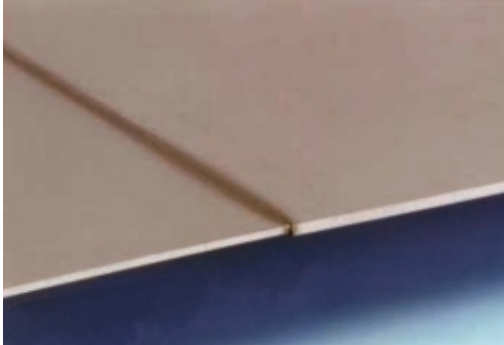


## **Izrada cijevi i profila**

Zadnjih dvadesetak godina u različitim granama industrije zabilježene su znatne inovacije iz područja izrade novih materijala i područja njihovog oblikovanja u svrsishodne proizvode. Te inovacije uglavnom su rezultati istraživanja razvojnih timova velikih svjetskih proizvođača, a samo ponekad su plod slučajnih otkrića. Neki materijali poznati su dulje vrijeme, ali tehnologija njihove izrade i prerade nije bila na dovoljnom stupnju razvoja za njihovu komercijalnu uporabu. Tako je npr. sa sitnozrnatim čelicima povišene čvrstoće koji su poznati dulje vrijeme, ali se tek odnedavno primjenjuju za izradu lakih profila i limova za različita područja uporabe.

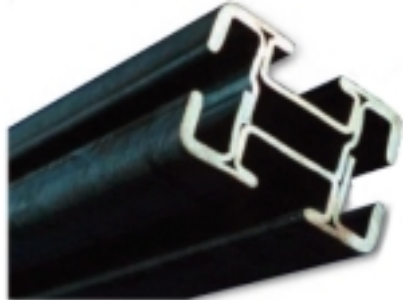
### **Novi postupci izrade limova i profila**

Da bi dijelovi limenih konstrukcija bili što laganiji, a da bi istodobno zadovoljili čvrstoću konstrukcije oni se proizvode iz krojenih limova (tailored blanks) izrađenih iz sitnozrnatih čelika povišene čvrstoće. Ti se limovi primjenjuju za izradu nadgrađa automobila, za izradu cijevi, nosača i drugih različitih profila. Ušteda na masi konstrukcije postiže se smanjenjem debljine lima i uporabom različitih debljina jednog lima ili profila (slika 1). Tako nepovoljnije opterećeni dijelovi profila mogu biti deblji, a drugi dijelovi tanji.



**Slika 1. Laserski zavar debljeg i tanjeg lima**

Tailored blanks proizvode se krojenjem i laserskim zavarivanjem različitih debljina limova povišene čvrstoće u jedan lim. Tako izrađeni limovi mogu rabiti za oplata različitih konstrukcija ili se iz njih mogu izrađivati profili i cijevi različitih presjeka (slika 2, 4, 5, 6).



**Slika 2. Složeni profil izrađen iz krojenih limova**

Profili sa slika 2, 4, 5, 6 i drugi profili iz krojenih limova proizvode se na strojevima za kontinuirano savijanje (slika 3) koji se ne razlikuju bitno od strojeva za izradu cijevi starijim postupcima. Najveća novost je laserski postupak zavarivanja koji se do nedavno nije primjenjivao u industriji proizvodnje cijevi i profila.



Slika 3. Linija za izradu profila i cijevi iz krojenih limova



Slika 4. Profili u automobilske industriji



Slika 5. Profili u građevinske industriji



Slika 6 Profili za prozore i vrata

## Novi postupci dubokog vučenja

Dodatni napredak glede čvrstoće i mase čeličnih cijevi i profila postignut je postupcima dubokog vučenja djelovanjem visokog tlaka tekućine ili plina na unutarnje ili vanjske stjenke obratka.

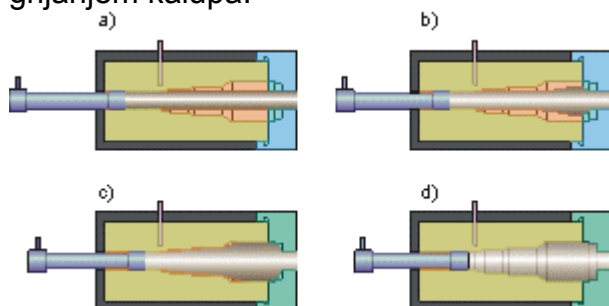
Radi se o postupcima obrade cijevi djelovanjem hidrauličnog tlaka na unutarnje stjenke cijevi (IHU<sup>1</sup>) i hidrauličnim postupcima dubokog vučenja ravnih limova (AHU<sup>2</sup>).

**IHU tehnologija** sastoji se u postavljanju cijevi u kalup i hidrauličnom tlačenju cijevi sve dok ona ne poprimi oblik kalupa. Tlakovi su do 6000 bara a za

<sup>1</sup> IHU (Innen Hochdruck – Umformung) Unutarnje visokotlačno oblikovanje

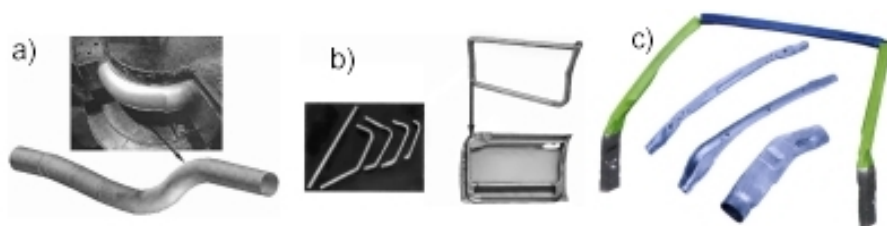
<sup>2</sup> AHU (Außen Hochdruck – Umformung) Vanjsko visokotlačno oblikovanje

vrijeme tlačenja cijev se uzdužno potiskuje (slika 7.). Za oblikovanje tankih limova umjesto hidraulične tekućine rabi se inertni plin, kalupi se zagrijavaju na temperaturu kovanja, a proces obrade traje 15 do 40 sek. zajedno s grijanjem kalupa.



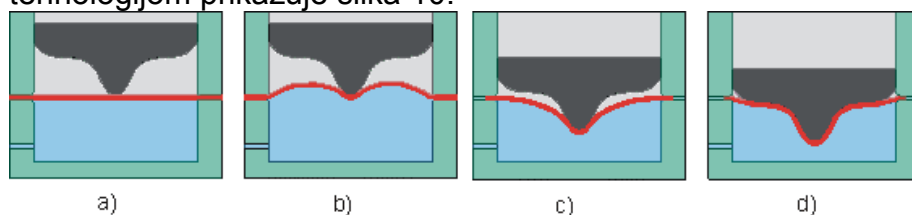
Slika 7. Princip izrade profila djelovanjem visokog tlaka na unutarnje stijenke cijevi

Ova se tehnologija primjenjuje za izradu dijelova ispušnih sustava i za izradu nosivih dijelova nadgrađa automobila kao što su: okvir vjetrobrana, okvir vrata, uzdužni nosači itd. (slika 8.). Svi dijelovi izrađeni IHU tehnologijom odlikuju se povišenom čvrstoćom, povišenom tvrdoćom i velikom otpornošću na vibracije.



Slika 8. Uporaba IHU profila a) cijev ispušnog sustava, b) okvir vrata c) profili samostalnog vjetrobrana

**AHU tehnologijom** proizvode se spremnici goriva, podovi automobila, vanjski i unutarnji dijelovi vrata dijelovi vrata i drugi dijelovi iz ravnih limova. Postupak se sastoji u namještanju platine lima i alata, predtlačenja, pomicanja alata do potrebe dubine i završnog tlačenja (slika 9.). Dijelove proizvedene AHU tehnologijom prikazuje slika 10.

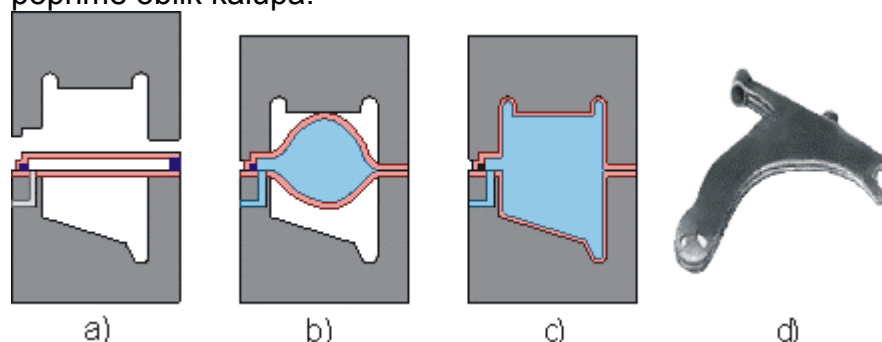


Slika 9. Duboko vučenje tlakom tekućine i vanjskim oblikovanjem; a) namještanju platine lima i namještanje alata, b) predtlačenje, c) pomicanja alata do potrebe dubine, d) završno tlačenje



Slika 10. Dijelovi proizvedeni tlakom tekućine; a) spremnik goriva, b) faza u proizvodnji vanjskog dijela vrata, c) ogledni dio za demonstraciju mogućnosti AHU tehnologije

**Proizvodnju dijelova iz dvostrukih limova** prikazuje slika 11. Dva lima potrebnih dimenzija s otvorima za tlačenje laserski se zavare po rubu i postave u dvodijelni kalup. Kad se kalup spoji uključuje se hidraulična pumpa pa tekućina ispunjava prostor između limova razvlačeći limove sve dok ne poprime oblik kalupa.



**Slika 11. Princip izrade dijelova iz dvostrukih limova hidrauličnim tlačenjem; a) postavljanje pripremljenih limova u dvodijelni kalup, b) prethodno tlačenje, c) završno tlačenje (kalibriranje) d) izradak**

Uporaba čeličnih limova povišene čvrstoće samo su jedan segment uvođenja novih materijala i novih tehnologija u cjelokupnu ljudsku djelatnost. U drugim područjima tehnike npr. genetike, biotehnologije, informatike, medicine itd., nastao je veliki broj inovacija i to kao rezultat znanstveno istraživačkog rada, a za sva ta istraživanja potrebno je stvoriti preduvjete poput:

- svjesnosti o važnosti materijala,
- obrazovanosti istraživača,
- nabavljanja opreme,
- suradnje s istraživačkim centrima u svijetu i razmjene iskustava,
- financijskih ulaganja u istraživanje.

O važnosti istraživanja novih materijala najbolje govori podatak da Njemačka godišnje iz državnog proračuna ulaže u znanstveno istraživački rad oko 380 milijuna dolara, a Amerika preko jedne milijarde dolara kao i Japan [2].

Literatura:

1. Heinrich Weber: Rollforming tailored tubes to fit custom needs, [www.metalfformingmagazine.com](http://www.metalfformingmagazine.com)
2. Tomislav Filetin: Neki trendovi razvoja i primjene materijala, [www.fsb.hr](http://www.fsb.hr)
3. Karl Kipry: Forming tube and profile blanks, [www.heatform.com](http://www.heatform.com)
4. Anonimus: NSB-New steel body for a lighter automotive body, [www.thyssenkrupp-stahl.com](http://www.thyssenkrupp-stahl.com)
5. Anonimus: Tailored tubes and section, [www.voestalpine.com](http://www.voestalpine.com)