

Gyártástechnológiai költségek kidolgozása és alkalmazása

Development and application of production technology costs

Dr. h. c. TIMÁR Imre¹, Dr. HORVÁTH Pál¹, Dr. BORBÉLY Tibor²

¹Pannon Egyetem, H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

tel.: +36 88 624 462 timar.imre@mk.uni-pannon.hu, <https://uni-pannon.hu/>

²ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, H-1053 Budapest, Egyetem tér 1–3.

tel.: +36 94 504 354 bt@inf.elte.hu, <https://www.elte.hu/>

Abstract

Knowledge of production technology costs is important from the point of view of structural optimization. These costs can be used either as an objective function or as a restriction condition. We have developed several cost functions for production technology and present their application possibilities for solving structural optimization problems. We present an application for calculating the manufacturing cost of a fillet weld securing a wind turbine column.

Keywords: wind turbine column, fillet weld, welding cost

Kivonat

A gyártástechnológiai költségek ismerete a szerkezetoptimalás szempontjából fontos jelentőséggel bír. Lehet ezeket a költségeket akár célfüggvényként, akár korlátozási feltételként alkalmazni. Kidolgoztunk több gyártástechnológiára vonatkozó költségfüggvényt. Bemutatunk egy alkalmazást a szélkerék oszlopot rögzítő sarokvarrat gyártási költségének számításra.

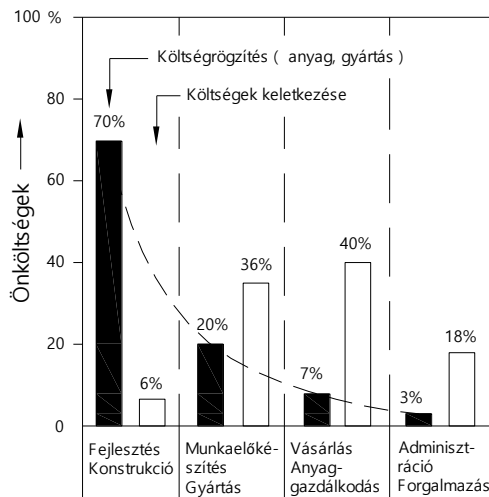
Kulcsszavak: szélkerék oszlop, sarokvarrat, hegesztési költség

1. BEVEZETÉS

A következőkben egy csőkeresztmetszetű szélkerék oszlopot hegesztéssel a lehorgonyzó lemezhez rögzítő sarokvarrat gyártástechnológiai költségének számítását mutatjuk be. A varrat dolgozó méretének „a” optimális értékét az [1] irodalomban határoztuk meg és az ott kapott értékekkel számolunk.

2. A GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA KÖLTSÉGEK MEGHATÁROZÁSA

Minden egyes műszaki probléma megoldásakor fontos, hogy milyen költségekkel valósítható meg. Rendszeres és alapos költségelemzéssel fel lehet tární a költségeket befolyásoló tényezőket. A konstrukciók költségének ismerete a mérnökök számára azért fontos, mivel tervezés során tevékenységükkel jelentős mértékben befolyásolni tudják alakulását (csökkenés, ill. növelés). A költségek korai felismerésével számos irodalom foglalkozott [2], [3], [4]. A szerzők arra törekedtek, hogy rendszeres elemzések révén feltárják a költségeket befolyásoló tényezőket. Ez azért fontos, mert a konstrukciók költségeinek legnagyobb részét a tervezés folyamán a konstruktőr automatikusan lerögzíti [5]. Ez a lerögzített hányad különböző területeken végzett elemzések alapján eléri a 70%-ot (VDI-Richtlinie 2235). Az 1. ábra szemléletesen mutatja az adott munkafázisban lerögzített (fekete oszlop) és a keletkezett költségeket (fehér oszlop).



1. ábra. A költségek befolyásolása

A konstrukciók költségbecslése vagy más néven a költségek korai felismerésének módszere a nyolcvanas években indult erőteljes fejlődésnek [3], [6-7]. A kutatók különböző indíttatásból és különböző módon közelítették meg a problémát. A tervezési változatok megítélése szempontjából a költségek korai felismerése kiemelkedő jelentőségű, mivel így módon a konstruktor tevékenységével jelentős mértékben befolyásolni tudja a költségek alakulását. A költségek (anyag- és gyártási) számítására különböző módszereket dolgoztak ki, melyek közül a legfontosabbak:

- relatív költségekkel való számítás [8],
- számítás regressziós egyenletekkel [9],
- hasonlósági összefüggésekkel való számítás [10] és
- gyártástechnológiai műveleti elemként való számítása [11].

A fenti módszerek közül az anyagköltségek, a félkész termékek és a vásárolt termékek számításánál elsősorban a relatív költségekkel való kezelésmód terjedt el, míg a gyártástechnológiai költségek célszerűen műveleti elemként kezelve számíthatók. A relatív költségeknél az árakat ill. a költségeket valamilyen mennyiségre (méret, anyag, stb.) vonatkoztatják. Ennek előnye, hogy az adatok sokkal hosszabb ideig helytállóak összehasonlítva az abszolút költségekkel. Anyagokra, félkész termékekre és késztermékekre relatív költség katalógusokat dolgoztak ki. A félkész termékek (csövek, négyszög-szelvények, különböző profilok) közelítőleg azonos fajlagos árral rendelkeznek hengerléssel való gyártás esetén. Azonos tömeg esetén viszont lényegesen drágábbak a húzott és a zárt profilok.

A regressziós egyenletekkel való költségszámítás alapos előkészítő munkát és nagy időráfordítást igényel.

Mi az elmúlt években a következő gyártástechnológiák számítására dolgoztunk ki módszereket: forgácsolási műveletek, fúrás, köszörülés, fűrészelés, marás, hegesztés, öntés.

3. A HEGESZTÉSI KÖLTSÉGEK SZÁMÍTÁSA

A jelen fejezetben a 2. ábrán látható szélkerék oszlopot lehorgonyzó varrat [12] elkészítésének gyártási költségét határozzuk meg a 3. ábra figyelembevételével.

A varrat elkészítésének bérköltségét az időegységre vonatkoztatott bérköltség és a varrat elkészítésére fordított idő szorzataként számíthatjuk ki:

$$K_b = k_b t_H, \quad (1)$$

ahol

k_b az időegységre eső bérköltség, t_H a varrat hegesztésére fordított idő (beleértve a mellékidőket is: az elektródacserét, a salakeltávolítást és a varrat tisztítását).



2. ábra. Az önhordó szélkerékoszlop [12]

A hegesztés energiaköltsége

$$K_{Eh} = t_H k_E P_E, \quad (2)$$

ahol

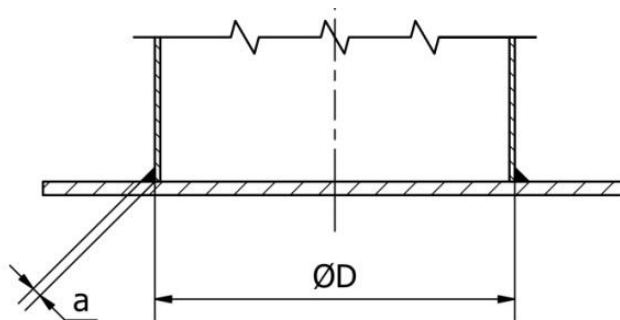
t_H a varrat hegesztésére fordított idő (beleértve a mellékidőket is: az elektródacserét, a salakeltávolítást és a varrat tisztítását), k_E az energia egységára, P_E a hegesztési technológiához tartozó teljesítmény.

A hegesztőelektródák anyagköltségét (K_A) a hegesztési varrat tömege alapján lehet meghatározni. A sarokvarratra érvényes, hogy:

$$K_A = \alpha_{El} a^2 l_v k_{El}, \quad (3)$$

ahol

α_{El} a hegesztési eljárástól függő tényező, kézi ívhegesztésre $\alpha_{El}=10^{-5}$ kg/mm³, a sarokvarrat mérete [mm], $l_v = D\pi$ hegesztési varrat hossza [mm], k_{El} az elektródák ára kilogrammonkénti alapfémre vonatkoztatva.



3. ábra. Az oszlopot lerögzítő sarokvarrat

A teljes hegesztési költség az egyes költségfajták összegzése révén adódik:

$$K = K_b + K_{Eh} + K_A. \quad (4)$$

Természetesen a hegesztési költségek számításakor csak azokat a költségösszetevőket kell figyelembe venni, amelyek a hegesztési varrat készítésekor előfordulnak.

1. táblázat Az oszlop és a varrat optimális méretei

Acélminőség	S235	
Szélsősebesség [m/s]	8	25
Belső átmérő [mm]	585,6	897,2
Külső átmérő [mm]	603,4	925,6
A varrat optimális mérete [a]	8,19	11,02
A varrat gyártási költsége [HUF]	56148	77550

A varrat gyártási költségének számításához szükséges adatok:

$k_b=24\,350$ HUF/óra; $t_H=2$ óra; $k_E=60$ HUF/kWh; $P_E=25$ kW; $\alpha_{EI}=10^{-5}\text{kg/mm}^3$; $a=8,19$ mm és $11,02$ mm; $D=603,4$ mm és $925,6$ mm; $k_{EI}=3500$ HUF/kg.

A számítások elvégzése után az 1. táblázatban látható értékek adódtak.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Röviden áttekintettük a gyártástechnológiai költségek számítását és sajátosságait. Kidolgoztuk egy 20 kW teljesítményű szélkerék tartóoszlopot az alaplemezhez rögzítő sarokvarrat gyártástechnológiai költség számítását.

IRODALOM

- [1] Timár, I., Árpád, I.: Optimal design of the fillet weld fastening the wind turbine column. China Welding, 2024. 33(3) pp.: 39-43.
- [2] Glimm, G.: Früherkennung der Entwicklungs- und Konstruktionskosten. VDI Berichte. Nr 457. 1982. pp. 173-193.
- [3] Pahl, G., Beelich, K. H.: Methoden zur Kostenerkennung. Konstruktion. 39 1987. pp.: 267-284.
- [4] Ehrenspiel, K.: Kostenanalyse von Stirnräder-Erarbeitung und Vergleich von Hilfsmitteln zur Früherkennung und Beeinflussung von Produktionskosten. Konstruktion. 36(1984). No. 8. pp.: 305-309.
- [5] Ehrenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren, Springer-Verlag, Berlin, 1998.
- [6] Pahl, G., Beelich, K. H.: Kostenwachstumsgesetze nach Ähnlichkeitsbeziehungen für Schweissverbindungen, VDI-Berichte. Nr.457, 1982. pp.: 129-141.
- [7] Glimm, G.: Früherkennung der Entwicklungs- und Konstruktionskosten, VDI-Berichte. Nr.457, 1982. pp.: 173-193.
- [3] Pahl, G., Beelich, K.H.: Methoden zur Kostenerkennung Konstruktion 39 No.7, 1987. pp.: 267-274.
- [8] Busch, W.: Fünf Jahre Erfahrung mit Relativkosten in der Industrie. VDI-Berichte, Nr.457, 1982. pp.: 53-60.
- [9] Pacyna, H., Hillebrand, A., Rutz, A.: Kostenfrüherkennung für Gussteile, VDI-Berichte, Nr.457, 1982. pp.:103-114.
- [10] Pahl, G., RIEG, F.: Kostenwachstumsgesetze für Baureihen, Carl Hauser Verlag, München, 1984.
- [11] Rachor, N.: Kostengünstig gestalten mit Operationselementen und Kostenstrukturen, TH Darmstadt, 1986.
- [12] www.stahlbaustudium.de/druck9.pdf (Utolsó letöltés: 2018.08.09).