



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging

Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.

Koulutuksen moduulit:

- Uudet materiaalit ja biomateriaalit
- **Ekologinen suunnittelu ja uudet valmistusprosessit**
 - Jätteen hallinta ja kierrätys
- Kansalaisten ja kuluttajien osallistaminen



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

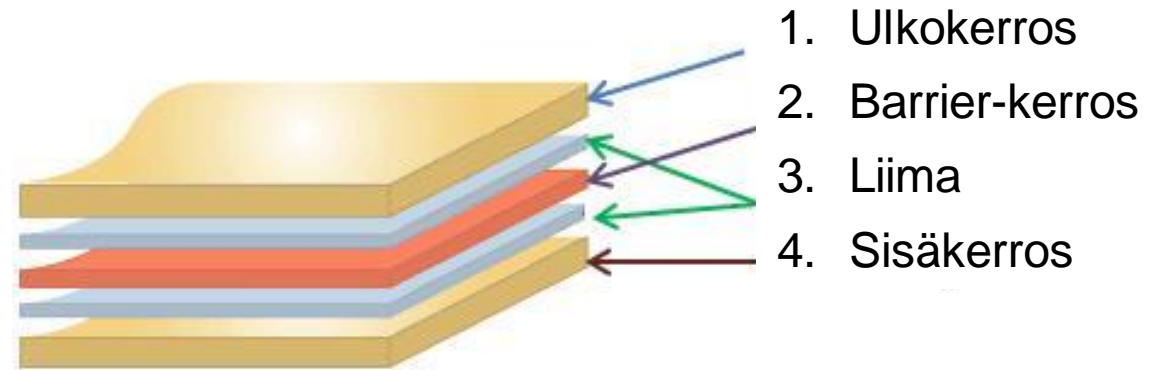
Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.



Monikerroskalvot

Monikerroskalvot valmistetaan yhdistämällä useita polymeerejä, joilla on erilaiset ominaisuudet. Tavoitteena on tuottaa tuotteita, joilla on yhdistettyjä ominaisuuksia, jotka eivät ole mahdollisia yhtä polymeeriä käyttämällä. Monikerroksisia kalvoja käytetään pääasiassa elintarvikepakkauksissa, joissa on erityisiä polymeerejä, joilla on ominaisuuksia, kuten

- kosteudenkestävyys
- happibarrier
- sitkeys
- parempi kuumasaumattavuus
- parantunut ulkonäkö.



Materiaalit yhdistetään tuottamaan parannettu tuote halvemmalla.

Monikerroskalvoissa tyypilliset polymeerit

RAKENTEET LUODaan SEURAAVIEN VAATIMUSTEN MUKAISESTI:

- Elintarvikekontaktissa olevat polymeerit
- Happi- ja kosteus-barriervaatimukset
- Ruoan maun muutos
- Pakkauksen saumaus
- Läpinäkyvyys
- Ulkopinnan tulostettavuus

PC	Optinen läpinäkyvyys, lämpötilankesto, pinnan kiilto, isku, puhkeamisenkesto, korkea hinta
PET	Puhkeamisenkesto, läpinäkyvyys, edullinen korkea lämpötilaa sietävä polymeeri
Polyvinylideeni-kloridi (PVDC)	Edullinen, happibarrier, kirkas, sitkeä, tarrautuu astiaan käytettäessä
EVOH	Happibarrier, kirkas, kohtuullinen kosteudenkesto, saatavissa useilla eteenipitoisuuksilla, maun säilyttäminen

Polymeeri	Ominaisuudet
LDPE	Prosesoitavuus, läpinäkyvyys, kosteudenkesto, matala hinta, yleisesti saatavissa, useita eri lajikkeita, hitsattavissa
LLDPE	Yleisesti saatavissa, edullinen, läpinäkyvyys, lujuus, hitsattavissa
HDPE	Lujuus, jäykkyys, sitkeys, suuri määrä lajeja eri virtauksille, korkeampi prosessointilämpötila kuin LDPE:llä
EVA	Puhkeamisenkesto, hitsattavissa, käyttö sitomiskerroksessa, hyvä adheesio PP:hen
lonomeeri	Puhkeamisenkesto, hitsattavissa, hyvä adheesio polyamidiin
PP	Korkea jäykkyys, laaja prosessointi-ikkuna, monia laatuja, sitkeys, yleisesti saatavissa, hyvä kosteudenkesto
Polyamidi	Maun ja aromin barrier, hyvä kemiallinen kestävyys, korkeat lämpötilat

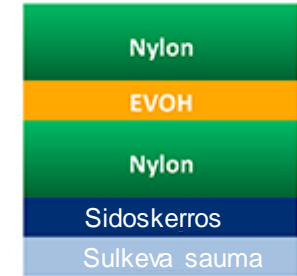


Jotkut polymeerit, joilla on ainutlaatuiset ominaisuudet, eivät ole yhteensopivia toistensa kanssa. Silloin tarvitaan sidonta- tai liimakerros ei-yhteensopivien polymeerien väliin rakenteiden sitomiseksi yhteen.

Materiaali	LDPE	LLDPE	HDPE	lonomeeri	EVA	PP	PA6	PET	PC	EVOH	PS
LDPE	GA										
LLDPE	GA	GA									
HDPE	GA	GA	GA								
lonomeeri	V	V	V	GA							
EVA	GA	GA	GA	TL	GA						
PP	TL	TL	TL	TL	GA	GA					
PA 6	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA				
PET	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA			
PC	TL	TL	TL		TL	TLTL	TL	TL	GA		
EVOH	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA	TL	TL	GA	
PS	TL	TL	TL	V	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA

Yleensä polaariset hartsit tarttuvat polaarisiin hartseihin ja poolittomat poolittomiin hartseihin.

GA, hyvä adheesio
 TL, tarvitsee sidoskerroksen tai liiman sitoutumiseen
 V, vaihteleva adheesio riippuu polymeerityypistä



SIDOSKERROKSINA KÄYTETTYJÄ MATERIAALEJA OVAT MM.

- ✓ EVA, anhydridimuokattu EVA, happoakrylaattimuokattu EVA
- ✓ maleiiniaanhydridimuokattu LDPE (tai HDPE, LLDPE, PP)
- ✓ happomuokattu eteeniakrylaatti
- ✓ maleiiniaanhydridimuokattu eteeniakrylaatti
- ✓ eteenimetyyliakrylaatti
- ✓ eteenietyyliakrylaatti.



Tarttuvuus polymeerin ja sidoskerroksen välillä

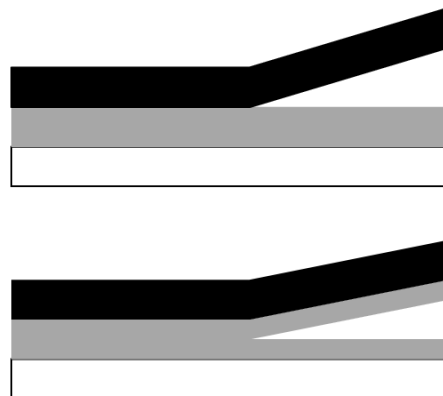
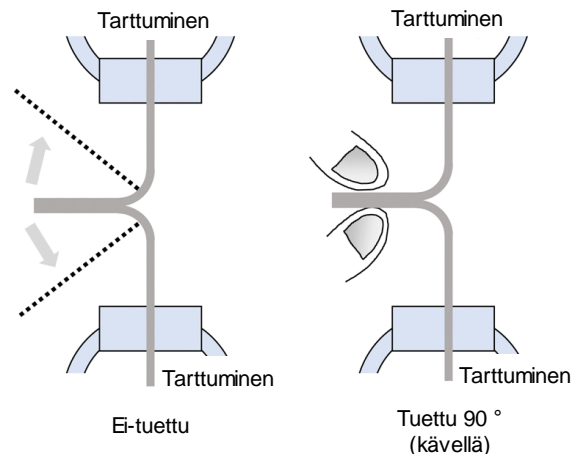
POLYMEERIN JA SIDOSKERROKSEN VÄLINEN ADHEESIO VOI TAPAHTUA

- ❑ molekyyliketjujen yhteenkietoutumisella sulamisvaiheessa
- ❑ kiteytymällä yhdessä
- ❑ kovalenttisella sidoksella tai vetysidoksella
- ❑ Van der Waals -voimilla tai dipoli-dipolivuorovaikutuksena.

KO-EKSTRUUSIOPROSESSEISSA TARTTUVUUSTASOON VAIKUTTAA

- ❑ sidoskerroksen paksuus
- ❑ sidoskerroksen lisääntynyt toiminnallisuus
- ❑ sulamislämpötila
- ❑ kontaktiaika.

Liimasidoksen lujuus monikerroksisen rakenteen eri kerrosten välillä mitataan **T-peel-testillä**. Siinä mitataan lujuus, joka tarvitaan kerrosten vetämiseen erilleen yleiskäyttöisellä jännitys-venymälaitteella. Sidokerrosten kaksi vauriomekanismia ovat **adhesiivinen vaurio** ja **kohesiivinen vaurio**.



ADHESIIVINEN VAURIO

KOHESIIVINEN VAURIO



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hapensiirtonopeudet 0 %: n suhteellisessa kosteudessa

Materiaali	5°C ¹	23°C ¹	35°C ¹	50°C ¹
EVOH – 27% eteeni	0.022	0.095	0.231	0.637
EVOH – 38% eteeni	0.090	0.395	0.946	2.600
EVOH – 48% eteeni	1.034	1.800	2.700	6.110
PVDC ³ – Saran MA	0.093	1.240	4.464	19.80
AN ⁴ – Barrex 210	2.325	12.40	31.00	95.00
MXD6 nylon	0.670	2.325	4.430	14.26
Orientoituc PA6	7.590	25.59	51.15	
Orientoimaton PA6	22.30	78.74	154.9	
Orientoitu PET	10.23	35.64	79.04	260.0
HDPE		2325	4448	
LDPE		8586	11547	
Orientoitui PP		2526	3146	
PS		4030		

¹Yksiköt = cc. 25µ/m² * 24hr * atm

Vesihöyryn läpäisynepeudet

Materiaali	g 25µ/m ² /24 hrs
BOPP ¹	5.9
HDPE	5.9
PP	10.7
LDPE	17.7
PET	20.2
UPVC ²	46.5
PS	131.8
PC	170.5
EVOH 38% eteeni	32.6
PVDC	3.4
AN – Barex ^{®3}	94.6
MXD6 nylon	50

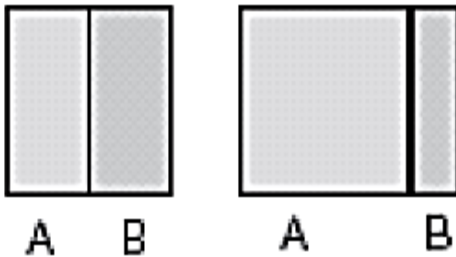
Barrierkerrokset lisätään pakkauskalvorakenteiden keskelle estämään hapen (O₂), kosteuden (H₂O), hiilidioksidin (CO₂) tai typen (N₂) tunkeutuminen pakkauksen ulkopuolelta pakkauksen sisäpuolelle tai sisältä ulospäin.

- ✓ Ulkopuolelta tunkeutuva happi voi aiheuttaa ruoan pilaantumisen, hajoamisen, maun menettämisen ja joissakin tapauksissa värin muuttumisen.
- ✓ Jos kaasut läpäisevät pakkausrakenteen sisäpuolelta ulkopuolelle, hiilihapotetut virvoitusjuomat voivat väljähtyä.
- ✓ Korkeat kosteuden höyrynläpäisynepeudet voivat aiheuttaa pakkauksen ainesosien kuivumisen tai vastavuoroisesti antaa ainesosien imeä kosteutta ja kastua.

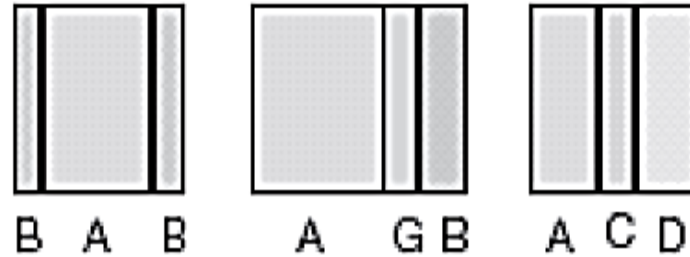


Mahdollisia monikerrosrakenteita

2-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



3-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



4-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



5-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



6-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



7-kerroksinen koekstuusiolla valmistettu rakenne



- A. Pääasiallinen polymeerikerros
- B. Ulko- tai päällyskerros (lämpösauma, kiilto, antistaattisuus tai värjätty)
- C. Barrierikerros
- D. Toinen polymeerikerros
- E. Kierrätysmateriaalikerros
- F. Adhesiivikerros



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI SALERNO



Esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajien omia, eivätkä ne välttämättä edusta Euroopan komission kantaa. Euroopan komissio tai sen puolesta toimivat henkilöt eivät ole vastuussa siitä, miten tämän julkaisun sisältämiä tietoja käytetään.



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta



PACKALL

PackAlliance:
European alliance for innovation training
& collaboration towards future packaging



Korkeakoulut ja yritykset yhdessä.



CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE
OF THE EBRO VALLEY



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI SALERNO



El poder de la colaboración



PLASTICS INNOVATION POLE

Tekijänoikeus: CC BY-NC-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Tämä lisenssi sallii muiden levittää ja muokata teosta ja luoda sen pohjalta uusia teoksia, mutta ei kaupalliseen käyttöön.

Kuitenkin vain seuraavilla ehdoilla:

Nimeä — Sinun on asianmukaisesti mainittava alkuperäinen tekijä, annettava linkki lisenssiin ja ilmoitettava, onko muutoksia tehty. Voit tehdä sen millä tahansa kohtuullisella tavalla, mutta et millään tavalla, joka viittaa siihen, että lisenssinantaja tukee sinua tai käyttöäsi.

EiKaupallinen — Et saa käyttää materiaalia kaupallisiin tarkoituksiin.

JaaSamoin — Jos muunnat tai luot materiaalin pohjalta uutta materiaalia, sinun on jaettava tuotoksesi samalla lisenssillä kuin alkuperäinen.

Ei lisärajoituksia — Et saa soveltaa laillisia ehtoja tai teknisiä toimenpiteitä, jotka laillisesti estävät muita tekemästä mitään, mitä lisenssi sallii.



Yhteisrahoitettu
Euroopan unionin
Erasmus+ -ohjelmasta

Hanke on rahoitettu Euroopan komission tuella.
Tästä julkaisusta [tiedotteesta] vastaa ainoastaan sen laatija, eikä komissio ole vastuussa siihen sisältyvien tietojen mahdollisesta käytöstä.