



Yhteisölliset kie...
1/3
KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

Kierrätysprosessit
2/4
KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

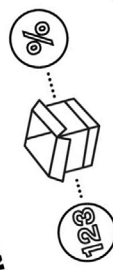
Kulmisen mekan...
2/3
KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

KÄYTTÖ



en mekanismi

KÄYTÖN JÄLKEEN
**JÄTTEMÄÄRÄYKSET JA
LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA!**



...asetukset: seräatävät pakkauskäsitä ja ni...
...sestä seuravasti: markkinalle asetet...
...merkittä siinä käyntyjen mat...
...mukaan on oltava selvästi...
...sen jälkeen, kun pakka...
...sen materiaalin tu...
...n numerointitavat...
...käytölle, joihin...
...materiaalit, joihin...
...materiaalies...
...materiaalies...

INTRO

kiisu

KISU – Tuotesuunnittelulla pitkää ikää
ja kierrätettävyyttä

KÄYTÖN JÄLKEEN

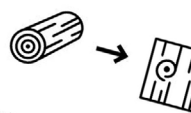


Tuotteiden osien
merkitseminen
1/2

KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

STRATEGIAT

STRATEGIAT
MONOMATERIAALISTRATEGIAT



Monomateriaalilla tarkoitetaan materiaalia, joka koostuu vain yhdestä raaka-aineesta. Tässä yhteydessä monomateriaaliksi voidaan käsittää myös materiaalia, joka muodostuu yhdistelmästä tai seoksesta, jolla on oltava selkeä oma jakeensa kierrätysprosessissa ja jota käytetään sellaisenaan, esimerkiksi kuparista ja messin seostettu messinki, joka kierrätetään ja jalostetaan metallinkierrätysprosessissa itsenäisenä jakeena. Monomateriaalistrategia voidaan käyttää jakeen tuotteen tai rakenteen tasolla jolloin käyttäjän on oltava samasta raaka-aineesta tai materiaalista valmistettu. Näin muodostuu monomateriaalituote.

1/2

Muotoilijan Opas Versio 1.0

kispu

Muotoilijan opas

KISU–Muotoilijan opas on LAB-ammattikorkeakoulun KISU-hankkeessa (Tuotesuunnittelulla pitkää ikää ja kierrätettävyyttä) toteutettu opas kiertotalouden mukaisen suunnittelutyön tueksi. Korttimuotoisena se toimii esimerkiksi koulutuksellisena työkaluna, työpajamateriaalina tai tuotesuunnittelijan valintoja ohjaavana oppaana. Sitä voidaan käyttää joko fyysisenä kappaleena tai virtuaalisessa muodossa. Oppaaseen on koottu tietoa kiertotalouden mukaisesta suunnittelusta yleisesti, strategisella tasolla sekä yksityiskohtaisesti keskittyen tuote-elinkaaren loppupäähän – tuotteen käyttöön ja käytön jälkeiseen elämään. Sen tavoitteena on tarjota muotoilijalle tietoa helpottamaan kiertotalouden mukaisten valintojen tekoa suunnitteluprosessin aikana.

LAB-ammattikorkeakoulu

ISBN: 978-951-827-358-8 (PDF)

ISBN: 978-951-827-359-5 (Painos)

Kirjoittajat: Annariina Ruokamo, Henri Halla-aho

Graafinen suunnittelu: Iida-Maria Remes, LAB

Lahti, 2021



PÄIJÄT-HÄMEEN LIITTO

 LAB University of
Applied Sciences

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

INTRO



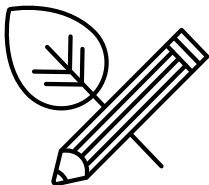
**Johdanto –
Mihin tarkoitukseen tämä
opas on tehty?
1/3**

JOHDANTO - MIHIN TARKOITUKSEEN TÄMÄ OPAS ON TEHTY?



Kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa muotoilijan tulee huomioida tuotteen elinkaari aina suunnittelusta uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen.¹ Muotoilijalta vaaditaan systeemiosaamista, suunnittelukontekstin ja kiertotalouden kokonaisvaltaista hahmottamista ja ymmärtämistä. Tarjolla on erilaisia suunnittelun työkaluja, joiden tehtävänä on ohjata muotoilijan työskentelyä kiertotalouden mukaisen suunnittelun mukaisesti. Tällaiset työkalut ohjaavat muotoilijaa suunnitteluprosessin vaihe vaiheelta etenemiseen. Ne monipuolistavat suunnitteluprosessin aikana tapahtuvaa pohdintaa ja ulottavat ajattelua erilaisiin näkökulmiin aina tuotannosta kuluttamiseen, sekä huoltoon, että tuotteen jatkojalostukseen sen ensimmäisen elinkaaren päättyessä.

JOHDANTO - MIHIN TARKOITUKSEEN TÄMÄ OPAS ON TEHTY?



Muotoilijoille suunnattuja kiertotaloustyökaluja ja oppaita on kartoitettu LAB-ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutin **KISU – Tuotesuunnittelulla pitkää ikää ja kierrätettävyyttä** -hankkeessa. Kartoituksen pohjalta rakensimme ymmärrettävän suomenkielisen oppaan, joka keskittyy tuote-elinkaaren loppupäähän, koska vastaavanlaisia oppaita ei ole juuri tarjolla. Siinä missä perinteisessä suunnittelussa ammattitaitoinen muotoilija on perillä tuotteen valmistusprosesseista, tulee kierrätettävyyttä huomioivan suunnittelijan ymmärtää myös kierrätysprosesseja.

INTRO

JOHDANTO - MIHIN TARKOITUKSEEN TÄMÄ OPAS ON TEHTY?

Oppaan tarkoituksena on toimia sen ensimmäisessä vaiheessaan koulutuksen työkaluna. Toivomme, että tämä opas ohjaa muotoilijaa kohti kiertotalouden mukaisia suunnitteluratkaisuja ja sytyttää kipinän tuotesuunnittelun mahdollisuuksiin osana tulevaisuuden vaikuttavaa ja kestäväää muotoilua.

Lahdessa, helmikuussa 2021

kisU

Muotoilijan oppaan tekijät
Annariina Ruokamo ja Henri Halla-aho

3 / 3

INTRO

JOHDANTO - OPPAAN TEKIJÄT

Annariina Ruokamo

Annariina Ruokamo on koulutukseltaan taiteen maisteri ja taustaltaan vastuullisuuteen erikoistunut vaatesuunnittelija. Hän työskentelee projektipäällikkönä, TKI-asiantuntijana ja opettajana LAB-ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutissa. Opetustyössään hän keskittyy vaatetusalan vastuullisuuteen sekä kiertotalouteen vaatetusalan kontekstissa, erityisesti suunnittelun näkökulmasta.

Henri Halla-aho

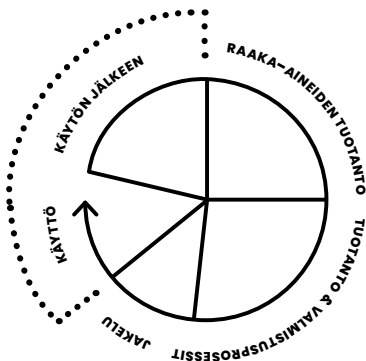
Henri Halla-aho on koulutukseltaan taiteen maisteri sekä kalustemuotoilija, jolla on yli kymmenen vuoden kokemusta kalustealalta ja tuote- ja näyttelysuunnittelusta. Hän on kiinnostunut kestävän kehityksen mukaisesta muotoilusta, kierrätyksen prosesseista ja niiden huomioimisesta muotoilijan työssä. Hän toimii lehtorina LAB-ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutissa, ja tekee kestäväään kehitykseen ja kiertotalouteen liittyviä suunnitteluprojekteja oman toimistonsa kautta.

Iida-Maria Remes

Iida-Maria Remes on juuri valmistuva graafisen suunnittelun opiskelija LAB-ammattikorkeakoulun Muotoiluinstituutista. Hän on ollut mukana luomassa KISU-hankkeen visuaalista ilmettä ja Muotoilijan oppaan ulkoasua.

INTRO

JOHDANTO - OPPAAN RAKENNE



Oppaan periaate rakentuu tuotteen elinkaarimallin ympärille. Oppaan pääpaino on tarjota muotoilijalle ymmärrystä tuotteen elinkaaren loppupään vaiheista käytön, uudelleenkäytön ja kierrätyksen kautta. Se on suunniteltu myös päivitettävyyttä huomioiden: tulevaisuudessa se tulee täydentymään tuotteen elinkaaren muilla vaiheilla. Opas on sen ensimmäisessä painoksessa jaettu neljään eri kategoriaan.

JOHDANTO - OPPAAN RAKENNE



Intro-osiossa esitellään oppaan syntymisen taustaa sekä kiertotalouden ja sen mukaisen tuotesuunnittelun kontekstia.



Strategia-kortit esittelevät kiertotalouden mukaista tuotesuunnittelua tukevia muotoilun strategioita, joita muotoilija voi huomioida tuotteen muotoiluprosessin aikana. Osion tarkoituksena on ohjata tavallisesti intuitiivisesti etenevää muotoiluprosessia kiertotalouden mukaiseksi.

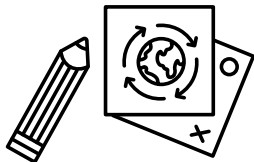


Käyttö-osiossa käydään läpi tuotteen kulumista, huoltamista ja korjaamista muotoilullisten päätösten näkökulmasta. Osio vastaa kysymyksiin siitä, kuinka muotoilija voi huomioida tuotteen käyttöä siten, että käyttäjäkin ymmärtää pääperiaatteet käytön vaikutuksista tuotteen elinkaaren pidentämiseen.



Käytön jälkeän-osiossa esitellään kierrätysprosesseja eri materiaalien kierrätyksen ja kierrätettävyyden näkökulmasta. Oppaaseen on tässä painoksessa valittu materiaaleiksi muovit, metallit ja tekstiilit.

MITÄ ON KIERTOTALOUDEN MUKAINEN SUUNNITTELU?



Kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa muotoilija huomioi tuotteen koko elinkaaren aina raaka-aineista tuotantoon, prosesseihin, valmistukseen, jakeluun, logistiikkaan, myyntiin, käyttöön ja kierrätykseen, palveluja unohtamatta. Näiden kautta pystytään luomaan pohjaa uusille liiketoimintamalleille, joissa tuotteen suunnittelussa huomioidut yksityiskohdat ohjaavat liiketoimintaa lineaarisesta ”**Take-Make-Waste**” -ajattelusta kohti kestävyyttä ja kiertotaloutta. Kierrätettävissä olevat materiaalit ohjaavat uusiin liiketoiminnan mahdollisuuksiin, mikäli yrityksellä on edellytykset luoda tuotteelle esimerkiksi takaisin-ottopalvelu uudelleenmyyntiä tai kierrätystä varten.

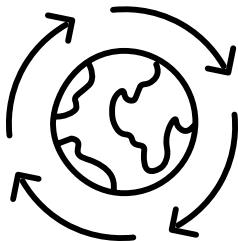
INTRO

MITÄ ON KIERTOTALOUDEN MUKAINEN SUUNNITTELU?

Perinteiset jatkuvaan kasvuun perustuvat lineaariset toimintamallit tukevat alati kasvavaa kulutusta. Ne asettavat ihmisen yläpuolelle ja näkevät ihmistä ympäröivän maailman loppumattomana lähteenä tarpeiden tyydyttämiselle.¹ **Linearisessa mallissa** tuote tai palvelu on suunnittelutyön keskipisteenä ja sitä yritetään jatkuvasti kehittää tehokkaammaksi. Tavoitteena on tuottaa enemmän, nopeammin ja halvemmalla.

Kiertotalouden mukainen suunnittelu tarkoittaa sitä, että tuotteet ja palvelut suunnitellaan optimaalisesti ja tarkoituksenmukaisesti **minimoimalla negatiiviset** ja **maksimoimalla positiiviset** vaikutukset koko elinkaaren ajalta. Kiertotalouden mukainen suunnittelu on kokonaisvaltainen, monimutkainen ja systeeminen prosessi, jossa muotoilijalla on lineaariseen malliin verrattuna enemmän valtaa ja vastuuta vaikuttaa koko prosessiin.²

MITÄ ON KIERTOTALOUDEN MUKAINEN SUUNNITTELU?



Kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa tuotteet suunnitellaan niin, että kaikki resurssit kiertävät ja materiaaleihin sitoutunut arvo säilyy mahdollisimman pitkään yhteiskunnassa.³ Tällä tavoin ympäristökuormitus pyritään minimoimaan. Liiketoimintamallissa kulutus painottuu omistamisen sijaan **jakamiseen, vuokraamiseen ja kierrättämiseen**. Tuotteen tai palvelun suunnitteluvaiheella on merkittävä osuus kiertotalouden toimintamallien toteutumisessa.

INTRO

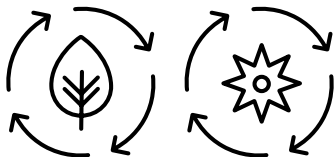
KIERTOTALOUDELLISET KIERROT

Kiertotalous perustuu pääajatukseen, jossa jäte on suunniteltu täysin pois. Materiaalit ja raaka-aineet nähdään kiertotaloudessa aina uudelleenkäytettävänä resursseina, jotka on tarkoitus pitää käytössä pitkään ja puhtaina arvonsa säilyttäen. Kiertotalouden kiertoina on olemassa vain kaksi tapaa kierrättää materiaaleja ja raaka-aineita: **biologinen** ja **tek-ninen kierto**.

Pääperiaatteena on, että näitä kiertoja ei sekoiteta keskenään, jolloin kiertäviä materiaaleja ja raaka-aineita ei voida enää kierrättää. Materiaalien ei tulisi sisältää mitään sellaista, joka pilaa, saastuttaa tai vaikeuttaa kierrossa olevien materiaalien palauttamista ja uudelleenkäyttöä. Kiertotalouden mukaan polttamista ja hautaamista ei nähdä kierrättämisenä vaan poistamisena tai hyödyntämisenä. Nämä kaksi ovat keinoja, joissa resursseja menetetään kierrosta ja uudelleenkäytöstä.

INTRO

KIERTOTALOUDELLISET KIERROT



Tekninen kierto on uusiutumattomille raaka-aineille ja materiaaleille, sekä niistä koostuville tuotteille, joiden on tarkoitus kiertää teollisissa ja teknisissä prosesseissa. Tekniset materiaalit ja raakaaineet voidaan säilyttää kierrossa muun muassa tuotteiden korjaamisen, kunnostamisen, uudelleenikäytön, uudelleenvalmistuksen, palauttamisen, korvaamisen ja kierrättämisen avulla. (→ **INTRO, KIERTOTALOUDEN R-STRATEGIAT**) Periaatteena on optimoida teknisten resurssien käyttöä kierrättämällä komponentteja ja materiaaleja mahdollisimman korkealla hyödyllisyysasteella siten, että niiden arvo ei alene. (→ **STRATEGIAT, DOWNCYCLING & UPCYCLING**)

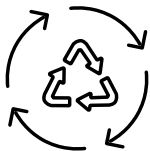
KIERTOTALOUDELLISET KIERROT

Biologinen kierto on uusiutuville luonnosta peräisin oleville biopohjaisille raaka-aineille ja materiaaleille, sekä niistä koostuville tuotteille, joiden on tarkoitus kiertää biologisissa prosesseissa, joissa biologiset organismit ja eläimet kuluttavat ne. Samalla kiertävät materiaalit toimivat lannoitteina uudelle kasvulle. Tällaisia prosesseja ovat muun muassa kompostoituminen, biohajoaminen ja maatumisen.

Kaikki biopohjaiset materiaalit eivät kuitenkaan ole biohajoavia. Biopohjaiset materiaalit ja raaka-aineet voidaan säilyttää kierrossa esimerkiksi uudistamisen, uusiokäytön, uudelleenkäytön ja kierrättämisen avulla. (→ **INTRO, KIERTOTALOUDEN R-STRATEGIAT**) Periaatteena on optimoida biologisten resurssien käyttöä kierrättämällä materiaaleja mahdollisimman korkealla hyödyllisyysasteella siten, että niiden arvo ei alene. (→ **STRATEGIAT, DOWNCYCLING & UPCYCLING**)

KIERTOTALOUDEN PALVELUMALLIT

Uudenlaiset palvelu- ja liiketoimintamallit ovat kiertotalouden toteutumisen perusta. Käytä tätä korttia Perhoskaavion rinnalla.



1. Kierrätyksen ja materiaalin hallintapalvelut

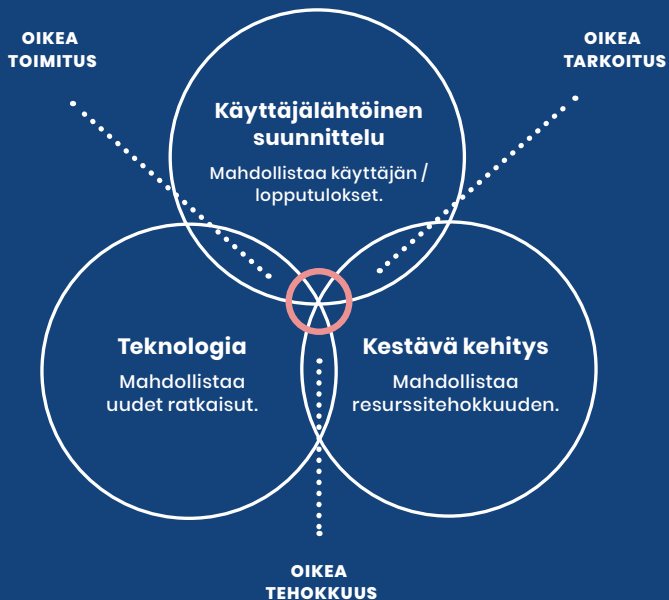
Uusiutumattomien ja uusiutuvien materiaalien mahdollisimman tehokas käyttö ja kierrätys biologiseen tai tekniseen kiertoon käytettäviksi uusissa tuotteissa tai jalostaminen materiaaleiksi. Ylijäämämateriaalin, hukkamateriaalin, sivuvirtojen sekä tuotteiden sisältämien materiaalien hyödyntäminen sekä palauttaminen uusiutuvan energian käytön suosiminen valmistuksessa.

KIERTOTALOUDEN PALVELUMALLIT



INTRO

KIERTOTALOUS & KESTÄVÄ KEHITYS



KIERTOTALOUS

1/2

INTRO

KIERTOTALOUS & KESTÄVÄ KEHITYS



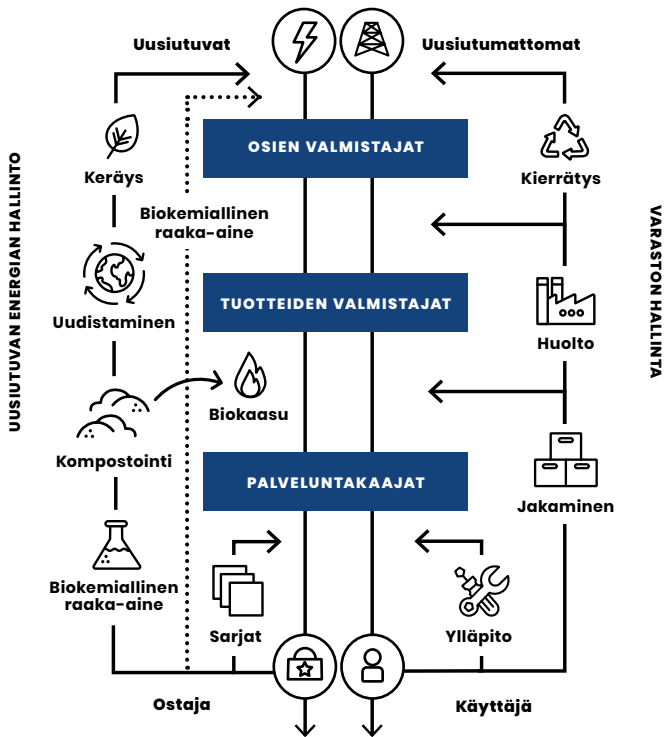
KESTÄVÄ KEHITYS

2/2

INTRO

PERHOSKAAVIO⁶

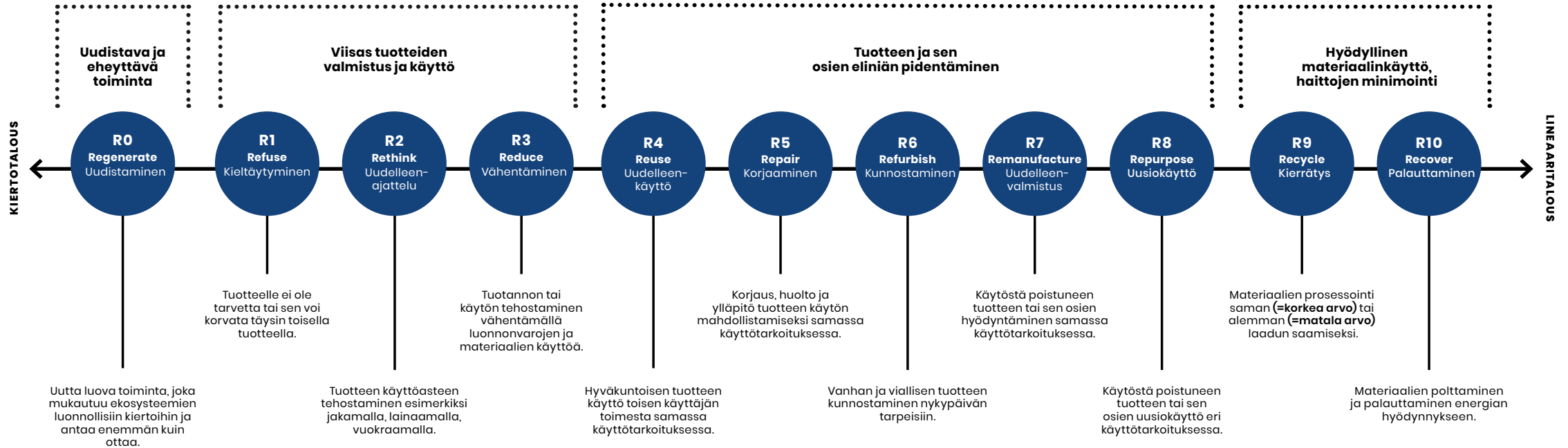
UUDISTAMINEN KORVAAMINEN VIRTUALISOINTI PALAUTUS



SYSTEMAATTISEN HÄVIÖN JA NEGATIIVISTEN VAIKUTUSTEN ESTÄMINEN

INTRO

KIERTOTALOUDEN R-STRATEGIAT⁵



1/3

2/3

3/3

INTRO

kisU

Muotoilijan opas

Lähdetiedot

KISU Muotoilijan Opas Vers 1.0

INTRO

LÄHDETIEDOT

- 1. CASALEGNO, OONA & ANNARIINA RUOKAMO.** 2020. Review of Design Tools for Circular Product Design. LAB Design Annual Review (The Publication Series of LAB University of Applied Sciences part 12): 43–48. www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/355273/LAB_2020_12.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- 2. OVASKA, JUKKA, PAIGE POUTIAINEN, HEIKKI SORASHI, MAIJA AHO, JARKKO LEVÄNEN & MIKKO ANNALA.** 2016. Business Models for a Circular Economy – 7 Companies Paving the Way. <https://systemstudies.files.wordpress.com/2019/08/business-models-for-a-circular-economy.pdf>
- 3. MCDONOUGH, WILLIAM & MICHAEL BRAUNGART.** 2002. Cradle to Cradle: Rethinking the way we make things. North Point Press.
- 4. SJÖSTEDT, TUULA.** 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/
- 5. RUOKAMO, ANNARIINA.** 2021. Kiertotalouden R-Strategiat; Circularity and Nine 'RS'. Ellen MacArthur foundation. www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/galleries/CEinaction-_Activity06-nine-Rs-6R3_from-graham-081217.pdf
- 6. REMES, IIDA-MARIA.** 2020. Perhoskaavio; Circular Economy Systems Diagram. 2019. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

STRATEGIAT



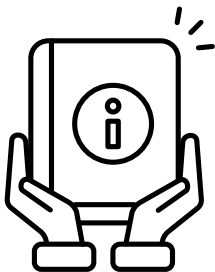
Johdanto – Strategiat tukena kiertotalouden mukaisessa tuotesuunnittelussa

JOHDANTO - STRATEGIAT TUKENA KIERTOTALOUDEN MUKAISESSA TUOTESUUNNITTELUSSA



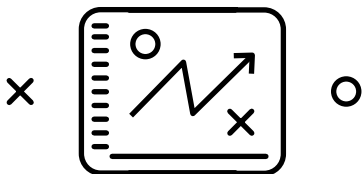
Tuotteiden tai palveluiden suunnitteluvaiheella on iso osuus kiertotalouden toimintamallien toteutumisessa, sillä peräti 80% tuotteen ympäristövaikutuksista määritellään jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. Muotoiluprosessit etenevät usein yritystahojen kiireisessä arjessa tietyllä kaavalla, mutta syventämällä ja kehittämällä sen kulkua, voidaan tehostaa myös kiertotalouden toteutumista suunnitteluvaiheessa. Jo suunnitteluvaiheessa tehdään päätöksiä esimerkiksi tuotteen tai palvelun käyttöiästä, materiaalien käytön optimoinnista, kierrätettävyydestä ja energia- tehokkuudesta. Tässä kategoriassa esitellyt esimerkistrategiat toimivat apuna suunnitteluprosessin johdattamisessa kohti kiertotaloutta.

MUOTOILIJAN TYÖKALUT SUUNNITTELUN TUEKSI¹



Jotta muotoilija voisi toimia kiertotalouden mallien mukaan, yrityksen tulee sitoutua siihen kokonaan ja toimintaympäristön tuettava sitä. Yrityksen kiertotalouden mukaiset toimintamallit ja strategiat voivat tukea suunnittelua, mutta eivät välttämättä aina anna työkaluja itse varsinaiseen suunnittelutyöhön. Erilaisia oppaita ja työkaluja kiertotalouden ymmärtämiseen ja sen mukaiseen suunnitteluun on jo kuitenkin olemassa. Ne voidaan karkeasti jakaa neljään eri kategoriaan.

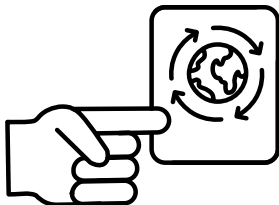
MUOTOILIJAN TYÖKALUT SUUNNITTELUN TUEKSI¹



Ylätason systemiset ja strategiset työkalut

Kiertotaloutta tukevat liiketoimintamallit ja strategiat antavat suunnittelijalle suhteellisen vähän käytännön apua varsinaisiin tuotesuunnitteluratkaisuihin, mutta toimivat ohjaavina elementteinä taustalla ja antavat suuntaviivoja työskentelyyn. Monella yrityksellä on nykyään jo oma kiertotaloutta tukeva liiketoimintamalli tai jopa useampia.

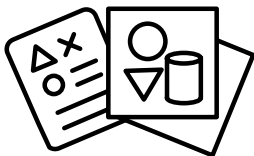
MUOTOILIJAN TYÖKALUT SUUNNITTELUN TUEKSI¹



Kokonaisvaltaiset kiertotalousoppaat, ohjeet ja menetelmät

Laajimpia suunnittelijoiden käytössä olevia työkaluja. Yritykset, joissa suunnittelijat toimivat, voivat noudattaa jotain tiettyä tunnettua menetelmää tai juuri yritykselle räätälöityä metodologiaa. Monet näistä menetelmistä ovat laajoja ja monimutkaisia, ja toimivat parhaiten, kun koko toimintaympäristö käyttää jotain tiettyä menetelmää tai on kehittänyt oman menetelmän.

MUOTOILIJAN TYÖKALUT SUUNNITTELUN TUEKSI¹



Tiettyyn osa-alueeseen keskittyvät ohjeistukset ja työkalut

Käytännönläheisimpiä tuotesuunnittelijan arjessa. Yrityksillä saattaa olla käytössä omia suunnitteluohjeistuksia ja työkaluja, jotka auttavat suunnittelijaa tekemään kiertotalouden mukaisia päätöksiä. On olemassa myös erilaisia vaikuttavuus- ja mittaus-työkaluja. Käytännöllisimmät oppaat ja työkalut ovat yritys-, toimiala- ja materiaalikohtaisia. Eri työkaluilla tai metodeilla tehdyt arviot voivat kuitenkin antaa eri tuloksia, ja suunnittelijan voi olla vaikea tehdä niiden turvin päätöksiä.

MUOTOILIJAN TYÖKALUT SUUNNITTELUN TUEKSI¹

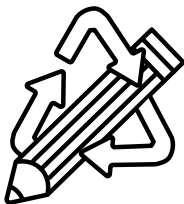


Yhteissuunnittelutyökalut

Menetelmiä voidaan käyttää apuna tuotekehitysprosessin eri vaiheissa aina strategiataason suunnittelusta alkuvaiheen konseptointiin tai prosessin iterointivaiheessa. Kiertotalouden mukaiset yhteissuunnitteluun keskittyvät työkalut voivatkin olla erinomainen apu monialaisten tiimien yhteisen kielen ja toimintatapojen muodostumisessa, varsinkin silloin, kun kiertotalouden ymmärrys, muotoiluajattelu ja tuotekehitysprosessit eivät ole tiimin suunnitteluun ja päätöksentekoon osallistuvien vahvimpia osaamisalueita.

STRATEGIAT

KIERRÄTYSSTRATEGIA



Kierrätysstrategia on tuotteen elinkaaren kattava suunnitelma sen kierrätyksestä, uudelleenkäytöstä ja mahdollisesta hävittämisestä. Kierrätysstrategian suunnittelu on merkittävä lähtökohta kierrätettävyyden suunnittelulle. Se sisältää periaatteelliset ratkaisut ja yksityiskohdat käytännönjärjestämisestä ja eri sidosryhmien tiedottamisesta.² Oleellista kierrätettävyyden suunnittelun kannalta on jo heti tuotsuunnittelun alkuvaiheessa tunnistaa kierrätettävyyden haasteet, rajoitteet ja tavoitteet. Kierrätettävyys tulee sisällyttää tasa-arvoiseksi vaatimukseksi muiden tuotteelta vaadittujen ominaisuuksien rinnalle, jolloin kiertotaloutta edistävää tuotesuunnittelua voidaan tehdä heti tuotekehitysprosessin aina alusta alkaen.

(DFE) DESIGN FOR ENVIRONMENT - YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN SUUNNITTELU



Ympäristömyönteisellä suunnittelulla tarkoitetaan negatiivisten ympäristövaikutusten vähentämistä tuotteen koko elinkaaren ajalta. Toimintamalliin kuuluu siirtyminen perinteisestä lineaarisen mallin mukaisesta tuotteiden tuottamisesta ja jakelusta suljetun kierron mukaiseen toimintaan, sisältäen ratkaisun tuotteen käytönjälkeiseen aikaan. Suljettu kierto myös huomioi biologisen ja teknisen kierron rajoitteet sekä mahdollisuudet. (→ **INTRO, PERHOSKAAVIO**) Ympäristömyönteisen suunnittelun työkaluja ovat esimerkiksi **LCA (Life Cycle Analysis)** eli elinkaariarviointiin pohjaavat ohjelmistot. Muita keinoja ympäristömyönteisen suunnittelun toteuttamiselle ovat muun muassa puhtaan uusiutuvan energian käyttö sekä puhtaiden uusiutuvien materiaalien käyttö.

(DFR, DFD) KIERRÄTETTÄVYYDEN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA



DFR (Design for Recycling), eli kierrätettävyyden suunnittelu ja **DFD (Design for Disassembly)**, eli purettavuuden suunnittelu ovat toimintatapoja, jotka korostavat kierrätettävyyden ja purettavuuden suunnittelua aikaisessa vaiheessa **DFE:n (Design for Environment)** toteuttamiseksi. Tavoitteena on maksimoida kierrätettävyyden sekä purettavuuden helpous, nopeus ja kustannustehokkuus. DFD kuuluu osaksi DFR:strategiaa. Purettavuuden suunnittelu voi liittyä myös tuotteen korjaamisen, huollon ja päivittämisen tarpeisiin

(DFR, DFD) KIERRÄTETTÄVYYDEN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA



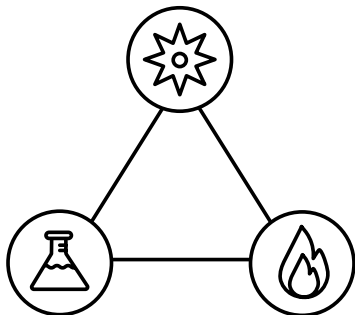
Kierrätettävyyden suunnittelussa keskeisiä asioita ovat mm. oikean kierrätysstrategian luominen, kierrätystekniikoiden ja prosessien tunteminen, kierrätyksen ja keräämisen järjestäminen, purettavuuden suunnittelu sekä materiaalivalinnat.



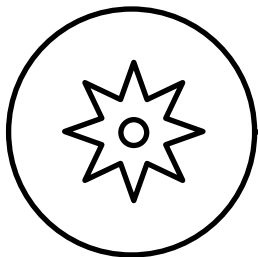
Purettavuuden suunnittelussa puolestaan keskeisiä asioita ovat esim. kiinnitykset, osien merkitseminen, purettavuuden keinot ja purettavuuden tekniikat

Kierrätettävyyden ja purettavuuden huomioiminen suunnittelussa sekä niiden tehostaminen helpottavat ja nopeuttavat tuotteen sekä sen osien huoltamista, korjaamista sekä kierrättämistä. Purettavuuden tehostamiseksi käytetyt ratkaisut voivat myös nopeuttaa tuotteen valmistamista sekä laskea valmistus- ja huoltokustannuksia. Hyvin suunniteltu purettavuus auttaa tuotteen kierrättäjää ohjaamaan tuotteessa käytetyt materiaalit aikaisessa vaiheessa oikeisiin kierrätysprosesseihin, jolloin aikaa ja energiaa säästyy.

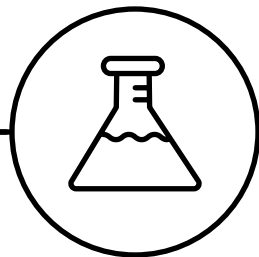
KIERRÄTYSPROSESSIT



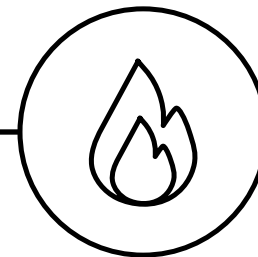
Oleellista kierrätettävyyden suunnittelun kannalta on luodun kierrätysstrategian edellyttämien **kierrätysprosessien** ja **tekniikoiden tunteminen**. Keskeistä on esimerkiksi tunnistaa, tarvitseeko materiaalin ja materiaalien uudelleenkäyttö manuaalista tai automatisoitua purettavuutta, materiaalien erottelua vai mekanisoitua murskausta tai rouhintaa ja tätä seuraavaa monivaiheista materiaalien erottelua. Prosessit voidaan jakaa karkeasti kolmeen erilaiseen tekniikkaan.

KIERRÄTYSPROSESSIT**Mekaaninen kierrätys**

Mekaaninen kierrätys on prosessi, jossa materiaalia käsitellään mekaanisesti esimerkiksi puristamalla, rouhimalla, seulomalla, ballistisesti ja uudelleenmuokkaamalla. Mekaaninen kierrätys sopii parhaiten homogeenisille materiaaleille. Mekaaninen käsittely saattaa vaurioittaa materiaalin rakennetta ja heikentää sen laatua.

2/4**KIERRÄTYSPROSESSIT****Kemiallinen kierrätys**

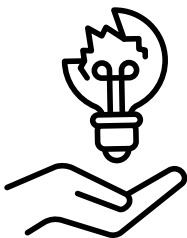
Kemiallinen kierrätys on prosessi, jossa materiaalia käsitellään kemiallisesti esimerkiksi liuottamalla, depolymerisoimalla ja hydrolyysillä. Kemiallisen kierrätyksen prosessit käsittelevät polymeerit uudelleen käytettäväksi suuremmin muuttamatta materiaalin kemiallista rakennetta.

3/4**KIERRÄTYSPROSESSIT****Terminen kierrätys**

Terminen kierrätys on prosessi, jossa materiaalia käsitellään lämmön avulla esimerkiksi lämmittämällä, sulattamalla, kaasuttamalla, pyrolyysillä ja hydrotermisesti. Terminen kierrätys voi kuitenkin muuttaa kierrätettävän materiaalin ominaisuuksia siten, että se ei kelpaa enää samaan käyttöön, jossa se on alun perin ollut.

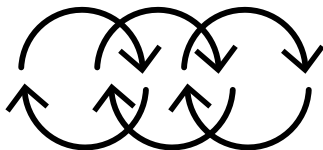
4/4

DESIGN FOR LOW WASTE - JÄTETTÖMYYDEN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA



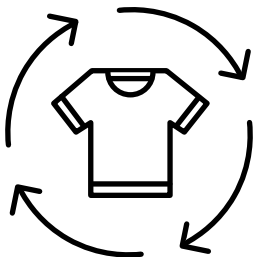
Kierrätettävyyttä huomioivan suunnittelutyön lisäksi oleellista on myös pohtia, kuinka tuotteen elinkaaren aikana syntyvää **jätettä pystytään vähentämään jo suunnitteluvaiheessa**. Jäteteettömyyden huomiointiin suunnitteluvaiheessa vaikuttavat laajasti monet asiat tuotteen koko elinkaaren aikana. On olemassa tiettyjä jätteiden minimointiin tähtääviä strategioita, joita voi hyödyntää myös suunnittelun tukena.

DESIGN FOR LOW WASTE - UDELLEENVALMISTUS



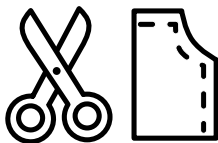
Uudelleenvalmistuksella tarkoitetaan tuotteita, joissa elinkaarensa päähän tullut tuote tai sen osat valmistetaan uudelleen samaan käyttötarkoitukseen. Kyse ei ole tuotteen korjauksesta tai huoltamisesta, vaan tehtävä keskittyy elinkaarensa päähän tulleiden tuotteiden päivittämistä toisiksi tuotteiksi. Uudelleenvalmistettu tuote voi myös asettua hierarkiassa vanhaa tuotetta ylemmäksi, jos sen ominaisuudet ovat alkuperäisen tuotteen ominaisuuksia parempia. Pääperiaate teollisesta näkökulmasta on valmistaa elinkaarensa loppuun tulleet tuotteet uudelleen uusille käyttäjille.

DESIGN FOR LOW WASTE - UDELLEENKÄYTTÖ



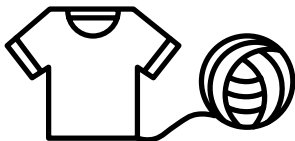
Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan tuotteen tai materiaalin siirtymistä uuden käyttäjän käyttöön alkuperäisessä käyttötarkoituksessa sellaisenaan tai vähäisin muutoksin. Myös käyttäminen uudessa käyttötarkoituksessa sisällytetään usein uudelleenkäyttöön. Uudelleenkäyttöä ei ole tuotteen kierrättäminen raaka-aineeksi tai uusien tuotteiden valmistus tällaisista kierrätysraaka-aineista.

DESIGN FOR LOW WASTE - UPCYCLING



Upcyclingin ideana on tuottaa alkuperäistä käyttötarkoitustaan arvoltaan korkeampia tai vähintään samanarvoisia tuotteita. Näin ollen voidaan ajatella, että Upcycling on uudelleenvalmistuksen alakäsite, jolla tarkoitetaan valmistusta uudelleenkäytettävästä materiaalista. Vaateteollisuudessa tämä voi tarkoittaa vanhan sisustuskankaan hyödyntämistä uusien vaatteiden valmistuksessa tai tuotannon ylijäämästä tai leikkuupaloista voidaan valmistaa uudenveroisia tuotteita. Tällöin voidaan ajatella, että käytetystä/ensimmäisessä käyttötarkoitukseensa elinkaarensa loppuun tullut tuote muutetaan arvoltaan korkeampiarvoiseksi tuotteeksi eli uudeksi vaatteeksi.

DESIGN FOR LOW WASTE - DOWNCYCLING



Downcycling on sitä, kun alkuperäinen tuote muuntuu kierrätyksen kautta edeltäjänsä alempiarvoiseksi. Downcyclingissa arvokas tuote muutetaan vähemmän arvokkaaksi materiaaliksi tai siitä otetaan talteen materiaaleja, joita voidaan hyödyntää toisessa käyttötarkoituksessa. Vaateteollisuudessa Downcycling tutuimmillaan on esimerkiksi leikkuujätteen hyödyntämistä autoteollisuudessa eristemateriaalina tai öljynimeyttämisratteina. Myös esimerkiksi polyesteripaidan kierrättäminen takaisin polyesterilangaksi on Downcyclingiä, sillä pelkän langan koetaan olevan arvoltaan pienempi kuin alkuperäinen paita.

DESIGN FOR LOW WASTE - ZERO WASTE



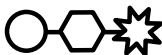
Zero Waste-suunnittelussa jäte ja tuotteen ylijäämä suunnitellaan pois ja kaikki materiaali hyödynnetään. Zero Waste tähtää nimensä mukaisesti nollahukkaan. Nollahukkaan tähtäävä suunnitteluprosessi poikkeaa merkittävästi perinteisen suunnittelun totutusta polusta, sillä menetelmässä tuotteen valmistus kulkee käsi kädessä suunnittelun kanssa. Esimerkiksi Zero Waste -vaatesuunnittelussa kaavoituskokeilut, testaukset ja prototyypittely voidaan nähdä osana tuotteen luonnosteluvaihetta.

STRATEGIAT

HOMOGEENISYYS



Homogeenisuudella tarkoitetaan koostumukseltaan yhtenäistä tai aineksiltaan tasakoosteista tai tasa-aineista.



Heterogeenisuudella tarkoitetaan koostumukseltaan epäyhtenäistä tai aineksiltaan ei tasakoosteista.



Seoksena homogeenisuus tarkoittaa aineen tai materiaalin seoksen tasalaatuisuutta siten, että seoksessa ei ole erotettavissa selkeää rajaa seoksen eri komponenttien välillä alueella, jossa aine on järjestäytynyt yhtenäiseksi.

Homogeenisen materiaalin tai raaka-aineen käytölle on kestävän kehityksen näkökulmasta hyviä perusteita. Yksi selkeä syy on homogeenisen materiaalin tai rakenteen kierrätyksen helppous. Tästä näkökulmasta asiaa voi verrata monomateriaalin kierrätykseen.

(→ STRATEGIAT, MONOMATERIAALISTRATEGIA)

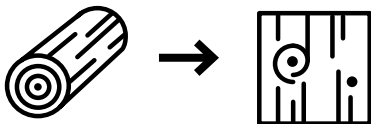
HOMOGEENISYYS



Homogeenisen materiaalin kulumista koskeva esteettinen kestävyys (**→ KÄYTTÖ, PITKÄIKÄISYYS**) on yleensä parempi kuin heterogeenisen materiaalin, koska materiaalin alkuperäinen olemus ei muutu niin selkeästi tasakoostuneisuuden vuoksi, vaikka materiaalia poistuisikin kulumisen mekanismien kautta. (**→ KÄYTTÖ, KULUMISEN MEKANISMIT**) Kuluneen ja ehjän materiaalin välinen kontrasti pysyy vähäisenä, jolloin muodon tai pinnan olemus pysyy lähellä alkuperäistä olemusta. (**→ KÄYTTÖ, KULUMISEN ESTETIIKKA**)

Materiaalin homogeenisuudella on toisaalta vaikutus myös kulumista koskevaan fyysiseen kestävyYTEEN sillä homogeenisen materiaalin käytön on todettu vähentävän korroosiota metallipinnoilla.³

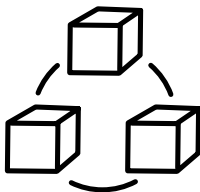
MONOMATERIAALISTRATEGIA



Monomateriaalilla tarkoitetaan materiaalia, joka koostuu vain yhdestä raaka-aineesta. Tässä yhteydessä monomateriaaliksi voidaan käsittää myös materiaali, joka muodostuu yhdisteestä tai seoksesta, jolle on olemassa selkeä oma jakeensa kierrätysprosessissa ja käyttöä sellaisenaan, esimerkiksi kuparista ja sinkistä seostettu messinki, joka kierrätetään ja erotellaan metallinkierrätysprosessissa itsenäisenä jakeenaan. Monomateriaalistrategiaa voidaan käyttää myös koko tuotteen tai rakenteen tasolla jolloin **kaikkien osien on oltava samasta raaka-aineesta** tai **materiaalista valmistettuja**.

Näin muodostuu monomateriaalinen tuote.

MONOMATERIAALISTRATEGIA



Esimerkiksi muovituotteen erilaiset osat ja niiden kiinnittämiseen käytettyjen osien tulisi olla samaa muovilaatua, toisin sanoen **seosta**. Monomateriaalien käyttäminen voi helpottaa ja yksinkertaistaa käytön jälkeistä materiaalien ja tuotteiden kierrättämistä, koska erottelua tuotteen eri materiaaleille ei tarvita. Monomateriaalistrategiassa on oleellista, että varmistetaan tuotteessa käytettyjen materiaalien samanlainen koostumus. Esimerkiksi polyesterit: G-PET (Glykoli-modifioitu polyesteri) ja PET (Polyeteenitereftalaatti) sulamislämpötilat eroavat toisistaan noin 30°C.⁴ Näiden kahden polyesterin käyttämisessä samassa tuotteessa tulee huomioida se, että ne eivät sula samassa lämpötilassa.

STRATEGIAT

kisU

Muotoilijan opas

Lähdetiedot

KISU Muotoilijan Opas Vers 1.0

STRATEGIAT

LÄHDETIEDOT

- 1. CASALEGNO, OONA & ANNARIINA RUOKAMO.** 2020. Review of Design Tools for Circular Product Design. LAB Design Annual Review (The Publication Series of LAB University of Applied Sciences part 12): 43–48. www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/355273/LAB_2020_12.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- 2. KUUVA, MARKKU & MAURI AIRILA.** 1993. Design for Recycling. 17–19.8.1993. pp. 804–811. ICED: Haag. Pätkiä lainattu ja muokattu.
- 3. UJANEN, SIRPA.** 2008. Nokipigmentinkäyttö korroosionestossa. Kemiantekniikan koulutusohjelma, Kemiantekniikan suuntautumisvaihtoehto. SAMK. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/603/Ujanen%20Sirpa.pdf?sequence=1>
- 4. IKONEN, SUSANNA.** 2016. Lämpömuovattavan tekstiilimateriaalin käyttö-huonekalukomponenteissa. Opinnäytetyö. LAMK. www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106536/Ikonen_Susanna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KÄYTTÖ



Johdanto – Pitkäikäisyyden ja käytön huomioiminen suunnittelussa

JOHADANTO - PITKÄIKÄISYYDEN JA KÄYTÖN HUOMIOIMINEN SUUNNITTELUSSA



Ajaton muotoilu mielletään tärkeäksi kriteeriksi kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa. Toisaalta juuri elämän eri vaiheita seuraavat ja muunneltavissa olevat tuotteet haastavat ajattomuuden käsitettä ja voivat olla kiertotalouden näkökulmasta kannattavampi lähestymistapa tuotesuunnitteluun. Tuotesuunnittelussa pitkäikäisyyteen voidaan laadun lisäksi vaikuttaa siten, että tuote voi kehittyä sen elinkaaren ja käytön aikana sen käyttäjän toimesta. Suunnittelija voi huomioida tuotteen muunneltavuutta ja sen väistämätöntä muuttumista koko sen elinkaaren aikana.

PITKÄIKÄISYYS



Ajan tuoma **patina, muutokset** ja **kulumisen** merkit kertovat eletystä elämästä ja koetuista hetkistä. Muutokset voivat olla rikkaus, jotka syventävät esineen ja käyttäjän välistä suhdetta. Kertakäyttökulttuurin ja poisheitämisen sijaan käyttäjiä voidaan kannustaa näkemään kuluminen pitkäaikaisena prosessina, jonka tuloksena esine kasvattaa arvoaan. Prosessissa esineen olemus syntyy ja muuttuu luonnollisesti. Saavuttaakseen tämän, esineen tulee olla **fyysisesti** ja **esteettisesti kestäviä** jopa useita sukupolvia. Esineet kuluvat normaalissa käytössä niille ominaisten ominaisuuksien mukaan. Ratkaisevaa on, kuinka muutokset vaikuttavat tuotteisiin ja niiden käytettävyyteen. Esineissä tapahtuvat muutokset voivat olla **estetiikkaan, tuotteen toimintaan** tai **molempiin vaikuttavia**.

PITKÄIKÄISYYS

Esteettisellä kestävyydellä tarkoitetaan ominaisuuksia, jotka pidentävät tuotteen esteettistä käyttöikää. Esteettiset muutokset muuttavat esineen alkuperäistä olemusta, mutta eivät ole este sen varsinaiselle käytölle. Keinoja esteettisen kestävyuden parantamiseksi:



Ajattomuus

Tuotteen suunnittelu aikaa kestäväksi.

Ajankohtaisuus

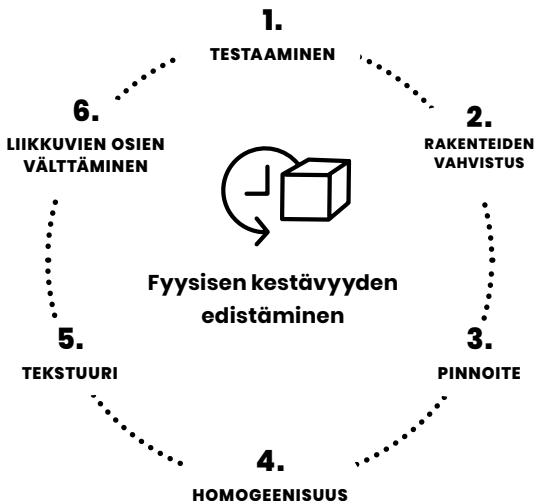
Tuotteen suunnittelu mukautuvaksi, sekä myös monikäyttöiseksi muuttuviin tarpeisiin. Tarkoituksena on antaa esineelle laajat käyttömahdollisuudet uhraamatta liikaa toiminnallisuudesta.

Kaunis kuluminen

Materiaalivalinnalla voidaan vaikuttaa tuotteen kulumisen esteettisyyteen. Kauniisti kulumia materiaaleja on mm. nahka, puu ja patinaa keräävät metallit kuten kupari ja messinki.

PITKÄIKÄISYYS

Fyysisellä kestävyydellä tarkoitetaan ominaisuuksia, jotka vastustavat esineen hajoamista ja kätkevät kulumista. Toimintaan vaikuttavat muutokset vaikeuttavat tai estävät esineen käyttöä.

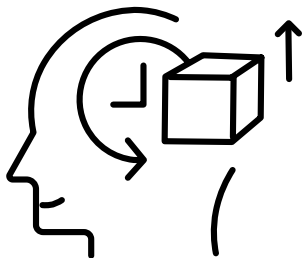


TUOTTEEN KÄYTTÖIKÄ



Syitä uusien tuotteiden hankkimiselle on monia. Syinä voivat toimia **kulttuurin**, **teknologisen** ja **teknisen kehityksen** tuomat muutostarpeet. Yhä useammin syinä kuitenkin toimivat pelkästään vaihtamisen halu ja kyllästyminen. Trendit ja muoti luovat kuluttajille mielikuvia vaihtamisen tarpeista. Osa tuotteista jopa suunnitellaan siten, että niiden käyttöikä olisi mahdollisimman lyhyt, jolloin kuluttaja joutuu hankkimaan tilalle uuden tuotteen. Äärimmäisenä esimerkkinä toimivat kertakäyttötuotteet.

TUOTTEEN KÄYTTÖIKÄ



Käyttöikä eli ajanjaksoon, jonka aikana tuote täyttää vaaditun toimivuuden vaikuttavat myös tuotteiden **laatu, päivitettävyys, korjattavuus** ja **huollettavuus**. Tärkeää olisikin pohtia onko toimenpiteet mahdollisia ja kuinka helposti ne ovat toteutettavissa. Tuotteen kestävyys ja pitkäikäisyys maksimoinnilla on myös suuri ekologinen vaikutus, koska tällöin kulutusta pystytään vähentämään.

KÄYTTÖ

KÄYTTÖIKÄÄ MÄÄRITTÄVÄT TEKIJÄT



Fyysinen ikä

Aika, jonka kuluessa tuote hajoaa korjauskelvottomaksi.



Funktionaalinen ikä

Aika, jonka kuluessa tuotteen tarve häviää.



Laillinen ikä

Aika, jonka kuluessa uudet lait, standardit, direktiivit ja tekevät tuotteen käytöstä kiellettyä.



Tekninen ikä

Aika, jonka kuluessa teknologinen kehitys on tehnyt tuotteen vanhanaikaiseksi.



Esteettinen ikä

Aika, jonka kuluessa muutokset mieltymyksissä, muodissa ja estetiikassa tekevät tuotteesta epähaluttavan.



Ekonominen ikä

Aika, jonka kuluessa teknologia ja suunnittelu tarjoavat saman toiminnallisuuden halvemmalla.

LAADUN MERKITYS PITKÄIKÄISYYDESSÄ

Laatu on kykyä suoriutua tarkoitetusta tehtävästä koko oletetun käyttöiän ajan. Laatu kuvaa mikä on kohteelle ominaista ja koetaan hyvänä. Laatu voi olla **subjektiivista** tai **mitattavaa**.



Subjektiivinen laatu

Perustuu käyttäjän omiin kokemuksiin ja mieltymyksiin.

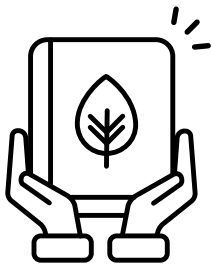


Mitattava tuotepерusteinen laatu

Voi olla esimerkiksi tuotteen mitattavissa olevaa tehokkuutta, nopeutta, tarkkuutta, sekä pitoisuutta. Laatueroilla tarkoitetaan tällöin mitattavien ominaisuuksien eroja.

Toleranssit ilmaisevat tuotteen tai työstön sallittua mitattavaa epätarkkuutta. Toleranssin käsite auttaa valmistamaan osia, komponentteja ja tuotteita, jotka ovat keskenään yhteensopivia ja näin helpotavat tuotteen **modulaarisuutta**, **huollettavuutta** ja **korjattavuutta**. ISO-standardien joukosta löytyvät toleransseille omat standardit, muun muassa ISO 9001 ja EN-standardit.

LAATU- JA YMPÄRISTÖSTANDARDIT¹



Laatu- ja ympäristöstandardit vaativat organisaatioita selvittämään toimintansa ympäristövaikutukset ja toimenpiteet omien prosessiensa parantamiseksi sekä ympäristövaikutusten minimoimiseksi. Tunnetuimpia ympäristöstandardeja on **ISO 14000-sarjan standardit**, jotka edistävät kestävää kehitystä ympäristö- ja talousnäkökulmista. Laatu- ja ympäristöstandardeilla voidaan saavuttaa myös paljon liiketoiminnallisia hyötyjä.

LAATU- JA YMPÄRISTÖSTANDARDIT¹

Laatu- ja ympäristöstandardeilla voidaan saavuttaa liiketoiminnallisia hyötyjä, kuten...



... Tuoda ympäristöasiat osaksi organisaation strategiaa ja toiminnan suunnittelua.



... Osoittaa lakisääteisten vaatimusten ja muiden sitovien velvoitteiden noudattamista.



... Lisätä johdon sitoutumista ja henkilöstön osallistumista.



... Osoittaa vastuullisuutta ympäristöasioissa sidosryhmille, sekä kehittää ympäristöviestintää ja yrityskuvaa.

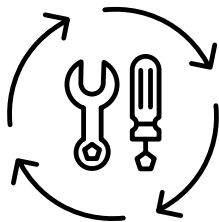


... Parantaa kilpailukykyä kehittämällä resurssitehokkuutta ja karsimalla kustannuksia.



... Parantaa ympäristövaikutusten huomioimista tuote- ja palveluketjujen kaikissa vaiheissa.

TUOTTEEN HUOLTO, KORJAUS JA PÄIVITETTÄVYYS



Tuotteiden **huollettavuudella**, **korjattavuudella** ja **päivitettävyydellä** tarkoitetaan tuotteeseen kohdistuvaa ylläpitävää toimintaa, jonka tarkoituksena on ennaltaehkäistä kulumista, hajoamista ja vanhenemista. Lähtökohtaisesti näiden tarpeiden tulisi olla mahdollisimman pieniä. Huollettavuuden, korjattavuuden ja päivitettävyyden edistäminen suunnitellulla voi helpottaa ja nopeuttaa myös tuotteen valmistusprosesseja, jonka tavoitteet ovat osin samoja.

KÄYTTÖ

TUOTTEEN HUOLTO, KORJAUS JA PÄIVITETTÄVYYS



Helppo saavutettavuus

Helpottaa tuotteen huoltamista ja korjaamista.



Modulaarisuus

Jakaa tuotteen pienempiin osiin, joita voidaan itsenäisesti valmistaa, käyttää ja korvata.



Ohjeiden saatavuus

Ohjeiden vapaa saatavuus helpottaa huoltamista.

123...

Osien merkitseminen

Helpottaa oikeiden osien löytämistä ja vaihtamista.



Huollon indikaattori

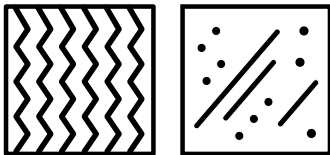
Indikaattori kertoo nopeasti ja helposti, milloin tuotetta on huollettava.



Helppo saatavuus

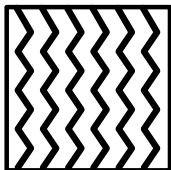
Standardien mukaisten osien käyttö helpottaa osien saatavuutta.

KULUMISEN JA LIKAANTUMISEN ILMIÖT



Kulumisen ja likaantuminen ovat luonnollisia ilmiöitä, jotka ovat aina suhteessa aikaan ja koskettavat kaikkea elävää, elotonta, rakennettua sekä rakentamatonta ympäristöä. Aika ilmenee tilassa muutoksena ja liikkeenä. Liikkeen ominaisuudet sekä niiden toistuvuus ja kesto yhdessä ilmiöön osallistuvien kappaleiden ominaisuuksien kanssa aiheuttavat **kulumisen mekanismit** ja **likaantumisen mekanismit**, jotka määrittävät millaiseksi kappale muuttuu alkutilanteesta. Kulumisen ja likaantumisen ilmiöt heijastavat ajan kulkua muutoksien kautta. Ajan voi siis käsitellä nopeutena, jona eri ilmiöt eli aistein havaittavat tapahtumat tapahtuvat.

KULUMISEN MEKANISMIT



Kuluminen aiheutuu toisiaan vastaan liikkuvien pintojen keskinäisestä vuorovaikutuksesta, mikä ilmenee nähtävänä **materialihäviönä** kohteessa². Vuorovaikutukset voivat olla esimerkiksi ympäristön fyysisiä tapahtumia tai kemiallisia reaktioita, jotka aiheuttavat erilaisia muutoksia. Muutokset näkyvät vuorovaikutuksessa olevien kappaleissa kulumisen jälkinä ja merkkeinä. Kuluminen tapahtuu usein yhden liiketyypin mukaan mutta siihen voi vaikuttaa usea eri kulumismekanismi joko yhtä aikaa, peräkkäin tai vuorotellen².

KULUMISEN MEKANISMIT²

Abrasiivinen kuluminen (hiontakuluminen)

Kosketuspintojen välissä olevat partikkelit esimerkiksi hiekka tai kivet voivat aiheuttaa naarmuuntumista materiaalin.

EHKÄISY: Pinnoilla olevien vieraiden kappaleiden poistaminen ja voitelu.

Adheesiivinen kuluminen (Tartuntakuluminen)

Kulumista, jossa pintojen osat liimautuvat tai hitsautuvat yhteen esim. hankauksessa. Näkyvintä kuluminen on kun liitos repeää jomman kumman alkuperäisen materiaalin puolelta ja vie materiaalia mukanaan. Tämä voi ilmetä kuoppina, kohoumina ja irtonaisina partikkeleina.

EHKÄISY: Materiaalivalinnat sekä voitelu.

KULUMISEN MEKANISMIT²

Tribokemiallinen kuluminen

Reaktiokerros, esim. sinkin hapettumisesta syntynyt oksidikerros, kuluu pintojen keskinäisen liikkeen seurauksena. Kerros rikkoutuu ja paljastunut pinta reagoi ympäristön kanssa esimerkiksi ruostuen.

EHKÄISY: Materiaalivalinnat.

Eroosiokuluminen

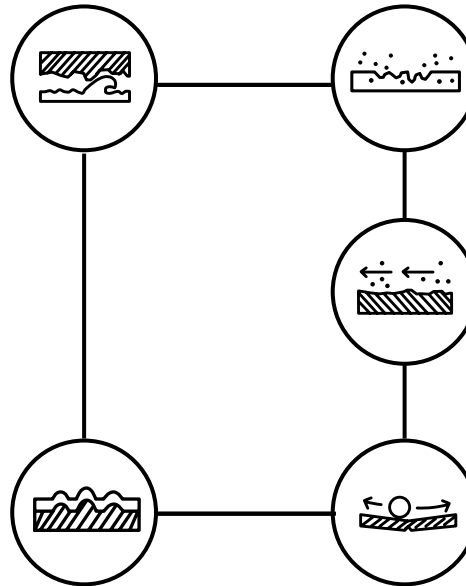
Liikkuvassa nesteessä tai kaasussa olevat partikkelit esim. hiekka irroittaa materiaalia kappaleen pinnasta. Ilmenee usein aaltomaisina jälkinä.

EHKÄISY: Esineen pinnoittaminen kulumista kestäväällä materiaalilla.

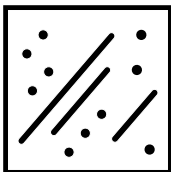
Väsymiskuluminen

Kappaleen väsymistä mekaanisesta rasituksesta jännityksen alaisena. Materiaalin väsyessä siitä irtoaa kappaleita, jotka lisäävät kulutusta.

EHKÄISY: Rasituksen pienentäminen, pintojen viimeistely.



LIKAANTUMISEN MEKANISMIT



Likaantuminen on ei toivotun elollisen tai elottoman materiaalin kertymistä kiinteille pinnoille, mikä ilmenee materiaalin lisääntymisenä tarkasteltavassa kohteessa. Likaantumisella tarkoitetaan yleensä sellaista kertymistä tai kasvua, joka häiritsee tai estää jonkin määritellyn komponentin tai järjestelmän toimintoa³. Materiaalin kertyminen voi olla ympäristön fyysisten ja biologisten tapahtumien tai kemiallisten reaktioiden aikaan saamia. Kappaleissa voi esiintyä useampaa eri likaantumisen mekanismeista, jotka toimivat samanaikaisesti ja tehostavat toisiaan³.

LIKAANTUMISEN MEKANISMIT³

Saostuminen

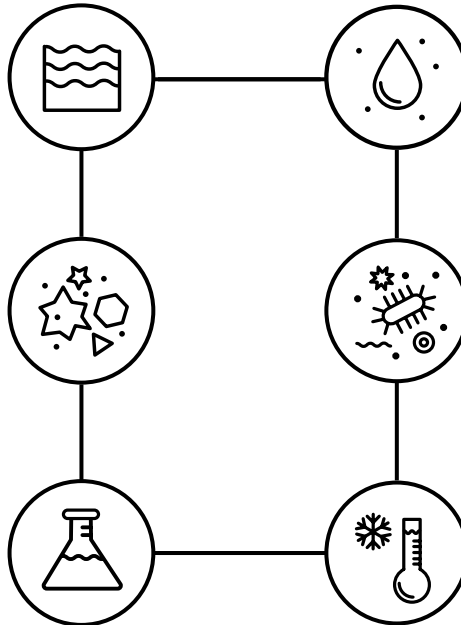
Aineen erottumista ja kerrostumista liuoksesta kiinteään muotoon pinnoille likeyllästyksen takia. Esimerkiksi suola voi saostua kappaleen pinnalle.

Hiukkas- / Partikkeli likaantuminen

Virtaaviin aineisiin sekoittuneiden kiinteiden aineiden partikkeleiden kerrostumista pinnoille. Partikkelit voivat olla lähtöisin ympäristön epäpuhtauksista, korroosiosta tai kemiallisesta reaktiosta.

Kemiallinen likaantuminen

Virtaavien nesteiden tai kaasujen sisältämien alkuaineiden reaktioiden aiheuttamia kerrostumia pinnoilla, jotka eivät itsessään osallistu reaktioon.



LIKAANTUMISEN MEKANISMIT³

Korroosiolikaantuminen

Pinnan ja virtaavan aineen välillä tapahtuvan kemiallisen tai elektrokemiallisen reaktion muodostamaa korroosiotuotetta, esimerkiksi ruostetta.

Biologinen likaantuminen

Erialaisten makro ja mikro-organismien, kuten sienten, homeiden ja bakteerien kiinnittymistä ja kasvua pinnoilla.

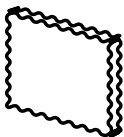
Jähmettyminen

Lämpötilan laskun aiheuttaman kiinteän kerroksen jähmettymistä pinnalle. Kerros voi muodostua itse virtaavasta tai sen sisältämistä aineista.

KÄYTTÖ

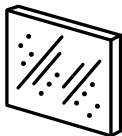
KULUMISEN ESTETIIKKA - PINNAN JA MUODON OLEMUS

Kappaleiden olemukseen ja estetiikkaan vaikuttavat muutokset voivat olla joko **kulumisen mekanismien** tai **likaantumisen ilmiöiden** aiheuttamia. Karkeasti kulumisen mekanismien aiheuttamissa muutoksissa kappaleista poistuu jotain tai olemassa oleva materiaali muokkautuu uudelleen. Likaantumisen mekanismeissa niihin kertyy jotakin. Estetiikan kannalta kappaleiden olemuksen voi jakaa kahteen ilmentymään:



Muodon olemus

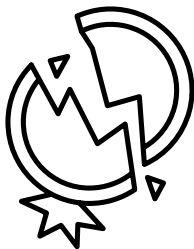
Käsittää ne asiat ja ominaisuudet, jotka muodostavat kappaleen muodolle sille tyypillisen olemuksen.



Pinnan olemus

Käsittää ne asiat ja ominaisuudet, jotka muodostavat kappaleen uloimmalle pinnalle sille tyypillisen olemuksen.

ODOTETUT JA ODOTTAMATTOMAT MUUTOKSET



Estetiikkaan ja toimintaan vaikuttavat muutokset voidaan jakaa **odotettuihin** ja **odottamattomiin** muutoksiin. Muutokset voivat olla hitaita tai nopeita, yksittäisiä tai toistuvia. Kuluminen tapahtuu usein yhden liiketyypin mukaan mutta siihen voi vaikuttaa usea eri kulumismekanismi joko yhtä aikaa, peräkkäin tai vuorotellen.²

ODOTETUT JA ODOTTAMATTOMAT MUUTOKSET



Odotetut muutokset

Tuotteelle jo ennakoituja tapahtumia tai ominaisuuksia. Usein hitaasti, pitkällä aikavälillä tapahtuvia mutta jatkuvia. Seuraukset saattavat näkyä vasta pitkäaikaisessa käytössä.

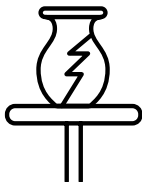


Odottamattomat muutokset

Luonteeltaan äkillisiä, lyhytkestoisia, yksittäisiä ja lyhyellä aikavälillä tapahtuvia. Seuraukset ovat usein heti havaittavissa. Esim. vahinko, hajoaminen tai ilkivalta.

Kulumisen ilmiöihin suhtautumiseen voi vaikuttaa niiden **ilmenemisnopeus**. Odotettuja muutoksia on usein helpompi hyväksyä kuin odottamattomia muutoksia. Tässä on ero hajoamisen ja kulumisen välillä. Kuluminen on tuotteille ja materiaaleille ajan mukanaan tuoma odotettu ilmiö, joka voi hankaloittaa, mutta ei estä tuotteen toimintaa sille tarkoitetussa tehtävässä.

KULUMISEN ESTETIIKKA - EPÄTÄYDELLISYYDEN TÄYDELLISYYDESTÄ



Hajoaminen on ennalta-arvaamatonta, tuotteen toiminnan sille tarkoitettussa tehtävässä estävä tapahtuma. Usein kuluminen johtaa pitkällä aikavälillä hajoamiseen. Kun muutoksia aiheuttavia ilmiöitä tunnetaan, voidaan tätä tietoa hyödyntää jo suunnittelutyössä. Esine voidaan suunnitella siten, että se ominaisuuksillaan **vastustaa, kätkee** tai **hyödyntää muutoksia**. Tällöin esineen olemus parhaimmillaan paranee luontaisen kulumisen kautta. **Patina** käsitteää ajan kuluessa tapahtuvien kulumisen mekanismien ja likaantumisen ilmiöiden kappaleisiin tekemät positiivisiksi koetut muutokset.

KULUMISEN ESTETIIKKA - EPÄTÄYDELLISYYDEN TÄYDELLISYDESTÄ



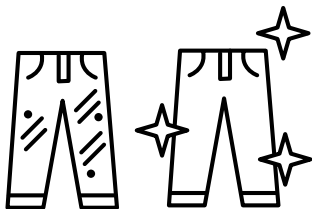
Estetiikan käsittelyn laajentuessa yhä arkisempaan, voidaan tutkia, löytyykö tavanomaisten kauneuskäsitysten ulkopuolelta asioita, jotka voitaisiin nähdä **esteettisesti merkittävinä ilmiöinä**. Länsimaisesta ja itämaisestä kulttuurista löytyy ilmiöitä, joissa kauneutta nähdään yleisesti negatiivisina koetuissa asioissa. Esimerkiksi japanilaisessa kulttuurissa käsite **wabi-sabi** kuvastaa esteettisesti karua, köyhää, pelkistettyä ja viimeistelemätöntä. Filosofisesti wabi-estetiikan tuoma elämä koetaan kuitenkin henkisesti rikkaana. Rikkaus syntyy ajan saatossa kokonaisvaltaisesta elämän estetisoinnista, elämysten ja kokemusten kautta.

KULUMISEN ESTETIIKKA - EPÄTÄYDELLISYYPDEN TÄYDELLISYYPDESTÄ

Wabin tavoin termi **shutaku** kuvastaa kauneutta, jonka aika synnyttää. Ero näiden käsitteiden välillä syntyy shutakun tarkoittamasta konkreettisesti havaittavasta muutoksesta. Shutaku kuvaa sitä, kuinka jokin paranee toistuvasti käytettynä. Suora käänös termille onkin: "käden kiillottama". Ajan mukanaan tuoma patina, muutos ja kuluminen nähdään **positiivisena**, koska tällöin esine on selvinnyt jatkuvasta käytöstä ja löytänyt muutoksen kautta oman persoonallisuutensa. Muutos nähdään rikkautena, joka syventää esineen ja sen käyttäjän välistä suhdetta, jolloin esineestä tulee käyttäjälle tärkeämpi.⁴

Wabi ja **shutaku** voidaankin nähdä pitkäkestoisina prosesseina, joissa asioita ja esineitä käytettäessä niiden arvostus kasvaa esineen ja käyttäjän välisessä vuorovaikutuksessa.⁴

KULUMISEN YKSILÖLLISYYS



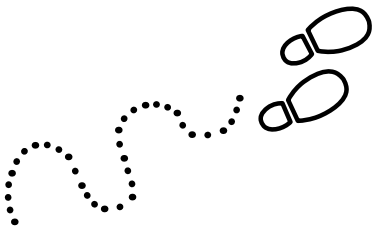
Kulumiseen vaikuttavia asioita ja niiden yhdistelmiä on monia. Ilmiöiden ennakointi on joskus mahdollista ja odotettuja muutoksia voidaan huomioida jo heti alkutilanteessa. **Kulumisen ilmiöiden ennakointi** ja **huomiointi** suunnittelutyössä onkin osa ratkaisua pitkäikäisten tuotteiden suunnittelussa. Negatiivisten vaikutusten huomioonottamisen lisäksi voidaan ilmiöt nähdä myös positiivisina, lisäarvoa tuovina tekijöinä ja kääntää ne haitan sijasta hyödyksi. Tieto kulumisen ilmiöistä voi auttaa myös esineen käyttöhistorian aikana käyttäjää omaksumaan ja hyväksymään ilmiöt osana omaa henkilökohtaista historiaansa.

KULUMISEN YKSILÖLLISYYS



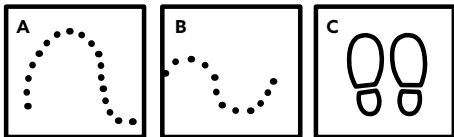
Esineet voivat heijastaa käyttäjän omaa tarinaa ja muistoja kulumisen ilmiöiden kautta. Näin esineeseen ilmestynyttä ajan patinaa, naarmuja ja kolhuja ei koeta merkkeinä hajoamisesta, vaan osana esineen **yksilöllistä olemusta**. Suurinakin määrinä tuotetusta esineestä voi tulla jokaiselle yksilöllinen, erilainen ja henkilökohtainen. Esineet voidaan nähdä pintoina elämälle, johon jokaisen oma tarina tallentuu eri tavoin. **Poisheittämisen sijasta** käyttäjää voidaan kannustaa näkemään esineissä mahdollisuus pitkäaikaiseen prosessiin, jonka tuloksena esine kasvattaa arvoaan. Prosessina, jossa esineen olemus syntyy ja muuttuu luonnollisesti käyttäjän tietoisesta ja tiedostamattoman toiminnan tuloksena. Tämä edellyttää, että käytetyillä esineillä on kyky vastaanottaa kulumisen tuomia muutoksia.

KULUMISEN SEMANTIikka



Suunnittelu ja luovuus pohjautuvat aina **menneeseen** ja **elettyihin kokemuksiin**. Mikään ei synny itsestään ilman aikaisemmin tehdyn vaikutusta. Tämän vuoksi yksi tapa kerätä tietoa on katsoa menneeseen ja tutkia käytössä olleita objekteja. Nämä objektit voivat toimia oleellisen tiedon lähteinä ja suunnitteluprosessin tukena. Vinkkejä siitä, kuinka esineitä on käytetty, voidaan löytää kulumisen merkkejä tarkastellen. Ne kertovat esineen ja käyttäjän suhteesta. Tässä yhteydessä käytetään termiä **kulumisen semantiikka**.

KULUMISEN SEMANTIikka



Kun pohditaan kulumisen semanttisia viestejä, **aika** ja **kulumisen nopeus** ovatkin ratkaisevia käsitteitä. Tarkasteltavat merkit voivat olla yhden yksittäisen tapahtuman nopeasti muodostamia tai monen yksittäisen tapahtuman, pitkällä aikavälillä synnyttämiä **merkkien keskittymiä**. Merkkien keskittymä kertoo toistuvuudesta ja siitä, miten valtaosa käyttäjistä ovat toimineet.

KULUMISEN SEMANTIikka



Tällaista tietoa voidaan hyödyntää kahdella tavalla. Tieto voi ohjata suunnittelijaa suunnittelutyössä. Tällöin voidaan tarkastella käytössä olevia samantyyppisiä tuotteita, kuin mitä ollaan suunnittelemassa. Näin ei jouduta olettamaan, kuinka käyttäjät toimivat, vaan voidaan turvautua käytön merkkien tuomaan tietoon. Merkkien pohjalta voidaan myös pohtia, ovatko käyttäjät käyttäneet esinettä niin kuin oli alun perin tarkoitettu vai ovatko he luoneet oman tavan toimia. Kulumisen merkit voivat myös ohjata käyttäjää käytön aikana. Selvästi havaittavaksi muodostunut merkki voi näin itsessään toimia semanttisena viestinä käyttäjälle.

KÄYTTÖ

kiisu

Muotoilijan opas

Lähdetiedot

KISU Muotoilijan Opas Vers 1.0

KÄYTTÖ

LÄHDETIEDOT

- 1. SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS RY.** Iso 14000-ymparistojohtamisen standardisarja. Verkkosivut. SFS RY. www.sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-14000-ymparistojohtamisen-standardisarja/
- 2. KIVIOJA, SEPPO, SEPPO KIVIVUORI & PEKKA SALONEN.** 2004. Tribologia – Kitka, Kuluminen ja Voitelu. 4. painos. Helsinki: Otatieto
- 3. GARRETT-PRICE, B.A, S.A SMITH, R.L WATTS, J.G KNUDSEN, C. MARNER, & J.W, ZSUITOR.** 1995. Fouling of Heat Exchangers. New Jersey: Noyes Publications.
- 4. EVÄSOJA, MINNA.** 2008. Bigaku – Japanilaisesta kauneudesta. Helsinki: Tammi; Fukasawa, Naoto & Morrison, Jasper. 2007. Super Normal Sensations of the Ordinary. Baden: Lars Müller Publishers.

KÄYTÖN JÄLKEEN



**Johdanto –
Käytön jälkeen:
Elinkaaren päätös vai
uusi elämä?**

JOHDANTO - KÄYTÖN JÄLKEEN: ELINKAAREN PÄÄTÖS VAI UUSI ELÄMÄ?










- Onko tuote käytön jälkeisessä vaiheessa käyttökelvoton jatkojalostukseen? Miten suunnittelulla voisi vaikuttaa tähän?
- Ovatko tuotteen sisältämät raaka-aineet ja komponentit hyödynnettävissä jotenkin uudelleen?
- Tuleeko tuotteen osat purkaa kierrätystä varten? Miten, miksi ja millaisissa prosesseissa tämä kaikki tapahtuu?

Suunnittelijalla on myös käsissään tuotteen käytön jälkeisen elämän suunnittelu. Tätä vaihetta kutsutaan usein nimikkeellä ”**End-of-life**”, mutta kiertotalouden mukaisessa suunnittelussa tulisi ennemmin ohjata käsitteisiin ”**End-of-use**” tai ”**End-of-first-use**”, ”**End-of-second-use**” ja niin edelleen. Osatakseen suunnitella kiertotalouden mukaisia tuotteita, tulee suunnittelijan ymmärtää paitsi valmistusprosesseja, myös tuotteen kierrätysprosesseja.

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTYSSYMBOLIT



MUOVIT

	SYMBOLI	OMINAISUUDET	KÄYTTÖ
POLYETEENI- TEREFTALAATTI	 01 PET	Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuomapullot, tekstiilit
POLYETEENI- HIGH DENSITY	 02 PE-HD	Samea tai värillinen, vahamainen pinta, joustava	Mehupullot, ämpärit, virvoitusjuomakorit
POLYVINYYLI- KLORIDI	 03 PVC	Monimuotoinen ja piirteinen	Putket, letkut, rakennusmateriaalit
POLYETEENI- LOW DENSITY	 04 PE-LD	Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muoviset kassit, pussit ja kalvot
POLY- PROPEENI	 05 PP	Jäykkä, sitkeä, monikäyttöinen	Narut, rasiat, tekstiilit laitteiden osat
POLY- STYREENI	 06 PS	Kirkas tai värjätty, vaahdotettu,	Rasiat, purkit, pehmusteet
MUUT	 07 O	Kaikkien ylläolevien yhdistelmät	Rasiat, kannet, pussit




KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTYSSYMBOLIT

METALLIT

	SYMBOLI	OMINAISUUDET	KÄYTTÖ
RAUTA	 40 FE	Hopea, kiiltävä, magneettinen metalli	Useita käyttötarkoituksia
ALUMIINI	 41 ALU	Hopea, kiiltävä, kevyt, rikkoutumista ja lämpöä kestävä	Juomatölkit, foliot, spraymaalipurkit

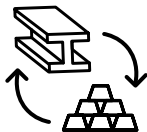
PAHVI

	SYMBOLI	OMINAISUUDET	KÄYTTÖ
AALTOPAHVI	 20 PAP	Kestävä, tukeva aaltorakenne	Pakkaukset, useat käyttökohteet
KARTONKI JA PAHVI	 21 PAP	Kestävä, imukykyinen, sileäpintainen, tukeva	Useat käyttökohteet
PAPERI	 22 PAP	Kevyt, sileäpintainen, useita ominaisuuksia	Useat käyttökohteet

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTETTÄVIEN MATERIAALIEN LÄHTEET

Kierrätykseen päätyvien materiaalien lähteet jaotellaan seuraavasti sen mukaan, missä vaiheessa tuotteen elinkaarta ne syntyvät:



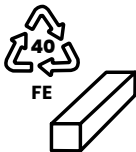
Ylijäämämateriaali

Tuotannosta syntyvä ylijäämämateriaali, joka kierrätetään takaisin omaan tuotantoon.



Hukkamateriaali

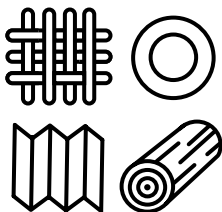
Valmistuksessa syntyvä hukkamateriaali, esimerkiksi lastut ja hukkapalat, jotka päätyvät kierrätykseen. Näistä jakeista on tullut monelle valmistajalle sivuvirtoja, jotka pyritään hyödyntämään entistä tehokkaammin muissa tuotteissa.



Tuotteen sisältämä materiaali

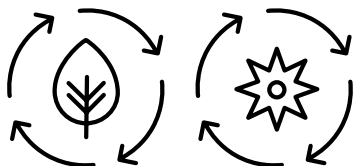
Tuotteen sisältämä materiaali, jota poistuu niiden elinkaaren aikana käytöstä poistettujen komponenttien kautta tai kun koko tuote kierrätetään sen elinkaaren loppuksi.

MATERIAALITYYPIT KIERRÄTYKSESSÄ



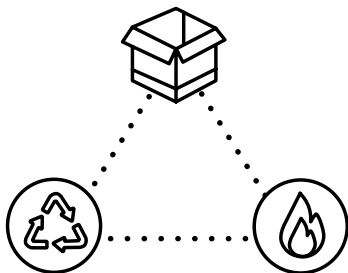
Materiaalit jaotellaan viiteen eri ryhmään: **metallit**, **keraamit**, **lasit**, **muovit** ja **komposiitit**. Materiaalit voivat olla **orgaanisia**, eli luonnosta peräisin olevia ja hiiltä sisältäviä, tai **epäorgaanisia**, eli elottomaan luontoon kuuluvia ja hiiltä sisältämättömiä aineita. Eri materiaaleilla on erilaisia ominaisuuksia, kuten tiheys, sitkeys, lujuus, kovuus, sähkönjohtavuus jne. Tämän vuoksi materiaaleja voidaan hyödyntää erilaisiin käyttötarkoituksiin. Erilaiset ominaisuudet helpottavat myös kierrätysprosesseissa eri aineiden ja materiaalien tunnistamisessa toisistaan.

MATERIAALITYYPIT KIERRÄTYKSESSÄ



Kiertotalouden kannalta merkittävää on, kuuluvatko materiaalit ja niiden kierrätys osaksi **biologista** vai **teknistä kiertoa.** (→ **INTRO, KIERTOTALOUDEN KIERROT**)
Kierrätyksen haasteita on muun muassa se, että keräämisen ja kierrätyksen prosessit voivat olla materiaali- tai tuotekohtaisia. Esimerkiksi palautuspullot ohjautuvat puhtaasti tuotekohtaisen PALPA-keräysjärjestelmän kautta kierrätysprosessiin, kun kalusteet ja tekstiilit ohjautuvat usein sekajätteen kautta energiajätteeksi. Kierrätyksen suunnittelun kannalta oleellista onkin tunnistaa koko tuotteen kierrätykseen liittyvät prosessit ja systeemit.

KIERRÄTYKSEN JÄRJESTÄMINEN¹



Jätehuollon pääperiaatteena toimii **etusijajärjestys**, jonka mukaan on vältettävä jätteen syntymistä. Jos jätettä syntyy, se on joko **uudelleenkäytettävä** tai **valmisteltava uudelleenkäyttöä varten**. Ellei uudelleenkäyttö ole mahdollista, se hyödynnetään **ensisijaisesti aineena** ja **toissijaisesti energiana**. Kaatopaikoille jätettä voidaan sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen ei ole taloudellisesti tai teknisesti mahdollista.² Jätelakiuudistuksen on tarkoitus tulla voimaan kesällä 2021.

KIERRÄTYKSEN JÄRJESTÄMINEN¹

Jätelaissa jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka jätteen haltija on poistanut, aikoo poistaa tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Ainetta tai esinettä ei pidetä jätteenä, vaan **sivutuotteena**, jos se syntyy sellaisessa tuotantoprosessissa, jonka ensisijaisena tarkoituksena ei ole aineen tai esineen valmistaminen, ja silloin kun...



... Aine tai esine syntyy olennaisena osana tuotantoprosessissa.



... Ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan, tai sen jälkeen, kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti.



... Aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus.



... Aine tai esine täyttää sen suunniteltua käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveysuojelua koskevat vaatimukset, eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa terveydelle tai ympäristölle.

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTYKSEN JÄRJESTÄMINEN¹

Valtioneuvoston asetuksella annetaan tarkempia säännöksiä jätelajeittain siitä, **milloin aine tai esine ei ole enää jätettä**, jos...



... Se on läpikäynyt hyödyntämistoimen.



... Sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti.



... Sillä on markkinat tai kysyntää.



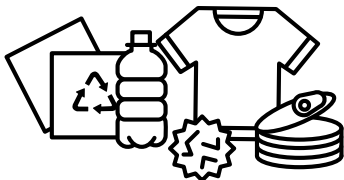
... Se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset vaatimukset teknisesti ja on sovellettavien säännösten mukainen vastaaviin tuotteisiin.



... Sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheita vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.

KÄYTÖN JÄLKEEN

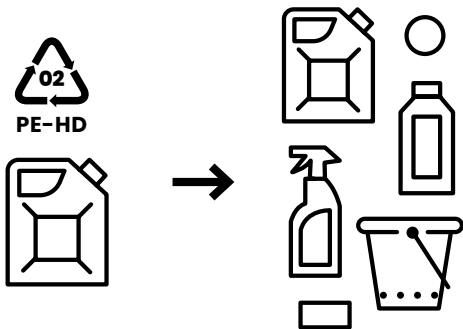
PALAUTUS- JA KERÄYSJÄRJESTELMÄT



Palautus- ja keräysjärjestelmien järjestys tuotteen elinkaaren eri vaiheissa on keskeistä kiertotalouden tavoitteiden saavuttamiseksi kohti suljetun kierron mukaista toimintaa, jossa huomioidaan biologisen ja teknisen kierron mahdollisuudet sekä rajoitteet. Tavoitteena on tuotteiden ja materiaalien **korkea hyödyntämisen aste** ja **niiden pitäminen puhtaina**. Kierrätyksessä tulee kattaa kaikki kierrätettävien materiaalien lähteet, ja sen tulee myös noudattaa aikaisen lajittelun periaatetta, jossa materiaalit kierretään oikeaan kiertoon mahdollisimman pian. Materiaalit pysyvät puhtaina ja energiaa säästyy, kun jatkojalostuksen vaiheessa niitä ei tarvitse erottaa muista materiaaleista.

KÄYTÖN JÄLKEEN

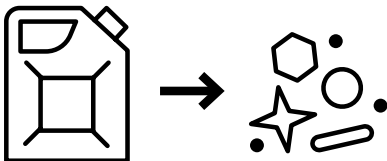
LAJITTELU - MAKROLAJITTELU



Makrolajittelussa kappaleet lajitellaan kokonaisina tai isokokoisina kappaleina. Makrolajittelu on yleensä osa alkupään karkeaa lajitteluprosessia, jossa lajittelu voidaan tehdä käsin. Manuaalinen lajittelu ei vaadi juuri teknologiaa, mutta sen sijaan paljon työvoimaa. Erottelu perustuu identifiointikoodeihin, kierrätysmerkintöihin, kuitusisältömerkintöihin ja karkeaan materiaalin tunnistamiseen.³

KÄYTÖN JÄLKEEN

LAJITTELU - MIKROLAJITTELU



Mikrolajittelussa kappaleet pienennetään esimerkiksi rouhimalla pieniksi kappaleiksi. Lajittelu on yleensä materiaalin kierrätyslaitoksissa tapahtuvaa, ja kuuluu osaksi kierrätysprosessia. Mikrolajittelu mahdollistaa suuremmat volyymit kierrätyksessä, koska materiaali mahtuu pienempään tilaan mikä parantaa prosessin sujuvuutta. Mikrolajittelun erottelu perustuu lähinnä materiaalien eri ominaisuuksiin, esimerkiksi sähköisiin, kemiallisiin ja optisiin ominaisuuksiin, kokoon, tiheyteen, tai magneettisuuteen. Menetelmät ovat prosesseissa yleensä omina erillisinä vaiheinaan.³

KÄYTÖN JÄLKEEN

LAJITTELU - SYNTYPAIKKALAJITTELU



Materiaalien ja jätteen keräyksen sekä kierrätyksen perinteisimpiä keinoja on **syntypaikkalajittelu**, joka nimensä mukaisesti tarkoittaa lajittelua paikassa, jossa jäte syntyy. Syntypaikkalajittelu on keskeinen osa nykyistä keräysjärjestelmää, jossa kotitaloudet, yritykset ja yhteisöt lajittelevat jätteet määrättyjen ehtojen mukaisesti eri jakeisiin.

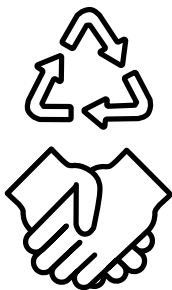
KÄYTÖN JÄLKEEN

LAJITTELU - ERILLISKERÄYS



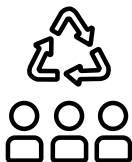
Erilliskeräyksellä tarkoitetaan ominaisuuksiltaan erilaisten ja erityyppisten jätteiden ja materiaalien pitämistä ja keräämistä erillään. Tiedyt jätelajit ja materiaalit voidaan kuitenkin kerätä yhdessä niin, että tämä ei estä laadukasta kierrätystä tai hyödyntämistä jätehierarkian mukaisesti.⁴ Ominaisuuksiltaan erilaiset materiaalit jaotellaan omiksi jakeiksi, joiden määrä on nousussa. Erilliskeräyksen vahvuutena on jätteiden lajittelu oikeisiin jakeisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Heikkouksia ovat muun muassa käyttäjän perehdyttämisen tärkeys, ja keräyksestä aiheutuva jokaisen jakeen oma logistiikka.

MÄÄRÄYKSET - TUOTTAJAVASTUU JA TUOTTAJAYHTEISÖ



Tuottajavastuu on EU:n jätelainsäädännön periaate, jossa tuottajan vastuu ulotetaan tuotteen elinkaaren jälkeiseen aikaan. Tuottajan velvollisuus on huolehtia markkinoille tuottamistansa tuotteista ja niistä syntyvien jätteiden uudelleenkäytön, hyödyntämisen ja jätehuollon järjestämisestä ja sen aiheuttamista kustannuksista.

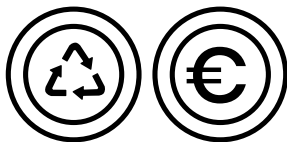
MÄÄRÄYKSET - TUOTTAJAVASTUU JA TUOTTAJAYHTEISÖ



Tuottajayhteisöt ovat tuottajavastuun määriteltyä toimintaa ja osa erilliskeräysjärjestelmää. Tuotteiden valmistajat ja maahantuojaat pystyvät huolehtimaan tuottajavastuusta **perustamalla tuottajayhteisön** yksin tai muiden tuottajien kanssa tai **liittymällä jo olemassa olevaan tuottajayhteisön piiriin**. Yhteisöt huolehtivat tuottajavastuun toteutumisesta järjestämällä tuotteiden ja materiaalien uudelleenkäytön sekä hyödyntämisen. Tuottajayhteisöön liittyttäessä yritys siirtää tuottajavastuunveloitteensa tuottajayhteisön hoidettavaksi. Tuottajayhteisöstä käytetään myös nimitystä **pooli**.

KÄYTÖN JÄLKEEN

PANTILLINEN PALAUTUSJÄRJESTELMÄ



Pantillisten palautusjärjestelmien tavoitteena on kannustaa kierrättämään materiaalia korvausta vastaan. Palautetusta tuotteesta tai sen sisältämistä materiaaleista maksetaan aina rahallinen korvaus. Panttiin pohjautuvat keräysjärjestelmät ovat yleensä osa jonkun tuottajayhteisön toimintaa ja kuuluvat näin osaksi erilliskeräysjärjestelmää. Suomessa erityisesti juomapakkauksia palautetaan pantillisen järjestelmän kautta. Näistä tunnetuin on Suomen Palautuspakkaus Oy, PALPA. Palautusjärjestelmän vahvuuksia ovat puhtaan ja laadukkaan materiaalin palautuminen kiertoon sekä korkea palautusaste. Panttijärjestelmä huolehtii osittain myös muille kuuluvista velvoitteista, sillä järjestelmään eksyy myös pantittomia tuotteita ja materiaaleja⁵.

KÄYTÖN JÄLKEEN

PAKKAUSTEN TUOTTAJAVASTUUN ALAINEN TOIMINTA



Tuottajavastuun alaiseen toimintaan pakkausten osalta kuuluvat pakkaajat ja pakattujen tuotteiden maahantuojat, joiden liikevaihto on vähintään miljoona euroa. Pakkauksilla tarkoitetaan kaikkia tuotteiden ympärillä olevia, kerta- ja uudelleenkäytettäviä laatikoita, pusseja, kääreitä, kelmuja, pehmusteita, kuomalavoja, hihnoja, tynnyreitä ja niin edelleen. Juomapakkausten osalta tuottajat voivat liittyä pantilliseen juomapakkausten palautusjärjestelmään, Suomen palautuspakkaus Oy, PALPA. Suomessa on viisi hyväksyttyä pakkausten tuottajayhteisöä, joilla on yhteinen palveluyhtiö Suomen Pakkauskierrätys RINKI Oy.⁶

PAKKAUSTEN TUOTTAJAVASTUUN ALAINEN TOIMINTA

Pakkauksien hyödynnettävyyden vaatimukset:⁷



Kierrätykseen soveltuva pakkaus

Pakkaus on valmistettava siten, että tietty prosenttiosuus käytetyn materiaalin painosta on kierrätettävissä.



Energiakäyttöön soveltuva pakkaus

Pakkauksella on oltava vähimmäislämpöarvo, jotta energiakäyttö voidaan optimoida.



Biohajoava pakkaus

Pakkauksen täytyy hajota joko fyysisesti, kemiallisesti, termisesti tai biologisesti siten, että suurin osa kompostista hajoo lopulta hiilidioksidiksi, biomassaksi tai vedeksi.



Kompostointikelpoinen pakkaus

Pakkauksen on oltava riittävän helposti biohajoavaa, niin että siitä ei ole haittaa kompostoitavalle jätteelle, prosessille tai toiminnalle, jossa jätettä käytetään.

PAKKAUSTEN KIERRÄTETTÄVYYDEN MERKINNÄT JA OHJEISTUS



Suomessa pakkauksissa käytettyjen materiaalien merkinnät ovat **vapaaehtoisia**. Jos tuotteeseen tai sen etikettiin merkitään siihen käytetty materiaali, on se tehtävä **pakkaus- ja pakkausjäteasetuksen** mukaisesti. Tämä edellyttää tunnistusjärjestelmän numerointitavan ja lyhenteiden käyttöä, eli käytännössä kansainvälisen kierrätysmerkistön käyttöä. Pakkaukselle voi olla myös muita merkintävaatimuksia sen mukaan mitä pakkauksessa säilytetään.⁷

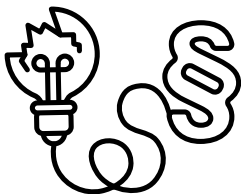
PAKKAUSTEN KIERRÄTETTÄVYYDEN MERKINNÄT JA OHJEISTUS



Esimerkki: PALPA:lta löytyvät tarkat ohjeet juomapakkausten suunnitteluun, jotta niiden kierrättäminen olisi tehokasta. PALPA:n pakkausohjeet on tehty yhteistyössä materiaalien kierrätyslaitosten kanssa, jotta ne täyttäisivät kierrätysprosessien ja materiaalien jälkimarkkinoiden vaatimukset. Ohjeiden tarkoituksena on toteuttaa aikaisen lajittelun periaatetta, jotta juomapaukkausten sisältämä materiaali pysyy elintarvikekelpoisena ja laadultaan korkeana.

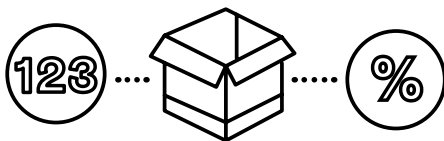
PALPA:n sivuilta löytyvät ohjeet pantillisten tölkkien, pantillisten muovipullojen ja pantillisten lasipullojen suunnitteluun. Ohjeet painottavat muun muassa pakkauksen tunnistettavuutta sisältäen materiaali-, mitta- ja muotopesifikaatiot sekä ohjeet viivakoodien sekä kierrätys- ja panttimerkkien osalta.⁸

JÄTEMÄÄRÄYKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA¹



Suomessa jätteistä ja niiden käsittelystä on määrätty **jätelaissa**. Jätelain tarkoitus on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle tai ympäristölle, vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä, varmistaa toimiva jätehuolto ja ehkäistä roskaantumista. Tätä lakia sovelletaan niin jätteeseen, jätehuoltoon ja roskaantumiseen sekä tuotteisiin ja toimintaan, joista syntyy jätettä.

JÄTEMÄÄRÄYKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA¹



Jätelaki ja asetukset säätävät pakkauksista ja niiden merkitsemisestä seuraavasti: markkinoille asetettava pakkaus voidaan merkitä siinä käytettyjen materiaalien tunnistamiseksi. Merkinnän on oltava selvästi nähtävissä ja luettavissa myös sen jälkeen, kun pakkaus on avattu. Jätelaissa vahvistetaan materiaalin tunnistusjärjestelmässä käytettävät numeerointitavat ja lyhenteet, joilla osoitetaan käytettyjen pakkausmateriaalien tyyppi ja nimetään ne materiaalit, joihin tunnistusjärjestelmää sovelletaan. Lähtökohtaisesti olisi hyvä merkitä kaikki tuotteet ja käytetyt materiaalit, jotta erotteleminen ja kierrättäminen olisi mahdollisimman helppoa.

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTYSMERKINNÄT - SÄHKÖ- JA ELEKTRONIIKKA- LAITTEIDEN MERKINNÄT (SER)



Tuottajavastuun piirin kuuluvat sähkö- ja elektroniikkalaitteet pitää merkitä **erilliskeräysmerkinällä**. Tunnus on merkittävä laitteisiin näkyvästi, selvästi ja pysyvästi. EN 50419-standardin mukaan erilliskeräysmerkinnän alapuolella sijoitettava musta palkki on oltava tuotteissa, jotka on tuotu markkinoille 13.8.2005 jälkeen. Lisäksi tuottajan on merkittävä tuotteensa selvästi tuottajan tunnistamista varten. Tarkempaa tapaa tuottajan merkitsemiseen ei ole määritelty. Erytistapauksissa, jos tuotteen koon tai toiminnan vuoksi on tarpeen, tunnus merkitään sähkö- ja elektroniikkalaitteiden pakkaukseen, käyttöohjeisiin ja taakukseen. Merkintöjen tavoitteena on edistää sähkö- ja elektroniikkaromun uudelleenkäyttöä, hyödyntämistä ja kierrätystä.⁹

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIERRÄTYSMERKINNÄT - AKKUJEN JA PATEREIDEN KIERRÄTYSMERKINNÄT

Akut ja paristot jotka kuuluvat tuottajavastuun piiriin edellyttävät kolmenlaisia merkintöjä, joiden tulee olla helposti luettavat ja pysyvät:¹⁰



Erilliskeräysmerkintä

Merkinnän on peitettävä vähintään 3 % akun tai pariston laajimmasta pinnasta. Nappiparistojen merkintä voi olla myös pakkauksessa.



Cd Hg
Pb

Raskasmetallisisältöä merkintä

Merkinnän on oltava vähintään neljäsosa erilliskeräysmerkinnän koosta. Paristojen tai akkujen sisältäessä yli 0,0005 prosenttia elohopeaa (Hg), yli 0,002 prosenttia kadmiumia (Cd) tai yli 0,004 prosenttia lyijyä (Pb), on erilliskeräystunnuksen alle lisättävä kyseisen metallin kemiallinen tunnus.

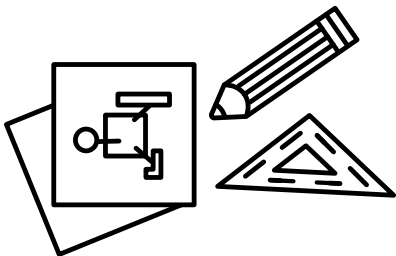


mAh Ah

Tehoa koskeva merkintä

Teho merkitään milliampeeritunteina (mAh) tai ampeeritunteina (Ah). Merkitsemisen tapa riippuu akun koosta ja mallista. Ainoastaan akut, joita käyttäjän ei ole turvallisuuteen tai suorituskykyyn liittyvistä syistä tarkoitus poistaa laitteesta, on vapautettu tehomerkitävaatimuksesta.

TUOTTEIDEN OSIEN MERKITSEMINEN



Merkitseminen helpottaa ja nopeuttaa tuotteiden eri osien tunnistamista sekä paikantamista. Merkinnot mahdollistavat osien ja materiaalien tunnistamisen, edesauttaen niiden vaihdettavuutta, korjattavuutta ja kierrätettävyyttä. Merkintöjen avulla voidaan myös ohjata tuotteiden kulkua tuotannossa ja mahdollistaa varaosien tilaaminen käyttäjän toimesta. Osien merkitsemisen keinoja on useanlaatuaisia.

TUOTTEIDEN OSIEN MERKITSEMINEN



Visuaalinen merkitseminen

Parantavat osien tunnistettavuutta toisistaan. Väreillä voidaan painottaa myös komponenttien hierarkiaa ja kriittisiä komponentteja osana suurempaa järjestelmää. Osien muodoilla voidaan viestiä niiden toiminnallisuudesta ja semantiikasta.



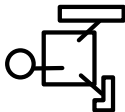
Numerointi

Voidaan viestiä mm. purkamisen ja kokoamisen järjestyksestä sekä hierarkiasta.



Etiketöinti

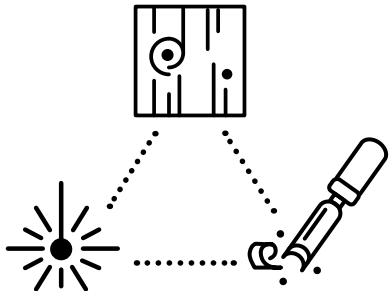
Voi sisältää luettavan ja yleisesti käytetyn tavan merkata kyseistä komponenttia. Tällaisia keinoja voivat olla esimerkiksi tekstit, symbolit, QR- ja viivakoodit ja materiaalimerkinnot.



Tekniset tai räjäytyskuvat

Teknisten ja räjäytyskuvien sisällyttäminen osaksi tuotetta tai sen käyttöohjetta auttavat hahmottamaan tuotteen rakennetta ja eri komponenttien suhdetta toisiinsa. Kuvat voivat toimia myös tuotteen kasaamisohjeina.

HOMOGEENISYYS MERKINNÖISSÄ



Tuotteiden merkinnät tulisi tehdä menetelmin, jotka eivät häiritse kierrätysprosesseja tai toisaalta pilaa kierrätettävää materiaalia. Parhaimmillaan merkinnät voidaan tehdä samoilla materiaaleilla ja tuotantoprosesseilla kuin itse tuote siten, että materiaali pysyy koostumukseltaan **homogeenisena**. Olemassa olevaa materiaalia voidaan hyödyntää **ainetta poistamalla, ainetta lisäämällä** tai **ainetta muokkaamalla**.

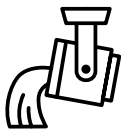
HOMOGEENISYYS MERKINNÖISSÄ

Tapoja, joilla tuotteita pystytään merkitsemään homogeenisesti:



Ainetta poistavat menetelmät

Poistavat merkinnän kohteena olevasta materiaalista merkinnän vaativan määrän materiaalia. Tällaisia menetelmiä ovat mm. laserointi, kaivertaminen, etsaaminen ja Perforointi / reiittäminen.



Ainetta lisäävät menetelmät

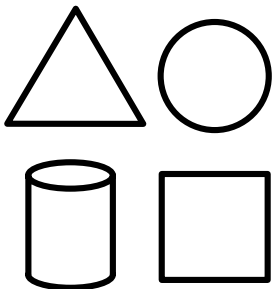
Lisäävät merkinnän kohteena olevaan materiaaliin merkinnän vaativan määrän materiaalia. Tällaisia menetelmiä ovat mm. valaminen.



Ainetta muokkaavat menetelmät

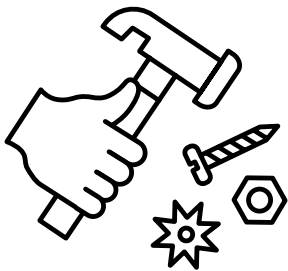
Muokkaavat merkinnän kohteena olevaa materiaalia merkinnän vaativaan muotoon. Tällaisia menetelmiä ovat mm. pakottaminen.

PURETTAVUUDEN KEINOT



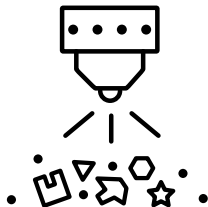
Purettavuus voi yleisesti pohjautua **manuaaliseen** tai **automatoituun purettavuuteen**. Purettavuuden keinojen hyödyntäminen ja yhdistäminen tuotteen suunnittelussa helpottaa ja nopeuttaa tuotteiden sekä niiden sisältäminen eri osien ja komponenttien vaihdettavuutta ja purettavuutta.

PURETTAVUUDEN KEINOT



Manuaalinen purettavuus on käsin ja käsityökaluin tapahtuvaa purkamista. Manuaalinen lajittelu ei vaadi juuri teknologiaa, mutta se vaatii paljon työvoimaa ja aikaa. Manuaalinen purettavuus perustuu lähinnä identifiointikoodeihin, kierrätysmerkintöihin ja karkeaan materiaalien ja komponenttien tunnistamiseen.

PURETTAVUUDEN KEINOT



Automatisoitu purettavuus on koneilla tapahtuvaa purkamista joka voi tapahtua esimerkiksi materiaalin kierrätyslaitoksissa tai kyseisen tuotteen valmistajalla. Se mahdollistaa nopean purun, mutta vaatii investointeja laitteisiin. Purettavuuden heikkoutena on laskenut joustavuus, koska erilaisia purettavia rakenteita sisältäviä tuotteita on paljon. Tämä nostaa myös tuotteen todennäköisyyksiä vahingoittua prosessin aikana.¹¹ Automatisoitu purettavuus pohjautuu muun muassa teollisuusrobotteihin, sensoreihin, kuljetus- ja syöttölaitteisiin, konekohtaisiin purkutyökaluihin sekä kiinnipitolaitteisiin.¹²

KÄYTÖN JÄLKEEN

PURETTAVUUDEN OHJEITA



Intuiitiivinen purettavuus

Välittömästi ymmärrettävää, eikä vaadi syvempää analysointia tuotteen rakenteesta ja purkutavasta.



Purettavuus ilman työkaluja

Mahdollistaa purettavuuden ilman apuvälineitä. Tätä voivat edesauttaa pikaliittimien ja aktiivisen purettavuuden hyödyntäminen.



Purettavuus standardityökaluilla

Mikäli tuotteen komponenttien kiinnittäminen on tehtävä työkaluja vaativilla liitoksilla tai liittimillä.



Yhdestä suunnasta purettavuus

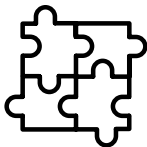
Mahdollistaa pääsyn tuotteen kaikkiin komponentteihin yhdestä suunnasta tai tasosta, jolloin tarvetta purkuprosessissa tuotteen kääntämiselle ei ole.



Purettavuus yhdellä liikkeellä

Mahdollistaa tuotteen komponenttien poistamisen tai purkamisen yhdellä lineaarisella liikkeellä. Purkamiseen ei tällöin tarvita aikaa vieviä liikkeitä.

PURETTAVUUDEN TEKNIIKAT



Purettavuuden suunnittelun tekniikat jaetaan kahteen kategoriaan: **sisällytetty purettavuus (Disassembly Embedded Design)** ja **aktiivinen purettavuus (Active Disassembly)**¹¹.

Sisällytetty purettavuus on suunnitteluratkaisu, joka sisällyttää purettavuuden mekanismin suunniteltavaan tuotteeseen. Purettavuuden mekanisme voidaan hyödyntää purkuprosessissa käyttämällä termistä, mekaanista, sähköistä, tai joko elektromagneettista herätettä. Sisällytetyn purettavuuden suunnittelu vaatii paljon tietoa erilaisista liitoksista. Prosessin nopeuttamista rajoittaa muun muassa kyky yhdistellä purkua vaativia liitoksia kokonaisuudeksi, jotka ovat yhdellä purettavuuden toiminnolla avattavia.¹¹

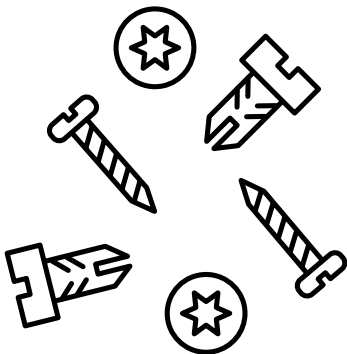
PURETTAVUUDEN TEKNIIKAT

Aktiivinen purettavuus mahdollistaa asennuksien irtauttamisen älykkäiden materiaalien ja rakenteiden käytöllä, jotka aktivoidaan yhdellä tai useammalla ulkoisella herätteellä. Aktiivinen purettavuus tarjoaa rajattomien liitosmäärien avaamista yhdellä kertaa sekä yleistettävien ratkaisujen käyttämistä erilaisille purettavuuden haasteille. Aktiivinen purettavuus poistaa tarpeen manuaaliselle käsin tehtävälle työlle ja mekaanisten työkalujen käytölle. Tuotteet voidaan purkaa itsestään aktiivisten liitosten ja kiinnikkeiden avulla, jotka voidaan avata ilman tarvetta kontaktille tuotteen ja purkajan välillä.

Aktiivinen purettavuus voi hyödyntää toiminnassaa **muoto muisti-ilmiötä (SME, Shape Memory Effect)**, **muoto muistiseosta (SMA, Shape Memory Alloy)** tai **muoto muisti polymeeriä (SMP, Shape Memory Polymer)**, jotka kumoavat niihin tehdyt muutokset kun niitä altistetaan jollekin tietylle olosuhteelle kuten kuumuus, kosteus, ja magneettisuus.¹¹

KÄYTÖN JÄLKEEN

KIINNITYKSET



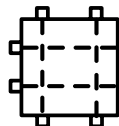
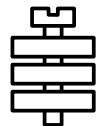
Tuotteiden sisältämät osat ja komponentit puretaan yleisesti yhdellä tai useammalla purettavuuden keinolla joko **kiinnitys kerrallaan (one to one)** tai **useampi kiinnitys samalla kertaa (one to many)**¹¹.

1/3

KIINNITYKSET

Aktiiviset purettavuuden keinot

Kiinnitysten purkamisen itsestään aktiivisten liimojen, liitosten ja kiinnikkeiden avulla, jotka voidaan avata ilman tarvetta kontaktille tuotteen ja purkajan välillä.



KIINNITYKSET

Pikakiinnitykset

Poistaa tarpeen työkalujen käytölle nopeuttaen purkamista.

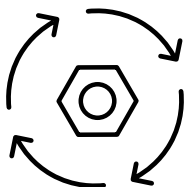
Yleiset ja samanlaiset liittimet

Mikäli tuotteen komponenttien kiinnittäminen vaatii liittimiä.

Materiaalien väliset pysyvät kiinnitykset

Esimerkiksi puriste ja liimaliitosten välttäminen mahdollistaa materiaalin pysymisen puhtaana ja eroteltavuuden.

METALLIT KIERRÄTYKSESSÄ



Metalleilla on raaka-aineena hyvä kierrätettävyyden ja kysyntä, koska metallin laatu ei pääasiassa huonone kierrätyksessä (→ **STRATEGIAT, DOWNCYCLING**) ja sitä voidaan sulattaa ja kierrättää lähes loputtomiin. Tuotteissa metallit ovat harvoin puhtaita, koska niitä on yleensä **seostettu** käyttötarkoitukseensa sopiviksi. Kierrätystä hankaloittavat muun muassa pinnoitteet sekä monimutkaiset, monimateriaaliset, monimetalliset ja hankalasti kierrätettävät esineet. Metallien kierrätyksen nykypäivän haasteena onkin lähinnä laajalle leviävien SE-laitteiden ja pienten koneiden sisältämien harvinaisten maametallien ja arvokkaiden jalometallien kiertoon palauttaminen, sekä SE-laitteiden sisältämät myrkylliset aineet ja seokset.

KÄYTÖN JÄLKEEN

METALLIEN KIERRÄTYKSEN SUUNNITTELUOHJEITA



Homogeenisuus

Suosi aina homogeenisia materiaaleja. Eri metallilaaduista koostuvien monikerros-materiaalien erottelu toisistaan on vaikeaa.



Materiaalin puhtaus

Käytä aina mahdollisimman puhtaita ja seostamattomia materiaaleja, jotta niiden tunnistaminen on helppoa ja nopeaa. Vältä pintakäsittelyitä, esimerkiksi värejä, lakkoja, pinnoitteita, lisäaineita ja sekoitteita.



Purettavuus

Suunnittele tuote helposti purettavaksi tai murskattavaksi.



Merkitseminen

Merkitse tuote aina kierrätysmerkein, jotta se päättyy oikeaan jakeeseen mahdollisimman aikaisin. Ohjeista aina käyttäjää, mikäli tuote tarvitsee eri materiaalien tai osien erottelua.



Metallilaadut

Suosi hyvin kiertäviä metalleja, joille löytyy kysyntää jälkimarkkinoilta.

METALLIN KIERRÄTYSPROSESSIT¹³



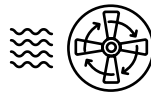
Esikäsittely

Metallituotteiden karkea lajittelu, akkujen sekä nesteiden kuten öljyjen ja polttoainesten poisto autoista.



Murskaus

Kierrätykseen tulevan materiaalin murskaus pienemmiksi jakeiksi.



Ilmalajittelu

Materiaalin erottelu eri tehoisilla puhaltimilla. Kevyet jakeet nousevat ylös ja raskaammat jakeet painuvat alas.



Magneettinen erottelu

Materiaalin erottelu ja poiminta suurtehomagneettien avulla.



Seulonta koon mukaan

Materiaalin seulonta reikälevyn koon määrittelemään partikkelikokoon. Sopivan kokoiset kappaleet jatkavat hihnakuljettimelle ja liian isot kappaleet palaavat murskaukseen.



Upotuskellutus

Materiaalin erottelu ominaispainojen perusteella. Raskaat jakeet vajoavat pohjaan ja kevyemmät jakeet jatkavat kulkuaan.

KEVYET JAKEET: TEKSTIILI, PEHMUSTEET

RAUTA

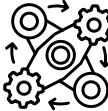
KOON MUKAAN

KIVI, LANKA, KUMI, HIEKKA



Esikäsittely

SER-laitteiden karkea käsivarainen lajittelu ja purku, määriteltyjen ehtojen mukaan yksinkertaisten työkalujen kuten akkuvääntimen ja vasaran avulla. Muovien, kuvaputkien, akkujen ja metalliosien erottelu jatkokäsittelyyn.



Rengasmurskain

Materiaalien murskaaminen rengasmurskaimen hammastetuilla renkailla iskevällä ja hiertävällä voimalla pienemmiksi jakeiksi.



XRF-Lajittelu

Röntgenfluoresenssin menetelmä tunnistaa ja erotelee eri materiaalit toisistaan röntgensäteiden avulla ja materiaaliikohtaisten takaisinheijastuvien spektrien perusteella.



NIR-Lajittelu

Optinen erotin tunnistaa ja erotelee eri materiaalit toisistaan niiden sisältämien materiaaliikohtaisten funktionaalisten ryhmien takaisinheijastuvien spektrien perusteella.



Pyörrevirtaerottelu

Magneetit indusoivat kuljettimella olevat kappaleet erilaisilla pyörrevirroilla, joiden hylkimisvoimat vaikuttavat kappaleiden lentoreitteihin. Ferromagneettiset, ei-magneettiset ja pyörrevirtoihin reagoivat metallit erotellaan.



Induktiivinen erottelu

Induktiivinen anturi erotelee ja ohjaa kiviaineksen ja metallit toisistaan eri kuljettimille.

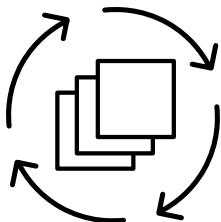
RUOSTUMATON TERÄS, HAPONKESTÄVÄ TERÄS

KOBOLTTI, MESSINKI

EI-MAGNEETTISET METALLIT

KIVI, LASI, KERAMIikka

KOMPOSIITIT KIERRÄTYKSESSÄ



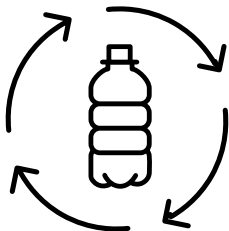
Komposiitit ovat kahden tai useamman materiaalin yhdistelmiä, joissa materiaalit toimivat yhdessä ilman, että ne sulautuvat tai liukenevat toisiinsa. Materiaalit voivat olla **sekoitettuina** tai **laminaattirakenteina** pysyvästi kiinni toisissaan. Materiaaliyhdistelmän sitovaa ainesosaa kutsutaan **sidosaineeksi** tai **matriisiksi**, ja vahvistavia ainesosia **partikkeleiksi** tai **kuiduiksi**. Komposiitit voidaan luokitella seuraavasti: kuitulujitetut-, laminaatti-, partikkeli-, kerros- ja solurakenteisetkomposiitit.

KOMPOSIITIT KIERRÄTYKSESSÄ



Komposiitit voidaan jakaa **synteettisiin** ja **orgaanisiin komposiitteihin**. Synteettisenä esimerkkinä lujitemuovi, jonka sideaine on hartsia ja kuituosa lasikuitu. Orgaanisena esimerkkinä on puu, jonka sideaine on ligniini ja kuituosa selluloosa. Komposiitit ovatkin kierrätyksen kannalta ongelmallisin materiaalityyppi, koska ne sisältävät useampia materiaaleja. Niiden kierrättäminen tietyn materiaalin kierrätysprosessilla voi olla haastavaa tai jopa mahdotonta. Materiaalin erottaminen kustannustehokkaasti on vaikeaa, joten usein komposiitit päätyvät murskauksen ja seulonnan kautta uuden materiaalin, esimerkiksi sementin täyteaineeksi, tai ne hyödynnetään energiana. Biohajoaville komposiiteille maaduttaminen voi olla vaihtoehtona, jos ne eivät sisällä saastuttavia ainesosia.

MUOVIT KIERRÄTYKSESSÄ



Muovit koostuvat polymeerien lisäksi lisä- ja apuaineista. Polymeeri on molekyyli, jossa useat pienet molekyylit eli **monomeerit** ovat liittyneet toisiinsa kemiallisin sidoksin. Muovityypit eroavat toisistaan sen mukaan, miten polymeerit liittyvät toisiinsa ja mikä monomeeri polymeerissä toistuu. Niiden kierrätettävyyden vaihtelee paljon muovityypistä riippuen. Kierrätyksen kannalta onkin oleellista, miten käytön ja kierrätyksen aikaisen molekyyliarakenteen heikentyminen estetään ja suorituskyky säilytetään.

MUOVIT KIERRÄTYKSESSÄ



Kierrätettävyyttä vaikeuttavat myös muoviseosten **lisäaineet** ja väreistä johtuva **monimuotoisuus**. Lisäaineita käytetään muovien räätälöimisessä eri tarkoituksiin. Niillä voidaan esimerkiksi muokata muovien vaahtoutumista, palonkestoa, staattisuutta ja UV-valon kestoa. Muovituotteiden kierrätyksen suuri ongelma onkin se, että kaikki muovityypit eivät ole yhteensopivia keskenään. Muovien kierrätyksessä käytetään sekä **mekaanisia**, **kemiallisia** että **termisiä** kierrätysprosesseja. Kierrätysmuovin hinta on yleensä noin 50–80 % neitseellisen raaka-aineen hinnasta, riippuen kulloisesta markkinahinnasta¹⁴. Kierrätyksen kasvua rajoittavat kuitenkin kierrätetyn materiaali-markkinoiden rajallisuus, kierrätyskustannukset ja mahdolliset epäpuhtaudet materiaalissa.

MUOVIEEN KIERRÄTYKSEN SUUNNITTELUOHJEITA

Homogeenisyys

Suosi yhdestä homogeenisestä materiaalista valmistamista. NIR-tunnistin ei tunnista eri muovilajeista koostuvia monikerrosmateriaaleja ja kalvoja eikä niitä voi erotella toisistaan vaan ne päätyvät polttoon tai mix. laaduksi.

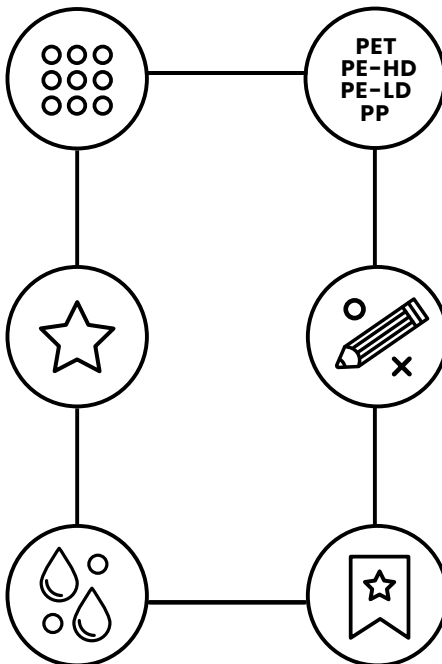
Materiaalien puhtaus

Vältä värejä, lakkoja, lisäaineita ja sekoitteita, jotka heikentävät tunnistamista ja kierrätetyn materiaalin ominaisuuksia. Suosi vaaleita ja läpinäkyviä materiaaleja. Vältä tummia, etenkin hiilimustaa väriä, likaa ja pinnoitteita, sillä NIR-tunnistimen valo ei heijastu takaisin materiaalista. Lisä- ja täyteaineet voivat vaikeuttaa tiheyksiin perustuvaa erottelua vaikuttamalla muovien tiheyksiin.

Vesiliukoisuus

Tarvittavissa värjäyksissä, lakoissa, liimauksissa ja painatuksissa. Suosi helposti irtoavia ja alle 60°C vesiliukoisia.

1/2



MUOVIEEN KIERRÄTYKSEN SUUNNITTELUOHJEITA

Muovilaadut

Suosi hyvin kierrätäviä valtamuoveja (PE-HD, PE-LD, PP, PET), joiille löytyy kysyntää jälki-markkinoilta. Muut muovilaadut päätyvät polttoon tai mix. laaduksi. Vältä PVC muovia, sillä siitä vapautuu klooria lämmitettäessä, aiheuttaen korroosiota kierrätysprosessin laitteille.

Merkitseminen

Merkitse pakkaus kierrätysmerkein, jotta se päätyy oikeaan jakeeseen mahdollisimman aikaisin. Ohjeista mikäli pakkaus tarvitsee eri materiaalin tai osien erottelua. Tulevaisuuden menetelmiä materiaalin merkitsemiseksi voi olla merkintäaineiden käyttö, jotka voidaan tunnistaa kierrätysprosessissa ultravioletti tai röntgenfluoresenssispektroskopiaalla. Kannusta panttijärjestelmään.

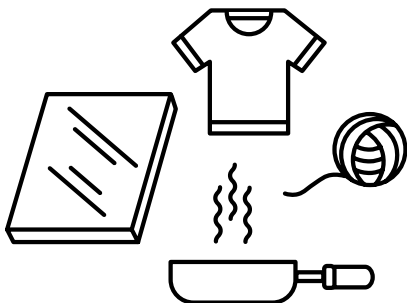
Etiketti

Etiketin tulisi olla samaa materiaalia kuin itse pakkaus, mutta jos se ei ole mahdollista niin suosi helposti irtoavia etikettejä tai painatusta.

2/2

KÄYTÖN JÄLKEEN

MUOVITYYPIT - KERTAMUOVIT



Kertamuovin molekyylirakenne on verkostomainen. Polymeerissä monomeerien välillä olevien vahvojen liitosten vuoksi kertamuoveja ei voida sulattaa ilman polymeerien hajoamista. Tämän takia kertamuoville soveltuu lähinnä **mekaaninen kierrätys** tai hyödyntäminen **energiana**. Mekaanisesti kierrätettynä se soveltuu lähinnä uuden muovin täyteaineeksi. Kertamuovilaatuja ovat esimerkiksi polyesteri, fenolimuovit, epoksit (EP), Polytetrafluoroethylene (PTFE) ja polyuretaani (PUR).

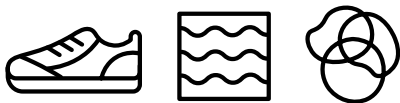
KÄYTÖN JÄLKEEN

MUOVITYYPIT - KESTOMUOVIT



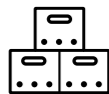
Kestomuovien rakenne on ketjumainen. Polymeerit muodostavat pitkiä ilmavia ketjuja, jotka ovat sekaisin ja vain osittain kosketuksissa. Kosketuskohdat ovat vuorovaikutuksissa toisiinsa, jolloin lämmittäminen vähentää ketjujen vuorovaikutusta. Tämä mahdollistaa kestomuovien uudelleenmuotoilun, jonka takia ne soveltuvat hyvin **kierrätykseen**. Käytössä olevista muovilaaduista noin 80% on kestomuveja. Kestomuovilaatuja ovat esimerkiksi valtamuovit: polyeteeni (PE, PE-HD, PE-LD), polypropeeni (PP) ja polyetyleenitereftalaatti (PET).

MUOVITYYPIT - ELASTOMEERIT



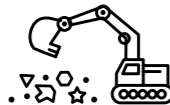
Elastomeerin rakenne on kumimaisen elastinen, joka saadaan aikaan polymeeriraaka-aineista luomalla molekyylien väliin ristisidoksia. Elastomeereiksi luetaan yleensä kaikki polymeerit, jotka huoneenlämpötilassa ovat kumimaisessa olomuodossa, mutta joidenkin määritelmien mukaan elastomeereiksi luetaan vain ristisidokselliset kertamuovit. Kertamuovien tapaan elastomeerejä ei voi muovata lämmöllä uudelleen, joten niille soveltuu lähinnä **mekaaninen kierrätys** tai hyödyntäminen **energiana**.

Termoelastomeerit ovat kumimaisia kestopuoveja tai muovin ja kumin seoksia. Termoelastomeerien polymeeriketjut eivät ole sitoutuneet toisiinsa kovalenttisin sidoksin. Termoelastomeerien polymeeriketjut ovat kestopuovien tavoin uudelleen muovattavissa lämmön avulla.¹⁴

MUOVIN KIERRÄTYSPROSESSIT¹⁵

Paalaus

Kierrätykseen tuleva muovimateriaali puristetaan kuution kokoisiksi ja 500-600kg painaviksi paaleiksi.



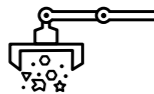
Repijä

Kauhakuormain avaa paalit ja siirtää muovit repijään, joka repii pussit auki ja pienemmiksi kappaleiksi.



Rumpuseula

Materiaalin seulonta reikälevyn silmäkoon mukaiseen partikkelikokoon. Sopivat kappaleet jatkavat hihnakuljettimelle ja liian isot palaavat murskaukseen.



Kuljetin

Sisältö levitetään kuljettimelle, joka kuljettaa ne lajitteluun.



Ballistinen erottelija

Materiaalin erottelu koon, tiheyden ja jäykkyyden perusteella. Kalvomaiset ja kovat 3D-kappaleet erotellaan toisistaan. Raskas materiaali liikkuu kaltevalla liikkuvalla reititetyltä tasanteelta alaspäin ja kevyempi materiaali ylöspäin.

1/4

MUOVIN KIERRÄTYSPROSESSIT¹⁵

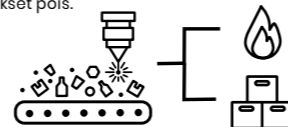
Märkämurskain

Muovikappaleet murskataan pienemmiksi hiutaleiksi.



Kitkapesuri

Kaltevassa kitkapesurissa melamootorin kitka pesee muoveissa kiinniolevat epäpuhtaudet mm. etiketit ja painatukset pois.



NIR (Near Infrared Spectroscopy)

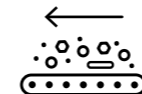
Optinen erotin tunnistaa ja erottelee eri materiaalit toisistaan niiden sisältämien funktionaalisten ryhmien takaisinheijastuvien spektrien perusteella. Paineilmasuihkut erottelevat kappaleet omiksi jakeikseen. Muovilaadut jaetaan valtamuoveihin LDPE, HDPE, PET, PP sekä tarvittaessa muut laadut mix. laaduksi tai hyödynnettäväksi energiana.

2/4

MUOVIN KIERRÄTYSPROSESSIT¹⁵

Kellutuserotus

Materiaalien erottelu ominaispainojen perusteella. Raskaat jakeet vajoavat pohjaan ja kevyemmät jakeet jatkavat kulkuaan.



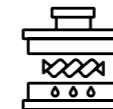
Syöttö

Kiivat muovihiuatleet syötetään granulointilaitteeseen.



Murskain

Muovi murskataan ja sulatetaan n. 200°C lämmössä.



Ruuvipuristin

Vesi puristetaan pois muovihiuatleista kovalla paineella.



Kuivain

Muovi kuivataan termisellä kuivurilla.



Plastisointi

Muovi plastisoidaan eli sulatetaan suulakepuristettavaan muotoon.

3/4

MUOVIN KIERRÄTYSPROSESSIT¹⁵

Säilytys

Pelletit pakataan säkkeihin tai siiloihin odottamaan kuljetusta jatkojalostukseen.



Laaduntarkastus

Valmiiden pellettien laatu tarkastetaan.



Kaasunpoisto

Kaasut poistetaan kuumasta muovimassasta kaasunpoistovyöhykkeillä.



Granulointi

Plastisoitu muovimassa suulakepuristetaan reikäsuuttimen läpi ja pilkotaan 2-3mm pitkiksi pelleteiksi.



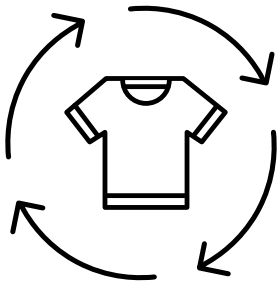
Sulasuodatus

Epäpuhtaudet ja myrkyt poistetaan jatkuvatoimisella sulasuodatuksella.

4/4

KÄYTÖN JÄLKEEN

TEKSTIILIEN KIERRÄTYS



Suomessa heitetään pois **70-100 miljoonaa kiloa** vaatteita ja kodintekstiilejä vuosittain. Yksilötasolla määrä tarkoittaa **13-18 kiloa** poistotekstiiliä jokaista suomalaista kohden. Tekstiilien kierrätykselle ei tällä hetkellä vielä ole olemassa kaupallista keräys- ja kierrätysjärjestelmää. Reilu viidennes käytetyistä tekstiileistä päätyy uudelleenkäyttöön, mutta suuri osa päätyy sekajätteeseen.

TEKSTIILIEN KIERRÄTYS



Tekstiilin kierrätykselle on Suomessa valoisammat tulevaisuuden näkymät, sillä EU:n jätedirektiivin mukaan viimeistään vuonna 2025 poistotekstiileille on järjestettävä **erilliskeräys**. Tällä hetkellä puhtaita ja ehjiä poistotekstiilejä vastaanottavat muun muassa kirpputorit ja hyväntekeväisyysjärjestöt, mutta erilliskeräykseen kelpaavat tulevaisuudessa myös rikkiäiset tekstiilit. Pelkkä keräys ei kuitenkaan varmista kierrätystä, vaan se on pelkästään yksi osa laajempaa tekstiilien kiertotalouden kokonaisuutta. Kehitystyö tekstiilien kiertotalouden ekosysteemin luomiseksi on Suomessa juuri parhaillaan käynnissä. Vuonna 2021 Paimioon valmistuu Pohjoismaiden ensimmäinen poistotekstiiliä laajamittaisesti teollisuuden uusio-
käyttöön käsittelevä jalostuslaitos.

KÄYTÖN JÄLKEEN

POISTOTEKSTIILIN HYÖDYNTÄMINEN¹⁶



Jättemäärän vähentäminen

Jättemäärän vähentäminen kulutustottumuksilla ja valinnoilla, korjaamalla tai tuunaamalla.

Uudelleenkäyttö

Lahjoittaminen, kirpputorit, liisaus vuokraaminen, lainaaminen, yms.

Kierrätys

Kierrätys kankaana, kuituna tai kuidun raaka-aineena.

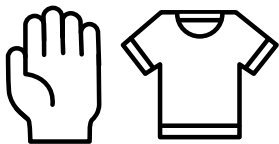
Muut käyttökohteet

Uudet käyttötavat, kuten pyyhintä.

Jätteen käsittely

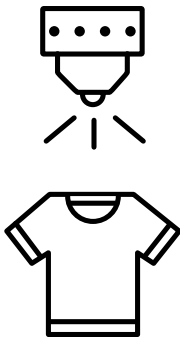
Kemikaalivalmistus/poltto.

TEKSTIILIEN LAJITTELU - KÄSINLAJITTELU¹⁷



Tekstiilien lajittelu tehdään tällä hetkellä pääosin **käsinlajitteluna**. Sillä pystytään tunnistamaan jopa konetta paremmin myyntiarvoa omaavat tekstiilit, ja materiaaleja pystytään tunnistamaan myös tunnun ja tuotetyypin perusteella. Tunnistus pesulappujen perusteella on kuitenkin hidasta ja osa materiaalista jää tunnistamatta, jos informaatio puuttuu (esim. poisleikatut tai kuluneet pesulaput) tai silloin, kun se on virheellistä. Tuotetietojen puuttuessa, tarkka kuitu-raaka-aineen tunnistaminen on mahdotonta, mutta käsin tunnistuksessa päästään todennäköisesti jo riittävään tarkkuuteen, etenkin mekaanisen kierrätyksen kannalta.

TEKSTIILIEN LAJITTELU - KONEELLINEN LAJITTELU¹⁷



Automatisoidussa lajittelulinjastossa käytetään tällä hetkellä pääosin **NIR (Near Infrared)** -teknologiaa, joka on infrapunaspektroskooppinen analyysimetelmä. Tunnistuksen avulla lajittelu tehostuu ja kapasiteetti kasvaa, lisäksi NIR-teknologia mahdollistaa nopean ja materiaaleja tuhoamattoman analyysin. ¹⁷

TEKSTIILIEN LAJITTELU – KONEELLINEN LAJITTELU¹⁷

Virhetunnistuksen aiheuttavia poistotekstiilijakeita
(soveltuvin lajittelumenetelmä käsinlajittelu):¹⁹



Pinnoitetut tekstiilit

Esimerkiksi sadetakit ja suihkuverhot.



Monikerrosrakenteet

Esimerkiksi toppatakit ja peitot.



Alueittain eri materiaaliset

Esimerkiksi sisustustekstiilit, joissa raidat ovat eri materiaalia.



Läpinäkyvät ja ohuet kankaat

Esimerkiksi huivit ja verhot.



Elastaania sisältävät materiaalit

Esimerkiksi stretch-farkut ja neuleet.

TEKSTIILIEN MERKINNÄT - PAKOLLISET JA VAPAAEHTOISET



Tekstiilien turvallisuus on tärkeää, sillä ne ovat usein kosketuksissa ihon kanssa pitkään ja niitä käyttävät myös erityishervät ryhmät, kuten vauvat ja lapset. Tekstiileistä ja vaatteista tulee löytyä tietyt merkinnät, jotta tuotetta voidaan käyttää turvallisesti koko sen käyttöajan. Tiedot tulee olla helposti löydettävissä tuotteesta.¹⁸ Merkinnöistä kuitenkin vain pieni osa on pakollisia. **Vapaaehtoisia merkintöjä** ovat muun muassa vaatteiden koko. Se ilmoitetaan numeroin, kirjaimilla tai lasten vaatteissa pituusmittana. Laki ei velvoita merkitsemään tekstiileihin tai vaatteisiin myöskään niiden valmistusmaata. Vastuullisuuden ja läpinäkyvyyden kannalta tätä tietoa voidaan kuitenkin pitää erittäin olennaisena tietona.¹⁹

TEKSTIILIEN MERKINNÄT - PAKOLLISET JA VAPAAEHTOISET²⁰



Tuotteen nimi

Nimi ja sisällyksen määrä on pitää aina näkyvä pakkauksessa, ellei se ilmene sitä avaamatta.



Tuotteen valmistajan nimi

Valmistajan, valmistuttajan tai maahantuojan nimi on pakollinen tuotteessa ja pakkauksessa, ellei se ilmene sitä avaamatta.



Kuitusisältö

Kuitusisältö, prosenttiosuuden mukaisessa järjestyksessä, virallisilla kuitunimillä suomeksi ja ruotsiksi. Lyhenteiden käyttöä ei sallita kuluttajalle tulevassa informaatiossa. Kuitusisällön ilmoittaminen on tärkeää myös allergikoille ja tuotteen huollon kannalta.



Pesuohjemerkinnät

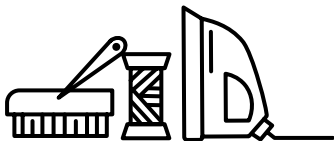
Tuotteen hoito-ohjeet on ilmoitettava joko tunnetuilla kansainvälisillä symboleilla tai sanallisesti suomeksi ja ruotsiksi. Symbolien käyttö on täysin luvanvaraista (poislukien mattosymbolit). Suomessa luvan myöntää ja valvoo Kiwa Inspecta Finland. Jos jokin osa on irrotettava ennen hoitokäsittelyä, se tulee ilmoittaa.

TEKSTIILIEN MERKINNÄT - HOITO-OHJEIDEN MERKITSEMINEN

Tekstiileihin tulee liittää opastusta niiden huollosta. Hoito-ohje merkkien tulee olla helposti löydettävissä sekä turvallisesti ja pysyvästi kiinnitettyjä. Merkki tulee kiinnittää ompelemalla, ellei sen liimaus kestä ohjeensa mukaista kemiallista pesua.²⁰ Ne tulee kutoa tai painaa kangasetikettiin tai suoraan vaateeseen. Jos tämä ei ole mahdollista, merkinnät saa tehdä erilliselle lipukkeelle, joka on liitetty pakkaukseen tai tuotteeseen. Tällöin merkinnöissä pitää olla ohje lipukkeen säilyttämisestä.¹⁸

Hoito-ohjemerkki kiinnitetään valmistajan merkin tai vaihtoehtoisesti materiaaliselosteen yhteyteen. Jokainen yhdistelmätuotteen erillinen osa varustetaan hoito-ohjemerkillä. Valmistusmenetelmien, materiaalien ja muodin muutosten vuoksi annetaan myös vaihtoehtoinen sijoituspaikka. Merkin ja sen kiinnitystavan tulee olla sellainen, etteivät ne heikennä tuotteen ominaisuuksia eivätkä aiheuta kuluttajalle haittaa tuotetta käytettäessä.²⁰

TEKSTIILIEN MERKINNÄT - HOITO-OHJEISTUS



Kaikilla on henkilökohtaiset tapansa käyttää, huoltaa ja korjata vaatteitaan. Suunnittelijan tulee huomioida tällaiset eri käyttäytymismallit. **Huollettavuuden suunnittelu** onkin yksi kiertotalouden mukaisen suunnittelun kulmakivistä, sillä vaatteen käytön aikainen ympäristökuorma (mm. pesu, silytys, kuivaus) muodostaa merkittävän osan elinkaaren kokonaisvaikutuksista. Oikeanlainen pesu- ja huolto-ohjeistus vaikuttavat siis merkittävästi tuotteen käytön aikaisen ympäristökuorman pienentämiseen. Oikeanlainen hoito myös pidentää tuotteen käyttöikä. On arvioitu, että vaateteollisuuden kasvihuonepäästöt pienenisivät jopa yli 40 % pelkästään sillä, että vaatteita käytettäisiin kaksi kertaa pidempään kuin nykyisin²¹.

KÄYTÖN JÄLKEEN

TEKSTIILIEN HOITO-OHJESYMBOLIT²²

VESIPESU



RUMPUKUIVAUS



KEMIALLINEN
PESU



VALKAISU



SILITYS



Hoito-ohjesymboleita ei pidä käyttää yksittäin, vaan kaikki viisi symbolia on esiinnyttävä hoito-ohjeessa seuraavassa järjestyksessä: **vesipesu**, **valkaisu**, **rumpukuivaus**, **silitys** ja **kemiallinen pesu**. Matoille ja nahkatuotteille on puolestaan olemassa omat hoito-ohjesymbolit²⁰.

KÄYTÖN JÄLKEEN

TEKSTIILIEN HOITO-OHJESYMBOLIT²²



VESIPESU



VALKAISU



RUMPUKUIVAUS



SILITYS



KEMIALLINEN PESU

<p>Normaalit ohjelmat</p>	<p>Valkaisu sallittu</p>	<p>Normaali rumpukuivaus, max. 80°C</p>	<p>Silitys max. 200°C</p>	<p>Kemiallinen pesu tetrakloorieteenillä</p>	
<p>Varovaiset ohjelmat</p>				<p>Vain happi- valkaisu sallittu</p>	<p>Varovainen rumpukuivaus, max. 60°C</p>
<p>Erittäin varovainen ohjelma</p>	<p>Silitys max. 110°C</p>	<p>Kemiallinen pesu kielletty</p>			
<p>Vain käsipesu sallittu, max 40°C</p>		<p>Silitys kielletty</p>	<p>Kemiallinen vesipesu (emulsiopesu) merkinnät</p>		
<p>Vesipesu kielletty</p>	<p>Valkaisu kielletty</p>		<p>Rumpukuivaus kielletty</p>	<p>Silitys kielletty</p>	<p>Kemiallinen pesu kielletty</p>

2/3

KÄYTÖN JÄLKEEN

TEKSTIILIEN HOITO-OHJESYMBOLIT²²

3/3

KÄYTÖN JÄLKEEN

TEKSTIILIEN KIERRÄTYSPROSESSIT¹⁷

RAAKA-AINE



MATERIAALIJAEE

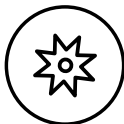


Kuitu,
polymeeri,
monomeeri

LAJITTELU



Puhtaat ja
seokset, tekokuidut,
selluloosa.



KIERRÄTYSMENETELMÄ



MEKAANINEN TERMINEN KEMIALLINEN KEMIALLINEN & TERMINEN

TEKSTIILIN KIERRÄTYS - MEKAANINEN, TERMINEN, KEMIALLINEN ¹⁷

Tekstiilien kierrätys jaetaan kolmeen menetelmään: mekaaniseen, termiseen ja kemialliseen kierrätykseen.



Mekaaninen kierrätys

Tekstiili avataan takaisin kuiduksi, joita käytetään uusien tuotteiden valmistukseen. Mekaaninen kierrätys sopii kaikille kuiduille. Selluloosasta muodostuville luonnonkuiduille se onkin ainoa vaihtoehto, jotta kuitu pysyy täysin samana materiaalina.



Kemiallinen ja terminen kierrätys

Sulamattomat luonnonkuidut, kuten puuvilla, voidaan kierrättää myös kemiallisesti. Kemiallisessa kierrätyksessä kuidun rakenne katoaa ja se valmistetaan uudelleen kuiduksi. Puuvillan liuotuksen ja regeneroinnin jälkeen syntyvä kuitu on selluloosamuuntokuitua. Prosessi on samantapainen, kuin kaupallisissa selluloosamuuntokuiduissa (viskoosi ja lyocell).

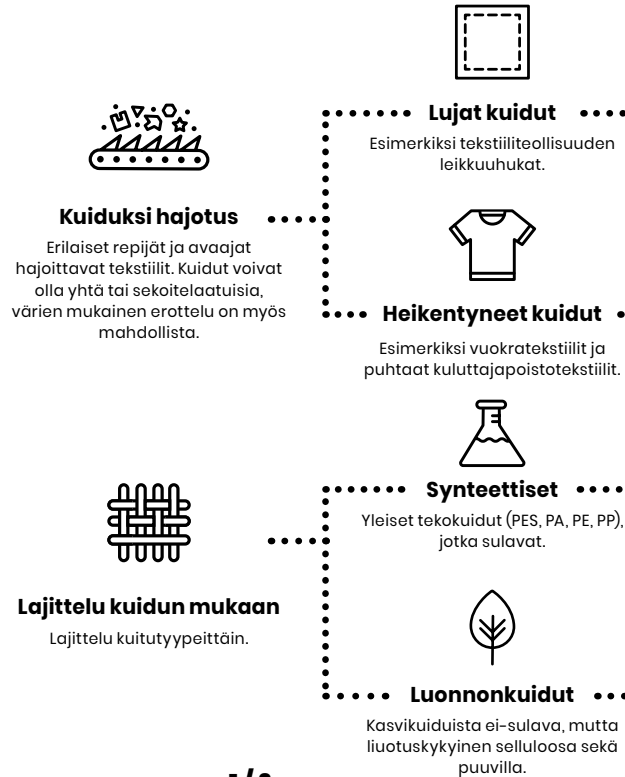


TEKSTIILIN KIERRÄTYS - MEKAANINEN, TERMINEN, KEMIALLINEN¹⁷



Materiaali voidaan kierrättää myös polymeerinä, eli **kuidun raaka-aineena**. Kestumuoveihin perustuvat tekokuidut, kuten polyesteri ja polyamidi, pystytään kierrättämään termisesti sulattamalla. Tekokuitujen kuiturakenne pystytään hajottamaan **termisesti sulatuksessa polymeeritasolle** tai **kemiallisesti monomeeritasolle**. Sekä polymeerit että monomeerit on mahdollista prosessoida takaisin samanlaiseksi kuiduksi kuin lähtömateriaali.

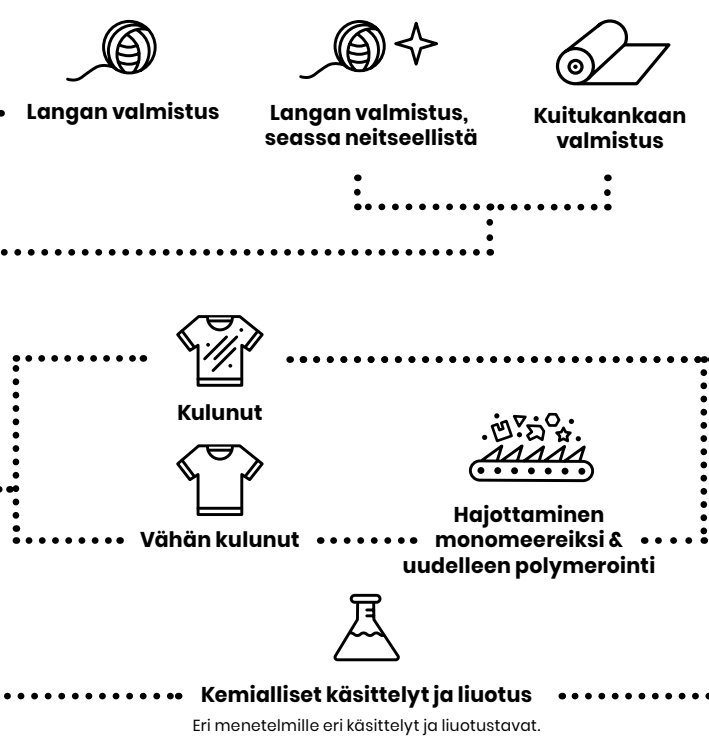
Termisesti kierrätettyjä kuituja on saatavilla, mutta lähtöaine ei välttämättä ole tekstiili. Esimerkiksi 40% kierrätetyistä PET-pulloista voidaan valmistaa sulat-
taen polyesterikuituja.

TEKSTIILIEN KIERRÄTYS²³

1/3

MEKAANINEN

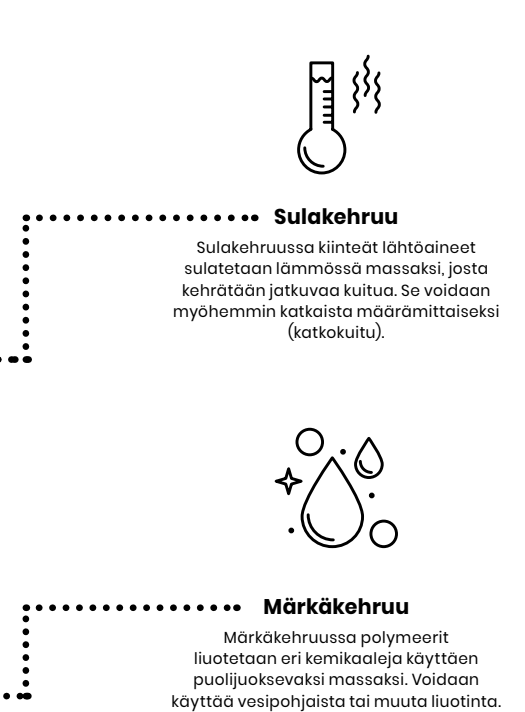
KEMIAALLINEN & TERMINEN

TEKSTIILIEN KIERRÄTYS²³

2/3

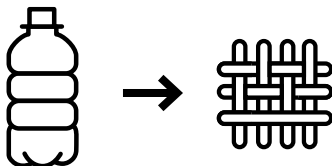
MEKAANINEN

KEMIAALLINEN & TERMINEN

TEKSTIILIEN KIERRÄTYS²³

3/3

ERI KUIDUILLE SOVELTUVAT KIERRÄTYSMENETELMÄT - POLYESTERI



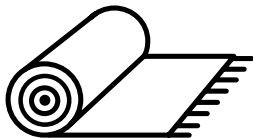
Vaate- ja tekstiiliteollisuudessa **polyesteriä** kierrätetään tällä hetkellä pääsääntöisesti polymeerinä, eli PET-pulloista valmistetaan kierrätettyä polyesterikuitua. Polyesterivaatteista on myös mahdollista valmistaa kuitua. Polymeeritason kierrätys heikentää kuitenkin polymeerin laatua, ja syötteen puhtaus vaikuttaa merkittävästi myös kuidun laatuun. Polymeeriä pystytään kierrättämään ainakin kahdeksan kierrosta. Kuluttajapoistotekstiilin kierrätyksen hankaluutena puolestaan on polymeeritason heterogeenisyys. Kierrätys monomeerina on taas kaupallinen konsepti polyesteritekstiilin kemialliselle kierrätykselle takaisin polyesterikuiduksi.¹⁷

ERI KUIDUILLE SOVELTUVAT KIERRÄTYSMENETELMÄT - PUUVILLA

Puuvillan mekaaninen kierrätys on käytössä muun muassa teollisuuden sivuvirtana muodostuvalle leikkuujätteelle. Kierrätystä varten lajittelu voidaan tehdä myös puuvillan värin mukaan. Sitä voidaan kierrättää polymeerinä liottamalla selluloosa polymeeritasolle ja kuiduttamalla se **selluloosamuunto-****kuiduksi**. Teoreettisesti myös kierrätys monomeerinä depolymeroinnin kautta on mahdollista, mutta polymeeroitua kuitua ei saada enää takaisin selluloosaksi. Näin sitä voitaisiin jalostaa esimerkiksi **poltto-****aineeksi**. Mekaaninen kierrätys lyhentää kuitupituutta, mikä vaikuttaa heikentävästi sen laatuun. Kuitutason kierrätys on kuitenkin ainoa mahdollinen prosessi silloin, kun halutaan säilyttää puuvillakuitu sellaisenaan.

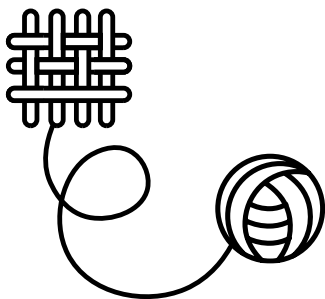
Puuvilla voi toimia myös kemiallisen kierrätyksen läh-
töraaka-aineena.¹⁷ Tällöin lopputuote on selluloosa-
muuntokuitu, jonka ominaisuudet voivat olla jopa pa-
remmat kuin alkuperäisen puuvillakuidun **24**.

ERI KUIDUILLE SOVELTUVAT KIERRÄTYSMENETELMÄT - POLYAMIDI



Polyamidin mekaaninen kierrätys on mahdollista ja sitä voidaanakin hyödyntää esimerkiksi mattojen kierrätyksessä. Kierrätys polymeerinä on käytössä lähinnä teollisuuden sisäisissä kierroissa. Kierrätys monomeerina on polyamidin kierrätyksen kaupallinen konsepti, jossa polyamidi de- ja repolymeroidaan ja valmistetaan uudeksi kuiduksi. Monomeeritason kemiallisella kierrätyksellä saadaan täysin neitseellistä eli **primaarista** vastaava kuitu, mutta kierrätys syklien rajoitteista ei ole vielä tietoa.¹⁷

ERI KUIDUILLE SOVELTUVAT KIERRÄTYSMENETELMÄT - VILLA



Villaa on kierrätetty mekaanisesti jo yli 200 vuotta, mutta sen kierrätys on hiipunut, vaikka se on arvioitu arvokkaaksi jakeeksi mekaanisessa kierrätyksessä. Villan mekaaninen kierrätys lyhentää kuitupituutta ja saattaa rajoittaa jatkoprosessointia. Kuitutason kierrätys on kuitenkin ainoa mahdollinen prosessi säilyttää villakuitu.¹⁷

ERI KUIDUILLE SOVELTUVAT KIERRÄTYSMENETELMÄT - ELASTAANI

Elastaani on synteettinen kuitu, jonka kemiallisesta rakenteesta tulee vähintään olla 85% on segmentoitua polyuretaania. Sitä käytetään sekoitteena muiden kuitujen kanssa, ja sen avulla voidaan saadaankaalle venyvyyttä ja vaatteelle istuvuutta.

Elastaania pystytään NIR-tunnistuksella tunnistamaan yksittäisenä materiaalina, mutta haasteena on, että sitä käytetään sekoitteena muiden materiaalien seassa vain pieninä pitoisuuksina (esim. 2-5%).

Elastaanin tunnistus on kuitenkin tärkeää, koska se vaikuttaa materiaalin soveltuvuuteen eri kierrätysmenetelmiin. Luotettavan tunnistamisen kannalta pitoisuuden tulisi olla noin 10%. Tämä vaatisi mahdollisesti kaksivaiheisen tunnistuksen. Mekaanisessa kierrätyksessä elastaani tukkii avaajat ja puuvillan kemiallisessa kierrätyksessä se hankaloittaa liuotusta. Puuvillan kemiallisen kierrätyksen kannalta elastaanin määrän tulisi olla alle 1-2%.¹⁷

KÄYTÖN JÄLKEEN

kiisu

Muotoilijan opas

Lähdetiedot

KISU Muotoilijan Opas Vers 1.0

KÄYTÖN JÄLKEEN

LÄHDETIEDOT

- 1. JÄTELAKI.** 2011/646, 1:5. www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646
- 2. YMPÄRISTÖHALLINTO VERKKOPALVELU.** 2020. Jätteet ja jätehuolto. Ympäristöhallinto. www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/jatteet_ja_jatehuolto
- 3. HARPER, CHARLES.** 2006. Handbook of Plastics Technologies: The Complete Guide to Properties and Performance. 900 p. McGraw Hill Professional.
- 4. EU DIREKTIIVI.** 2018/851. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>
- 5. SAARIO, MARI, LAURA DESCOMBES, TUOMAS RAIVIO, ERKKA RYYNÄNEN & LAURI LARVUS.** 2014. Juomapakkausten pantillisten palautusjärjestelmien toimivuus ja kehittämistarpeita. Raportteja 21/2014. Valtioneuvosto. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/135798/YMra_21_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 6. YMPÄRISTÖHALLINTO VERKKOPALVELU.** 2020. Pakkausten tuottaja-vastuu. Ympäristöhallinto. www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/jatteet_ja_jatehuolto/tuottajavastuu/Pakkaukset
- 7. VALTIONEUVOSTO.** Asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä. 2014/518, 6, 22.
- 8. PALPA.** 2019. Pantilliset muovipullot. Ohjeita pakkauksen suunnitteluun ja pakkaus. PALPA. http://palpa.fi/static/studio/pub/Materiaalipankki/Juomateollisuus/Suunnitteluohje_KMP_2019_06.pdf

KÄYTÖN JÄLKEEN

LÄHDETIEDOT

- 9. TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTO TUKES.** 2020. Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden romu. Merkinnät. Tukes. www.tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/sahko-ja-elektroniikkalaitteiden-romu-ser-weee
- 10. TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTO TUKES.** 2020. Akut ja paristot. Merkinnät. Tukes. www.tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahko-laitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/akut-ja-paristot
- 11. ABUZIED, HODA, HESHAM SENBEL, MOHAMED AWAD, & AYMAN ABBAS.** 2019. A review of advances in design for disassembly with active disassembly applications. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098619305956#f0005
- 12. KNOTH, RUSSELL, MATHIAS BRANDSTOTTER, BERND KOPACEK & PETER KOPACEK.** 2002. Automated Disassembly Of Electr(on)ic Equipment. https://www.researchgate.net/publication/3948138_Automated_disassembly_of_electronic_equipment
- 13. HALLA-AHO, HENRI.** 2020. LAB-ammattikorkeakoulun toteuttama yritysvierailu ja kierrätysprosesseihin tutustuminen Fortumin Riihimäen laitoksella ja Kuusakosken Heinolan tehtaalla.
- 14. TIMONEN, TEEMU.** 2015. Termoelastomeerin kierrätys. s. 4. Opinnäytetyö. LAMK. www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/91806/teemu_timonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 15. EFREMOVA, EKATERINA.** 2020. Muovin kierrätysprosessi. Alkuperäinen kuvitus ja prosessi. Koulutyö. LAB.
- 16. HEIKKILÄ, PIRJO.** 2020. Johdatus tekstiilien kiertotalouteen. Telaketju-webinaari. <https://telaketju.turkuamk.fi/webinaarit/johdatus-tekstiilien-kiertotalouteen/>

LÄHDETIEDOT

- 17. KAMPURI, TAINA, HEIKKILÄ PIRJO, PITKÄNEN MARJA, SAARIMÄKI ETTA, CURA KIRSTI, ZITTING JAAKKO, KNUUTILA HENNA & MÄKIÖ INKA.** 2019. Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen. VTT tutkimusraportti No. VTT-R-0091-19, s. 9. VTT Technical Research Centre of Finland.
- 18. TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTO TUKES.** Vaatimukset tekstiileille. Merkinnät. www.tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/yleiset-kulutustavarat/tekstiilit
- 19. YHTEISHYVÄ.** 2015. Mitä tekstiilien tuotemerkinnyt kertovat? Yhteishyvä. www.yhteishyva.fi/muoti/mita-tekstiilien-tuotemerkinnyt-kertovat/article-70493
- 20. SUOMEN TEKSTIILI JA MUOTI.** Vaatteiden ja tekstiilien merkintä Suomessa. STJM. www.stjm.fi/toiminta-alueemme/tekstiilien-merkinnat/
- 21. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** 2017. A new textiles economy: Redesigning fashion's future, s. 46. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-re-designing-fashions-future>
- 22. KIWA INSPECTA FINLAND.** Tekstiilien hoito-ohjemerkinnyt. KIWA. www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme/tekstiilien-hoito-ohjemerkinnyt-pesumerkinnyt/
- 23. HEIKKILÄ, PIRJO.** 2020. Mekaaniset ja kemialliset kierrätysmenetelmät. Telaketju-työpaja.
- 24. AALTO YLIPOPISTO.** 2020. Rullapyyhkeistä ja hampuneuleesta syntyi uutta lujempaa kierrätyskuitua. Aalto. www.aalto.fi/fi/uutiset/rullapyyhkeista-ja-hampuneuleesta-syntyi-uutta-lujempaa-kierrätyskuitua?fbclid=IwAR0E6xPGrSX0FBvCYQszlP6lkZ8KvPBn0r12ksVKe-QbTjv2-SKKyKZ2mrk

kierrä

Tuotesuunnittelulla pitkää
ikää ja kierrätettävyyttä.



Lajittelu –
Makrolajittelu

KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

INTRO



Kiertotalous
& kestävä kehitys
2 / 2

TUOTTEEN KÄYTTÖ



Käyttöohje
Vaadittu
laatu
To...

KÄYTTÖ



...misen mekanismit
3 / 3

DESIGN FOR LONGEVITY
UPCYCLING



... tuottaa alkuperäistä käyttö-
... ttaan korkeampia tai vähintään
... otteita. Näin ollen voidaan ajatella
... on uudelleenvalmistuksen alku-
... ttaan valmistusta uudelleenkäy-
... tistä. Vaatealalla suositellaan
... in sisustuskanakaan hyödyntä-
... teiden valmistuksessa tai tuot-
... i leikkupalloista voidaan valmistaa
... tuotteita. Tällöin voidaan
... ensimmäisessä käyttökäytössä
... loppuun tullut tuote
... arvoiseksi tuote

KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

KÄYTÖN JÄLKEEN
MATERIAALITYYPIT
KIERRÄTYSKESKISSÄ



Materiaalit jaotteeseen vieteen eri ryhmään, metalli-
keramiikit, lasit, muovit ja komposiitit. Materiaalit
voivat olla **organisia** eli luonnosta peräisin olevia
ja hiiltä sisältäviä, tai **komposiitit**, eli sekoitettua
luontoon kuuluvia ja hiiltä sisältäviä materiaaleja.
Materiaaleille on erilaisia ominaisuuksia, kuten tiheys,
sijteys, jähvyys, kovuus, sähköjohtavuus jne. Tämän
vuoksi materiaaleja voidaan hyödyntää erilaisiin
käyttökohteisiin. Materiaalien erilaiset ominaisuudet
helpottavat myös kierrätysprosessissa erittämistä ja
materiaalien tunnistamista tehtaissa.

1 / 2

KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0



1. Kierrätyksen ja materiaalin
hallintapolvet

Uusitutkimusten ja uusien materiaalien
mahdollistaminen, laadukas käyttö ja kierrätys
biologiseen tai talteenottoon käytettäväksi
biologisesti tuotetuista tai jalostetuista materiaaleista.
Väijäpääntämisen, hylkimisen, hylkimisen, hylkimisen
hyödyntämisen sekä palauttamisen
energian käytön suunnittelu

KÄYTÖN JÄLKEEN



Pakkausten kierrätettävyyden
merkinnät ja ohjeistus
1 / 2

KISU Muotoilijan Opas Versio 1.0

STRATEGIA
MUOTOILIJAN TYÖKALUT
SUUNNITTELUUN TUENSI



Tiettyyn osa-alueeseen keskittyvät
ohjeistukset ja työkalut

Käytännön ohjeistuksia tuotesuunnittelijan ohjeissa
... ssa saatavaa olla käytössä omia suunnittelu-
... kkeita ja työkaluja joko autotavaraa käyttäen
... Kiertotalouden tukena käytettävissä on
... myös erilaisia valtuutus- ja mittaus-
... ja määrittämismenetelmiä eri työkalut ovat
... orvia valtuutus- ja mittaus- ja määrittä-
... mien avulla on mahdollista
... mien avulla on mahdollista

4 / 5

Opas Versio 1.0

KIERRÄTYS
MATERIAALIT

Kierrätyksen päät...
tellaan seuraavaan...
tuotteen

