiedot Itämeren alueella

Kestävän kehityksen mukaisten materiaali- ja tuotetoimittajaketjujen käyttäminen rakennusprosesseissa tukee kuntien ympäristö- ja sosiaalivastuuta, säännösten noudattamista, pitkän aikavälin kannattavuutta, kustannussäästöjä, sidosryhmien odotusten täyttämistä, innovaatioita ja tehokasta riskienhallintaa.



Rakennusala ja kestävät toimitusketjut

Rakennusalalla kestävien toimintaketjujen avulla pyritään varmistamaan, että rakennusmateriaalien ja -prosessien koko elinkaari on ympäristöystävällinen, sosiaalisesti vastuullinen ja taloudellisesti kannattava. Seuraavassa on esitetty yleiskatsaus keskeisistä näkökohdista.

- Materiaalien hankinta: Valitaan raaka-aineita, jotka on tuotettu ja jalostettu kestävän kehityksen mukaisesti. Hankinta sisältää kriteerit kierrätettyjen materiaalien, uusiutuvien luonnonvarojen ja ympäristöä vähemmän kuormittavien materiaalien käyttöön liittyen.
- Tuotannon energiatehokkuus: Keskitytään materiaalien tuotantotapaan, mukaan lukien valmistusprosessien energiankulutus ja hiilijalanjälki. Kestävien toimitusketjujen tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja energiankulutusta tuotantovaiheessa.
- Kuljetus ja logistiikka: Hallitaan kuljetusten ympäristövaikutuksia. Tämä sisältää kuljetusreittien optimoinnin tehokkuuden parantamiseksi, vähäpäästöisempien ajoneuvojen käytön ja paikallisten hankintojen harkitseminen kuljetusmatkojen lyhentämiseksi.
- Materiaali- ja tuotetoimittajien valinta ja hallinta: Valitaan kestäviä käytäntöjä, kuten oikeudenmukaisia työvoimakäytäntöjä, ympäristöystävällistä toimintaa ja eettistä liiketoimintatapaa, noudattavia toimittajia. Säännölliset auditoinnit ja arvioinnit ovat osa kestävien toimittajasuhteiden ylläpitoa.
- Jätteen määrän vähentäminen ja jätehuolto: Määritetään rakennusaikaiset strategiat, jotka kattavat myös materiaalien kierrätyksen ja uudelleenkäytön, materiaalien tehokkaan käytön ja jätteiden hävittämisen ympäristön kannalta vastuullisella tavalla.
- Elinkaarianalyysi ja käyttöiän lopun hallinta: Arvioidaan materiaalien ja rakennusmenetelmien ympäristövaikutukset koko niiden elinkaaren ajalta tuotannosta hävittämiseen. Tähän sisältyy myös materiaalien käyttöiän päättymisen suunnittelu, kuten kierrätys tai turvallinen hävittäminen.
- Sertifiointi ja vaatimustenmukaisuus: Noudatetaan kestävän kehityksen mukaisia käytäntöjä vahvistavia alan standardeja ja sertifiointijärjestelmiä, kuten LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) tai BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).
- Avoimuus ja raportointi: Annetaan selkeitä ja tarkkoja toimitusketjun käytäntöjen kestävyyttä (myös hankintaa), työvoimakäytäntöjä ja ympäristövaikutuksia, koskevia tietoja ja vaatimuksia. Tämä voi sisältää kestävyysraportteja ja kolmannen osapuolen toteuttamia auditointeja.
- Vaikutukset yhteisöön ja sosiaaliset vaikutukset: otetaan huomioon toimitusketjun sosiaaliset vaikutukset myös paikallisyhteisöihin ja alkuperäiskansoihin sekä yleiseen sosiaaliseen hyvinvointiin.
- Innovaatiot ja jatkuva parantaminen: Etsitään jatkuvasti uusia toimitusketjun kestävyyttä parantavia menetelmiä, materiaaleja ja teknologioita. Tämä sisältää kestävän rakentamisen trendien seurannan ja tutkimus- ja kehitystoimintaan panostamisen.

Kestävä toimitusketjun hallinta rakennusalalla ei tarkoita vain ympäristöhaittojen vähentämistä, vaan myös myönteisten sosiaalisten ja taloudellisten vaikutusten saavuttamista, mikä edistää rakennusalan yleistä kestävyyttä.

Julkisen hankkijan on erittäin tärkeää olla tietoinen käytettyjen rakennusmateriaalien ja -tuotteiden mahdollisesti sisältämistä haitallisista aineista sekä mahdollisista vaihtoehtoisista materiaaleista ja tuotteista. Tämä edellyttää avoimuutta ja tietojen jakamista kaikkien tuotantoketjun osapuolten kesken. On olemassa tiettyjä lakisääteisiä vaatimuksia, jotka koskevat pääasiassa teknisiä ominaisuuksia, mutta on myös haitallisia aineita koskevia vaatimuksia. Vaatimukset voivat olla EU-tasoisia tai kansallisia.

Koska toimitusketju on pitkä ja monimutkainen ja siihen kuuluu usein useita materiaali- ja tuotetoimittajia, toimitusketjun alkupään toimijoiden (valmistaja, jakelija, kokoonpanija) on REACH-asetuksen 33 artiklan mukaisesti tiedotettava jatkokäyttäjille, sisältääkö materiaali tai tuote SVHC-aineiden ehdokasluettelossa mainittuja haitallisia aineita. Jatkokäyttäjä on puolestaan velvollinen jakamaan nämä tiedot eteenpäin. Kyseisen lainsäädännön mukaan tuottajien tulee ilmoittaa SVHC-aineita sisältävät materiaalit ja tuotteet EU:n SCIP-tietokantaan. SCIP on lyhenne sanoista ”Substances of Concern In articles, as such or in complex objects (Products)” eli huolta aiheuttavat aineet esineissä sellaisenaan tai monimutkaisissa esineissä (tuotteissa). SCIP-tietokanta on otettu käyttöön EU:n jätepuitedirektiivin nojalla.

REACH-lainsäädäntö ei kuitenkaan kata tietoja kaikista tuotteen sisältämistä aineista, mikä on ratkaisevan tärkeää jäljitettävyyden, tulevien tutkimusten, materiaalien ja tuotteiden vaihtamisen ja kierrätyksen kannalta. EU:n asetus 2024/1781 kestävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetetuista vaatimuksista (ESPR-asetus) sisältää mm. digitaalisia tuotepasseja koskevan vaatimuksen ja huolta aiheuttaviin aineisiin liittyvät vaatimukset. ESPR-asetuksen vaatimukset tulevat voimaan vaiheittain. Ennen sitä julkisista hankinnoista vastaavien henkilöiden tulee määritellä, mitä materiaaleja tulee käyttää ja vaatia täydellinen rakennustuoteluettelo.

Nämä tiedot saadaan pyytämällä tiedot kaikista tuotteen sisältämistä aineista (esim. ympäristötuoteseloste), mikä edellyttää myös tehokasta tiedonvaihtoa kaikilla tasoilla. Byggvarubedomningen (BVB, Ruotsissa käytössä oleva rakennusmateriaalien ja -tuotteiden arviointijärjestelmä) vaatii, että materiaali- ja tuotetoimittajien tulee täyttää rakennustuoteilmoitus. Ilmoituksen tulee sisältää aineiden ja materiaalien määrä prosentteina ilmoitettuna. Rakennustuoteilmoituksen tiedot siirretään BVB-tietokantaan ja niitä käytetään myös hankekohtaisessa rakennustuoteluettelossa. Rakennustuoteluettelosta tiedot ovat haettavissa tulevia kartoituksia, käytöstä poistamista, kierrätystä, uudelleenkäyttöä jne. varten. Rakennustuoteluettelon ja BVB:n tietokannan avulla hankkija saa käsityksen siitä, mitä materiaaleihin ja tuotteisiin sisältyy ja missä määrin. Tämä on ratkaisevan tärkeää kestävän kehityksen eri näkökulmista sekä seurantamenettelyjen ja hankinnan vaikutusten arvioinnin kannalta.

BVB ja BVB:n rakennustuoteluettelo auttavat hankkijoita myös tietyn tuoteryhmän tuotteiden valmistajien ja toimittajien sekä kiinnostavien aineiden/materiaalien sisällön kartoittamisessa. Hankkijalla voi myös olla syy tarkastella näitä tietoja tarkemmin esimerkiksi harvinaisten maametallien alkuperän jäljittämisen tai muun kestävän tuotannon kannalta merkityksellisen materiaalin selvittämisen yhteydessä. Tässä voidaan käyttää apuna BVB:n sosiaalisen kestävyuden kriteereitä.

BVB rakennusmateriaali- ja tuotetoimittajia ja tuotteita koskevien tietojen hankkimisessa

BVB-järjestelmässä on useita eri työkaluja, kuten tuotehaku, tietokanta ja rakennus-

tuoteluettelo. Tuotehaun avulla käyttäjä pystyy suodattamaan tarvitsemiaan tietoja. Tietoja voi suodattaa esimerkiksi niin, että tiettyjä aineita tai luokituksia, asteittain käytöstä poistettavia aineita tai SVHC-ehdokasaineita vältetään. Lisäksi hakuja voi tehdä tuoteryhmittäin tai etsiä tuotteita, jotka on sertifioitu esim. Joutsenmerkin, BREEAM:n tai Miljöbyggnad:n luokitusjärjestelmien mukaisesti.

Sekä sähköpostitse että puhelimitse tavoitettavissa olevat BVB:n arvioijat auttavat tuotteitaan arvioitavaksi haluavia materiaali- ja tuotetoimittajia. Alihankkijat voivat tarvittaessa toimittaa tietonsa ja dokumentaationsa luottamuksellisina kolmannen osapuolen tietoina.

BVB noudattaa neljään perusnäkökohtaan (ihmisoikeudet, työolot, ympäristö ja korruption torjunta) perustuvia vapaaehtoisia sosiaalisia kriteerejä. Materiaali- ja tuotetoimittajat voivat pyytää arviointia sosiaalisten kriteerien noudattamisesta toiminnassaan ja tuotteen toimitusketjussa. Kriteerit noudattavat YK:n ihmisoikeuksien ja lapsen oikeuksien kaltaisia kansainvälisiä yleissopimuksia ja ohjeita. Lisätietoa on saatavilla BVB:n verkkosivuilta: <https://byggvarubedomningen.com/assessments/sustainable-supply-chains/>.

Rakennusmateriaali- ja tuotetoimittajat Itämeren alueella
Osana NonHazCity-hanketta rakennusmateriaali- ja tuotetoimittajia kannustettiin rekisteröimään tuotteensa arvioitaviksi BVB:n järjestelmässä (aktiviteetti 1.3). Samanaikaisesti BVB keräsi tietoja toimittajien lukumäärästä maittain. Alla olevasta taulukosta nähdään, että rakennusmateriaali- ja tuotetoimittajat Ruotsissa käyttävät BVB:n arviointijärjestelmää laajasti, mutta se ei ole vielä laajalti tunnettu ja vakiintunut järjestelmä muissa Itämeren alueen maissa.

Taulukko 10.1
BVB:n arvioimien tavarantoimittajien määrä maittain.

Maa	Materiaali- ja tuotetoimittajien lukumäärä
Ruotsi	lähes 2000
Suomi	noin 100
Viro	noin 60
Tanska	noin 130
Saksa	noin 150
Latvia	noin 50
Liettua	noin 50
Puola	noin 70

Digitaalinen tuotepassi (DPP)
Euroopan unioni on ottanut käyttöön heinäkuussa 2024 asetuksen (EU) 2024/1781 kestävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetetuista vaatimuksista (ESPR-asetus), joka sisältää mm. digitaalisia tuotepasseja (DPP) koskevan vaatimuksen. Asetus pyrkii lisäämään läpinäkyvyyttä tuotteiden arvoketjuissa tarjoamalla kattavaa tietoa kunkin tuotteen alkuperästä, materiaaleista, ympäristövaikutuksista ja hävittämisuosituksista. DPP:n tarkoituksena on kuroa umpeen kuilua kuluttajien tuotantoketjujen läpinäkyvyysvaatimusten ja nykyisen luotettavan tuotetiedon puutteen välillä.

Digitaalinen tuotepassi (DPP) sisältää olennaisia tietoja, kuten yksilöllisen tuotetun- nisteen, vaatimustenmukaisuusasiakirjat ja tiedot SVHC-aineista. Se tarjoaa myös käyttöoppaita, turvallisuusohjeita ja ohjeita tuotteen hävittämiseen. Tarjoamalla yksityiskohtaisen digitaalisen tallenteen tuotteen elinkaaresta DPP parantaa toimi- tusketjun hallintaa, varmistaa määräysten noudattamisen ja auttaa yrityksiä tunnis- tamaan ja lieventämään aitouteen ja ympäristövaikutuksiin liittyviä riskejä. Digitaali- silla tuotepasseilla on ratkaiseva rooli kestävien toimitusketjujen edistämisessä, sillä ne lisäävät läpinäkyvyyttä, edistävät vastuullisia hankintoja ja tuotantoa sekä helpot- tavat tietoon perustuvaa päätöksentekoa. Ne ovat linjassa kasvavan maailmanlaa- juisen kestävän kehityksen ja vastuullisten liiketoimintakäytäntöjen painottamisen kanssa.

Lisätietoja DPP:sta on saatavilla esimerkiksi Elinkeinoelämän keskusliiton verkkosivuilta [Digitaalinen tuotepassi tulee – mitä se tarkoittaa yritykselle? - Elinkeinoelämän keskusliitto](#) ja blogeista [EU:n digitaalinen tuotepassi tulee, oletko valmis?](#) sekä [Digital product passports \(DPP\): what, how, and why?](#).

EU:n taksonomia-asetuksen mukaiset säädökset tarjoavat mahdollisuuden vaatia rakennustuotteita, jotka täyttävät kunnianhimoiset kriteerit haitallisten kemikaalien pitoisuuksille. SVHC-aineiden lisäksi taksonomiasäädökset mahdollistavat 0,1 % pitoisuusrajoituksen laajentamisen kaikkiin haitallisiin aineisiin, jotka täyttävät luokitelukriteerit. Pyytämällä kolmannen osapuolen sertifiointia siitä, että taksonomian mukaiset kemialliset kriteerit täyttyvät, on mahdollista vahvistaa haitta-ainettomien rakennusmateriaalien kysyntää kestävässä investoinneissa.

Lisätietoja:

- Asetus (EU) 2023/2486 koskien teknisiä arviointikriteereitä, joilla määritetään, millä edellytyksillä taloudellisen toiminnan katsotaan edistävän merkittävästi vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävää käyttöä ja suojelua, siirtymistä kiertotalouteen, ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä ja vähentämistä tai biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelua ja ennallistamista ja aiheuttaako kyseinen taloudellinen toiminta merkittävää haittaa millekään muulle asiaankuuluvalla ympäristötavoitteelle, sekä asetuksen (EU) 2021/2178 muuttamisesta kyseisiä taloudellisia toimintoja koskevien erityisten tietojen antamisen osalta [Komission delegoitu asetukset \(EU\) 2023/2486](#).
- Asetus (EU) 2021/2139 koskien teknisiä arviointikriteereitä, joilla määritetään, millä edellytyksillä taloudellista toimintaa pidetään ilmastonmuutoksen hillintää tai ilmastonmuutokseen sopeutumista merkittävästi edistävänä ja aiheuttaako kyseinen taloudellinen toiminta merkittävää haittaa millekään muulle ympäristötavoitteelle [Komission delegoitu asetukset \(EU\) 2021/2139](#). Katso kemialliset kriteerit lisäyksessä C ”Kemikaalien käyttöön ja esiintymiseen liittyvät ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä ja vähentämistä koskevat ’ei merkittävää haittaa’-periaatteen mukaiset yleiset kriteerit”.
- Lisätietoja EU:n taksonomiasta on saatavilla osoitteessa: [EU taxonomy for sustainable activities- European Commission](#).