



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.



Kurssi 2 – Pakkausjärjestelmien uudet valmistusprosessit

7. Innovaatiot ja kestävyys pintakäsittelyissä

7.1. Pintakäsittelyn perusteet

7.1.1. Vettyminen, kosketuskulma, pintaenergia ja pintajännitys

7.2. Koronakäsittely

7.3. Plasmakäsittely

7.4. Pinnoitusprosessit

7.5. Pintakäsittelyjen kestävyys



Pintakäsittelyt – mitä, miksi, miten?



- Muovin pintakäsittelyt ovat tavallisia pakkausteollisuudessa. Ne parantavat vettymistä, mikä johtaa maalien, musteiden, päällysteiden jne. kunnolliseen tarttuvuuteen.



- Huono tarttuvuus on yleinen ongelma polymeereissä, joilla on ei-polaarisia ryhmiä tai alhainen pintaenergia. Näistä syistä polymeerit eivät reagoi painatukseen, sidostamiseen, pinnoittamiseen jne.

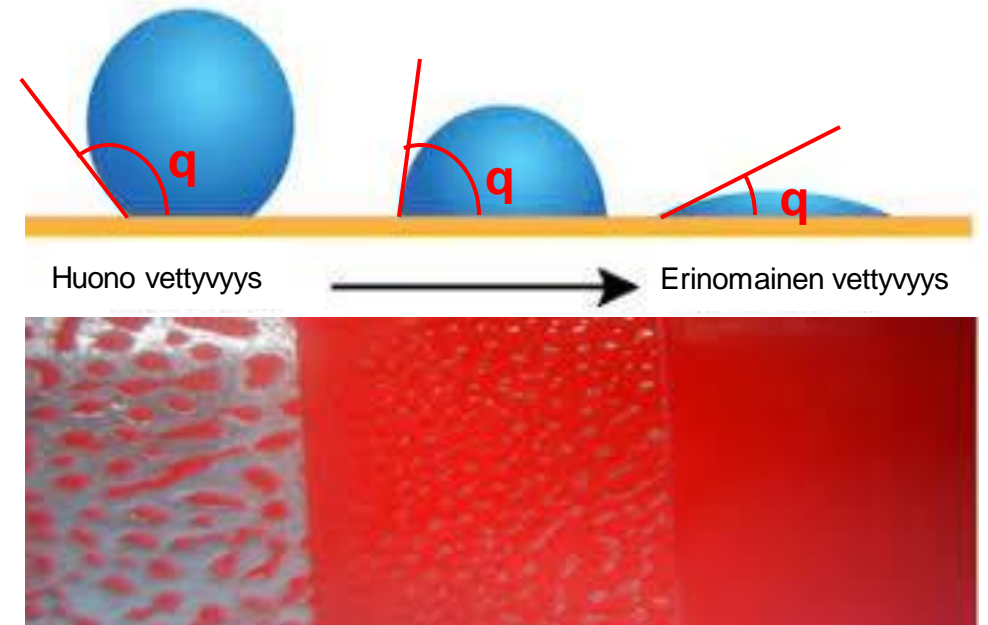


- Polymeerin pintaenergiaa on tarpeen muuttaa. Ratkaisuja muovipinnan käsittelyyn:
 - koronakäsittely
 - plasmakäsittely
 - muut ...



Vettyvyys ja kontaktikulma

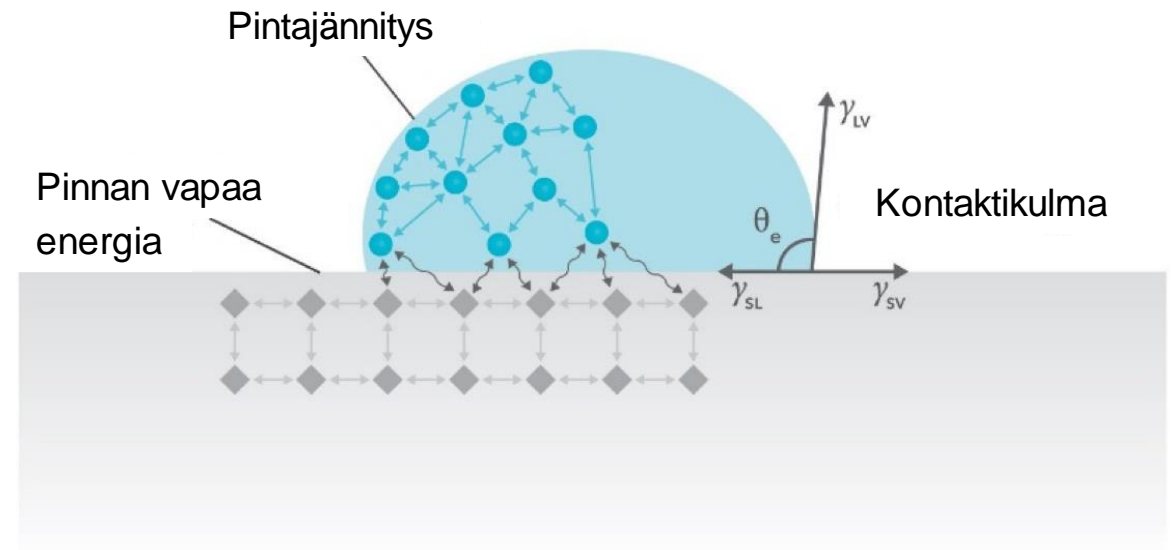
- **Vettyvyys** viittaa nesteen kykyyn levitä kokonaan kiinteän aineen tasaiselle ja vaakasuoralle pinnalle.
- **Kontaktikulmalla** tarkoitetaan nestepisaran tangentin ja kiinteän pinnan välistä kulmaa niiden välisellä rajapinnalla.
- **Täydellinen vettyminen:** Nesteellä on vahva affiniteetti kiinteään aineeseen. → Kontaktikulma lähestyy 0° :ta ja neste on täysin "levinnyt".
- **Osittainen vettyminen tai vettymättömyys:** Nesteellä on alhainen affiniteetti tai sillä ei ole affiniteettia kiinteään aineeseen. → Kontaktikulma lähestyy 180° :ta ja neste muodostaa pisaran



Mitä alempi on kontaktikulma, sitä korkeampi on vettyvyys.

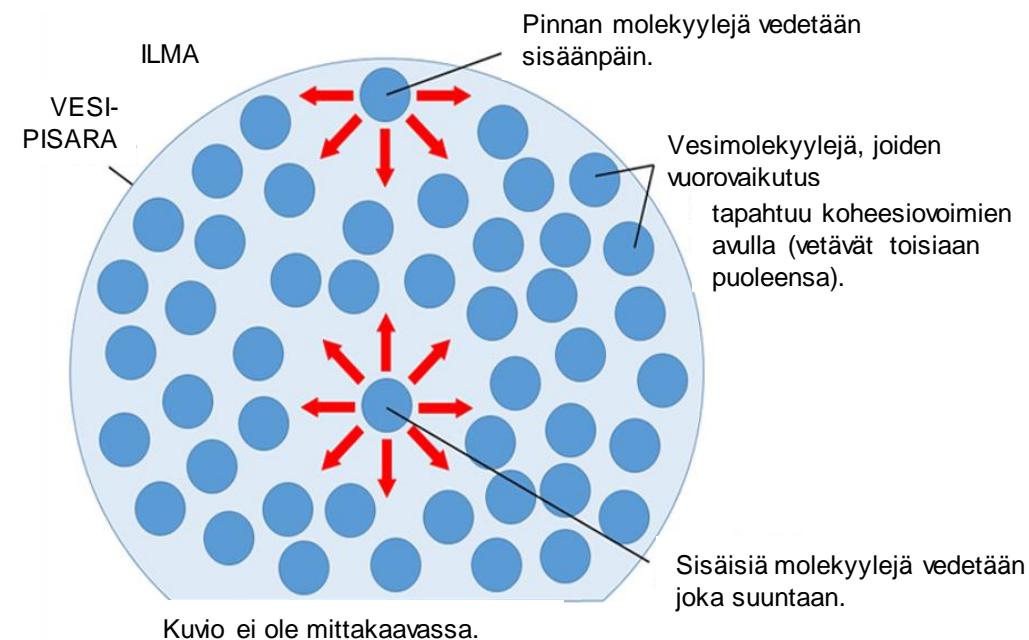
Vettyvyys, pintajännitys ja pintaenergia

- Kun neste kerrostuu kiinteän materiaalin pinnalle, näiden kahden materiaalin molekyylit ovat vuorovaikutuksessa keskenään. **Vettyvyys** liittyy voimiin, jotka vaikuttavat pinnalla olevaan nestepisaraan: vahvat voimat vetävät voimakkaasti nestettä aiheuttaen sen kastumisen.
- Tapa, jolla kiinteä aine reagoi erilaisiin nestemäisiin aineisiin, riippuu voimakkaasti nesteen pintajännityksestä ja kiinteän aineen pinnan vapaasta energiasta.



Pintajännitys ja pinnan vapaa energia

Pintajännitys on nestemäisen pinnan elastinen taipumus, joka saa sen mahdollisimman pieneen pinta-alaan.



Joitakin pintajännityksen vaikutuksia



Sadevesipisarat ovat pallomaisia.



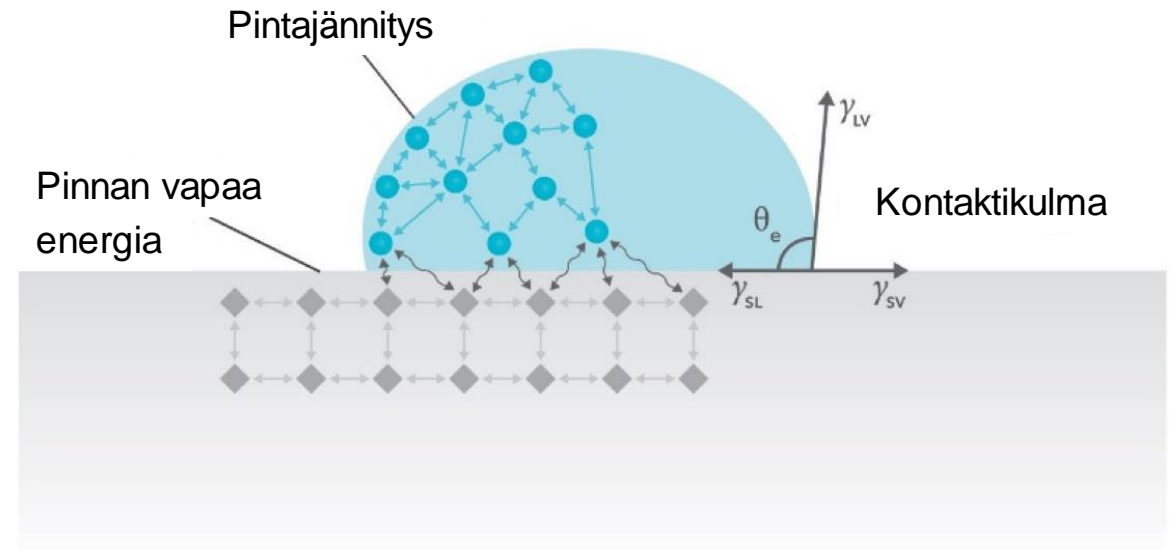
Paperiliitin voi kellua lasillisessa vettä → pintajännitys, joka hallitsee painovoimaa!

Pinnan vapaaenergia on sama asia kuin pintajännitys, mutta se viittaa kiinteisiin aineisiin.



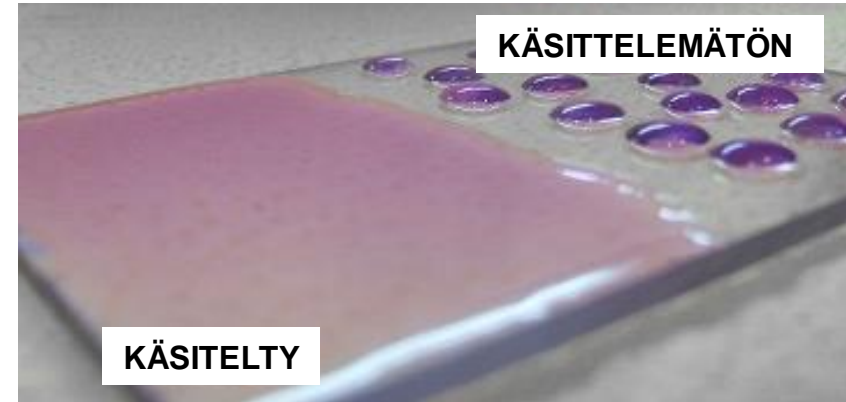
Vettyvyys, pintajännitys ja pintaenergia

- Kun neste kerrostuu kiinteän materiaalin pinnalle, näiden kahden materiaalin molekyylit ovat vuorovaikutuksessa keskenään. **Vettyvyys** liittyy voimiin, jotka vaikuttavat pinnalla olevaan nestepisaraan: vahvat voimat vetävät voimakkaasti nestettä aiheuttaen sen kastumisen.
- Tapa, jolla kiinteä aine reagoi erilaisiin nestemäisiin aineisiin, riippuu voimakkaasti nesteen pintajännityksestä ja kiinteän aineen pinnan vapaasta energiasta.
- Sekä pinnan vapaa energia että pintajännitys ovat puoleensavetäviä voimia, jotka pitävät aineen yhtenäisessä muodossa.
- **Pintajännityksestä** puhutaan, kun viitataan **nesteesiin** ja pintaenergiasta, kun viitataan kiinteisiin aineisiin. Todellisuudessa ne ovat sama asia.

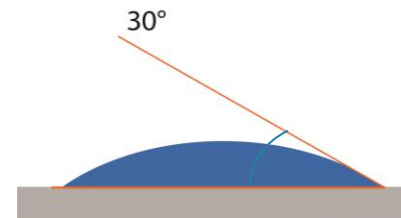


Vettyvyys ja pintaenergia

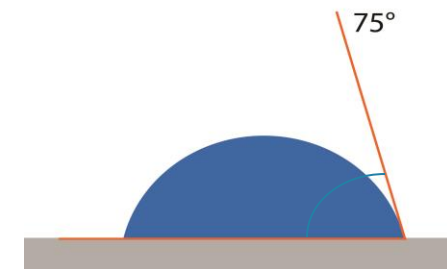
- Muovisubstraattien pintakäsittelyt lisäävät niiden pintaenergiaa.
- Korkea pintaenergia vetää voimakkaasti nestettä, jolloin se vettyy.



Korkea pintaenergia

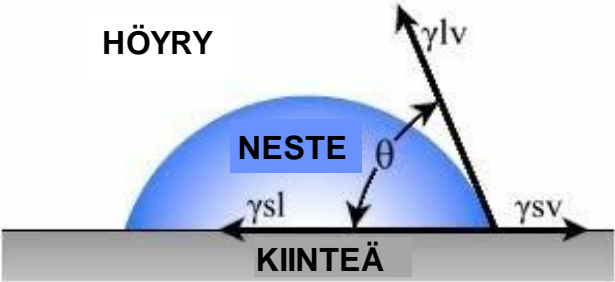


Matala pintaenergia



Pintajännityksen, pintaenergian ja neste-kiinteä-rajapinnan kontaktikulman välinen suhde

Youngin yhtälö

$$\gamma^{sv} = \gamma^{sl} + \gamma^{lv} \cos \theta$$


HÖYRY

NESTE

KIINTEÄ

θ on kontaktikulma

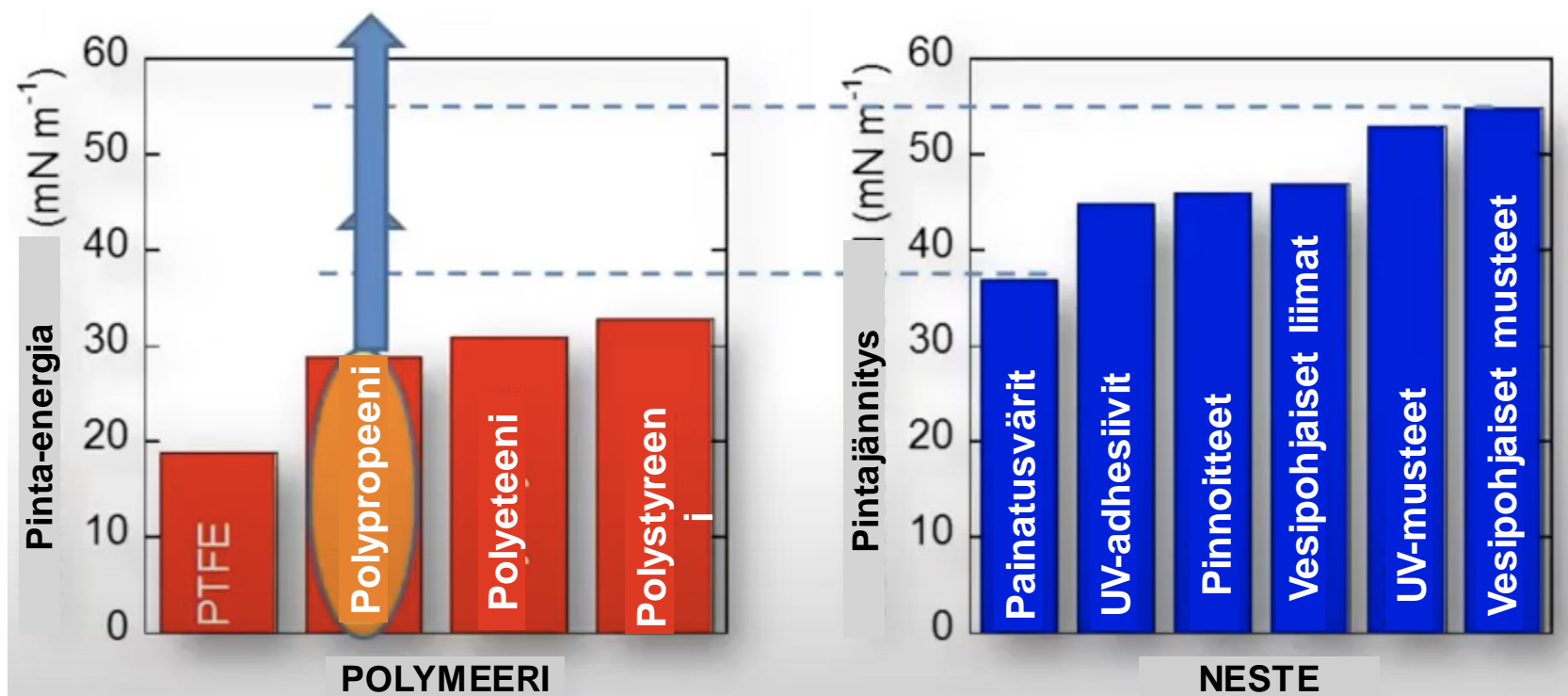
γ^{sl} on kiinteä-nesterajapinnan vapaa energia

γ^{sv} on kiinteän pinnan vapaa energia

γ^{lv} on nestepinnan vapaa energia (jännitys)

ramé-hart instrument co.

Joidenkin yleisten polymeerien pinnan vapaa energia vs. joidenkin nestemäisten formulaatioiden pintajännitys



Hyvän vettyvyyden saavuttamiseksi polymeerin pintaenergian on oltava vähintään 10 mN/m korkeampi kuin käytettävän nesteen pintajännitys!





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.