

IZRADA STUPOVA ZA VJETROELEKTRANE

Od ideje do jeftinije električne energije

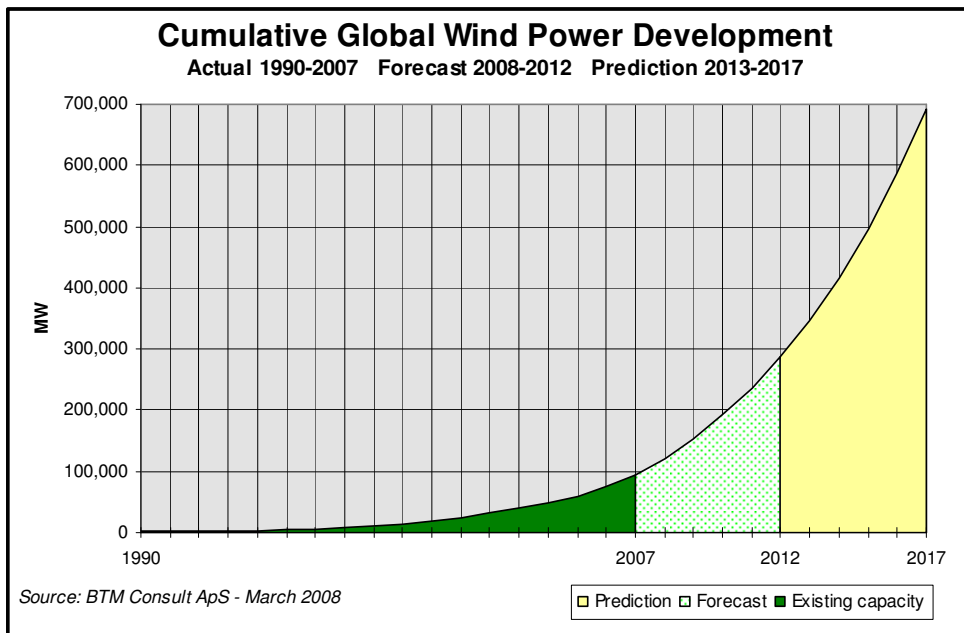
Ivo Belan, ing.
«JUŽNI PROLAZ» d.o.o., 10000 Zagreb , CMP Savica Šanci, Majstorka 3
Tel: 01/ 2456-180
Fax: 01/ 2456-179
Mob: 091/ 5144-173
E-mail: ivo.belan@zg.t-com.hr

Sažetak: *U radu je opisan cjelokupan proces izrade stupova za vjetroeletkrane bile one offshore ili onshore. Dotaknuta je priprema skošenja na limovima, savijanje i zavarivanje segmenata i spajanje kompletnog stupa.*

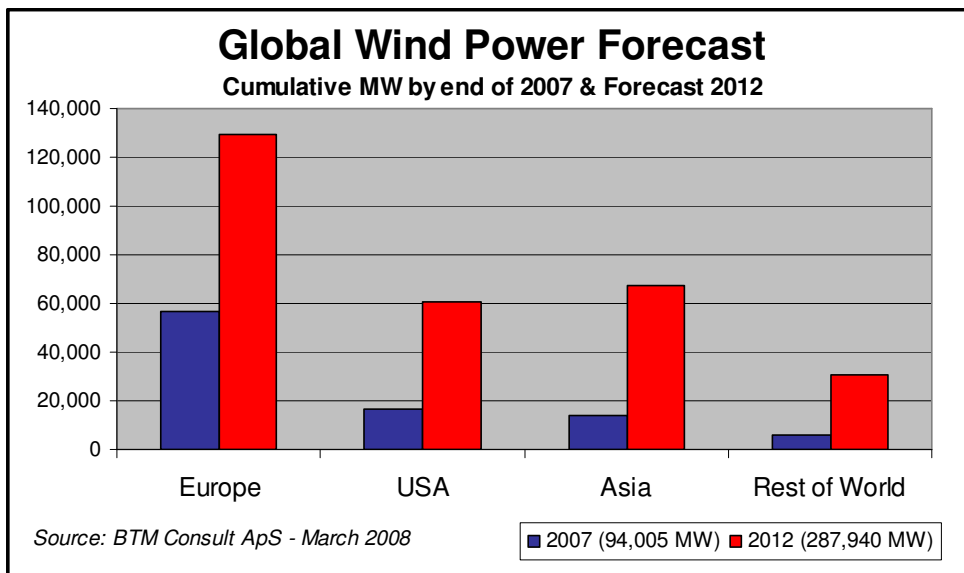
Ključne riječi: vjetroeletkrane, rezanje, savijanje EPP zavarivanje, Growing Line

1. Uvod

Obnovljivi izvori električne energije su imperativ današnjeg doba. Još otkako je svijet shvatio da se bliži kraj izvorima nafte i da je opće onečišćenje okoliša počelo utjecati na svjetsko pučanstvo, počelo se je raditi na obnovljivim izvorima električne energije. Počela se je iskorištavati energija vjetra, sunca, valova itd. Kao jedan od izvora za velikom iskoristivošću se je nametnula snaga vjetra. Tako je unazad par godina drastično porastao broj vjetroelektrana u svijetu. Slijedeća tabela prikazuje procijenjenu količinu energije dobivenu preko energije vjetra do 2017:



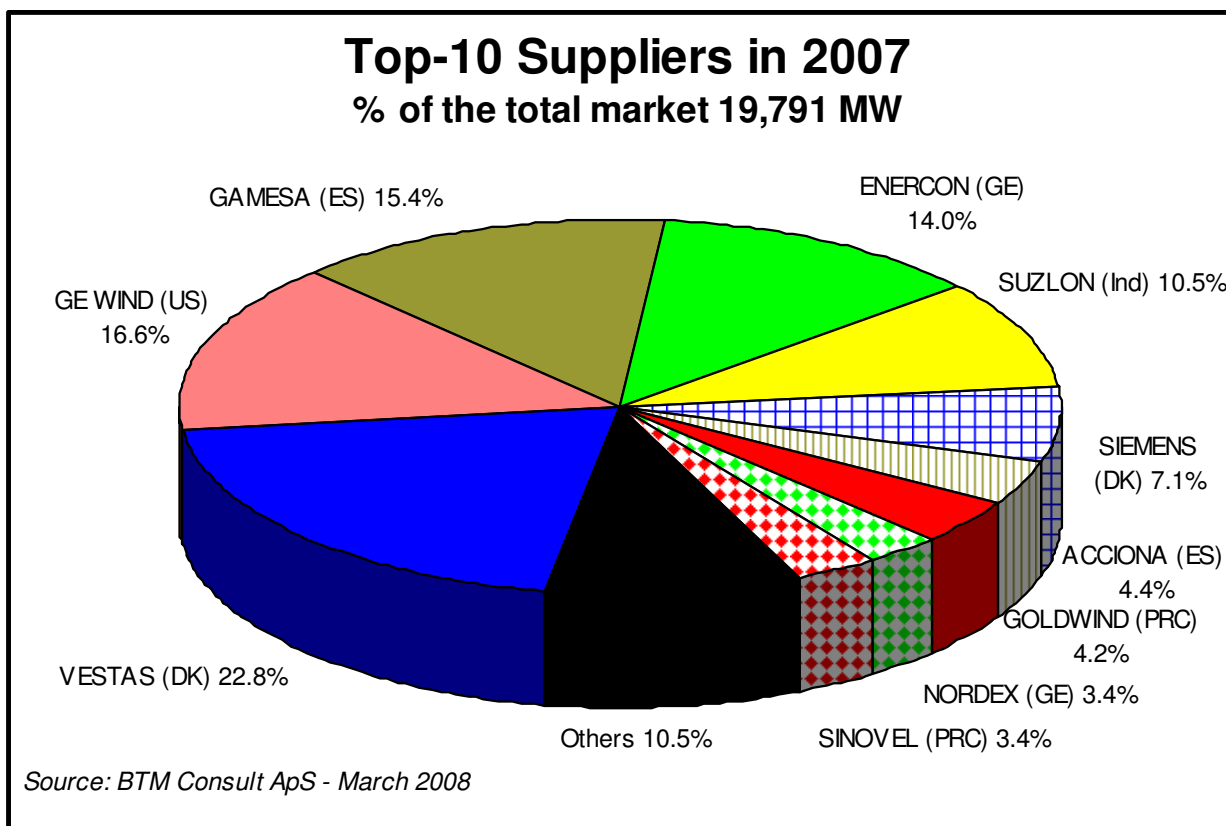
Slika 1.



Slika 2.

Kroz primjer Italije ćemo pokazati porast ovoga tipa proizvodnje energije. Trenutni kapacitet Italije je 4850 MW dok je 2008. bio 3700 MW. To iznosi 8 % ukupne proizvodnje energije u Italiji. Cilj je da do 2020. Taj postotak naraste na 17 %. Ukupni kapacitet energije dobivene na ovakav način u Evropi je 73,4 GW.

Kao najveće proizvođače vjetroelektrana u svijetu možemo navesti:



Slika 3.

2. Tehnologija izrade stupova za vjetroelektrane

2.1 Općenito o materijalu

Materijali koji se najčešće koriste kod izrade stupova imaju čvrstoću 350-420 MPa. Žilavost je:

47 J na -40°C – on-shore

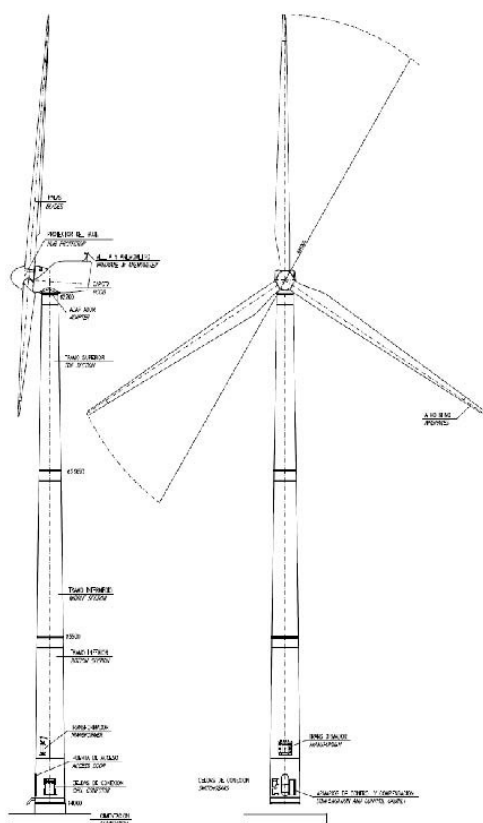
40 J na -50°C – off-shore

Debljina materijala je:

50 mm u podnožju do 8 mm na vrhu – on-shore

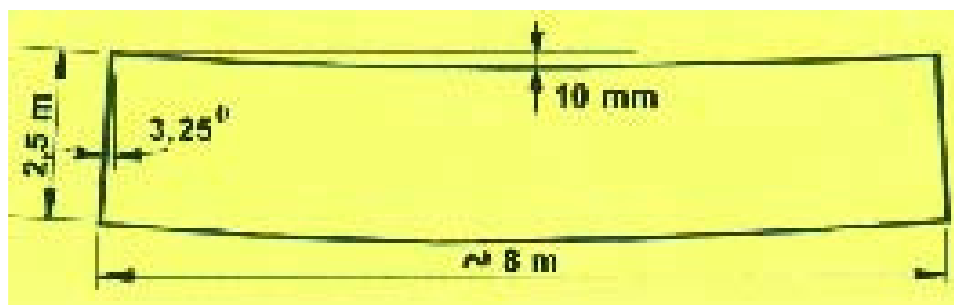
80 mm u podnožju do 10 mm na vrhu – off-shore

Potrošnja dodatnog materijala: 0,7 tona/MW – on-shore (1% čelika)
1,1 tona/MW – off-shore



Slika 4. Izgled vjetroelektrane

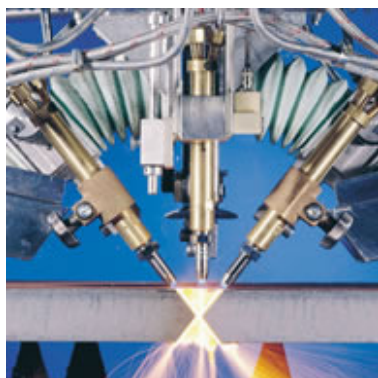
Tipične veličine limova:



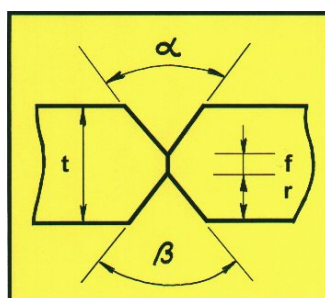
2.2 Rezanje limova i priprema skošenja

Jedan od najbitnijih segmenata izrade stupova je kvalitetna priprema limova. Ona je uvjet da tehnologija zavarivanja bude efikasna i bez naknadnih grešaka u zavaru. Kao najbolji način rezanja možemo navesti plinsko rezanje. Za rezanje se najčešće koriste glave sa tri gorionika kako bi se dobila kvalitetna priprema i kao bi se eliminirao utjecaj čovjeka kod rezanja sa malim automatima.

Tipičan izgled takve glave je:



Izgled pripreme je:



Thickness (t)	8 - 15	12 - 30	25 - 55
α	0°	60° - 70°	55° - 70°
β	0°	0°	60° - 70°
f	t	4 - 6	4 - 6
r	0	0	10 - 12

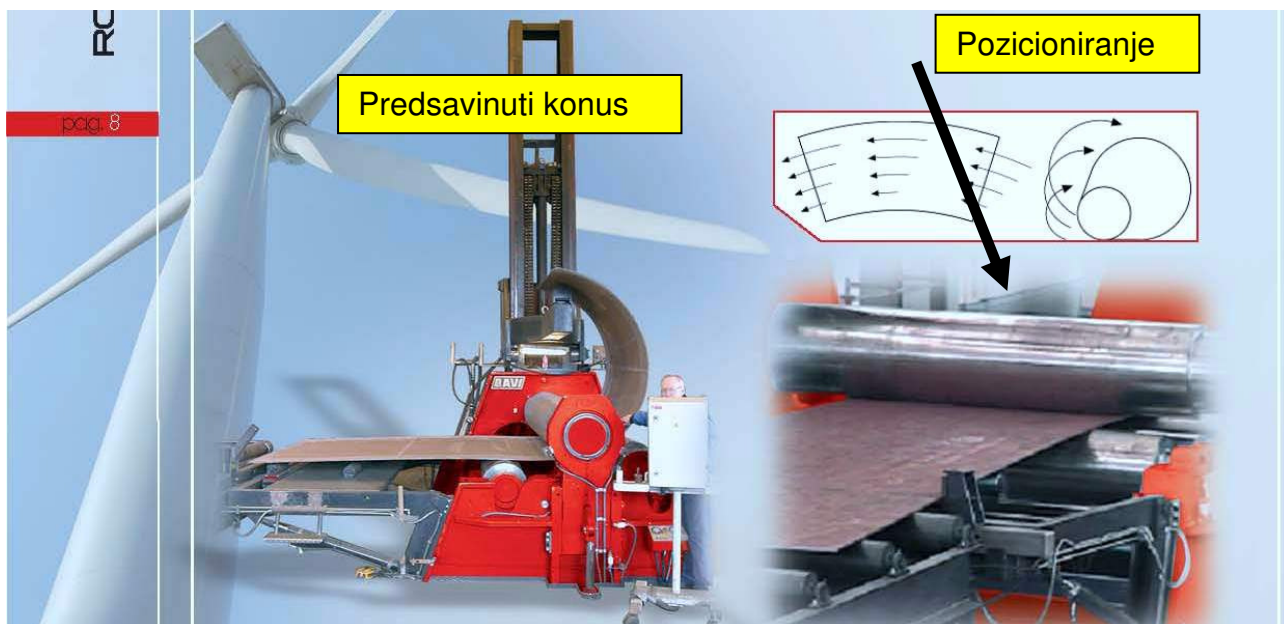
2.3 Savijanje limova u cilindričan oblik

Segmenti stupa se izvide u konusnom obliku na savijačicama koje mogu biti sa 3 i 4 valjka. 4 valjka nam omogućavaju lakše pozicioniranje lima, kvalitetnije predsavijanje i brže savijanje konusa. Na taj način dobivamo kraći ravni dio. Postupak savijanja sa dodacima za ubrzanje izrade konusa je slijedeći:

1. Postavljanje lima na podizni ulazni konvejer



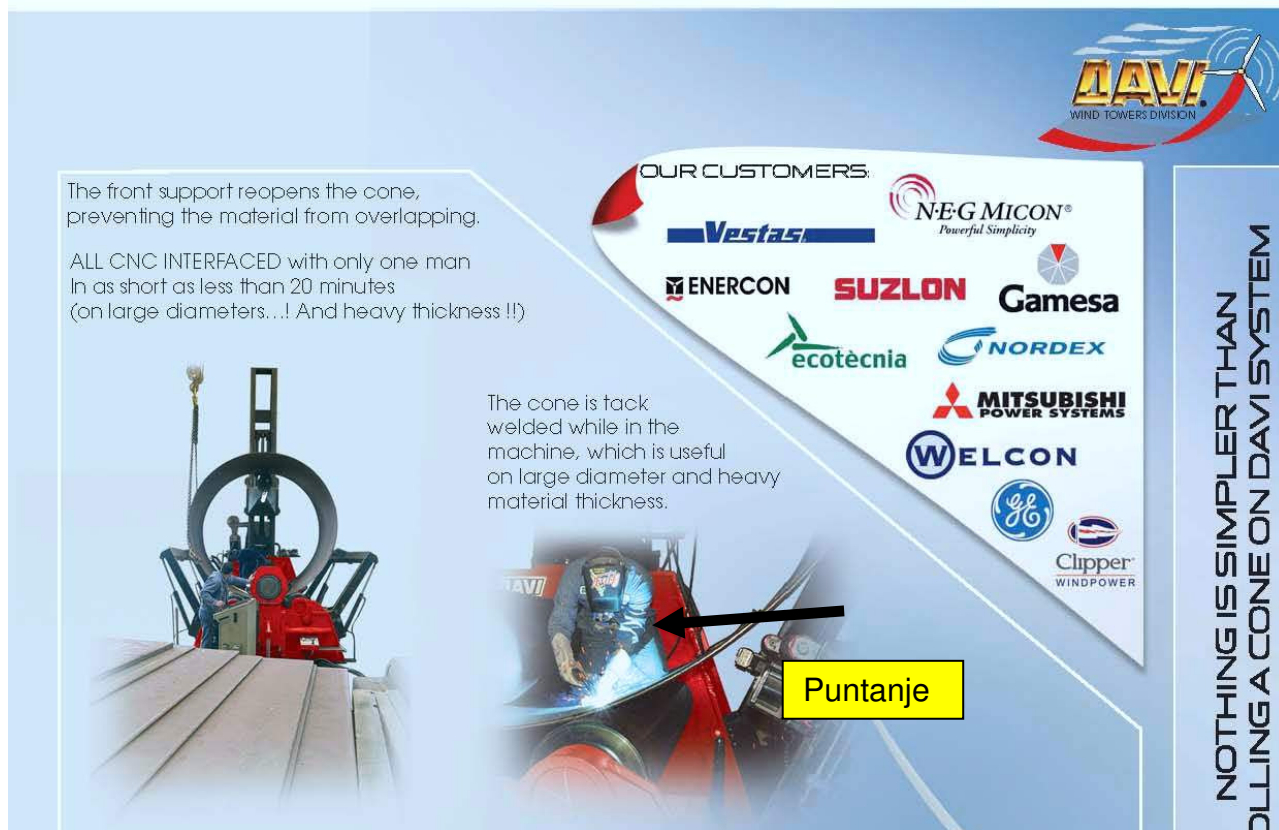
2. Pozicioniranje lima na 4. valjku i predsavijanje. Vertikalni suport pridržava tanje limove kako se ne bi deformirali u tijeku savijanja.



3. Izrada kompletnog konusa i „zatvaranje“ rubova.



4. Kontrola i „puntanje“ konusa prije vađenja iz savijačice.



The front support reopens the cone, preventing the material from overlapping.

ALL CNC INTERFACED with only one man
In as short as less than 20 minutes
(on large diameters...! And heavy thickness !!)

The cone is tack welded while in the machine, which is useful on large diameter and heavy material thickness.

OUR CUSTOMERS:

- Vestas
- ENERCON
- ecotecnia
- SUZLON
- NORDEX
- MITSUBISHI POWER SYSTEMS
- WELCON
- GE
- Clipper WINDPOWER
- NEG MICON®
- Gamesa

Puntanje

NOTHING IS SIMPLER THAN ROLLING A CONE ON DAVI SYSTEM

Najveći svjetski proizvođači vjetroelektrana koriste ovaj patentirani sistem izrade konusa, a glavni razlozi su:

Povećanje proizvodnje za 5-600%: samo 15-20 minuta za konus! (1 stup na dan)!

- DAVI High Speed Package dodaje materijal čak do maksimalnih 10-12 m/min umjesto uobičajenih 3 metra.
Konusna sekcija je formirana u samo jednom prolazu, kompletno završena spremna za zavarivanje.
- Konus je savijan u točnoj toleranciji, kako su dva ruba konusa savinuta u stroju (konusno predsavijanje), zahvaljujući Davi patentiranom Swing Guides dizajnu sa četiri valjka i guračima koji eliminiraju ravni kraj na konusima.
- Dug, skup, protok materijala i nepraktičan za ponovno savijanje (ukloniti konus, zavariti, ponovo ubaciti u savijačicu te ponovo saviti), zajedničko je svim ostalim savijačicama, nije više nužno za Davi sistem, štedeći golemu količinu novca, vremena, prostora, kašnjenja.
- Samo jedan operator (umjesto dva ili tri) može upravljati procesom uz pomoć ovog sustava (**štedeći 50 do 66% u cijeni radne snage**).
- Lim se automatski rotira za vrijeme ulaska i dobija se geometrija konusa, zahvaljujući patentiranim guračima, upravljanim uz pomoć Davi Laser Line sistema.
- User-friendly CNC (16 osi !!) Wind Towers Software Microsoft Windows interfaced
- Nema potreba za dizalicama koje bi držale konuse, fleksibilan na velikim promjerima, s kojim "Manipulator" upravlja kod velikih konusa tijekom cijelog procesa valjanja
- Bez trenja znači da nema štete na rubovima konusa

2.4 Zavarivanje konusno savijenih segmenta u konačan proizvod

Nakon što se konus savije i zapunta takav komad se postavlja na okretaljke kako bi se zavarilo uzdužni zavar (slika 5.).



Slika 5.

Sama tehnologija zavarivanja ovisi o debljini materijala i zahtjevu investitora.

Najčešći postupak zavarivanja je EPP ili zavarivanje pod praškom. Kao moguće opcije zavarivanja možemo navesti slijedeće:



- Zavarivanje s 1 žicom



- Tandem DC-AC



- Tandem DC/AC-AC

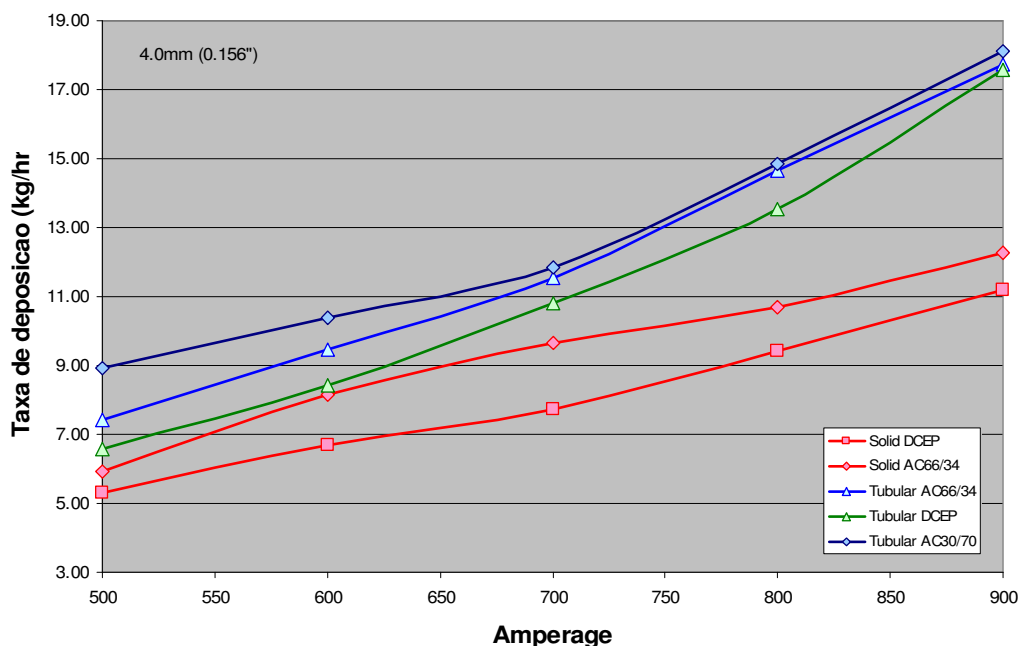
- Zavarivanje s 3 žice DC/AC-AC-AC

Vrlo je bitno kod odabira broja žica imati na pameti debljinu materijala i promjer stupa koji se zavaruje. Kod manjih promjera i korištenja 3 žice postoji mogućnost curenja taline zbog prevelikog depozita.

S obzirom da kod EPP zavarivanja govorimo o visokim parametrima zavarivanja dolazi do velikih deformacija. Kako bi smanjili te deformacije i ubrzali proces zavarivanja, koristimo patentirani postupak **AC Squerwave Balance** tj. uređaj **Summit Arc 1000** (slika 6). Ovim kontroliranim procesom odvojeno reguliramo penetraciju i depozit. Gornji dio balansa utječe na penetraciju a donji na depozit.

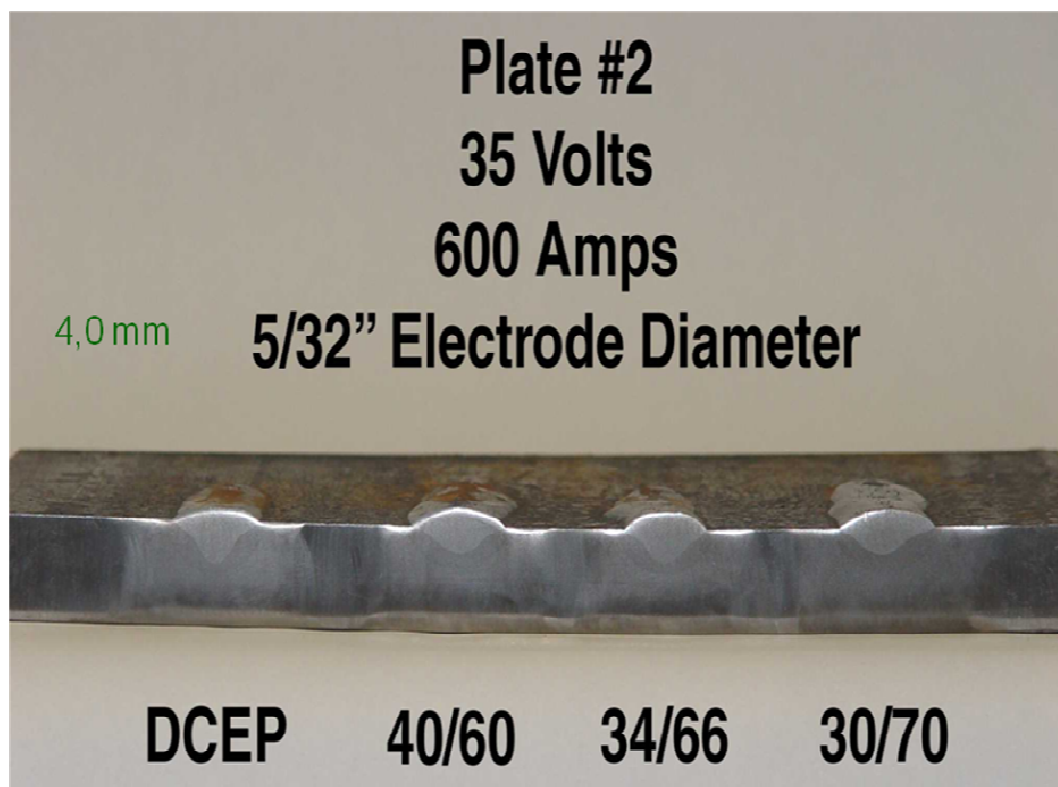


Slika 6. **Summit Arc 1250**



Slika 7.

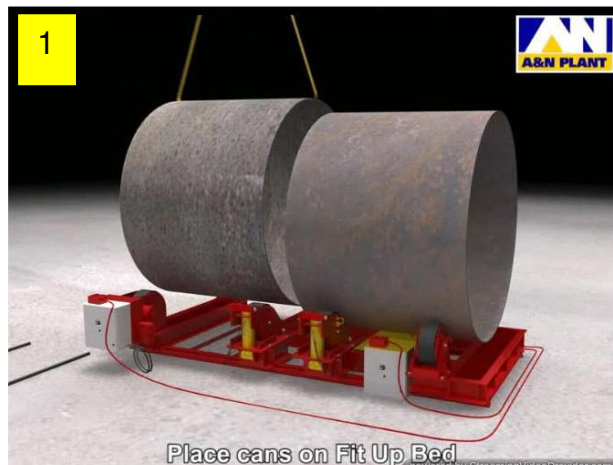
Prikaz razlike u depozitu (slika 7.) 1 žice promjera 4,0 mm. Iz priloženog se vidi da je najbolje koristiti metalom punjenu žicu u kombinaciji sa **Summit Arcom** i balansom od AC 30/70.



Slika 8.

Vrlo je bitno naglasiti da je na ovaj način penetracija niža a depozit veći (slika 8.). Automatski dobivamo i manju deformaciju.

Nakon što smo napravili uzdužni zavar takav segment se prebacuje na „**Growing line**“ ili „Rastuću liniju“. Na takav način eliminiramo nepotrebno korištenje kranske dizalice za podizanje već zavarenih segmenata stupa kako bi se postavio novi segment. Tijek kružnog zavarivanja korištenjem „Growing line“ je slijedeći:



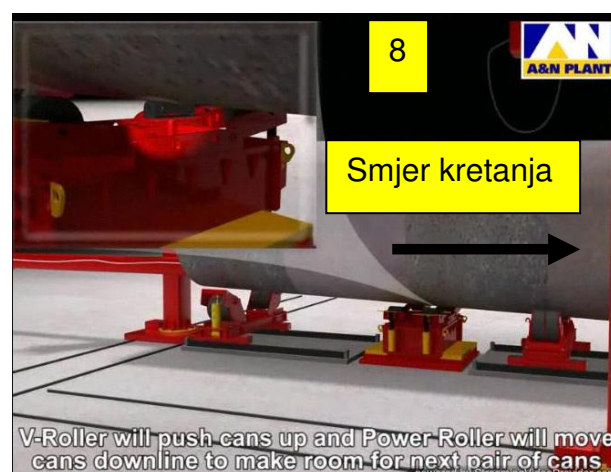
1. Segmenti se postavljaju na **Fit Up** okretaljke
2. Pomoću **Fit Up** podizača pozicioniramo segmente na odgovarajuću udaljenost i minimalno smaknuće



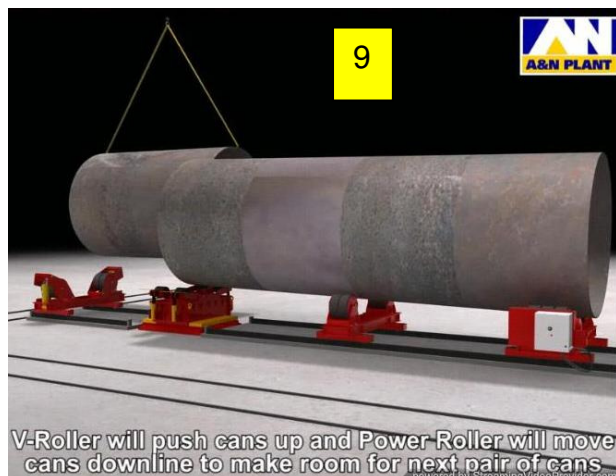
3. Kružno zavareni segmenti se prebacuju na liniju za kružno zavarivanje 2 segmenta
4. Obavlja se kružno vanjsko/unutarnje zavarivanje



5. Tako zavareni segmenti se postavljaju na glavnu linju za zavarivanje stupa
6. Na **Fit Up** okretaljkama se opet pozicioniraju segmenti i puntaju kako bi se moglo krenuti u kružno EPP zavarivanje



7. Sada nastupa unutarno/vanjsko zavarivanje
8. Nakon toga posebni podizač unutar **Fit Up** grupe podiže do sada zavareni stup kako bi se mogao pomaknuti u desno i na takav način osloboditi mjesto za novi pripremljeni segment.



9. Postavljanje novo pripremljenog segmenta
10. Izgled gotovog zavarenog stupa za vjetroelektranu



6. Zaključak

Zavarivanje stupova za vjetroelektrane, stupova za proizvodnju el. energije korištenjem energije valova, nosivih pilota za mostove, zahtijeva dobro razrađen proizvodni proces. Kvalitetno planiranje je pola učinjenog posla a kvalitetna priprema druga polovica. Iz tog razloga treba obratiti pozornost na kvalitetu reza i kvalitetu savijanja konusa.

Samom tehnologijom zavarivanja možemo ubrzati proces proizvodnje i na taj način uštedjeti veliku količinu novaca. Proizvodne linije za slične proizvode nude različita tehnološka rješenja dok je samo mali broj njih prihvaćen kod firmi kao što su Vestas, Enercon ili Gamesa. Iz tog razloga kontakt između investitora, izvođača stupova, tehnologa i proizvođača opreme je više nego bitan kod ovakvih visokih proizvodnih zahtijeva.