

NOVE TEHNOLOGIJE NA PODROČJU BRIZGANJA PLASTIKE

Matija OBOLNAR

HELLA SATURNUS SLOVENIJA d.o.o.

IZVLEČEK

Trendi, ki jih postavlja sodobna avtomobilska industrija, pogosto predstavljajo velik izziv za dobavitelje plastičnih komponent. Pojavljajo se zahteve po produktih vse večjih dimenzij ter kompleksnejših oblik in to preko meje izvedljivega s tehnologijami, ki so do sedaj veljale kot klasične v tovrstni panogi.

Kot omenjeno, brizgani izdelki postajajo veliki, pogosto spremenljivih debelin ali pa njihova oblika postaja zelo kompleksna. Pojavljajo se tudi visoke zahteve po raznih efektih dekorativne narave. Poleg izzivov pri brizganju, pa velikost in kompleksnost produktov predstavljata tudi izziv za nadaljnjo obdelavo. Nenazadnje je potrebno izpostaviti še ekonomičnost, saj kljub vsemu omenjenemu še vedno ostaja prisotna težnja po čim hitrejši in čim bolj ekonomični proizvodnji.

V prispevku so predstavljene nove tehnologije na področju brizganja plastike, ki so nujne za premagovanje zgoraj navedenih izzivov. Dve izmed teh sta injekcijsko kompresijsko brizganje in brizganje s folijami. Prva omogoča proizvodnjo produktov večjih dimenzij, z drugo pa lahko dosegamo kompleksnejše vizualne ali dodatne funkcionalne učinke. V obeh primerih je smiselna ali celo nujna implementacija kaskadnega brizganja z nadzorom odpiranja toplih šob. Ko govorimo o ekonomičnosti procesa pa se prispevek dotakne tudi dinamičnega gretja/hlajenja ter orodij sistema "family".

1 UVOD

S prihodom električnih avtomobilov in razvojem avtomobilov za avtonomno vožnjo, avtomobil poleg funkcije prevoza pridobiva še ogromno drugih funkcij. Avtomobil postaja oglasni medij, saj bo uporabljen za prikazovanje reklamnih sporočil. Zaradi tega bodo v zunanje komponente avtomobila vgrajeni LCD ekrani.



Slika 1: Koncept avtonomnega vozila Toyota [1]

Avtomobili za avtonomno vožnjo bodo opremljeni s kamerami in LCD ekrani, preko katerih bodo pešcem sporočali njihov namen.

Prav tako avtomobil postaja sredstvo za razvajanje. Notranjost avtomobila postaja razkošna, z najrazličnejšimi pripomočki potnikom. Avtomobil lahko primerjamo z mobitelom. Osnovna funkcionalnost avtomobila, prevoz potnikov, postaja le del ponudbe avtomobila. Avtomobil postaja dnevna soba, pisarna, prostor za druženje, itd. Zaradi potreb trga prihaja do velikih premikov tudi na področju brizganja plastike. Novi produkti zahtevajo razvoj novih materialov in tehnologij. Opisal bom nekaj tehnologij, s katerimi se srečujemo v podjetju Hella Saturnus Slovenija d.o.o..



Slika 2: Koncept avtonomnega vozila Smart [2]

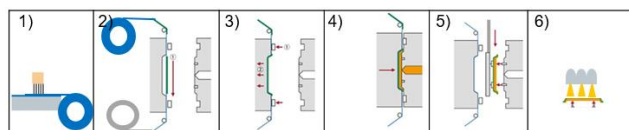
2 BRIZGANJE FOLIJ

Uporaba dekorativnih folij v avtomobilski industriji se je začela na izdelkih v notranjosti avtomobila. Sprva je bil glavni namen folij zgolj dekorativna poživitev avtomobila. Z razvojem folij in tehnologij za njihovo izdelavo so se folije začele uporabljati tudi na izdelkih, kateri imajo poleg dekorativnega namena tudi funkcionalni namen. V tem primeru govorimo o raznih tipkah ali ploščah, katere v celoti ali delno presevajajo svetlobo. S tem se je notranjost avtomobila zelo spremenila. Ko lučke za označitev vklopljene funkcije ne gorijo, imajo plošče videz črne barve, ko pa se prižgejo, se opazi le napis funkcije. V notranjosti avtomobila uporabo dekorativnih folij najdemo v števcih, dekorativnih ploščah, svetilkah za razsvetljavo notranjosti avtomobila in ostalih dekorativnih delih. Primer folije, ki ima funkcijski namen, je grelna folija. Ta je nosilni del električnega grelnika.

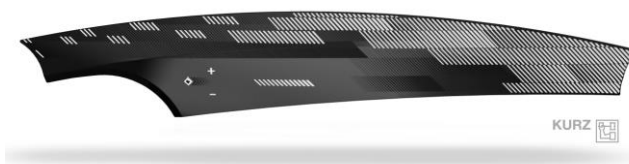
Pri uporabi folij so se razvile različne tehnologije, kot so IMD (In Mould Decoration), IML (In Mould Labelling), FIM (Film Insert Moulding) in kombinacija dveh. Vsaka tehnologija ima svoje prednosti in slabosti in se uporablja glede na zahteve izdelka.

2.1 Tehnologija IMD (In Mould Decoration)

Pri tej tehnologiji gre za prenos inka iz folije na brizgani izdelek. Folija je izdelana iz nosilnega dela in potiskanega dela. Folija je neskončne dolžine in je navita na kolut. Brizgalni stroj je opremljen z napravo za podajanje folije. Folija teče med brizgalno in izmetalno stranjo orodja. Ko se orodje zapre, je potrebno folijo fiksirati. To se naredi s pomočjo mehanskega pritiska po obodu in s pomočjo vakuuma po površini gravure. Folija se prilagodi obliki gravure in sledi brizganje nosilnega dela izdelka. Ko se orodje odpre, se folija premakne za eno delitev. Odvzetemu izdelku iz orodja sledi utrjevanje površine, z namenom povečanja odpornosti na praske. Tehnologija je primerna za 2D in 2,5D izdelke. Za bolj kompleksne izdelke, velikih globin in majhnih kotov ta tehnologija ni primerna. Glede ekonomičnosti, je uporaba IMD tehnologije smiselna le v primeru velikih količin.



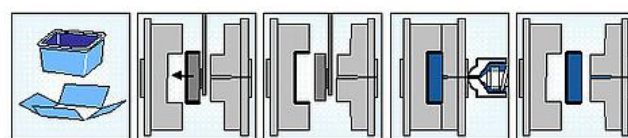
Slika 3: Prikaz procesa brizganja s folijo, s tehnologijo IMD [3]



Slika 4: Izdelek izdelan s tehnologijo IMD [4]

2.2 Tehnologija IML (In Mould Labelling)

Ta tehnologija se uporablja pretežno v embalažni industriji, pri izdelavi tankostenske embalaže. Osnovno folijo se potiska in natančno obreže. Vloži se jo v orodje. V orodju se jo fiksira s pomočjo statične elektrike ali pa vakuuma. Sledi brizganje tankoslojnega nosilnega izdelka in izvzame iz orodja. Ker se ta tehnologija uporablja v embalažni industriji, kjer so časi ciklov zelo kratki, je potrebna uporaba avtomatizacije, da se zagotovi maksimalna izraba časa.



Slika 5: Prikaz procesa brizganja s folijo, s tehnologijo IML [5]



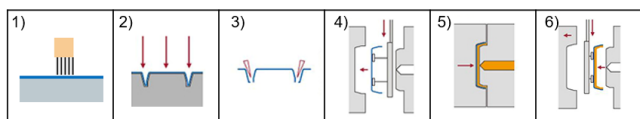
Slika 6: Vedro izdelano po postopku IML [6]

2.3 Tehnologija FIM (Film Insert Moulding)

Ta tehnologija je primerna za izdelavo izdelkov bolj zahtevnih oblik. Ker je folija pred-oblikovana, so izdelki lahko bolj globoki in imajo manjše snemalne kote. Še vedno pa ostajajo določene omejitve, katere je potrebno upoštevati

pri konstruiranju izdelkov, za uporabo folij. Folije so kemično in mehansko bolj odporne, hkrati pa omogočajo izgled teksture in »soft touch-a«.

Na osnovno folijo se natiska fleksibilen ink. Sledi pred-oblikovanje folije s tehnologijo »termo-oblikovanja« ali pa s tehnologijo »visokotlačnega oblikovanja«. Sledi utrjevanje površine in obrez. Tako pred-pripravljeno 3D folijo vstavimo v orodje, kjer jo ustrezno pozicioniramo in fiksiramo. To običajno naredimo s pomočjo vakuuma. Sledi brizganje nosilnega dela izdelka in odvzemanje iz orodja. Tako dobimo končen izdelek, ki ga po potrebi še površinsko utrdimo.

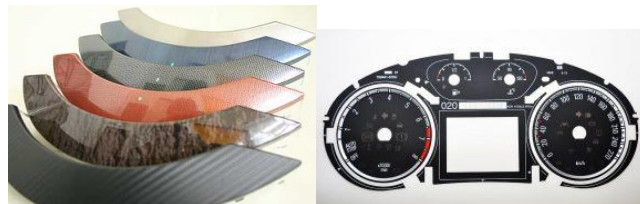


Slika 6: Prikaz procesa brizganja s folijo, s tehnologijo FIM [3]

FIM tehnologija omogoča, da jo uporabimo tudi na izdelkih za zunanost avtomobila. Da zagotovimo dolgo življenjsko dobo in funkcionalnost izdelka, je potrebno take izdelke zaščititi pred zunanjimi vplivi, kot so UV svetloba, odpornost na površinske praske ter na odpornost kemikalij. Zato se take izdelke zaščiti s prozornimi laki, ki to omogočajo. V Helli to tehnologijo uporabljamo tako za izdelavo izdelkov za notranjost, kakor tudi za zunanost avtomobila.

Poleg same folije, je potrebno poznati tudi posebnosti na področju izdelave orodja za brizganje ter procesa brizganja in s tem povezano strojno opremo. Brizganje izdelkov z uporabo tehnologije FIM je zelo specifično. Folija mora biti pravilne oblike in natančno obrezana. Končni obrez folije mora biti določen na osnovi optimizacije procesa brizganja skupaj s folijo. Folija se med procesom brizganja razteza in guba, kar prispeva h končni obliki in dimenziji folije. V primeru, da imamo zunanje robove izdelka vidne, je potrebna prilagoditev obreza zunanje oblike. Ker je dekorativna folija izdelana s postopkom nanosa inka, se med brizganjem lahko zgodi, da talina ink odplakne in tako nastane dekorativna napaka. Da se temu ognemo, je potrebna optimizacija procesa brizganja. V skrajnem primeru je potrebno najti tudi dodatno rešitev v orodju ali pa na sami foliji. Lahko bi se celo

zgodilo, da bi bilo potrebno korenito spremeniti konstrukcijo izdelka, kar pa ima neposreden vpliv na sam izgled. Ker je to resnično zadnja opcija, lahko da pa tudi ne, moramo vse napore usmeriti v optimizacijo procesa brizganja in orodja. Do tega znanja lahko pridemo le s preizkušanjem. V primeru zahtevnejših projektov, ali pa v primeru, da nimamo dovolj znanja in izkušenj, je nujno potrebno izdelati prototipno orodje (ki je na las podobno serijskemu) in začeti s testiranjem in optimizacijo. Vzporedno pa poteka razvoj končnega izdelka. Ker je nosilni del izdelka skrit za dekorativno folijo, obstaja možnost, da se uporabi reciklirani material ali pa tehnologija MuCell, ki omogoča manjšo porabo materiala in hkrati lažji izdelek.

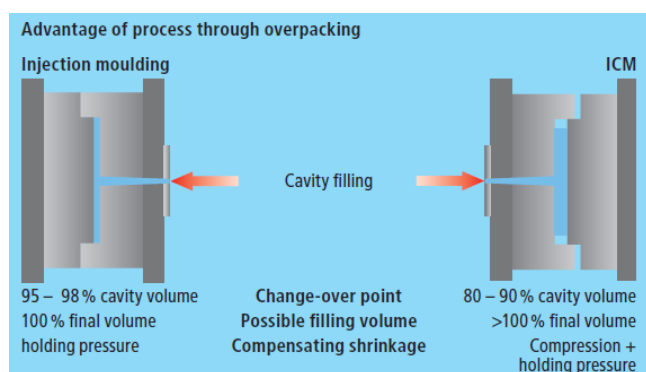


Slika 7: Izdelki izdelani s tehnologijo FIM [7, 8]

3 INJEKCIJSKO KOMPRESIJSKO BRIZGANJE

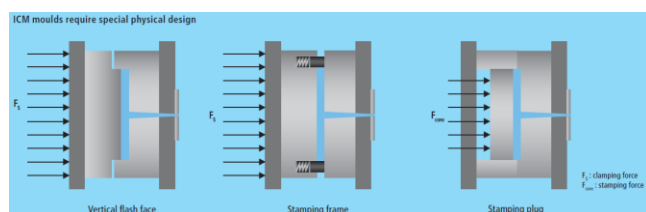
Kompresijsko brizganje je že dolgo poznana tehnologija, ki pa se vse bolj uporablja. Uporabna je v primeru brizganja debelostenskih izdelkov ali pa v primeru brizganja izdelkov spremenljivih debelin. Zaradi svojih prednosti se lahko uporablja tudi za brizganje navidezno enostavnih izdelkov. Prednosti kompresijskega brizganja so: manjši tlaki brizganja in posledično manjše notranje napetosti v izdelku, enakomerno porazdeljeni tlaki taline v orodju in uporaba višjih naknadnih tlakov. Naknadni tlak ustvarimo preko zapiralne sile stroja in je zato večji, kot preko brizgalne enote. Višji naknadni tlaki nam omogočajo izdelavo izdelkov večjih debelin, brez posedanja. To pride v poštev pri brizganju optičnih elementov, kateri morajo biti pravilnih dimenzij, da lahko zagotavljajo predvideno svetilnost. Prav tako je kompresijsko brizganje najbolj primerno v primeru spremenljivih debelin izdelka. Na ta način lahko izdelamo funkcionalne in dekorativno sprejemljive izdelke, brez posedanja. S tehnologijo kompresijskega

brizganja zagotovimo enakomernejše tlake taline v orodju. To pomeni enakomernejše krčenje izdelka in posledično manjše zvijanje. Izdelki izdelani s to tehnologijo so dimenzijsko bolj natančni, med seboj pa bolj ponovljivi. Zaradi bolj odprtega orodja v času brizganja, lahko brizgamo daljše izdelke, ne da bi za to potrebovali več dolivnih mest. Manjši tlaki v orodju pa nam dovoljujejo uporabo manjših brizgalnih strojev. S tem pa povečamo svojo konkurenčnost na trgu.



Slika 9: Prikaz procesa brizganja s tehnologijo kompresijskega brizganja [9]

Za uporabo tehnologije kompresijskega brizganja je potrebno za ta namen izdelati primerno orodje. Obstajajo različni koncepti orodij, ki so zasnovani glede na primernost in zahtevnost izdelkov.



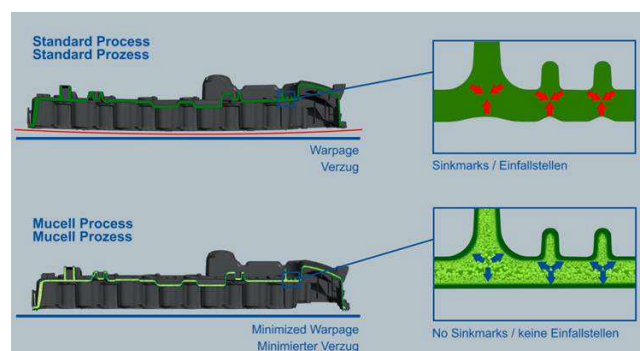
Slika 10: Različni koncepti orodja za kompresijsko brizganje [9]



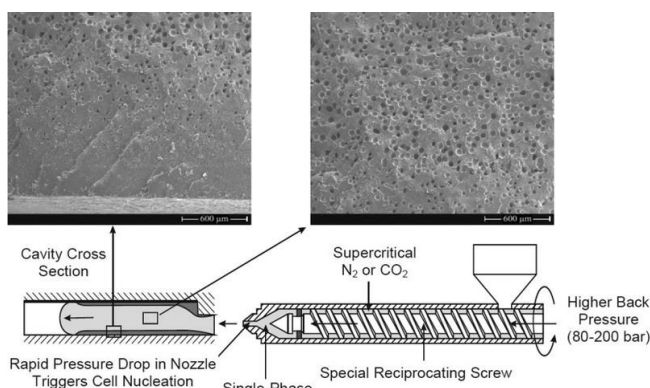
Slika 11: Primer uporabe tehnologije kompresijskega brizganja [10, 9]

4 BRIZGANJE Z UPORABO TEHNOLOGIJE PENJANJA MATERIALA (MuCell)

MuCell tehnologija je tehnologija penjenja materiala. Na pomenu je začela pridobivati predvsem v avtomobilski industriji. Znižanje osnovne mase vozila pomeni manj potrebne energije za njegovo premikanje. Poleg direktnega prihranka energije za vožnjo, so tu še indirektni prihranki energije za izdelavo izdelka, vključno s predhodnimi procesi, manj porabe osnovnih surovin in nenazadnje okoljski vidik. Le-ta vsako leto bolj pridobiva na pomenu. Glavni proizvajalci avtomobilov se zelo dobro zavedajo pomena vzdržnega gospodarstva in vplivov na okolje. MuCell tehnologija omogoča izdelavo plastičnih izdelkov nižjih mas v primerjavi s klasičnim brizganjem. MuCell tehnologija je po domače penjenje termoplastičnega materiala. V talini enakomerno nastale pore, kot posledica ekspaniranega plina, omogočajo manjšo porabo termoplastičnega materiala. Poleg znižanja mase izdelka imamo prihranek na času cikla, saj naknadni tlak ni več potreben. Brizganje s tehnologijo MuCell omogoča nižje tlake brizganja, kar se odraža na boljši dimenzijski stabilnosti izdelkov in manjši zapiralni sili orodja. Zaradi tega lahko enak izdelek brizgamo na manjšem brizgalnem stroju in tako povečamo svojo konkurenčnost. Obstaja še nekaj praktičnih prednosti, in sicer, da lahko damo dolivno mesto na tanjši del izdelka, lahko imamo variabilno debelino stene in rebra so lahko do 90% osnovne debeline stene.



Slika 12: Primerjava med standarnim procesom in MuCell procesom brizganja [11]



Slika 13: Presek izdelka odbrizganega z MuCell tehnologijo [12]

Pri tehnologiji MuCell se uporabljata plina CO_2 ali N_2 . Za brizganje se lahko uporabi standardni brizgalni stroj, katerega se dodatno opremi z enoto za pripravo in dovajanje plina v brizgalno enoto. Dušik se dovaja v brizgalno enoto pod visokim tlakom. Za pripravo taline se uporablja polž posebne oblike. Cilinder mora imeti zaporno šobo, ki se odpre le v času brizganja. Drugače pa je zaprta, da zagotavlja tesnjenje cilindra, ki je pod visokim tlakom. Z brizgalno enoto, pod visokim tlakom, brizgnemo mešanico taline in plina v orodje. Ko pride do padca tlaka, mešanica taline in plina ekspandira in zapolni gravuro.

Na površini orodja se ustvari gladka plast, v notranjosti debeline pa je penjeno jedro. Izdelki, odbrizgani z MuCell tehnologijo, so dekorativno slabši. Površina izdelka je lisasta in ni primerna za dekorativne izdelke. Lahko pa to tehnologijo uporabimo v primeru brizganja dekorativnih folij, kjer se lisasta površina skriva za folijo. Izgled površine lahko izboljšamo s pomočjo tehnologije dinamičnega gretja in hlajenja orodja.

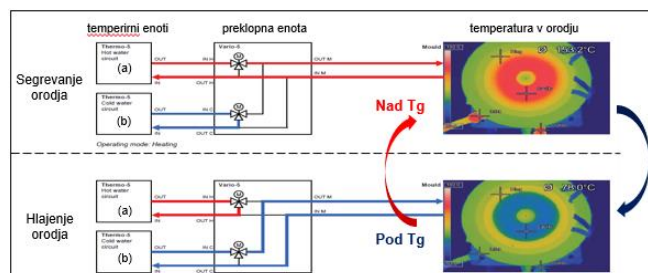
V osnovi lahko uporabimo orodje, ki je izdelano za klasičen način brizganja. Če pa želimo kar najbolje izkoristiti prednosti tehnologije MuCell, pa je potrebno posvetiti pozornost konstrukciji izdelka, izdelavi MoldFlow analiz in pravih konstrukcijskih rešitvah v orodju.

5 DINAMIČNO GRETJE IN HLAJENJE ORODIJ

Dinamično gretje in hlajenje orodja oziroma t.i. variotherm je sistem, ki omogoča spreminjanje temperature orodja med samim ciklom brizganja. Dinamično gretje in hlajenje orodij se pretežno

uporablja za izboljšanje kvalitete površine izdelka in za skrajševanje časa cikla. Pripomore pa tudi k boljši dimenzijski stabilnosti izdelka. S pomočjo dinamičnega gretja in hlajenja orodja, na površini izdelka lahko odpravimo hladne spoje, linije tečenja in učinek gramofonske plošče. Dekorativnim izdelkom lahko tudi povečamo briljantnost. Primerno je za izdelke z večjimi prehodi debelin, luknjami in visokimi rebri. Pri izdelkih večjih debelin, pa s pomočjo dinamičnega gretja in hlajenja orodja, bistveno skrajšamo čas hlajenja.

Obstaja več različnih sistemov dinamičnega temperiranja orodja, kot so: z uporabo vode, pare ali pa električnega segrevanja v kombinaciji s hladno vodo. Na tem mestu bomo pogledali sistem VODA-VODA. Pri tem sistemu se uporabljata dve temperirni enoti. Ena za vročo vodo in druga za hladno vodo. S pomočjo preklopne enote sistem v orodje dovaja vročo vodo (a) ali hladno vodo (b). Posledično sistem zagotavlja višjo ali nižjo temperaturo površine orodja. Da v fazi polnjenja gravure dosežemo učinek višje temperature orodja, tega segrejemo nad temperaturo steklastega prehoda, T_g .



Slika 14: Shematski prikaz principa dinamičnega gretja in hlajenja

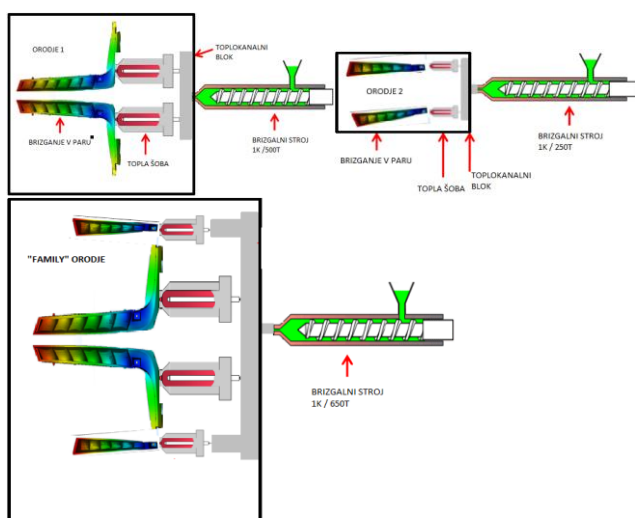
Sistem je učinkovit v kombinaciji s konformnim hlajenjem orodja. V tem primeru so hladilni kanali izdelani blizu površine orodja, kar ima za posledico učinkovito odzivanje temperaturnih sprememb na površini orodja.

6 »FAMILY« ORODJA

Nenehno zniževanje cen izdelkov nas sili v iskanje inovativnih rešitev glede zniževanja proizvodnih stroškov. Ena od možnosti je tudi združevanje več različnih izdelkov v eno orodje.

Pri tem moramo dobro preveriti ali je to mogoče, oziroma na kakšen način je možno izdelati izdelek zahtevane kvalitete. Upoštevati moramo plastičen material, razliko v velikosti posameznih izdelkov, zahteve izdelkov, odvzemanje izdelkov iz orodja in rokovanje z njimi. Preveriti moramo izvedljivost orodja za brizganje in ga izdelati glede na potrebe izdelkov.

Z združevanjem več izdelkov v eno orodje se znebimo enega orodja. To pomeni znižanje stroškov za orodja. Zaradi združevanja je »family« orodje večje, zaradi česar običajno potrebujemo večji brizgalni stroj. Kljub temu pa izračuni dokazujejo, da je proizvodna cena izdelka nižja.



Slika 15: Prikaz dveh posamičnih orodij in »family« orodja

7 SKLEP

V avtomobilski industriji se trendi zelo hitro spreminjajo. S prihodom električnih vozil so se pojavili novi izdelki, ki zahtevajo uporabo novih tehnologij. Nekateri od teh tehnologij so na trgu že poznane in preizkušene, druge pa se šele razvijajo. Če želimo biti konkurenčni, moramo poznati najširši krog tehnologij in imeti konkretne izkušnje. Zato je zelo pomembno, da spremljamo trende in skupaj z dobavitelji razvijamo nove tehnologije in strojno opremo. Le na ta način smo, kot podjetje, vedno v ospredju in smo zmožni pridobivati projekte ki so prvi te vrste. Ves čas pa je potrebno iskati potencialne za optimizacijo procesov in s tem povezanih stroškov. Da smo lahko konkurenčni, moramo

kupcu ponuditi znanje, izkušnje in kvaliteten izdelek po sprejemljivi ceni. V Helli se tega zavedamo, zato vlagamo veliko napora v razvoj novih tehnologij in opreme.

Viri:

- [1] Avtonomno vozilo Toyota LQ (<https://www.dezeen.com/tag/driverless-vehicles/>)
- [2] Avtonomno vozilo Smart (https://www.researchgate.net/figure/The-autonomous-car-is-communicating-with-pedestrians-at-a-crosswalk-indicating-that-it-is_fig1_325464281)
- [3] Proces brizganja s folijo, s tehnologijo IMD (<https://www.nissha.com/english/products/allproducts/process.html>)
- [4] Izdelek izdelan s tehnologijo IMD (<https://www.pressebox.com/pressrelease/leonhard-kurz-stiftung-co-kg/Concept-door-trim-in-speed-racer-design/boxid/924765>)
- [5] Proces brizganja s folijo, s tehnologijo IML (<https://sumitomo-shi-demag.co.uk/processes/impl.html>)
- [6] Vedro izdelano po postopku IML (https://www.google.com/search?q=jupol&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewjoo8GCy8HwAhUFD-wKHUAEB9YQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1200&bih=780#imgrc=XFbuHIjz6tABaM)
- [7] Izdelki izdelani s tehnologijo FIM (<https://en.nc-net.com/company/49341/product/detail/8684/>)
- [8] Pröll: Automotive Interior – Speedometers/Dials, Invasive Inks & Functional Lacquers, 2018, str. 7.
- [9] Demag: Injection Compression Moulding, brošura, str. 3-7
- [10] PMMA glazing streha avtomobila (https://res.cloudinary.com/sternwald-systems/raw/upload/v1/hugoprdr/ARTIKEL_ATTACH/00244308_9F68AC0AA2CB/74fa16765cadb1a99c4e10e12efca93218b7dcfa/KUint_2014_11_Keeping-a-Clear-View.pdf)
- [11] Trexel: MuCell Foam Injection Moulding, brošura, str. 18
- [12] Trexel: MuCell Injection Moulding: Unique Process Solutions for Light Weighting Plastic Parts