



## **Alipainemuovauksen** mahdollisuudet tuotesuunnittelun näkökulmasta

Ismo Reponen, IrePoint Oy

# Alipainemuovauksen mahdollisuudet tuotesuunnittelun näkökulmasta

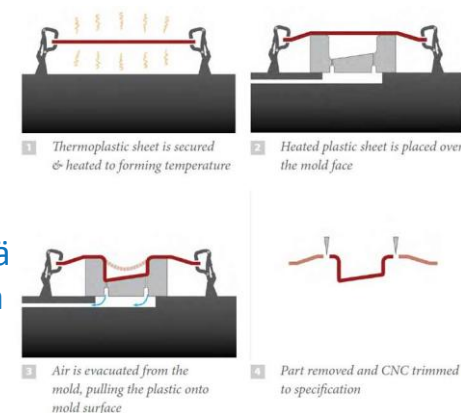
Alipainemuovaus on menetelmä, jossa levymäinen kestopuovi lämmitetään muovauslämpötilaan, ja pakotetaan yleensä alipaineella yksipuolista muottia vasten. Muovi jäähdytetään, irrotetaan useimmiten ylipaineella ja leikataan muotoonsa yleensä CNC-ohjatuilla roboteilla tai työstökeskuksella, leikkuita tehdään myös erilaisia malleineita tai leikkumuotoja käyttäen käsityönä.

Tässä esityksessä ei juurikaan käsitellä ohutlevy- valmistusta.

Alipainemuovauksella tehtyjä kappaleita näkee esimerkiksi: Jääkaappien sisäosat, peräkärrikuomuissa, pakkausten sisäosissa (komponenttilokerot), valaisimissa, lumikolissa, lokasuojissa, altaissa, katekappaleissa, suojakuorissa, astioissa, säiliöissä. Muoviteollisuuden tuotteiden käyttöalueista suurimpia ovat pakkausala, ajoneuvoteollisuus ja rakennusala. Euroopassa lähes 39 % muoveista käytetään pakkaamiseen. Suomessa on noin 700 muovituotteita valmistavaa yritystä, jotka työllistävät runsaat 12 000 henkeä. Tuotannon jalostusarvo on reilu miljardi. Tästä alipainemuovausala on osana.

Alipainemuovauksella Suomessa valmistetaan useimmiten laakoja, isoja tuotteita tai tuotekokonaisuuksia.

Menetelmä on kustannustehokas etenkin isompien pinta-alojen suhteellisen yksinkertaisissa kappaleissa, joissa muut menetelmät, kuten esimerkkeinä ruiskuvalu tai rotaatiovalu eivät pysty kilpailemaan, joko tuotteen painon, koon tai investointien/ kappale kustannusten / kappalemäärän ollessa tiettyjen raja-arvojen sisällä.



Usein alipainemuovausta käytetään myös aloitus- / testausmenetelmänä tähdittäessä tulevaisuudessa isompiin sarjakokoihin muilla menetelmillä. On yleistä, että samassa sovelluskohteessa on eri menetelmillä valmistettuja muoviosia.

Eri menetelmillä valmistettuja osia voidaan myös yhdistää samaan osaan: liimaus, hitsaus, ultraääni, painatukset, tarroitus, insertit, vahvikkeet, laminointi, osakokonaisuuksien keventäminen yms..

**Alipainemuovauksessa käytettävät materiaalit:**

-laaja kirjo eri termoplastisia muoveja: ABS, HDPE, PS, PET,PC, ja PMMA ja lukemattomia muita. Yleensä halutuilla ominaisuuksilla tehtyä levyä voidaan tilata, kunhan tilauserä on riittävän suuri ( 500-1000 kiloa)

-muita haluttuja ominaisuuksia:

väri,

paksuus, yleensä (0,3-2) 2- 10 mm

iskunkestävyys,

UV- suoja,

pintakuvio, martio, muu pintastrukturi / pinnoite (Pmma tms), kiilto-aste, kiilto-aste / puoli

Liimattavuus

Materiaalien yhdistelmä; esim. ABS+PMMA

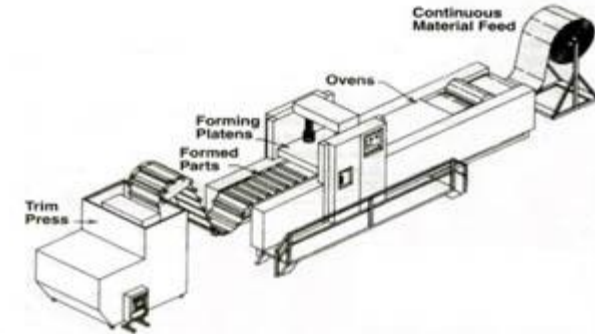
Mahdollinen suojakalvo, transparentit osat tai pinnoittaminen

Sitkeys, pakkasenkestävyys, kulutuksenkesto

Läpinäkyvyys, kuultavuus jne jne.

Kierrätettävyys : kestopuovia  
-valmistuksessa ylimääräinen leikkujäte;  
granulointi+ jatkojalostus esim uudeksi levyksi

-tuotteen elinkaaren päässä ( merkinnät jne)  
-alipainemuovaus ei ole pahimmasta päästä..



Alipainemuovaus laitteet ja  
niiden antamat mahdollisuudet:

Manuaalikoneista automaattisiin,  
pienistä suuriin, vastustyyppit,  
levyautomaatiikka, vaihtopaletit,  
leikkuuasemat, anturiohjaukset,  
servokäytöt, painimet, paine-avustus,  
säätömahdollisuudet, temperointi,  
jäähdytys jne jne..

-”levyprosessointilaitteita nykyisin..”

-K-messut tänä vuonna Düsseldorf



## Jatkojalostus muovattuun kappaleeseen:

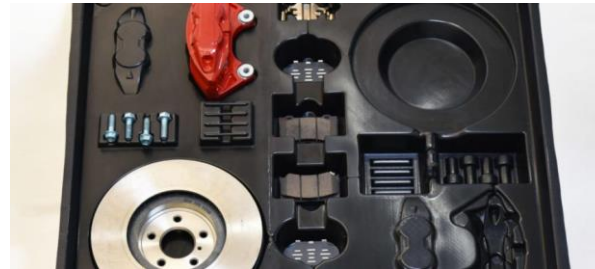
- robotileikkuu ja jigitys. Jigimenetelmä (valu/ cnc / laminointijigit yms)
- jigitys, mittaus, laadunvalvonta, reikätulkit, skannaus
- leikkaimet, meistit, laser / vesileikkuu jne
- käsinkleikkuu / käsityönä tehdyt lisätyöt ( rei'itykset, saranoinnit, liimaukset)
- liimaaminen, laminointi yms



- kokoonpano, pakkaaminen, logistiikka

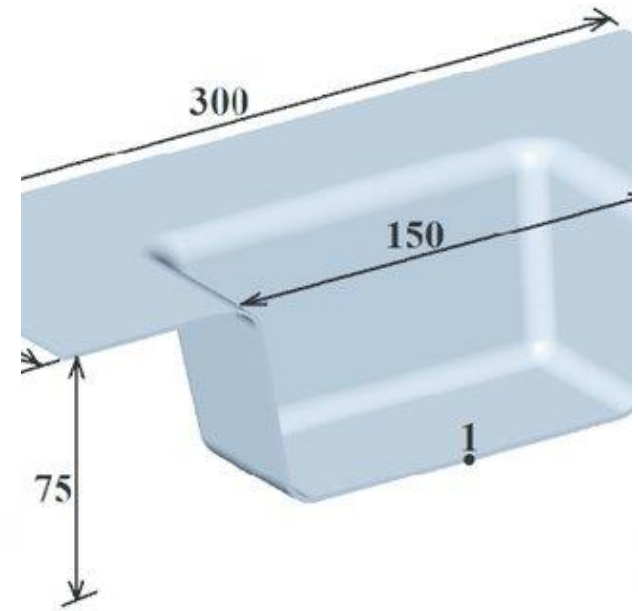


- pintakäsittelyt: kromaus / maalaus / jne



Saavutettavissa olevat toleranssit ja laatu:

- tuotteen koko
- tuotteen muoto
- tuotteen muoto / pois leikattavat muodot!
- tuotteen leikkuu / reiät
- valittu materiaali / toleranssit
- valittu materiaali / työkalun koko, skaalaus
- valittu materiaali / työkalun materiaali
- valittu materiaali / työkalun valmistusmenetelmä: ( valu / koneistus )
- valittu materiaali / työkalun temperointi , vrt edellinen
- työkalun asento/ perustaminen ja sen vaikutus edellisiin
- Työkalujen määrä ja asettelu / muovaus sekä sen vaikutus esimerkiksi yksittäisten kappaleiden kokoon / materiaalivahvuuteen ( sijoittelu)
- levyn kosteus / valittu levymateriaali
- levyn säilytysaika, vrt edellinen
- tuotantotilan kosteus / puhtaus / lämpötila

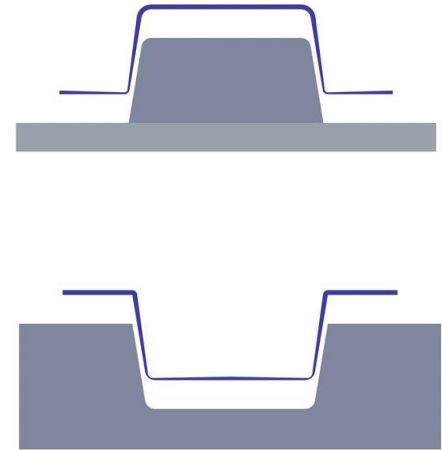


Alipainemuovaukseen ja osan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä:

-Valittu muotin puoli: periaatteessa muotti voi olla joko negatiivinen tai positiivinen. Yleensä kuitenkin näkyvän pinnan puoli määrää tämän asian. Muottipuolella muoviosan pinnanlaatu on vaihteleva, kopioiden yleensä muotin pinnanlaadun tuotteeseen, tätä yleensä pyritään välttämään. Jos ulkonäöllä ei ole väliä voidaan valitulla muotin puolisuudella suuresti vaikuttaa mm. sovitustuotteiden toleransseihin / tarkkuuksiin esimerkiksi kuljetuspaaleissa tms..

-Muovausprosessilla vaikuttaminen tuotteeseen:

- kuplan puhallus
- lämpötila ( muotti/ muovi )
- muovin paksuus
- painimet
- jäähdytys / jigitys



Alipainemuovaukseen ja osan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä:

-Tuotteen/muotin negatiiviset päästökulmat tai päästöttömät alueet:

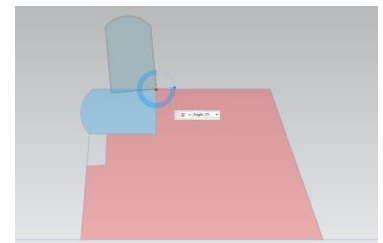
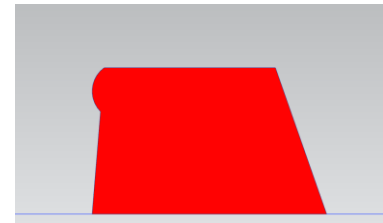
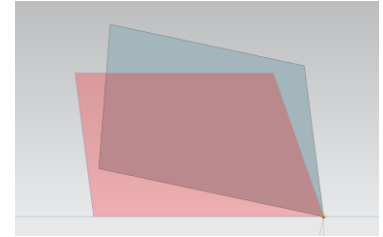
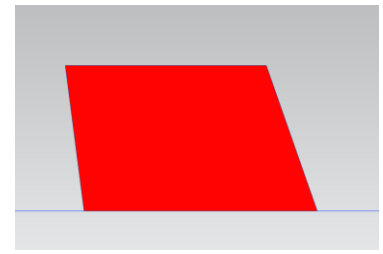
Joissain tuotteissa voi olla välttämätöntä toteuttaa päästöttömiä alueita tai jopa negatiivisia / vastapäästöisiä detaljeja:

Tuotteessa/muotissa VOI järkevissä rajoissa olla ”nollapäästöjä” tai liki pystysuoria seinämiä, kunhan..

-nollapäästöt eivät ole liian isoilla alueilla, ja / tai vastapuolella on päästöllisiä alueita, jotka sallivat muovi-osan liukua irti. Samaten muotin viimeistelytasolla ko. alueissa on merkitystä kuten hyvällä irti puhalluksella. Samaten, jos mahdollista voi yrittää välttää muita jäykistäviä muotoja ongelma-alueiden lähistöllä, jolloin muovi pääsee paremmin taipumaan/irtoamaan muotin päältä.

-tuotteessa/muotissa VOI olla negatiivisuuksia mm. seuraavilla tavoilla toteutettuna :

- negatiivisuudet ovat pieniä, esim ”nystyjä” tms
- negatiivisuudet kompensoidaan ”päästävillä” alueilla toisaalla.
- negatiivisuudet toteutetaan liikkuvilla osilla/ saranoiduilla osilla, jopa kokonaan ”keikkaavalla ” muotilla (kevyet muotit).





## Alipainemuovaukseen ja osan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä:

### -Isot laakeat alueet

- pystyykö tekemään jäykistäviä muotoja?
- voiko muottiin lisätä jäykistäviä muotoja osan ulkopuolelle?
- pystyykö lisäämään kuperuutta tms? Pienikin kuperuus auttaa.

### -laajat ”liian isot” kappaleet , ratkaisuja niihin:

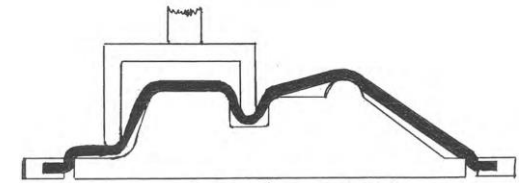
- voiko pienentää
- voiko jakaa osiin, miten? Puskusauma, limisauma

-”liian isot” muotit ( valutekniikan/ koneistuksen/ muovauskoneiden rajoitukset): niiden paloittelu ja jatkopaikkojen häivyttäminen

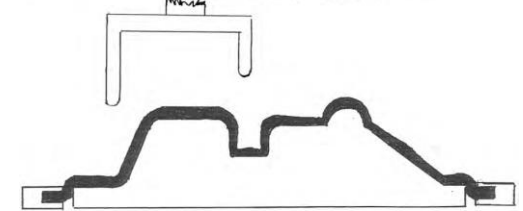
- Ongelmia muodoissa: Pystyykö vaikuttamaan kuplalla / painimella



Straight Drape Forming

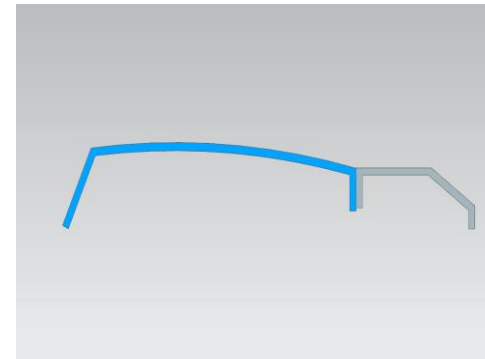
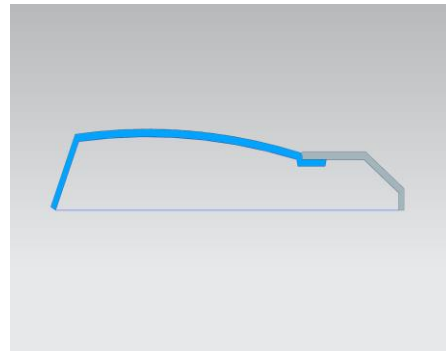
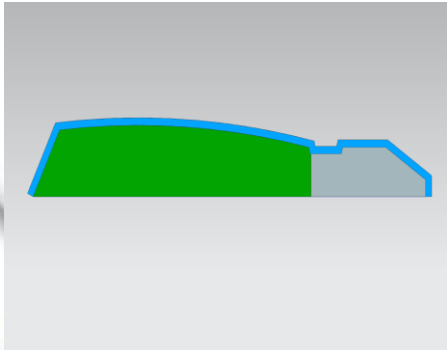


Plug Assist Forming - Plug Extended



PLUG ASSIST FORMING

Figure 2

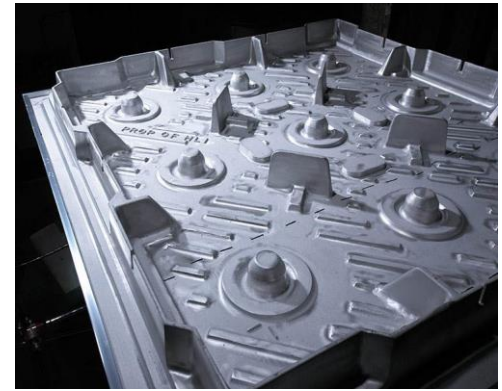


## Alipainemuovaukseen ja osan suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä:

### -Muotin materiaali:

- ”protomuotit” , vaneri, mdf, ”muovipuu” ,
- valettu alumiini ( valumalli tarvitaan )
- koneistettu alumiini
- Epoksi/ Uretaani ja niiden täytteet esim alumiinijauhe

### -Muotin pintakäsittely / yleensä jää piiloon kappaleessa..









valumalli



Muotti temperoinnilla



muovattu tuote



## Muotti temperoinnilla



valumalli



valumalli



muovattu tuote