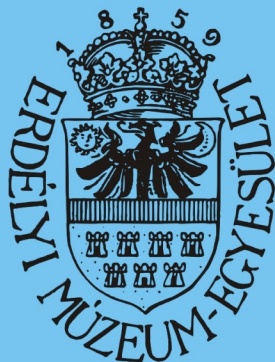


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK

*FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA*

VI.

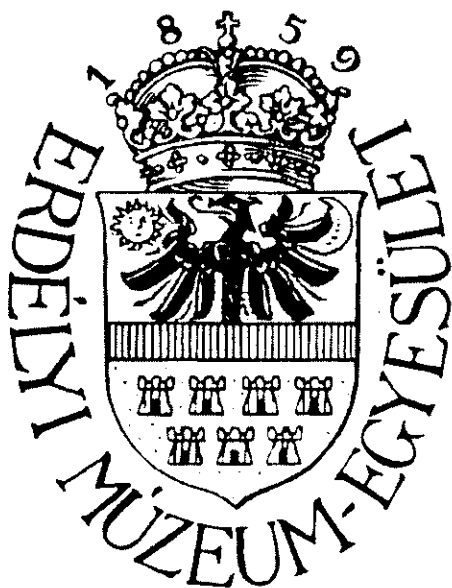


Erdélyi Múzeum Egyesület kiadványa

Kolozsvár 2001

EME
"FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA

VI.



*Kolozsvár
2001 március 23-24*

Tudományos Bizottság

Elnök:

Gyenge Csaba

Alpek Ferenc

Bíró Károly

Csibi Vencel

Csizmadia Béla

Danyi József

Dudás Illés

Gribovszki László

Hollanda Dénes

Horváth Mátyás

Jodál Endre

Kerekes László

Kodácsi János

Köllő Gábor

Orbán Ferenc

Pálfalvi Attila

Réger Mihály

Réti Tamás

Roósz András

Tisza Miklós

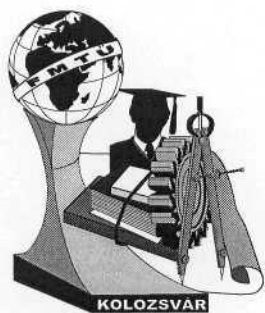
ISBN 973 - 8231 -03-5

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnyomására, kivonatos vagy teljes fotomechanikai másolására (fotokópia, mikrokópia) és fordítására fenntartva.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, or transmitted, in any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Kiadó: **Erdélyi Múzeum Egyesület**
Felelős kiadó: Sipos Gábor
Műszaki szerkesztő: Bitay Enikő
Talpas János

Készült 100 példányban, 2000. március 23.



MŰANYAGOK VÁKUUMÖNTÉSE

Baki-Hari Zoltán-Gábor

Abstract

In the actual paper is been shortly presented the vacuum casting technology of plastic materials. This is a technology which assures the providing of little serial workpieces (30 + 50 pcs.) within a very short time and with low costs. Because of these, this technology is adequate to obtain workpieces used for different testings, e.g. for design, reliability and market.

Bevezetés

A gyártók a lehető legrövidebb idő alatt szeretnék a termékeiket piacra dobni és eladni, a legjobb minőségben. Viszont ez nem mindig lehetséges, mivel hibák adódhatnak tervezésből és gyártásból, amelyeket ki kell javítani, ami minden esetben plusz költségekkel és időeltolódással jár, és megrendíti a vásárlók bizalmát az adott termékben, de a gyártó más termékeiben is. Éppen ezért ma az olyan gyártási technológiákat részesítik előnyben, amelyek alacsony költségek mellett a kis darabszám legyártását teszik lehetővé, az esetleges tervezési és gyártási hibák kiküszöbölésére és piacutatásra.

A vákuumöntés az egyik legérdekesebb és leglátványosabb megalakító megmunkálása a műanyagoknak. Szorosan kapcsolódik az úgynevezett „flexibilis szerszámokéhoz s ezen keresztül az úgynevezett RP (gyors prototípusgyártás) technológiákhoz, ugyanis az öntés szilikongumi formába történik, aminek az előállításához pedig RP modelleket használnak. Mindez biztosítja az eljárás gyorsaságát és olcsóságát.

A vákuumöntés

Ezen eljárással 40-50 darab műanyagalkatrész gyártható le, mivel az öntési forma (matrica), amely szilikongumiból készül, a hő hatására rongálódik, s így azon műanyagokból amelyek hosszabb polimerizációs időt igényelnek a kemencében (körülbelül 65°C-on) még kevesebb alkatrész gyártható le. Az ezen eljárással gyártott műanyag alkatrészek mechanikai tulajdonságai a fröccsentett alkatrészekéihez hasonló. Ugyanakkor ezen eljárás nem igényel komplikált szerszámot (matricát), mivel ennek anyaga rugalmas, ami megkönnyíti a kész darab (alkatrész) kiemelését.

Ezen eljárás például az MCP-001 PLC típusú vákuumöntőgépen folytatható le, amelyen leggyártható úgy az öntési forma (matrica), mint maga az öntött műanyagalkatrész is.

Az eljárás három fő lépésből áll, éspedig:

1. az öntési üreg modelljének (ősdarab) elkészítése;
2. az öntési forma (matrica) elkészítése;
3. a műanyag alkatrész kiöntése.

Az ősdarab elkészítése

Ez több módon lehetséges többféle anyagból. De a leggyorsabb az RP modell alkalmazása. Ezen esetben a következő lépéseket kell elvégezni:

- 1) az ősdarab CAD modelljének elkészítése az öntendő darab rajzából vagy CAD modelljéből kiindulva;
- 2) az ősdarab CAD modelljének *.STL formátumú fájlalakítása;
- 3) a *.STL formátumú fájl betöltése az RP gépbe;
- 4) az ősdarab kivitelezése az RP gépen;
- 5) az RP modell (ősdarab) ellenőrzése és konzerválása (ha szükséges).

Az RP modell különböző RP eljárással készíthető, ennek függvényében különböző anyagokból lehet.

A matrica elkészítése

Mint már volt említve, ezen eljárás esetén a matrica szilikongumiból készül az MCP-001 PLC típusú vákuumöntőgépen. A felhasznált szilikongumi lehet átlátszó vagy nem átlátszó. A nem átlátszó olcsóbb mint az átlátszó. A felhasznált szilikongumi függvényében változik a matrica előállításának a módja, ugyanis átlátszó szilikongumi használata esetén a matricát ki lehet önteni egyben és utána elvágni a választási sík mentén, viszont nem átlátszó szilikongumi használata esetén ez a vágás nehéz

mert az ősdarab nem látható, ezért ez esetben két lépésben lehet dolgozni, mindenik lépésben egy-egy fél matricát készítve.

Ha a matrica átlátszó szilikongumiból készül, akkor a következő lépéseket kell elvégezni:

- 1) az RP modell ragadásgátló anyaggal való bevonása megakadályozandó a szilikongumi ráragadását;
- 2) a választósík meghatározása és ennek kiképzése egy öntapadó fóliával;
- 3) a választósík megjelölése színezéssel, azért hogy látható legyen az RP modell körül az átlátszó szilikongumin keresztül;
- 4) egy fa vagy műanyag doboz készítése, amely az RP modellt keretezze és bele lehessen önteni a folyékony szilikongumit. E doboz falai készülhetnek egy „LOM-doboz”-ból is;
- 5) az RP modell elhelyezése a dobozban, úgy hogy ne érintkezzenek, majd rögzítése drótokkal amelyek egyúttal a szellőztető csatornákat kell hogy kialakítsák. Ugyancsak most kell egy vastagabb csapot is behelyezni, amely az öntőcsatornát kell hogy kialakítsa;
- 6) az így előkészített öntődoboz és a folyékony szilikongumival töltött öntőedény elhelyezése a vákuumöntőgép vákuum-öntő kamrájában s a gép elindítása. A gép itt vákuumot alakít ki, majd a folyékony szilikongumit az öntődobozba önti;
- 7) a szilikongumival megtöltött öntődoboz áthelyezése a gép kemencéjébe, ahol hő hatására a szilikongumi polimerizálódik, ami által megszilárdul;
- 8) a szilikongumitömb kivétele a teljes megszilárdulás után az öntődobozból, majd kézzel való elvágása a választósík mentén;
- 9) az ősdarab és a drótok valamint a csap eltávolítása a matrica szétnyitása után;
- 10) a matrica ellenőrzése.

A műanyag alkatrész kiöntése

Mint már volt említve, a műanyagalkatrész ugyanazon a vákuumöntőgépen van kiöntve mint a matrica. A műanyag két komponensű (A és B) amelyeket bizonyos arányban kell összekeverni. A különböző színek elérése céljából színezőanyagot kell adagolni az összekeveréskor.

A vákuumöntés a következő lépések elvégzésével történik:

- 1) a két fél matrica összeillesztése majd rögzítése, valamint az öntőtölcsér felszerelése;
- 2) a két, A és B komponens pontos kimérése a gép két kannájába;
- 3) az előkészített matrica és a két kanna elhelyezése a vákuumöntőgép vákuum-öntő kamrájában;

- 4) a gép elindítása, amely a vákuum-öntő kamrában vákuumot gerjeszt, majd a megfelelő vákuumszint elérése után a két komponenst összekeveri az öntőedényben, utána pedig elvégzi a keverék öntését a matricába;
- 5) a matrica elhelyezése a kemencébe, ahol a hő hatására végbemegy a műanyag termikus polimerizációja, ami által megszilárdul;
- 6) a matrica szétnyitása a műanyag teljes megszilárdulása után és az alkatrész kiemelése. A matrica újbóli összeszerelése egy újabb öntés céljából;
- 7) az öntési bajszok és esetleges sorja eltávolítása;
- 8) az alkatrész ellenőrzése.

Összefoglalás

Az előzőekből kitűnik, hogy az ismertetett eljárás egyszerű és gyors, aminek köszönhetően ma már széles körben használatos úgy a gépgyártó iparban mint a háztartási felszereléseket gyártó iparban, valamint az elektronikai iparban.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *Actualități și perspective în fabricația de matrițe pentru mase plastice*, Doktorátusi közlemény, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 1999.
- [2] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7.
- [3] SORS, L., *Műanyagok melegalakító szerszámai*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- [4] * * * Helesys Inc., Stratasys Inc., MCP ITALIA s.r.l., stb., katalógusok és gépkönyvek.

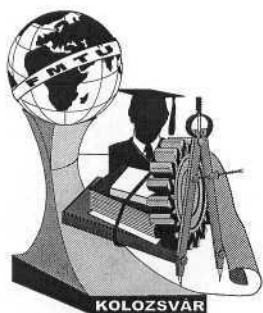
BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

S.C. UNIMET S.A., Minőségellenőrzési Osztály, 3400 K-vár, Muncii sgt. 18/B szám

Tel: (0040)-64-415240 1625-ös belső

Fax: (0040)-64-415233

Mobil: (0040)-93-206415



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

MINIMÁLIS HASZNÁLATI KÖLTSÉGŰ TRAKTORPARK MŰSZAKI- ÖKONÓMIAI JELLEMZŐI AZ ÜZEMI MÉRET TÜKRÉBEN

Magó László

Summary

Hungarian agriculture is characterised by a broad spectrum of size of land holdings. The requirements for establishing appropriate machinery infrastructure vary according to the various scales of enterprises. In this paper I present the essential features of machinery needs planning according to the method devised by the author. Through the application of this method we can identify the most cost-effective machinery investments matched according to any given holding size and the technical-economic parameters according to this machinery investment.

In my survey I focused on holdings between 50 ha and 10,000 ha. I identify links between land-holding scale and the selection of machinery, and also the working hours of tractors. These results could be applied to assist the technical development of agriculture.

1. Bevezetés

A magyar mezőgazdaságot a területi méretek széles skálája jellemzi. A különböző méretű vállalkozások számára a géppark-kialakítás és a géphasználat-szervezés feltételei eltérőek.

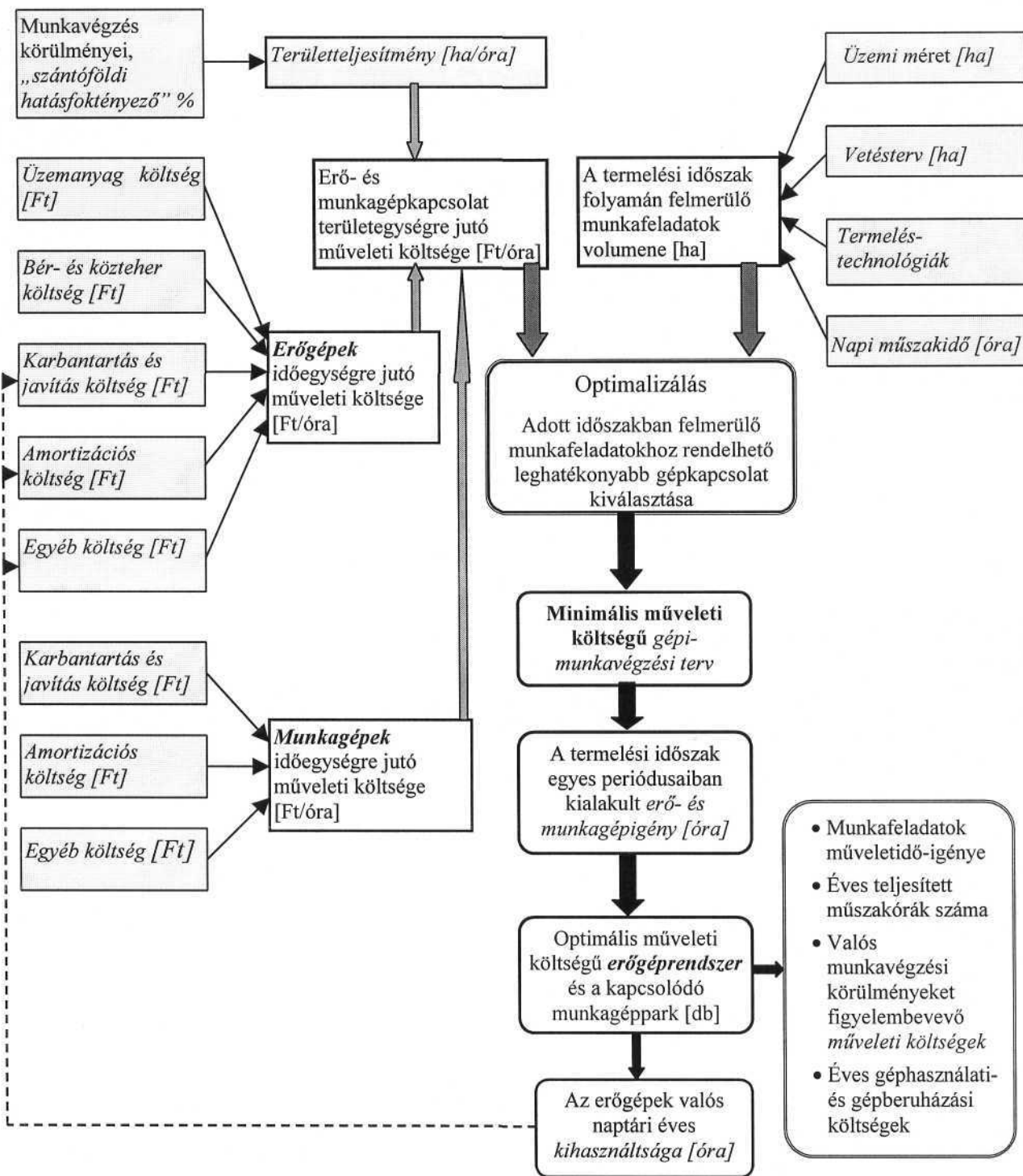
A tanulmányban az általam kifejlesztett *géppark-tervezési módszer* lényegét ismertetem. Ennek segítségével a különböző üzemi mérethez rendelhető, legalacsonyabb használati költségű traktorpark kialakításával és használatával összefüggő használati jellemzőket határozom meg.

Vizsgálataimat a 50 - 10.000 hektár területű tartományban végzem. Összefüggéseket tárok fel az üzemi méret és a géppark összetétele, illetve a teljesített műszakórák száma között. Az eredmények a mezőgazdasági műszaki fejlesztésben hasznosulhatnak.

2. A vizsgálatok megalapozása

A mezőgazdasági vállalkozások számára az egyik legfontosabb gazdálkodási szempont, hogy a szántóföldi növénytermesztés munkaműveleteit jól felépített géprendszerrel, a lehető legjobb hatékonysággal, lehető legalacsonyabb költséggel, agrotechnikailag megfelelő időben és elvárt minőségben végezzék el.

A *korai* kutatások (Acsay F., Csáki Cs., Husti L, Kubaš P., Malinnikov A. E., Módos Gy., Varga Gy.) hazánkban a nagyüzemi méretekhez igazodó, komplex géppark kialakítását segítették elő. Az optimális géppark-kialakítás módszerének *ma* a már megváltozott gazdasági körülmények közepette



újabb kihívásoknak kell megfelelnie. A jelen kor számítógépes háttére által nyújtott lehetőségeket, a változó üzemi méretet, a kibővült erő- és munkagép-választékot kell harmonizálni. A folyamatosan módosuló gépbeszerzési árak és géphasználati költségek mellett is, gyors és megbízható döntéstámogató eljárással kell biztosítani az eredményes gazdálkodás gépesítési feltételeit.

E célok érdekében hoztam létre egy olyan eljárás-rendszert, amely alkalmas a szántóföldi növénytermesztő gazdaságok gépesítésének és géphasználatának modellezésére. Segítségével mind a

kis-, és közepes, mind pedig a nagyüzemi méretek esetén meghatározható az ökonómiailag optimális géppark összetétele és megtervezhető annak célszerű használata is.

2. A módszer

Az eljárás a *lineáris programozást* eszközként használja, amely a célok és feltételek egyidejű figyelembevételével ad - esetünkben ökonómiai szempontból - *optimális megoldást*. (1. ábra)

Fő rendező elv, hogy az erőgépek egységnyi műszakórára, illetve területegységre jutó használati költségének csökkentése érdekében, a géppark kialakítása során, arra kell törekedni, hogy az adott teljesítmény-kategóriába tartozó erőgép leterheltsége, illetve műszakóra-teljesítése, a lehető legmagasabb legyen. Mindezt a gépfenntartás és a géphasználat korlátjait szem előtt tartva kell megvalósítani. Ez a feladat úgy oldható meg, hogy az optimalizálás során, a nagyobb mértékben kihasznált erőgépnek, melynek műszakórára jutó költsége alacsonyabb, prioritást adunk a kevésbé kihasználttal szemben. Ily módon a jobban kihasznált gépcsoport rendelhető az adott munkaművelethez, növelve az általa ledolgozható éves műszakórák számát, egyúttal csökkentve saját fajlagos használati költségét. Az optimalizálás eredményeként, az egyes munkaműveletek teljesítése a legkedvezőbb területteljesítmény-műveleti költség aránnyal rendelkező erő- és munkagép-kapcsolatokkal történik.

3. Az számítógépes optimalizálás alapadatai és a kapott eredmények

Számításaink alapja az adott üzemi mérethez rendelhető vetésterv, amely a Magyarországon leginkább termesztett gabonaféléket, takarmány- és energianövényeket, valamint ipari hasznosítású növényi kultúrákat tartalmazza.

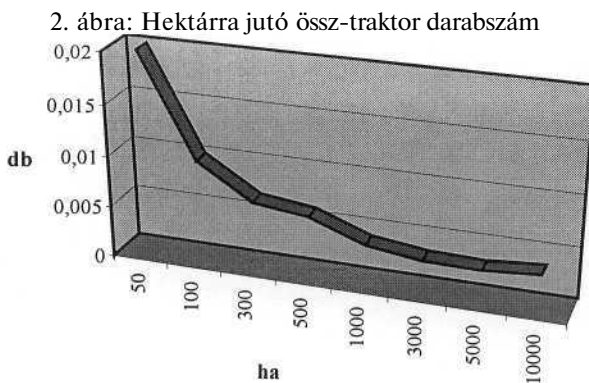
A gépválasztékot a magyarországi erőgéppiacon legnagyobb jelentőséggel bíró erőgépcsaládok biztosítják. Ezek az MTZ, a Zetor, a Messay Ferguson, a New Holland és a John Deere.

A különböző üzemi méretekhez rendelhető „optimális” gépparkok kialakításakor négy teljesítmény-kategóriát (0-60 kW, 60-100 kW, 100-140 kW, 140-200 kW) különböztettem meg. E mellett minden egyes munkaművelet elvégzését biztosítandó, egy a szállító járműveket tartalmazó erőgép-kategóriát, valamint három betakarítási funkciót (cukorrépa betakarító, járvaszecskázó, gabona arató- cséplő) megtestesítő kategóriát is bevontam a számításaimba.

A modellszámítások alapján meghatározható a különböző üzemi méreteknél miként alakul az erőgépparkot alkotó egyes erőgép-kategóriák darabszám-szükséglete. A 100 hektárig terjedő gazdaság számára *egy darab 55 kW*, illetve *80 kW teljesítményű traktor* elegendő a munkafeladatok ellátására. Háromszáz hektáros birtokméret esetén már *egy 80 kW* és *egy 120 kW teljesítményű traktor* és *egy arató-cséplő gép* szükséges. Ötszáz és ezer hektárnál tovább *növekszik* az „aktív” teljesítmény-kategóriák száma. Ekkor már a *60 kW* és *180 kW-os teljesítményű erőgépek* is hozzájárulnak az adott üzemi méret optimális erőgépparkjának kialakításához. A *betakarítógépek teljes skálájára* csupán 1000 hektár felett van szükség.

Ezt követően a traktorpark használatára jellemző, üzemi méret függvényében változó egyes műszaki-ökonómiai paraméterek ismertetése következik:

A *hektáronkénti saját tulajdonú traktorok darabszáma* kis üzemi méreteknél - az egyes betakarítási munkák bérmunka formájában történő elvégzettése esetén is - irreálisan magas. (2. ábra) Száztól ötszáz hektárig közepes szint figyelhető meg; Ez már nagymértékben megközelíti azt az optimálisnak tekinthető darabszám értéket, amely 500 hektár feletti üzemi méretnél alakul ki, és ezer-hektáronkénti **4 darab** erőgépet irányoz elő.



Az üzemi méret növekedésével a traktorpark által *teljesített hektáronkénti* műszakórák száma csökken. Azonban a legkedvezőbb, mintegy **5 műszakóra**, már 300 hektáros területnagyság felett elérhető, amíg a kis- és közepes üzemi méreteknél a hektáronkénti műszakórák száma mintegy **140 %-kal** magasabb. Mindez a kis üzemi mérethez rendelhető kisebb teljesítményű, ily módon ugyanazt a feladatot több idő alatt teljesítő erőgépekből felépülő erőgéprendszerrel indokolható.

Az *egy traktorra jutó műszakórák számát* illetően megállapítható, hogy az üzemi méret, illetve ez által az erőgépek kihasználtságának növekedésével, a teljesített műszakórák száma is nő. Míg kis- és közepes üzemi méreteknél ez az érték megközelítőleg **600-1000 műszakóra** között mozog, addig a nagyüzemi méreteknél ehhez viszonyítva **1.5 - 2-szeres** szint érhető el.

4. Következtetések

- Az ismertetett, *gépkihhasználtság-alapú* géppark-tervezési módszer a kis-, közepes- és nagy üzemi méretek esetében is alkalmazható.
- Egy-egy erő- illetve betakarítógép saját tulajdonban történő üzemeltetése csupán megfelelő területnagyságoknál indokolt. Ennek következtében az egyes erőgép-kategóriák különböző üzemi méretek esetén válnak az optimális géppark részévé. Modellszámításaink eredménye szerint, *500 hektár felett* az összes **traktor-**, *7000 hektár felett* pedig már az összes figyelembe vett *betakarítási funkciót teljesítő erőgép-kategória* beépül a géprendszerbe. Ezen üzemi mérettartomány felett a géppark összetétele és eloszlása ökonómiailag kedvezőbb megoldást eredményez.
- Az *egységnyi területre jutó traktorok* száma az üzemi méret függvényében *hiperbolikusán* csökken.
- A különböző teljesítményfokot képviselő traktorok átlagos *műszakóra-teljesítése* maximálisan **1500 műh/év**. Az *egy hektárra jutó traktorok által teljesített műszakórák száma* hiperbolikusán csökken növekvő üzemi méretek esetén, és mértéke **5 műh/ha** körül állandósul.

5. Irodalom:

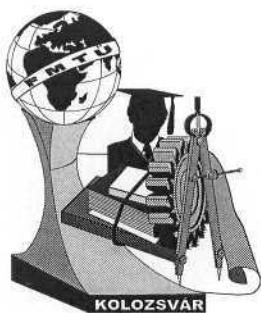
1. Acsay F. - Csáki Cs. - Varga Gy.: (1973) „A vállalati géppark és géphasználat matematikai tervezése”, Akadémiai Kiadó, Budapest.
2. Gockler L. - Hajdú J. - Lakatos I.-né.: (1999) „Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 1999-ben”, Mezőgazdasági Gépüzemeltetés 1999. No. 1., FVM Műszaki Intézet, Gödöllő.
3. László Magó - István **Husti**: (2000) „Planning agricultural machinery needs according to scale requirements”, Hungárián Agricultural Research, Vol. 9, No.3. p. 17-21.

Magó László tudományos munkatárs, FVM Műszaki Intézet

Magyarország, 2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4.

Tel.: 36 - 28 - 511 - 612, Fax.: 36 - 28 - 511 - 600

E-mail: mago.mugt.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

IRODAHÁZAK

HATÉKONY VILLAMOSENERGIA GAZDÁLKODÁSA INTEGRÁLT, DIGITÁLIS SZABÁLYZÓRENDSZERREL. ELEKTRONIKUS FOGYASZTÁSMÉRŐK

Csernáth Géza, Csenteri Barna

Summary

This paper presents a possible and reasonable power management solution of a skyscraper office building. The base idea is to save a part of the consumed electrical energy in the building with an integrated digital power management system. A centralised electrical energy system can solve redundant consumption problems like forgotten light sources, ventilators and other consumers. We offer to introducing a home automation system which contains digitaly controllable wallswitches distributed in every room and floor and additional digital power meters. All the Communications between the devices and the host computer are solved through the 220V- power line. In this way the host computer (runs an adequate software) can supervising the whole energy system in the building. Monitoring the distributed power system, reading the power meters the supervisor program can controlling the connected devices to reduce the power consumption in the building.

Irodaházak villamosenergia gazdálkodása. Tervezési feltételek

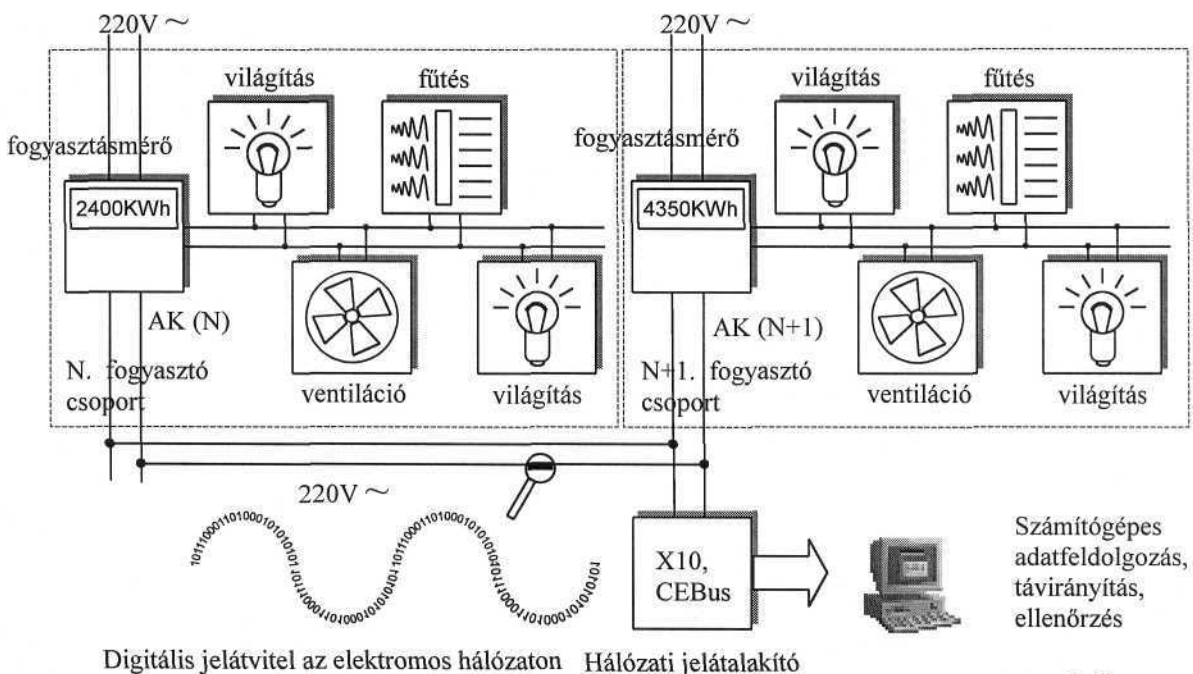
Napjainkban általánossá váltak a több cégnek is otthont adó, emeletes irodaházak. Ezek esetenként mint önálló gazdasági egységek az irodaház felületeinek bérbeadásából befolyó összegekből gazdálkodnak. A befolyt összegek tetemes része az egyes bérbeadott felületeket terhelő fogyasztási költségekre fordítódik. Bizonyos esetekben a bérbeadó maga vállalja a bérbeadott felületek infrastrukturális kiépítését és ennek zavartalan, üzembiztos működtetését mint például világítás, villamosenergia ellátás, telefon, számítógép hálózatok, biztonságtechnika, fűtés, szellőztetés stb. Ebben az esetben az irodahelyiségenként leosztott energiafelhasználás és egyéb szolgáltatások szerint határozzák meg a bérleti díjakat. A gyakorlat azt mutatja, hogy helyes, beosztott energiafelhasználással jelentős összegek takaríthatók meg. Ennek az alap gondolatnak a meghonosítását, gyakorlatba ültetését segítené elő egy olyan épületautomatizálási rendszer amely az alábbiakban kerül bemutatásra.

Az **épületautomatizálás** alapjait többek között az Egyesült Államok-beli felhőkarcoló irodaházak megépülésekor vezették be, lényege az irodaház mint épület energiafelhasználási

szempontból alegységekre való tagolása, alegységenkénti energiakoncentrátorokkal való ellátása és ezen alegységek központosított felügyelete és vezérlése.

Az alegységek mindegyike jelentős villamosenergia fogyasztást vagy egyéb költségeket halmozhat fel például gondatlan kezelés miatt vagy a fogyóeszközök, pl. világítótestek indokolatlan túlüzemeltetéséből adódóan. A szolgáltató érdeke ezeket egy elfogadható, ésszerű szinten tartani.

Ehhez vezethetők be a **elektronikus fogyasztásmérők** és a **távvezérelhető fényforrások** valamint **fali csatlakozóaljzatok**. Ezek mindegyike a villamos hálózaton keresztül kétirányú kapcsolatban áll egy szintenként elhelyezett alközponttal (AK), valamint minden ilyen alközpont az épület teljes villamosenergia ellátását ellenőrző főközponttal (számítógép) (1. ábra).



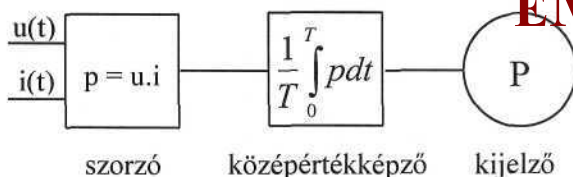
1. ábra

Az alközpontok képezik azokat a mérőpontokat melyek az elektromos fogyasztást és az egyes fogyasztók működtetési gyakoriságát állapítják meg. Megfelelő hálózati jelerősítőkön keresztül juttatják el a digitálisan kódolt méréseredményeiket a központi számítógéphez amely ezek függvényében működtet vagy leállít egyes fogyasztókat vagy fogyasztó csoportokat.

Elektronikus fogyasztásmérők

A teljesítmény és energia mérésére vonatkozó módszerek és eszközök részletezése előtt tekintsük át a legfontosabb fogalmakat és definíciókat. Szinuszos jelek esetén, U effektív értékű feszültség és I effektív értékű áram feltételezésével a határos teljesítmény $P = UI \cos \phi$, a meddő teljesítmény $Q = UI \sin \phi$, a látszólagos $S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2}$ k b a n definiált, ahol ϕ a feszültség és áram közötti fázisszög, $\cos \phi$ pedig a teljesítménytényező.

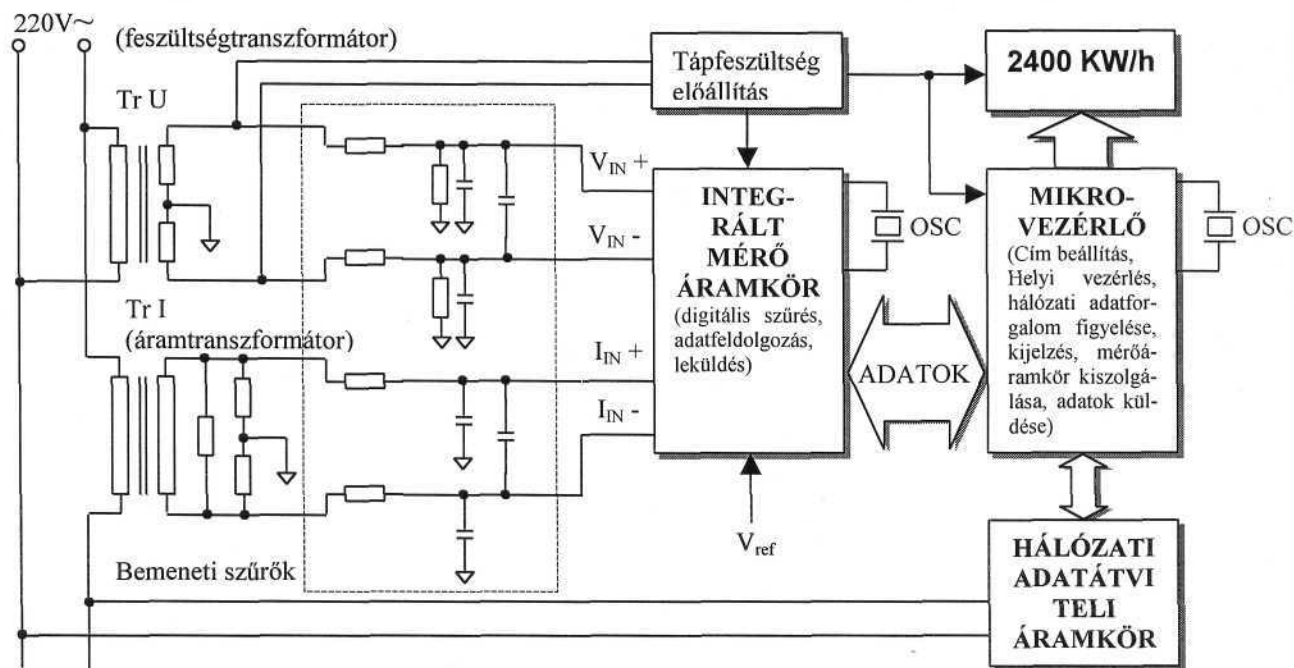
Hatásos teljesítmény mérésére minden olyan eszköz vagy módszer alkalmas, amely P -nek vagy S -nek a fenti összefüggések szerinti meghatározására alkalmas. A mérés hatásvázlatát szemléltető ábrából kitűnik (2.



2. ábra

ábra), hogy megvalósításához egy szorzó és egy időbeli átlagképző elem szükséges. Az elektronikus (digitális) teljesítménymérő műszer az U feszültség és I áram hullámaiból mintavételezéssel nyert adatpárok halmazát digitálisan tárolja, és ezekből számítással képezi U , IP , Q , S , $(/)$ értékeit.

A gyakorlati megvalósítás során olyan integrált áramkört választottunk amely igen kis hibaszázalék mellett a legtöbb adatot szolgáltatja, úgymint hatásos teljesítmény, feszültség, áram, impulzusos fogyasztásszint jelzés. A Crystal cég CS5460 kódjelű integrált áramkörre egyesíti magában ezeket a követelményeket. Belső felépítését tekintve két AS analóg-digitál átalakítót tartalmaz, az első átalakító bemeneteire az áramtranszformátor szekunder áramkörét, a második bemeneteire a feszültségtranszformátor szekunder áramkörét csatoljuk. A digitalizált jel numerikus szűrőkön halad át majd páronként a már szűrt (előfeldolgozott) adatok továbbhaladnak a beépített jelfeldolgozó áramkörbe. Az eredmények soros vonali előtétáramkörön keresztül kiolvashatóak. A pontos működéshez szükséges beállítások ugyanezen az úton végezhetőek el. Az áramtranszformátorok esetében fő követelmény az átvitel linearitása volt. Az alkalmazott típus 0-20A határok között az árammal arányosan szekunder áramkörében egy 68 ohmos párhuzamosan csatolt ellenálláson 0-5V közötti feszültséget ad ki. A feszültségtranszformátor esetében utólagos feszültség beállításra van szükség tekintve a transzformációs hányados pontatlanságából adódó eltérést. Ez egyszerű ellenállás osztóval megoldható. A mérőáramkör tömbvázlatát a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra

Az analóg-digitális átalakító differenciális bemeneteire vezetett feszültségek földfüggetlen módon, egyenirányítás vagy szinteltolás (bevezetett torzítások) nélkül mintavételezhetők.

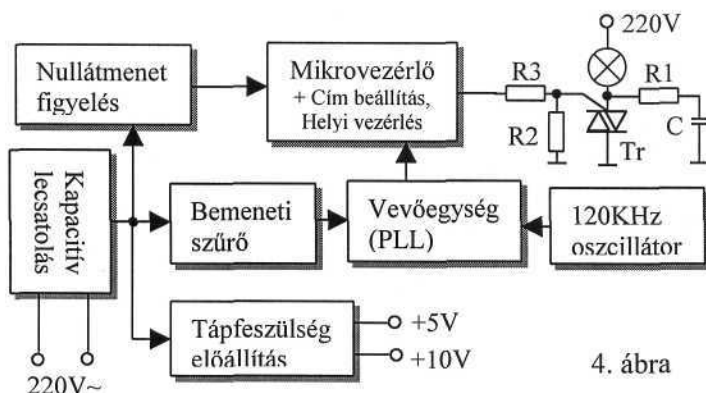
A mikrovezérlő az Intel 8051-es családból választott, szerepe a digitális jelfeldolgozó áramkör működési értékeinek beállítása, a méréseredmények letöltése, utófeldolgozása, igény szerinti kijelzése valamint a hálózati adatátvitel lebonyolítása. Az elektronikus fogyasztásmérő mint önálló alrendszer méri az áramkörbe csatolt fogyasztók áramfelvételét, a hálózat üzemszültségét. A kiszámított energiamennyiséget digitálisan kódolva viszi át a 220V-OS hálózatra. Ugyanakkor a központi számítógép tetszőleges időközönként lekérdezheti a pillanatnyi fogyasztott energiaértéket. Az így kapott értékekből a központi számítógép megállapítja, hogy mely fogyasztói alegységben lépték túl az ésszerű határokat, ugyanakkor nyomon követheti az egyes fogyasztók működtetésének gyakoriságát. Ebből megállapítható azok várható élettartama és cseréjük várható időpillanata.

Távvezérelt fényforrások, elektronikai készülékek

Ezekkel az erősáramú hálózat csatlakozó aljzataiba bárhol behelyezhető alegységekkel különböző elemi automatizálási feladatokat oldhatunk meg. A távvezérelt kapcsoló elvi vázlatát az 4. ábra mutatja. A **távvezérelt kapcsoló** központi egysége egy 14 bites RISC mikrovezérlő. Feladatai közé tartozik a vett üzenetek

dekódolása, a címek egybevetése a helyi beállításokkal, a parancs értelmezése valamint az erősáramú kapcsolóelem (triák vagy relé) vezérlése. Működés közben folyamatosan figyeli az erősáramú hálózati vonalon közlekedő adatokat, összegyűjti majd feldolgozza a vett

jeleket, ezzel egyidőben a helyi vezérlőgombok állapotát is figyelembe véve adja ki a kapcsolóelem vezérlőjeleit. A bemutatott készülék az X10-es erősáramú hálózati adatátviteli szabványt támogatja, betartva ennek minden vonatkozó előírását.

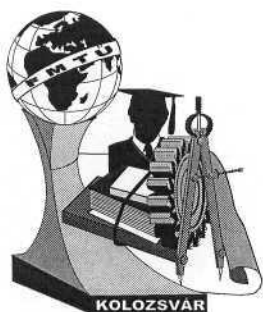


4. ábra

Irodalomjegyzék:

- [1] Erdélyi István, Istvánfy Gyula - Villamos műszerek és mérések- Műegyetmi Kiadó 1997
- [2] Zoltán István - Méréstechnika - Műegyetmi Kiadó 1997
- [3] National Semiconductor - Data Acquisition data book 1997 USA
- [4] U. Tietze Ch. Schenk - Analóg és digitális áramkörök 1996 Műszaki Könyvkiadó
- [5] Dave Rye-X-10 Powerhouse - Technical Note Revision 2.4 USA

Csernáth Géza, Csenteri Barna automatizálás és ipari informatika mérnökök
 IntegraSoft Kft. Marosvásárhely T. Vladimirescu u. 65/3 (e-mail: csgeza@integrasoft.ro, barni@integrasoft.ro)



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

IMPULZUS VEZÉRLÉS ELEKTROMOS HÁLÓZATOKBAN

Csenteri Barna, Csernáth Géza

Ripple control is one of the most established, proven and widely-used technique for efficient load management and electrical network control. It uses the existing distribution network as a Communications médium for transmission of information from a central point to an unlimited number of remote points. Ripple control is a one-way communication system where the ripple control telegram is injected into the medium voltage level and propagates down to the low voltage network throughout the distribution area where receivers can pick up the signal.

Bevezetés

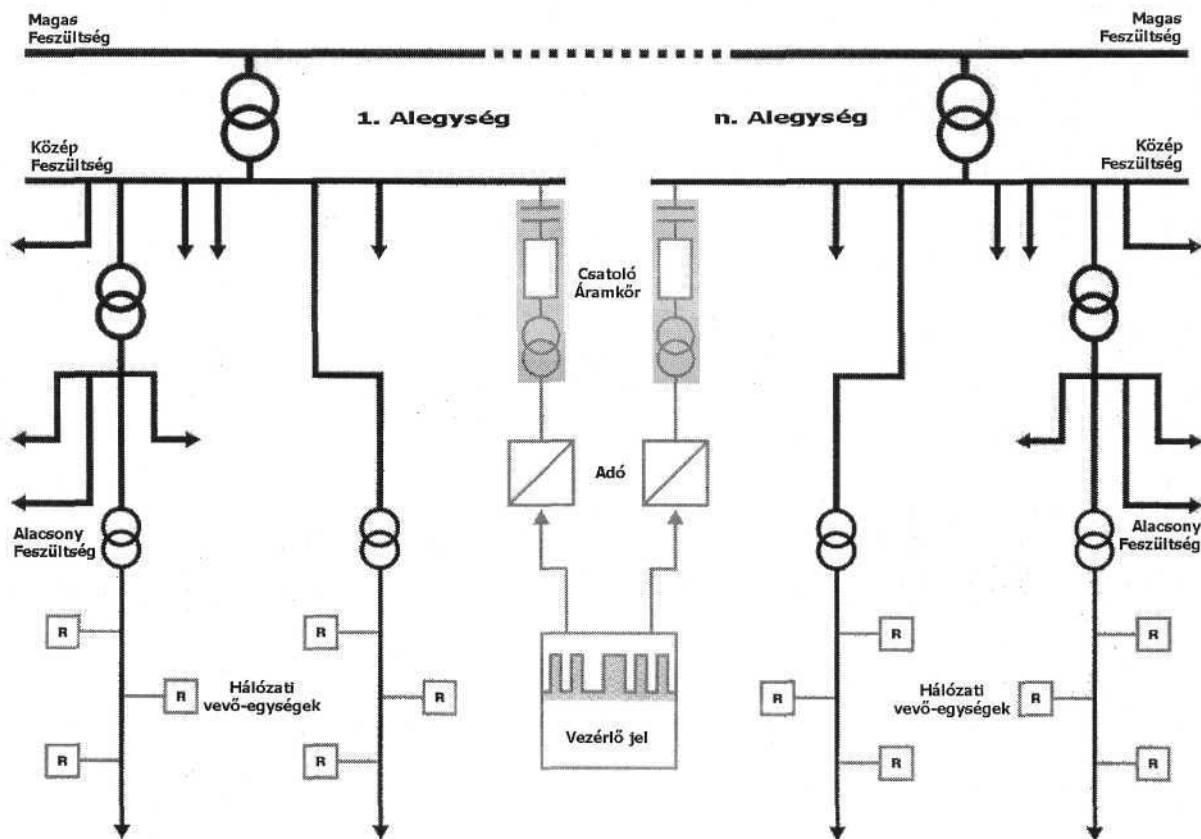
Az elektromos hálózatok menedzselésének egyik legnagyobb problémája a növekvő elektromos energia fogyasztás és a 24 órás terhelésgörbe egyenetlensége. Az elektromos hálózatokat a legnagyobb fogyasztási csúcsponthoz kell tervezni ahhoz, hogy elkerülhető legyen a hálózat teljes üzemképtelensége a generátorok kapacitásának túllépése esetén. Ugyanakkor mivel a hálózatban a fogyasztás csak néha éri el ezt a csúcspontot a generátorok nincsenek száz százalékosan kihasználva és ez nagyon nagy anyagi veszteséget jelenthet az elektromos energiát szolgáltató cégeknek. Ahhoz, hogy ezek a veszteségek minimálisak maradjanak szükség van a terhelés direkt vagy indirekt ellenőrzésére. Egyik ilyen ellenőrzési módszer az impulzus vezérlés. Ez a rendszer aránylag könnyen ráépíthető a meglévő elektromos hálózatokra mivel magát az energiát hordozó hálózatot használja fel az információ továbbítására. Az impulzus vezérlés alkalmazásával ellenőrizni és ugyanakkor vezérelni lehet úgy a fogyasztókat mint a generátorokat.

Az impulzus vezérlés alapelvei

A rendszert egy kontroller irányítja felhasználva a meglévő elektromos hálózatot az információ továbbítására. A kontroller a legtöbb rendszerben egy ipari számítógépet jelent amely a megfelelő perifériákkal rendelkezik és amelyen egy erre a feladatra megtervezett teljesítmény vezérlő program fut. A kontroller által a rendszer visszacsatolásos vezérlésre képes így lehetővé teszi a határfok maximumon való tartását és a teljes fogyasztó-generátor hálózat vezérlését. Ugyanakkor a modern számítógépek egyre növekvő képességeit kihasználva lehetséges az adatok mentése,

adatbázisokba való tömörítése és feldolgozása, tovább növelve a rendszer hatékonyságát. Mindezek a funkciók központosítva vannak, így lehetővé teszik az adatok gyors és hatékony feldolgozását akár országos méretű hálózatok esetében is. A visszacsatolós vezérlés mellett a kontrollerek képesek kézi vezérlésre, idő és esemény alapú programozásra is, tehát akár időpontokhoz vagy eseményekhez is kapcsolhatjuk bizonyos parancsok kiadását. A biztonság növelése érdekében a kontrolliereket kiegészítő rendszerekkel látják el amelyek képesek a hálózat bizonyos fokú vezérlésére akár a controller meghibásodása esetén is.

Egy ilyen rendszer működését szemlélteti az alábbi ábra (1.ábra) is:



1.ábra

Az 1. ábrán látható rendszer több egységből épül fel. A rendszer részei a következők:

Vezérlő jel - Az a controller állítja elő amely az adatok feldolgozását, vezérlési algoritmusok alkalmazását látja el és a rendszerben monitorként is működik lehetőséget adva a vizuális ellenőrzésre és kézi vezérlésre is.

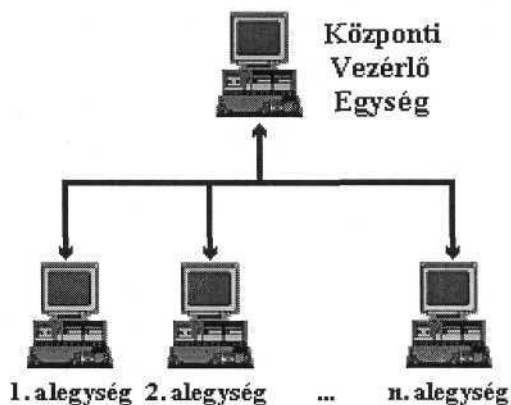
Adó - a controller által kiadott parancsokat olyan jelekké kódolja amelyek képesek a meglévő elektromos hálózaton terjedni. Ez a kódolás többféle lehet és bővebb leírását a következő fejezet foglalja magába.

Csatoló áramkör - a legtöbb rendszerben ez egy párhuzamos kapcsolású áramkör, amely egy háromfázisú transzformátorból és nagyfeszültségű kondenzátorokból áll, ahogy a rajzon is látható. Ez

az áramkör ugyanakkor galvanikusan is elválasztja a vezérlő rendszert a fogyasztói hálózattól, tovább növelve a rendszer biztonságát. Ahhoz, hogy a jel vételezhető legyen az egész hálózatban és így minden vevőhöz eljusson, a hálózatot egyedileg tervezik meg a "legrosszabb eset" elvének alapján.

Hálózati vevő-egységek - bárhova felszerelhetőek a kisfeszültségű hálózatokban és egy vagy több beépített jelfogók segítségével le vagy fel kapcsolhatják a hozzájuk kötött fogyasztókat. Ezekben a vevőkben erősen szelektív szűrők találhatók azért, hogy maximálisan kiszűrjék az vezérlő impulzusokat a hálózaton terjedő zajok közül.

Több ehhez hasonló rendszer összekapcsolásából egy nagyméretű hálózatot nyerhetünk, amely nagyméretű elektromos hálózatok vezérlésével és szinkronizálásával is képes megbirkózni. Egy ilyen nagyméretű hálózat szemlélhető meg a következő ábrán (2.ábra). A központi vezérlő egység ellenőrzi az egész alegységet és a kommunikáció többféle módon is történhet: telefon vonalakon, rádió hullámokon vagy bármilyen más módon.



2.ábra

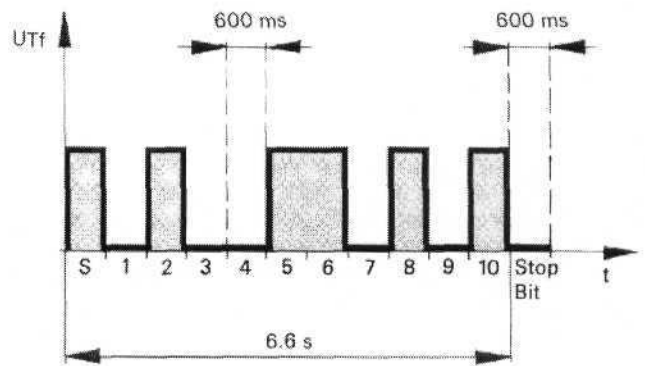
Az impulzus vezérlésben használt kódok

Ahogy a nevéből is kitűnik az impulzus vezérlés az információt impulzusok formájában továbbítja az elektromos hálózatban. Az első impulzusokkal vezérelt hálózatokat 1945 után kezdték el kifejleszteni. Ezeknek a hálózatoknak a vezérlése még nagyoobbrészt magas precíziós elektro-mechanikai jelentett és az úgynevezett "impulzus intervallum" alapelvét használták. Az elektronika fejlődésével lehetővé vált a jóval nagyobb sebességű adatátvitel, de a sebesség növekedésével a hibás kapcsolások száma is magasabb lett. A hibák minél hatékonyabb kiküszöböléséért több impulzus vezérlés szabványt fejlesztettek ki az évek során. Ezek egyikét fogjuk bemutatni röviden a következőkben: a Zellweger cég által kifejlesztett DECABIT kódolás.

Ez a kódolási rendszer a hálózati frekvenciákhoz közeli frekvenciasávot használ (200-250Hz). Így a hálózatok esetleges továbbfejlődése estén is használható ez a rendszer mivel az alacsony frekvencia körüli alacsony frekvenciasáv mindenképpen használható lesz. A félvezetők széles körű elterjedésével a hálózatokban egyre több zavaró felharmonikus jelent meg ezért a DECABIT vevőegységek komplex szűrőket tartalmaznak. A legújabb rendszerekben a szűrés digitális úton történik digitális jelfeldolgozó egységek (DSP - Digital Signal Processor) segítségével. A felharmonikusuk kiküszöbölése miatt egy impulzus hossza elég nagy kell legyen - a DECABIT tervezői 600 ms-ot választottak egy bit hosszúságának ami 1.7 baud átviteli sebességnek felel meg. Ez egy eléggé alacsony sebesség az egyéb kommunikációs rendszerekhez képest (rádió vagy telekommunikáció) de ez az ár amit meg kellett fizetni azért, hogy a jel minél gazdaságosabban és

biztonságosabban terjedhessen egy olyan hálózatban amelyben a nagy fogyasztók, kapcsolások, légköri jelenségek és félvezetők miatt gyakoriak az oszcillációk és a torzítások.

A bináris kódolás esetében n biten 2^n parancsot lehet elkódolni. A legtöbb impulzusos vezérlés esetén megközelítőleg 200 parancs szükséges, tehát az információ továbbítására 8 bit lenne szükséges (256 parancs). De mivel hibajavításra nincs lehetőség, bináris kódolás nem használható ebben az esetben. A DECABIT kód egy igen egyszerű módszert vezetett be a hibák bizonyos fokú kiküszöbölésére: egy kódolt parancsban a logikai T-k száma meg kell egyezzen a '0'-k számával. Így lecsökkentették ugyan az n biten elkódolható parancsok számát de az elsőfokú hibajavító algoritmus segítségével biztonságosabbá tették az információ továbbítását. Ezzel a módszerrel n biten $n!/(k!*(n-k)!)$ parancsot lehet elkódolni ($k = n/2$ ebben az esetben mivel a logikai T-k száma meg kell egyezzen '0'-k számával). Ahhoz, hogy ellensúlyozzák a kiesett kombinációkat az információt továbbító bitek számát megnövelték 10-re. Az előbbi képletből kiindulva a kapott kombinációk száma 252. A DECABIT standardban ebből a 252 kombinációból 100 pár parancsok továbbítására, 19 fentartott speciális kódok továbbítására használnak és a további 7 nincsen használva.



3.ábra

A 3. ábrán egy standard DECABIT

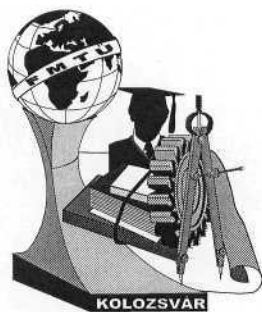
parancs látható. Az ábra jól szemlélteti egy standard DECABIT parancs összetételét: 1 Start bit, tíz információt hordozó bit és egy 600 msec hosszú Stop bit. Mivel a rendszerek bonyolultságukból adódóan gyakran több parancsot követelnek meg mint 200, bevezetésre kerültek a kombinált DECABIT parancsok. Egy kombinált DECABIT parancs valójában két vagy több standard DECABIT parancs láncra fűzését jelenti, így gyakorlatilag a parancsok száma több ezerre növelhető. Egy kombinált DECABIT parancs elemei között 600 msec hosszú szünetek vannak, a parancssort pedig egy 1.2 sec hosszúságú szünet zárja le.

Irodalomjegyzék

A cikk az Interneten található források felhasználásával készült.

Csenteri Barna automatizálás és ipari
informatika mérnök
IntegraSoft Kft. Tudor Vladimirescu 65/3
Marosvásárhely
e-mail: barni@integrasoft.ro

Csernáth Géza automatizálás és ipari
informatika mérnök
IntegraSoft Kft. Tudor Vladimirescu 65/3
Marosvásárhely
e-mail: csgeza@integrasoft.ro



Kolozsvár, 2001. március 23-24.

A MAGYAR MEZŐGAZDASÁG ANYAGMOZGATÁSI TECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE

Kassai Zsolt

Summary

The capacity of agricultural production determines to function size of matériái handling. The last 10 years capacity of matériái handling reduced from 10-15 % to 3-3,5 %. The capacity of machinery works does the matériái handling about 50 % in hungarian agriculture, and it is not too small function.

The agricultural production is seasonal-type so amplitude of matériái handling neither equable during of the year. The peak-load of agricultural transportation decided attachment works with cereal harvesting in Hungary.

The transportation peak-load display downward tendency and capacity of transportation point to extension with native transporter and carrier.

1. A mezőgazdaság szerkezeti formája

A téma keretében 1999. évben indított új kutatási feladat magyarországi eredményeit ismertetjük. A témakörön belül felmértük a magyarországi mezőgazdaság jelen körülmények közötti termelési szerkezetét, valamint meghatároztuk a szállító járművekkel, illetve a rakodógépekkel szemben támasztott műszaki-agrotechnikai követelményeket.

Az elmúlt évek gazdaságpolitikai intézkedéseinek megfelelően rendeződtek a mezőgazdasági földterület birtokviszonyai, ennek megfelelően a földterület jelentős hányada magántulajdonba került. Az anyagmozgatás technológiáján belül az elvégzendő feladatok megítélése szempontjából a gazdálkodó szervezetek működési formája napjainkig nem volt meghatározó, azt alapvetően a birtoknagyság határozta meg.

2. A mezőgazdasági anyagok felosztása

A mezőgazdasági termelésben alkalmazott anyagmozgató eszközökkel (szállító járművek, rakodógépek) szemben támasztott műszaki-agrotechnikai követelmények szorosan kapcsolódnak a mezőgazdaság szállítási feladatainak csúcsidőszakaihoz, amelyet elsősorban a gabonanövényeink (búza, kukorica, stb.) betakarításához kapcsolódó munkák határoznak meg, míg másodsorban az állattenyésztő vállalkozások kiszolgálása is meghatározó jelentőséggel bír.

A felsorolt szállítandó csoportosítás is mutatja, hogy a mezőgazdaságban használt anyagfélések igen sokrétűek. Ez a sokrétűség hatást gyakorol mind a szállító, mind a rakodó kapacitásokra. Mindezek figyelembevételével elmondható a mezőgazdasági termelésben alkalmazott - logisztikai funkciókat ellátó - anyagokkal szemben támasztott követelményeket az anyagfélések fizikai, kémiai állapota is jelentősen befolyásolja.

3. A magyar mezőgazdaság anyagmozgatási eljárásai

Az anyagmozgatási eljárások alkalmazásakor a szállítási körfolyamat - *rakodás-szállítás-ürítés-üresjárát* - pontos teljesülése minden esetben alapvető követelmény. A szállítási körfolyamat megfelelő szintű alkalmazása esetén a követelményrendszer kidolgozása is szükségszerű. A követelményrendszerek kidolgozását a legtöbb esetben az elérhető teljesítmény határozza meg.

A rakodási teljesítmény a mezőgazdasági munkák során nagyon gyakran - a csúcsidőszaknak megfelelően - a betakarítási teljesítménnyel megegyezik. A szállítási teljesítményt alapvetően az elérhető sebesség, a szállítási távolság és a szállítóeszköz teherbírása határozza meg, ami a sebességgel és a teherbírással egyenes, míg a szállítási távolsággal fordított arányban változik. Ugyanakkor a szállítási távolságoknak a mindenkori birtok és a - gazdálkodási szervezeteknek megfelelő - területi elrendeződéséhez és nagyságához is igazodnia kell.

A kutatási munka feladatai során a rendelkezésre álló erőforrások alapján megkülönböztetett vállalkozásokat mintagazdaságként tekintve felmértük a mezőgazdasági területen alkalmazott (szállítási, rakodási kapacitásuk alapján) gépesítési szintjüket. Ezeket termelési szerkezet, területi tagozódás, és gépesítésének színvonalára alapján az ország több helyén vizsgáltuk, amely állapotok a hazai helyzetre jellemző képet mutattak.

A vizsgálataink során felmértük a mezőgazdasági viszonyok ismeretében - eltérő méretű és szállítási távolságú termőterületeken gazdálkodó - a mezőgazdasági termelésben résztvevő vállalkozások anyagmozgató gépeinek kapacitását. A vállalkozások méretének és gépparkjának felmérése, illetve a gépek csoportosítása jelentős segítséget nyújtott a növénytermesztési és állattartási technológiák sorába illeszthető és a gyakorlatban is megvalósítható többlépcsős anyagmozgatási eljárások kialakításában.

A már meglévő gépek összegyűjtésére a mezőgazdasági vállalkozások közül a főbb szegmensek egy-egy típusát a gyakorlatban is összegyűjtöttük, illetve rendszereztük. A kutatómunka hatékony végrehajtásában jelentős segítséget nyújtottak az alábbi vállalkozások:

- SOLUM Rt., Komárom
- HATÁRÓR Mezőgazdasági Szövetkezet, Babócsa
- HEXAGONÁL Bt., Szelestye

A felsorolt gazdaságok lehetővé tették számunkra, hogy az általuk a mezőgazdasági termelésben használt gépeket felmérjük és összegyűjtsük. A vizsgálatba vont mintagazdaságok termőterület és

szállítási távolság adatai, illetve az anyagmozgatásban résztvevő gépeinek megoszlása alapján a következő megállapításokra jutottunk:

A szállítási technológiát - a vállalkozás méretétől függetlenül - a rövidebb távolságoknál a traktorvontatású, egy- és kéttengelyes pótkocsikkal valamint a billenő szekrényes tehergépkocsi szerelvényekkel végezték el. Ez a technológiai megoldás mindenképp emlékeztet a magyarországi adottságoknak megfelelő helyzet kihasználására. Az utóbbi évek gazdasági hatásai jelentős befolyást gyakorolt az anyagmozgatási technológia e módjaira és eljárásaira. Megfelelő tőkeerő szükséges a már meglévő egymenetes szállítási eljárások megváltoztatására, amely lehetővé teszi a mezőgazdasági vállalkozások számára a terményfélések szállítása során az újabb technológiai elemek alkalmazását. Az egymenetes szállítási eljárások alkalmazását általában a már meglévő géppark, és a kapacitások (hasznos teherbírás, raktérfogat) egyszerű számítási módszerei indokolták, ami nem jelentette feltétlenül a gazdaságos és költségkímélő megoldást. Mindezeket figyelembe véve lényeges volt kidolgozni olyan többlépcsős anyagmozgatási eljárásokat, amelyek megkönnyíthetik a már meglévő géppark kapacitások hatékony felhasználását.

A felmért géppark alapján a kapott adatok elsősorban arra adtak választ, hogy a szállítási távolság és a termőterület nagysága nem jelentette a szállítójárművek egyik szegmens felé történő eltolódását sem, azaz a szállítási feladatok 50-67 %-a mindenképp a pótkocsik - akár tehergépkocsival együtt, akár traktoros vontatással - alkalmazásával valósult meg. A rakodási feladatok ellátását 75-100 %-os arányban a magajáró és traktorra szerelt homlokrakodók végezték.

A mezőgazdasági termelés technológiai átalakítása szükségessé tette a teljes anyagmozgatási technológia általános és speciális feladatainak elvégzésére alkalmazott forgó- és homlokrakodó gépek, valamint a szállító eszközök műszaki-technikai paramétereinek értékelését. Ezen elemzés segítségével megállapítottuk, hogy a jelenleg - a magyarországi termelésben - használt anyagmozgató gépek a vállalkozások méretétől függően optimálisan illeszthetők mind a növénytermesztés, mind az állattenyésztés technológia gépsorához.

A mezőgazdasági anyagmozgatásban hosszú ideje megfigyelhető iránya a tehergépkocsi szállítás arányának növekedése a nagyobb szállítási távolságok esetén (-30-100 km), míg a traktoros pótkocsik segítségével végrehajtott szállítás a kisebb (-5-30 km) távolságok esetén. Az elkövetkező években várhatóan tovább csökken a tehergépkocsi szállítás aránya a traktorvontatású szállító eszközökkel szemben.

A szállító járművek energetikai és gazdaságossági kihasználását több irányban befolyásolhatnák a gazdálkodók. A teljesítmények növelését lehetővé teszik a nehéz és középnehéz univerzális traktorok jelentős arányú elterjedése az anyagmozgatás területén is, mivel e gépek lehetőséget biztosítanak a -10-20 t teherbírású mezőgazdasági pótkocsik alkalmazásához, mindamelllett a szállítási sebesség is növekszik (-30-40 km/h traktoros pótkocsik esetén is).

A traktoros szállítás jelentőségét indokolja az is, hogy a traktorok évi munkaidejük -35-40 %-ban szállítási munkákat végeznek. Az anyagmozgatási folyamatokban való részvételük csökkentése

kedvezőtlen hatást gyakorol a traktorok éves kihasználására, ami a traktoros munkavégzés költségeit növelhetné. Az anyagmozgatás szállítási területein belül számos olyan technológiai fázis található, melyeknek mezőgazdasági vonatkozásai egyediek, illetve fejlesztési irányai aállítás hatékonyságára jelentős hatást gyakorolnak.

A szállítási technológiák közül az alábbiak a legfontosabbak:

- szemestermény szállítás,
- tápanyag-visszapótlás és szennyvíziszap elhelyezése,
- nagybála szállítás,
- cukorrépa szállítás,
- szecskázott takarmányszállítás.

Összefoglalás

A mezőgazdaságban alkalmazott általános használatú rakodógépek egyik alapfeladata - egyéb anyagmozgatási feladatok végrehajtása mellett - a szállító eszközök különféle mezőgazdasági és ipari eredetű anyagokkal való rakódása. Ezekből az anyagokból terjedelmükénél fogva kiemelésre méltóak a különböző tápanyagok és talajjavító szerek (szerves- és műtrágya, méziszap, stb.), a szemestermények, a gyök gumósok, a szalastakarmányok, a föld és a sóder. Ezen anyagok többszöri mozgatása a mezőgazdasági anyagmozgatáson belül jelentős szállító- és rakodógép kapacitást igényel. Az agrotechnikai követelmények mellett az anyagmozgatás során alkalmazott gépeknek más követelményeket is ki kell elégíteniük. Ezek közül kiemelhetők a biztonsági követelmények, amelyeket az *ember-gép-munkakörnyezet* kapcsolatrendszer áttekintésével értékelhető.

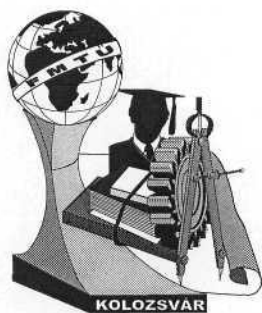
Irodalomjegyzék:

- [1] Dr. Knoll Imre Anyagmozgatás a mezőgazdaságban
Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983.
- [2] Dr. Kelemen Zsolt Az anyagmozgatás helyzetének felmérése, az EU előírásainak megfelelő
újabb szállítóeszközpark követelmény rendszerének összeállítása
FVMMI GM Kht. közhasznú jelentés, Gödöllő, 1999.
- [3] Kassai Zsolt A mezőgazdasági anyagmozgatási technológiájának fejlesztése,
logisztikai rendszerének kidolgozása a jelenlegi termelési struktúra
figyelembevételével
FVMMI GM Kht. K+F feladat, Gödöllő, 1999-2000.

Név/tudományos fokozat: **Kassai Zsolt**

Munkahely/cím: **FVMMI GM Gépmínősítő Közhasznú Társaság**
2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4. - Magyarország

Telefon/Fax; E-mail: **+36-28-511-665; +36-28-420-960; mgigttest@pipenet.hu**



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

A MAGYAR MEZŐGAZDASÁG MŰSZAKI - TECHNIKAI ELLÁTOTTSÁGÁNAK JELLEMZŐI AZ EZREDFORDULÓN

Bringye Bernadett

Summary

The Hungárián agriculture has been restructured several times since the Second World War. As a result of his transformation a new estate structure has been emerging. The activity of this reorganised private sector is based on a pool of technical equipment that is really not up to the standard required far a modern, effective agricultural production. Although the machinery investments of the last few years considerably improved the unfavourable situation, they have not resulted in a large-scale development. A major part of this equipment was put into operation prior to 1990; the average age of tractors is 9.6 years and that of the machinery is 10-15 years.

It is necessary to accelerate the modernisation process of the equipment pool in the period leading up to the country's admission to the European Union. In order to achieve this the country has to improve the financing schemes, which inevitably requires the participation of the state by providing subsidies.

1. Bevetés

Magyarországon a II. világháború óta a mezőgazdaság többszöri strukturális átalakuláson ment keresztül. Az 1990-ben bekövetkezett földbirtok-politikai változások a családi gazdaságok előtérbe helyezése mellett a családi földtulajdon és földhasználat egységének elősegítését irányozták elő. A kárpótlás során végbement folyamatok azonban a földtulajdon és a földhasználat jelentős szétválásához vezettek.

Az átalakulás során hazánkban egy új birtokstruktúra jött létre, amelynek legfőbb jellemzője a magántulajdonon szerveződő egyéni, illetve családi vállalkozások számának jelentős növekedése, valamint a gazdálkodó szervezetek átszerveződése. Ennek következtében a termelő egységek száma nagymértékben megnőtt, a mezőgazdasági termelés sokrétűbbé vált. Ebben a tekintetben külön kiemelhetők a magán, illetve családi kisgazdaságok, ugyanis a mezőgazdasági termelés ezen formájának hagyománya és fejlődése Magyarországon több évtizede megszakadt.

2. A magyar mezőgazdasági termelés műszaki állapotának átvilágítása

A tapasztalatok azt mutatják, hogy az újjászerveződött magánszektor tevékenységi, szervezeti és nem utolsósorban műszaki - technikai rendszere még napjainkban is messze elmarad attól a színvonalától, amely a korszerű és eredményes gazdálkodásnak kielégítő alapja lehetne, illetve a nyugat-európai versenytársak eszközállományának színvonalától.

A kis és közepes gazdaságoknál megfigyelhető a gépesítési technológiák kiépítettségének hiánya, a nagyüzemknél pedig a hatékonyság fontosságának háttérbe szorulása mellett az eszköz intenzív termelésre való törekvés érzékelhető. Az erő- és munkagépek életkorából fakadóan az üzemeltetési ráfordítások magasakjelentősen megnövelve a termelési költségeket.

A magyar mezőgazdaság műszaki - technikai ezen felül az eszközpark fejlesztéséhez előnyként értékelhető, hogy :

- adott a műszaki fejlesztés lehetősége
- megfelelő szintű géprendszeri és termelési tapasztalatok állnak rendelkezésre
- a kínálati piacot széles áruválaszték jellemzi
- a korszerű technológiák jelentős részére van megfelelő referencia

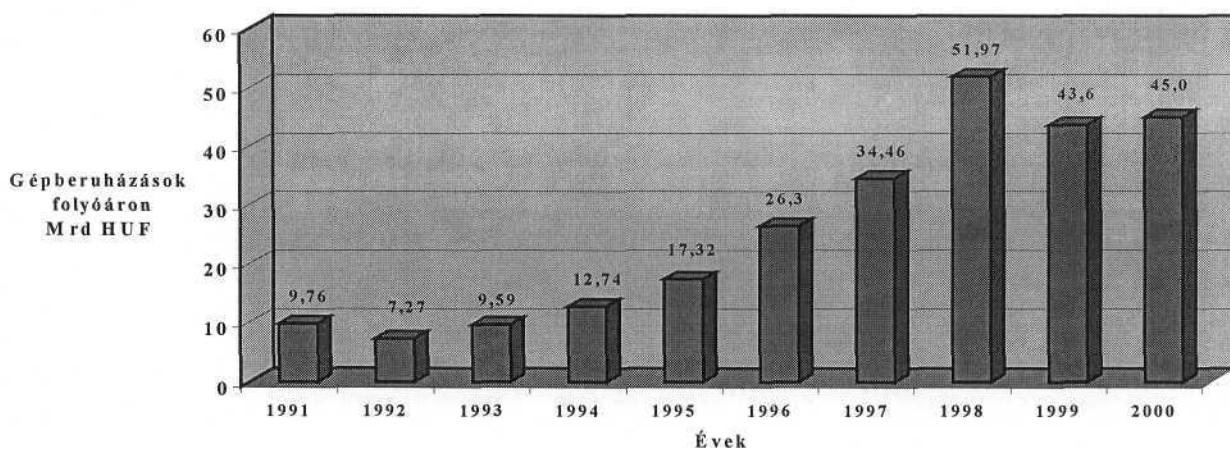
Ugyanakkor hátrányként kell említeni, hogy:

- a gépesítettség színvonala mind mennyiségi mind pedig minőségi tekintetben alacsony
- igen sok az elöregedett, elavult technológia és létesítmény
- alacsony az energia- és anyagfelhasználás hatáfoka
- előzőből adódó szinte megoldhatatlan káros környezeti problémák

A mezőgazdasági gépberuházások alakulását az elmúlt tíz évben az 1.számú ábra szemlélteti. Ahogy ez a diagrammon is jól látható, 1994-től különösen az utóbbi három évben -nőtt a mezőgazdaság összberuházásain belül a gépbeszerzések aránya, amely 1999-ben és 2000-ben meghaladta folyó áron számolva a 61 %-ot.

Az utóbbi években a gépberuházásokon belül a legnagyobb tételt az összes beruházás (60 %-át) az erőgépek- traktorok, arató-cséplőgépek, magajáró betakarító és rakodó gépek- képezték.

**A mezőgazdasági gépberuházások alakulása
(1991-2000)**



Az utóbbi időben évente átlagosan 30-40 ezer új mezőgazdasági gép állt munkába, ebből 54 % került a növénytermesztés ágazatába, a teljes mennyiség 25 %-a az állattartásba, az erőgépek. 18 %-ot képviselnek A növénytermesztés munkagépei 25 %-al részesedtek, még az állattartás gépei és berendezései 12 %-ot tettek ki.

Ez a nem kis számú gép a teljes gépállománynak így is csak 2-3 %-os megújítását eredményezte.

A hazai traktorpark 90 %-át az elöregedett, alacsony színvonalú típusok alkotják. A gépek zömét (76 %-át) 1990. január 1. előtt helyezték üzembe, az átlagos életkoruk 9,6 év.

A traktorok zömét a nagy szerkezeti tömeg, 20-30 évvel ezelőtti konstrukciós megoldások jellemzi. További negatívum, hogy a teljesítmény lépcsők általában nem felelnek meg az új üzemi struktúrának. Korszerűtlen járószerkezetük következtében nagymértékű talajtömörödöttséggel dolgoznak, többségnek nagy a hajtóanyag fogyasztása és a hatékonyság sem megfelelő.

Az elmúlt években üzembe helyezett új gépek között 3160 db volt éves átlagban az új traktorok száma, amelyet nagyrészt a családi kisgazdaságok könnyű univerzális standard traktorai tettek ki. Megjegyezendő hogy, még mindig az MTZ típusok a legkeresettebbek.

Éves átlagban 310-re adódott az újonnan beszerzett arató- cséplőgépek száma, amelyek között a legkorszerűbb főként nyugat-európai típusok találhatóak meg. A gabonafélék a magyar mezőgazdasági termelésen belül meghatározó szerepet játszanak, a ezért fontos, hogy betakarításukhoz megfelelő és korszerű géppark álljon rendelkezésre.

Az utóbbi években a munkagépek közül a talajművelő eszközökből szereztek be a legtöbbet, ebből 1050 db-ot az ekékből vásároltak évente. Több százra tehető az évente újonnan üzembehelyezett vető- és ültetőgépek, valamint öntözőberendezések és pótkocsik száma is. A permetezőgépek és műtrágyaszórók száma 800 db körül alakult évente.

A szőlő- és gyümölcsstermesztés is több géppel gazdagodott, kiemelhetők itt a szőlőfeldolgozás és borkészítés gépészeti eszközei, amelyek nagymértékben hozzájárulnak a magyar minőségi bor előállításához kapcsolódó technológiák fejlődéséhez.

A 90-es években a gépberuházások 30-40 %-át az egyéni gazdaságok, és 40-50 %-át pedig a közepes méretű üzemek valósították meg. A szövetkezetek részaránya csökkenő tendenciát mutat. A legtöbb gépberuházást az elmúlt 7-8 évben létrejött új vállalkozások realizálták.

3.Összefoglalás

Hosszabb távon az árutermelő birtokméret növekedése, vásárlással vagy földbérlettel elért koncentrációja várható.

A hatékony gazdálkodás pedig - többek között - az eszközállomány kihasználásának növelését, a lekötött tőke az előállított termékre vetített fajlagos értékének számottevő csökkentését követeli meg.

Irodalom:

- [1] **Szabó Zsuzsanna** (szerk.): *Gazdálkodók Kézikönyve*, Raabe Klett Kiadó, Budapest 1998.
- [2] **Fenyvesi László** (szerk.): *A magyar mezőgazdaság gépesítettségének összefoglaló értékelése*, FVM Műszaki Intézet, Gödöllő, 1999.

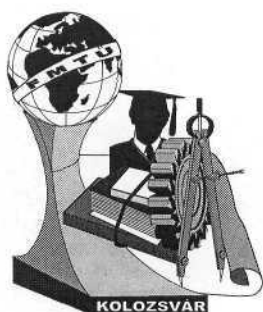
Bringye Bernadett, intézeti mérnök

Munkahely: FVM Műszaki Intézet

Magyarország, H-2100 Gödöllő, Tessedik S. 4.

Telefon: + 36 28-511-613, Fax: + 36 28-430-498

E-mail: fmimi@mail.elender.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

PROTEHN - TECHNOLÓGIAI FOLYAMATOK TERVEZÉSÉT TÁMOGATÓ SZÁMÍTÓGÉPES PROGRAM

MEZEI Sándor, ifj. MEZEI Sándor

Summary

The PROTEHN is a software, which works with a variant method. It allows us to plan a type- and group technology. We form an eight-digit number code in accordance with the geometrical and technological dates of the new part. Then we look for a similar or identical code in the database of the PROTEHN. We may adapt, print and save its technology.

Bevezetés

A saját tervezésű PROTEHN program annak az igénynek a kielégítésére szolgál, mely a kis és közepméretű sorozatokban gyártott forgástestek elkészítéséhez gyors, egyszerű, de ugyanakkor használható műveleti sorrendtervet készít, melynek alapján egy rugalmas gyártórendszeren a legrövidebb idő alatt elkészíthető a darab. Így kiszolgálhatjuk azokat a rendelőket is, kik rövid határidejű megrendeléseikkel nem teszik lehetővé, egy részletesen, minden szempontot figyelembe vevő technológiai sorrendterv tervezését és annak alapján a gyártás előkészítését elvégezzük.

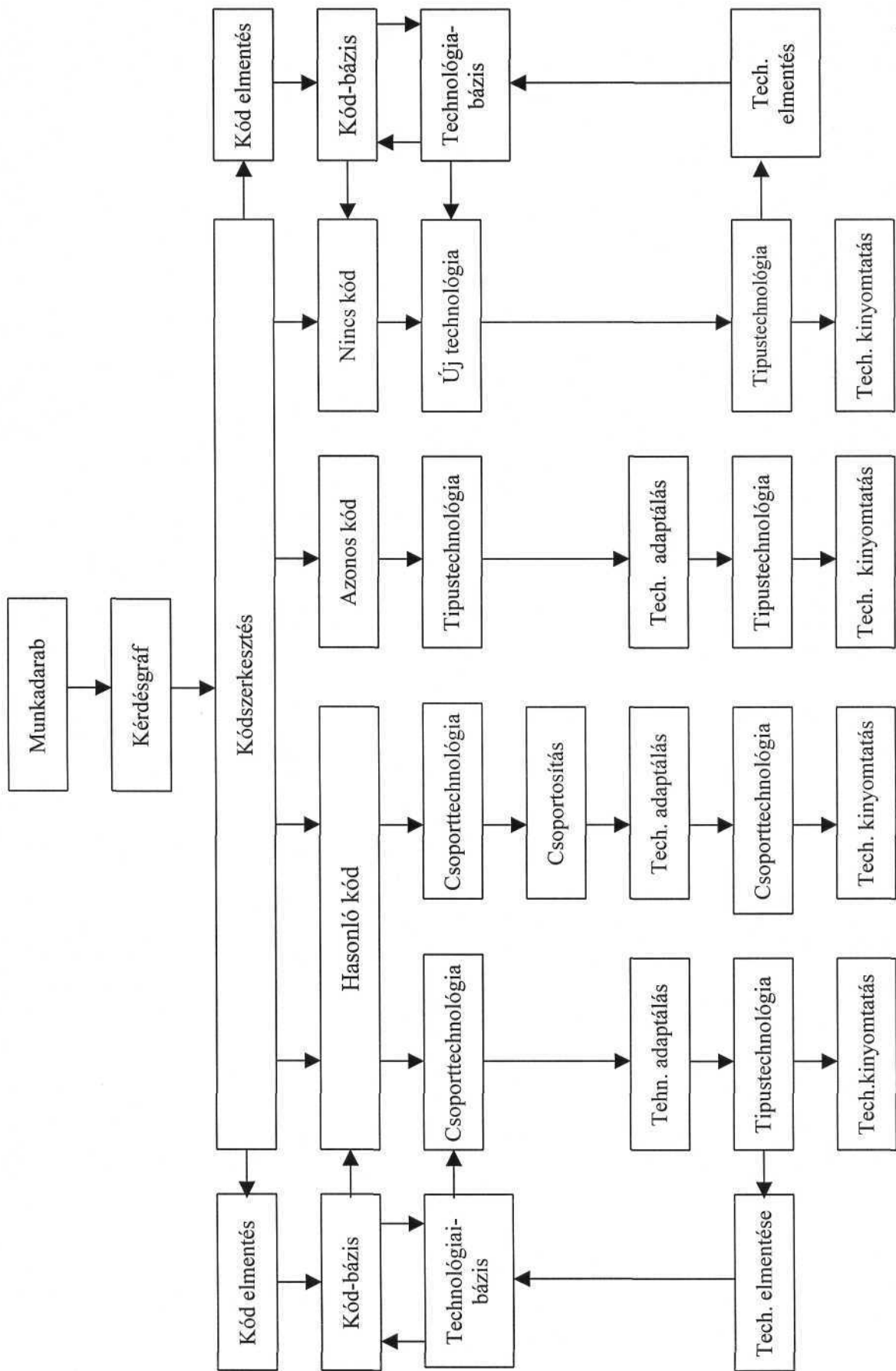
A PROTEHN program működési elve a már megtervezett és a gyakorlatban kipróbált, az adatbázisban tárolt azonos vagy hasonló technológiákon alapszik, melyeknek a felismerésére egy nyolc számú kódot használunk. A kód a feltett kérdésekre kapott válaszok alapján alakul ki (2.Ábra) és a hozzárendelt műveleti sorrendtervei együtt az adatbázisban lesz majd eltárolva. A kérdések az előgyártmány milyenségére és méreteire, a nagyoló-, simító- és finommegmunkálásokra, valamint az alkalmazott hőkezelésekre és felület kikészítő műveletekre vonatkoznak. A válaszok alapján 3024 egymástól különböző kód lehetséges (nem számítva a különleges, kivételeknek számító eseteket, melyeket el sem mentünk). Nem minden kérdésre kapott válasz használható a technológia tervezéséhez.

Az adatbázist eredetileg feltöltöttem egy közepes komplexitású darab és egy bonyolult darab kódjával és technológiájával. Használat közben az adatbázis folyamatosan gazdagodik más kódokkal és azokhoz tartozó technológiákkal. Gyakori és változatos használat esetén megtörténhet, hogy az adatbázisban már az összes lehetséges változat megvan, mikor mennyiségileg már nem változik csak minőségileg. A tárolt technológiákat megjelentetésükkor megváltoztathatjuk és lementéskor mindig az utolsó változat marad meg. Így, állandóan frissíthetjük, ésszerűsíthetjük, az adott műszaki feltételekhez igazíthatjuk a technológiákat. A tárolt információkat az adatbázisban csökkenthetjük, vagy teljes egészében törölhetjük.

A PROTEHN működése

A PROTEHN működése a variáns módszeren alapszik. A következő lépések szerint:

- Az új termék kódolása
- Az azonos és hasonló kód kiválasztása
- A technológiai sorrendterv megjelentetése
- A technológiai sorrendterv adaptálása és kinyomtatása
- A kód és a technológiai sorrendterv lementése



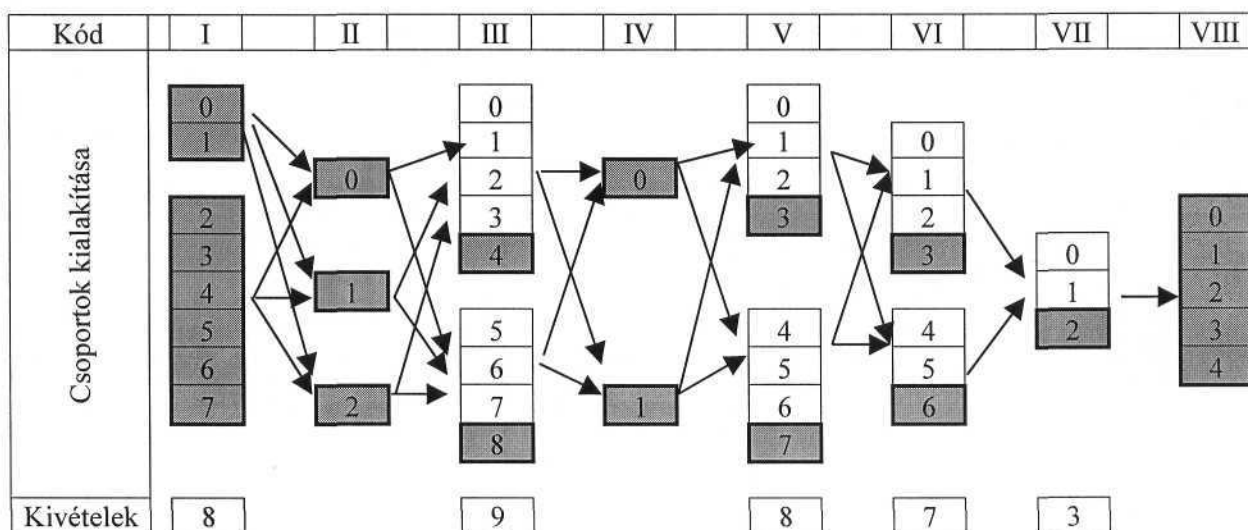
1.Ábra A PROTEHN működési vázlat

A PROTEHN programot három esetben használjuk (1.Ábra):

a. Tipustechnológia tervezésére, akkor mikor az új darabnak a kódja azonos egy előbbi, már megtervezett darab kódjával, melynek a műveleti sorrendtervét átvesszük megfelelő méret módosításokkal.

b. Tipustechnológia tervezésére, akkor mikor az új darabnak a kódja hasonló egy már létező kódhoz, melynek a technológiáját megjelentjük és abban módosításokat végzünk úgy a műveletek számában, mint azoknak a tartalmában.

c. Csoporttechnológia tervezésére, akkor mikor az új darabnak a kódja hasonló kódot talál és egy csoport építkezését kezdeményezi, melyben egy a tervező által meghatározott százalékban vesz részt. A csoport bővül más hasonló alkatrészekkel, addig míg elérjük vagy megközelítjük a 100 %-ot (3. Ábra). Ekkor jelenik meg a csoport-műveleti sorrendterv a talált hasonló kódnak megfelelően és a csoportot alkotó alkatrészekkel, melyeknél a saját kódjaik alapján + vagy - jelek jelennek meg aszerint, hogy az a műveletnek elvégzése szükséges-e vagy nem.



2. Ábra A kodifikálás sémája

Például tekintsük meg a következő tíz darab kódját (3. Ábra), melyeket egy csoportba tehetünk mivel hasonló kódjuk van azzal a darabbal, melynek a kódja szintén fel van tüntetve az ábra alsó felén.

<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">A</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">B</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">C</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">E</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">F</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">G</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">H</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">I</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">J</td></tr> </table>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0	1	0	0	0	4	0	1	1	1	1	0	1	5	1	1	0	1	2	0	2	6	2	2	1	1	3	0	3	4	0	2	0	1	4	0	0	5	1	1	1	1	0	0	1	6	2	1	0	1	1	0	2	4	0	2	1	1	2	0	3	5	1	2	0	1	4	0	1	4	0	1	1	1	4	0	1	4	0	1	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">5 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">15 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">18 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">15 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">14 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8 %</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7 %</td></tr> </table>	5 %	6 %	15 %	18 %	7 %	5 %	15 %	14 %	8 %	7 %
A																																																																																																						
B																																																																																																						
C																																																																																																						
D																																																																																																						
E																																																																																																						
F																																																																																																						
G																																																																																																						
H																																																																																																						
I																																																																																																						
J																																																																																																						
0	1	0	0	0	4	0	1																																																																																															
1	1	1	0	1	5	1	1																																																																																															
0	1	2	0	2	6	2	2																																																																																															
1	1	3	0	3	4	0	2																																																																																															
0	1	4	0	0	5	1	1																																																																																															
1	1	0	0	1	6	2	1																																																																																															
0	1	1	0	2	4	0	2																																																																																															
1	1	2	0	3	5	1	2																																																																																															
0	1	4	0	1	4	0	1																																																																																															
1	1	4	0	1	4	0	1																																																																																															
5 %																																																																																																						
6 %																																																																																																						
15 %																																																																																																						
18 %																																																																																																						
7 %																																																																																																						
5 %																																																																																																						
15 %																																																																																																						
14 %																																																																																																						
8 %																																																																																																						
7 %																																																																																																						
Hasonló kód	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>4</td><td>0</td><td>3</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	0	1	4	0	3	6	2	1	100 %																																																																																												
0	1	4	0	3	6	2	1																																																																																															

3. Ábra Alkatrészek csoportosítása

Megjegyzések:

- az első oszlopban megjelenő 0 vagy 1 jelek az előgyártmány rúdszerű, hengerelt vagy húzott alakjára vonatkoznak és nem befolyásolják az alkatrészek hasonlóságát

- a negyedik oszlopban a műveletek sorrendjének fontossága szerepel és mivel nincs különleges követelmény ezzel szemben, elfogadjuk azt a sorrendet amit a hasonló alkatrész technológiája ajánl.

- az utolsó oszlopban a sorozat nagyságát meghatározó adatok vannak, melyek nem befolyásolják a csoporttechnológiát

- a többi oszlopokban természetesen, hogy vannak különbségek a jelek között, pont erre épül a csoportos sorrendterv tervezése és alkalmazása az ismert eredmények szerint.

Sorszám	Művelet sorrend	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10	Darabol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	Hökezel	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
30	Esztergál	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40	Esztergál	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	Mar / gyalul	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+
60	Vés / üregel	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+
70	Fúr / menetel	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+
80	Hökezel	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
90	Felületet kezel	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
100	Köszörül	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+
110	Köszörül	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
120	Császol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
130	Felületet kezel	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-

4. Ábra Csoportos művelet sorrendterv

Következtetések

A PROTEHN segítségével nagymértékben lerövidíthetjük a tervezési időt, mivel már létező technológiák kikeresését és szükség szerint azoknak a módosítását kell elvégeznünk. Sokkal egyszerűbb egy már kipróbált technológiát módosítani, mint egy új technológiát megtervezni. Nagy előnye abban nyilvánul meg, hogy azonos vagy hasonló alkatrészek technológiája nem fog lényegesen különbözni egymástól, ezért az alkalmazott technológiák száma és változatossága csökken.

Könnyen alkalmazkodhatunk a megváltozott műszaki körülményekhez és az újabb kutatási eredményekhez, mivel egy adott művelet sorrendterv bármikor megváltoztatható. Ennek alapján a program alkalmazható minden műhelyben, ahol rendelkezésünkre áll a személyi számítógép.

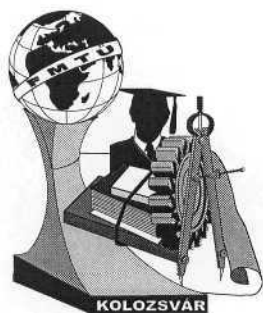
Csoporttechnológia tervezésére akkor javasolt a PROTEHN program, mikor áttervezzük a gyárnak a tevékenységét és rengeteg alkatrésznek a művelet sorrendtervét felülvizsgáljuk, vagy mikor a rendelések elég változatosak ahhoz, hogy csoportokat alkossunk az adott alkatrészekből és legyártásukra csoporttechnológiát használjunk.

Irodalomjegyzék

- [1] MEZEI A., MIKÓ B., MEZEI S. : Csoportos megmunkálás műveleti sorrendtervének számítógépes tervezése, O.G.É.T. '99, Felix-Oradea, 23-25 IV 1999
- [2] MEZEI A., MIKÓ B., MEZEI S. : Csoporttechnológia tervezésének számítógépes támogatása, F.M.T.Ü. '99, Cluj-Napoca, 19-20 III 1999
- [3] MIKÓ B., KUTROVÁCS L., SZEGH I. : Műveleti sorrendtervek készítése esetalapú tervezési elv alapján, Autó CAD '97, Miskolc, 26-27 II 1997

MEZEI SÁNDOR doktorandusz
Traian Vuia iskolaközpont, Marosvásárhely
Marosvásárhely, Béke utca 41 szám
065-214511, SMEZET@NETSOFT.RO

ifj. MEZEI SÁNDOR
Marosvásárhely, Béke utca 41 szám
065-214511, SMEZEI@NETSOFT.RO



Kolozsvár, 2001. március 23-24.

MIKROMARÁSI TECHNOLÓGIA ELEMZÉSE A SZERSZÁMOLDALRÓL

Takács Márton

Abstract

One of the most exciting field of manufacturing engineering is the miniaturization of components and systems. Up to now there have been existed some widespread technologies for the manufacturing of miniature parts of devices (different etching methods, LIGA process), but these can only be applied in limited cases. The transplantation of conventional chip removal processes into the micrometer scale dimensions shows a very promising alternative. Micromilling researches have been carried out to find the optimal process parameters for the machining of metallic materials with hard metal micro end mill. There are many results about the examination of the surface and the geometric quality of the micromachined structure.

1. Bevezetés

A harmadik évezred kezdetén az ipar szinte minden területén (pl. autógyártás, informatika, orvostudomány, mérés- és szabályozástechnika) általános igény, illetve törekvés mutatkozik alkatrészek és rendszerek miniaturizálása iránt. A mikroszerkezetek előállítására eddig is léteztek szélesebb körben elterjedt technológiák (a különféle maratósi technológiák, LIGA-eljárás), de ezek számos hátránnyal rendelkeznek, illetve csak bizonyos körülmények között alkalmazhatóak.

Kutatási munkámban fémes anyagok kisméretű marószerszámmal történő megmunkálásához keresek kísérleti úton optimális forgácsolási paramétereket, illetve vizsgálom a megmunkált anyag felületi minőségét és szerkezetét. Ezek mellett tanulmányozom a mikroméretű forgácsleválasztás sajátosságait, ugyanis ebben a mérettartományban igen fontos szerepet kap az egyes szemcsék, illetve a szemcsehatárok módosító hatása.

Ebben a tanulmányban a témával kapcsolatos eredményeimet ismertetem, különös hangsúlyt fektetve a mikromaró szerszámokkal kapcsolatos vizsgálódásokra.

2. Célkitűzés, motiváció

Esetünkben mikroméretű megmunkálás alatt a 1...1000 μ m mérettartományba eső forgácsleválasztást értem. A kisméretű alkatrészek előállításához használt LIGA-eljárás

hátránya például a csupán nagy darabszám melletti gazdaságosság, vagy a megmunkálható geometria behatároltsága. Ezzel szemben az egyedi és kissorozatú gyártásban a hagyományos forgácsleválasztási módszerek rendkívül kis mérettartományba történő átültetése figyelemreméltó alternatívát jelent. Ezek közül az eljárások közül a legváltozatosabb megmunkálási lehetőséget a marás kínálja [1], [2], [3].

Az 1980-as évek vége óta folynak mikromarással kapcsolatos kísérletek. Eddig azonban - az igazi problémákat elkerülve - főként műanyagok és nemvasfémek megmunkálására tettek kísérleteket. Ehhez gyémánt szerszámot alkalmaztak, mely számos más előnyös tulajdonsága mellett roppant kicsi éllekerekítési sugárral készíthető. A nagy befektetési költségeken kívül a gyémánt óriási hátránya azonban az, hogy a kémiai reaktivitás miatt vasfémek - így az ipar számára rendkívül fontos acélok - nem munkálhatóak meg vele. Emiatt volt szükség más, olcsó, de mégis megfelelő megoldás bevezetésére [4], [5]. A vizsgált mikromarás tervezett fő felhasználási területe a mikrofröccsöntő szerszámok gazdaságos előállítására.

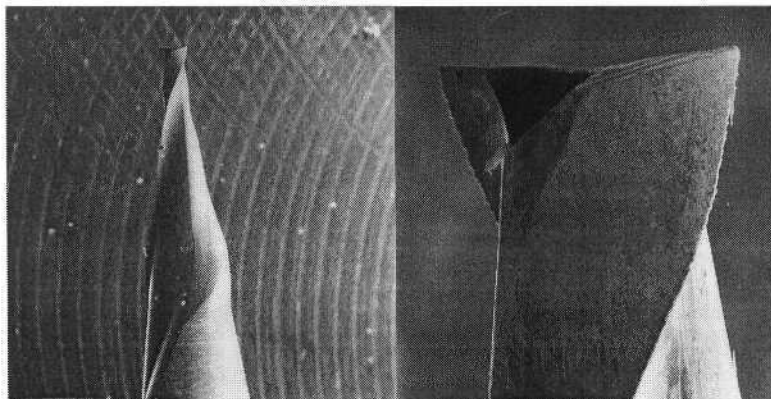
3. Kísérleti körülmények

A mikroméretű forgácsleválasztásnak számos speciális követelménye van a hagyományoshoz képest. Ezek közül a legfontosabbak: a kis szerszámtér mértéke miatt a megfelelő vágósebesség biztosításához elengedhetetlenül szükséges magas fordulatszám, illetve a megnövekedett géppoldali követelmények (a nagy felbontás, a pontosság és a rezgésmentesség).

A kísérleteket egy 3 tengelyes, kifejezetten mikromarási célokra konstruált szerszámgépen végeztem. A kerámia csapágyazású főorsó fordulatszám tartománya: 30000... 160000 1/min. Kísérleteimhez több gyártó cég („magaforce”, „HAM”, „Jabro Tools”, „KOBELCO”) szerszámai is rendelkezésemre álltak. Az alkalmazott kétélű, bevonat nélküli keményfém szármarók 100 μ m, 150 μ m, 300 μ m, 400 μ m, illetve 600 μ m névleges átmérőjűek voltak. A kísérletek során több, a forgácsolás szempontjából eltérően viselkedő anyagot munkáltam meg: sárgarezet (CuZn39Pb3), nemesíthető acélt (42CrMo4) és különböző hőkezelésű, így különböző anyagszerkezetű szénacélt (CK45).

4. Keményfém mikromaró szerszámok

A keményfémek előállítása területén rohamos fejlődés tapasztalható, különös tekintettel a nanoméretű porok megjelenésére. A szemcseméret állandó csökkenése miatt ezen anyag típus egyre inkább a figyelem középpontjába a mikromaró szerszámok gyártása területén is. A karbid szemcsék méretével fordítottan arányosan nő egy keményfém szerszám keménysége és hajlítószilárdsága. A szemcseméret a szerszámon kialakítható éllekerekítési sugár nagyságát is befolyásolja. Ultrafinom szemcsés keményfém szármarók már számos gyártótól beszerezhetőek a piacon mind sarkos, mind pedig rádiuszos véggel (1. ábra).



1. ábra: Ø150µm-es mikromaró szerszám

A vizsgált mikromaró szerszámokat porkohászati úton állítják elő ultrafinom szemcsés porból. A WC alapú, Co kötőanyagú szerszámok a „K” forgácsolási főcsoportba tartoznak. Anyaguk szerint igen kopásállóak, kedvező élszilárdsággal rendelkeznek, így élezésnél elvileg megfelelően kicsi éllekerekítési sugár alakítható ki rajtuk. Ez elengedhetetlen követelmény a mikrotartományban keletkező forgácsok méretét tekintve. Az energiadiszperzív kémiai analízis mindegyik gyártó szerszámánál szinte azonos anyagfelépítést mutat, a geometriában azonban már fellelhetők különbségek, főként a forgácsorony kialakításában. A még teljesen új szerszámokról készült felvételek a szerszáméi és a szerszámcsúcs kitöredezését mutatják. Ez a gyártás folyamán történő élezési problémákra hívja fel a figyelmet. A szerszámon megfigyelhetők az élező korong szemcsekarcolatai, melyek a szerszám méretéhez viszonyítva túl nagyok. A szerszám éllekerekítése kb. 1...5µm, melyet a szemcsenagyság korlátoz. Ez a sugár igen jelentős a leválasztott forgácsvastagságot figyelembe véve, és azt jelenti, hogy a szerszám negatív homlokszöggel forgácsol.

A szerszám elhasználódása mindig törést jelent, mely a szerszáméi kopása nyomán megnövekedett forgácsolási erő miatt következik be. A szerszám kopása minden esetben aszimmetrikus. Ebből az következik, hogy a megmunkáló szerszám nem központosán dolgozik, vagyis az egyik él intenzívebben forgácsol, mint a másik. Ez utóbbi csak keni az anyagot, vagy éppen hogy csak súrolja azt. Valószínűleg ez az él van erőteljesebb koptató hatásnak kitéve. Olyan periodikus forgácsleválasztásnál, mint a marás a fogak magas frekvenciájú, dinamikus terhelésnek vannak kitéve, $n=6500$ 1/min-es fordulatszám mellett ez 1083 Hz-es gerjesztést jelent. A keményfém szerszám különösen érzékeny az ilyen típusú terhelésekre, kettős repedésháló alakul ki, mely a kopási folyamatokat erősen felgyorsítja. Főleg hátfelületi kopások figyelhetők meg, erős éllekerekedés mellett.

5. Szerszámdeformáció

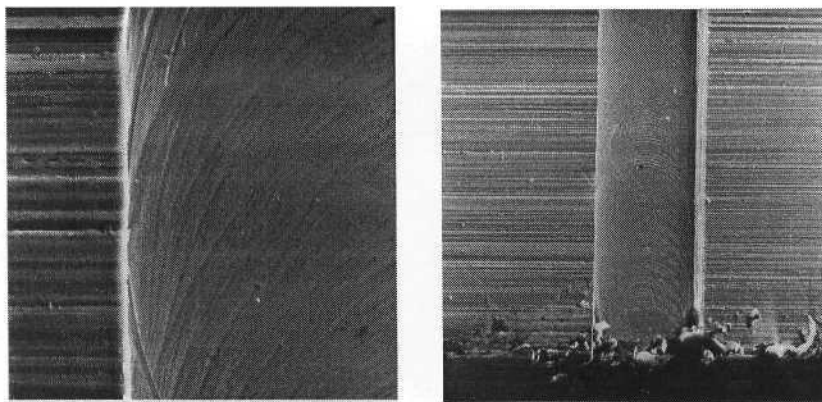
A sárgaréz jelentősége a miniatűr alkatrészek és szerszámok előállítására területén elenyésző, viszont a rajta végzett kísérletek az anyagszerkezete és jól forgácsolhatósága miatt számos alapkérdés tisztázására adnak lehetőséget. A sárgaréz mintadarabokba mart hornyok keresztmetszeti geometriája érdekes és figyelemreméltó problémát vet fel. A horony alja

minden esetben párhuzamos a próbatest felületével, a horony falai azonban már ívesnek mutatkoznak. Ez a jelenség minden anyag esetében megfigyelhető, de itt célszerű vizsgálni, mivel ennél az anyagnál nagyobb fogásmélységgel dolgozhatunk. A probléma oka a kicsi inerciájú marószerszámnak a forgácsoló erő következtében történő elhajlása. A forgácsolás közben fellépő hajlítónyomaték a kis átmérőjű szerszámot a szerszám hosszával négyzetesen arányosan terheli. Az ismert képlet alapján a számított elhajlás: $f = \frac{F_c \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_y} \approx 13 \mu\text{m}$ (ahol F_c

a forgácsolási erő, I a szerszám tehetetlenségi nyomatéka, E a szerszám anyag rugalmassági modulusza, I_y a főtengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték), mely megfelel a mért 15 μm -s értéknek (4. ábra).

6. Megmunkálási minőség

A különböző hőkezeltésű szénacélok mikroforgácsolása alapján megállapítható, hogy a felületi minőség az anyag keménységével együtt növekszik, az éltartam viszont jelentős mértékben csökken. A legoptimálisabb forgácsolhatóságot a V450-es acél mutatja, mely



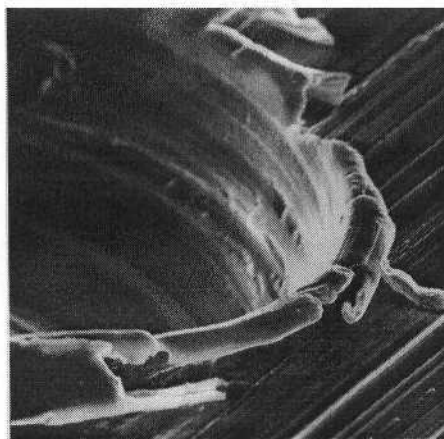
2. ábra: 300 μm széles mikromart horony

450°C-on lett 2 órán át megersztve és 40 HRC keménységű. Az anyag keménysége és a szerszám kis inerciája miatt megfelelő éltartam biztosítása végett a fogásmélység nem választható 5...15 μm -nál nagyobbra.

Igen kellemetlen hatás a sorjaképződés (3. ábra). Amennyiben a szerszám nem képes az anyagot leválasztani, a nagy hőmérsékleti és nyomásviszonyok miatt az anyag megfolyik, méghozzá a számára szabad irányban, felfelé és hátrafelé. A kísérleti tapasztalatok azt mutatják, hogy a sorjaképződés mértéke elsősorban a fogankénti előtolástól függ - egyre nagyobb előtolás mellett csökken, illetve meg is szűnik -, de döntő a szerszám geometriája, kopottsági állapota és a megmunkált anyag is. Sárgaréz esetében nem tapasztaltam sorjaképződést. A sorja igen kellemetlen jelenség, de a tapasztalatok alapján sikeresen eltávolítható, pl. elektrokémiai polírozással. A fogankénti előtolás a sorjaképződés mellett jelentősen befolyásolja a felületi érdesség alakulását is. A legnagyobb és legkisebb előtolás között létezik egy optimális, ahol a felületi érdesség egyértelműen a legjobb. Túl kicsi előtolás esetén még nem érjük el a minimális forgácsvastagságot, vagyis nincs igazi, jól

kontrollált anyagleválasztás.

Megfigyelhető, hogy egy konkrét horony mentén a felületi érdesség egy ideig javul, majd a minimum elérése után folyamatosan romlik egészen a szerszám töréséig. Ez a jelenség már a

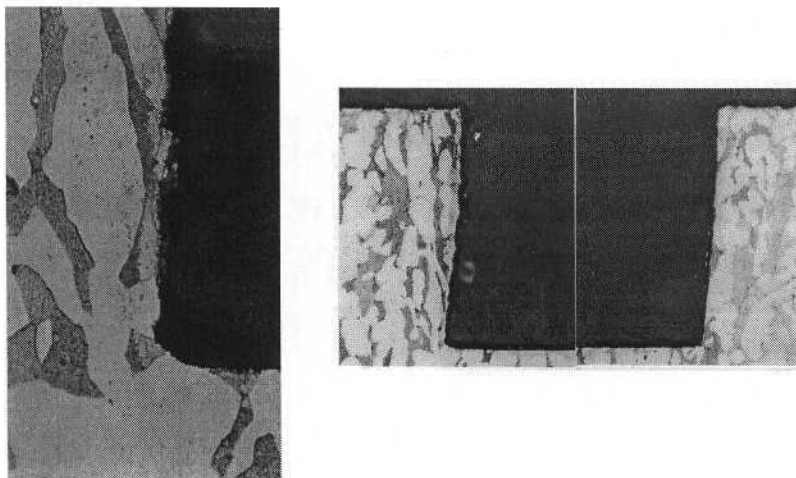


3. ábra: Sorjaképződés a mikromart horony vésén

hagyományos marásnál is tapasztalható, és azt feltételezi, hogy a szerszámnak a forgácsolási folyamat elején "be kell kopnia". A felületi érdesség a horony keresztmetszetében sem állandó. A mérések alapján a két szélén érzékelhetően rosszabb, mely a szerszám kopásával is magyarázható. Ezen túlmenően megállapítható, hogy az egyenirányú oldalon jobb a kialakított felületi minőség, mint az ellenirányún. A mikromart horony közepén szintén egy kiugróan rossz szakasz figyelhető meg. Itt tulajdonképpen a vágási sebesség zérus, tehát csak anyagdeformáció lehet szó.

7. A szemcsék hatása mikromaráskor

A keresztmetszetről maratott állapotban készített nagy nagyítású felvételeken megfigyelhető felületi egyenetlenség a megmunkált anyagban jelenlévő különböző fázisok eltérő rugalmassági modulusával, keménységével és keményedési képességével magyarázható. Mikromarás során a fogásmélység (acél esetében akár $5\mu\text{m}$) és a fogankénti



4. ábra: A szerszámelhailás és az egyes szemcsék átvágása mikromart horony

előtolás ($0,1\mu\text{m}$) rendkívül kis mérettartományba esik. Ennek nyomán a forgácstő méretei jelentősen kisebbek, mint a megmunkálandó polikristályos anyag átlagos szemcsemérete. Ezért a mikroszerszám szemcsehatáron belül dolgozik, szemcsehatárokat vág át. Egy-egy szemcsehatár átlépésével megváltozik a szemcseorientáció, a kés irányára vonatkozó rugalmassági modulusz, így értelemszerűen módosul az anyag ellenállása, ami a kisméretű szerszámnak intenzív, dinamikus terhelésingadozást jelent (4. ábra).

A szerszám éllekerekítési sugara is sokszor nagyobb, mint a fogankénti előtolás, így a mikro méretű forgácsleválasztást új alapokra kell helyezni a hagyományossal szemben. Azt váránk, hogy a minimálisan leválasztható forgács vastagsága megegyezik a szerszám éllekerekítési sugarával. A kísérletek viszont azt mutatják, hogy lényegesen kisebb vastagságú forgács is leválasztható. Még az $1\mu\text{m}$ -nél kisebb fogankénti előtolás mellett is jól definiált forgácsot kapunk, ami viszont azt jelenti, hogy $h_{\min} \leq 0,1\rho$, ahol ρ a szerszám éllekerekítési sugara. Telibe mart hornyok esetén a szerszámfogak minden egyes bekezdési szakaszára elmondható, hogy nem történik anyagleválasztás, amíg a forgácsvastagság el nem ér egy kritikus vastagságot. A szerszám csak csúszik az anyagon, képlékenyen és rugalmasan alakítva azt. Ennek nyomán az anyag lokálisan felkeményedik. A forgácsolási paramétereket figyelembe véve egy adott ponton a szerszám akár 100-szor is áthalad anélkül, hogy anyagleválasztás történne. Az anyag képlékeny alakváltozási feszültsége csökken, rugalmas alakváltozási feszültsége nő. Mindezek nyomán jelentősen megváltoznak az egyes szemcsék, és így az egész anyag forgácsolási viszonyai. Ez a lokális felkeményedés elsősorban a szemcsék méretétől és orientációjától függ. A szemcsék szélein látható kitöredezés is feltehetőleg ennek a felkeményedésnek a következménye.

8. Összefoglalás

Alkatrészek, mikrofröccsöntő szerszámok egyedi és kis sorozatban gazdaságosan állíthatók elő keményfém marószerszámmal történő mikro forgácsolás útján. Az említett szerszámok nemcsak olcsóak, de általuk lehetőség van az eddigieken túlmenően acél megmunkálására is. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a mikroméretű forgácsleválasztás sokban hasonlít a hagyományoshoz, azonban itt, főként a méretekből adódóan számos körülmény átértékelésre szorul. Az egyik legfontosabb tényező a különböző orientációjú és nagyságú szemcsék szerepének előtérbe kerülése, hatása a mikroforgácsolási folyamatra.

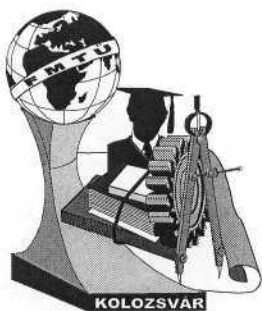
Irodalomjegyzék

- [1] K. Weinart, G. Guntermann, Ch. Schwietering: Mikrofräsbearbeitung schwerzerspanbarer Werkstoffe, Werkstatttechnik Nr. 88 (1998) H. 11/12
- [2] H.-W. Hoffmeister; J. Gábler: Mikrosysteme in der Fertigung - Fertigung von Mikrosystemen, Mitteilung der TU Braunschweig, Jahrgang XXXI, Heft 11/1996
- [3] M. Weck; M. Vos: Gedrehte und gefräste Mikrostrukturen, VDI-Z 137 (1995), Nr. 7/8
- [4] M. Vos; M. Weck: Der Span erobert die Mikrosystemtechnik, TransferNr. 44, 1995
- [5] E. Westkämpfer; H.-W. Hoffmeister; J. Gábler: Spanende Mikrofertigung: Flexibilität durch Schleifen, Bohren, Fräsen, Feinwerktechnik Mikrotechnik Mikroelektronik (F&M) 104 (1996) 7-8, S. 525-528

Takács Márton, PhD hallgató (II. éves)

Budapesti Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszék, 1111, Budapest, XI. Ker., Egry J. u. 1.

Telefon: +36 1 463 2641, **Fax:** +36 1 463 3174, **E-mail:** tm@manuf.bme.hu



KORAI GYÁRTÁSI IDŐBECSLÉS HEURISZTIKUS ÖSSZEFÜGGÉSEK SEGÍTSÉGÉVEL

Mikó Balázs

Summary

In the early phase of the manufacturing process planning the estimation of manufacturing time and cost is often needed for the preliminary planning of the manufacturing. The manufacturability analysis and some tasks of production planning may be required this estimated data.

The aim of the article is to present a computer programm (ECoTEst) which is suitable for estimate the manufacturing time and cost data in this phase of process planning and the applied heuristic formulas.

1 Bevezetés

A technológiai tervezés feladata a gyártáshoz szükséges dokumentáció előállítás. A tervezési folyamat során meg kell határozni, hogy milyen kezdeti állapotból, milyen állapotváltozásokon megy keresztül az alkatrész, amíg elnyeri a konstruktőr által meghatározott végállapotot. Tehát a technológiai tervezés során konkretizálódnak azok a gyártási folyamatok, melyek révén a termék előállítható.

A gépipari technológiai folyamatok tervezésének legmagasabb szintje a technológiai előtervezés. A tervezés további fázisai három autonóm területre oszthatók fel, mint előgyártmánygyártás, az alkatrészgyártás és a szerelés technológiai folyamatainak tervezése. Az alkatrészgyártás további négy jól elkülöníthető szintre bontható: műveleti sorrendtervezés, művelettervezés, műveletelem-tervezés, illesztés (posztprocesszálas) ([1]).

2 Gyártási időbecslés

Az alkatrészgyártás folyamatának kezdeti fázisában gyakran szükség lehet az adott gyártmány gyártási idejének, költségének gyors, közelítő becslésére a folyamat előtervezéséhez ([2]). Ugyancsak szükség lehet a gyártási idők és költségek becslésére a gyárthatósági elemzés ([3]), illetve a termelésirányítás bizonyos feladatainak megoldásához ([4]).

E feladat megoldására kifejlesztettük az *ECoTEst* (Early Manufacturing Cost and Time Estimation) nevű rendszert ([5]), amely alaksajátosság (feature) alapú alkatrészmodell alapján, szabályok segítségével képes meghatározni a lehetséges műveleteket, műveletelemeket és azok sorrendjét, majd tapasztalati, heurisztikus képletek segítségével megbecsüli az egyes műveletelemek gyártási idejét és költségét. A tervezőrendszer jelen állapotában négy féle alaksajátosságot képes kezelni, melyek a következők: lépcső, horony, furat, süllyesztés.

A megmunkálási idő számítása a tervezés korai szakaszában meglehetősen problémás feladat, mivel semmilyen konkrét információ nem áll rendelkezésre a technológiai terv részleteiről (szerszámgépek, szerszámok, forgácsolási paraméterek, mozgáspályák, stb). Azért, hogy mégis meg tudjuk becsülni a gyártási időt, heurisztikus tapasztalati képleteket kell

alkotnunk. Ehhez különböző méréseket és számításokat végeztünk, melyek eredményeiből a be- és kimenetek között olyan függvényeket sikerült meghatározni, amelyek megfelelő hibahatáron belül jó közelítést adnak.

3 Heurisztikus összefüggések gyártási idő becslésére

Több lehetséges közelítő függvényt megvizsgálva, az egyes alaksajátosságok geometriája és a megmunkálási idő közötti függvénykapcsolat becslésére horony és lépcső esetén az (1), furat és süllyesztés esetén a (2) alakú függvényeket alkottam meg.

$$t_{est} = C \cdot B^{X_B} \cdot H^{X_H} \cdot L^{X_L} \quad (1)$$

$$t_{est} = C \cdot D^{X_D} \cdot L^{X_L} \quad (2)$$

ahol

B, H, L, D - az alaksajátosságok geometriai paraméterei (1.a ábra),
C, X_B, X_H, X_L, X_D - konstansok.

A közelítő képletekben szereplő konstansok meghatározására több módszer is létezik. Az egyik legelterjedtebb matematikai eljárás a legkisebb négyzetek módszere ([6]), amely során úgy határozzuk meg a konstansokat, hogy a közelítő és a közelítendő értékek különbségének négyzetösszege minimális legyen (n a rendelkezésre álló mérési pontok száma). Vagyis

$$S = \sum_{i=1}^n (t_i - C \cdot L_i^{X_L} \cdot B_i^{X_B} \cdot H_i^{X_H})^2 \rightarrow \text{MIN.} \quad (3)$$

Ez akkor teljesül, ha

$$\frac{\partial S}{\partial C} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial X_L} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial X_B} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial X_H} = 0 \quad (4)$$

A parciális deriválásokat elvégezve a következő egyenletrendszer megoldása adja meg a konstansok értékét:

$$\frac{\partial S}{\partial C} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (-t_i \cdot L_i^{X_L} \cdot B_i^{X_B} \cdot H_i^{X_H} + C \cdot L_i^{2 \cdot X_L} \cdot B_i^{2 \cdot X_B} \cdot H_i^{2 \cdot X_H}) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial X_L} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (-t_i \cdot C \cdot L_i^{X_L} \cdot B_i^{X_B} \cdot H_i^{X_H} \cdot \ln L_i + C^2 \cdot L_i^{2 \cdot X_L} \cdot B_i^{2 \cdot X_B} \cdot H_i^{2 \cdot X_H} \cdot \ln L_i) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial S}{\partial X_B} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (-t_i \cdot C \cdot L_i^{X_L} \cdot B_i^{X_B} \cdot H_i^{X_H} \cdot \ln B_i + C^2 \cdot L_i^{2 \cdot X_L} \cdot B_i^{2 \cdot X_B} \cdot H_i^{2 \cdot X_H} \cdot \ln B_i) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial S}{\partial X_H} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n (-t_i \cdot C \cdot L_i^{X_L} \cdot B_i^{X_B} \cdot H_i^{X_H} \cdot \ln H_i + C^2 \cdot L_i^{2 \cdot X_L} \cdot B_i^{2 \cdot X_B} \cdot H_i^{2 \cdot X_H} \cdot \ln H_i) = 0 \quad (8)$$

Mint látható ezen módszer segítségével a konstansok értékének meghatározása igen bonyolult, sok számítást igénylő feladat, ezért a függvényekben szereplő konstansok meghatározására numerikus kereső eljárást fejlesztettem. Létrehoztam egy-egy 100 elemű tanítási és egy-egy 25 elemű teszt mintát, amelyek tartalmazzák az egyes alakajátosságok különböző geometriai paramétereit mellett a megmunkáláshoz szükséges szerszámot, a mozgáspályák adatait, a forgácsolási paramétereket, valamint az ezekből számítható gyártási időt.

A tanítási mintán futtatott kereső eljárás lépései a következők:

1. A konstansok kezdeti értékének véletlenszerű beállítása.
2. A becsült értékek számítása.
3. AD hiba meghatározása.
4. A konstansok értékének megváltoztatása $\pm A$ értékkel.
5. Becsült értékek számítása (egy számítási sorozatnál csak egy-egy konstans értéke változik, tehát 8 illetve 6 esetben kell becsült értéket számolni).
6. AD hiba meghatározása.
7. A legkisebb D-hez tartozó érték realizálása.
8. Leállási feltétel vizsgálata.
9. Ugrás a 4. pontra.

A keresés során egy ciklusban tehát mindig csak egy konstans értéke változik. Az értékelés során a (9) hibaszámítási képletet alkalmaztam, vagyis az eltérések abszolútértékét átlagoltam.

$$D_i = \frac{\sum_j |t - t_{i,j}|}{j} \tag{9}$$

A konstansok értékének a változtatására több módszert is kipróbáltam (konstans, véletlenszerű, lineárisan csökkenő, exponenciálisan csökkenő, stb.) és végül egy kombinált eltérésszámítást alkalmaztam, amely egy konstans tagból és egy ciklusonként lineárisan csökkenő véletlenszerűen meghatározott tag összegéből áll (10) (m a ciklusok száma).

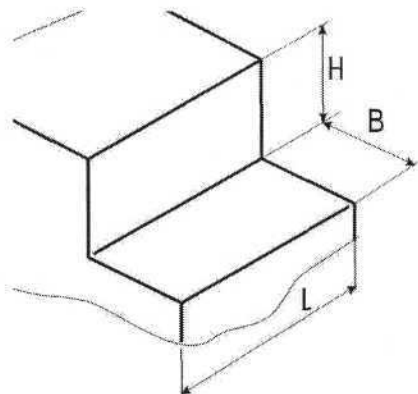
$$\Delta = 0.01 + \frac{Random(100)}{100 \cdot m} \tag{10}$$

Az ismertetett algoritmus alapján 100 futtatást végeztem különböző kezdeti értékekből kiindulva. A kapott eredményeket a hiba nagysága szerint sorbarendeztem és az első 15 legjobb megoldás alapján határoztam meg a konstansok értékét, melyeket az 1. táblázat mutat.

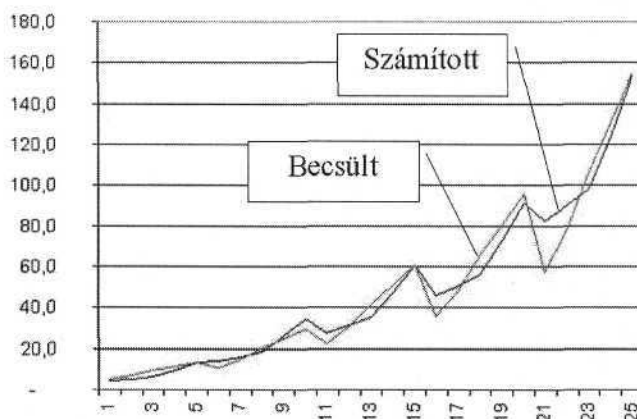
1. táblázat

Alakajátosság	Megmunkálás	C	XB	XD	XH	XL
Lépcső	Nagyol	0,160	0,430	-	0,690	0,600
	Simít	0,310	0,350	-	0,000	0,590
Horony	Nagyol	1,120	-0,255	-	0,790	0,900
	Simít	1,720	-0,360	-	0,000	0,950
Furat	Fúr	0,120	-	0,600	-	0,650
	Dörzsöl	0,171	-	1,388	-	0,660
Süllyesztés	Süllyest	0,080	-	1,100	-	0,550

Példaként vizsgáljuk meg a lépcső nagyolásának gyártási időbecslésére kapott eredményeket. Az 1.a ábra a lépcső geometriai paramétereit, míg az 1.b ábra a számított és a becült időértékeket mutatja a 25 elemből álló tesztmintára.



a, Lépcső



b, A tesztminta egyes elemeihez tartozó gyártási idő értékek

1. ábra

4 Értékelés

A kísérletek során bebizonyosodott, hogy a javasolt összefüggések alkalmasak a gyártási idő kívánt pontossággal való becslésére.

A fejlesztés következő lépésében a megmunkálandó anyag (acél, öntöttvas, alumínium) illetve a rendelkezésre álló gépek állapota (jó, közepes, rossz) szerint tovább pontosítom a képleteket, ezzel is hatékonyabbá téve az ECoTEst gyártási idő- és költségbecslő szakértői rendszert.

5 Irodalom

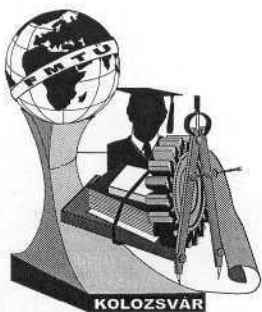
- [1] Horváth M.: Alkatrészgyártási folyamatok automatizált tervezése; Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 1984.
- [2] J. Papstel, A. Saks: Time and cost estimation in the preplanning stage; Proc. of 8th International DAAAM Symposium, Dubrovnik, 1997., pp. 253-254.
- [3] S.K. Gupta, W.C. Regli, D. Das, D.S. Nau: Automated manufacturability analysis: a survey; Research in Engineering, 1997/9. pp. 168-190.
- [4] D. Ben-Arieh, J.P. Lavelle: Manufacturing cost estimation: application and methods; Journal of Engineering Valuation and Cost Analysis, Vol.3 No.1 2000. pp. 43-55.
- [5] Mikó B., Novak K., Tóth G.: Early manufacturing time and cost estimation - A feature-based concept; microCAD 2001, Miskolc, 2001.
- [6] J.B. Zeldovics, A.D. Miskisz: Az alkalmazott matematika elemei; Gondolat, Budapest, 1979.

Mikó Balázs, Tudományos segédmunkatárs

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék
1111 Budapest Egrý J. u 1. E ép.

Tel.: (+36) 1 463-25-13; e-mail miko@manuf.bme.hu

http://next-lb.manuf.bme.hu/~miko/welcomel.htm



FORGÓ VILLAMOS GÉPEK DINAMIKUS TELJESÍTMÉNY ANALÍZISE

Korzenszky Péter, Dr. Judák Endre

Summary

The dynamic testing of rotary electric machines is not a simple task when conventional measuring instruments (equipment) are used for data registration and in the real time (i.e. the values of momentary current, phase-angle and r.p.m.). The difficulties are caused by the relatively high reaction time (settle) of the conventional instruments or the complications with read-off. In these cases, the detection of the sudden changes is a very hard task.

The tested model machine has been a small-medium-size hammer mill (type Zenit-Junior) driven by a 2-pole, 3-phase electromotor type LS 132S T. Its analytical testes have been important as a step to control respectively every moments of the grinding (milling) process used frequently in the agricultural production and feed-mixture industry. It can make possible to act into the process control if necessary. It is expected on the base of the experimental results that the momentary parameters of an electromotor - and their effects upon the electric power network - could be known during the milling process.

Bevezetés

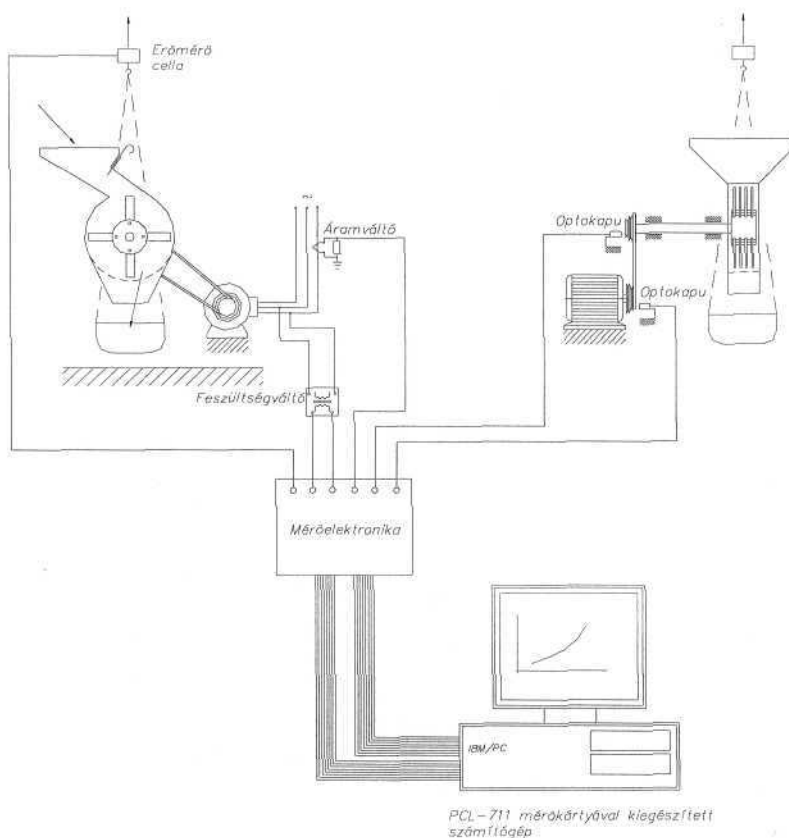
A daráló vizsgálata során változtatottunk - a mezőgazdasági gyakorlathoz közelítve - különféle paramétereket (anyagféleség /kukorica, árpa/, áttételek, különféle rostátípusok). A mérések folyamán a hirtelen tolózárnítások hatását vizsgáltuk a felvett teljesítményre és az ékszj csúszásra. A mért jellemzők a villamos motor teljesítményfelvétele, az ékszjhajtás teljesítményvesztése, a darált anyagféleség tömegárama.

A felsorolt jellemzők mérését egy számítógéppel összekapcsolt mérőrendszerrel végeztük. A számítógéppel az adatok azonnal megjeleníthetők táblázatos vagy grafikus formában, illetve az adatok tárolása is megoldott.

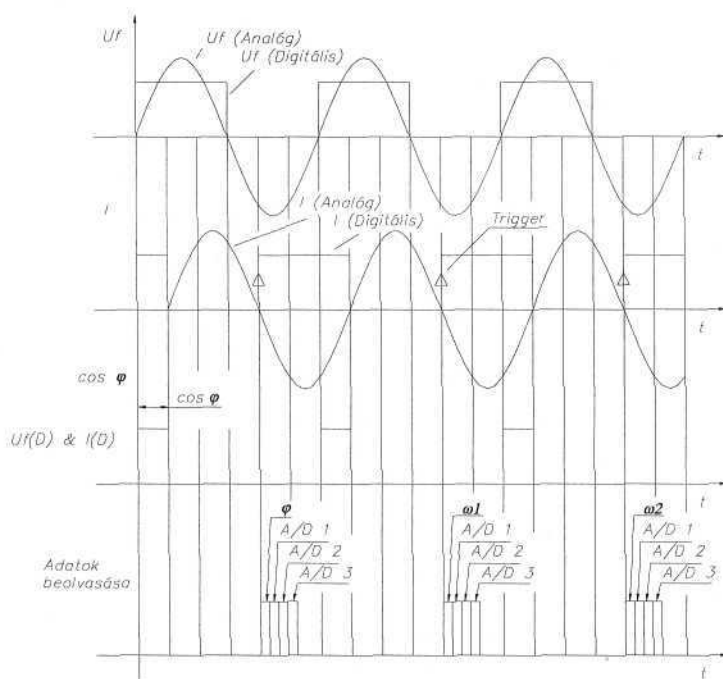
Mérőrendszer felépítése

A mérőérzékelők jelét egy interface egység fogja össze, melyet a számítógépben elhelyezett PCL-711 jelű mérő-adatgyűjtő kártyán keresztül vezetünk a számítógépbe. (1. ábra) A mérőelektronikába az erőmérő cellától, a feszültségváltótól, az áramváltótól, az opto-

kapuktól származó jeleket juttatjuk.



1. ábra A teljesítmény mérésének elve



2. ábra A mérés idődiagramja

A 3 fázisú ($P=5,5$ kW teljesítményű, $n=2950/\text{min}$ fordulatszámú) villamos motor által

felvett pillanatnyi teljesítmény az alábbi formulával határozható meg:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Ékszíjhajtás teljesítmény veszteség mérésének elve

Az ékszíjhajtás hatásfokának vizsgálatához regisztrálnunk kell a hajtó és a hajtott ékszíjtárcsa fordulatszámát. Ennél a mérési összeállításnál reflexiós rendszerű optokapukat alkalmaztunk, melyeket az ékszíjtárcsáktól 10 mm-re helyeztünk el. Az optokapuk a tárcsák minden egyes fordulatanál egy négyszögjelet adnak ki, melyet az interface-be vezetünk és megfelelő hardverrel a szlippel arányos kapujelet képeztünk. Mérő frekvenciának $f=100$ kHz-es jelet választottunk. A számláló információját a megfelelő trigger jel megjelenésekor, a PCL-711-es kártya digitális bemenetein keresztül olvastuk be.

Az ékszíjhajtás szlipje és a hatásfoka a következőképpen számítható:

$$\delta = \frac{n_{motor} - n_{tengely}}{n_{motor}} \cdot i \cdot 100 \quad [\%] \quad \eta = 100 - \delta \quad [\%]$$

A daratömegáram mérésének elve

A daralóból kikerülő anyagot egy erőmérőcellára függesztett edénybe vezetjük (1. ábra). Az erőmérő cella jele az interface egységbe kerül, ahonnan a PCL-711-es kártya A/D átalakítójára jut. A tömegáram meghatározásához szükséges időtartammérést szoftveres úton oldottuk meg, a gép által szolgáltatott valós időt felhasználva.

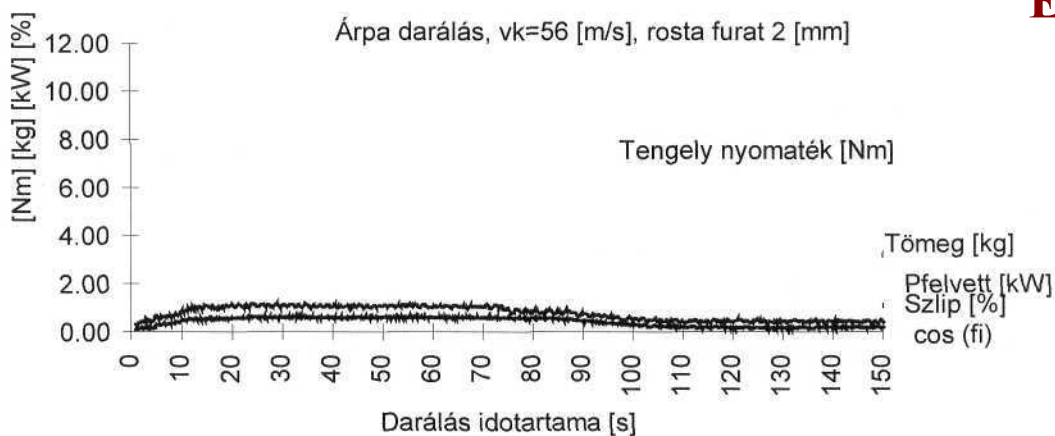
A mérés végrehajtása a daráló üzemi körülményei között

A darálási műveleteket légszáraz kukoricával és árpával végeztük el. Mindkét termény esetében három, különböző furatú rostát alkalmaztunk, mivel rostánként eltérő dinamikus viszonyok megjelenését vártuk. Az alkalmazott rosták 2, 3 és 5 mm-es furatokkal rendelkeztek. Mivel a darálóra felszerelt ékszíjtárcsák áttétel változtatásra adtak lehetőséget, így a méréseket $i_1=0,78$ és $i_2=0,56$ esetén is elvégeztük. ($m = 4-5$ kg termény)

A daráló indítása után megvártuk, míg a motor felveszi az üresjárási fordulatszámot, majd hirtelen teljesen kinyitott állapotba hoztuk a tolózarat, az egységugrást szimulálva. A ledarált anyagot egy erőmérő cellára függesztett ládába vezettük, a dara-tömegáram-időfüggvény meghatározása céljából.

Mérési eredmények bemutatása

A mérőprogram által elkészített txt. fájlok adatait diagrammokban ábrázoltuk, így könnyen összehasonlíthatók az egyes darálási jellemzők.



3. ábra Kalapácsos daráló felvett teljesítménye, szlipje, $\cos(cp)$
és átáramlott daratömeg az idő függvényében, ($i=0,78$)

A 3. ábrán látható, hogy a mérési eredmények meglehetősen „zajosak”. Mivel ez az esetek többségében zavaró lehet, így görbék megszerkesztésénél az egymás után következő mérések átlagát kell képezni, ezeket a pontokat kell ábrázolni a diagramokban.

A grafikonokon nyomon követhetők a hirtelen tolózár nyitás által előidézett dinamikus teljesítményigény növekedés és a kiürülés folyamata is. Ezzel együtt a kezdeti szlip értéke is dinamikusán a többszörösére növekedett. A kezdeti hirtelen emelkedő szakaszok viszonylag rövid időn belül $\Delta t=5$ [s] ellaposodnak és beáll a stacioner állapot, majd átmegy az üresjárási állapotba. A stacioner állapothoz tartozó teljesítményfelvételek jó képet adnak arról, hogy az egyes rostákon való daráláskor mekkora teljesítményigénnyel kell számolnunk, valamint a rostákhoz tartozó tömegáramok függvényében meghatározhatjuk, hogy milyen finomságú dara az, amit még gazdaságosan elő tudunk állítani, illetve ami igényeinknek megfelel.

Irodalomjegyzék:

- [1] Dr. Judák E., Elektronika jegyzet, SZIE GK, Gödöllő 2000, 179-223. old.
- [2] Dr. Judák E., Dr. Fogarasi L., Balog M., Korzenszky P., Gángó Gy., XXIV. Kutatás és Fejlesztés Tanácskozás: Mérési összeállítás villamos motorok által hajtott forgógépek dinamikus terhelés és hatásfok analíziséhez, SZIE, Gödöllő 2000

Korzenszky Péter tanszéki mérnök
SZIE Gödöllő Gépészmérnöki Kar, AEÉT
2103 Gödöllő Páter K. u.l.
tel.:+3628/522-046 fax.:+3628/410-804
e-mail: korzensz.aeet.mgk@mgk.gau.hu

Dr. Judák Endre egyetemi docens
SZIE Gödöllő Gépészmérnöki Kar, AEÉT
2103 Gödöllő Páter K. u.l.
tel.:+3628/522-046 fax.:+3628/410-804
e-mail: judak.aeet.mgk@mgk.gau.hu



Mágneses térrel való pozicionálás

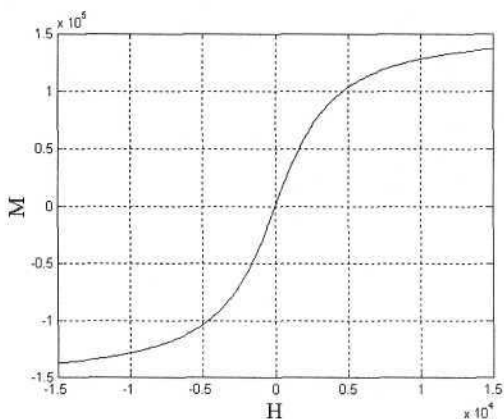
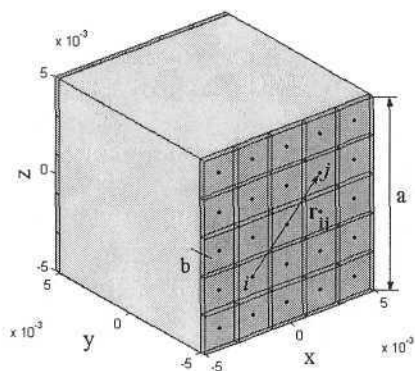
Szabó Zsolt, Iványi Amália

Abstract

In this paper the behaviour of a nonmagnetic cube emulated on two opposite side with ferromagnetic materials and placed in uniform magnetic field is investigated. Magnetostatic field computation, using integral equation formulation is presented. For the ferromagnetic materials saturation curve is considered. The torque that appears under external magnetic field intensity is evaluated, and the positioning process of the cube is simulated. The presented integral equation formulation for the computation of magnetic torque that acts on the cube represents an easy and fast computation solution, because the discretisation is made up only on ferromagnetic parts of the arrangements and the geometry matrix is computed only one time. This advantage facilitates the coupling of this field computation technique with the mechanical equations.

Bevezetés

Tekintsünk egy mágneses tulajdonságokkal nem rendelkező anyagból készült, $a=1$ cm oldalélű kockát. A kocka két szembelevő oldalát vonjuk be vékony mágneses anyaggal, melynek vastagsága $b=0.5$ mm, ahogy az 1. ábra mutatja. A ferromágneses anyag mágnesesítési görbéje a 2. ábrán látható. A kocka tömege 0.5 g.



1. ábra A vizsgált elrendezés 2. ábra A ferromágneses bevonat mágnesesítési görbéje

A kockát egy külső mágneses térbe helyezve, a ferromágneses anyag felmágnesesődik, erőhatás és forgatónyomaték keletkezik, amelyek megpróbálja a kockát a tér irányába forgatni, illetve a kisebb gradiensű tér irányába elmozdítani. Ha a külső tér homogén, akkor csak forgató hatás jelentkezik, amelyik segítségével a kocka kívánt helyzetbe pozicionálható.

Mivel a ferromágneses anyag nagyon vékony réteget képez a kocka oldalain, ezért a feladat magnetosztatikusként tekinthető, a megoldandó Maxwell egyenletek

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = 0, \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad \mathbf{B} = \mu_0(\mathbf{H} + \mathbf{M}). \quad (1)$$

A mágneses térerősség két részre bontható

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_s + \mathbf{H}_m, \quad (2)$$

ahol \mathbf{H}_s a külső források által létrehozott divergenciamentes mágneses tér, \mathbf{H}_m az a rotációmentes tér, amelyet a megmágneseződött ferromágneses anyag hoz létre. A rotációmentes tér felírható egy mágneses skalárpotenciál segítségével

$$\operatorname{rot} \mathbf{H}_m = 0, \quad \mathbf{H}_m = -\operatorname{grad} \varphi_m, \quad (3)$$

amely mint dipólus-potenciál állítható elő a mágnesezettség ismeretében

$$\varphi_m = \frac{1}{4\pi} \int_V \mathbf{M} \operatorname{grad} \frac{1}{r} dV. \quad (4)$$

Osszuk fel a ferromágneses anyagot n téglatest alakú elemi térfogatra, és tekintsük a mágnesezettséget állandónak minden elemen [1]. A (3) és (4) segítségével (1. ábra)

$$\mathbf{H}_m^j = -\frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \operatorname{grad}_j \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i \operatorname{grad}_i \frac{1}{r_{ji}} \right) dV. \quad (5)$$

Figyelembe véve, hogy az elemeken a mágnesezettség állandó, diszkretizálás után bevezetve egy csak a geometriai elrendezéstől függő mátrixot a fenti összefüggés a következő alakba írható

$$\mathbf{H}_m^j = \sum_{i=1}^n G_{ji} \mathbf{M}_i, \quad (6)$$

ahol \mathbf{H}_m^j , \mathbf{M}_i oszlop vektorok amelyek mindhárom koordináta szerinti komponenszt tartalmaznak, G_{ji} pedig szimmetrikus mátrix

$$G_{ji} = \begin{bmatrix} G_{xx} & G_{xy} & G_{xz} \\ G_{xy} & G_{yy} & G_{yz} \\ G_{xz} & G_{yz} & G_{zz} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

a következő elemekkel

$$\begin{aligned} G_{xx} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(x_j - x_i)^2 - r_{ji}^2}{r_{ji}^5} dV, & G_{xy} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(x_j - x_i)(y_j - y_i)}{r_{ji}^5} dV, \\ G_{xz} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(x_j - x_i)(z_j - z_i)}{r_{ji}^5} dV, & G_{yy} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(y_j - y_i)^2 - r_{ji}^2}{r_{ji}^5} dV, \\ G_{yz} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(y_j - y_i)(z_j - z_i)}{r_{ji}^5} dV, & G_{zz} &= \frac{1}{4\pi} \int_{V_e} \frac{3(z_j - z_i)^2 - r_{ji}^2}{r_{ji}^5} dV. \end{aligned} \quad (8)$$

A fenti integrálok analitikusan kiértékelhetők. A négyponos Gauss kvadratúra is jó közelítést ad, kivéve a főátlóban szereplő integrálokat, amelyek az $i=j$ esetén szingulárisokká válnak. A saját elemen való kiértékelésükre vagy analitikus megoldások,

vagy magasabb fokú numerikus közelítések szükségesek. Minden elemre kiszámítjuk a geometria mátrixot,

$$\mathbf{M} = \kappa \mathbf{H} = \kappa (\mathbf{H}_s + \mathbf{GM}), \tag{9}$$

a mágnesezettség kifejezhető

$$\mathbf{M} = (\kappa^{-1} - \mathbf{G})^{-1} \mathbf{H}_s = \mathbf{A} \mathbf{H}_s. \tag{10}$$

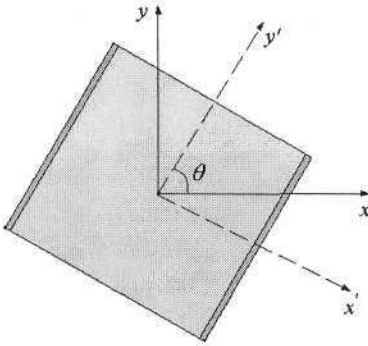
Az anyagot homogénnek és izotrópnak tekintve a κ szuszceptabilitás tenzornak csak főátlóbeli elemei vannak, amelyek a mágneses térerősség függvényei. A (10) egyenletrendszerrel kiegészítve a nemlineáris karakterisztikával, amelyek analitikus alakja

$$M = 10^5 \cdot \arctg(H/3000), \tag{11}$$

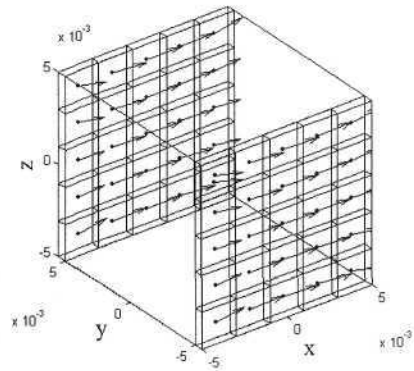
iteratív módon megoldható. Az iteráció kezdetben a szuszceptabilitás mátrix egy becsült értékéből indul, (10) lineáris egyenletrendszer segítségével a mágnesezettség kiszámítható, a (11) nemlineáris karakterisztika segítségével a szuszceptabilitásra újabb becslés adható. Az iteráció konvergencia, a mágnesezettség egy hibahatáron belül meghatározható [2].

A kocka helyzete és a mágneses tér egyenletei

Vezessünk be egy globális koordináta rendszert, és egy kockához rendelt lokálisát, ahogy a 3. ábrán látható. A globális rendszerben a kocka helyzete legyen $\theta = 60^\circ$ az x tengelyhez képest. A külső homogén forrástér legyen párhuzamos a koordinátarendszerre síkjával és zárjon be $\theta_0 = 30^\circ$ szöveget az x tengelyhez viszonyítva. A külső teret transzformáljuk a kockához rendelt lokális koordináta rendszerbe. $H_s = 8000$ A/m térerősségre a mágnesezettség eloszlását a ferromágneses anyagban a 4. ábra szemlélteti.



3. ábra A globális és lokális koordináta rendszer



4. ábra A mágnesezettség eloszlása

A kockára ható mágneses forgatónyomaték

$$\boldsymbol{\tau} = \sum_{i=1}^n \mu_0 V_e \mathbf{M}_i \times \mathbf{H}_s^i. \tag{12}$$

Ha a forrás tér párhuzamos az xy síkkal, csak a z tengely körüli forgatónyomaték jön létre. A kocka mozgásegyenlete

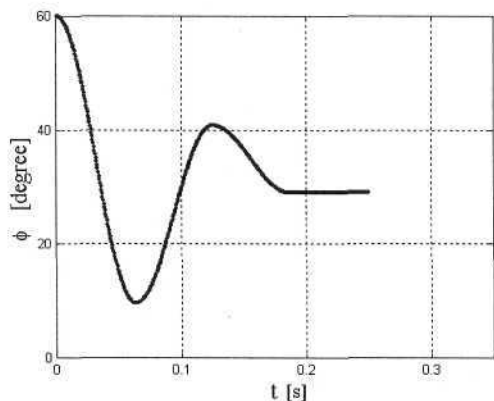
$$\Theta \ddot{\varphi} = \tau_z - K \cdot \text{sign}(\dot{\varphi}), \tag{13}$$

a következő kezdeti feltételekkel

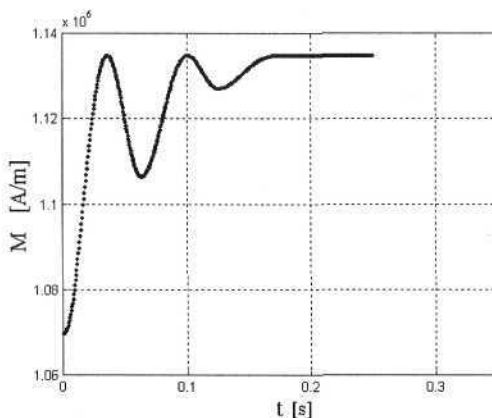
$$\varphi|_{t=0} = \theta, \quad \dot{\varphi}|_{t=0} = 0, \quad \ddot{\varphi}|_{t=0} = 0.$$

ahol $\Theta = \int_V m d^2 dV$ a tehetetlenségi nyomaték, $K = \int_A \eta mgd dA$ a súrlódásból származó erők

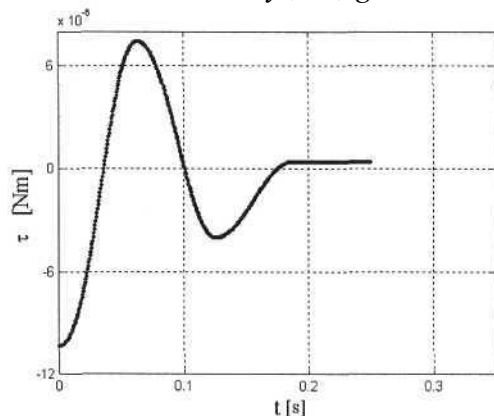
fékező forgatónyomatéka, $\eta = 0.1$ a súrlódási együttható, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ a gravitációs gyorsulás. A (13) egyenletet Newmark iterációs eljárással megoldva, a kockára ható forgatónyomatékokat minden időlépésben újraszámolva, a kocka helyzetét jellemző szög az 5. ábrán látható időbeli változás adódik. A mágnesezettség változását a 6. ábra, a forgatónyomatékát a 7. ábra, a szögsebességét a 8. ábra szemlélteti.



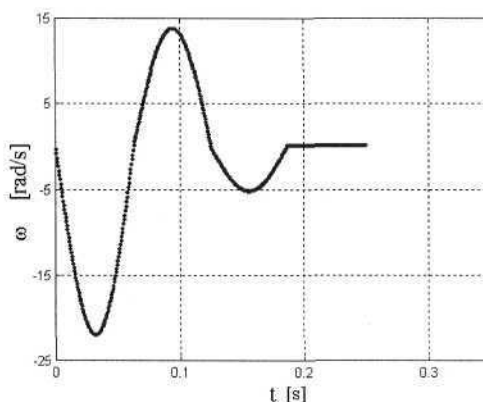
5. ábra. A kocka helyzetszöge



6. ábra. A mágnesezettségének változása



7. ábra. A forgatónyomaték változása



8. ábra. A kocka szögsebessége

Konklúzió

A fenti ábrákból megfigyelhető, hogy megfelelő nagyságú teret alkalmazva, a kocka néhány lengés után a tér irányába fordul, tehát a sztatikus terek alkalmazhatók kisméretű alkatrészek pozicionálására. A tárgyalt esetben a nyugalmi helyzetszög $\langle p = 28.97^\circ$.

Referenciák

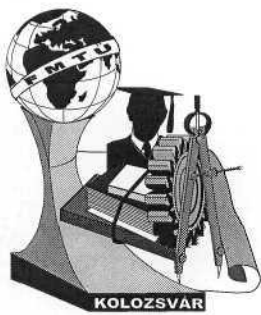
- [1] T.Ohira, T. Takagi, K.Miya, T.Horie, Y.Seki, Magnetic Field Perturbation and Magnetic Stress Analysis due to a Ferromagnetic First Wall, IEEE Trans. on Magn., vol. 26, no. 2, 1990.
- [2] K.J.Binns, P.J.Lawrenson, C.W. Trowbridge, The Analytical and Numerical Solution of Electromagnetic Fields, John Wiley & Sons, 1992.

Szabó Zsolt, okl. villamosmérnök, PhD hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Elméleti Villamosságtan Tanszék

Egry József utca 18, H-1521 Budapest, Hungary

Telefon/fax, e_mail: (361) 4632915, (361) 4633189, szabo@evtszl.evt.bme.hu

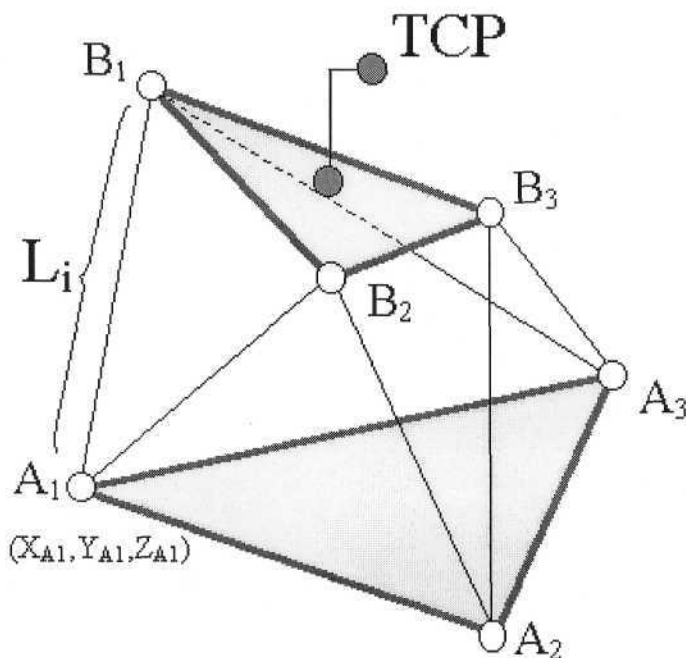
**IPARI MEGMUNKÁLÁSOKRA ALKALMAS
HEXAPOD ROBOTOK PROGRAMOZÁSA****SZATMÁRI Szabolcs *, KERESZTESI Gizella ******Abstract**

Parallel robots are getting more and more space in the today's industrial applications. The reason is obvious: complex tasks like milling or cutting can be easily realised with parallel robots, where other type of robots cannot satisfy the conditions on rigidity and accelerations. On the other hand, this kind of robots can be used on places where high precision is imposed: laser-cutting, water-jet cutting, etc., operating with high velocity and accurate moving. For this kind of applications industrial manipulators are not enough flexible and mostly not user-friendly when programming. These have imposed the necessity to find new ways of programming parallel robots, especially Hexapods. A Hexapod has considerable advantages comparing with other structures of parallel robots from the aspect of degrees of freedom (DOF) necessary for the industrial applications and simply kinematics. A set of programs was realised under Borland Pascal and Delphi programming languages to partially cover the wide area of industrial applications. The realised programs solve the inverse kinematics problem for the Hexapod robot, make real-time simulations of the specified applications and create an extended rangé of data input-output (CLData, User defined text file, Excel, DBase). Interpolations between the end effector's positions are realised by the programs. The location and orientation of the Tool Centre Point (TCP) and the velocities can be described as time function or read from a file.

Bevezetés

Az ipar fejlődése során a párhuzamos robotokkal végzett megmunkálások mind nagyobb és nagyobb teret hódítottak az utóbbi években. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy bizonyos megmunkálásokra a párhuzamos robotok kiválóan alkalmasak, míg egyéb felépítésű robotok nem tesznek eleget a merevségi követelményeknek. Ezen kívül a párhuzamos robotok különleges pontossági követelmények mellett is alkalmazhatóak, így például lézeres megmunkálásoknál, vízvágás, vagy ott, ahol nagy sebesség mellett nagyon pontos mozgást követelnek. Ilyen helyeken az artikulált (soros) robotok vagy nem felelnek meg a műszaki

követelmények miatt, vagy ha igen, előállításuk nagyon körülményes és gazdasági szempontból nem alkalmazhatóak. Ugyanakkor más, egyszerűbb berendezések nem eléggé rugalmasak, és programozásuk többnyire nem felhasználóbarát. Emiatt a feladat újra a párhuzamos kinematikájú gyártóberendezésekre hárul, itt az alkalom az ezek kínálta lehetőségeket fejleszteni, új programokat írni, vagy a már meglévőket általánosítani, meg szélesebb körben alkalmazhatóvá tenni. A párhuzamos robotok közül különösképpen a Hexapod figyelemreméltó (1. Ábra), mivel hat egymástól független kinematikájú lánc, hat térbeli szabadságfokot biztosít (DOF), ami feltétlenül szükséges egy kórszerű megmunkáláshoz.



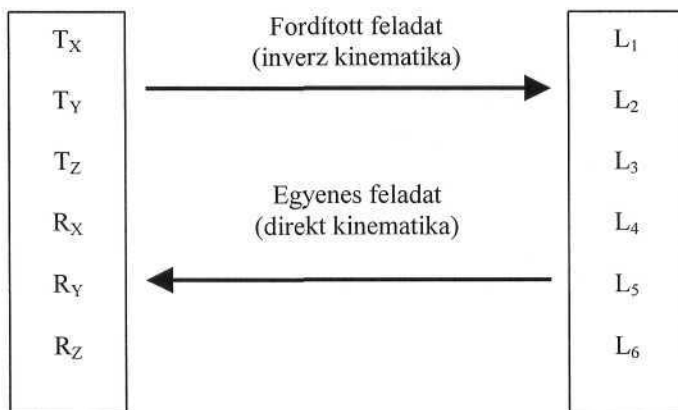
1. Ábra: Hexapod robot

A felmerülő kinematikai feladat

Az 1. ábrán egy párhuzamos kinematikájú robot (Hexapod) látható. Az A_1 , A_2 , A_3 pontok az alapra rögzített háromszög csúcsai, B_1 , B_2 , B_3 pedig a mozgó munkalaphoz tartóznak. TCP-vei (Tool Centre Point) a végberendezésre rögzített szerszám középpontját jelöltük. L_i a meghajtó berendezés hossza, ahol $i = 1 \dots 6$ közötti értékeket vehet fel.

A fordított kinematikai feladat megoldása (inverz kinematika) a robot „lábai” hosszának (L_j) a kiszámolását jelenti, a végberendezés pozíciója és orientációja ismeretében (lásd [2], [4]). Ez már egy ismert feladat, többen foglalkoztak vele, különböző szoftverek felhasználásával, (lásd [1], [3]). Az egyenes kinematikai feladat megoldására e cikkben nem kerül sor, ipari alkalmazásoknál a szerszám pályája adott, ezt nem kell kiszámolni (lásd 2. ábra).

A fordított kinematikai feladat megoldása a berendezés valós idejű vezérlését is könnyedséggel megoldhatja a megfelelő hardware jelenlétében.



2. Ábra: A párhuzamos robot kinematikai feladatai

Az előállított programok leírása

Az előállított programkészlet a bemenő adatok függvényében többféle végeredményt biztosít:

- a megmunkálás valós idejű szimulációja a képernyőn
- a fordított kinematikai feladat megoldása esetleges valós irányítás végett
- a mozgáspályát leíró adatokat hozzáférhetővé teszi más programok, esetleg berendezések számára is

Ebben az esetben, bemenő adatként a robotra szerelt szerszám középpontjának pozícióját és orientációját tekintjük. Ez beolvasható különféle módszerekkel, illetve megadható paraméteres függvényként is. A támogatott adatformátumok a következők:

- Excel adatbázis
- DBase adatbázis
- CLData adatformátum, valamint ezeken kívül:
- a felhasználó által meghatározott, szöveg formájában megjeleníthető adatállományok

Itt több, különböző programról van szó, amik „szakosodtak” bizonyos megmunkálásokra, bár egy - ezeket összefogó vezérlőprogram - is könnyedséggel előállítható. Ennek kivitelezése folyamatban van. A programok beolvasnak egy sort az adatállományból, illetve kiszámolják a Hexapod következő kívánt helyzetét, megoldva a pályát leíró egyenleteket, majd két, egymást követő helyzet között interpolációt hajtanak végre a felhasználó által kívánt pontossággal. A köztes értékek, a nekik megfelelő, szintén az adatállományból beolvasott megmunkálási sebességekkel együtt, a képernyőn mozgássá alakulva jelennek meg, valós időben szimulálva a megmunkálást. A bemenő adatok függvényében, a Hexapod térbeli helyzetének megfelelően a lábak hosszának kiszámolására is sor kerül.

A végberendezés középpontjának (TCP) megadott mozgási pályája az előállított programok esetében egy kör, ami az alapsíkkal párhuzamosan helyezkedik el. A fentebb felsorolt programok kiegészítése képen egy olyan programot is sikerült kifejleszteni, ami közvetítő szerepet játszhat különböző adatformátumok között, akár függvénnyel meghatározott mozgást is bírhat egy adatállományba.

A Hexapod térbeli megjelenítéséről egy külön alprogram gondoskodik, amelyik a háromdimenziós ábrát axonometrikusan vetíti a képernyőre. A berendezést és a mozgáspályát az óhajtott szögből lehet nézni, így kedvezőbb képet kínálva a felhasználónak.

Következtetések és további kutatási lehetőségek

A folyton bővülő igénybevételekhez alkalmazkodva a párhuzamos robotoknak is lépést kell tartaniuk az ipari megmunkálások változásával. A modern technológiák kínálta lehetőségek mind bonyolultabb műveletekre ösztönzik a robotizált gyártást, ezzel együtt a programok korrekcióját, fejlesztését. Az egyenes kinematikai feladat megoldása egyelőre gondot jelent a párhuzamos robot számára, bár már több kísérlet is történt egy valósidejű megoldást találni. A megoldás numerikus vagy iteratív úton érhető el, ami egyelőre nehezen kezelhető és nem mindig utal egy egységes értékre. Ezek mellett, nagy pontosságú megmunkálások esetén szükség van a berendezés szilárdságtani, illetve hőtani vizsgálatára is, ami még megoldatlan feladatot jelent.

Az elkészített programokat folyton lehet tovább fejleszteni, mind újabb és újabb szempontokat figyelembe véve tökéletesíteni. E tökéletesítés felső korlátját minden pillanatban a számítástechnika fejlettségi szintje adja meg, ami szinte napról-napra változik. A program fejlesztésénél figyelembe vehető fontos szempontok: felhasználóbarát, gyors (valós idejű) és megbízható működésű.

Irodalomjegyzék

1. Szatmári, Sz.: *Párhuzamos robotok irányítása LabView-ban (Labview based control of parallel type robots)*, FMTU'99, 1999, Cluj-Napoca, Románia, ISBN 973-98579-8-1, pp. 65-68
2. Somló, J.; Lantos, B.; Cat, P.T. (1997). *Advanced Robot Control*, Akadémiai Kiadó, Budapest
3. Zentay Péter, Zoller Zoltán: *Time Optimal Trajectory Planning for Robots in LabView Programming System*, MicroCAD '99 Miskolc, 1999. Február 24-25.
4. Zentay Péter, Zoller Zoltán: *Robotalkalmazások modellezése, Korszerű robotirányítási módszerek és LabView realizálásuk*, Budapest, 1997. április 24.

Köszönetnyilvánítás

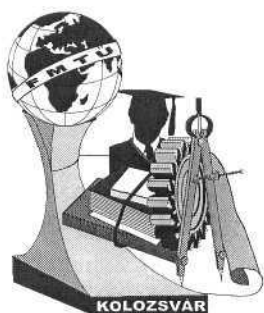
A kutatást az OTKA T10/025613 számú projektje támogatta.

SZATMÁRI Szabolcs*, KERESZTESI Gizella**

Gépgyártástechnológia Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
1521 Budapest, Egrý J. U. 1, E ép.

Tel: +36-1-463-2517, Fax: +36-1-463-3176

E-mail: * szsz@manuf.bme.hu, ** keresztési@manuf.bme.hu



GÁZEMISSZIÓ A SERTÉSTARTÁS MŰSZAKI - TECHNOLÓGIAI MEGÚJULÁSÁNAK TÜKRÉBEN

**Pazsiczki Imre - Mátyás László - Kovács László, FVMMI,
Korzenszky Péter, SZIE**

Summary:

Our Institute has dealt intensively with development of animal husbandry, technical economical examination of animal farms and case studies of environmental loading since 1960s. A new technology of pig husbandry has been adapted for five years by us. This is the littered sloping floor system. We have been carrying out research tasks on this new technology to know the main features of it. Last year we adjusted a new instrument for measuring gas-concentration to the duty of our research. We worked out a measuring system in details so we can measure gases (ammonia, carbon dioxide, methane) emerging in animal houses. This system is suitable to detect gas concentration of sample coming from any location, even over 60 m of the house. In the first year we accomplished examination on two sites, one was slurry technology and the other was littered system in reconstructed houses. Measured gas concentrations were below the limit values.

Bevezetés, előzmények

Hazánk sertéshús termelésének a 80-as évek végétől kezdődő állatlétszám csökkenése és a műszaki-technológiai feltételek romlása miatt lemaradtunk a fejlett országokhoz képest, miközben néhány nagyüzemünk versenyképes a legjobb EU-s üzemekkel is [9]. Szükségessé válik a műszaki-technikai feltételek javítása a hazai sertéstartás EU-n belüli versenyképessége miatt [10]. Sertéstartó épületek és technológiák kialakításánál ill. fejlesztésénél döntő szempont, hogy a sertés biológiai igényeit mind jobban kielégítse a termelési eredmények mind nagyobb értékének elérése érdekében [2]. Az új technológiák és épületkialakítások megítélése illetve fejlesztésük szempontjából a gázemisszió fontos tényezőt jelent napjainkban.

Az állattartó telepeken, különösen a nagy állománysűrűséggel rendelkező üzemekben keletkező szerves trágyából jelentős mennyiségű nitrogén kerül a levegőbe ammónia (NH₃) és különböző nitrogén oxidok formájában. A nitrátkimosódás és denitrifikáció mellett az ammónia emisszió a mezőgazdaságot érintő nitrogénvesztés legfontosabb formája [4]. Rendkívül sok tanulmány tárgyalja az ammónia emisszió környezeti hatásait és nagyságát, s a vélemények megoszlanak. Egyes kutatások globálisan, egész Európát átfogóan vizsgálják a légkörbe jutó ammónia nagyságát és csökkentésének lehetőségeit [12, 1]. Az ammónia hozzájárul a savas esők kialakulásához, a fő emisszió források az állattartás és a trágyázás. Magyarország össz. állattartásból eredő ammónia emissziójának megbecslésére egy külföldi modellt hazai viszonyokra adaptáló tanulmány készült el 1999-ben. Eredményeik szerint hazánk sertés, szarvasmarha és tyúkfélék együttes ammónia emissziója $\cong 18885,77 \text{ tNH}_3\text{-N/év}$ [7]. A környezet védelme szempontjából a sertésenyésztőknek egyre több problémával kell szembenéznük. Ilyenek a trágya felhasználása, felhasználhatósága a növények trágyázására, a szag és ammónia kibocsátás. A szakembereknek olyan technológiákat kell biztosítani a termelők számára amelyek úgy alkalmazhatók a sertés előállításnál hogy pozitívan befolyásolják az állatok jólétét és nem rontják a gazdasági mutatókat. A szerző szerint az ammónia legnagyobb hányada a tárolás alatt (kb.30 %) és a trágya szántóterületen történő szétterítése során (kb.30-50 %) bocsátódik ki. Az a véleménye, hogy az ammónia emisszió kiáramló levegővel való jelentőségét túlbecsülik [11]. Az állattartás technológiájának jelentős szerepe van abban, hogy mennyi ammónia keletkezik egységnyi állatlétszámra vetítve. Összefoglalva az állattartás környezetterhelésén belül a gáz- elsősorban ammónia emisszió kérdéskörét, összegezve a hatásait elmondhatók a következők:

1. Az állattartás, főként a trágya bomlástermékei révén szennyezi a levegőt, egyes becslések szerint az össz. ammónia emisszió 80-90 %-a eredhet innen.

2. A gáztermelődés helye, hatásai:

A SZENNYEZÉS KIINDULHAT:

- **az állattartó épületből,**
- a trágyakezelés és tárolás helyéről,
- a kijuttatás során ill. azt követően a talajról.

A LEVEGŐSZENNYEZÉS FORMÁI:

- a légköbe jutó káros gázok környezeti ártalmi,
- az emisszióval együttjáró szaghatás.

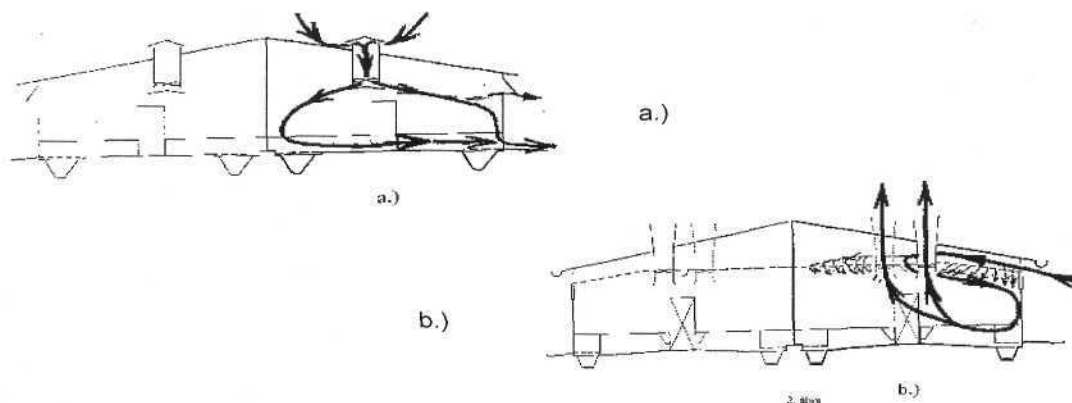
3. Az ammónia kibocsátással kapcsolatos kutatások jelentőségét

- a nitrogénveszteség,
- a környezetvédelmi szempontok,
- az állategészségügyi,
- a humánhygiéniai (szaghatás)

szempontok indokolják döntő mértékben.

Körülmények, módszer:

Az elmúlt évtizedben a halaszthatatlan technikai megújítási kényszer -környezet-, és állatvédelmi indokok, termelési körülmények változása, gazdaságossági és egyéb tényezők-hatására több sertéstartó üzem technológiaváltást hajtott végre. Ennek során vagy a meglévő hígtrágyás technológiával mozdultak el egy környezetkímélőbb, kevesebb vízfelhasználással járó tartásmód irányába, vagy teljes technológiacserét hajtottak végre. Az FVM Műszaki Intézet, valamint német kutatók közreműködésével egy EU konform, korszerű technológia vizsgálata és ugyanakkor elterjedése indult el hazánkban. A ferdepadozatos, taposóalmos technológia a sertéstartáson belül ötvözi az évszázados (almos) és az iparszerű tartásmódot. A technológia egyedi épület -padozat- kialakítást igényel melynek építése, ill. átépítése során beépíthetők a trágyaeltávolítás, szellőztetés gépei, berendezései is. A kisüzemi kísérletek után a Lajta Hanság Rt. építette át hizlaló istállóit az új technológiára. A sikeres technológiaváltás híre gyorsan terjedt, Győr-Moson-Sopron megyében már több nagyüzemi telep tért vissza az almozásos tartásra. Az elmúlt évben a Jászapáti Mg.-i Szövetkezet hígtrágyás hizlaló istállóit közül egyet átalakított (1.ábra). Folytatván a technológia hazai viszonyok közötti vizsgálatát itt nyílt lehetőség az újszerű szellőztetőrendszer vizsgálatára és - már hazaiműszerrel - újabb gázimissziós mérések elvégzésére.



1. ábra: Mezőpanel rendszerű hizlalók átalakítás előtt (a) és átalakítás után (b)

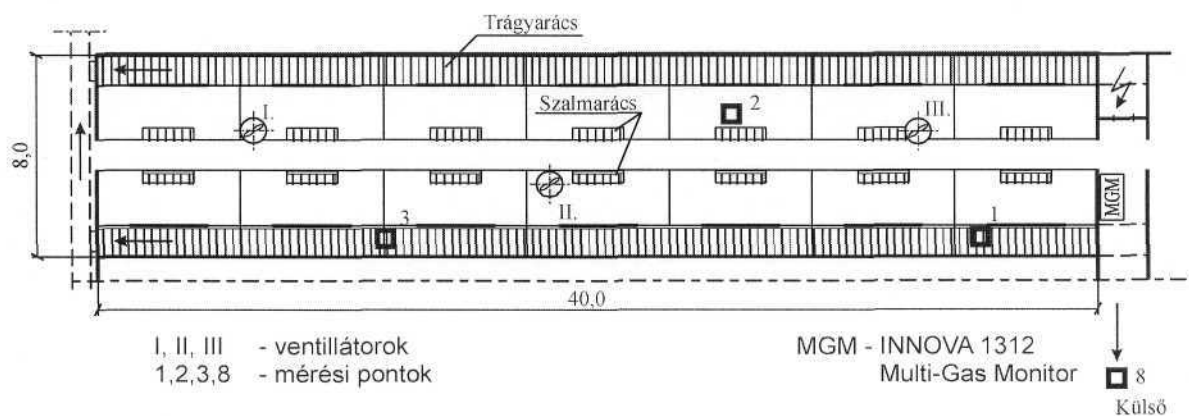
A ferdepadozatos technológiáról röviden azt lehet elmondani, hogy lényegi része a hagyományos almos technológiával szemben a padozat 5-7 %-os lejtése, melyen az alom és állati ürülék az állatok mozgása során „letaposódik” a lejtő végén található trágyacsatornába. Innen a trágyát meghatározott időközönként mechanikus trágyaeltávolító szerkezet szállítja ki közvetlenül pótkocsira, vagy az istálló melletti betonozott térre. A szalmát maguk az állatok szedik ki a szalmarácsokból és ily módon önmaguk „almoznak meg”. Jászapátiban a technológiaváltással együtt az eredeti túlnyomásos szellőztetőrendszer helyett álmennyezetes, elszívós rendszer került kialakításra (1. ábra).

Kétéves kutatási téma keretében vizsgáljuk az átalakított istálló és technológia gázemissziós viszonyait a régi technológiával összevetve. A kutatási téma kidolgozásához felhasználtuk a korábbi vizsgálati jelentéseket, tanulmányokat, melyek segítségével meghatároztuk a mérések főbb paramétereit és kidolgoztuk a gáz-emissziós vizsgálati eljárásunkat. A vizsgálandó jellemzők az istállóban keletkező gázok (ammónia, szén-dioxid, metán) mennyiségének meghatározásához egy világszínvonalú gázkoncentráció meghatározására szolgáló műszer (Multi-Gas Monitor) köré épülő mérőrendszert dolgoztunk ki. A mérőrendszer alkalmas az istálló bármely esetenként 60 m-re lévő pontjából vett mintákban lévő gázkoncentrációk meghatározására. A folyamatos fejlesztés alatt álló rendszerrel az első évben próbaméréseket végeztünk, ellenőrzés és technológia értékelés céljából. A téma lezárásakor az istállóból időegység alatt a környezetbejutó ammónia mennyiségét kapjuk.

A mérőrendszer főbb elemei: - INNOVA 1312 Multi-Gas Monitor

- MARK-2 mérőpontváltó
- THOMAS légszivattyú
- TESTOSTOR-175 mérő adatgyűjtők
- Hordozható személyi számítógép
- Teflon mintavevő csövek

A mérés során az istálló meghatározott pontjairól az 0,6 mm-es mintavevő tefloncsöveken át a légszivattyúval szívjuk a levegőt. A mérőpontváltóba jut a vizsgálandó minta amely sorban egymás után a gáz monitorhoz továbbítja (2. ábra). A gáz monitor a kívánt gázok koncentrációját a megadott mértékegységben csatornánként elmenti a saját és a kapcsolt számítógép memóriájában. A kihelyezett Testostor 175 mérő-adatgyűjtők folyamatosan mérik a hőmérsékletet és relatív páratartalmat. Az eredményeket ezek után adatkezelő szoftver segítségével dolgozzuk fel. 2000 július 24-26.-án Jászapátiban 2x24 órás mérést végeztünk a hígtrágyás kontroll istállóban és az új, átalakítottban egyaránt. A szellőző levegő útját füstpróbával vizsgáltuk. Légsebességek meghatározására pontonkénti mérések történtek.



2. ábra: Az almozott istálló mérési vázlatja.

Eredmények, következtetések

A vizsgált időszakban a mért gázkoncentrációk átlagértékei a határértékek alatt maradtak és ezt a maximális értékek sem lépték túl (1. táblázat). Nincs lényeges különbség az istállóban mért gázok koncentrációját illetően, az emissziós értékek viszont várhatóan nagy különbséget fognak mutatni. Ezek az eredmények az istállók szellőtetőrendszerének - egyben a mérési feltételek - különbözőségével magyarázhatóak. Az új istállóban a szellőzés szempontjából holt tereket találtunk, ahol a friss levegő nem jut le az állatok orrának szintjéig. A gázkoncentrációk időbeni lefutását ábrázoló (24 órás) diagrammokat készítettünk melyekről a gázimisszió intenzitása olvasható le a különböző napszakokban. Kísérletként az állatok orrmagasságának szintjén is helyeztünk el mérőpontot. A vizsgálat során Dräger pumpával ellenőrző méréseket végeztünk.

1. táblázat: A légállapot jellemzők összesítő táblázata

Megnevezés		Mértékegység	Almozatlan hizláló öblítéses	Almozott hizláló ferdepadozatos	Határérték
T _k	Min.	°C	21	18	-
	Max.		34	34	
	Átl.		26	25	
T _b	Min.	°C	22	22	18-20
	Max.		33	33	
	Átl.		27	28	
φ _k	Min.	%	28	26	-
	Max.		77	87	
	Átl.		58	55	
φ _b	Min.	%	34	32	60-75
	Max.		70	73	
	Átl.		59	53	
CO ₂	Min.	mg/m ³	1.180	999	5.500
	Max.		2.970	2.380	
	Átl.		1.647	1.777	
NH ₃	Min.	mg/m ³	3,81	2,73	21
	Max.		16	13,8	
	Átl.		7,05	7,14	

Következtetések, javaslatok a mérésre ill. az emisszió számítására vonatkozóan:

- a méréseket folytassuk téli ill. „átmeneti” időszakban is,
- megközelítőleg azonos mérési körülményeket biztosítsunk, ill. tényezőkkel vegyük figyelembe ezek hatását,
- a mérési pontok számát növeljük,
- az állatok orrmagasságában elhelyezett mérőpontok védőtávolságát növeljük,
- vizsgáljuk a technológiai tényezők változásának, változtatásának hatását.

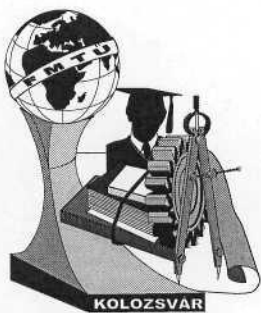
Irodalomjegyzék

- 1.) HM ApSimon-D Cowell-S Couling: Assessing the potential for abatement of ammónia emissions from agriculture in Europe: the Maraccas model. (Imperial College, London, 1995)
- 2.) Barótfi: Épületgépészet az állattartásban. (Állattartási technika. Mg. Szak. Kiadó 1998.)
- 3.) Borka György: A bűnös ammónia. (Környezetvédelem 1998/2)
- 4.) Fenyvesi L.-Mátyás L.: Globális légszennyezés csökkentése állattartó telepek tartástechnológiai korszerűsítésével. (1999. FVMMI, Jelentés)
- 5.) Horn P.: Feladatok és lehetőségek az állattenyésztés fejlesztésében. (MTA Agrártudományok Osztályának 1999 évi tájékoztatója.)
- 6.) G. Hörnig-U. Stollberg-L. Fenyvesi-L. Mátyás: The emission behaviour of a modernized barn for fattening pigs in Seregélyes. (MTA AMB XXIV. Kutatási és fejlesztési tanácskozás, Gödöllő,2000)
- 7.) T.Jungbluth és társai: Umweltgerechte Schweineerzeugung - Verfahrenstechnik und gesetzliche Rahmenbedingungen. (Züchtungskunde 1996/6)
- 8.) Ger Klaassen: Option and costs of controlling ammónia emissions in Europe. (European Review of Agricultural Economics 1994/21.)

Pazsiczki Imre / tudományos munkatárs

FVM Műszaki Intézet / H-2100, Gödöllő, Tessedik S.u. 4.

Tel.:+36-28-511-632/Fax.:+36-28-511-600. E-mail: fmimi01@elender.hu



GÉPJÁRMŰ FÉKRENDSZEREK TERVEZÉSE MÓDSZERES GÉPTERVEZÉSSEL

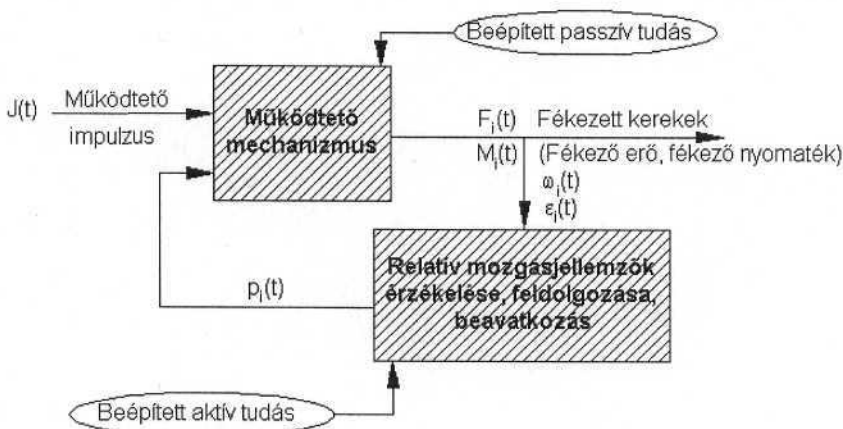
Forrai Gergely, Dr. Kamondi László

1. SUMMERY

The brake systems have to fulfil different functions inside the mechanism of the motor vehicle and in connection with the elements of the system, too. Virtually, these functions start, realise, check and control the process. The recognition of functions and the arrangement of them into structures give much help in case of analysis and working out new systems. They have an effect on carrying right principles into practise, choosing the required material for the function; consequently, the controlled operation of the whole mechanism.

2. GÉPJÁRMŰ FÉKBERENDEZÉS FUNKCIONÁLIS FELADATA, TERVEZŐI KÖVETELMÉNYJEGYZÉK

A tervezői követelményjegyzék készítésekor a konstruktőrnek szem előtt kell tartania, mindig azt a fontos tényezőt, hogy a jármű lassítását egy esetleges veszélyhelyzetben, a lehető legnagyobb hatásossággal kell ellátni. A gépjárműnek a környezethez viszonyított mozgását elemezve a fékberendezésekre vonatkozóan általános és speciális feladatok is megfogalmazhatók. A fékrendszer összfunkcióját kísérli meg bemutatni az 1. ábra.

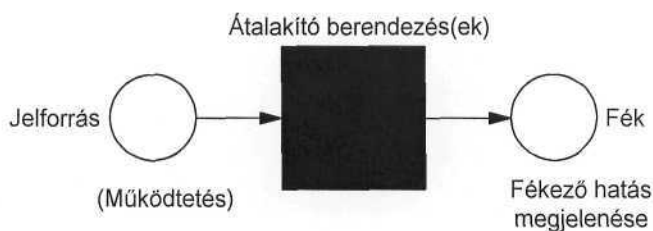


1. ábra Fékrendszer összfunkciója

A feladatok ilyen jellegű szétválása (szétválasztása) a gépjárművek fejlődésével, a kor követelményeivel is meghatározottak. Egy mozgó gépjármű számára mindig fontos volt, hogy a vezető által szabályozottan lassítható legyen, akár vízszintes, akár lejtős pályán, vagy rögzíthető legyen álló helyzetben. A sebesség növekedése, az útviszonyok változása (javulása miatt) egyre inkább előtérbe került, hogy a lassítás és a gyorsítás folyamata a menetstabilitás, az iránytartás szabályozhatósága miatt a kerekek külön-külön és szabályozottan is fékezhetőek legyenek. Ez a változás egy szabályozott rendszerbe a "tudás" bevitelét teszi szükségessé.

3. FÉKRENDSZER FELÉPÍTÉSE

A féket, mint rendszert ha vizsgáljuk, alapvetően három nagy funkciócsoportra (funkciócsoport rendszerre) bonthatjuk: fék vezérlése, a fékezést kiváltó jel előállítása, erőátvitel, tulajdonképpeni fékszerkezet. A három funkciócsoportot, egyszerűsített formában a 2. ábra mutatja. Az ábra tartalmaz egy működést létrehozó jelforrást, egy fékező hatást kiváltó fékszerkezetet és egy "fekete dobozt", melyen az utóbbi hivatott arra, hogy a bemeneten megjelenő (energia, anyag, vezérlőjel) egyértelműen leképezze a kimeneten igényelt információ együttesre, tehát a szabályozott fékező hatásra.



2. ábra A fékrendszer felépítése

4. FÉKVEZÉRLÉSE, A FÉKEZÉST KIVÁLTÓ JEL ELŐÁLLÍTÁSA

A fékrendszer működését kiváltó jel előállítására, illetve a vezérlő jellel arányos hidraulikus, pneumatikus nyomás, elektromos feszültség, mechanikus erő létrehozására három féle változat lehetséges. Az egyik, amikor embercentrikus a jelképzés, ilyenkor a gépjármű vezetője hozza létre (pedál, kar, gomb segítségével). A másik egy eszközcentrikus jelképzést feltételez, ahol egy intelligens rendszer hozza létre (automatikusan észlel, dönt, cselekszik). A harmadik pedig az előző kettő kombinációja: ha a vezető rosszul méri fel a helyzetet a "figyelő rendszer" számítógépe felülbírálja a rendszert.

5. A FÉKEZÉS HATÁSOSSÁGÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK KÉTTENGELYES GÉPJÁRMŰ ESETÉN

A gépjármű mozgási viszonyainak egyértelmű meghatározásához ismernünk kell a fékezés során rá ható jellemzőket. Egy kéttengelyes gépjármű esetén hat egymástól független tényező sorolható fel.

A fékezést befolyásoló független tényezők:

- *Időben változó sebesség* $v[m/s]$: ugyanazon szerkezetnél, ugyanolyan körülmények esetén a nagyobb sebesség megnöveli a fékutat.
- *Gépjármű tömege* $m[kg]$: a nagyobb tömegű gépjárműnek nagyobb a tehetetlensége.
- *Fékezett kerekek száma, üzemelő fékkörök száma*, $n[db]$:
 - általános esetben (2 fékkör)
 - üzemhiba esetén (1 fékkör)

- *Kerékterhelés* $F[N]$:

Ha az autó mozdulatlanul a talajon áll, akkor kerekei a kocsi teljes súlyából rájuk eső részzel nyomják a talajt. Az így kialakuló kerékterhelések összege természetesen megegyezik a kocsi összsúlyával, de csak igen ritkán - szinte soha sem - azonos a terhelés mind a négy keréken.

A kerékterhelést közvetlenül két csoportra oszthatjuk fel:

- statikus: járműterhelés (utas, rakomány)
 - útpálya lejtése, dőlése
- dinamikus: tehetetlenségi erők (fékezés, kanyarodás)
 - útegyenetlenségek (kátyú, hupli)
- *Maximális tapadási tényező* (J_{max}):
 - A gumi állapota (nyomás $p[bar]$, szövetszerkezet, kialakítás, kopottság)
- *Levegő-, légellenállás:*

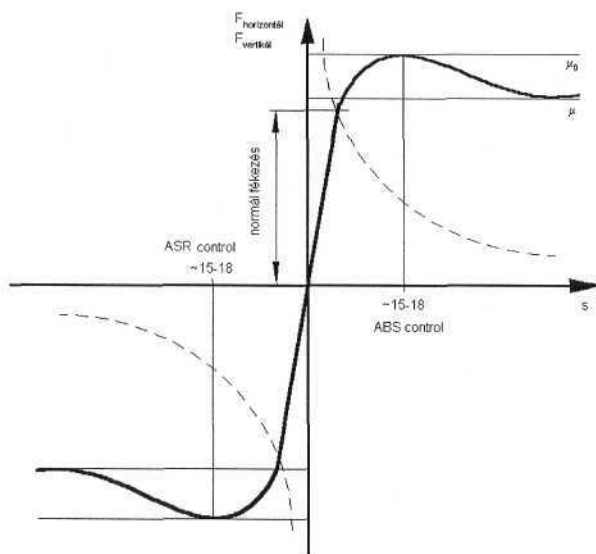
A légellenállást alapvetően két esetre vizsgáljuk

 - Szélcsendre
 - Szeles időre (Ilyenkor figyelembe kell venni a szélirány és a szélerősséget is).

A legfontosabb erő mind álló helyzetben, mind mozgás közben továbbra is az autó súlya marad, de mozgás közben a sebesség nagyságának, vagy a mozgás irányának megváltoztatásával egyidejűleg más terhelések is fellépnek. Ezek az úgynevezett tehetetlenségi erők.

6. GUMIABRONCS TAPADÁSA

Nagyon fontos, hogy a rendelkezésre álló tapadási erőt lehetőleg ne lépjük át, ugyanakkor vész helyzetben, a legnagyobb lassulás elérése érdekében minél jobban kihasználjuk. Ha a létrehozott fékerő túllépi a lehetséges tapadási erőt, akkor a fékezési folyamatban minőségi változás következik be. Az addig gördülő kerék hirtelen lelassulva megáll, „blokkol” a tapadás pedig csúszó súrlódásba megy át. Ez gyengébb fékhatást okoz, hiszen a súrlódási tényező kisebb, mint a tapadási tényező, ezért a kerék csúszásánál létrejövő súrlódási erő kisebb fékerőt eredményez, mint a gördülő kerék tapadási ereje. A stabil (növekvő) szakaszon a kerék az esetleges fékezőnyomaték növelésre kismértékű szlipnövekedéssel, és ezzel újabb, stabil fékezési munkapont beállításával reagál. Ha a fékezőnyomaték olyan mértékben megnövekszik, hogy a munkapont eléri a tapadási függvény maximumát, akkor a további fékezőnyomaték növekedéssel már csak a kerék lassuló forgásából adódó nyomaték tarthat egyensúlyt. Ez viszont - a fékezőnyomaték csökkentése nélkül - a szlip folyamatos növekedését és ezzel végső soron kerékblokkolást okoz.



3. ábra A kereszt-, hosszirányú erők változása a szlip függvényében

A kerékblokkolás nemkívánatos jelenség, mert

- a blokkoló kerék által kifejtett fékezőerő (az esetek többségében) kisebb fékerőt eredményez, mint a gördülő keréken kifejtendő maximális kerületi erő,
- a blokkoló keréken drasztikusan lecsökken az egyidejűleg átvihető oldal erő nagysága, vagyis szinte megszűnik a kerekek oldalvezető képessége,
- a blokkoló kerék fékerezét kizárólag az abroncs és a talaj közötti csúszó súrlódás határozza meg, vagyis itt nem érvényes a fékszerkezet működtető ereje (és ezzel végső soron a vezető által kifejtett vezérlő erő), illetve a kifejtett fékerő között a tapadási függvény stabil szakaszán fennálló és a vezető által megszokott összefüggés.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dr. Szócs Károly-Kőfalusi Pál-Németh Sándor: Fékrendszerek
 [2] Pahl G.-Beitz W.: A géptervezés elmélete és gyakorlata
 [3] Karlheinz Roth: Tervezés katalógussal

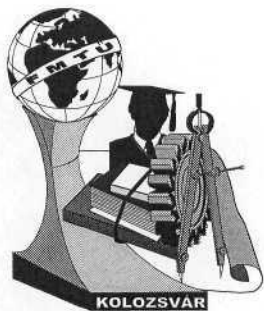
FORRAI GERGELY / PhD. hallgató

Bay Zoltán Intézet / 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 2.

Tel: 36 46/560138, E-mail: forraig@alpha.bzlogi.hu

DR. KAMONDI LÁSZLÓ / Egyetemi docens

Miskolci Egyetem / 3515 Miskolc Egyetemváros



AZ ABOAV-EGYENLET EGY LEHETSÉGES ÁLTALÁNOSÍTÁSA

A possible generalization of the Aboav-law

Réti Tamás, Zsoldos Ibolya

Abstract

The so-called Aboav-law is generally used for the topological characterization of space-filling cellular structures. In the present work, two possible models for the generalization of the Aboav-law are described. The practical applicability of the models suggested have been tested on 2-D artificially constructed cellular mosaics. This approach may as well be applied to 3D cellular structures.

A két és három dimenziós sejtrendszerek topológiai tulajdonságainak kvantitatív jellemzésére széles körben alkalmazzák az ún. Aboav-formulát, amely összefüggést állapít meg a sejtek oldalélszáma (n) valamint az n -oldalú sejt szomszédainak $m(n)$ átlagos oldalélszáma között. Jelen dolgozatban a kétdimenziós sejtrendszerekre vonatkozóan megmutatjuk, hogy az Aboav-formula messzemenően általánosítható, és ennek eredményeként számítási pontossága jelentősen megnövelhető. Az általánosítás lehetőségeit és módszerét először elvileg elemezzük, majd a gyakorlati alkalmazásban rejlő előnyöket példákon is demonstráljuk.

1. Kétdimenziós sejtrendszerekre vonatkozó topológiai alapösszefüggések

A vizsgálat tárgyát képező sejtrendszerek közös tulajdonsága, hogy sokszögekből (poligonokból) épülnek fel. E sejtrendszerek végtelen kiterjedésűek, és az egymáshoz

$$3 \leq \langle e_k \rangle = \frac{2\langle n \rangle}{\langle n \rangle - 2} \leq 6 \quad (4.2)$$

összefüggés.

Egy sejtrendszer „*regulárisnak*” nevezünk, ha minden csúcspontban mindig három él találkozik. Az ilyen sejtrendszerekre, mint ismeretes, teljesülnek a

$$\langle n \rangle = 2\langle e_k \rangle = 6 \quad (5.1)$$

$$\langle n^2 \rangle = \langle nm(n) \rangle = 36 + \mu_2 \quad (5.2)$$

összefüggések, következésképpen minden reguláris sejtrendszer szükségképpen homogén is egyúttal.

Aboav feltételezése szerint tetszőleges reguláris sejtrendszerre vonatkozóan $p_n > 0$ ($n=3,4,5,6,7,\dots,N$) gyakorisággal előforduló n -oldalú sejtek szomszédainak $m(n)$ (átlagos) oldalélszáma az „ n ” függvényében a

$$m(n) = 6 - a + \frac{6a + \mu_2}{n} \quad (6)$$

empirikus formulával becsülhető. A (6) egyenletben az „ a ” konstans Aboav-paraméternek nevezik. A gyakorlatban a (6) egyenlet helyett annak „linearizált”,

$$nm(n) = (6 - a)n + 6a + \mu_2 \quad (7)$$

változatát használják, amely az $nm(n)$ mennyiségek becslésére hivatott. Az elnevezés arra utal, hogy a (7) egyenletben a jobb oldalán található

$$V(n) = (6 - a)n + 6a + \mu_2 = a(6 - n) + 6n + \mu_2 \quad (8)$$

kifejezés lineáris függvénye az n változónak. Hangsúlyozni kell, hogy a $V(n)$ függvény csak közelítő becslését adja az $nra(n)$ mennyiségnek, erre korábban már Aboav is felhívta a figyelmet [1]. Ez a felismerés motiválta a tradicionális Aboav-formula becslési pontosságának javítására, illetve általánosítására irányuló erőfeszítéseket [2]. A következőkben az Aboav-formula kiterjesztési lehetőségeit elemezve, megmutatjuk, hogy az általánosítás célszerű módon két lépésben végezhető el.

3. Az aboav-formula kiterjesztése

3.1 Az Aboav-formula általánosításának első fázisa

A tradicionális Aboav-formula általánosításának alapját az $nm(n)$ mennyiségek becslésére hivatott

$$W(n) = \langle nm(n) \rangle + \langle n \rangle [n - \langle n \rangle] + A [\langle n \rangle - n] = \langle nm(n) \rangle - \{ \langle n \rangle - A \} \{ \langle n \rangle - n \} \quad (9)$$

függvény képezi, amely elvileg tetszőleges sejtrendszerre definiált. Amint a (9) képletből is kitűnik, ennek sajátossága, hogy eleget tesz a

$$\langle W(n) \rangle = \sum_n p_n W(n) = \sum_n p_n nm(n) = \langle nm(n) \rangle \quad (10)$$

egyenlőségnek. A fentiekből következik, hogy homogén sejtrendszerre a (9) formula felírható

$$W(n) = \langle n^2 \rangle + \langle n \rangle [n - \langle n \rangle] + A \{ \langle n \rangle - n \} = \mu_2 + n \langle n \rangle + A \{ \langle n \rangle - n \} \quad (11)$$

alakban. E formula érdekessége, hogy $n = \langle n \rangle$ esetében fenn áll a

$$W(\langle n \rangle) = \mu_2 + \langle n \rangle \langle n \rangle = \langle n^2 \rangle \quad (12)$$

összefüggés, ami arra utal, hogy $W(\langle n \rangle)$ értéke független az A paraméter nagyságától. Reguláris sejtrendszerre speciális esetként a (11) képletből

$$W(n) = \mu_2 + 6n + A[6 - n] = [6 - A]n + 6n + \mu_2 \quad (13)$$

adódik, tehát a hagyományos Aboav-formulát kapjuk vissza.

A (9) szerinti $W(n)$ függvény ismeretlen A paraméterének becsléséhez kézenfekvő a súlyozott legkisebb négyzetek módszerének alkalmazása, amely végül is az

$$E(A) = \sum_n p_n \{ nm(n) - W(n) \}^2 = \sum_n p_n [nm(n) - \langle nm(n) \rangle - \{ A - \langle n \rangle \} \{ \langle n \rangle - n \}]^2 \quad (14)$$

hibafüggvény minimalizálását feltételezi. Megoldva a $5E(A)/5A=0$ egyenletet, eredményül

$$A_s = \langle n \rangle + \frac{1}{\mu_2} \sum_n p_n n \{ \langle n \rangle - n \} m(n) = \langle n \rangle + \frac{1}{\mu_2} \{ \langle n \rangle \langle nm(n) \rangle - \langle n^2 m(n) \rangle \} \quad (15)$$

adódik: Abban a speciális esetben, ha a sejtrendszer reguláris, akkor a

$$A_s = 12 + \frac{1}{\mu_2} \{216 + \langle n^2 m(n) \rangle\} \quad (16)$$

képlethez jutunk.

3.2. Az Aboav-formula általánosításának második fázisa

A (9) szerinti összefüggés tovább általánosítható, amennyiben több konstans is figyelembe vesszünk a becslés pontosságának növelése végett. Az általánosítás alapjául ezúttal

$$W(n) = \langle nm(n) \rangle + \langle n \rangle \{n - \langle n \rangle\} + A \{n - n\} + CG(n) \quad (17)$$

függvény szolgál, amelyben A és C konstans paraméterek és G(n) az alábbi módon definiált függvény:

$$G(n) = \sum_{j=1}^J A_j \{g_j(n)\} - g_j(n) \quad (18)$$

A (18) egyenletben A_j és $g_j(n)$, ($j=1,2,..J$) lényegében tetszőleges konstansok illetve valós függvények. A (17) szerinti $W(n)$ függvény ismeretlen konstans paraméterei egyszerűen becsülhetők többváltozós lineáris regresszió alkalmazásával. Valójában, ami igazán nyitott és vitatott kérdés: miként célszerű definiálni a $g_j(n)$ függvényeket. A következőkben azt az egyszerű esetet vizsgáljuk, amikor $J=1$ és $A_i=1$. Ekkor nyilván fenn áll a $G(n) = \langle g_1(n) \rangle - g_1(n)$ összefüggés, ezért a (17) formula speciális eseteként W az alábbi két-paraméteres függvény alakjában adható meg:

$$W(n, A, C) = \langle nm(n) \rangle + \langle n \rangle \{n - \langle n \rangle\} + A \{n - n\} + C \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \} \quad (19)$$

Itt jegyezzük meg, hogy amennyiben a sejtrendszer reguláris, a (19) függvény a

$$W(n, A, C) = \mu_2 + 6n + A(6 - n) + C \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \} \quad (20)$$

alakra egyszerűsödik.

Tekintettel arra, hogy a (19) egyenlettel definiált $W(n, A, C)$ függvényt az $nm(n)$ mennyiség becslésére használjuk, felírható

$$nm(n) - \langle nm(n) \rangle - \langle n \rangle \{n - \langle n \rangle\} = A \{ \langle n \rangle - n \} + C \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \} \quad (21)$$

összefüggés, amely végül is a gyakorlati számításokhoz előnyös

$$Z_n = AX_n + CY_n \quad (22)$$

alakra transzformálható, bevezetve

$$X_n = \langle n \rangle - n \quad (32/1)$$

$$Y_n = \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \quad (23/2)$$

$$Z_n = nm(n) - \langle nm(n) \rangle - \langle n \rangle \{n - \langle n \rangle\} \quad (23/3)$$

képletek szerint definiált új változókat. A (19) egyenlet ismeretlen A és C paramétereit szokásos módon a súlyozott legkisebb négyzetek módszerével becsülhetjük. E célból minimalizálni kell a

$$E(A, C) = \sum_n p_n [Z_n - AX_n - CY_n]^2 \quad (24)$$

hibafüggvényt, következésképpen a paraméterek meghatározása a $\partial E / \partial A = 0$ és $\partial E / \partial C = 0$ lineáris egyenletrendszer megoldására vezethető vissza. A megoldás eredményeként

$$A_R = \frac{\langle X_n Y_n \rangle \langle Y_n Z_n \rangle - \langle Y_n^2 \rangle \langle X_n Z_n \rangle}{\langle X_n Y_n \rangle \langle X_n Y_n \rangle - \langle X_n^2 \rangle \langle Y_n^2 \rangle} \quad (25)$$

illetve

$$C_R = \frac{\langle Y_n Z_n \rangle}{\langle Y_n^2 \rangle} - A_R \frac{\langle X_n Y_n \rangle}{\langle Y_n^2 \rangle} \quad (26)$$

adódik. A becsült AR és CR paraméterek felhasználásával az általánosított Aboav formula az alábbi alakban írható fel:

$$nm(n) = W(n, A_R, C_R) = \langle nm(n) \rangle + \langle n \rangle \{n - \langle n \rangle\} + A_R \{ \langle n \rangle - n \} + C_R \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \} \quad (27)$$

A fenti egyenlet következménye, hogy homogén sejtrendszerre fenn áll, a

$$W(n, A_R, C_R) = \mu_2 + \langle n \rangle \langle n \rangle + A_R [\langle n \rangle - n] + C_R \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(n) \} \quad (28)$$

összefüggés.

Reguláris sejtrendszerre $n=6$ esetében

$$W(6, A_R, C_R) = \langle nm(n) \rangle + C_R \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(6) \} = \mu_2 + 36 + C_R \{ \langle g_1(n) \rangle - g_1(6) \} \quad (29)$$

teljesül.

Az $G(n) = \langle g_1(n) \rangle - g_1(n)$ függvény megválasztására többféle lehetőség is kínálkozik. Kézenfekvőnek tűnik például e célra az n közönséges momentumait felhasználni. Szimulációs vizsgálatok alapján arra következtettünk, hogy az $nm(n)$ számítására alkalmazott formulákat összehasonlítva, a legkisebb becslési hibát az alábbi $G(n)$ függvények szolgáltatják:

$$G_R(n) = \langle \exp\{n - \langle n \rangle\} \rangle - \exp\{n - \langle n \rangle\} \quad (30)$$

$$G_Z(n) = \langle n^3 \rangle - n^3 \quad (31)$$

Feltételezhető, hogy a fenti két függvény

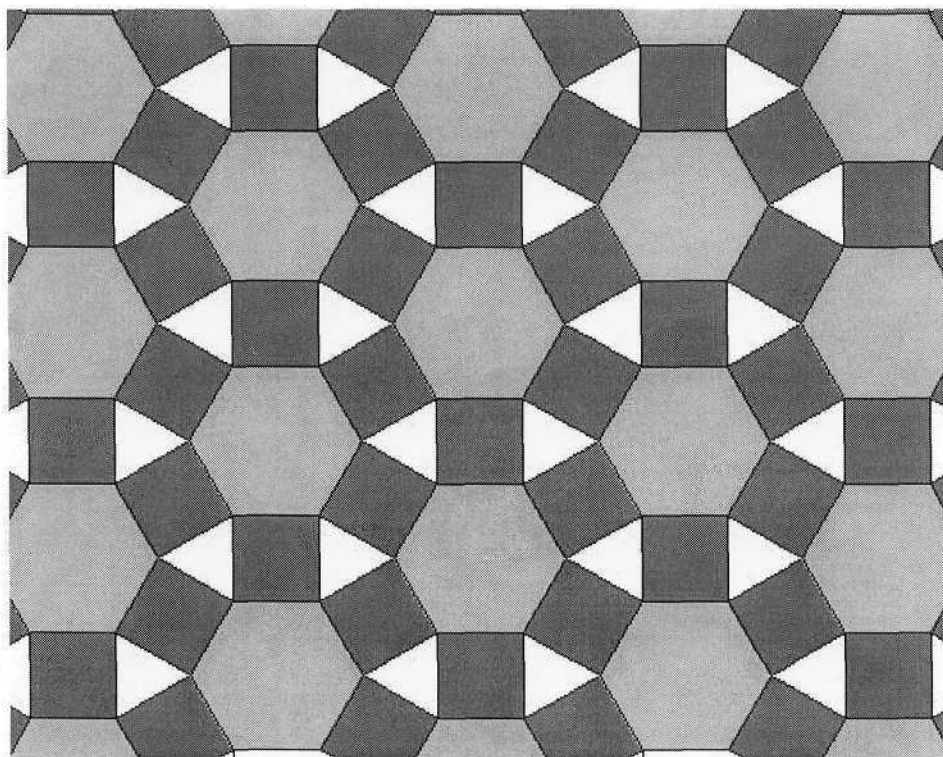
$$G_S(n) = qG_Z(n) + (1-q)G_R(n) \quad (32)$$

súlyozott középértékét alkalmazva, ahol $0 \leq q \leq 1$, még jobb eredmény érhető el a predikció pontosságát illetően.

4. Az általánosított aboav-formula gyakorlati alkalmazása

A következőkben ismertetett kísérletek homogén, de nem reguláris sejtrendszerek topológiai elemzésére, nevezetesen a (9) és a (19) képletekkel definiált általánosított Aboav-formulák alkalmazhatóságának tesztelésére irányultak.

Példaképpen az 1. és 2. ábrákon feltüntetett **A-346** valamint a **B-346** jelű sejtrendszerekre vonatkozó eredményeket ismertetjük. Mindkettő 4, 5 és 6-szögekből épül fel, de ezek p_n előfordulási valószínűségei sejtrendszerenként különbözők. Mint látható, az A-346 sejtrendszerben minden csúcspontosan 4 él közös pontja. Ezzel szemben a B-456 sejtrendszer csúcspontjaiban 4 illetve 5 él található.



PARAMÉTEREK

$$\langle n \rangle = 4$$

$$\mu_2 = 1$$

$$A_S = 0$$

$$\langle e_k \rangle = 4$$

$$\langle nm(n) \rangle = \langle n^2 \rangle = 17$$

$$A_R = -4,844615$$

$$C_R = 0,0769$$

p_n	n	3	4	6	$m(n)$	$nm(n)$
2/6	3	0	3	0	4	12
3/6	4	2	0	2	4,5	18
1/6	6	0	6	0	4	24

1. ábra Az A-346 sejtrendszer és topológiai mátrixa

PARAMÉTEREK

$$\langle n \rangle = 3,6$$

$$\mu_2 = 0,64$$

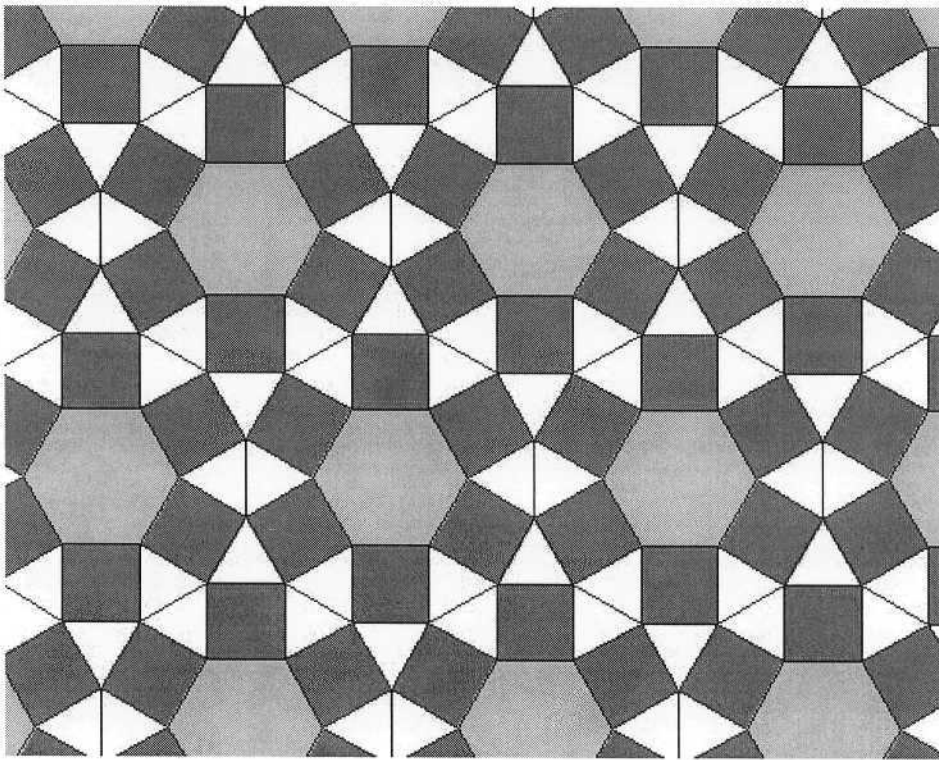
$$A_S = -0,525$$

$$\langle e_k \rangle = 4,5$$

$$\langle nm(n) \rangle = \langle n^2 \rangle = 13,6$$

$$A_R = 0,5615$$

$$C_R = -0,0192$$



p_n		n	3	4	6	$m(n)$	$nm(n)$	
8/15	2/15	3a	0	4	0	15/4	12	45/4
	6/15	3b	1	2	0		11	
6/15		4	3	0	1	15/4	15	
1/15		6	0	6	0	4	24	

2. ábra A B-346 sejtrendszer és topológiai mátrixa.

Mindkét ábrán feltüntettük az egyes sokszögfajták p_n előfordulási valószínűségét, az n -oldalú sejtekkel szomszédos sejtek átlagos $m(n)$ oldalélszámát, valamint az ún. topológiai mátrixokat is. A topológiai mátrix i -edik sorához és j -edik oszlopához tartozó (i,j) elem (amely egy természetes szám), megadja, hogy a sejtrendszerben az i -oldalszámú poligonnak, hány darab j -oldalszámú szomszédja van. A topológiai mátrix ismeretében lehetőség kínálkozik a sejt kapcsolódások árnyaltabb topológiai minősítésére. Mint megállapítható, az B-346 rendszer struktúrája a bonyolultabb, ugyanis itt a háromszögek kapcsolódása a szomszédos 4 és 6 oldalú sejtekhez kétféle konfiguráció szerint történhet. A két sejtrendszert egymástól eltérő topológiai mennyiségek jellemzik. Az A-346 sejtrendszerre $\langle n \rangle = 4$, $u_{,2} = 1$, $\langle nm(n) \rangle = \langle n^2 \rangle = 17$, a B-346 sejtrendszerre pedig $\langle n \rangle = 3,6$ és $J_{,2} = 0,64$, $\langle nm(n) \rangle = \langle n^2 \rangle = 13,6$ adódott. Az egy-paraméteres, azaz a

(9) képlet szerint általánosított Aboav-formulát felhasználva az A-346 sejtrendszerre $A_s=0$, míg a B-345 sejtrendszerre $A_s=-0,525$ értéket kaptunk.

A számításokat a (19) képlet szerint általánosított, két-paraméteres Aboav-formulával is elvégeztük, e célra a (31) kifejezés szerint definiált $G(n)=\langle n^3 \rangle - n^3$ függvényt használtuk. Eredményként az A-346 sejtrendszerre $AR=-4,844615$ és $CR=0,0769$, a B-346 sejtrendszerre pedig $AR=0,5615$ és $CR=-0,0192$ adódott. Természetesen az ún. ternér sejtrendszerekre, amelyek mindössze háromféle sokszögből tevődnek össze, az Aboav-formula két-paraméteres általánosított változata mindig abszolút pontos. Nyilvánvaló, hogy a paraméterek számának növelése javít a becslés pontosságán, de a paraméterek topológiai szempontból való értelmezése mind inkább nehézségbe ütközik.

5. Következtetések

Módszereket ismertettünk az Aboav-formula lehetséges általánosítására. A kétféle (egy-paraméteres valamint több-paraméteres) modellváltozat alapvető közös sajátossága, hogy nemcsak a hagyományos reguláris sejtrendszerek, hanem tetszőleges homogén sejtrendszerek kvantitatív minősítésére is felhasználható. A bemutatott számítási eredmények a javasolt modellek gyakorlati alkalmazhatóságát igazolják. Bár az ismertetett modellek 2-dimenziós típusúak, ennek ellenére minden nehézség nélkül kiterjeszthetők 3-dimenziós sejtrendszerek topológiai jellemzésére is. Ez oly módon valósítható meg, hogy a megfelelő képletekbe a síkbeli cellák szomszédainak átlagos $m(n)$ oldalszáma helyébe az F lapszámú térbeli cellák szomszédainak $m(F)$ átlagos lapszámát írjuk.

[1] D. A. Aboav: The Arrangement of Cells in a Net, *Metallography*, Vol. 13, 1980, p.43-58.

[2] S. N. Chiu: Aboav-Weaire's and Lewis' Laws - A Review, *Materials Characterization*, Vol. 34, 1995, p. 149-165.

Köszönetnyilvánítás

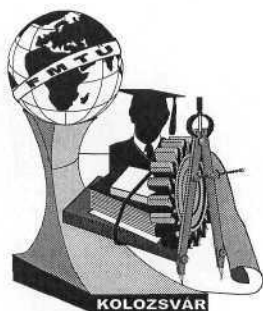
A témakörben végzett munkát az Országos Tudományos Alap támogatásával, a T 030521 sz. projekt keretében végeztük.

Dr Réti Tamás

Budapest Polytechnic, Budapest
Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary
E-mail: reti@zeus.banki.hu

Zsoldos Ibolya

Szent István Egyetem,
Gépészmérnöki Kar, Gödöllő



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

REVERZIBILIS AUSZTENIT-FERRIT ÁTALAKULÁSI FOLYAMAT SZIMULÁCIÓJA

Simulation of reversible austenite/ferrite transformation processes

Kovács Tünde, Réti Tamás , Réger Mihály

Abstract

A phenomenological kinetic model has been developed for the prediction of non-isothermal reversible and incomplete transformations in steels. The theoretical basis of the proposed method has its origin in a possible extension of the traditional Austin-Rickett kinetic differential equation. To critically assess the applicability of the model, experiments based on computer simulations have been performed to predict the austenite/ferrite proeutectoid transformation in the temperature range of A_{c1} to A_{c3} on plain carbon hypoeutectoid steels. A comparison with published experimental data has verified that the model developed is reasonable both quantitatively and with respect to well-established trends.

1. Bevezetés

Ötvözetekben végbemenő átalakulási folyamatok során gyakran előfordul, hogy az átalakulási (például bomlási, kiválási) folyamat nem megy teljesen végbe, vagyis az átalakult hányad a reakció befejeztével 1-nél kisebb pozitív szám. Az ilyen reakciók modellezésére a klasszikus Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK) elmélet nem alkalmazható. Ugyancsak nem használható a JMAK elmélet olyan esetekben, amikor az átalakulási folyamat nem "egyirányú", hanem reverzibilis jellegű. Mint tipikus példa említendő a kis karbon-tartalmú hipoeutektoidos acélokban az A_{c1} és A_{c3} egyensúlyi hőmérsékletek között végbemenő ausztenit-ferrites ($\gamma \leftrightarrow \alpha$) átalakulás, amely nem-teljes és egyúttal reverzibilis reakciónak tekintendő.

A következőkben - szimulációs kísérletekre támaszkodva - megmutatjuk, hogy bizonyos kinetikai modell-feltételezések bevezetésével igen egyszerűen konstruálhatók olyan autonóm differenciálegyenletek, amelyek eredményesen használhatók reverzibilis és nem-teljes átalakulási folyamatok előrejelzésére.

2. Kinetikai modell nem-teljes és reverzibilis átalakulási folyamatok leírására

A nem teljes és reverzibilis átalakulási folyamatok leírására javasolt kinetikai modell a következő feltételezéseken alapul:

1. A vizsgált ötvözet kétfázisú, amely gamma (γ) és alfa (α) fázisokból áll, és adott T hőmérsékleten és t időpillanatban $y=y(t,T)$ jelöli az alfa fázis és $y_\gamma=1-y(t,T)$ a gamma fázis térfogathányadát.
2. A körülményektől függően T hőmérsékleten a gamma/alfa átalakulás mindkét irányban végbemehet. Az alfa-fázis átalakulási sebessége alapján - pontosabban fogalmazva - a dy/dt derivált előjeléből az átalakulás irányára következtethetünk. Ha a dy/dt derivált pozitív, akkor gamma- \rightarrow alfa átalakulás, ha pedig negatív, akkor alfa- \rightarrow gamma átalakulás következik be.
3. Az átalakulási folyamat befejezettnek tekintendő, ha $y(t,T) = Y(T)$ teljesül, ahol $Y=Y(T)$ az alfa fázis egyensúlyi hányada konstans T hőmérsékleten. Az egyensúlyi hányad $0 < Y(T) \leq 1$ pozitív mennyiség, amely definíció szerint $y(t,T)$ határértéke $t \rightarrow \infty$ esetén. Konstans T hőmérsékleten, $Y=Y(T)$ értéke a nem-teljes reakciókra I-nél kisebb szám, teljes reakciókra pedig 1.
4. Feltételeztük, hogy a reverzibilis gamma \leftrightarrow alfa átalakulási folyamat $y(0)=y_0$ kezdeti feltétel mellett leírható a

$$\frac{dy}{dt} = \chi(T) \operatorname{sgn}(Y - y) |Y - y|^a y^b \quad (1)$$

alakú autonóm differenciálegyenlettel.

Az (1) egyenletben $\operatorname{sgn}(x)$ az un. szignum függvény, $|x|$ pedig az abszolút-érték függvény, $X(T)$ pozitív függvény, a és b nem-negatív konstansok, vagy hőmérséklettől is függő paraméterek. A fenti differenciálegyenlet tetszőleges $y(0)=y_0$ kezdeti feltétel mellett numerikusan mindig megoldható. Mint megállapítható, a dy/dt átalakulási sebesség és az $(Y-y)$ tényező előjele egymással megegyező, következésképpen $(Y-y)$ előjele határozza meg az átalakulás irányát (kiválás, III. oldódás bekövetkezését).

3. A kinetikai differenciálegyenlet megválasztása

Az (1) differenciálegyenlet ismeretlen paramétereinek (χ , a és b) becslése feltételezi az y , dy/dt , T és $Y(T)$ mérési adatok előzetes ismeretét. A kinetikai paraméterek meghatározása jelentősen egyszerűsödik, ha az (1) differenciálegyenlet paraméterei speciális módon vannak megválasztva, nevezetesen

$$\chi(T) = m \frac{K^{1/m}(T)}{Y(T)} \quad (2)$$

alakban definiált, $K=K(T)$ pozitív valós függvény, továbbá $a=1+1/m$ és $b=1-1/m$, ahol $m \geq 1$ hőmérséklettől függő paraméterek. Ekkor eredményül

$$\frac{dy}{dt} = m \frac{K^{1/m}(T)}{Y} \operatorname{sgn}(Y - y) |Y - y|^{1+1/m} y^{1-1/m} \quad (3)$$

kinetikai differenciálegyenletet kapjuk, amely az ún. Austin-Rickett (AR) differenciálegyenlet egy lehetséges általánosítása. Ennek előnyös tulajdonsága, hogy konstans hőmérséklet esetében mindig létezik zárt alakú megoldása.

Izotermikus bomlási folyamat esetében, amikor is $y < Y(T)$ egyenlőtlenség mindig fenn áll, a (3) differenciálegyenlet a

$$\frac{dy}{dt} = m \frac{K^{1/m}(T)}{Y} [Y - y]^{1+1/m} y^{1-1/m} \quad (4)$$

alakra egyszerűsödik. Ennek megoldására az $y_0=0$ kezdeti feltétel esetében

$$y(t, T) = Y(T) \left[1 - \frac{1}{1 + K(T)t^m} \right] \quad (5)$$

adódik. Az (5) kinetika-függvény paraméterei izoterm mérési adatokból becsülhetők.

4. Az izoterm ausztenit ferrites átalakulás modellezése

A vizsgálatokhoz Kamat és munkatársai 0.1% karbon tartalmú ötvözetlen acélra vonatkozó mérési adatait használtuk fel [1]. Dilatométeres mérésekre támaszkodva meghatározták az előzetes ausztenítést követően a 764-812 °C hőmérséklet tartományban a konstans hőmérsékleten az ausztenitből képződő ferrithányadot az idő függvényében. A szakirodalmi adatok felhasználásával végzett elemzéseink azt igazolták, hogy a ferritképződés folyamata izoterm körülmények között jól leírható a (3) összefüggéssel definiált Austin-Rickett kinetikafüggvénnyel. Az is bebizonyosodott, hogy az Austin-Rickett kinetikafüggvény $K=K(T)$ és $m=m(T)$ paraméterei a vizsgált hőmérséklet-tartományban jól approximálhatók a

$$K(T) = \exp\{A_0 + A_1 T + A_2 T^2\} \quad (6)$$

és

$$m(T) = m_0 + m_1 T \quad (7)$$

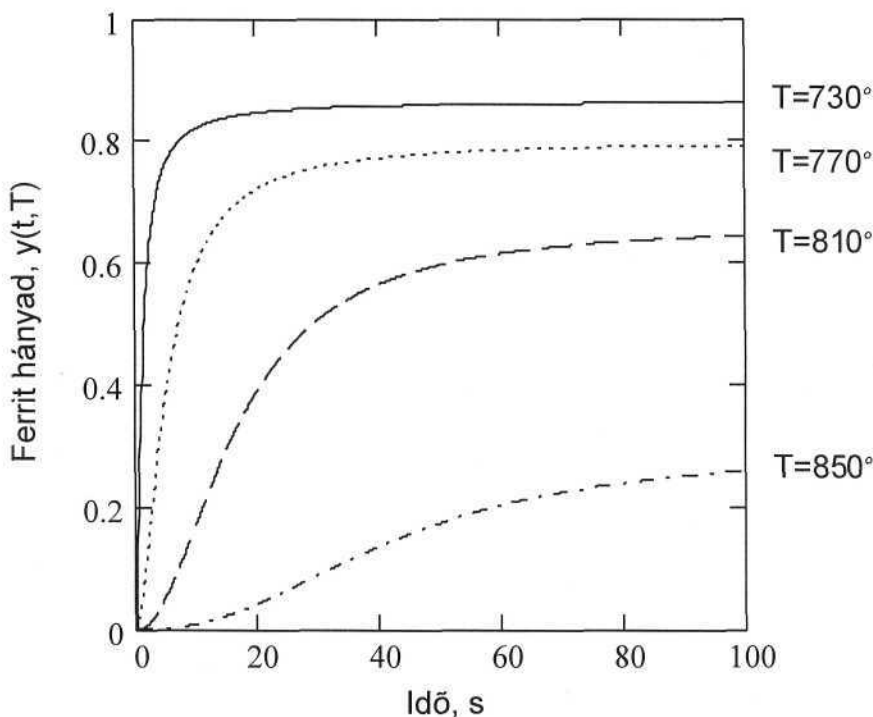
alakú függvényekkel. Az ismeretlen öt modellparaméter meghatározásához a (6) egyenlet logaritmizált alakját, nevezetesen a

$$\ln \left[\frac{Y(T)}{Y(T) - y(t)} - 1 \right] = A_0 + A_1 T + A_2 T^2 + m_0 \ln t + m_1 T \ln t \quad (8)$$

összefüggést használtuk fel. E formula alkalmazása azzal az előnnyel jár, hogy az ismeretlen paramétereket többváltozós lineáris regressziós módszerrel egyszerűen

becsülhetjük. Az elvégzett számítások eredményeként $A_0 = -2,37145$, $A_1 = 0,0680295$, $A_2 = -8.88906 \cdot 10^{-5}$, $m_0 = 8.644614 \cdot 10^{-3}$ és $m_1 = -5.0097$ adódott.

A fenti paraméterekkel visszszámolt izoterm kinetika-függvényeket négy konstans hőmérsékletre vonatkozóan az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra Az izoterm ausztenit/ferrit átalakulás kinetikája négy konstans hőmérsékletre vonatkozóan

A vizsgált 0.1% karbon tartalmú ötvözetlen acélra a ferrit $Y(T)$ egyensúlyi hányadát az

$$Y(T) = 1 - \frac{C(\%)}{13.27 - 0.0276T + 0.0000143T^2} \quad (9)$$

formulával számítottuk. Ez érvényes a $A_{e1} = 727 \text{ °C} - A_{e3}$ hőmérséklet-intervallumban, az ötvözetlen 0.08-0.25% C tartalmú acélokra.

A (3) differenciálegyenletből kiindulva lehetőség kínálkozik arra, hogy a ferrit-térfogathányad és az ausztenit karbon-tartalma közötti kapcsolatot fizikai-metallurgiai szempontból is értelmezzük.

A fázisszabályból következik, hogy adott hőmérsékleten az $Y(T)$ egyensúlyi ferrithányad az

$$Y(T) = \frac{C_{\gamma E} - C_0}{C_{\gamma E} - C_{\alpha}} \quad (10)$$

összefüggéssel számítható, ahol $C_0=0.1\%$ az acél névleges karbon-tartalma, C_α a ferrit karbon koncentrációja, és $C_{\gamma E}$ az ausztenit egyensúlyi karbon koncentrációja.

Amennyiben a ferrithányad y aktuális értéke különbözik az $Y(T)$ egyensúlyi ferrit-frakciótól, akkor az ausztenit karbon-tartalma is eltér az egyensúlyi $C_{\gamma E}$ koncentrációtól. Ez esetben az ausztenit aktuális $C_{\gamma A}$ karbon-koncentrációja és a mindenkori y ferrithányad között fenn áll

$$y = \frac{C_{\gamma A} - C_0}{C_{\gamma E} - C_\alpha} \quad (11)$$

összefüggés. A(10)és(11) formulák hányadosaként

$$\frac{y}{Y} = \frac{C_{\gamma A} - C_0}{C_{\gamma E} - C_0} \quad (12)$$

adódik. Felhasználva a (12) képletet, felírható a

$$Y - y = Y - Y \frac{C_{\gamma A} - C_0}{C_{\gamma E} - C_0} = Y \frac{C_{\gamma E} - C_{\gamma A}}{C_{\gamma E} - C_0} \quad (13)$$

összefüggés, amely a (3) kinetikai differenciál egyenletre nézve a következő konklúzióra vezet: Az átalakulás dy/dt sebességének nagyságát és „irányát” alapvetően a $(C_{\gamma E} - C_{\gamma A})$ karbon-koncentráció különbség határozza meg. Az ausztenit mindenkori $C_{\gamma A}$ karbon-tartalma a (10) és (11) formulákból következően a

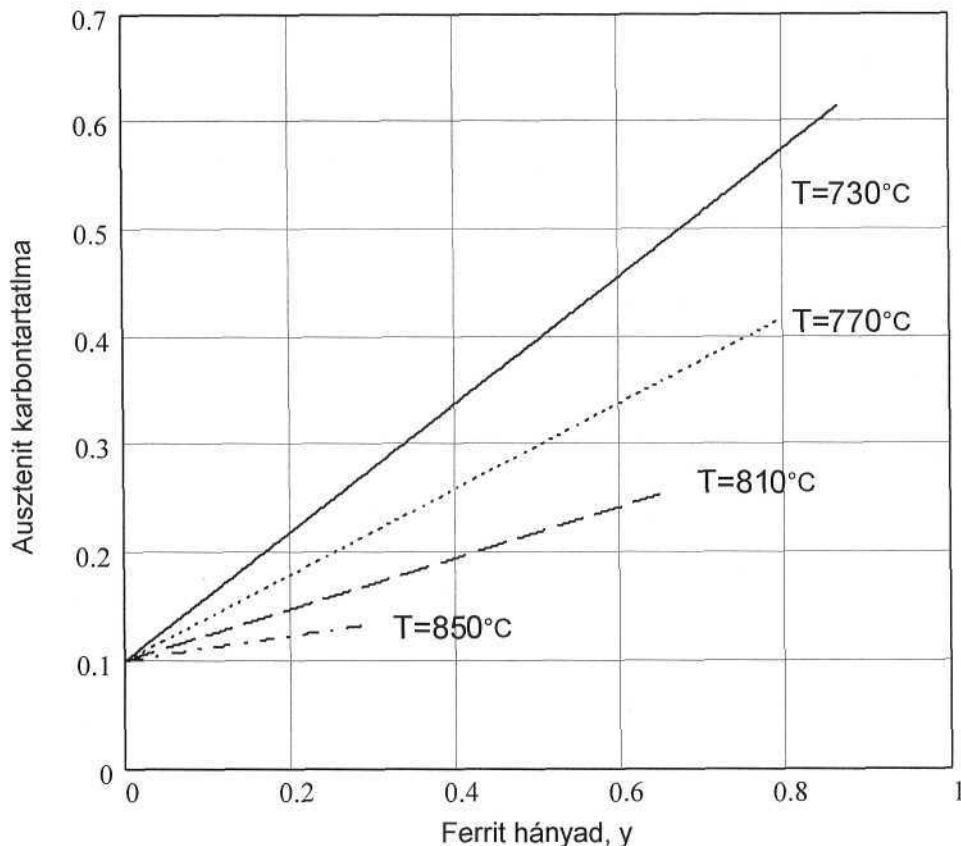
$$C_{\gamma A}(y, T) = \frac{y}{1 - Y(T)} [C_0 - C_\alpha(T)] + C_0 \quad (14)$$

összefüggés szerint változik. Mint megállapítható, konstans hőmérsékleten - amint ezt a 2. ábra is - illusztrálja -, a $C_{\gamma A}$ karbon-koncentráció a ferrithányad lineáris függvénye. (Itt jegyezzük meg, hogy a számítások során a vizsgált hőmérséklet-tartományban a ferrit átlagos karbon-koncentrációját $C_\alpha=0.02\%$ értékűnek vettük.)

Az előzőkből következik, hogy izotermikus átalakulásra érvényes a

$$\frac{dC_{\gamma A}(y, T)}{dt} = \frac{C_0 - C_\alpha(T)}{1 - Y(T)} \frac{dy}{dt} \quad (15)$$

összefüggés. E szerint a ferrites átalakulás sebessége arányos az ausztenitben a karbon koncentráció változásának a sebességével.



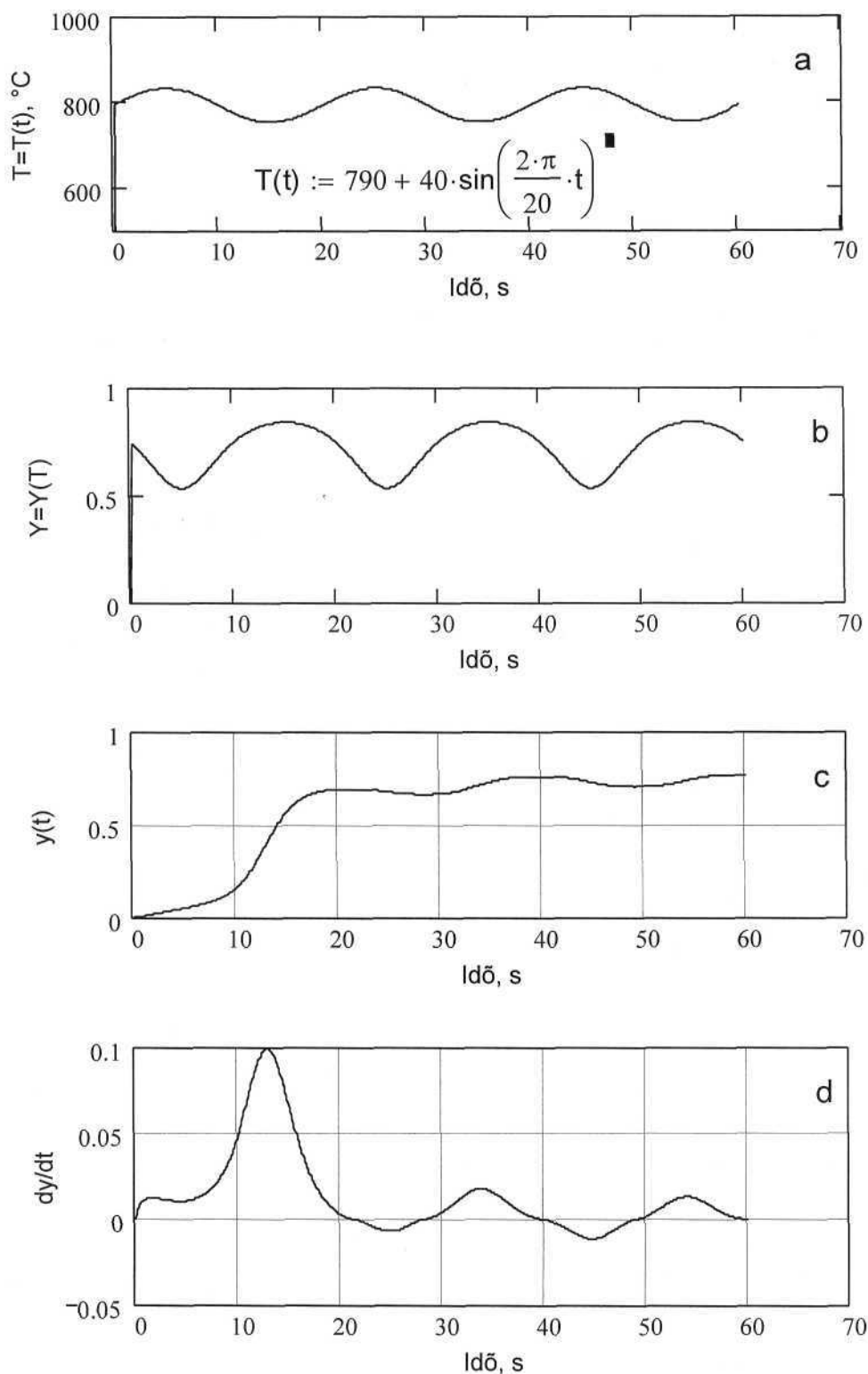
2. ábra Az ausztenit mindenkor karbon-koncentrációjának változása a ferrit hányad függvényében négy konstans hőmérsékleten

5. Nem-izotermikus átalakulási folyamat szimulációja

A (6-8) formulákkal becsült függvényeket felhasználva, számítógépes szimulációs kísérleteket végeztünk a (3) képlet szerint általánosított AR-kinetikai differenciálegyenletre támaszkodva. Vizsgálataink elsődlegesen a nem-izoterm ausztenit-ferites átalakulási folyamat predikciójára irányultak.

Példaképpen a 3. ábra egy nem-izotermikus szimulációs kísérlet eredményeit illusztrálja. Az előzetes ausztenítés után a vizsgált hipoeutektoidos acélt hirtelen 790 °C-ra lehűtöttük, és ezt követően hőmérsékletét peridódikus függvény szerint változtattuk 830 °C és 750 °C között.

Mint megállapítható, hogy az átalakulási folyamat sebessége kb. 13-14 sec elteltével eléri a maximumát, és a képződő ferrit hányad ekkor 0.5 körüli érték. Ezt követően az átalakulási folyamat már viszonylag lassan halad előre, és olykor - amikor a hőmérséklet megnövekszik (és ezzel párhuzamosan az egyensúlyi ferrithányad csökken) - jól megfigyelhető a ferrit ausztenitté történő visszaalakulása is. (Erre utal, hogy az átalakulás sebessége időnként negatív értéket vesz fel.)



3. ábra Nem-izoterm ausztenit-ferrit átalakulás kinetikai jellemzőinek változása az idő függvényében

- a) Hőmérséklet függvény b) Ferritre vonatkozó egyensúlyi hányad,
c) Aferrit aktuális hányada d) Aferrites átalakulás sebessége

6. Következtetések

1. A szimulációs vizsgálatok eredményeiből arra következtethetünk, hogy a nem-teljes és reverzibilis átalakulási folyamatok leírására javasolt kinetikai modell, amely az Austin-Rickett differenciálegyenlet (3) szerinti kiterjesztésén alapul, hitelesen írja le az austenit/ferrites átalakulást a vizsgált 0.1% C tartalmú ötvözetlen acélban az A_c1 és A_c3 kritikus hőmérséklet tartományban.
2. A modell előnye, hogy nem szükséges a karbon-transzferre vonatkozó diffúziós egyenletek alkalmazása, amelynek megoldása - tekintettel a mozgó fázishatárok figyelembe vételére - számítástechnikailag is jóval bonyolultabb feladat.
3. A módszer alkalmasnak tűnik ötvözetekben végbemenő egyéb, nem-izoterm reverzibilis folyamatok (pl. karbidok kiválása illetve feloldódása) predikciójára is.

Köszönetnyilvánítás

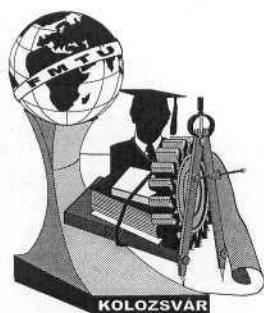
A témakörben végzett munka az Országos Tudományos Alap támogatásával történt, a T 030521 sz. projekt keretében.

Irodalom

[1] R.G. Kamat et al.: The Principle of Additivity and the Proeutectoid Ferrite Transformation, Metallurgical Transaction A, Vol. 23A, 1992, p. 2469-2480.

Dr Réti Tamás

Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary
E-mail: reti@zeus.banki.hu



ÖRVÉNYÁRAMSZÁMÍTÁS FORGÓ MÁGNESES TÉRBEN

Fűzi János

Summary - The case of coherent rotational magnetization is investigated in an isotropic ferromagnetic sheet. The anhysteretic magnetizing curve of the material is approximated by an analytical function and its vector hysteresis characteristic is modelled by a vector Preisach operator, which computes the magnitude of magnetization vector by a classical Preisach model with the projection of field strength on its direction as input, while its orientation is determined by a friction-like mechanism. The equations of the electromagnetic field are solved by error minimization in finite difference formulation.

1. Bevezetés

Az örvényáramok számítása ferromágneses közegben elvégezhető az elektromágneses tér egyenleteinek megoldását összekapcsolva a megfelelő mágneses modellel. Utóbbi lehet szaturációs modell, mely egyértékű összefüggést ír le a mágneses térerősség és indukció között, vagy hiszterézismodell, mely a két mennyiség közötti összefüggés megállapításánál figyelembe veszi a közeg mágneses történetét is. Amennyiben a geometriai szimmetria és a gerjesztési feltételek a térerősség és mágnesezettség vektorok párhuzamosságát a vizsgált tartomány egészében biztosítják, elegendő skaláris hiszterézismodell alkalmazása [1 –4]. Ellenkező esetben vektor hiszterézismodellre van szükség a mágneses térerősség és mágnesezettség közötti helyi összefüggés leírásához [5 - 6].

2. Mágneses modellek

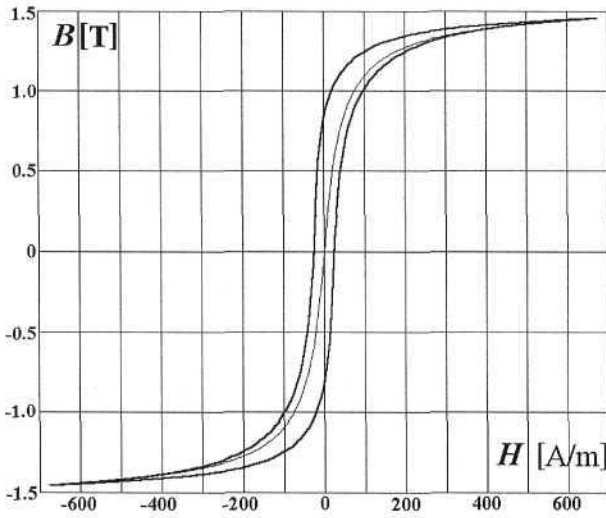
A nem szemcseorientált, 0.5 mm vastag *STABOCOR 250-50 A* vasmaglemez skaláris hiszterézis karakterisztikáját a klasszikus Preisach modellel írhatjuk le. A hiszterézis határhurok és a hiszterézismentes mágnesezési görbe az 1. ábrán látható. A hiszterézismentes mágnesezési görbe a következő függvénnyel közelíthető:

$$M = \sum_{q=1}^n m_q \arctan(k_q H) \quad , \quad (1)$$

ahol $n = 3$, $m_1 = 0.654 / \mu_0 \text{ A/m}$, $k_1 = 0.037 \text{ m/A}$,

$m_2 = 0.273 / \mu_0 \text{ A/m}$, $k_2 = 0.011 \text{ m/A}$,

$m_3 = 0.144 / \mu_0 \text{ A/m}$, $k_3 = 0.0007 \text{ m/A}$.



1. ábra. A STABOCOR 250-50 A vasmag-
lemez hiszterézis határhurka és hiszterézis-
mentes mágnesezési görbéje

3. Elektromágneses téregyenletek

Koherensen forgó mágneses térrel (a lemez síkjával párhuzamos mágneses térerősség a felület minden pontjában egyformán változik) gerjesztett végtelen lemez esetén a térerősség minden pontban párhuzamos a lemez felületével és csak a mélység és az idő függvénye. A $2a = 0.5$ mm vastag lemez szimmetriasíkja az xy síkban fekszik.

$$\mathbf{H}(z,t) = H_x(z,t)\mathbf{i} + H_y(z,t)\mathbf{j} \quad (2)$$

Mivel ezen mágneses térerősség divergenciája nulla, kielégíti a

$$\Delta \mathbf{H} = \sigma \mu_0 \left(\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t} \right) \quad (3)$$

egyenletet a következő határfeltételekkel:

$$\begin{aligned} \mathbf{H}(a,t) &= \mathbf{H}_0(t) \\ \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial z}(0,t) &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Merőleges koordinátarendszerben:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial H_x}{\partial t} &= \frac{\frac{\partial^2 H_x}{\partial z^2} \left(1 + \frac{\partial M_y}{\partial H_y} \right) - \frac{\partial^2 H_y}{\partial z^2} \frac{\partial M_x}{\partial H_y}}{\left(1 + \frac{\partial M_x}{\partial H_x} \right) \left(1 + \frac{\partial M_y}{\partial H_y} \right) - \frac{\partial M_x}{\partial H_y} \frac{\partial M_y}{\partial H_x}} \\ \frac{\partial H_y}{\partial t} &= \frac{\frac{\partial^2 H_y}{\partial z^2} \left(1 + \frac{\partial M_x}{\partial H_x} \right) - \frac{\partial^2 H_x}{\partial z^2} \frac{\partial M_y}{\partial H_x}}{\left(1 + \frac{\partial M_x}{\partial H_x} \right) \left(1 + \frac{\partial M_y}{\partial H_y} \right) - \frac{\partial M_x}{\partial H_y} \frac{\partial M_y}{\partial H_x}} \end{aligned} \right. \quad (5)$$

ahol a differenciális szuszceptabilitásokat az alkalmazott mágneses modell adja.

A hiszterézismentes mágnesezési görbe alkalmazásával:

$$\begin{cases} \frac{\partial M_x}{\partial H_x} = \frac{M}{H} \frac{H_y^2}{H^2} + \frac{dM}{dH} \frac{H_x^2}{H^2} \\ \frac{\partial M_x}{\partial H_y} = \frac{\partial M_y}{\partial H_x} = \left(-\frac{M}{H} + \frac{dM}{dH}\right) \frac{H_x H_y}{H^2} \\ \frac{\partial M_y}{\partial H_y} = \frac{M}{H} \frac{H_x^2}{H^2} + \frac{dM}{dH} \frac{H_y^2}{H^2} \end{cases}$$

$$\left(1 + \frac{\partial M_x}{\partial H_x}\right) \left(1 + \frac{\partial M_y}{\partial H_y}\right) - \frac{\partial M_x}{\partial H_y} \frac{\partial M_y}{\partial H_x} = \left(1 + \frac{M}{H}\right) \left(1 + \frac{dM}{dH}\right) \quad (6)$$

$$\lim_{H \rightarrow 0} \frac{M}{H} = \sum_{q=1}^n m_q k_q$$

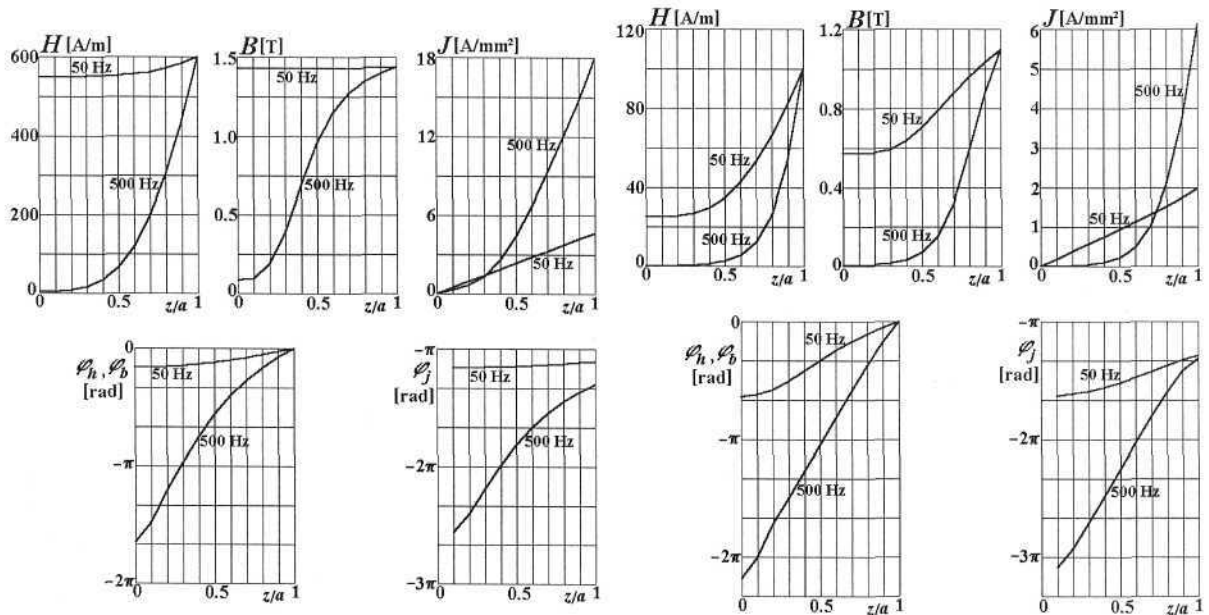
$$\frac{dM}{dH} = \sum_{q=1}^n \frac{m_q k_q}{1 + k_q^2 H^2}$$

Az indukált örvényáraműrűség:

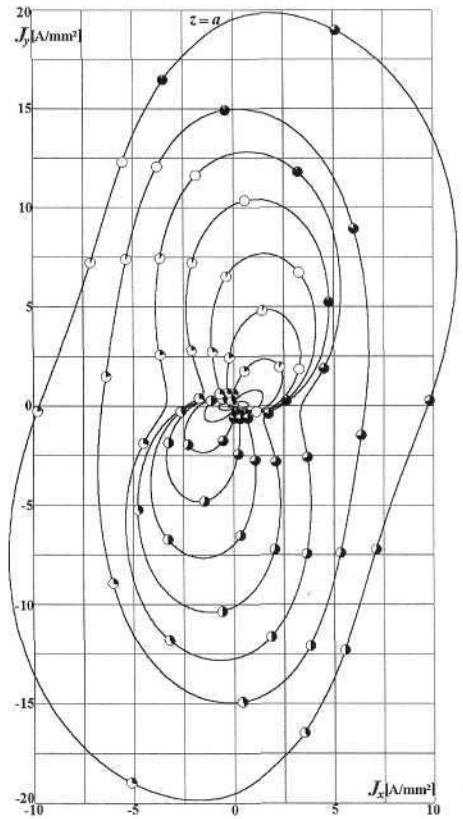
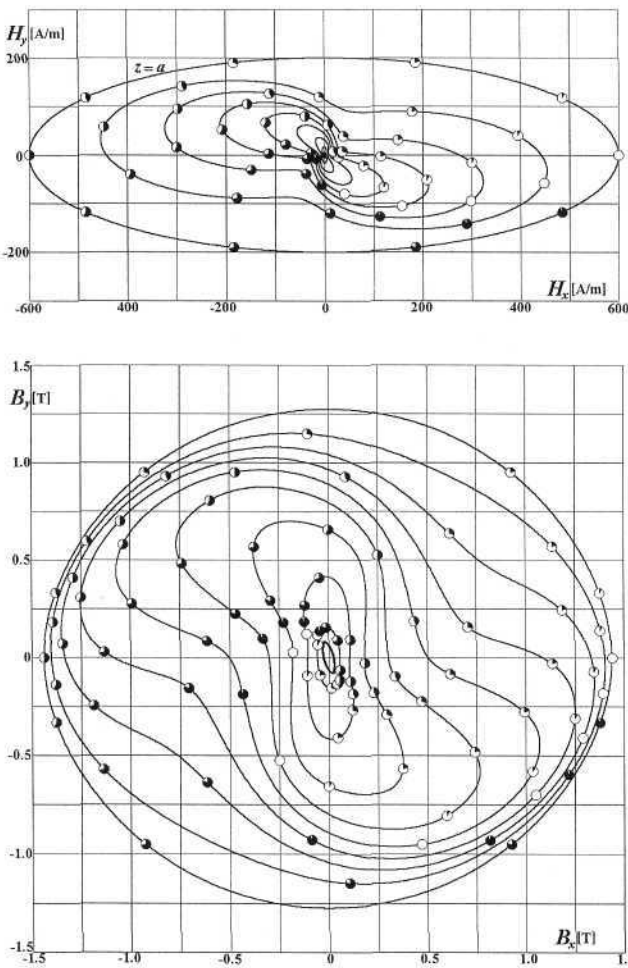
$$\mathbf{J} = \nabla \times \mathbf{H} = -\frac{\partial H_y}{\partial z}(z,t) \mathbf{i} + \frac{\partial H_x}{\partial z}(z,t) \mathbf{j} \quad (7)$$

Az (5) differenciális egyenletrendszer időtartományban oldjuk meg. A lassan konvergáló tranziens számítás elkerüléséért a gerjesztő $H_\phi(t)$ térerősség nagyságát lineárisan növeljük az első öt forgás alatt.

4. Számítási eredmények



2. ábra. A mágneses térerősség, indukció és örvényáramsűrűség vektorok nagyság- és fáziseloszlása körkörös gerjesztésnél, különböző telítettszintekre.



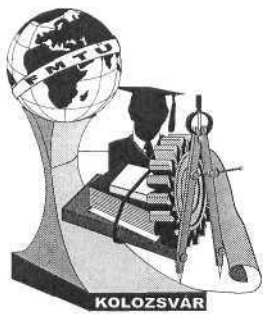
3. ábra. Térjellemező vektorok mértani helye elliptikus gerjesztésnél különböző mélységekben másodpercenkénti 500 forgásra (az egyforma jelek azonos időpillanatot jelentenek).

5. Következtetések

A forgó mágnesezési folyamatoknál fellépő örvényáramszámítást lényegesen felgyorsítja a közeg mágneses jellemzőinek hiszterézis nélküli közelítése a pontosabb hiszterézismodell alkalmazása helyett. A kapott eredmények első közelítésként használhatók a bonyolultabb, hiszterézist is figyelembe vevő számításokhoz.

Irodalomjegyzék

1. R.M. Del Vecchio: "Computation of Losses in Nonoriented Electrical Steels from a Classical Point of View," *Journal of Applied Physics*, 53 (1982) 8281 - 8286.
2. Fúzi J.: "Eddy Currents in Ferromagnetic Sheets Taking Magnetic Hysteresis Nonlinearities into Account," *Periodica Polytechnica Budapest*, Ser.El.Eng. Vol.39, No.2 (1995) 131-143,.
3. Tata M., Fúzi J.: "Eddy Currents in Toroidal Cores Taking Magnetic Hysteresis into Account," Proc. 7* IGTE Symp., Graz, Austria- 1996, pp. 470-475.
4. Fúzi J., Iványi A.: "Eddy Currents in Ferromagnetic Cylinders Taking Hysteresis into Account," *6th International Journal of Theoretical Electrotechnics* (1996) 54-61.
5. Iványi A.: "Hysteresis in Rotation Magnetic Field," *Physica B* 275 (2000) 107-113.
6. Fúzi J., Iványi A.: "Isotropic Vector Preisach Partiele," *Physica B* 275 (2000) 179-182.



NEUTRONNYALÁBOK MÁGNESES ALAKÍTÁSA

Fűzi János

Summary - The movement of neutrons in inhomogeneous magnetic field is studied, envisaging magnetic focusing of thermal neutron beams. The field of a sextupole electromagnet is computed and the shape of its poles optimized to obtain highest focusing effect.

1. Neutronok mozgása mágneses térben

A neutronok állandó nagyságú L impulzusnyomatékkal és s mágneses momentummal (spin) rendelkeznek. A két vektormennyiség között fennáll az

$$s = \gamma L \quad , \quad (1)$$

összefüggés, ahol γ a neutron giromágneses viszonya. A termikus (viszonylag kis energiájú) neutronok mozgása inhomogén mágneses térben a klasszikus mágneses momentum mozgásegyenleteinek megfelelően történik [1]. A neutronra ható erő és forgatónyomaték kifejezései:

$$F = (s \cdot \nabla) B \quad ; \quad T = s \times B \quad (2)$$

és a mozgásegyenletek:

$$F = m \frac{d^2 r}{dt^2} \quad ; \quad T = \frac{dL}{dt} = w \times L \quad , \quad (3)$$

ahol w a Larmor precesszió szögsebessége. A (2) egyenletnek megfelelően inhomogén mágneses térre van szükség a neutron röppályájának (a neutronnyaláb alakjának) módosításához. Egy nagyon hosszú, ideális $2n$ pólusú mágnes által létrehozott mágneses skalárpotenciál kifejezése hengerkoordinátákban:

$$\Psi = Cr^n \cos n\varphi \quad , \quad (4)$$

amely a

$$B = \mu_0 Cnr^{n-1} (-\cos n\varphi e_r + \sin n\varphi e_\varphi) \quad , \quad (5)$$

mágneses fluxussűrűségnek felel meg. A neutronra ható erő:

$$F = s_r \frac{\partial B}{\partial r} + s_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial B}{\partial \varphi} \quad (6)$$

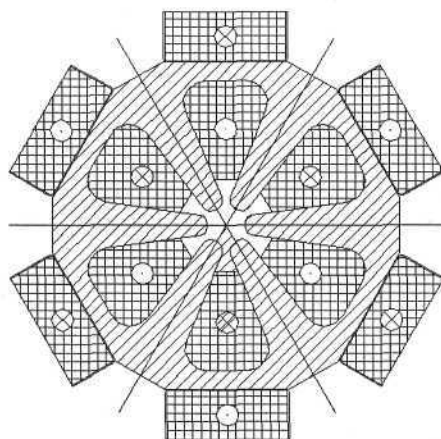
Igazolható, hogy a hatpólusú mágnesek ($n = 3$) gyűjtőlencseként hatnak a termikus neutronnyalábokra, így sikerrel alkalmazhatók ezek fókuszolására [2]. Amennyiben a spinvektor a röppálya minden pontjában párhuzamos az indukcióval (ez a feltétel önműködően megvalósul, ha a neutron által érzékelt térerősségváltozás jóval lassúbb, mint a Larmor szögsebesség - adiabatikus feltétel), fennáll:

$$F = \nabla(s \cdot B) = \pm s \nabla |B|$$

Ez az összefüggés akkor alkalmazható az erőszámításban, ha a hatpólusú mágnes végén a szórt tér megvalósítja a neutronok polarizációját, tehát a neutronok spinjei a mágneses tér erővonalaival párhuzamosan rendeződnek. Ideális hatpólusú tér esetén a neutronra ható erő nagysága a sugárral arányos és a sugárral párhuzamos. Az indukcióvektor irányába mutató mágneses momentumokra kifelé, az indukcióvektorral ellentétes irányítású momentumokra a középpont felé mutató erő hat.

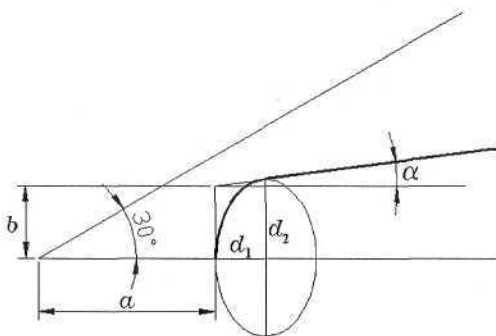
2. A hatpólusú elektromágnes

Néhány sikeres próbálkozás történt hatpólusú mágnesek állandómágnes darabokból való összeállítására [3, 4]. Az elektromágnesek nagyobbak és nehezebbek, de előnyük, hogy neutronoptikai jellemzőik módosíthatók. Egy ilyen elektromágnes keresztmetszete látható az 1. ábrán.



1. ábra. Hatpólusú elektromágnes.

A cél minél erősebb és az ideális hatpólusú tér minél jobban megközelítő mágneses tér elérése. A pólusok alakját meghatározó paraméterek értelmezése a 2. ábrán látható. Az optimalizálás változói: a , b , α és a d_1/d_2 arány. Adott korlátok: a (a neutronnyaláb sugara), $b < a/\sqrt{3}$ és $\alpha < 30^\circ$.



2. ábra. A pólusok alakjának meghatározása.

3. A mágneses tér számítása

Mivel a fellépő erők gyengék, az elektromágnesek meglehetősen hosszúak kell legyenek (méter nagyságrendűek), így a feladat két dimenzióban megoldható. A szimmetria miatt a keresztmetszet tizen-

ketted részét vizsgáljuk, megfelelő határfeltételek mellett (a mágneses fluxussűrűség merőleges a tekercsek szimmetriasíkjára és párhuzamos a pólusok szimmetriasíkjával).

A

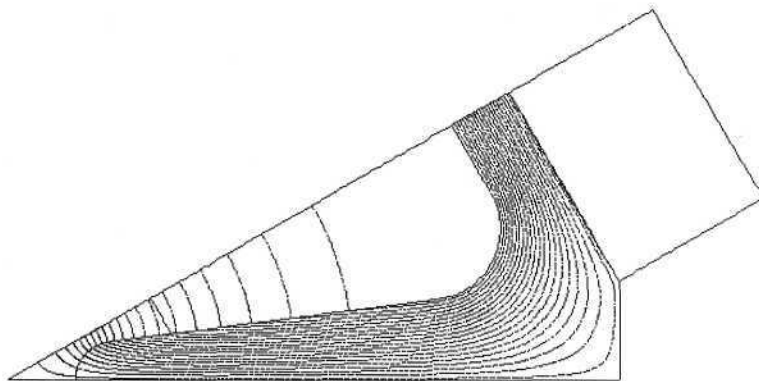
$$\nabla \cdot \left(\frac{1}{\mu} \nabla A \right) = -J \tag{8}$$

parciális differenciálegyenletet oldjuk meg [5], ahol J a mágneses vektorpotenciálnak a keresztmetszet síkjára merőleges (egyetlen) összetevője, J pedig a tekercsek ekvivalens (üreges huzalt alkalmaznak, amelyben hűtőfolyadék kering) áramsűrűsége. A vasmag anyagának (lágvas) nemlineáris mágneses permeabilitását a:

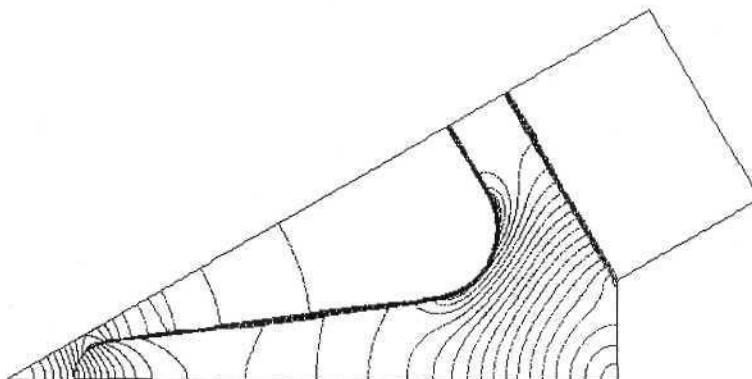
$$\mu = \frac{kB}{\tan \frac{\pi}{2} \frac{B/\mu_0 - H}{M_s}} \tag{8}$$

összefüggés írja le, ahol $A = 0.1$ m/A és a szaturációs mágneses polarizáció $\mu_0 M_s = 1.89$ T.

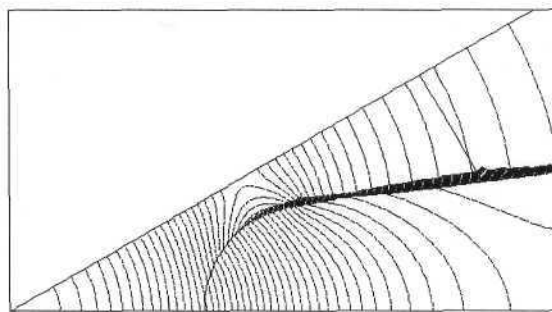
A végeselemmódszerrel kapott eredmények $a = 7$ mm $b = 3.5$ mm, $d_1/d_2 = 1$ és $J = 2.5$ A/mm² esetén a 3-5. ábrákon láthatók. Az indukció legnagyobb értéke $r = 7$ mm -nél 0.55 T, ami megegyezik a [4]-ben beszámolt értékkel állandómágneses megoldásra, de a [3]-ban megadott értéknek kevesebb mint fele. Az indukció szintvonalai a nyalábtartományban megközelítőleg kör alakúak, ami azt bizonyítja, hogy a téreloszlás hatpólusú.



3. ábra. Mágneses vektorpotenciál szintvonalai.



4. ábra. A mágneses indukció nagyságának szintvonalai (szintköz: 0.0925 T).



5. ábra. A mágneses indukció nagyságának szintvonalai (szintköz: 0.037 T).

4. Következtetések

A neutronnyalábok fókuszolására elektromágnesek építhetők. Bár elég nagy számítási erőfeszítést igényel, a pólusok alakjának optimalizálásával a neutronoptikai jellemzők lényeges javítása érhető el. A kapott indukciószintek és téreloszlások ígéretesek a mágneses neutronlencsék építése tekintetében. Az állandómágneseknél kisebb fluxussűrűség hatása ellensúlyozható az aktív hossz megnövelésével míg a fókusz távolság állítható volta fontos előny különböző hullámhosszú (sebességű) neutronok használatánál.

Irodalomjegyzék

1. F. Mezei, "Neutron Spin Echo: A New Concept in Polarized Thermal Neutron Techniques," *Z.Physik*, vol. 255, pp. 146-160, 1972.
2. P.S. Faragó, "Electromagnetic Focusing and Polarization of Neutron Beams," *Nuclear Instruments and Methods*, vol. 30, pp. 271-273, 1964.
3. P. Schiemenz, A. Ross, G. Graw, "High Field Permanent Sextupole Magnets for Stern Gerlach Separation in Atomic Beam Sources," *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, vol. A305, pp.15-18, 1991.
4. T. Oku, H.M. Shimizu, "Neutron Lens and Prism," *Physica B*, vol. 283, pp. 314-317, 200.
5. K.J. Binns, P.J. Lawrenson, C.W. Trowbridge, *The Analytical and Numerical Solution of Electric and Magnetic Fields*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1992.

Dr. Fűzi János, egyetemi docens

Transilvania Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Politehnicii 1-3, 2200 Brassó, Románia

Tel. & Fax: +40 68 143116; E_mail: fuzi@leda.unitbv.ro

tudományos főmunkatárs

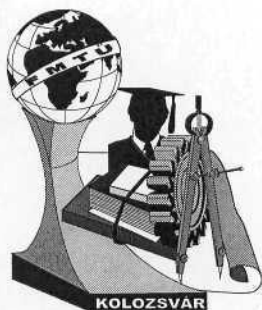
MTA - Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet, Neutronspektroszkópai Osztály

H-1525 Budapest, Magyarország; Fax: +36 1 392 2501; E_mail: fuzi@szfki.hu

Bolyai János ösztöndíjas (BO/00920/98 - Magyar Tudományos Akadémia)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Elméleti Villamosságtan Tanszék,

H-1521 Budapest, Magyarország; Fax: +36 1 463 3189; E_mail: fuzi@evtsz.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

REGIONÁLIS HULLADÉK-HASZNOSÍTÓ KÖZPONT ELŐZETES KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNYA

Kovács Nikoletta

Abstract

Environmental condition of Hungary does not reach the level, which was declared for the EU member states. Attainment and keeping of these rules are required from the member states for a given deadline. Problems are complex: the damage of environmental caused by industry has to be reduced, the introduction of public amenities has to be faster, and last but not least major improvements have to be made on the field of management of waste originated from the production and consumption. This paper presents the results of a study on the new waste management system in North - East Hungary.

1 Bevezetés

Magyarország környezeti állapota messze elmarad azoktól a követelményektől, amit az Európai Unió tagjai számára megfogalmazott, amelynek elérését és betartását a szervezet jelenlegi és jövőbeni tagországaitól is adott határidőn belül elvárja. A problémák többrétűek, részben az ipari technológiák környezetkárosító hatásainak csökkentése, részben a közművesítés elmaradottságának felszámolása és nem utolsósorban a termelés és fogyasztás során keletkezett hulladékok kezelése területén kell jelentős előrelépéseket tenni Magyarországnak.

2 A problémakör

Borsod-Abaúj-Zemplén megyében jelenleg 15 város (ebből Miskolc megyei jogú) és 336 község található. A megyében a keletkezett szilárd települési hulladék kezelésének egyetlen módja a hulladék deponálása. 158 településen üzemel kommunális hulladéklerakó, ezek közül 28 rendelkezik valamilyen korábban kiadott engedéllyel és 103 az engedéllyel nem rendelkező

lerakók száma. Az önkormányzatok által üzemeltetett lerakókon kívül több száz illegális lerakó is található a megyében, ahol elsősorban települési hulladékot raktak és raknak még ma is le.

A kommunális hulladék összetétele sokszínű, és a fő frakciók mellett veszélyes hulladékok is részét képezik. A leggyakoribb veszélyes hulladéknak minősülő komponensek: elemek, festék-, olaj- és vegyszermaradványok, göngyölegek, akkumulátorok, gyógyszerek stb. A veszélyeshulladék-komponensek aránya jelentős 0,5-1 %.

Sajó völgyi régió hulladékgazdálkodása nem felel meg sem a hazai, sem az európai elvárásoknak. A vizsgált régió nem rendelkezik az európai normatíváknak megfelelő, szigetelt aljzatú szilárd kommunális hulladék lerakóhellyel. Az európai követelményrendszernek leginkább megfelelő lerakóhely az Észak-magyarországi Hulladékgazdálkodási Részvénytársaság tulajdonában lévő sajókazai depónia. Ez a lerakó sem rendelkezik geomembrán szigeteléssel, viszont nagyon kedvező geológiai környezetben található. A sajókazai lerakóhely Magyarország első olyan hulladéklerakói közé tartozik, amelyeket tervszerűen alakítottak ki, s megépítésüket átfogó geológiai és geotechnikai vizsgálatok előzték meg. A lerakó a művi szigetelés hiányának ellenére csurgalékvíz gyűjtő rendszerrel került megépítésre, s környezetvédelmi hatósági engedéllyel rendelkezik. Ebben a tekintetben is élenjáró Magyarországon. A csurgalékvíz gyűjtő rendszer azonban az 1980-as évek hazai technikai szintjén valósult meg, felújításra szorul.

A régió többi szeméttelépéről elmondható, hogy sem helykijelölésüket, sem tervezésüket nem előzte meg mérnöki tervezés, környezetvédelmi hatósági engedéllyel sem rendelkeznek. Ezek a lerakóhelyeket a környezetvédelmi hatóság a „megtűrt” kategóriába sorolja. A térség városaiban (Kazincbarcika, Ózd, Putnok, Edelény) sem található korszerű depónia, de ennél aggasztóbb a helyzet a kistelepüléseken, ahol a lakosság a felhalmozódott hulladékaitól gyakran illegális elhelyezéssel tud csak megszabadulni. Az illegális hulladéklerakók gyakran anyagnyerő helyek gödrei, bányagödörök, vízfolyás partok, holtágak. Mind az illegális, mind pedig a hatóságilag megtűrt hulladéklerakók ténylegesen talaj-, talajvíz és felszíni víz szennyező források. Az érintett településeknek nincsenek anyagi lehetőségeik arra, hogy a jelenlegi helyzetten önerőből változtassanak.

A megyében üzemelő hulladék lerakók közül ez ideig egy sem rendelkezett a beszállított hulladék mennyiségének pontos mérésére szolgáló ellenőrző rendszerrel. 1998. év végén, Miskolcon a nádasréti lerakón helyeztek üzembe hídmérleget, és az új ma még csak részlegesen üzemelő, sajókazai hulladékdepón van meg a beszállított hulladék mérlegelésének lehetősége. A deponálásra kerülő hulladék összetételéről sincs adat.

A hulladékgazdálkodás a megyében szinte kizárólag a hulladék begyűjtésére és lerakására korlátozódik. Hiányzik a hulladékképződés megelőzésének és a szelektív hulladékgazdálkodásnak megyei szintű stratégiája, ösztönző rendszere. Sem a lakosság, sem az önkormányzatok, sem pedig a hulladék kezelésével foglalkozó gazdálkodó szervezetek nem érdekeltek közvetlenül a hulladékképződés csökkentésében. A hulladékgazdálkodás fejlesztési iránya Magyarországon, így a térségben is, összhangban kell, hogy legyen az EU direktívákkal. Tehát a ma még elsősorban deponálást preferáló megoldás helyett fejlesztéseknek a hulladék mennyiségének csökkentésére, a hulladék, mint alapanyag hasznosítására és a maradványanyagok égetésére, vagy korszerű regionális depóniákon történő elhelyezésére kell irányulnia.

3 A Regionális Hulladék-hasznosítási Központ bemutatása

A felhasználható terület a Kelet-borsodi szénmedence, mint gazdaságföldrajzi egység közepén helyezkedik el Szuhakálló község térségében. A létesítmény szűkebb környezete teljes egészében emberi tevékenység által birtokba vett terület.

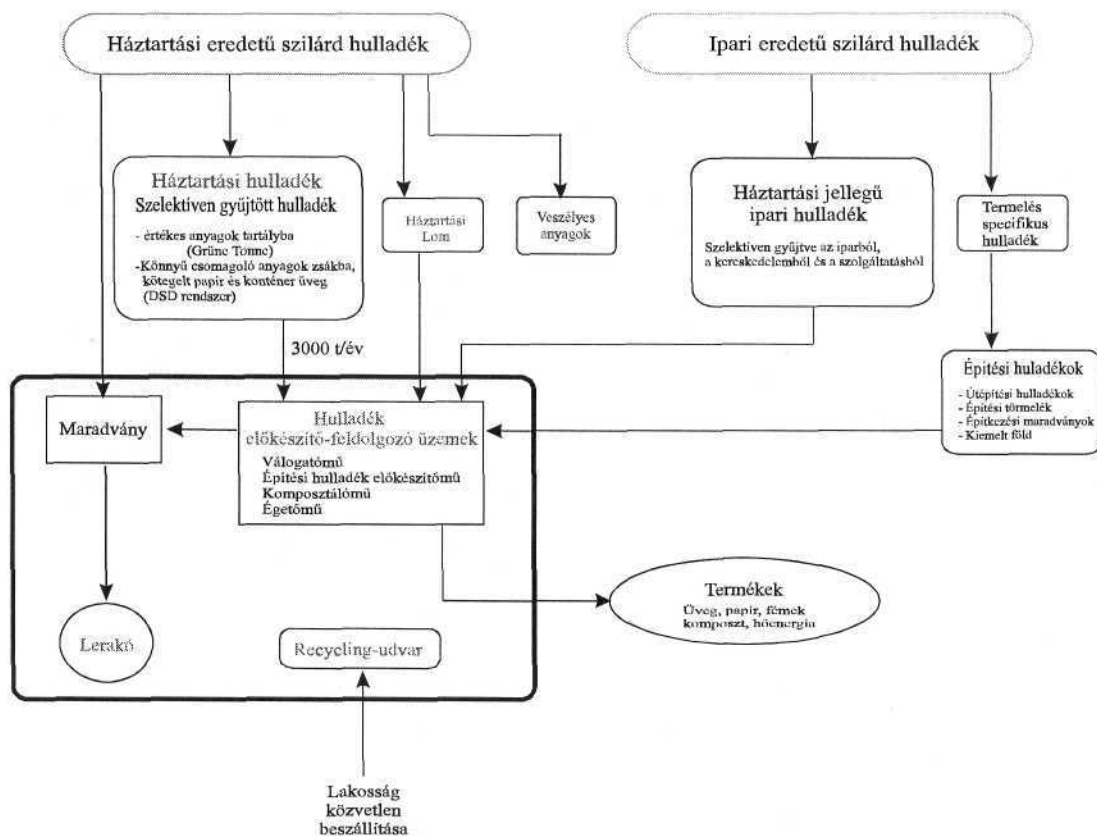
A telephely közvetlen környékén 4-5 nagyobb és számos kisebb szénbánya működött. A megszűnt bányászatra csak a hátra maradt és általában kevésbé hasznosítható létesítmények, valamint a munkanélkülivé vált bányászok emlékeztetnek. A hulladék hasznosítás, mint alapvető gazdasági cél mellett ezért is van kiemelkedő jelentősége a létesítmény üzembe helyezésének. Kihasztnálatlan létesítmények és területek újra működésbe állítása és a munka nélkül maradt bányászok munkához segítése egyaránt nagyjelentőséggel bír.

A szuhakállói Regionális Hulladék-hasznosító Központot (RHK) az alábbi tevékenységek végzésére hozzák létre:

- építési hulladékok újrahasznosítása,
- szilárd települési hulladékok válogatása,
- komposztáló mű üzemeltetése.

Az előzetes tervek szerint a területen a későbbiekben más hulladék-hasznosítási tevékenységeket is meg lehet majd valósítani.

A válogatómű feladását a háztartásokból, valamint az intézményektől, az iparból, a kereskedelemből és a szolgáltatásból szelektíven begyűjthető azon szilárd települési hulladék képezi, amelyek a gyűjtés és előkészítés fázisában egyaránt együtt kezelhetők (1. ábra).



1.ábra. A tervezett hulladékválogató mű anyagforgalma

A tervezett építési hulladék-feldolgozó üzem építési bontási törmelék, betonhulladék és munkahelyi építési hulladék egyidejű fogadására és feldolgozására alkalmas.

A tervezett komposztáló mű tervezett teljesítménye 5000 t/év összhulladék. Ennek durván a fele a parkok fenntartásból, fele pedig a háztartási szelektív gyűjtésből származó hulladék. A tervezett rendszer ún. reaktoros-konténeres rendszer, melynek nagy előnye a relatíve kis komposztálási időtartama és a nagyfokú logisztikai rugalmassága. Technológiai elemeinek nagy részét zárt, könnyűszerkezetes épületbe tervezik telepíteni.

4 A környezeti hatások számbavétele

Az építkezésen dolgozó munkagépek együttes üzeme esetén a NOX immissziója a telephelytől mért 350 m távolságon belül a 30 perces határérték 10 %-ára, 450 m-re pedig annak 5 %-ára csökken. A CO, korom és SO₂ szennyezés ezeken a távolságokon belül a határérték 1 %-át sem éri el.

A telephely építése idején a legközelebbi település - Szuhakálló - központjában a NOX immissziója a legrosszabb terjedési viszonyok mellett, az építkezés felől fúvó szél esetén, maximálisan 18,17 µg/m³, amely a területre megengedett határérték 10 %-át sem éri el. Ennek valószínűsége éves szinten az É-ÉK szél gyakoriságát figyelembe véve 3 % körüli. A többi települést elhanyagolható mértékű légszennyezés éri csak az építkezés idején.

A hulladék-feldolgozó üzemelése közben a betervezett környezetkímélő technológiák és légtisztító berendezések eredményeképpen a környezetet alig kimutatható mértékű CO, CH₄, NOX, korom, SO₂ és szállópor szennyezés éri. Ezen légszennyezők koncentrációja a telephelyen kívül az immissziós határérték 1 %-a alatt várható, még a legrosszabb feltételek mellett is.

Tehát megállapítható, hogy a Regionális Hulladékhasznosító Központ mind az építése idején, mind a folyamatos üzemelésekor - még a legkedvezőtlenebb esetben is - a megengedett határérték 10 %-a alatti mértékű légszennyezés-növekedést okozhat maximálisan, amely éves szinten 4-5 % valószínűséggel várható.

A tervezett hulladék-feldolgozó építése során az A-hangnyomásszint a telephelyhez legközelebb eső lakóházaknál sem éri el a határértékeket. A jelenleg folyó építkezés során nem tapasztalható a lakosság reklamációja. Működése során sem kell káros zajhatásokkal számolnunk. A zajviszonyok tekintetében a hatásterület nem nyúlik túl az üzem területén.

A tervezett Regionális Hulladék-hasznosító Központ építése és üzemelése során a talajvíz elszennyezése nem történhet meg, mert a tervezett létesítmény a talajra nézve nem végez fokozottan szennyezőnek tekinthető tevékenységet, az épületek betonlajzzal készülnek, továbbá a külszíni munka- és rakodóterek is betonozott felületeken kerülnek kialakításra.

Az építés és üzemelés ideje alatt keletkező hulladékok sem jelentenek kockázatot a környezetre, ha azokról körültekintően gondoskodnak.

A hulladék-feldolgozó szállítójárművei a beruházást megelőző állapothoz képest a Kazincbarcika-Múcsony közötti út 10-20 m-es környezetében 12-13 %-kal növelik meg a

légszennyezés mértékét a legrosszabb feltételek esetén. Ennek várható gyakorisága éves szinten 4-5 %-ra tehető.

Az üzemeléshez kapcsolódó szállításból eredően keletkező közúti zaj, nem befolyásolja a jelenlegi közúti zajviszonyokat.

Összességében tehát megállapítható, hogy a jelenleg tervezett technológiák a beruházás területén és annak környezetében nem jelentenek kockázatot a környezetre. A további fejlesztések kivitelezése előtt az előzőekben leírtakhoz hasonlóan meg kell vizsgálni az esetleges káros környezeti hatásokat.

5 Irodalom

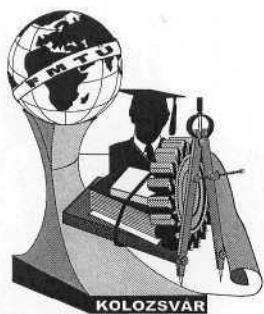
- [1] Kovács Nikoletta: Szuhakálló térségében tervezett regionális újrahasznosítási központ előzetes környezeti hatástanulmánya (Diplomamunka, 2000)
- [2] Dr. Bóhm József : Szilárd települési hulladék-kezelési rendszer fejlesztése a Sajó- és Bódva völgyben EU (ISPA) támogatással

Kovács Nikoletta

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet

H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2., Magyarország

Tel.: 36 46 560 142; Fax: 36 46 369438; e-mail: nikoletta@hzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

ELEKTRONIKAI TERMÉKEKBŐL KELETKEZŐ HULLADÉKOK ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁSUK

Dr. Mang Béla, István Zsolt, Garamvölgyi Ernő

Abstract

As a partner in the international research projects CARE-ELECTRONICS and ECOLIFE, that aims to deal with the problem of outworn electronic products and the waste resulted from them, the BAYLOGI started a project to work out the basics of the Hungarian electronic product recycling. The industrial partner in this project is the Szinva-Net Ltd, the official dealer of Packard Bell-NEC in Hungary. The project is supported by the Ministry of Education in Hungary. As the project reached the first milestone, the first report was completed. Result of this part of the project is presented in this paper such as, the approximated amount of waste to be dealt with, the current situation of the OECD and EU countries, the identified possible waste sources, etc.

1 Bevezetés

A Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézete (BAYLOGI), amely tagja a nemzetközi CARE-Electronics kutatási programjának, továbbá csatlakozott az elektronikai termékek újrahasznosítási problémáit kutató ECOLIFE programhoz is - melyben a Miskolci Egyetem is részt vesz -, a Szinva Net Kft.-vel közösen projektet indított a hazai elektronikai termék újrahasznosítási ipar megalapozására. A két év időtartamú projektet, melynek célja az elektronikai termékek környezetbarát szétszerelése és újrahasznosítása, az Oktatási Minisztérium Kutatás-fejlesztési Helyettes Államtitkársága a Környezetvédelmi Műszaki Fejlesztési Pályázat 2000 keretében támogatja.

2 A problémakör

Az elektronikai termékek gyártása napjainkra a legdinamikusabban fejlődő ipari ágazattá vált hazánkban. Ez a robbanásszerű fejlődés eredményezte a termékcsoporthoz tartozó egyes termékek

rendkívül gyors elavulását, ezáltal a belőlük származó hulladékmennyiség évről-évre rohamosan nő. A probléma világ- és európai szinten is komoly problémát okoz, így e probléma megoldására az Európai Unió is komoly erőfeszítéseket tesz.

A robbanásszerű fejlődés az elektronikai termékek csoportján belül is legjobban az IT (információtechnológiai) eszközök (számítógépek, irodatechnikai és kommunikációs eszközök) területén érvényesül, ahol a teljes elavulás ideje napjainkra mintegy egy- másfél évre csökkent. Az elavulási folyamatot tovább gyorsította az Y2K (2000. év) informatikai problémája, amelyet a legtöbb helyen a régi gépek lecserélésével oldottak meg. E termékcsoporthoz a hulladékprobléma mennyiségi szempontból rendkívül jelentős.

Tovább növeli a probléma súlyát az elektronikai termékekben nagy mennyiségben található

- veszélyes anyag, amely a hulladék lerakóba helyezését megnehezíti, továbbá a
- kis lerakó kapacitás és a
- rendkívül magas lerakási ár.

A nagy mennyiség és a veszélyes anyag tartalom túl, e termékcsoporthoz újrahaznosítása mellett szól a

- piaci igény lehetősége a használt, de még működőképes, olcsó alkatrészekre,
- az elektronikai termékek értékes anyagai, melyek visszanyerhetők az alkatrészekből, illetve a
- termékek közötti hasonlóság (monitor-televízió, CD perifériák - CD lejátszók, másolók - faxok - nyomtatók), mely az újrahaznosítást gazdaságos tevékenységgé teheti.

3 Jogszabályi háttér

Az Európai Közösség Környezetvédelmi Főigazgatóságán (DG XI) az elektromos és elektronikai (EE) termékekből származó hulladékok kezeléséről szóló direktívát 2000 júniusában elkészítette. A direktíva elfogadása az Európa Parlamentnél folyamatban van, várhatóan 2002-ben kerül kihirdetésre.

A direktíva szabályozza, illetve megköveteli a termékek

- elkülönített gyűjtését,
- kezelését,
- feldolgozását,

illetve foglalkozik a

- magánháztartásokból származó elektromos és elektronikai hulladékok kezelésének finanszírozási kérdéseivel, továbbá a
- nem magán háztartásoknál keletkező EE hulladékok kezelésének finanszírozásával.

4 Elektronikai termékek mennyisége Magyarországon

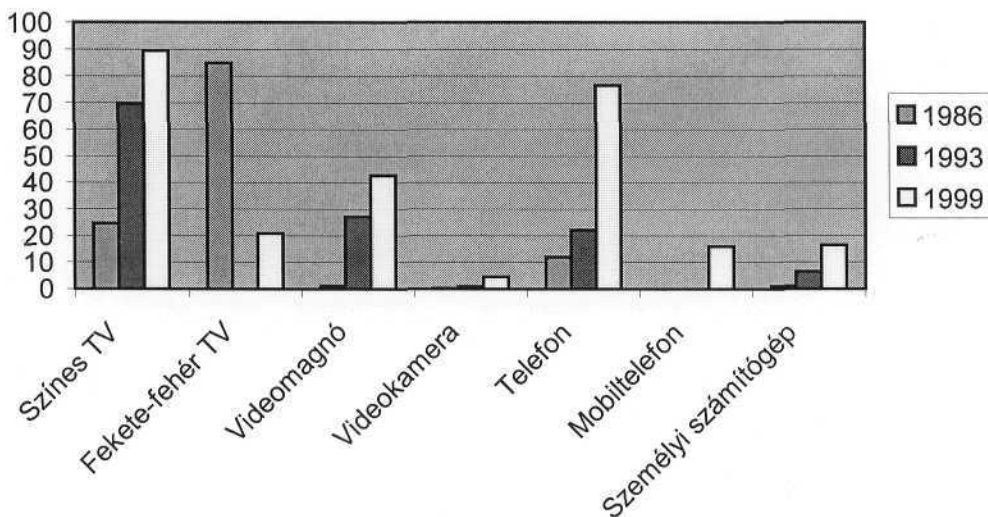
Az elhasznált elektronikai termékek mennyiségének becslésekor két fontos termékforrást vehetünk figyelembe,

- az irodákban, intézményekben található termékeket és
- a háztartásokban előforduló eszközöket.

Az irodákban található eszközökről átfogó felmérés nem készült, darabszámuk becslése igen nehéz. Folyóiratokban megjelent cikkek által kaphatunk bizonyos fogig képet a magyar irodákban használatban lévő elektronikai eszközök típusairól, fajtáiról, koráról. A háztartások esetében alapadatokat nyerhetünk a KSH által készített kimutatásokból, melyek tükrözik a lakosság vagyoni helyzetét, a háztartások elektronikai termékekkel való ellátottságát.

Az elektronikai termékek alakulása a háztartásokban az utóbbi tizenöt évben jól követi a technikai fejlődést, az árcsökkenést és a divat irányzatait. Míg például a nyolcvanas évek közepén a színes televíziókészülékek száma viszonylag alacsony volt a háztartásokban a magas ár miatt, addig a termék olcsóbbá válásával a kilencvenes évek végére gyakorlatilag kiszorította a fekete-fehér készülékeket az otthonokból. Széles körben elterjedt a képmagnók használata, és ugrásszerű növekedés tapasztalható a telefonok terén. Míg a nyolcvanas évek közepén a telefon birtoklása szinte társadalmi előjog volt, mára a vezetékes telefon majdnem minden háztartásban megtalálható. Jelentős az előretörés a mobil kommunikáció terén is. A mobiltelefonok egyre elterjedtebbek, sőt, az új mobiltelefon előfizetések száma évről évre növekszik. Ez a növekedés

hosszú távon a vezetékes telefonok csökkenését eredményezheti, amennyiben a forgalmi díjak a mobiltelefon társaságoknál lecsökkennek. Jelentős a fejlődés a háztartásokban található számítógépek darabszámát tekintve. A nyolcvanas évek közepén a háztartásokban csak elvétve találhattunk számítógépeket, addig mára a háztartások mintegy 10-15 százaléka rendelkezik számítógéppel (4-1. Ábra).



4-1. Ábra Elektronikai termékek a háztartásokban, az előfordulás százalékában (Forrás: KSH)

5 Jelenlegi helyzet az EU és OECD országokban

Annak ellenére, hogy az EE termékek esetében az EU és OECD legtöbb országában közvetlen szabályozás nincsen, piaci alapon kialakultak feldolgozási rendszerek. A termékek újrahasznosítási rendszerét a visszanyerhető anyagok értékére, piaci árára alapozták.

Az EE termékek vezető gyártói, az utóbbi időben - a fogyasztói visszajelzés és az állami megszorítások hatására - komolyan veszik a termékeikről használatuk utáni gondoskodás problémáit. Kutatásokat kezdeményeznek (pl. „CARE Electronics” nemzetközi kutatási program), termékeiknél fokozatosan bevezetik az újrafelhasználást és az újrahasznosítást elősegítő anyagokat és a szétszerelést támogató konstrukciókat. A legnagyobb gyártók (Siemens, Philips, IBM, Nokia) korlátozni szeretnék elhasznált termékeik „second hand” kereskedelembé kerülését, ezáltal érdekeltek a a feldolgozó rendszerek kialakításában.

Az EU-ban a legelterjedtebb zárláncú gazdálkodási rendszer a meglévő kommunális és gyártói begyűjtő rendszer kombinációjából adódó vegyes rendszer (5-1. Ábra).

A kialakított rendszerek helyi, regionális és nemzeti tényezőktől függenek. A hulladék

- a háztartások elhasznált termékeiből,
- az intézmények elhasznált termékeiből, és
- a gyárak termelési selejtjeiből tevődik össze,

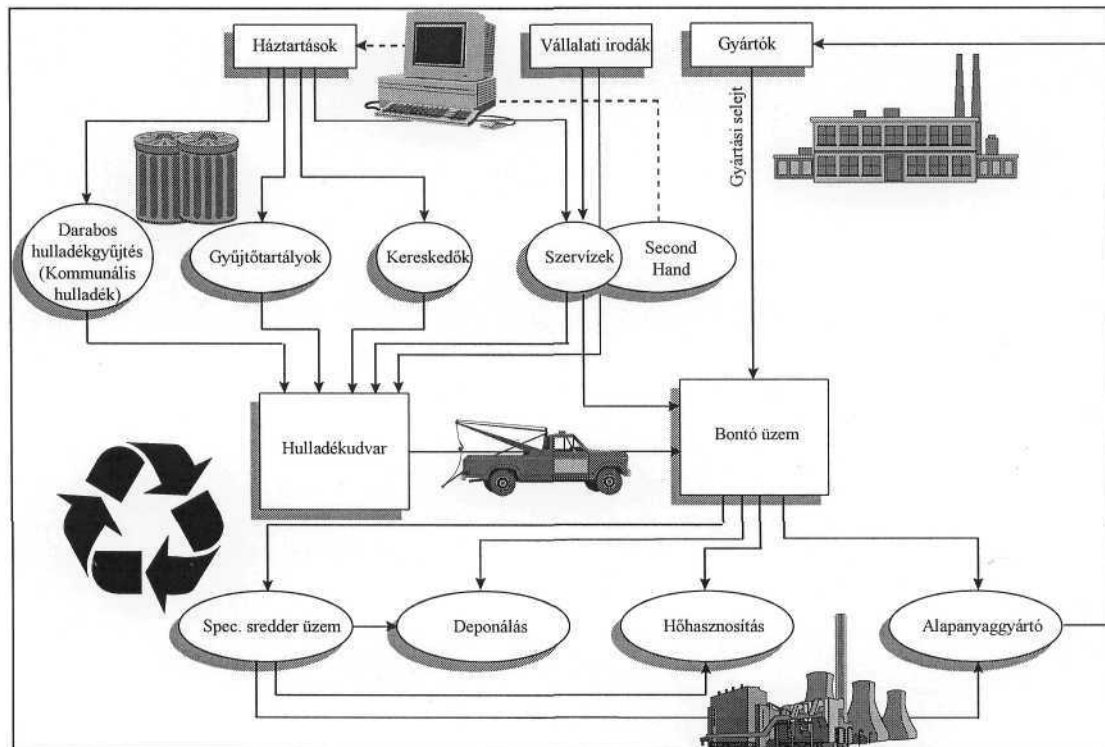
A begyűjtés történhet

- speciálisan szerződött vállalkozókkal,
- kommunális begyűjtéssel, vagy
- a végfelhasználók által, helyi hulladékudvarok segítségével.

A rendszer aktív szereplői a gyártók kereskedelmi és szerviz hálózata.

A regionális bontóüzemekbe szállított hulladékot szakszerűen szétszerelik, a veszélyes anyagokat eltávolítják és a bontott anyagot anyagcsoportok szerint válogatva gyűjtik. A bontókból a homogén anyagcsoportok már közvetlenül az alapanyaggyártókhoz kerülhetnek, míg az összetett frakciókat (kábel, nyomtatott áramkörök) speciális shredder üzemekbe küldik, ahol nagyobb mennyiségben gazdaságosan feldolgozhatók. A veszélyes anyagok közül az égethetőek hőhasznosításra kerülnek, míg a nem égethetőek kerülnek csak végső deponálásra.

Hazánkban jelenleg az elektronikai hulladékok csak kisüzemi szinten kerülnek bontásra, a keletkező hulladék jelentős mennyisége kezeletlenül kerül deponálásra. A jelentős mennyiségű gyártási selejtet égetőművekbe szállítják, ahol a értékük a gazdaság számára elvész.



5-7. Ábra EE termékek zárláncú hulladékgazdálkodása az EU-ban

5 Irodalom

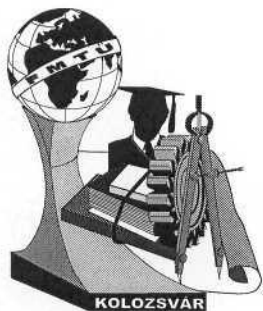
- [1] A háztartások felszereltsége, vagyoni helyzetének egyes jellemzői 1996, Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1997.
- [2] A háztartások tartós javai, Életmód - Időmérleg, Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 2000, ISSN 1586-2682, ISBN 963 215 299 9
- [3] Elhasznált elektronikai eszközök begyűjtése és környezetbarát szétszerelése, Szinva Net Kft.-BAYLOGI, 2001, Projekt részjelentés, Készült a magyar Oktatási Minisztérium támogatásával

Garamvölgyi Ernő

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet

H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2., Magyarország

Tel.: 36 46 560119; Fax: 36 46 369438; e-mail: erno@bzlogi.hu



Kolozsvár, 2001. március 23-24.

KÉPLÉKENY ALAKÍTÁSI FOLYAMATOK SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA

Computer simulation of plastic forming processes

Horosz Gergő, Dr. Horváth László

ABSTRACT

Based on practical examples, computer simulation experiments of bulk forming processes are presented. The finite element software Qform used for the investigation has been developed by the Quantor Ltd. Experimental results verified that the Qform program can be successfully applied not only for demonstration purposes in high education, but to solve industrial technological problems involving the computerized planing of cold and hot forming processes.

1. BEVEZETÉS

A QForm FEM (Finite Element Method) algoritmuson alapuló program, melyet a Quantor Ltd. évek során fejlesztett ki és jelenleg is tovább fejleszt.

A QForm alkalmazhatósági korlátjának tekinthető, hogy "csak" kétdimenziós feladatok megoldására alkalmas. Ez azt jelenti, olyan térfogatalakító feladatok szimulálását lehet vele elvégezni, amelyeknél az anyagáramlás síkok mentén tárgyalható. Ilyen esetként kezelhetők a forgásszimmetrikus alkatrészek, amelyek valamennyi meridián metszetében az anyagáramlás azonosnak tekinthető. Továbbá ugyancsak elemezhető a programmal az olyan rúdszerű kovácsdarabok egyenszélvényű szakaszai amelyekben az alakváltozás közel sík alakváltozásként modellezhető.

Az alakítási folyamat numerikus modellje a felhasználó számára "fekete doboz", ugyanis a program kezelése a felhasználótól nem igényel végeselemes ismereteket, továbbá a futtatás

során nem igényel felügyeletet, viszont bizonyos szintű képlékenyalakítási, technológiai ismereteket igen.

A szimulációs folyamat grafikus és numerikus eredményei azonnal megjelennek a képernyőn, a szimuláció befejeztével "playback" üzemmódban, a már számított és elmentett eredmények felhasználásával az alakítási folyamat újra visszajátszható (animálható).

A szimuláció a valós alakítási folyamatnak megfelelően mutatja be a munkadarab geometria, az alakító erő, alakítás munka- és teljesítményszükségletének változását a deformáció során. Adott munkadarab deformációnál megjeleníthető a hőmérséklet-, összehasonlító alakváltozás, összehasonlító alakváltozás sebesség, alakítási szilárdság eloszlás a darabban. A fentiekén kívül további, a technológia tervezés számára fontos adatokat is szolgáltat.

Így például a QForm segítséget ad az alakító technológiát és szerszámot tervező mérnök számára:

- az előgyártmány geometria helyes kialakításához,
- az alakítógép kiválasztásához,
- a sorjacsatorna méretek és sorjátérfogat meghatározásához,
- többlépcsős alakításnál a közbenső geometriák előállításához,
- a szerszámüreg geometria kialakításához,
- az alakítási hőmérséklet megválasztásához,
- a súrlódás üregtöltésre gyakorolt hatásának elemzéséhez,
- a megfelelő kenőanyag kiválasztásához,
- a szerszámok feszültség- és alakváltozás állapotának elemzéséhez,
- a szerszámdeformációnak a gyártmány méretpontosságára gyakorolt hatásának elemzéséhez, stb.

A program hatékonyan felhasználható a kutatásban és a térfogatalakító technológiák egyetemi, főiskolai szintű oktatása során.

A Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai karának Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézetében az elmúlt évben vásárolt QForm végeelem programmal kapcsolatos tapasztalatainkat kívánjuk most közreadni.

2. KÉPLÉKENY ALAKÍTÁSI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE

2.1. A szimuláció kiinduló adatainak definiálása

A szimulálandó képlékenyalakítási folyamatot **technológiai alpműveletekre** (action1, action2, stb.) kell bontani. Például mechanikus kovácsajton végzett többüreges kovácsolás szimulációjának egy lehetséges alpműveletsora figyelhető meg a 1. ábrán:

hűtés levegőn (1)

hűtés szerszámban (2)

alakítás előalakító
üregben (3)

hűtés levegőn (4)

alakítás a készre alakító
üregben (5)

1. ábra:



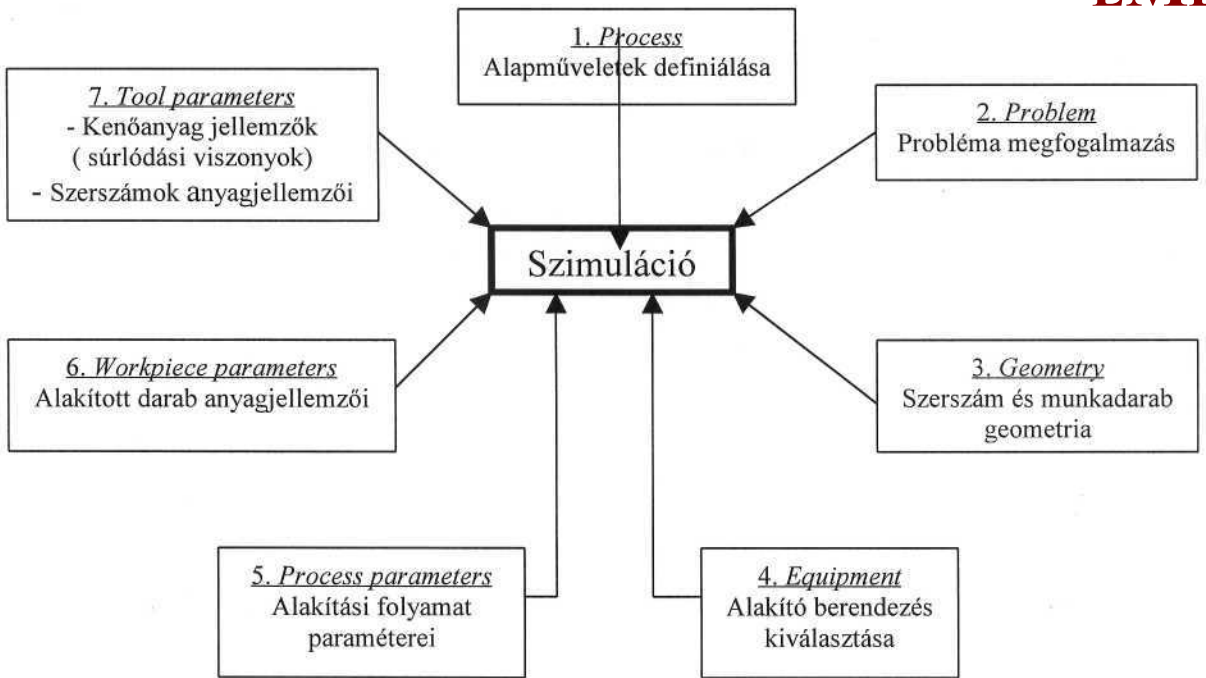
Az 1. alpművelet a kemencéből a szerszámba helyezés időtartama alatt létrejövő, míg a 2. alpművelet az előalakító üregbe helyezett előgyártmány hőmérséklet csökkenését szimulálja az alakítás megkezdéséig. A 3. alpművelet az előalakító üregben végzett alakítás szimulációját végzi. A 4-es a kész üregbe helyezett előalakított darab hőmérsékletcsökkenését, az 5-ös a készüregben végzett alakadást szimulálja.

A technológiai alpműveletek egymás után fűzött elemei a **technológiai láncot** alkotják, amely a szimuláció elindítása után automatikusan végrehajtódik (számításra kerül).

Egy projectben több technológiai lánc fogalmazható meg, amelyeket egy - egy **technológiai esetnek** (case1, case2, ...) tekinthetünk, az adott darab gyártásánál szóba jöhető technológiai változatok kipróbálására (szimulációjára).

A technológiai alpműveletek létrehozását, az alpművelethez tartozó adatok megadását alpművelet-érzékeny varázsló segíti (Data Preparation Wizard), az alpművelet kijelölés után az adatmegadást segítő párbeszédablakok alpművelet függően jelennek meg.

Az alakító alpművelet definiálásához és szimulációjához szükséges adatok fő csoportjait a 2. ábra szemlélteti.



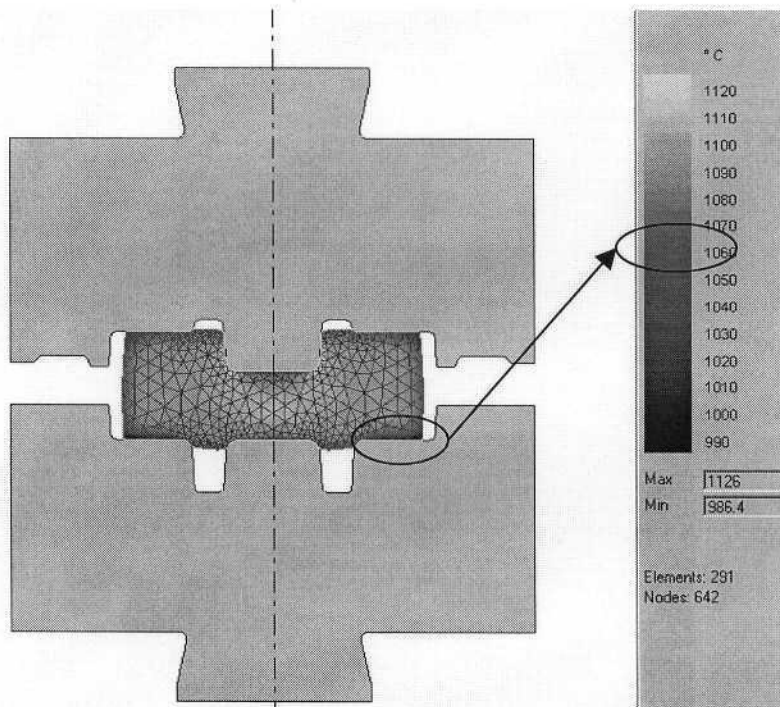
2. ábra

2.2. Szimulációs eredmények

A program kínálta lehetőségek közül néhányat az alábbi példán keresztül kívánunk szemléltetni.

Mechanikus kovácssajton végzett, együreges süllyesztékes kovácsolás szimulációjának grafikus eredményei szemléltethetők a 3-as ábra soron.

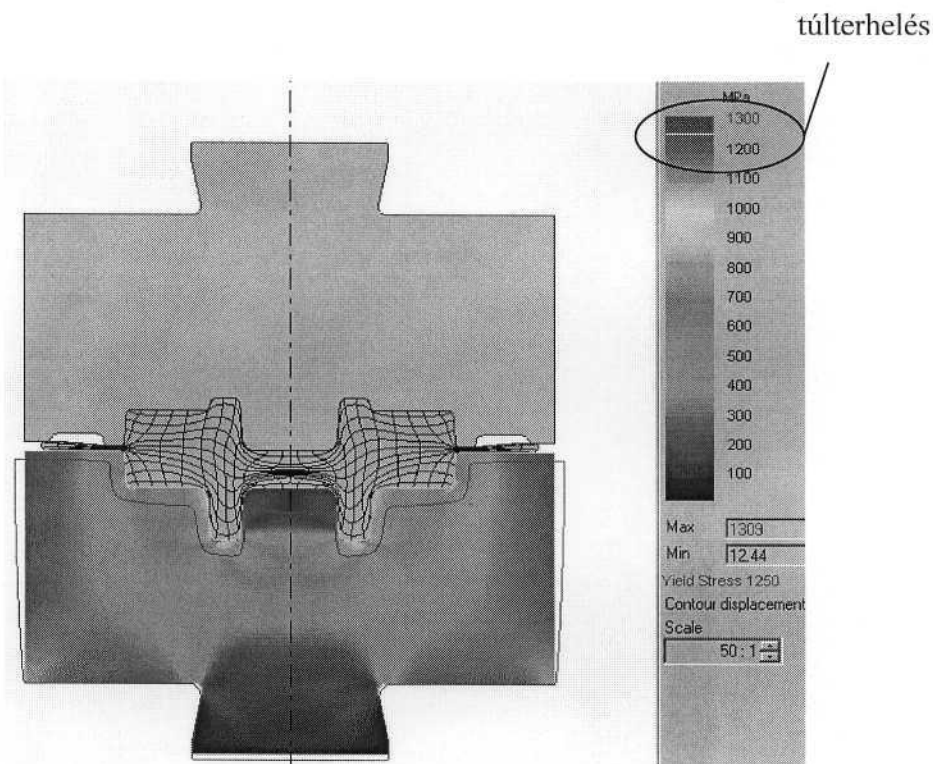
A 3/a. ábra az alakítás kezdeti szakaszában létrejövő munkadarab geometriát a végelem hálóval és a darab hőmérsékletelosztásával együtt szemlélteti.



3/a. ábra

Az 3/a. ábrán megfigyelhető a szerszám hőelvonó hatásaként a munkadarab felületi rétegének alacsonyabb hőmérséklete.

A 3/b. ábra az alsó szerszámfélben a redukált feszültségeloszlást, valamint a deformált szerszámkontúrt (50x nagyításban) szemlélteti az alakítás befejező pillanatához tartozó szerszámterhelésnél. Az ábrán megfigyelhető, hogy az adatbázisban megadott 1250 MPa szerszámanyag folyáshatárt túlléptük, a szerszámanyagot túlterheltük.



3/b. ábra

Összefoglalás

A korszerű tervező rendszerek lehetővé teszik a tervezett technológia élethű szimulációját. A 2D-s szimulációval modellezhető térfogatalakító technológiák analizéséhez használható QForm végeelem program néhány lehetőségét kívántuk bemutatni, példán keresztül szemléltetni.

A példából látható, alkalmazásával a tervező mérnöknek lehetősége nyílik az átalakítási folyamat különböző technológiai paraméterekkel végzett szimulációjára. A kapott eredmények felhasználásával szinte "üzembiztos" technológiai adatok és szerszámgeometria állítható elő, valamint ellenőrizhető a darab határalakváltozás-állapota, illetve a darabban kialakuló szálfutás. Ezzel jelentősen csökkenthető a technológiai kísérletek ideje és költsége (pl.: különböző szerszámgeometriák kialakítása a kísérletekhez).

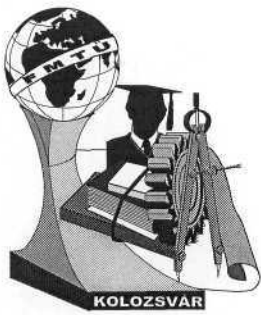
Az oktatásban a szoftver kiváló lehetőséget biztosít a képlékenyalakítási folyamatok analíziséhez, illetve szemléltetéséhez, a bemenő adatok definiálásához kapcsolódó fogalmak "kézzel foghatóvá tételéhez", ezzel a technológia tervezés lépéseinek elsajátításához, a technológusi szemlélet kifejlesztéséhez, a hibás technológiai adatokkal gyártásba adott gyártmány gyártási következményeinek elemzéséhez.

Dr Horváth László

Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary
E-mail: horvath@zeus.banki.hu

Horosz Gergő

Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary
E-mail: ghorosz@freemail.hu



A HTS alkalmazása a vasalapú szinterelt anyagoknál és ezek tulajdonságai a különböző ötvözőelemek függvényében

Zsók János Csaba, dr. Pálfalvi Attila

1. Summary

This paper studies the mechanic properties as tensile strength, impact energy and hardness of DP200 (made by Ductill SA, Románia) low-alloyed ferrous MP materials, mixed with different quantities of carbon, molibden, nickel, and cooper. Two methods are used as Classical technology (sintering at 1120 °C) and High Temperature Sintering (sintering at 1260 °C).

2. Bevezető

A Japánban kikísérletezett és ipari méretekben használt magas hőfokon való szinterelés (HTS-High Temperature Sintering), lényege az 1250-1350 °C-os szinterelési hőmérséklet használata az 1120 °C-os, illetve a klasszikus szintereléssel szemben.

Tekintettel arra, hogy a világ autóipar piacán egyre növekvőben van a szintereléssel gyártott autóalkatrészek száma, az amerikai kutatások egyre inkább az Fe-C-Mo-Ni-Cu rendszerű, optimális összetételű anyagok felé irányulnak. Legismertebbek az Ancorsteel 85HP-vel, az amerikai Höganäs Co. által gyártott, előreötvözött Fe-Mo rendszerű fémporral és a grafit, valamint nikkell és réztartalmú konvencionális fémporok keverésével végzett kutatások.

Figyelembe véve, hogy az előreötvözött fémporok előállítása nagyon költséges folyamat, a konvencionális porok összekeverésével és szinterelésével próbálunk, új, az autóipar számára megfelelő mechanikai tulajdonságú anyagokat kikísérletezni.

A HTS által elérhetjük: a mechanikai tulajdonságok feljavítását, a korozióval szembeni ellenállás növelését, illetve a szinterelési sűrűség növelését.

E dolgozat célja a Ductill SA, Buzau-i gyártmányú, hazai DP 200-as vaspor különböző elementáris porokkal (szén, molibden, nikkell és réz) való dúsítása, a porkeverékek tömörítése majd 1120 illetve 1260 °C-on való szinterelése és ezt követően a mechanikai tulajdonságok

tesztelése, az autóipar számára, minél újabb és jobb tulajdonságokai rendelkező anyagok kikísérletezése.

3. A vaspor ötvözése finom grafit, Mo, Ni és Cu porokkal és a kísérlet feltételei

Felhasznált fémporok: DP 200-as vaspor, a romániai Ductill SA-tól, C típusú grafitpor, a Rm. Vilcea-i Salrom Rt-től, SA típusú rézpor, az olaszországi Pometon Rt-től, INCO 123 típusú nikkelpor, az INCO cégtől, és molibdénpor a Sinterom Rt-től. Megjegyzendő hogy a szénport grafitpor formájában adagoltuk.

A keverékek homogénizálásainál, illetve a fémporok keverésénél 0,5%-os cinksztearát adalékot alkalmaztunk.

Az 1. táblázat, a kísérletekben használt keverékek összetételét mutatja:

1. Táblázat. A szinterelt anyagok összetétele

Az alap vaspor elnevezése	Adagolt fémporok				Szinterelési hőmérséklet
	C (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)	°C
DP200	0,5	0,85	0	0	1120
			2	0	
			2	1	
DP200	0,5	0,85	0	0	1260
			2	0	
			2	1	
DP200	0,5	1,50	0	0	1120
			2	0	
			2	1	
DP200	0,5	0,85	0	0	1260
			2	0	
			2	1	

A kísérletek paraméterei:

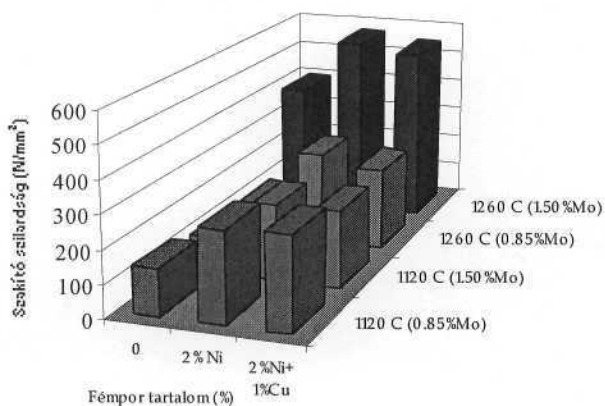
- kompaktizáló préselés: 600 MPa,
- szinterelési hőmérséklet: 1120, illetve 1260 °C, és szinterelési időtartam: 30 perc,
- védőatmoszféra:
 - 1120 °C-on endogáz,
 - 1260 °C-on hidrogén,
- szinterelési kemence:

- 1120 °C-on, szállítószalagos ipari kemence,
- 1260 °C-on, laboratóriumi cső- kemence.

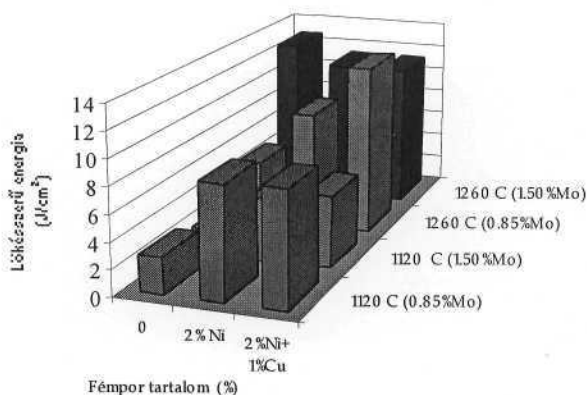
A fémporok préselését a Kolozsvári Műszaki Egyetem, Anyagtechnológiai tanszékén végeztük, míg a szinterelést a kolozsvári Sinterom Rt.-ben.

4.Eredmények, következtetések az ötvöző elemek hatásáról

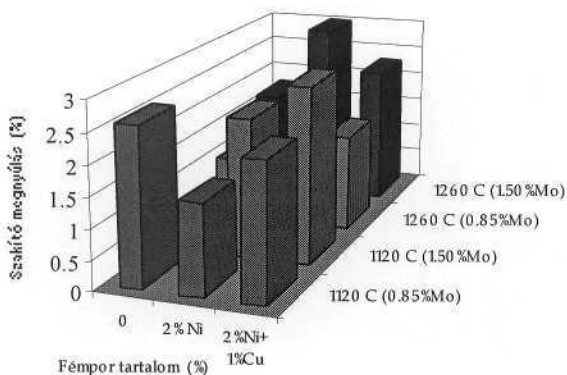
A szakító szilárdság kiszámításához szükséges erőt Fritz Heckert féle ZD40-es szakítógépen, a lökészerű energiát, Fritz Heckert féle Psd 15 típusú gépen, míg a keménységet egy Emcotest M4 típusú digitális keménységmérő gépen mértük.



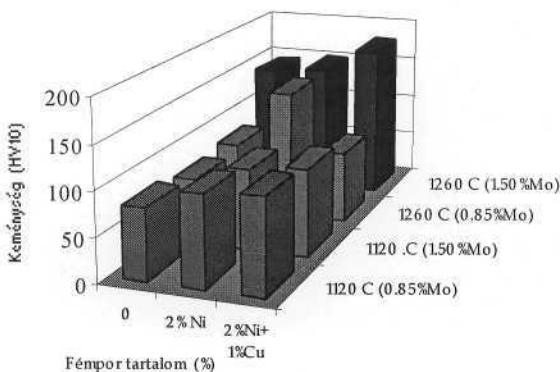
1.ábra A szakító szilárdság változása az ötvözőelem tartalom és a szinterelési hőmérséklet függvényében



2.ábra A lökéseszerű energia változása az ötvözőelem tartalom és a szinterelési hőmérséklet függvényében



3.ábra A szakító megnyúlás változása az ötvözőelem tartalom és a szinterelési hőmérséklet függvényében



4.ábra A Vickers keménység változása az ötvözőelem tartalom és a szinterelési hőmérséklet függvényében

Tehát a molibdén tartalom 0,85%-ról 1,50%-ra való növelésével, és mindkét eseten belül 2% nikkal, illetve 2% nikkal és 1% rézpor hozzáadagolásával (Lábra) megállapítható, hogy a szakító szilárdság:

-100%-al nő a DP200+0,85%Mo tartalmú anyagnál, és 110%-al nő a DP200+1,50%Mo tartalmú anyagnál a klasszikus szinterelési technológia alkalmazása esetén,

-140%-al nő a DP200+0,85%Mo tartalmú anyagnál, és 38%-al nő a DP200+1,50%Mo tartalmú anyagnál a HTS alkalmazása esetén. Ez utóbbi esetben érték el a szakító szilárdság legnagyobb értékeit 550-570 N/mm² körül és mint látható az értékek e kiemelt intervalum körül stabilizálódnak.

Azonkívül, hogy a molibdén tartalom növelésével elősegítjük a porkeverék préselhetőségét, az 1120 °C-os szinterelés esetében rontjuk, és az 1260 °C-os szinterelés esetében pedig jelentősen javíthatjuk a szakító szilárdságot.

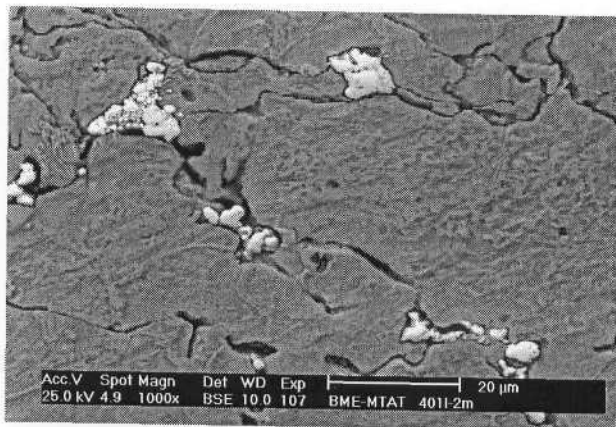
A molibdén, nikkell, és réztartalom növelésével jelentősen növekednek a töréshez szükséges lökészerű energia értékei, úgy a klasszikus technológia mint a HTS esetében, mint a 2. ábrán látható, kivéve a DP200+1,5%Mo esetét, ahol jelentéktelen csökkenés tapasztalható.

Mint a 3. ábrán látható, a HTS esetében a szakító megnyúlás értékei jelentősen stabilizálódnak 1,5-1,75 % körül, a klasszikus technológia 2-2,5%-val szemben.

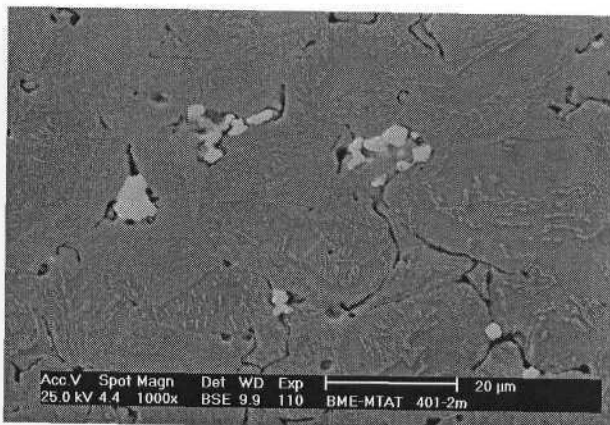
Az 1120 °C-os szinterelés esetében az Mo, Ni és Cu tartalomnak az 1. táblázat szerinti keverése szerint, a HV 10-es keménység értékei nőnek, mint ahogy a 4.ábrán tapasztalható. A HTS esetében, a DP200+2%Ni+1%Cu összetételű szinterelt anyagnál megfigyelhetőek a keménység igen magas értékei.

5. Mikroszkópiái mérések

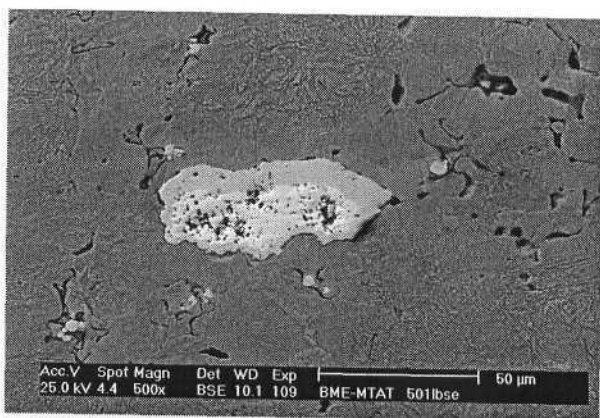
Az 5, 6 ábrán látható a DP200-as vaspor és 0,85 % molibdénpor 1120 illetve 1260 °C szinterelt minta visszaszólt elektronokkal készült SEM felvételei.



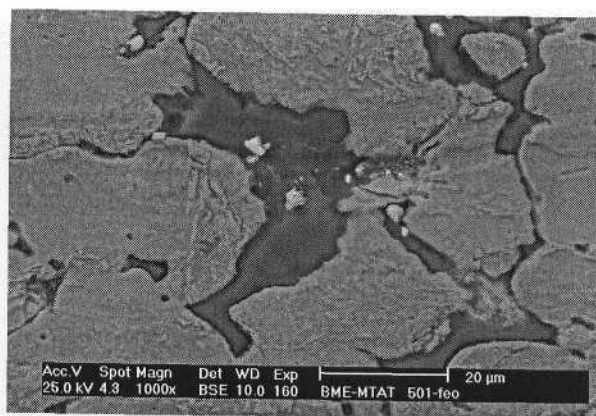
5.ábra DP200+0,85%Mo, 1120 °C szinterelve, SEM felvétel



6.ábra DP200+0,85%Mo, 1260 °C szinterelve SEM felvétel

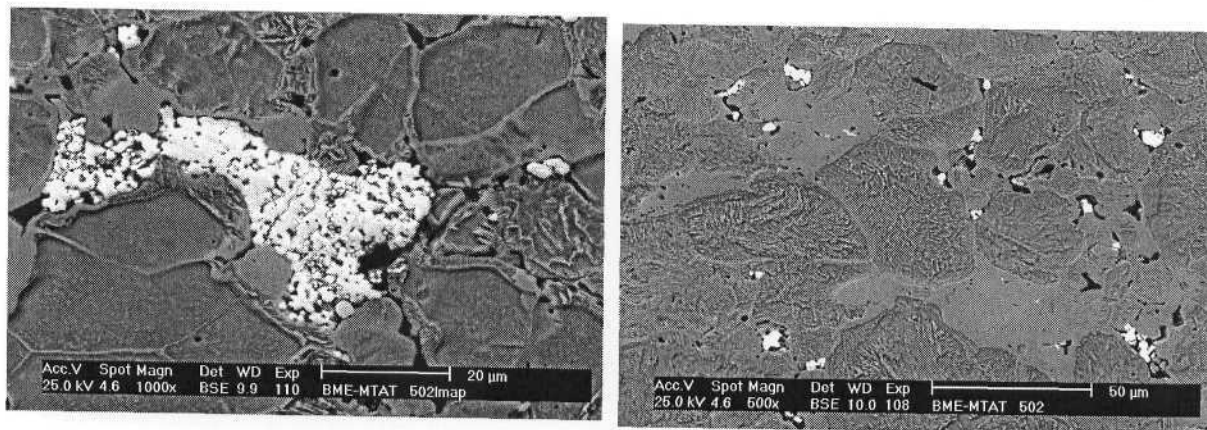


7.ábra DP200+1,5%Mo, 1120 °C szinterelve, SEM felvétel



8.ábra DP200+1,5 %Mo, 1260 °C szinterelve, SEM felvétel

Az 5. illetve 6. ábrán a 1000 x-es nagyítású SEM felvételen nagyon jól láthatóak a nem teljesen diffundálódott molibdén szemcsék, amelyek különálló nemhomogén (fehér) részeket képeznek a Fe-Mo összetételű anyagszerkezetiben. Ugyanez észrevehető a 7. ábrán az 1120 C-os szinterelés esetében, ahol akár 70-80 μm nagyságú szemcsetömbök is fellelhetők. Ellenben az 1260-os szinterelés estében (8.ábra) a molibdén vasban való diffúziója kiemelkedően megnő és majdhogynem homogén szerkezetet képez.



9.ábra DP200+1,5%Mo+2%Ni, 1120 °C szinterelve, 10.ábra DP200+1,5 %Mo+2%Ni, 1260 °C szinterelve, SEM felvétel

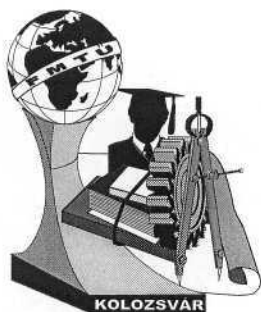
A 9, 10 ábrákon még a DP200+1,5%Mo arányú keverékhez hozzáadagoltunk 2 % nikkelport és ezek 1120 illetve 1260 °C -on szinterelt minták felvételei láthatók. Mint az EDAX mérések is bizonyítják egyik legfőbb és legfontosabb következtetés, hogy a nikkell adagolása a Fe-Mo fémporokhoz elősegíti a molibdén diffúzióját a vasban. A 10. ábrán látható a visszaszórt elektronokkal készült SEM felvételen a lameláris szerkezeti vasban gazdag Fe-Mo-Ni diffundálódott réteget, a fehér rész molibdénben gazdag Fe-Mo-Ni diffundálódott réteget, míg a szürke rész 100%-os vas réteget mutat ki. Talán ezzel magyarázható ebben az esetben a szakító szilárdság kiemelkedő értékei.

6. Szakirodalom

- [1] Zsók, János Csaba, Cercetari experimentale legate de obtinerea unor materiale sinterizate feroase slab aliate pentru industria construcțiilor de mașini. Referat de doctorat, nr.3, UTCN, 1999.
- [2] Zsók, János Csaba, Studiul proprietăților fizico-mecanice și tehnologice ale materialelor sinterizate. Referat de doctorat, nr.2, UTCN, 1999.
- [3] Zsók, János Csaba, Use of HTS in ferrous based powder metallurgy products, and their properties according to C, Mo, Ni and Cu content. Second International Conference on Powder Metallurgy, RoPM2000, Cluj-Napoca, pag. 243-248.

Zsók János Csaba, okleveles gépészmérnök, doktorandusz, Kolozsvári Műszaki Egyetem

Munkahelyi cím: SC DRM Draxlmaier SRL, Satu Maré, str. Vulturului, nr.34, 3900, Jud. Satu Mare Tel: 061-706116, e-mail: Zsok.Csaba-Janos@Draexlmaier.de /*Otthoni cím:* Satu Mare, str. Petra Maior, nr. 18, 3900, Jud. Satu Mare, Tel. 061-711096



LÉZERESEN KEZELT FELÜLETEK KOPÁSÁLLÓSÁGA

Bitay Enikő

Abstract

The present paper shows the results of wear determination in the superficial layer, treated with CO₂ laser. The basic material was a C15 steel. The surface was superficially melted with the CO₂ laser and there were dispersed ceramic powders (WC, NbC, TaC) afterthat.

Bevezető

A nagy energiasűrűségű sugár-technológiák alkalmazása lehetővé teszi az acél felületi szerkezetének és tulajdonságainak lényeges módosítását.

Egy betétben edzhető acélfelület keménységének és / vagy kopásállóságának növelése érdekében lézeres felületátolvasztást, ötvözést (diszpergálással) alkalmaztunk.

A kísérleteket a *budapesti Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet* TRUMPF gyártmányú TLC 105 típusú, 5kW fénytjeljesítményű CO₂ lézerével végeztük [1].

A gyors dermedés (10^4 - 10^6 K/m) következtében az átolvadt rész finomszerkezetű lesz, mely a kéreg keménységét [1] és kopásállóságát jelentősen javítja. Rendkívül kemény, kopásálló réteget lehet létrehozni kerámiaszemcsék diszpergálásával a lézeresen megolvadt tócsába.

Vizsgálati alapanyagként C15-ös betétben edzhető acélt, valamint a diszpergáláshoz karbid porokat (WC- ot, TaC -ot illetve NbC -ot) használtunk [2].

Kopásvizsgálat

A kopásállóság olyan abszolút számban való megállapításra, mint például a szakítószilárdság, kiforrott, egységes mérési módszer nincs.

A kutatók vizsgálati módszerei és eredményei igen eltérőek, sok esetben ellentmondóak. A vizsgálógépen rendszerint a darabok használata közben fellépő igénybevételt igyekszünk előállítani, ennek következtében a kapott eredmények mindig csak az adott anyagra, az alkalmazott kísérleti berendezésre és az esetlegesen használt kenőanyagra vonatkoznak.

Így konkrét kopásszilárdsági értékek közlése nem lehetséges. A munkadarabok élettartamát, kopásállóságát nagymértékben meghatározza a szerkezeti kialakításuk és az igénybevétel jellege [3].

Így a legmegbízhatóbb értékelést az üzemi tartós vizsgálat ad. Az anyag kopásállósága kielégítően minősíthető gyorsított laboratóriumi koptató vizsgálatl.

Ezek egy része a munkaeszközök üzemi igénybevételét igyekszik megközelíteni, de az értékelést egy etalonnak választott anyaghoz viszonyítva végzik.

A mi esetünkben, szabadon választott kopásvizsgálatot végezhetünk, mert az egymásközi kopásellenállásra vagyunk kíváncsiak, illetve kérdéses, hogy melyik lézeres paraméternek felel meg leginkább a legnagyobb kopásállóság.

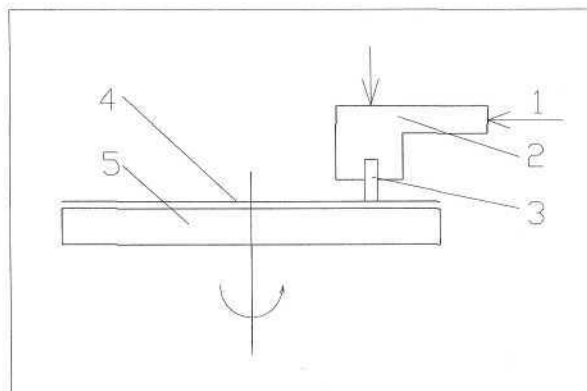
Az abráziós kopás a leggyakoribb kopás. Egyrészt azért, mert a gépek szennyezett, poros környezetben dolgoznak, másrészt pedig a súrlódó felületek között rekedt kopási termék a súrlódás során felkeményedik, oxidálódik és abrázív anyaggá válik [4].

Így mi is abráziós kopásállóságot végeztünk, természetesen szabványos eljárást választottunk ki, a "Pin on disc" eljárást.

Az abrázív koptató vizsgálatához a *Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék* által kifejlesztett berendezést használtam.

A "pin on disc" elven működő koptató-berendezés vázlatát az 1. ábra mutatja be (3). A lézeresen kezelt darabokból egy 2x2x15 mm-es hasábot vágunk ki, úgy, hogy a hasáb egyik vége a lézeresen kezelt felületből származik. Ezt a (3) próbatestet rögzítő-csavar segítségével csatlakoztattuk a (2) befogófejhez. A próbadarab ezen keresztül kapcsolódik az (1) mozgató karhoz, amely a körasztalon (5) sugárirányú mozgást végez, így a próbatest archimédeszi spirális pályát fut be. A körasztalra a (4) jelű P180-as SiC szemcséjű csiszolópapírt erősítettünk. A pálya

hossza az előtolás sebességével és az asztal fordulatszámával változtatható. A próbadarabot súly terheli, amely a befogófejhez golyókkal kapcsolódik, így a fej és a súly közötti súrlódás elhanyagolható. A csiszolópapírt minden ciklus után cseréltük. A kopás mértékének meghatározásához a próbák súlyváltozását mértem, kontrollmérésként minden esetben a hosszváltozást is használtam.



1. ábra "Pin on disc" elven működő koptató-berendezés vázlatja

(1) előtolás, (2) mozgatókar, (3) befogófej, (4) csiszolópapír, (5) körasztal

A "tű a lemezen" abrazív kopáspróba tribológiai jellemzői

Az ellenőrző test:

metallográfiai csiszolatkészítéshez használt SiC szemcsészetű, 230x280 mm méretű, P1 80-as jelzésű csiszolópapír, száraz csiszoláshoz.

A próbatest:

négyszetes hasáb: 2x2x15 mm; koptatott felület: $S = 2 \times 2 = 4 \text{ mm}^2$.

A beállított koptatási paraméterek:

- terhelőerő: $P = 4.15 \text{ N}$;
- névleges felületi nyomás: $p = P/S = 1 \text{ N/mm}^2$;
- asztalfordulatszám: $n = 65 \text{ l/perc}$;
- a próbatest legnagyobb sugara a koptatás kezdetén: $r_{\text{max}} = 107.5 \text{ mm}$;
- a próbatest közepes sugara a koptatás közben: $r_{\text{köz}} = 80.5 \text{ mm}$;
- a próbatest legkisebb sugara a koptatás végén: $r_{\text{min}} = 54 \text{ mm}$;

- a legnagyobb csúszási sebesség: $v_{max} = (2\pi r_{max} \times 3.14 \times 65 / 1000) = 43.9$ m/perc;
- a közepes csúszási sebesség: $v_{köz} = 32.8$ m/perc;
- a legkisebb csúszási sebesség: $v_{min} = 22$ m/perc;
- a próbatest előtolási sebessége: $v_e = 70$ mm/perc;
- a próbatest előtolása egyenlő az archimedesi spirál emelkedésével: $d = 1$ mm/asztalfordulat;
- a próbatest egy ciklusban megtett csúszási útja egyenlő az archimedesi spirál ívhosszával az r_{max} és az r_{min} sugarak között: $s = 27.15$ m.

Az abrazív kopás mérési módjai az egyes koptatások után

A hosszváltozás mérése:

mérés az $l = 15$ mm-es hosszon, 0-25 mm mérési tartományú, 1/100 mm-es mikrométerrel.

A tömegváltozás mérése:

- légcillapításos analitikai mérlegen, 10^{-4} g leolvasási pontossággal.

A kopásvizsgálat fontosabb paramétereit:

1. táblázat, A kopásvizsgálat fontosabb paramétereit

Paraméterek	“Pin on disc”
Koptatott felület mm ²	4
Felületi nyomás N/mm ²	1
Csiszolópapír	P180, SiC
Szemcsenagyság μm	75-90
Koptatás sebessége m/perc	43.9-22
Koptatási út m, 1 ciklus	27

A vizsgálat lépései

1. Minden darab hosszát és tömegét koptatás előtt lemértem 1/100 mm illetve tízezred g pontossággal.
2. Minden 27 m koptatási úthossz- után ismételt hossz és tömegmérést végeztem.
3. Az egyes ciklusok után a hossz- és tömegértékekből ciklusonkénti hossz-vesztességeket illetve tömeg-vesztességeket határoztam meg. (2, 3, 4 táblázat)

2. táblázat: Jelölések

Jel	Megnevezés
m_0	Koptatás előtti tömeg
m_1	27 m koptatás utáni tömeg
m_2	54 m koptatás utáni tömeg
m_3	81 m koptatás utáni tömeg
m_4	108 m koptatás utáni tömeg
m_5	135 m koptatás utáni tömeg
m_6	162 m koptatás utáni tömeg

Koptatási mérést végeztünk 5 különböző próbatestenen. Elsősorban megvizsgáltuk az alapanyag kopását a C 15-öst (betétben edzhető acél), majd az alábbi különböző módon lézeresen kezeiteket is megvizsgáltuk:

- simán átolvasztott felület,
- WC-al diszpergált felület,
- NbC-al diszpergált felület,
- TaC-al diszpergált felület.

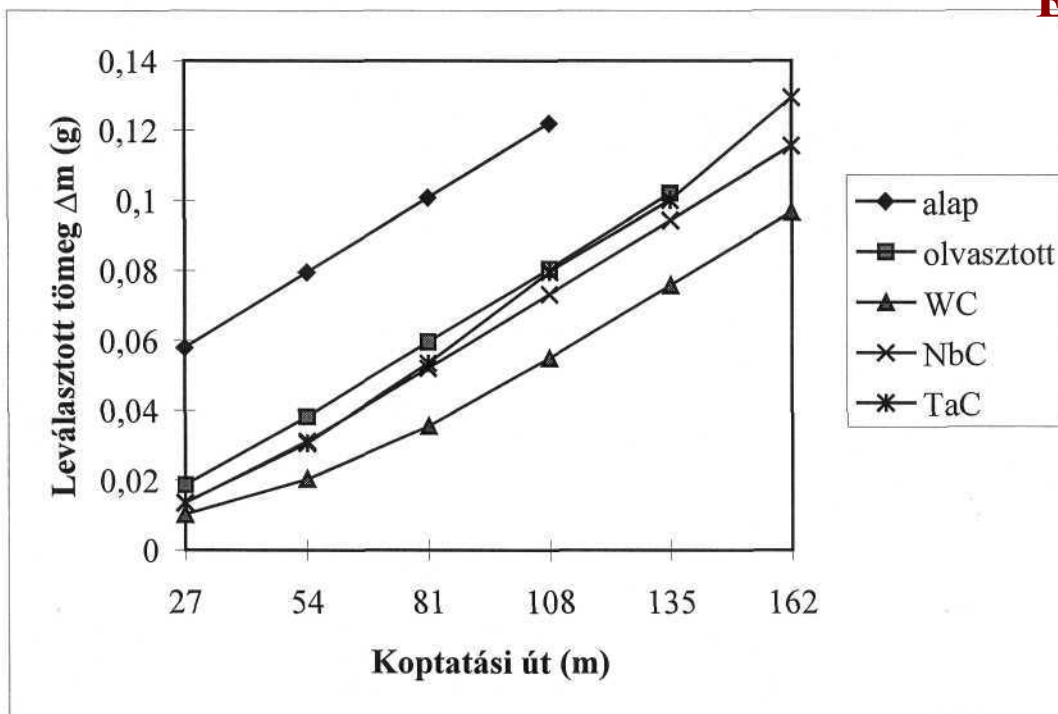
3.táblázat: Koptatási ciklusonként mért súlyok

	m_0	m_1	M_2	m_3	m_4	m_5	M_6
Alap anyag	0.4621	0.4041	0.3826	0.3614	0.3401		
Át-olvasztott	0.4621	0.4435	0.4239	0.4025	0.3817	0.3601	0.3392
WC-al	0.4911	0.4810	0.4708	0.4557	0.4362	0.4153	0.3945
NbC-al	0.4361	0.4228	0.4050	0.3841	0.3629	0.3418	0.3206
TaC-al	0.5164	0.5029	0.4859	0.4629	0.4368	0.4136	0.3870

4.táblázat: Koptatási ciklusonként mért súlycsökkenések

	Δm_1 = $m_0 - m_1$	Δm_2 = $m_0 - m_2$	Δm_3 = $m_0 - m_3$	Δm_4 = $m_0 - m_4$	Δm_5 = $m_0 - m_5$	Δm_6 = $m_0 - m_6$
Alap anyag	0.058	0.0795	0.1007	0.122		
át-olvasztott	0.0186	0.0382	0.0596	0.0804	0.102	0.1229
WC-al	0.0101	0.0203	0.0354	0.0549	0.0758	0.0966
NbC-al	0.0133	0.0311	0.052	0.0732	0.0943	0.1155
TaC-al	0.0135	0.0305	0.0535	0.0796	0.1001	0.1294

A koptatási ciklusonként mért leválasztott tömeget a következő grafikon mutatja be, a különböző felületek esetében.



2. ábra A koptatási út a leválasztott tömeg függvényében

A mérési eredmények feldolgozása és értékelése

A mérési eredményeket a matematikai statisztikai módszerek felhasználásával dolgoztam fel. A kopásvizsgálatok során mért tömeg-vesztességek átlagát a koptatási út függvényében ábrázoltam.

A vizsgált felületek kopásállóságára, a kopásgörbéjük meredekségéből lehet következtetni.

A lézeresen kezelt felületek esetében az első három ciklus kopási értéke a vizsgált rétegvastagságban lett mérve. Ezek során a felületkezelt réteg teljesen lekopott, és a többi mérés már az alapanyag kopását jellemzi, ezért láthatók törések a diagramban is.

A WC-al ötvözött réteg mutatkozik a legkopásállóbbnak, ezt követi a TaC- illetve Nb C-okkal ötvözött rétegek kopásállósága. Míg csak a simán átolvasztott réteg nem volt jelentősen kopásállóbb, mint az alapanyag.

A szerző köszönetét fejezi ki **Dr. Szűcs Jánosnak**, a Miskolci Egyetem nyugalmazott egyetemi tanárnak, messzemenő segítőkézségéért.

Irodalomjegyzék

- [1] E. Bitay, Dr. A. Roósz: *Acélfelület keménységének növelése lézeres felületátolvasztással*, FMTÜIII, 1998, Kolozsvár, pg. 253-256;
- [2] E. Bitay: *Karbidporok diszpergálásának vizsgálata acélban, CO₂-OS lézer felületötvöztetésnél*, FMTÜ IV, 1999, Kolozsvár, pg. 173-176;
- [3] Dobolán Erzsébet: *Termikusan szort rétegek kopásalóvizsgálata*, Diplomaterv, Miskolci Egyetem MTT, 1991;
- [4] Valasek István: *Tribológiai kézikönyv*, Tribotechnik Kft, Budapest, 1996;
- [5] Szigeti Ferenc: *Amorf mátrixu kompozit azalagok fejlesztése*, Kandidátusi értekezés, Miskolci Egyetem, 1996.

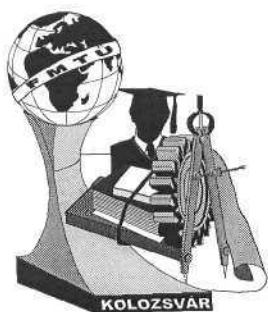
Bitay Enikő, tudományos munkatárs

Erdélyi Múzeum Egyesület

Ro-3400 Kolozsvár (Cluj), Napoca utca 2-4.

Telefon: + 40 64-187-336, Tel/Fax: + 40 64-195-176

E-mail: bitay@eme.ro, bitay@usa.net



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

ZÁRTLÁNCÚ GAZDASÁG INTEGRÁLT GYŰJTÉSI LOGISZTIKAI RENDSZERE

Horváth Enikő, Dr. Cselényi József

Abstract

This essay is dealing with presenting of the closed-loop economy and necessity of its collection system. Since the constraint of the large-scale industrialisation and rhythmical and far-reaching continuous growth of establishing technical development of that, shortening of alternation cycle of product structures moreover the accumulation of problems deriving from the changed consumer habit and attitude affect natural processes of our Earth unfavourably. Solution of this problems becorae global are hurried by those facts that even more and even more complicated producer and service industry are concerned in this question. Its effect connected with life quality and influence endangering this quality are prominent importance.

A nagymértékű iparosodás kényszere, valamint az azt megalapozó műszaki fejlesztés ütemes és szerteágazó folyamatos fejlődése, a termékstruktúrák váltási ciklusának a lerövidülése, továbbá a megváltozott fogyasztói szokásokból és magatartásokból kiadódó problémák felhalmozódása kedvezőtlenül hatottak Földünk természeti folyamataira, terhelhetőségére.

Megnövelték a hulladékképződés volumenét, megsokszorozták erőforrásaink előnytelen kihasználtságát, elpazarlását.

A már globálissá vált problémákat, így a valós helyzetet tovább nehezítette a részben illegális hulladékexport megléte, valamint a kínálati helyzet bizonytalan megítélése és a termelésben jelentkező agresszív szennyező eljárások elterjedése.

Az újrahasznosítás problémája egyre több és bonyolultabb termelői és szolgáltatói iparágat érint, kiemelkedő fontosságú az életminőséggel összefüggő, illetve az azt veszélyeztető hatása és gazdasági tényezőként való jelenléte is.

Az életterünket is veszélyeztető folyamatok megállítására mélyreható, alapjaiban megreformáló változtatásokat kell elindítani, melynek fontosabb irányzatai [1]:

- csökkenteni kell az anyagbevitelt, a természeti erőforrásaink felhasználását,
- csökkenteni kell az energia felhasználást,

- kiküszöbölni a veszélyes anyagok alkalmazását,
- a zártláncú, visszaforgatható termékek alkalmazását kell előtérbe helyezni,
- csökkenteni kell a nettó hulladékmennyiséget,
- meg kell jeleníteni a technológiai folyamatokkal integrált "tisztább technológia" szemléletet.

A tisztább technológia kialakítása a következő elvek mentén vizsgálható [1]:

- a részfolyamatok károsító kibocsátásának csökkentése,
- zárt, a szennyezőket tisztító (regeneráló) anyagok újrafelhasználására irányuló fejlesztés,
- környezetbarát anyagok alkalmazásának szélesítése,
- helyettesítő anyagok alkalmazásának szélesítése,
- zártciklusú gazdaság beépítése a technológiai folyamatba,
- az újrahajósítás láncának megszervezésével az alapanyag és energia felhasználás racionálizálása.

A logisztikai rendszer tervezésénél, irányításánál és ellenőrzésénél a célfüggvények vagy feltételek mellett meg kell jeleníteni a környezetterhelésének.

Fontos kutatási feladat a környezetterheléssel kapcsolatos mérőszámok definiálása.

Fel kell tárni a környezetterhelés és a logisztikai rendszer közti összefüggéseket.

A fentiek nem okoznak változást ezen rendszerek tervezésének és irányításának matematikai modelljénél, mert az említett megközelítésben egy több célfüggvényes Pareto sok páraméteres optimalizálási feladat keletkezik.

Fontos olyan terület melyen tökéletesen megfigyelhető a logisztika és a környezetvédelem kölcsönös egybeolvadása a hulladékok és elhasznált termékek újrahajósítása [2].

A keletkezett hulladékok jelentős hányada használható lenne ásványi nyersanyag helyett, mint másodnyersanyag, ezáltal csökkenne az elhelyezendő, vagy elégetendő anyagok mennyisége, mely a környezeti tényezők terhelését enyhítené, ebből kifolyólag kevesebb mezőgazdasági terület kivonására lenne szükség.

A hulladékfajták és azok előfordulási helyeihez történő hozzárendelést a 1. ábra mutatja be.

Újrahajósítandó anyag	Előfordulási helyek
Technológiai hulladék	Termelő vállalat
Szolgáltatási hulladék	Szolgáltató vállalat, közület
Elhasznált termelő berendezések	Termelő vállalat
Elhasznált szolgáltató berendezések	Szolgáltató vállalat
Elhasznált tartós fogyasztási cikkek	Háztartások
Kommunális hulladékok	Háztartások Termelő vállalatok Szolgáltató vállalatok

1. ábra

Alapvető feladatként jelentkezik tehát a hulladékok visszaforgatása a termelésbe prioritási rendszer alapján.

Hulladék gazdálkodás prioritási sorrendje:

- ⇒ Újrafelhasználás *(eredeti funkciójában vagy más funkciójában)*
- ⇒ Újrahasznosítás *(alapanyagként vagy nyersanyagként)*
- ⇒ Ártalmatlanítás *(biológiai vagy termikus "utolsó sorban" deponálás)*

A zártláncú gyártás ideájához való közelítés minimálisra csökkentené a feldolgozatlan hulladékok mennyiségét és megnövelné a gyártásba visszakerülő építő elemek hányadát, illetőleg az újrahasznosítható alapanyagok körét.

A 2. ábra a zártláncú gazdaság logisztikai rendszeréről ad átfogó, jól értelmezhető képet. Szemléletesen összehasonlítja és végigvonultatja az ún. lineáris vagy nyitottláncú gazdaság és a zártciklusú gazdaság hasonlóságait, illetve különbözőségük főbb jellegzetességeit.

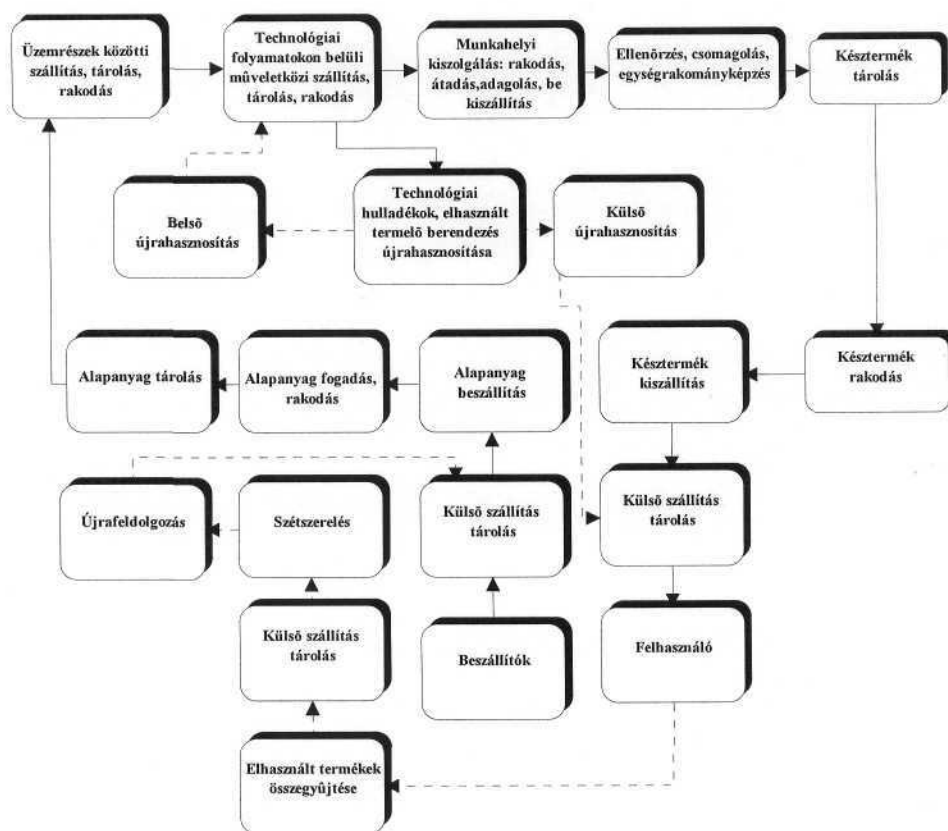
A nyitott láncú termelési folyamat lépései folyamatos nyíllal vannak feltüntetve, mely azon jellegzetes sajátosságára utal a rendszernek, miszerint a termelési folyamat befejezését követően, nincs megtervezve a termék halála utáni folyamat. A gyártó/forgalmazó felelőssége nincs meghatározva a termék teljes életútján. A hulladékkezelési költségeket nagyrészt a társadalom, illetve az állam viselik ameddig ez leszabályozott.

A zárt ciklusú gazdaság folyamatának, a nyitott láncú termelési folyamat lépéseitől eltérő struktúráit szaggatott vonallal hangsúlyozva, rámutat, hogy az újrahasznosítás kiterjed a keletkezett technológiai hulladékok elhasznált termelő és szolgáltató berendezések összegyűjtésére, tárolására, osztályozására és a belső külső újrahasznosításra. Továbbá: a felhasználóknál keletkezett elhasznált termékek kommunális hulladékok összegyűjtésére, szétszerelésére, újrafeldolgozására. A gyártó /forgalmazó felelőssége a termék egész életútján fenntartható.

Az újrahasznosítási feladatok láncolata különleges logisztikai tervezést, irányítást és felügyeletet igényel. A 3. ábrán a zártciklusú rendszer elemeinek egymáshoz viszonyított anyag- és információkapcsolatát, valamint alá- és fölérendeltségi viszonyát mutatja be. A fenti ábra is jól érzékelteti, hogy az elhasznált termékek újrahasznosítása során a logisztika nagy jelentőséggel bír hiszen:

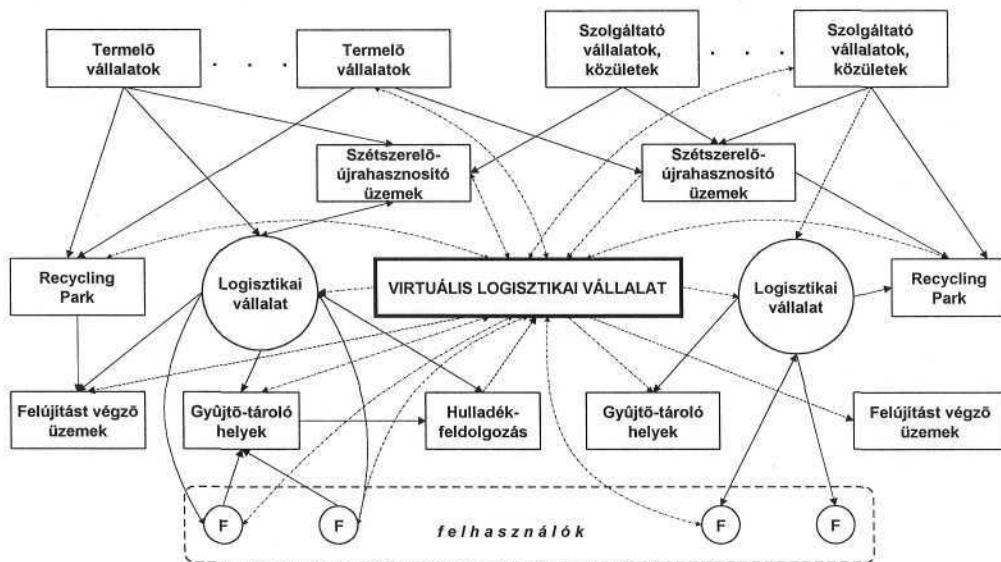
- az újrahasznosítás folyamatában a tevékenységek egy jelentős része anyagáramlással kapcsolatos (pl. az elhasznált berendezések összegyűjtése, elszállítása, szortírozása és tárolása),

- az újrahasznosítás költségráfordításának egy számottevő része logisztikai költség, melynek jelentős részét a szállítási és tárolási költség képezi.



2. ábra

Ebből következik, hogy a recycling logisztikai rendszer kialakítása döntően befolyásolja az újrahasznosítás eredményességét[2].



A zártláncú gazdaság rendszerelemei

3. ábra

A zárláncú gazdaság egy lényegesen magasabb szintű, sokoldalú együttműködést, kooperatív feltételező rendszerszemléletet és gyakorlatot kíván meg, melyhez hathatós segítséget nyújt a virtuális vállalat komplexuma. Segítségével kedvezőbben naprakészen kezelhetők az újrahasznosítás logisztikai feladatai, továbbá a térben elkülönülő szervezeti egységek, vállalatok között, részben csak információs hálózaton keresztül fizikailag is megjelenő anyagi folyamatokon keresztül szoros jövőorientáltabb együttműködés alakulhat ki.

A recycling logisztikai elemeinek csoportokra bontása az alábbi módon írható le.

Az elhasznált termékek gyűjtési logisztikája

Feladata, hogy az elhasznált berendezés a felhasználótól eljusson a szétszerelő helyre. Valamint a felhasználótól a szétszerelőhelyig terjedő anyagáramlás és az ehhez kapcsolódó információáramlás megtervezése, megszervezése, irányítása és ellenőrzése.

Az elő- és szétszerelés logisztikája

Feladatai hogy a bemenő tárolótól -a szétszerelési folyamat különböző fázisain át- a kimenő tárolóig terjedő anyagáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése.

A szelektálási logisztika

Feladata, a szétszerelt elemek osztályozása, tárolása, egységgrakomány képzése és a feldolgozó helyre való szállítása.

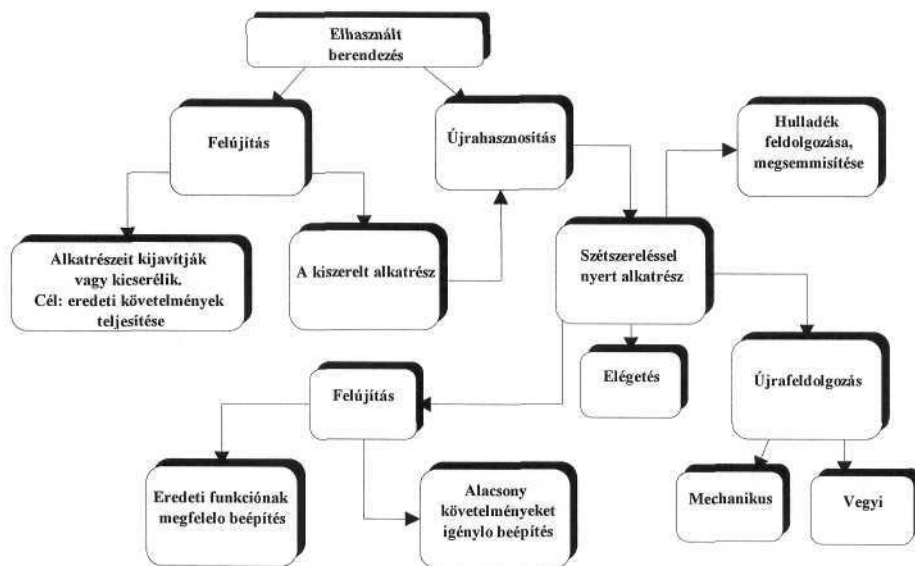
Az ***újrafeldolgozási logisztika*** megtervezi, megszervezi, irányítja és ellenőrzi az anyagáramlást az újrafeldolgozás különböző fázisain át.

A ***disztribúciós logisztika*** azért felelős, hogy a feldolgozást követően az újrahasznosítható anyagok az előkészítő helyről eljussanak az új terméket előállító céghez.

Feladata, a kimenő tárolótól a különböző elosztási csatornákon át a felhasználóig terjedő anyagáramlás és a hozzá tartozó információáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése.

A ***hulladék logisztika*** feladata az újra már nem hasznosítható anyagok anyagáramlásának megtervezése, megszervezése, irányítása és ellenőrzése. Ide tartozik a hulladékok szállítása, osztályozása, deponálása és megsemmisítése.

Az elhasznált berendezések zárláncú gazdaságban véghezmenő ciklikus körforgását, a felújítás és az újrahasznosítás kapcsolatrendszerét az 4. *sematikus ábra* szemlélteti.



4.ábra

A fenti ábrából jól érezhetően kitűnik a felújítás és az újrahasznosítás közti éles határvonal, melyek az alábbiakban foglalhatók össze:

FELÚJÍTÁS:

- nincs teljes elhasználódás,
- alkatrészek, elemek kicserélésére vagy kijavítására kerül sor,
- felújítás után a berendezés eredeti funkciót lát el,
- a kiszertelt elemeket újra kell hasznosítani.

ÚJRAHASZNOSÍTÁS:

- teljes elhasználódás, vagy a berendezés nem tudja eredeti funkcióját betölteni,
- általában a szétszerelés során nyert alkatrészek újrahasznosításra kerülnek.

Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Besenyei Lajos, Dr. Heidrich László: Regionális újrahasznosító központ tanulmány, Miskolc, 1998
- [2] Dr. Cselényi József: Környezetvédelmi logisztika, Csomagolási és Anyagmozgatási Évkönyv 2000/2001
- [3] Cleantech EUREKA-projekt, Zárójelentés, Miskolc, 1994

Horváth Enikő, doktorandusz hallgató / Dr. Cselényi József, egyetemi tanár

3515 Miskolc-Egyetemváros, MISKOLC EGYETEM - Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

E-mail: enin@freemail.hu

Tel: 06-46-565-111/16-37 **Fax:** 06-46-563-399



INHOMOGÉN EGYSÉGRAKOMÁNYOK PORTÁLROBOTOS KÉPZÉSÉNEK SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATÁNAK TERVEZÉSE

Smid László, Dr. Cselényi József

Abstract

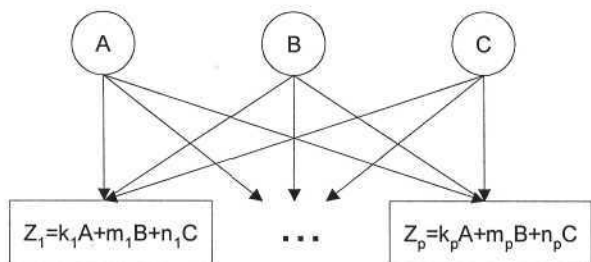
This essay is based on a research work dealing with the questions of portai robot aided inhomogeneous loading unit building. The model of portai robot aided loading unit building is designed and computer simulation will examine the system to search an optimal arrange of the workplace. In this process the first step is the design of the simulation where the parameters and the constraints have to be considered. Henceforth the next task is the elaborating of the strategy. These factors are explored in this article.

1. A RENDSZER LEÍRÁSA

Robotok használatával az egységtrakományok képzése gyorsá és automatizálttá tehető. Az anyagmozgató berendezés a kommissiózandó termékeket a portálrobot munkaterébe szállítja be raklapokon, a robot elkészíti az inhomogén egységtrakományokat, majd egy másik pályán egy másik anyagmozgató egység elszállítja az elkészült egységtrakományt. A termékeket görgőspályákon tároljuk. Homogén egységtrakomány érkezik be a rendszerbe, és inhomogén fog távozni (1. ábra). A pályákat felosztjuk tároló- és egységtrakomány-képző pályákra. Előbbire fognak beérkezni a homogén rakományok, és utóbbin fog elkészülni az inhomogén egységtrakomány, majd erről a pályáról kilépni.

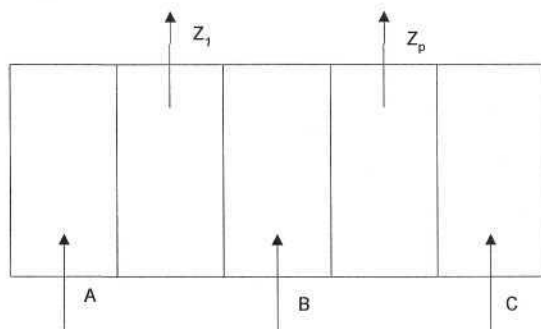
A tárolópályákon a termékek FIFO módon vannak tárolva, tehát először az az üres raklap fogja elhagyni a pályát, amelyik legelőször megérkezett (2. ábra). Egyidejűleg többfajta termék érkezik eltérő méretben és elrendezésben. Ha a raklapról elfogynak a termékek, akkor ez a raklap elhagyja a rendszert. Akadályoztatása esetén várakozik az előtte lévő raklapok kiszállítására. Az egységtrakomány-képző (ERKE) pályán egyszerre csak egy egységtrakományt képez a robot. Továbbá ha az egységtrakomány elkészült, akkor elszállításra kerül, majd várja a következő képzést. Ha az éppen készülő egységtrakományhoz jelenleg nincs további termék, amelyikkel folytatni lehetne a képzést, akkor a robot egy másik

egységgrakományképző pályán kezd el tovább dolgozni, vagy várakozik addig, amíg további termékek nem érkeznek.



1. ábra

Inhomogén egységgrakomány-képzésnél a be- és kimenetek



2. ábra

Inhomogén egységgrakomány-képzés egy lehetséges változata

2. A RENDSZER PARAMÉTEREI

Hasonlóan a homogén egységgrakomány-képzésnél, itt is ugyanaz a két fő kérdésünk.

- Hova érkezzenek be a különböző típusú egységgrakományok?
- Hol képződjön az egységgrakomány?

Az egységgrakományok felépítését leíró mátrix

- n db. áru fajta, vagy bejövő homogén egységgrakomány fajta és
- m db. kimenő inhomogén egységgrakomány fajta található a rendszerben.

$$E = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & \dots & i & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ j \\ m \end{matrix} & \left[\begin{array}{c} X_{j,i} \\ S_i \end{array} \right] \end{matrix} \quad (1)$$

$i = 1, \dots, n$
 $j = 1, \dots, m$

ahol:

$X_{j,i}$ az i -edik áru fajtából ennyi van a j -edik egységgrakományban,
 S_i i -edik áru fajtából ennyi darab kell összesen.

Megjegyzés:

- bemenet szükséglete az S szegélyváltozó alapján számítható,
- ha homogén egységgrakomány készül, egy sorban csak egy „0”-tól eltérő eleme van a mátrixnak.

Be- (In) és kimenet (Out) leírására szolgáló mátrixok

$$In_I = Out_I * X_{I1} + \dots + Out_m * X_{mi} \tag{2}$$

$$Out = \begin{bmatrix} Out_j \end{bmatrix} \quad j = 1, \dots, m$$

$$In = \begin{bmatrix} In_i \end{bmatrix} = Out * E \quad i = 1, \dots, n$$

ahol:

In_i az i -edik árufajtából ennyi darabra van szükség az egységgrakományban,
 Out_j a j -edik inhomogén egységgrakomány darabszáma.

Elkészülési mátrix

$\frac{n \times k}{BT_i}$ tárolópályák száma ($i = 1, \dots, k$)

LuT_i egységgrakomány-képző pályák száma ($i = 1, \dots, /$)

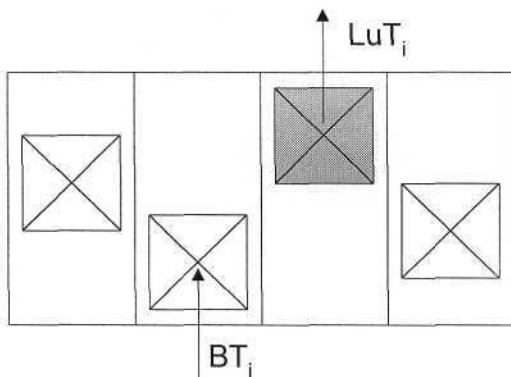
r pályák száma (3. ábra)

$$k + l = r \tag{3}$$

$$Compl_{LU} = \begin{matrix} 1 \\ i \\ k \end{matrix} \begin{matrix} 1 \dots j \dots n \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{i,j} \end{bmatrix}$$

$C_{i,j}$ egy egységgrakomány elkészülése során az i -edik pályáról a j -edik árufajtából ennyi kerül az egységgrakományba ($i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n$)

Egy oszlopban célszerű, ha csak egyszer szerepel nem „0” érték.



3. ábra

A munkaterület felosztása

3. A RENDSZER IRÁNYÍTÁSI STRATÉGIÁJA

Bejövetel irányítása:

- lehet irányított,
- előválogatott,
- osztályozott vagy
- sztochasztikus a rendszer.

A feladat kidolgozásának lépései:

A következő feladatokat kell tehát a robotnak elvégeznie: az egységtrakományok minél hamarabbi elkészítése, a torlódások elkerülése, a bemenő oldalon a várakozások elkerülése, a legkisebb munkával elvégezni az egységtrakomány-képzést úgy, hogy maximális legyen a terület- és térfogat-kihasználás, és minimális legyen be- és kirakodási idő.

A, Tervezési módszer

- Az alapadatok meghatározása (csatornák száma, ER-ok felépítése stb.):
 - geometriai méretek,
 - csatornák tárolókhoz való hozzárendelése,
 - robotsebességek,
 - robotok száma.

B, Irányítási módszer

- Dinamikus jellemzők meghatározása:
 - egységtrakományok csatornákhöz való hozzárendelése,
 - robot munkájának ütemezése, útvonalának, sebességének meghatározása.

Az adatbázis tartalma:

- egységtrakományok jellemzői,
- teljesítőképességre vonatkozó igények,
- ütemenkénti be- és kilépő egységtrakományok intenzitása.

Feltételek:

- geometriai korlátok (pálya, rakodólapok),
- előírt teljesítőképesség,
- az előírt teljesítőképesség betartása,
- a robotjellemzők,
- érkezési idő,
- kiszolgálási ráta,
- maximális átfutási idő betartása,
- a rendelkezésre álló tárolópálya és jellemzői.

Célfüggvények:

- alapterület-foglaltság minimalizálása,
- maximális terület- és térfogat-kihasználás,
- minimális robotszám, ill. robot kiépítettség,
- minimális robotteljesítmény, minimális energiafelhasználás,
- minimális átfutási, be- és kirakodási idő,
- torlódások elkerülése,
- várakozások elkerülése,
- minimális robotmunka:

$$S_x = |p_{xt} - p_{xe}|$$

$$S_y = |p_{yt} - p_{ye}|$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \rightarrow \text{Min!} \quad (4)$$

ahol:

S_x és S_y az X és Y tengely irányában megtett út,

$p_{xt, yt}$ és $p_{xe, ye}$ a tároló és az ER pálya koordinátája.

A betárolás stratégiája

- Be lehet-e tárolni a bejövő terméket?
Ha nincs hely, akkor várakozik ennek a raklapnak a betárolása.
- A tárolón lévő termékfajták aránya milyen a jelenleg képzés alatt álló egységgrakományokhoz szükséges termékfajtákhoz képest?
 1. Van-e mindegyik beépítendő termékből elegendő?
 $\forall \frac{h_i}{i} \geq \varepsilon$: az i -edik termékből a rendszerben lévő és a szükséges darabszámok aránya egy ε biztonsági tényező alá ne essen.
 2. Szükség van-e a beérkező termékre?
Az előbbi arány beálltaig tárolom be.
- Melyik tárolópályára érkezzen meg a homogén raklap?
Ahová a legkisebb munkával be tudjuk tárolni.

A képzés stratégiája

- Ha nincs időkorlát. Azt az inhomogén egységgrakományt képezzük, amelyiket
 - [1] a legkisebb munkával lehet elkészíteni;
 - [2] a leghamarabb lehet befejezni;
 - [3] a lehető legtöbb rakodással lehet elkészíteni.
 - [4] Új képzést kezdek el.

- Ha van időkorlát. Azt az inhomogén egységakománnyt képezzük,
 - [1] amelyiket a kimeneti oldalon várjuk, vagy már lejárt az időkorlátja;
 - [2] amelyeknek nagyobb a prioritása;
 - [3] amelyeknek hamarosan lejár az időkorlátja.
 - [4] Új képzést kezdek el.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elméleti megalapozások után már el lehet készíteni a számítógépes szimulációt, amely segítségével futtatásokat tudunk elvégezni a kívánt rendszerrel kapcsolatosan. A futtatások segítségével kialakítható a görgőspályáknak az optimális elrendezése. A jövőbeni feladat ennek a programnak az elkészítése, és a használat révén a stratégia módosítása és bővítése. Ezek után egy kialakítandó, vagy kész rendszerrel csak a paramétereket kell megadni és a folyamat működése szimulálható, melynek révén megkaphatjuk a számunkra megfelelő beállításokat és eredményeket.

5. A FELHASZNÁLT IRODALOM

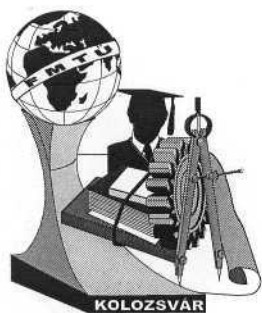
- [1] CSELÉNYI J. és szerzőtársai: **Logisztikai menedzsment**, TDQM Phare HU 9305-01/1390, Miskolc 1997., 1-121. oldal
- [2] CSELÉNYI J., SMID L.: **Comparison of Different Versions of Portai Robot Aided Homogeneous Loading Unit Building with Computer Simulation (Modelling and Optimisation of Logistic Systems**, szerk.: Cselényi J., Bányai T.), Miskolci Egyetem, Miskolc 1999., 113-121. oldal
- [3] SMID, L., CSELÉNYI, J.: **Portálrobotos egységakomány-képzés szimulálása**, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka 2000 konferenciakiadványa, Kolozsvár, 2000, pp. 9-12.
- [4] SMID, L., CSELÉNYI, J., KOVÁCS, L.: **Analysis of Conversion of Homogeneous Loading Unit at Portai Robot Aided Loading Unit Building**, microCAD 2000 konferenciakiadványa, University of Miskolc, Miskolc, 2000, megjelenés alatt
- [5] SMID, L., CSELÉNYI, J., KOVÁCS, L.: **Some Strategical Questions of Portai Robot Aided Inhomogeneous Loading Unit Building**, Miskolci Beszélgetések 2000 konferenciakiadványa, Miskolc, 2000, megjelenés alatt

Smid László, doktorandusz / Dr. Cselényi József, egyetemi tanár

3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolc Egyetem - Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

E-mail: altsmid@gold.uni-miskolc.hu

Tel: (36) 46-327-079



Kolozsvár, 2001. március 23-24.

SILÓBÓL TÖRTÉNŐ ÜRÍTÉS KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA

Dr. Csizmadia Béla, Oldal István

Summary

In agricultural and food industry we have to store granules materials (for example grain crops, animal nutrients, silage, fertilizers, etc.) many times when it is needed for technology. Silos are wide spread solutions for this reason. Features of granules materials storing in silos are similar to fluids. The general purpose of this paper is to analyze the attributes of granules materials during emptying from silos.

A mezőgazdaságban létesített, ömlesztett takarmányok tárolására alkalmas berendezések egyik problémája a kiömlés tömegáramának meghatározása. Ezért átfolyásmérőkkel, elektronikus mérlegekkel, adagolószerkezetekkel szerelik föl a tárolókat. Ezek tervezéséhez az anyagáramlás pontosabb ismeretére van szükség. Ezeket a pontosabb ismereteket rendszerint csak előzetes, általában költséges kísérletekkel tudják behatárolni. Másik lehetőség, tapasztalati formulák alkalmazása, amelyek általában csak bizonyos körülmények között érvényesek, amit a felhasználó nem ismer vagy nem tud biztosítani. Ezért fontos a magok, takarmányok és egyéb ömlesztett mezőgazdasági anyagok kiömlésének alaposabb ismerete. Jelenlegi célunk olyan modellkísérletek elvégzése, amelyekből kapott eredményeket a valóságos silókra is átvihetjük. Az irodalomban szokásos szemesanyag fajták (búza, kukorica, stb.) helyett a halmazok fizikai, mechanikai jellemzőit vesszük figyelembe, ezek alapján fogalmazzuk meg a modelltörvényeket.

Modelltörvények megfogalmazása

Modelltörvényeket akkor kell létrehozni, ha modelleken végzett mérések eredményeit - mint esetünkben - más, valóságos szerkezetekre kívánjuk átvinni. A modelltörvények felírásának két alapvető módja szokásos: az egyenletanalízis és a dimenzióanalízis. Egyenletanalízist akkor is alkalmazhatunk, ha a jelenség leírását csak közelítően ismerjük. Ilyen eset lehet a tartályból való kiömlés kérdése is, ha valóságos, szemcsés anyag helyett a közelítő Q tömegáramot ideális folyadékokra határozzuk meg. Ez a Bernoulli-törvény segítségével egyszerűen elvégezhető:

$$\frac{p_A}{\rho_A} + \frac{v_A^2}{2} = \frac{p_B}{\rho_B} + \frac{v_B^2}{2} = \text{áll} \quad (1)$$

Legyen a kiválasztott két pont a silótartály kiömlőnyílásánál lévő pont a nyitás előtt és a nyitás után (1. ábra.) Ha figyelembe vesszük, hogy:

- ideális folyadék esetén a sűrűség nem változik, azaz $\rho_A = \rho_B = \rho$,
- nincs belső súrlódás,
- nincs külső súrlódás,

akkor $p_A = (H+H_2)g\rho$. Az (1)-ből a Q tömegáram, amelyet $Q = \frac{d^2\pi}{4} \cdot v_B \cdot \rho$ összefüggéssel definiálhatunk, részletezés nélkül:

$$Q = \frac{\pi\sqrt{g}}{2\sqrt{2}} \sqrt{H + \frac{D-d}{2\operatorname{tg}\alpha}} \rho \cdot d^2$$

Rendezés után, bevezetve az $x_1=d/D$; $x_2=D/H$; $x_4=\operatorname{tg}\alpha$ dimenzió nélküli jellemzőket:

$$Q = \frac{\pi\sqrt{g}}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{x_2} + \frac{1-x_1}{2x_4}} \sqrt{D} \rho \cdot d^2.$$

A jelenséget, azaz a Q tömegáramot leíró egyenletet is alakítsuk dimenzió nélküli formára:

$$\frac{Q}{\sqrt{g}\sqrt{D}\rho \cdot d^2} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{x_2} + \frac{1-x_1}{2x_4}} \quad (2)$$

és vezessük be a

$$\kappa = \frac{Q}{\sqrt{g}\sqrt{D}\rho \cdot d^2} \quad (3)$$

dimenzió nélküli fajlagos relatív tömegáramot. A hasonlósági tételek kimondják, hogy ha a jelenséget leíró egyenletek dimenzió nélküli alakban megegyeznek, akkor a jelenségek hasonlóak.

A valóságos silóból történő ürítés tömegárama akkor modellezhető, ha a κ a modellre és a szerkezetre megegyező [1].

Vizsgáljuk meg mitől függ a κ relatív fajlagos tömegáram. A dimenzió nélküli egyenlet jobb oldala szerint - ideális folyadék esetén - az x_i faktoroktól. Belső súrlódással rendelkező szemcsés halmaz esetén pedig feltehetően még függ:

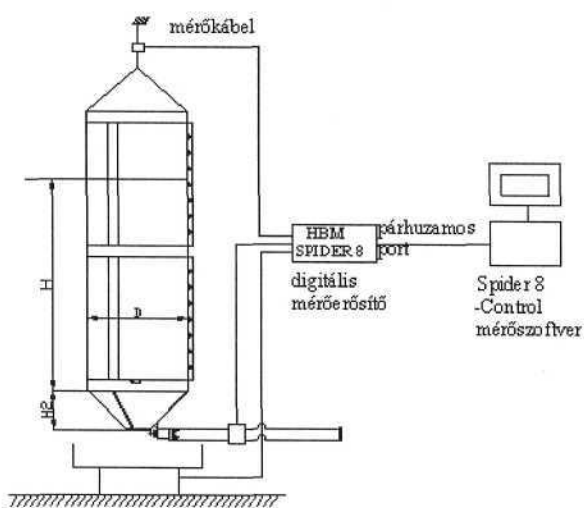
- a kifolyáskor fellépő fajlagos sűrűségváltozástól,
- a halmaz belső súrlódási szögétől (φ),
- a halmaz és a silófal közötti külső súrlódási tényezőtől (μ_f).

$$\kappa = \kappa\left(\frac{d}{D}; \frac{D}{H}; \operatorname{tg}\alpha; \frac{\Delta\rho}{\rho}; \operatorname{tg}\varphi; \mu_f\right)$$

Kísérleteink során a K értékének változásánál először a sűrűségváltozás és a falsúrlódás okozta hatástól eltekintettünk, de úgy készítettük el a modellsilót, hogy a továbbiakban ezen tényezők hatása is figyelembe vehető legyen.

A kísérleti berendezés és mérési eredmények

A kísérletek elvégzéséhez az 1. ábrán látható mérő és kiértékelő berendezéssel



1 ábra

Silómodell

felszerelt silómodellt használtuk [2]. A $D=440$ mm átmérőjű átlátszó műanyag hengert erőmérő cella közbeiktatásával függesztettük fel, amelyhez az alsó végén egy cserélhető kúpos toldat csatlakozik. Három kúpot készítettünk 50 mm és 100 mm átmérőjű kifolyónyílással. A kúpokra jellemző félkúpszög $\alpha=30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$. A kúpokon egy billenő záró szerkezetet helyeztünk el, amelyet egy behúzó mágnes segítségével gombnyomással oldottunk. A szemcsés anyag egy mérlegen nyugvó edénybe folyt ki.

A számítógépes adatgyűjtő rendszer az idő függvényében mérte az erőket. A mintavételezési frekvencia 50 Hz volt. A mérőberendezés kialakítása lehetővé tette a kifolyás térbeli megfigyelését is. Valamennyi - az alábbiakban meghatározott - kísérleti beállításnál háromszoros ismétléssel az alábbi jellemzőket mértük: a kifolyónyílás nyitásának időpontjától kezdve az idő függvényében:

- a kifolyó anyagáram tömegének változását a silóban és az edényben,
- a keletkező járulékos erőknél a változását.

Ezeket következő faktorok függvényében vizsgáltuk: $x_1=d/D$; $x_2=D/H$; $x_3=\operatorname{tg}\varphi$; $x_4=\operatorname{tg}\alpha$. Az egyes faktorok hatásának meghatározását a Box-Wilson-féle kísérleti terv alapján végeztük el teljes faktoriális kísérlettel. Ehhez az egyes faktorok megvalósítható szélső

értékeihez tartozóan két kísérleti beállítás tartozik [3]. Az x_1 ; x_2 ; x_3 két határértéke az előző adatokból számítható volt, a $\text{tg}\varphi=0,5873-0,6459$ határértékeket vehetett fel. Ez esetünkben négy faktorra $2^4=16$ kísérleti beállítást jelent.

A kísérleti beállítások, és a mérési eredmények átlagértékei, valamint szórásai (a + jel az adott faktor maximális értéke, a - jel annak minimális értéke).

$x_1(d/D)$	+								-							
$x_2(H/D)$	+				-				+				-			
$x_3(\text{tg}\varphi)$	+		-		+		-		+		-		+		-	
$x_4(\text{tg}\alpha)$	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Sorsz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Q	3,219	3,495	1,908	2,15	3,258	3,467	2,02	2,12	0,474	0,563	0,289	0,343	0,466	0,559	0,289	0,341
$s_Q^2 * 10^5$	119	0,536	4,131	0,284	11,57	37,77	7,043	6,311	1,005	0,006	0,095	0,063	3,429	0,107	0,025	0,013
κ	0,22	0,238	0,174	0,196	0,222	0,236	0,184	0,193	0,129	0,154	0,105	0,125	0,127	0,153	0,105	0,124
$s_\kappa^2 * 10^6$	81,15	0,366	3,761	0,258	7,889	25,76	6,412	5,746	2,743	0,017	0,344	0,228	9,353	0,291	0,093	0,047

A mérési eredményekből faktorokban lineáris függvény legkisebb négyzetek módszerével történő illesztésével határoztunk meg egy közelítő függvényt. Az egész kísérlethez tartozó szórásnégyzet kiszámítása után a Student-próba felhasználásával a közelítő függvény hibahatárát - $\Delta\kappa$ - és ebből az együtthatók hibahatárát számoltuk ki. Az együtthatók hibahatára alapján a függvényt egyszerűsítettük a nullától szignifikánsan nem különböző együtthatók elhagyásával. A közelítő függvény helyességét Fisher-próba segítségével ellenőriztük. Végül közbülső helyen is ellenőriztük az eredményt (pl. 45° -nál). A közelítő függvény:

$$\kappa = 2,506 \frac{d}{D} \text{tg}\varphi - 0,841 \frac{d}{D} + 0,153 \text{tg}\varphi - 0,016 \text{tg}\alpha - 0,027,$$

amelyből Q a (3) szerint számítható a $0,11 < d/D < 0,22$; $0,54 < D/H < 1,1$; $0,58 < \text{tg}\alpha < 1,7$; $0,58 < \text{tg}\varphi < 0,64$ határok között.

Irodalom

- [1] Szűcs Ervin: Hasonlóság és modell, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.
- [2] Szüle - Csizmadia - Soós - Petróczi: Szemcsés anyagok kifolyási és boltozódási tulajdonságai, MTA-AMB XXV. Tanácskozás Gödöllő, 2001.
- [3] Csizmadia Béla, Koppányi Imre: Mérés és modellezés Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.

Dr. Csizmadia Béla, egyetemi tanár
Oldal István, V. évfolyamos hallgató

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék
 2103. Gödöllő Páter Károly u. 1.

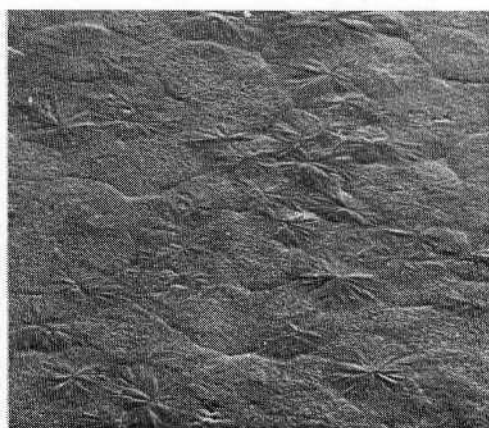
A polietiléneket újabban sűrűségük szerint osztályozzák:

- | | | |
|------|---|----------------------------------|
| I. | LDPE (kis sűrűségű polietilén/lágy PE) | $\rho=0,91-0,925 \text{ g/cm}^3$ |
| II. | MDPE (közepes sűrűségű polietilén) | $\rho=0,925-0,94 \text{ g/cm}^3$ |
| III. | HDPE (nagy sűrűségű polietilén/kemény PE) | $\rho=0,94-0,965 \text{ g/cm}^3$ |
| IV. | LLDPE (lineáris kis sűrűségű polietilén) | $\rho=0,91-0,965 \text{ g/cm}^3$ |

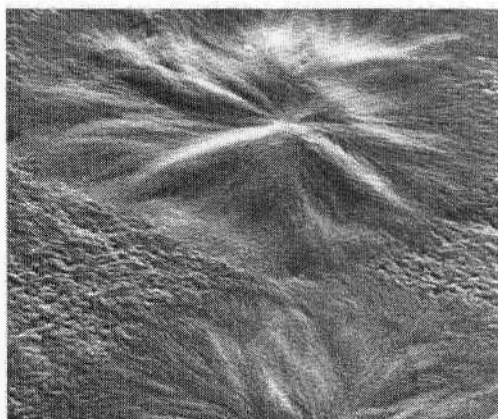
A polietilén szerkezete

A polietilén tulajdonságai nagymértékben függenek a szerkezetétől [1].

A polietilén részlegesen kristályos műanyag, amelyben majdnem tökéletesen rendezett kristályos fázis és rendezetlen amorf fázis is található. A kristályosodás körülményeitől függően a polimerek különböző kristályos képződményeket alakítanak ki. Ezek a képződmények elemi cellákból épülnek fel és komplex szerkezetet hoznak létre.



1. ábra: HDPE szferolitok
 $N=2200x$



2. ábra: HDPE szferolitok
 $N=5200x$

Majdnem minden polimer hajlamos kristályosodásra, ha a kristályosítást nagyon híg oldatból végezzük; a kristályos tartományok a lamellák. A lamellák vékony lapos lemezek, amelyek vastagsága kb. 10 nm, egyéb méretei pedig elérik a néhány mikront. A molekulaláncok a lamellában annak síkjára merőlegesen helyezkednek el. Mivel a láncok hossza minimum 100 nm, ezeknek csak egy része alkothatja a lamellát, a láncoknak hajtogatott formában, többször visszatérve kell a lamellában lenni. Ez a felismerés vezetett a hajtogatott modell megalkotásához.

A kristályosodás során a lamellák magasabb rendű képződményeket, szferolitokat hoznak létre. A szferolitok kettőtörőek, polarizált fényben jellegzetes képet mutatnak (1., 2. ábra).

A kristályos szerkezet és a tulajdonságok kapcsolata

A tulajdonságokat befolyásoló három legfontosabb tényező:

- A kristályosság foka,
- A lamellák vastagsága, illetve vastagság eloszlása,
- A szferolitok mérete.

Mindhárom mennyiség befolyásolja a polimer valamennyi mechanikai tulajdonságát, egyes tulajdonságok és mennyiségek között azonban állítólag szorosabb összefüggés áll fenn. A kristályosság növekedésével a rugalmassági modulus és a szilárdság nő, az alakíthatóság és az ütésállóság csökken. A kristályosságnak jelentős szerepe van a polimer gáz- és gőzáteresztése szempontjából is, áteresztés, diffúzió, csak amorf fázisban történhet. A kristályos polimerek oldhatósága is lényegesen rosszabb, mint az amorf polimereké.

A lamella vastagsága elsősorban a rugalmassági modulus értékét befolyásolja, bár ezt az állítást alátámasztó egyértelmű adatok száma kevés.

Egyszerűbb a helyzet a szferolitok méretével kapcsolatban, mivel izoterm kristályosítással igen nagy méretű szferolitok állíthatók elő. A szferolit méretének növekedésével a polimer ridegebbé válik, szilárdsága, de különösen az ütésállósága jelentősen csökken.

A kötőmolekulák számának csökkenésével a szilárdság csökken.

A polietilén csőanyagok története

A polietilén csövek alkalmazása gáz- és vízvezetékhez több mint 40 éves múltra tekint vissza. Európában 25 évvel ezelőtt fektették le az első polietilén vezetékeket. Ezen idő alatt az alapanyag különböző fejlesztéseken ment keresztül, tulajdonságai sokat javultak (1.táblázat) [2].

- I. generáció: PE 63 (1957-1978)
 II. generáció: PE 80 (1978-1988)
 III. generáció: PE 100 , PE-X (1988-)
 IV. generáció: PE 125 , PE 250 (jövőben megalkotandó anyagok)

1.táblázat: A polietilén csőanyagok osztályozása és tulajdonságaik

PE-osztály	MRS, Megkívánt legkisebb szilárdság	p, Maximális üzemi nyomás	S _F , Biztonsági tényező	110 mm átmérőjű, PN 10 jelzésű cső	
	MPa	bar	-	Falvastagság, mm	Tömeg, kg/m
PE 63	6,3	5,0	1,25	10,0	3,13
PE 80	8,0	6,3	1,25	8,1	2,60
PE 100	10,0	8,0	1,25	6,5	2,15

A polietilén csövek tulajdonságai

A polietilén anyagú csövek kiválóan alkalmasak gázok és folyadékok szállítására a gáziparban vezeték, védőcsövek anyagaként.

A polietilén csövek számos olyan előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, amely következtében az ipari felhasználásuk széles körben elterjedt az utóbbi évtizedekben. A polietilén csövek előnye az acél és öntöttvas csövekkel szemben [3]:

- Korrózióállóság,

- Elektromos szigetelő képesség,
- Sűrűsége a fémekhez viszonyítva kicsi, ezért könnyebbek,
- A csövek fala sima, így a folyadékok és gázok áramlási vesztesége kisebb,
- Nagyobb hajlékonyság,
- Fiziológiailag közömbösek, a csövekben pl. ivóvíz is szállítható,
- Könnyű és gyors szerelhetőség,
- Szállításuk egyszerűbb, mivel bizonyos méret alatt tekerceselhetők.

A polietilén csövek a műanyag csövek közül nagyfokú rugalmasságukkal és változatos kötéstechikájukkal tűnnek ki. Ennek következtében a csövek szerelését a munkaárok mellett nagyrészt a felszínen el lehet végezni, így a keskeny munkaárokba a készen szerelt cső utólag leereszthető. Ez jelentős földmunka-megtakarítással jár.

Természetesen a sok jó tulajdonság mellett van néhány olyan alapvetően a műanyagokra jellemző tulajdonság, amely a vezetéképítésnél hátrányként jelentkezik. Ezek a következők:

- Alacsony szilárdság,
- Sérülékenyebbek az acélcsőveknél,
- Hőtágulásuk lényegesen nagyobb, mint a fémeké,
- Hőalaktartóságuk kicsi.

Polietilén csövek hegesztése

A hegesztésekkel készült polietilén szerkezetek gyártása a granulátum előállításával kezdődik, amelyből extrudálással csöveket, fröccsöntéssel vagy sajtolással idomokat (pl: sarokelemeket, leágazásokat, tokokat, nyeregidomokat) készítenek.

A PE gázcsövek egymáshoz és idomaikhoz tompahegesztéssel, tokos hegesztéssel (polifúziós hegesztés), és elektrofúziós (elektrofíting) hegesztéssel köthetők. Ezen kötések mindegyike húzásbiztos, így irányváltoztatásnál nem igényelnek külön kitámasztást, a szétcsúszás veszélye nem áll fenn.

Felhasznált irodalmak

- [1] Pukánszky B.: Műanyagok, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1995
- [2] Polietilén-csővek földbe fektetett és lakóházakba épített gázvezetékekhez Európában, OMIKK - Műanyagok alkalmazása, 1999/9.
- [3] Szabó A., Tapody S.: Anyagismeret-PE csövek a gázvezeték építésben, Dunagáz Rt., Dorog, 1997.

LESKOVICS KATALIN / PhD. Hallgató

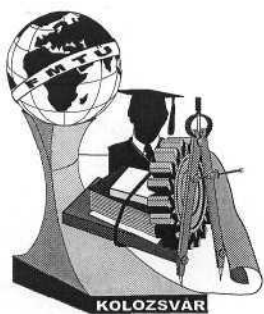
Bay Zoltán Intézet / 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: 36 46/560120 /163, E-mail: lkatalin@bzlogi.hu

LENKEYNÉ DR. BÍRÓ GYÖNGYVÉR / Egyetemi docens

DR. BÁRCZY PÁL / Egyetemi tanár

Miskolci Egyetem / 3515 Miskolc-Egyetemváros



A MIKROFORGÁCSOLT FELÜLETEK ELEMZÉSE

Dr. Mészáros I., Nyirő J.

Abstract

It is well known that the coefficient of elasticity is changing with the different directions of the atomic lattice in case of structural materials. This anisotropy significantly affects the machined surface quality during the machining of crystalline structured materials. The effect has already been observed by Moriwaki and others. It is also known that during machining dislocations are starting because of the process forces and stress state, which accumulate at the crystal boundaries. The coefficient of elasticity increases at the crystal boundary, which causes increased elastic deformation. Several researches have explained that the spring back effect in some cases makes the crystal boundaries protrude from the surface to a greater extent than the rest of the crystal. However the surface topography is influenced both by these effects. In our expositions we would like to introduce the results of the experiments using OF-Cu material machined by single crystal diamond tools, and the theoretical analysis of the phenomenon.

1. Bevezetés

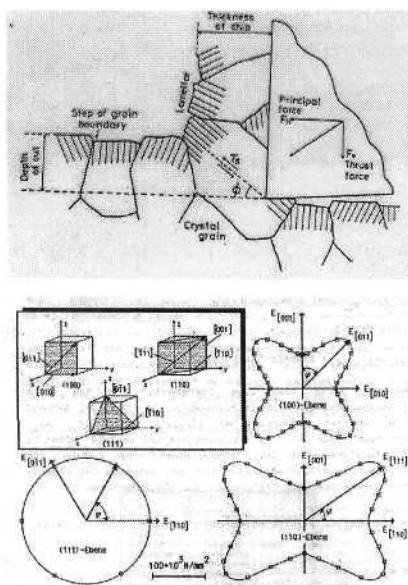
Néhány fém kiváló fényvisszaverő képességekkel rendelkezik, amelyeket már az ókorban is felhasználtak fémtükör készítésére. Manapság az optikai fémeket leggyakrabban lézertechnikában alkalmazzák, amelynek következtében a fémtükrök jelentősége megnövekedett. Az optikai felhasználás fokozza a különleges igényeket a fémtükrök minőségi javulása iránt. Az anyag reflexiós tulajdonsága mellett, a fémtükör minőségét befolyásolja a felületi érdesség, a méret és alakhiba. Különböző publikációk részletesen taglalják a felületi érdesség elméleti és kísérleti kérdéseit, de ezek az irodalmak nem adnak választ számos felmerülő kérdésre. Ez különösen a vörösrézre igaz, ahol az anyag anizotrópiája a legjelentősebb a kialakuló felületi érdességre.

Az kísérletek eredményét több nemzetközi konferencián publikáltuk. A jelenség vizsgálatára egy elméleti modell vezetünk be, a modell eredményeinek a kísérleti

eredményekkel való összehasonlítására. A vizsgálatot és a modellt a réz Ultraprecíziós esztergálása esetén mutatjuk be.

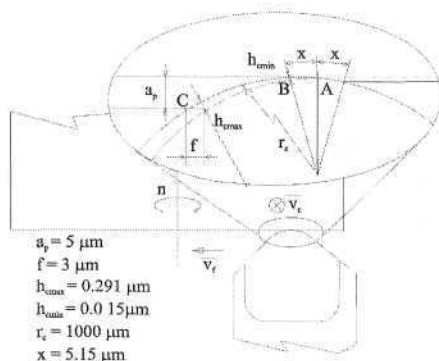
2. A felületi érdesség változása a réz megmunkálásakor

A réz, köbös, felületen középpontos atomrács szerkezetű, és jelentős mértékű anizotrópiája van. A rugalmassági vagy a Young modulusa a réznek változik $E=66,71 \cdot 10^3$ N/mm²-től, $E= 192,33 \cdot 10$ N/mm²-ig, a kristálysíkok orientációjának függvényében. A legkisebb értéke mérhető az <100> síkban, a legnagyobb értéke az <111> síkban van. Más mechanikai anyagtulajdonságok, mint a relatív elmozdulás (ϵ), a húzó feszültség (σ_b) és a csúsztató-rugalmassági modulus (G), hasonló a Young modulusához [1]. Ezek az együtthatók egykristályos esetre vonatkoznak. Polikristályos anyagok esetén csak a kristályhatárokon belül érvényesek. Hagyományos forgácsolás közben a forgácsoló méretei lényegesen meghaladják az átlagos kristály méreteket, ezek következtében a csúszás, alakváltozás a kristály határok mentén jön létre. Ezzel szemben a mikromegmunkálásnál és/vagy ultraprecíziós forgácsolásnál a forgácsoló mérete jelentősen kisebb, mint az átlagos szemcse méret, ami azt eredményezi, hogy a csúszás nem a kristályhatárok mentén, hanem a szemcsén belül, mintha egykristály lenne, a csúszó síkokban játszódik le. A szemcsék kristálytani orientációja különböző, ennek eredményeképpen a nyíróerő és a csúszási síkoknak az iránya forgácsolás közben kristályról kristályra változik. Amint a forgácsoló szerszám a szemcséből kilép, a szemcse visszarugózik, a visszarugózás mértéke az orientációtól függ. A jelenséget az 1. ábra. (Moriwaki szerint [2]) írja le.



Lábra: az anyagok anizotrópiája és a spring-back effektus (Moriwaki szerint [2])

A modell alapján a megmunkált felület topográfiáját az egyes kristályok átvágásához szükséges erővel magyarázzuk. Ez a jelenség nem magyarázza meg az érdesség csúcsok keletkezését a kristályhatárok mentén. Spenrath [3] ezt az effektust azzal magyarázza, hogy a forgácsoló szerszám éle körül kialakuló nyomási feszültség miatt, diszlokációk keletkeznek, amelyek azonban nem rendelkeznek akkora energiával, hogy a kristályhatárokon átlépjenek. A diszlokációk felgyülemlenek a kristály határokon, és lokálisan növekedik az anyag szilárdsága. Hogy a kristályhatárt átvágjuk, nagyobb erők szükségesek, aminek következménye egy nagyobb rugalmas deformáció, és ez a rugalmas deformáció nagyobb helyi visszarugózást okoz. Ezen hatás magyarázható a diszlokációk vándorlásának elméletével [4], de néhány kérdés továbbra is nyitott marad. Az érdességi csúcsok nem jelentkeznek minden egyes szemcse határon azonos mértékben. A jobb érthetőség kedvéért a forgácsleválasztási folyamatot vizsgáljuk meg a szerszám homloklapfelülete felől. A 2. ábrán egy átlagos megmunkálási esetet látunk. N. P. L'Vov szerint [5] ($h_{\text{cmin}}=0.293 \cdot r_{\beta}$). Ha feltételezzük, hogy az éllekerekítési rádiuszt $r_o=50\text{nm}$, a minimális forgácsvastagság $h_{\text{cmin}}=15\text{ nm}$. Ez azt jelenti, hogy az A pont előtt a szerszám élén az előtolás irányában az $x=5,45\mu\text{m}$ hosszban a szerszám már nem képes anyagot leválasztani. Az anyag a szerszám éle alatt rugalmasan és képlékenyen deformálódik. A rugalmas és képlékeny deformáció miatt körülbelül ugyanekkor szakaszon érintkezik a szerszám éle a munkadarabbal az „A” pont mögött. Ha megvizsgáljuk a „B” pontot, megállapíthatjuk, hogy a szerszám $2x$ hosszúságú szakasza legalább háromszor áthalad felette, míg azt végleg elhagyja és kialakul a felület végleges alakja. Az eddigi forgácsolási modellek csak egyszeri áthaladást feltételeztek. A kérdés az, vajon mi történik a szerszámnak a második és a harmadik áthaladása esetén. Ez egy olyan kérdés, ami még további magyarázatra szorul. A kérdés vizsgálatához új modellre van szükség.



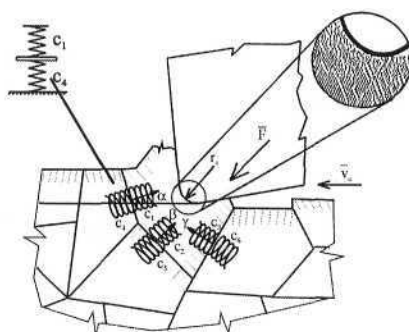
$$x = \sqrt{a_p^2 - (f - h_{\text{cmin}})^2} = 5.45 \mu\text{m}$$

2. ábra - elméleti forgácsvastagság forgácsolóélen

3. A forgácsleválasztó mechanizmus kiterjesztett modellje

A 3. ábrán sematikus modellt láthatunk, amely a 2. ábra B-C szakaszán egy metszet felvételével készült. Az anyagleválasztás csak a B-C szakaszon történik. Az adott kristály átvágásakor az ébredő erő nagysága kristály orientációjától függ. A forgácsolás alatt az éppen átvágott kristály a szomszéd kristályokhoz rugalmasan kapcsolódik. A sematikus rajzolt rugó rugalmassági állandója minden egyes irányban különböző. Az anyag folyásának iránya a kristálytani irányokból levezethető. Ahol a forgácsvastagság, a minimális forgácsvastagság alatt van (h_{cmin} A-B metszetben), elméletileg nincs anyagleválasztás, csak képlékeny és rugalmas deformáció. A forgácsvastagság tehát nem csökkenhet $h_c=0$ -ra, ami a geometriai feltételekből adódna. A kinematikai- geometriai körülmények miatt (lásd 2. ábrán) a szerszám ismételten áthalad minden egyes pont felett. Minden áthaladás rugalmasan és képlékenyen deformál, aminek következtében az anyag felülete felkeményedik. A felkeményedés mértéke a deformálás számától függ, amely viszont a szerszám éllekerekítési sugarától és az előtolástól. Nagyobb előtolás és kisebb csúcsgugar esetén az ismételt deformálások száma csökken, aminek következtében csökken a felkeményedés mértéke is. Ez a gondolat felveti az optimális szerszám, az optimális előtolás gondolatát is.

$$\frac{1}{C_{1n}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$



A diszlokációs
vándorlásának
sematikus
bemutatása

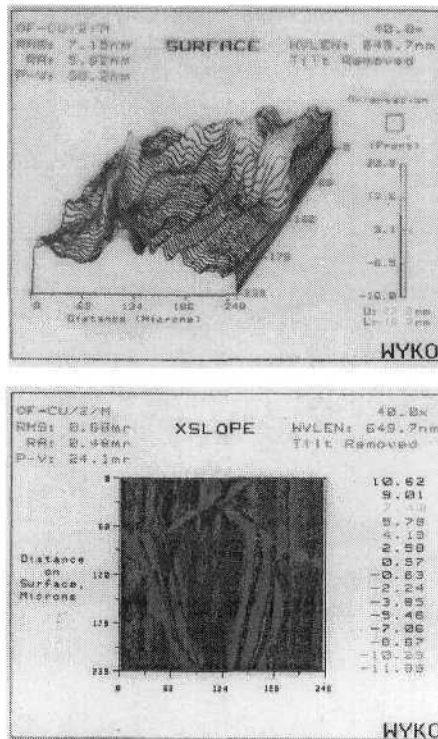
- C_1 = a vizsgált kristály rugóállandója α irányban
- $C_2 = f(C_1)$ a vizsgált kristály rugóállandója β irányban
- $C_3 = f(C_1)$ a vizsgált kristály rugóállandója γ irányban
- C_4 = szomszédos kristály rugóállandója α irányban
- C_5 = szomszédos kristály rugóállandója β irányban
- C_6 = szomszédos kristály rugóállandója γ irányban

3. ábra - az anyagleválasztás összetett modellje

4. A megmunkált felület topográfiája

Az előző fejezetben említett jelenségek együttesen jelennek meg a megmunkált felület topográfiai képében. A szerszámot és a munkadarabot nem tekinthetjük merev

objektumoknak. A munkadarab és a szerszám egy rugalmas rendszert alkot. A felületek mozgása normális irányába befolyásolja a felület topográfiáját. A helyzetet tovább bonyolítja, ha a szerszám élén makroszkópikus geometriai hibák vannak, vagy forgács hosszabb ideig megtapad a szerszám homlokfelületén. A 4.ábrán felület mikrotopográfiai képe látható.



4. ábra -Az OF-Cu felület topográfiája

A kristály és a kristályhatár jól kirajzolódik. A kristályhatárok kiemelkedése csak a csúsztási irányokban jelentős, más irányokban elhanyagolható mértékű.

5. Következtetések

A fentiekben bemutatott sematikus modell jobban megközelíti a valóságot, mint a korábbi modellek. Az kristály irányok meghatározása speciális (OIM) mikroszkóppal történik, ma már lehetséges kis szemcseméreteken is (néhány μm szemcseátmérő). A forgácsolási kísérletek alapján a MARC végeelemes program segítségével modelleztük a forgácsleválasztás alatt lezajló folyamatokat. Forgácsolási kísérletekkel tükörfelületeket készítettünk. A megmunkált felületek topográfiai képét összehasonlítottuk a MARC

végelem program segítségével kapott eredményekkel. A modellezéssel olyan eszköz áll rendelkezésre, amelynek segítségével az anyag kristályszerkezetének és a kés geometriájának, valamint az előtolásnak a függvényében előre meg tudjuk határozni a felület várható topográfiai képét.

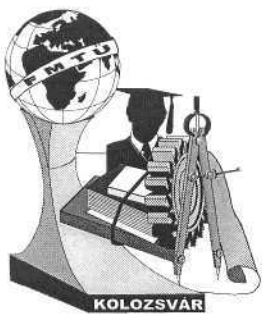
A végelem analízis folytatódik, és egy következő publikációban szeretnénk az eredményekből részletesebben beszámolni.

Irodalomjegyzék

- [1] J. Prohászka: **The Effects of the Anisotropy of Young's Modulus on the Beginning of Plastic Deformation**, Proceedings of IMMM '97, Mie University Press, pp. 13-20
- [2] T. Moriwaki: **Machinability of Copper in Ultra-Precision Micro Diamond Cutting**, Annals of the CIRP, Vol. 38/1/1989, pp. 115-118
- [3] N. M. Spenrath: **Technologische Aspekte zum Feinstdrehen von Kupferspiegeln**, Diss. RWTH Aachen, 1991
- [4] R. Rentsch, I. Inasaki: **Investigation of Surface Integrity by Molecular Dynamics Simulation**, Annals of the CIRP, Vol. 44/1/1995, pp. 295-298
- [5] N. P. L'Vov: **Determining the Minimum Possible Chip-Thickness**, Machines & Tooling, 1968, Volume XL No 4, pp. 45-46

Név/ tudományos fokozat: Dr. Mészáros Imre, Egyetemi Docens
Munkahely, cím: Budapesti Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszék,
 1111, Budapest, XI. Ker., Egrý J. u. 1.
Telefon: (1) 463 2641, **Fax:** 463 3174, **E-mail:** iniesaros@inanuf.bme.hu

Név/ tudományos fokozat: Nyirő József, Ph.D doktorandusz (II. éves)
Munkahely, cím: Budapesti Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszék,
 1111, Budapest, XI. Ker., Egrý J. u. 1.
Telefon: (1) 463 2641, **Fax:** 463 3174, **E-mail:** nyj@manuf.bme.hu



VASPOROKBÓL HENGERELT FÉMHÁLÓVAL ERŐSÍTETT SZALAGOK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

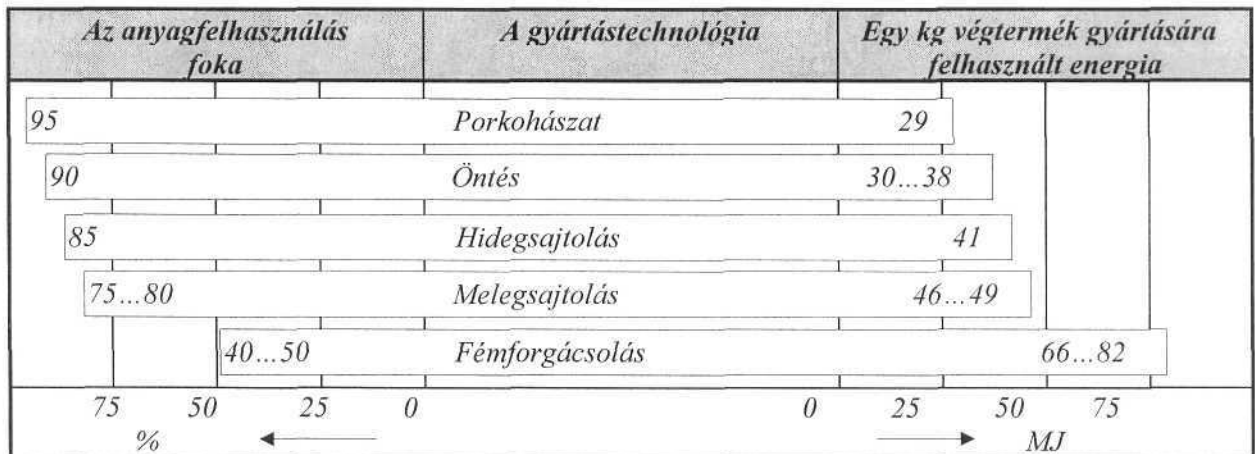
Dr. Prezensky István

ABSTRACT: Powder metallurgy is an important and new branch of techniques and modern technology.

In this paper are presented the possible technology of metal powder rolling and a scheme of modern units for multi-layer reinforced strip rolling, with possibility for automation.

1. BEVEZETÉS

A porkohászat lehetővé teszi a komplex és nagy sorozatban gyártott, adott tulajdonságokkal rendelkező alkatrészek gazdaságos gyártását. Az eddig ismert és alkalmazott technológiákhoz képest a porkohászat magasabb anyagfelhasználási fokot biztosít, kisebb energiaráfordítás mellett [1]. Az összehasonlítást az 1. ábra tartalmazza.



1. ábra A különböző gyártástechnológiák összehasonlítása [1]

Világviszonylatban megfigyelhető a fémporokból gyártott félkész- és késztermékek iránti kereslet, leginkább a vas- és nemvasporokból, illetve az ezek ötvözeteiből hengerelt szalagok és lemezek iránt. Az ezirányú kutatások kimutatták, hogy a porkohászat útján előállított szalagok esetében jelentősen

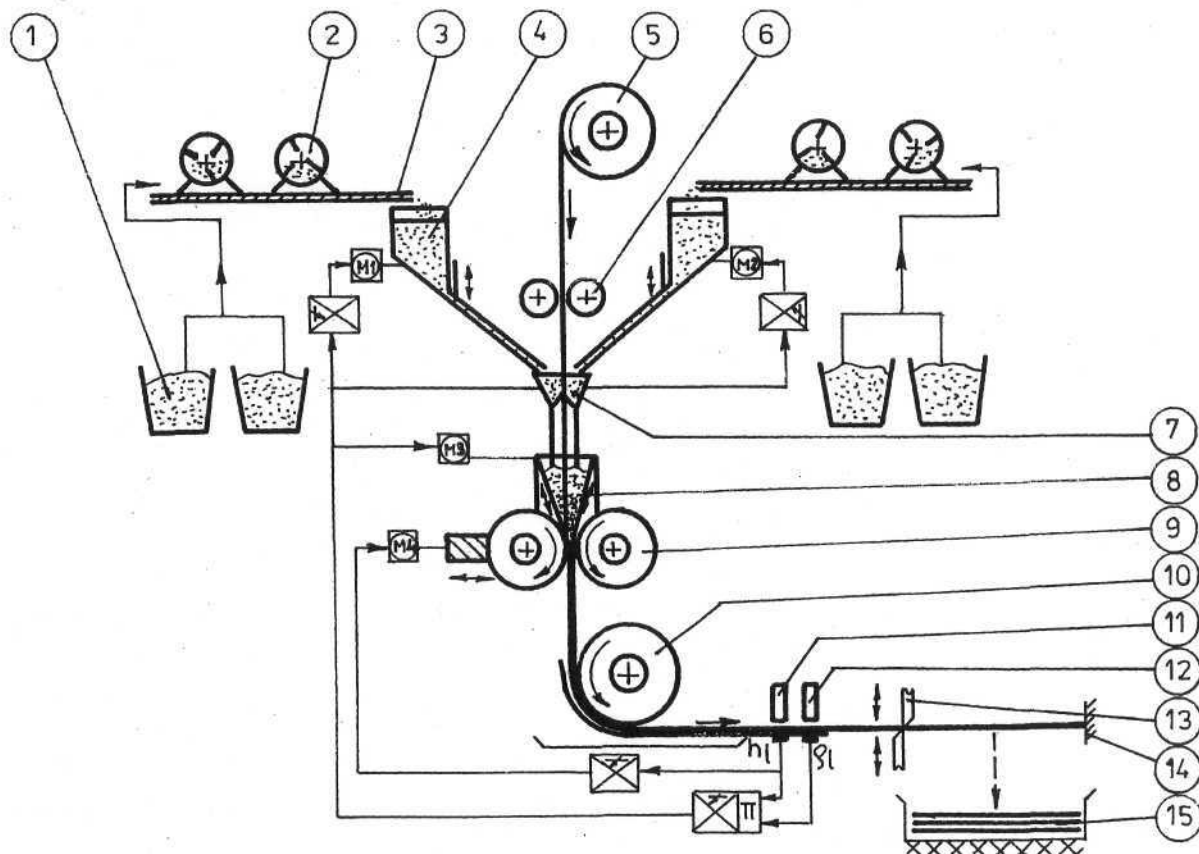
csökken a műveletek száma és megnő az anyagok felhasználási foka a klasszikus technológiákkal gyártott termékekéhez képest.

2. A FÉMPORHENGERLÉS

A különböző, minőségi fémporok gazdaságos előállítását célzó kutatások eredményei lehetővé tették a porkohászati úton gyártott olcsó szalagok előállítását. A fémporok hengerlése egy nagy hatásfokkal rendelkező technológiai folyamat és egyre jelentősebb részt foglal el a modern gyártástechnológiákban.

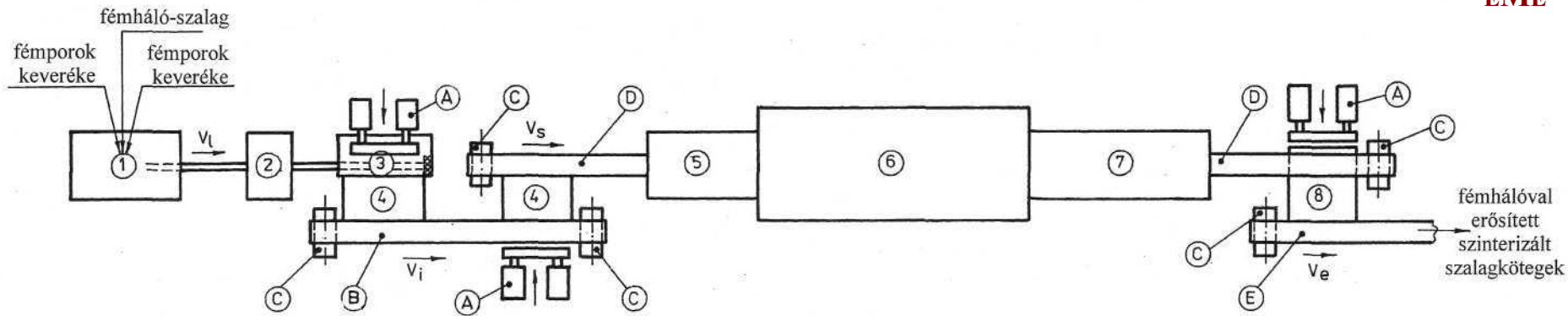
A hideghengerlés elsődleges célja egy folytonos, állandó vastagságú és sűrűségű nyerszalag gyártása.

A fémhálóval erősített szalagokat hengerlő, modern berendezés működési elvét a 2. ábra mutatja be.



2. ábra A fémhálóval erősített szalagokat hengerlő modern berendezés működési elve [2]

A fémporokat, illetve a fémpor keverékeket a kontérekből (1) a homogenizáló berendezésen (2) keresztül szállítószalagok (3) segítségével juttatják a hengermű központi tárolójába (4). Az M_1 és M_2 - es szervomotorok az adagoló tölcserbe (7) befolyó fémpor-mennyiséget, menet közben is szabályozhatják. A fémhálószalag a tároló dobról (5) az előtoló hengerpáron (6) keresztül jut be a hengermű komplex adagoló berendezésébe (8). Az M_3 szervomotor az adagoló berendezés működési paramétereit, az M_4 pedig a munkahengerek (9) közötti távolságot szabályozza. Az irányító dob (10) a nyers szalagot a vastagság - (11), illetve a sűrűségmérő berendezés (12) felé tereli. A mért eredmények figyelembevételével, a központi számítógép folyamatosan szabályozza a szervomotorok segítségével a



3. ábra Többretegű porózus fémszalagokat gyártó automatizált berendezés működési vázlatja [2]

Jelmagyarázat

1. Nyerszalag-hengermű;
2. Vágóberendezés;
3. A szalagkötegeket összeállító berendezés ;
4. A párhuzamos kötegek elrendező asztala ;
5. Szinter-alagútkemence - előmelegítő zóna ;
6. Szinter-alagútkemence - szinterező zóna;
7. Szinter-alagútkemence - hűtő zóna ;
8. Űrítő berendezés;

- A. Pneumatikus tolóberendezés;
- B. Közbenső szállítószalag;
- C. Szállítószalag-dob ;
- D. Az alagútkemence szállítószalagja ;
- E. A kötegeket elszállító szalag;

- v_l - hengerlési sebesség;
 v_i - a közbenső szállítószalag sebessége ;
 v_s - a kemence szállítószalagjának a sebessége ;
 v_e - az elszállító szalag sebessége.

A hengerlési sebesség és a kemence szállítószalagjának a sebessége között az alábbi összefüggés érvényes:

$$v_s \cong \frac{v_l}{m \cdot s} ,$$

ahol

- m -a köteget alkotó szalagok száma;
 s - a párhuzamos kötegek száma .

hengerlés főbb paramétereit. A vágóberendezés (13) előre beállított hosszúságú darabokra vágja a szalagot. Ezek a szalagdarabok egymásra hullanak és egy tárolóban (15) gyűlnek össze. Az így kialakult kötegek, a szinterkemencéhez szállítószalagon jutnak el.

A fémporhengerlés a porkohászati termékek gyártásának egy folyamatos művelete, ezért könnyen automatizálható. Ez nemcsak gazdasági szempontból jelentős, mivel ezáltal megnő a termelékenység, hanem a hengerelt félkésztermékek minőségének a garantálása szempontjából is fontos.

A 3. ábra a többrétegű porózus fémszalagokat gyártó automatizált berendezés működési vázlatát ismerteti [2]. Annak ellenére, hogy a hengerlési sebesség és a szinter-alagútkemence szállítószalagjának a sebessége között nagyságrendi különbségek vannak és ezek, a párhuzamos kötegek, valamint a köteget alkotó szalagok számával áthidalhatóvá válnak. A bemutatott berendezés, minimális ráfordítási költségek mellett, konkrét termékek vagy termékcsaládok gyártására, a kolozsvári Sinterom üzemben is megvalósítható, és ipari felhasználásra is alkalmazható.

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Érdeemes kihangsúlyozni, hogy bizonyos esetekben a fémporok hengerlésével könnyebben és olcsóbban állíthatunk elő vékony és igen vékony szalagokat és lemezeket. Különös jelentőséggel bír a speciális összetételű és egyedi tulajdonságokkal rendelkező szalagok fémporokból történő gyártása, amelyeket klasszikus kohászati eljárásokkal nem gazdaságos legyártani.

Ezen többrétegű, fémhálóval erősített szalagoknak a felhasználási területei közül a következőket említjük itt meg: porózus lemezek nagyteljesítményű akkumulátorelektrodákhoz; acélszalagokra hengerelt és szinterizált önkenő porózus fémréteggel ellátott, bimetáll szalagok siklócsapágyak gyártásához; fémhálóval erősített, hengerelt fémporkeverékekből, vagy más sűrűlódó anyagokból álló szalagok fékek és kuplungtárcsák gyártásához.

SZAKIRODALOM

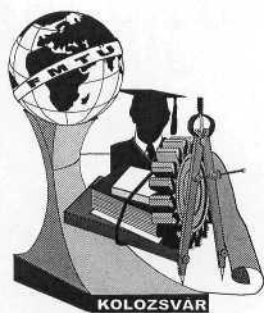
[1] KRAUS, P., LEIMBACH, M., MÜLLER, R., WATZEK, H.: *Entwicklung der Eisenpulvermetallurgie in der DDR - Grundlage für die Anwendung von Sinterformteilen in der metallverarbeitenden Industrie als Kriterium für deren Effektivitätserhöhung*, Leipzig, Neue Hütte, 33. Jahrgang, Februar 1988, p. 41-44.

[2] PREZENSKY, I.: *Contributii la teoria si practica laminarii pulberilor metalice si a fabricarii benzilor poroase armate*, Teza de doctorat, Cluj-Napoca, 2000, 152 p.

Dr. Prezensky István, okleveles gépészmérnök

CARGOTRANS ROMÁNIA K.F.T., Kolozsvár, Motiilor u. 1 / 31

tel/fax. 064- 191729



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

KOMISSIÓZÁSI TELJESÍTŐKÉPESSÉGET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK AUTOMATIZÁLT MAGASRAKTÁRAK ESETÉN

Barna Lajos

Summary

We can form a notion of the correct functioning of a commission system by examining its effectiveness, measuring its level of performance. To create the optimum functioning of the given system we have to know the factors, which basically define and influence the functioning. To examine these factors beside learning them we have to make them exact and measurable, i.e. mathematically definable. The joint influence of factors interacting with each other in a complex way determines what kind of commission system we should choose. As a result, the examining of the characteristics of the task must always precede the choice of the Commission system.

Bevezetés

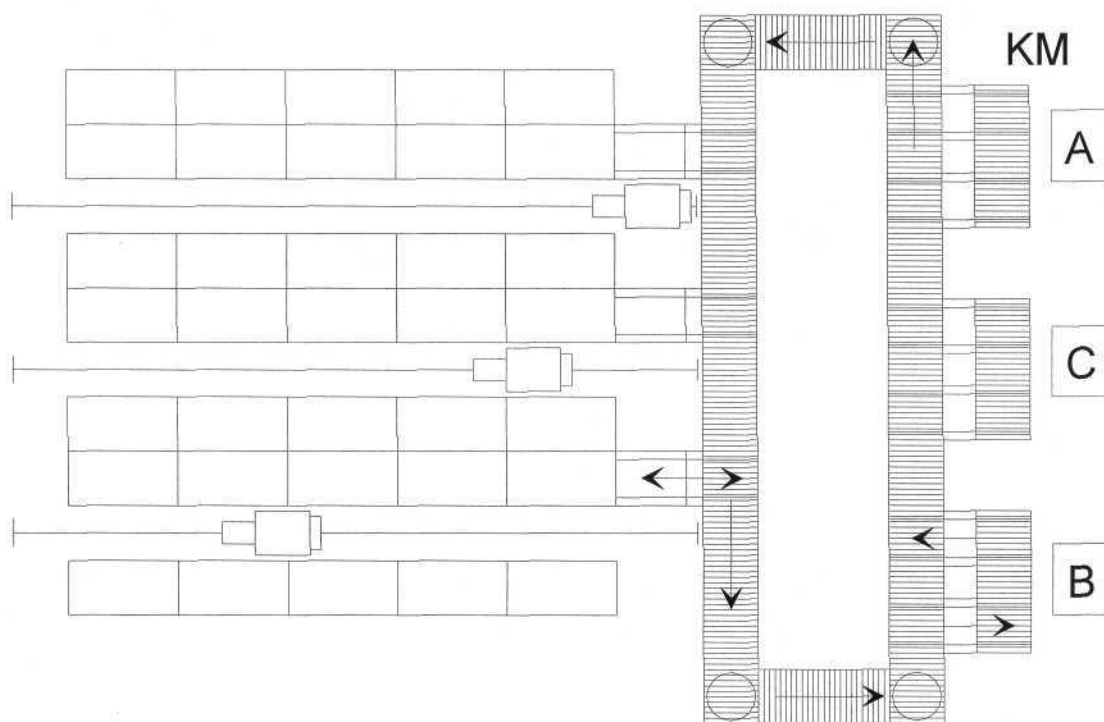
Egy automatizált magasraktári kommissiózó rendszer helyes működéséről képet kaphatunk hatékonyságának vizsgálatával, teljesítőképeségének mérésével. Az adott rendszer optimális működésének kialakításához ismernünk kell a rendszer működését alapvetően meghatározó, befolyásoló tényezőket, vizsgálatukhoz, megismerésükön túlmenően egzakttá és mérhetővé, matematikailag leírhatóvá kell tennünk őket. Ezen tényezők meghatározásakor első lépésben meg kell határoznunk a rendszer azon típusváltozatait, melyekben ezen tényezők értelmezése, jelentése eltérő, kommissiózási szempontból különböző rendszernek tekinthetők. Ilyen integrált tároló-kommissiózó rendszerek esetén típusváltozatok képzése az alábbi jellemzők szerint történhet:

1. Meghatározó raktári anyagáramlási irány:

- átmenő raktár, a be- és kitárolás a raktár két ellentétes oldalán történik,
- fej elrendezésű raktár, a be- és kitárolás egy oldalon történik (azonos vagy külön szinten).

2. Kommissiózás helyének megválasztása:

- állványok közötti komissiózás,
 - állványon kívüli komissiózás (elkülönülő komissiótér).
3. A komissiózás szervezési megoldásai:
- megrendelésenkénti soros, egylépcsős feldolgozás,
 - megrendelésenkénti párhuzamos (elkülönülő tárolási zónák szerinti) feldolgozás,
 - árunkénti párhuzamos feldolgozás.
4. A komissiózás közben a komissiózó hely(ek)en milyen komissiók (fajta) készülnek:
- egyféle (de több) komissió készül,
 - többféle komissió készül.
5. Komissiózási feladat elvégzése után az egység rakomány (ER) kezelési lehetőségei:
- az egység rakomány vissza a komissiózó térbe (puffertároló szükséges),
 - az ER vissza a raktárba,
 - az ER üres eszköze ki.



1. ábra Fej elrendezésű raktár, állványon kívüli komissiózás, a komissiózó munkahelyeken (KM) eltérő tip. komissiók képzése

A komissiózási teljesítmény értelmezése

A komissiózási teljesítmény (Q_k) az időegység alatt képzett komissiók számával [db/óra] határozható meg. A komissiózási teljesítőképesség értelmezéséből adódik, hogy az átlagos komissiózási idő (T_k):

d, A komissiózási munkaciklusok követési sorrendje (c), megadja, hogy a komissiózási (K) és a ki- és betárolási (T) műveletek milyen ütem szerint követik egymást. A komissiózás végzésének helyétől függetlenül képezhető stratégiai változatok:

- Azonos követő munkaciklusok: $T \Rightarrow T$ és $K \Rightarrow K$,
- Eltérő követő munkaciklusok: $T \Rightarrow K$ és $K \Rightarrow T$.

e, Alkalmazott stratégiák

Kitárolásnál:

- honnan történjen a kiszállítás
 - melyik folyosó,
 - melyik rekesz;
- milyen ER kerüljön kitárolásra
 - egész rakomány,
 - tört (nem teljes) rakomány.

Komissiózásnál:

- áruk felkeresése
 - milyen sorrendben (célfüggvénye lehet a legrövidebb út vagy minimális gyűjtési időelérése),
 - melyik rekeszből;
- áruk kezelése
 - mikor történjen visszatárolás,
 - hová tárolják vissza (folyosó, rekesz),
 - milyen sorrendben (célfüggvénye lehet a legrövidebb út vagy minimális gyűjtési időelérése).

A stratégiai változatok jellemzésére szolgáló paraméter: U . A fentiek alapján meghatározható hogy a komissiózási teljesítmény:

$$Q_k = Q_k(a, K_g, S, c, U)$$

Irodalom

- [1] Logisztika II. Szerkesztette: Dr. Prezenszki József. Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 1999.
 [2] Dr. Tarnai Júlia: Magasraktári folyamatok tervezése Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.

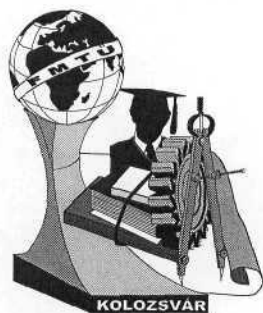
Barna Lajos

Procont Holding Üzleti Tanácsadó Rt.

H-1113 Budapest, Bocskai út 77-79.

Tel.: 36 1 372 70 50, Fax: 36 1 372 70 51

E-mail: l.barna@procont.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

LOGISZTIKAI ÁTFUTÁSI IDŐ CSÖKKENTÉSE

Pétermann Szabolcs Péter

1. Bevezetés

Az egyre szélesedő globális piacon a legtöbb vállalat viszonylag hasonló gépekkel, technológiákkal és gyakorlattal vesz részt a versenyben. A teljes átfutási idő csökkentésének stratégiája a következetes üzleti stratégia sarokkövévé válik, így hatékony kezelése mind a gyártási, mind a gyártáshoz szükséges logisztikai tevékenységek esetén maximalizálhatják a versenyelőnyöket. Az ipari tapasztalatok is azt mutatják, hogy az átfutási idő csökkentése az üzletvitelt versenyképesebb helyzetbe hozza, amely azt jelenti, hogy a csökkentésére irányuló törekvések - pl.: a modellek szimulációs vizsgálata alapján - az ellátási lánc tökélesedéséhez vezethet. Az 1. Táblázat az átfutási idő csökkentésének négy különböző stratégiáját foglalja össze (Towill, 1996.)

Alkalmazott módszer	Tervezési folyamat
Kizárás	Folyamatelemek kikapcsolása
Tömörítés	Időigényes folyamatok kikapcsolása
Összevonás	Az egymás után következő folyamatok közötti kapcsolódási felületek újjászervezése
Versenyeztetés	Folyamatok párhuzamos működtetése

1. táblázat

Átfutási idő csökkentésének stratégiái.

Végrehajtási szinten az átfutási idő csökkentési az egyes ipari, üzemi, gyártási folyamatok újraszervezésében, valamint az információs technika átalakításában rejlenek. (2. táblázat.)

Stratégia	Végrehajtási mód	Példa
Ipari folyamatok korszerűsítése	Az átfutási idő csökkentése Anyagmozgatási módszerek	Szerszámcsere lerövidítése Egységakománnyok, konvektorok
Gyártási folyamatok korszerűsítése	Részfolyamatok összevonása Részfolyamatok sorbarendeze	Két részfolyamat egyesítése Határidő-tervezés
Információs technológia korszerűsítése	Gyorsabb és pontosabb adatnyerés Elektronikus adatcsere (EDI) alkalmazása	Vonalkódok alkalmazása A rendelések elektronikus továbbítása, illetve átvitt adattartalom újratervezése
Végrehajtás korszerűsítés	Kanban-eljárás JIT-elvű ellátás Osztott információ lekérdezés	A pillanatnyi rendelések által szabályozott gyártás Nagyobb gyakoriságú és kisebb szállítási tételnagyaságok A szolgáltatási színvonal növelése az előrejelzések hibáinak csökkentésével

2. táblázat

Az átfutási idő csökkentésének lehetőségei az ellátási láncban.

2. Átfutási idők számítása hálótervezési módszerrel

A hálótervek a folyamatok olyan modelljei, amelyekben az előirányzott műveletek logikai és technológiai összefüggéseit háló formájában érzékeltetjük. A háló modell és a matematikai mátrix modell felhasználható olyan bonyolult műszaki megoldások tervezésére, amelyben egymáshoz kapcsolódó munkafolyamatok tömegét kell időbelileg egyeztetni, összehangolni.

A háló modellek minden olyan formatervezés esetén jól használhatók, amelyek során sok művelet időbeli és térbeli egyeztetését kell megoldani, vagy ahol olyan paraméterek optimum kritériumát kell megoldani, amelyek valamilyen módon összefüggésbe hozhatók a végrehajtási idővel.

A hálótervezés módszerei lényegüket tekintve két csoportba sorolhatók:

- határozott paraméterekkel operáló eljárások (determinisztikus modell, pl.: CPM)
- határozatlan paraméterekkel operáló eljárások (sztohasztikus modell, pl.: PERT)

2.1 A CPM módszer

A CPM (Critical Path Method, Kritikus út módszere) modellezi a folyamatot azáltal, hogy tisztázza a kapcsolatot az egyes tevékenységek között és ezt diagramon ábrázolja. A folyamat minden egyes eseményéhez több idő-adat tartozik. A legkorábbi esemény-idő az a legkorábbi időpont, amikor az adott esemény végbemehet, vagyis amikor már minden őt megelőző tevékenység befejeződött. A legkésőbbi esemény-idő pedig az az időpont, amikor az adott esemény végbemehet anélkül, hogy a folyamat végső határideje eltolódna. A különbség a következő esemény-ideje között az ún. „idő ablak”, amelyen belül az eseménynek vége kell lennie. Az adott esemény időtartama és az „idő-ablak” közti különbség az adott esemény időtartaléka. Az időtartalék rugalmasságot biztosít ahhoz, hogy megváltoztassuk a tevékenységek ütemezését a folyamat különböző részeiben, ha ez szükséges. A módszer pontosan ismert idő-, költség-, energianormákra épül és eredményei is determinisztikus jellegűek.

2.2 A PERT módszer

A PERT (Program, Evaluation and Review Technique, Program kiértékelési és felülvizsgálati technika), eltérően a determinisztikus adatokkal dolgozó CPM módszertől, sztochasztikus adatokat használ. Egy PERT hálózatban mindegyik eseményhez három becsült időtartam tartozik: egy optimista, egy legvalószínűbb és egy pesszimista becslés. Ezen túl meghatározhatjuk az egyes események átlagos időtartamát és az átlagtól való eltérését is.

A hálózat bármely útvonalának idő-elosztása tartalmaz egy átlagot, amely az adott útvonalat felépítő események átlag-időinek összege. És egy eltérést, amely az egyes események eltéréseinek összege. Így vizsgálható a hálózat mindegyik útvonalának „kockázata”, valamint a szükséges időtartamok.

3. Szimulációs modell az átfutási idő tervezésében

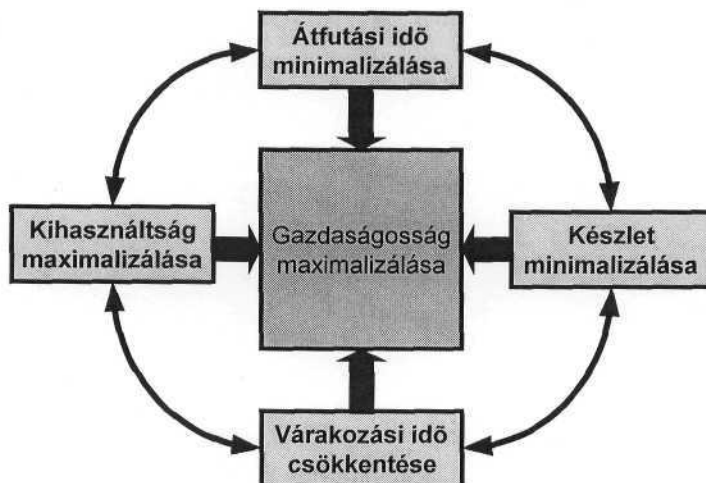
A logisztikai rendszerek optimális működéséhez a rendszerben lévő elemek összehangolt működését kell megvalósítani. Ehhez az egyik legfontosabb és legösszetettebb feladat a térbeli elrendezésük, kapcsolatuk és működési paramétereik meghatározása úgy, hogy a teljes rendszer valamilyen célfüggvényében meghatározott kritérium szerinti összhang megvalósuljon.

A logisztikai feladatok általában nem lineáris sztochasztikus típusúak. Vizsgálatukat megnehezíti, hogy paramétereik csak statisztikai eszközökkel határozhatók meg. A logisztikai rendszerekben található elemek nagy száma, kapcsolódásuk összetettsége és a rendszer sokrétű belső kapcsolatai legtöbbször nem teszik lehetővé az elemek számának és működési paramétereinek egzakt, analitikai eszközökkel való meghatározását.

Mérési eredmények alapján történő paraméter meghatározás helyett egyre nagyobb szerepet kapnak azok a szimulációs programok, amelyek valós folyamatok viselkedésének imitálására alkalmasak. E problémák megoldásának hatékony eszközének bizonyul a gyakorlatban is egyre szélesebb körben terjedő szimulációs technika.

A szimulációs eljárás hatékonyságát jelentősen növelik a szimulációs szoftverek, melyeknél a rendszer matematikai modell felépítése leegyszerűsödik, segíti a felhasználót a minél pontosabb és ezzel

eredményesebb rendszertervezésben vagy rendszerátalakításban előre meghatározott célfüggvények figyelembevételével. (1. ábra)



1. ábra
Szimulációs célfüggvények

Az eddig elért szimulációs eredmények azt mutatják, hogy az átfutási idő csökkentésében rejlő főbb tényezők csak akkor juttathatók érvényre, ha az anyagáramlási és információáramlási csatornákat összefonódva, együtt kezelik.

4. Összefoglalás

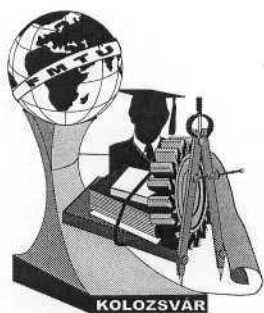
A folyamatokban jelentkező nemkívánatos túlfutások leszabályozása csakis gyors, egységes vállalati információs rendszerrel lehetséges. Az információs folyamatokból származó előnyök csak akkor juthatnak felszínre, ha az információkat a teljes ellátási lánc minden tagján végigáramoltatják. A fogyasztói igényekre való gyors és szabályozott válaszokkal jelentős versenyelőnyök szerezhetők a konkurenciával szemben.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Prezenszki József: Logisztika II, Budapest, Logisztikai Fejlesztési központ, 1999. 53-60. old.
- [2] Heteyi József: Vállalatirányítási információs rendszerek. Budapest, Computerbooks, 1999, 50-51. old.
- [3] Pétermann Szabolcs Péter: Anyagáramlási rendszerek szimulációs vizsgálata, Miskolc, Bay-LOGI, 13-20. old.

Pétermann Szabolcs / tudományos munkatárs

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet
H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2., Tel.: 36 46 560134; Fax: 36 46 369438
E-mail: petermann@bzlogi.hu



Kolozsvár, 2001. március 23-24.

ELHASZNÁLT GÉPKOCSIRONCSOK SZAKSZERŰ SOROZAT SZÉTSZERELÉSE ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁSA

Varga András doktorandus

Konzulens: Dr. Gyenge Csaba tszv. egy. tanár

Abstract

Current trends in environmental protection legislation indicate that manufacturers will soon be responsible for recovering products at the end of their useful life. In Germany, the Electronic Waste Ordinance, which mandates that electronic procedures "take back" and recycle used products, will come law in 1995. Diminishing natural resources, limited landfill space, and problems with hazardous waste disposal have increased the environmental awareness of consumers. Consequently, manufactures are under pressure to create products that are easy to dismantle and recycle, while maintaining product quality and performance.

Design for disassembly involves developing products that are easy to take apart and thus facilitate recycling and removal of hazardous materials. Research activity related to DFD has increased dramatically in recent years. In anticipation of "take back" legislation, manufacturers in Europe have researched ways to make products easier to disassembly since the middle of 1980's. Early investigations in this area, primarily by BMW, were limited to pilot projects but yielded general guidelines about design for recyclability.

1. Bevezetés

Ismeretes az egész világon gyártott gépkocsik száma évente nő. 1950-ben több mint 8 millió személygépkocsi volt gyártva, 1970-ben 22 millió, 1990-ben több mint 36 millió, 1997-ben összesen 40 millió. Napjainkban sokkal nagyobb lett az évente gyártott és forgalomba kerülő személygépkocsik száma. Az Európai Unióban évente csaknem egy millió gépkocsi kerül forgalomba. Ezek átlag hasznos életkora országtól függően változik, Romániában több mint 15 év, a nyugat európai fejlett országokban és az AEÁ-ban 7.5 év, Japánban pedig 5.4 év. A fejlett ipari országokban 8 évnél idősebb használt gépkocsikat még cserealkatrésznek sem használják fel. Ezeket meg kell semmisíteni és újrahasználni mint nyersanyagot. Európában, 1980-ban 6 millió gépkocsi volt újrahasznosítva, 1990-ben 10

millió, 2000-ben pedig több mint 12 millió. Németországban például 1990-ben, 2 millió gépkocsi volt újrahasznosítva.

Országunkban kb. 2,75 millió gépkocsi van forgalomban. Ebből évente 50-60.000 gépkocsit vonnak ki a forgalomból. Mivel országunkban is a forgalomba kerülő gépkocsik száma nő, ezzel együtt az elhasznált gépkocsik száma is növekvőben van. E nagyszámú gépkocsironcs tárolása, szétbontása és újrahasznosítása egy komoly műszaki és gazdasági feladat.

Mindegyik gépkocsi roncs több mint 700 kg vasat tartalmaz amit újra lehet hasznosítani és felhasználni mint nyersanyagot. A megsemmisítés után a megmaradt anyagok, a hulladékok (kb. 300 kg minden gépkocsiból). Ez az anyagkeverék, gumi, műanyag, textil, üveg, festék darabokat tartalmaz megtelve vassal, gépolajjal, zsiradékkal és szeméttel. Ezek a hulladékok nehezen feldolgozhatók és nagyon veszélyesek. Mindezeket el kell kerülnünk.

Dolgozatom keretében, kiindulva a már nyugaton működő ilyen célú szétbontóvonal bemutatásával és folytatva ez irányú saját kutatásaink felvázolásával, többek között felszeretném hívni úgy a gazdasági mint műszaki szakemberek figyelmét ennek a nagyon időszerű gondnak a fontosságára.

2. Nagysorozatú szétszerelés a CRS rendszerrel

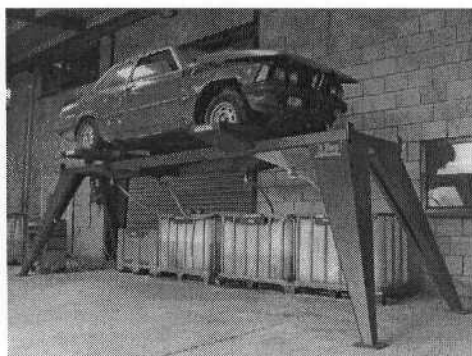
Hasznos és alapos előkészítés alapján Európában 1989-ben helyezték üzembe a CRS (Car Recycling System) szétbontó vonalakat az elhasznált gépkocsironcsok szétszerelésére és az újrahasznosítható anyagok elkülönítése és feldolgozása céljából. 1991 óta már ilyen típusú vonalak terjes kapacitással dolgoznak Hollandiában, Belgiumban, Németországban, Franciaországban és természetesen az Egyesült Államokban.

Az a tény, hogy az első sorozatszétszerelő vonalak beindulására majdnem 100 évvel később került sor mint a gyártás, igen elgondolkodtató, de ugyanakkor annak a jele, hogy már elviselhetetlenné vált a környezet részére az a rengeteg gépkocsironcs.

2.1 A CRS szétbontó vonal működése

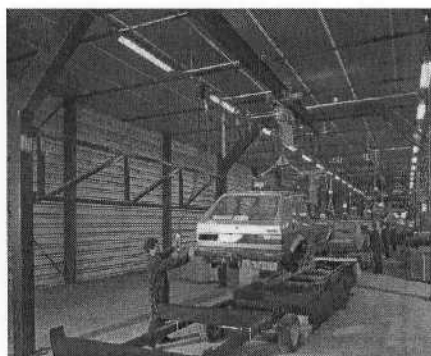
Mint a következőkben láthatjuk, a rendszer szétszerelési műveletei hat főmunkahelyen és négy pótmunkahelyen, (amelyek a váratlan feladatokról gondoskodik), valósulnak meg.

I. Művelet: Az első munkahelyen (1 ábra), a különböző folyadék maradókat (akkumulátorsav, gázolaj, stb.) környezetbarát tartályokba helyezik. Továbbá a légpárna és légkondicionáló berendezés lesz eltávolítva a gépkocsiromból. Valamennyi segédművelet a munkahely keretében, balesetmentes és ergonómikus célszerszámokkal valósul meg.



1 ábra.

A folyadék maradékok eltávolítása.



2 ábra

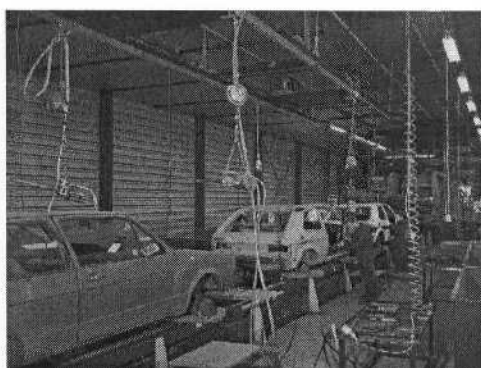
A gépkocsironc felrakása a szállítószalagra

II. Művelet: A folyadékmentesített roncs felrakása a szállító szalagra (2 ábra)

A felrakás megfelelő automatikus emelőszerkezettel történik és a roncsot mozgásgátló szerkezettel lerögzítik.

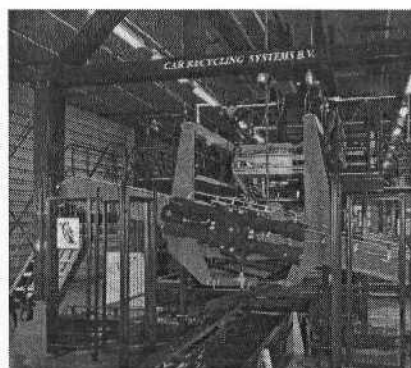
III. Műveletcsoport: a karosszéria elemek szétszerelése (3 ábra)

Megfelelő célszerszámokkal az elemeket a következő sorrendben szerelik szét: ablakok, ajtók, kerekek, székek, motorházfedél, lámpák, sárhányók, ütközők, stb. Valamennyi szétszerelt egységet megfelelő tárolóba tesszük.



3 ábra.

A karosszéria elemek egymás utáni szétszerelése



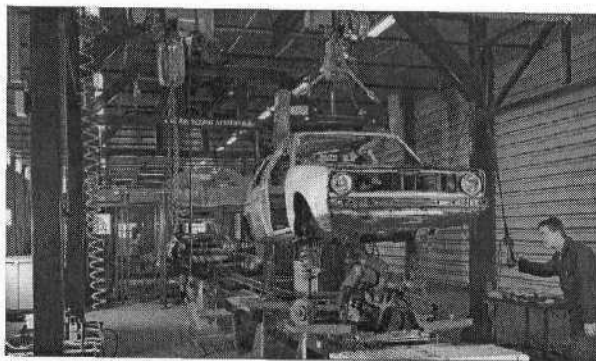
4 ábra.

A motor és a kapcsolószekrény eltávolítása

IV. Műveletcsoport: A motor és a kapcsolószekrény eltávolítása. A harmadik műveletcsoport után hátramaradt gépkocsironcsot 180 fokkal megforgatjuk (4 ábra).

A munkások mozgó emelvényeken dolgoznak, amelyek a roncs mindkét oldalán egymástól függetlenül mozoghatnak függőleges irányban is. Így az operator megfelelő magasságban helyezkedik el és így könnyen eltávolíthatja a motort és a kapcsolószelekrényt tartó csavarokat. Ezek után a kocsi vissza lesz fordítva eredeti állásába.

V. Műveletcsoport: végső szétszerelés



A visszafordított kocsit megemeljük és kiszedhetjük a motort és a kapcsolószelekrényt. Ebben a műveletben a hátramaradt fémelemek is kerülnek eltávolításra (5 ábra), Így sor kerül a rúgok, kormánymű lengőkarok, kipufogócső, eltávolítására.

5 ábra. Végső szétszerelés

Ugyanakkor most kerül sor a többi főleg nem fémalapú elemek eltávolítására (villamosrendszer, kábelek, radiátorok, bizonyos tartályok, stb.) Az utolsó munkahelynél minden elmaradt más alkatrész van eltávolítva, beleértve az áramellátási kábeleket, radiátort (hűtő), ablakmosó szer tartálya stb.

A művelet végén az ellenőr átvizsgálja a szétszerelés helyességét. Az végeredmény egy üres kocsiváz kell legyen.

VI. Művelet: A leszerelt alkatrészek, anyagok megfelelő tárolása. Az összes leszerelt



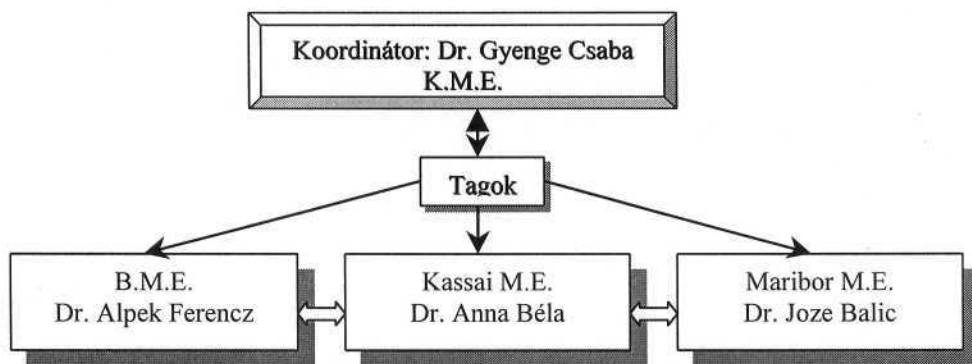
alkatrészek külön vannak elraktározva a szalag hosszán. Az így rendszerezett és raktározott fém elemek, vagy össze lesznek préselve, vagy közvetlenül kerülnek a kohókba mint ócskavas. A műanyag és gumielemek felvágódnak és bizonyos másodrendeltetést kapnak (például útburkolatokba, rugalmas téglákba, stb.) Nagyjából a vonalon áthaladt roncsokból semmi sem kell

6 ábra. A részegységek rendszeres elraktározása

hátramaradjon a környezetben, és így lehet biztosítani a környezetbarát termékfejlesztést.

3. CEEPUS hálózat a környezetbarát termékek és technológiáinak kidolgozása céljából

Abból kiindulva, hogy napjainkban a műszaki értelmiség egyik legfontosabb feladata a környezetvédelem, a Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártás technológia tagozata, a környező országok hasonló tanszékeivel közösen, már 1998-ban felépített egy célhálózatot ennek érdekében (7 ábra).



7 ábra. CEEPUS RO - 01 hálózat vázlata

A beadott pályázatot, már három évvel ezelőtt jóváhagyta a Bécsben székelő nemzetközi bizottság, és ennek köszönhetően egy hasznos együttműködés indult be kitűzött célterületekre. Így doktorandusi tevékenység mint diplomamunkák keretében eredményes kutatások folynak a következő irányokba:

- Környezetbarát technológiák kifejlesztése
- A termékek újrahasznosításának elemzése a DFE szoftverrel
- Gépkocsironcsok szétszerelése és újrahasznosítása.

Öröndetes, hogy a pályázat adott lehetőségeiket kihasználva, úgy a fiatal kutatók mint az oktatók is utazhatnak a partnerekhez előadás meghallgatása illetve megtartása érdekében.

Összefoglaló

A Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártás technológia karán folytatott kutatások a környezetvédelem irányában megfelelőképpen beilleszkednek a hazai és a környező országok ezirányú célkitűzéseibe és a kialakított alapos együttműködési lehetőség lényegesen hozzájárul a kutatások összehangolásához. Egyik célkitűzésünk a bemutatott

gépkocsironccszétbontó vonalhoz hasonló szétszerelő vonalak kifejlesztése és beindítása úgy Romániában mint a környező országokban.

Irodalomjegyzék

- [1] GYENGE, CS., OLIMPIA ROS, L. PETHO, DOMNITA FRATILA.: International cooperation in environmental training through the CEEPUS network. Miskolc, mai, 1999.
- [2] BADIDA, M. -VARGOVA, J. - PAULIKOVA, A. : Systems of used vehicles disposal. Sjf TU, Vienala, Kosice, 2000.
- [3] OLIMPIA ROS, GYENGE, CS., L. PETHO, DOMNITA FRATILA.: Analysis of the ecological impact of the products in the diassassembly phase, using the DFE program. ICIT'99, 2nd International Conference Industrial Tools. Maribor, Rogaska Slatina, Slovenia, April 18-22, 1999. Conference Proceedings- ISBN 961-90401-4-7.
- [4] ROS, O., GYENGE CS., FRÁTILA D., PETHO, L.: Analysis of the ecological impact of the products in the disassembly phase, using the DFE program. ICIT' 99, 2nd International Conference on Industrial Tools, 18th-22nd April, 1999, Maribor Slovenia.
- [5] GYENGE, CS., PETHO, L., FRÁTILÁ, D.: Design Optimisation of a car-assembly using the DFA method. 2nd International Conference on Industrial Tools, 18th-22nd April, 1999, Maribor Slovenia.
- [6] GYENGE, CS., VUSCAN, L, CAREAN, A.: Characteristic ecological aspects of the Romanian machine building. ETH Symposium Zürich, sept. 1997, 10 pp.

Varga András doktorandus

Konzulens: **Dr. Gyenge Csaba** tszv. egy. tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépgyártás Technológia tanszék

B-dul Muncii 103-105, RO-3400 Cluj-Napoca

Tel. (+40) 94 77 12 68, e-mail: bandy_vos@personal.ro



A "DATA BYPASS" KOMMUNIKÁCIÓS ESZKÖZ

Hegedűs Péter, Jakab Sándor

Abstract

The Germán Company IEM produces medical instrumentation. For monitoring the patients every device has a serial port. The problem is that a standard PC has only two serial ports, and the mouse occupies one. This means that the doctor has to move the cables between computer and devices.

This gives the idea to develop an external device, which connect n instruments to the PC.

1. A "Data Bypass" kommunikációs rendszer rendeltetése

A háziorvosi gyakorlatban sok intelligens műszer terjedt el melyek számítógéphez kötve adatokat szolgáltatnak különböző szoftvereknek, melyek megkönnyítik az orvosok dolgát a helyes diagnózis felállításában.

Ezek az egyszerű eszközök az adatáramlást soros porton végzik. Egy PC típusú számítógépnek két soros portja van (standard felépítésben), melyből egy általában el van foglalva az egér által. Ezért az orvos a különböző eszközöket cserélgetni kénytelen a fennmaradt üres soros csatornán, esetleg kommunikációs paramétereket is kell beállítson - ez semmiképpen nem az orvos feladata.

Az németországi IEM orvosi eszközöket gyártó vállalat az orvosok hardver és szoftver beavatkozását kiküszöbölő eszközt óhajtott gyártani. Ebből az ötletből született meg a "**Data Bypass**" kommunikációs eszköz. Ez az eszköz n darab virtuális soros csatornát biztosít a felhasználónak.

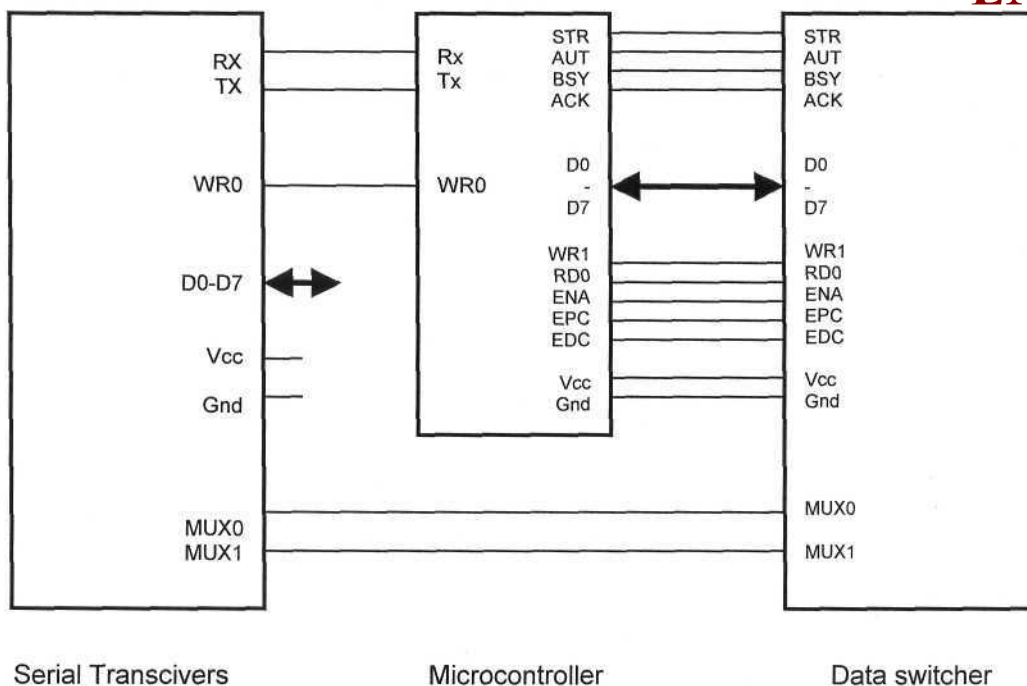
A hardware specifikációban fontos tényező volt hogy az egység külső eszköz legyen mivel a már meglévő számítógépeket nem szabad kibontani. A tápellátást a számítógéptől kapja, és a számítógép összes funkciója változatlan maradjon.

A szoftver specifikációban szükségeltetett egy függvény gyűjtemény (DLL) mely biztosítja a cég programjainak a működését a hardware egységen keresztül.

2. A hardware felépítés

A megoldás egy mikrokontrolleres rendszer építése mely rácsatlakozik a párhuzamos portra, melynek teljes áttetszőségeit biztosít, és n soros portot szimulál.

A rendszer felépítését a következő ábra szemlélteti



A "Data swicher" biztosítja a párhuzamos port áttetszőségét, vagyis a számítógép párhuzamos portját a nyomtató illetve a virtuális soros portok felé irányítja.

A „microcontroller” egység egy 80C32 típusú mikrokontroller köré épített intelligens vezérlő mely irányítja a kapcsoló egységet, fogadja, feldolgozza az adatot és továbbítja a soros vezérlők felé

A „serial Transcivers” soros illesztő egységek melyek biztosítják az RS232 protokoll által kért jelszinteket.

3. A kommunikáció felépítése

Minden 5 századmásodpercben a „Data Bypass” (DB) egység teszti az ACK és STR jeleket, ezzel ellenőrzi, hogy a nyomtató felé érkeznek-e adatok. Ha 1 másodpercig nincs alacsony szintű jel a fenn említett vezérlőjeleken akkor az LPT port szabad és a DB kezdeményez egy saját típusú tranzakciót. A DB magasra állítja a ENA vezérlőjelet, ezáltal a DB átveszi a párhuzamos port vezérlését. A következő lépésben a BSY jelet húzza magasra, ezáltal jelzi a Windows Print Manager-nek hogy a port foglalt és ne kezdeményezzen nyomtatási ciklust.

A STR jel alacsony szintre állításával és a status vonalakra küldött 0x05 kóddal jelzi a PC futó programnak (beépített DB függvények) hogy az egység kész az adatcserére.

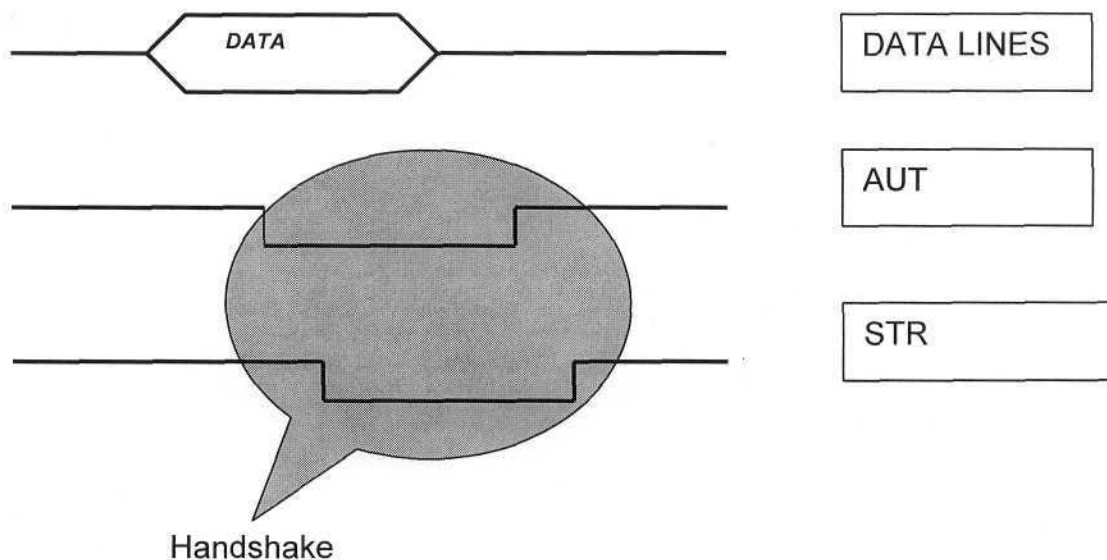
Ha a PC-n nincs adatkérés (nem fut adatfeldolgozó program) a DB 5 ms után automatikusan visszaállítja az eredeti állapotot.

Ha a PC futó program kommunikációs része adatcserét kezdeményez a port AUT jelet alacsony szintre állítja ezáltal jelzi, hogy következik az adatcsere. A DB visszaállítja a STR jelet és várja a PC-től az adatokat.

A PC a következő formátumú csomagot küldi:

0. byte:	header 0x55
1. byte	soros csatorna száma (1 ..n)
2. byte	baudrate (1-1200, 2-2400, 3-4800, 4-9600)
3. byte	a csomag hossza byteokban (n)
4..n+3 byte	adatok
n+4 byte	XOR alapú hibaellenrzés
n+5 byte	footer 0xAA

Egy byte küldése a következő handshakingel van megoldva:

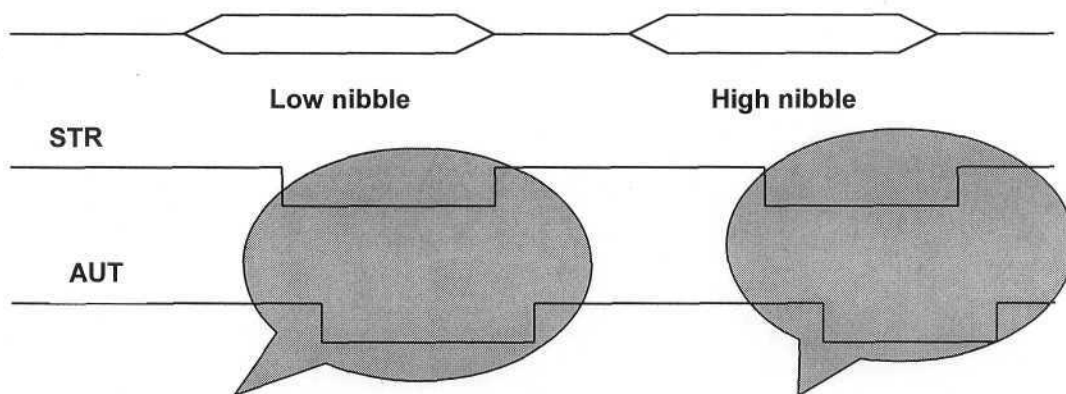


Az n+5 byte fogadása után az adatok egy bufferbe (TxBuffer) vannak eltárolva ahonnan az adott csatornán adott sebességgel eljutnak a fogadó orvosi eszközhöz.

Az orvosi eszköztől kapott adatokat a DB elraktározza egy fogadó bufferbe (RxBuffer) ahonnan az adatokat a következő formátumban küldi el a számítógépnek.

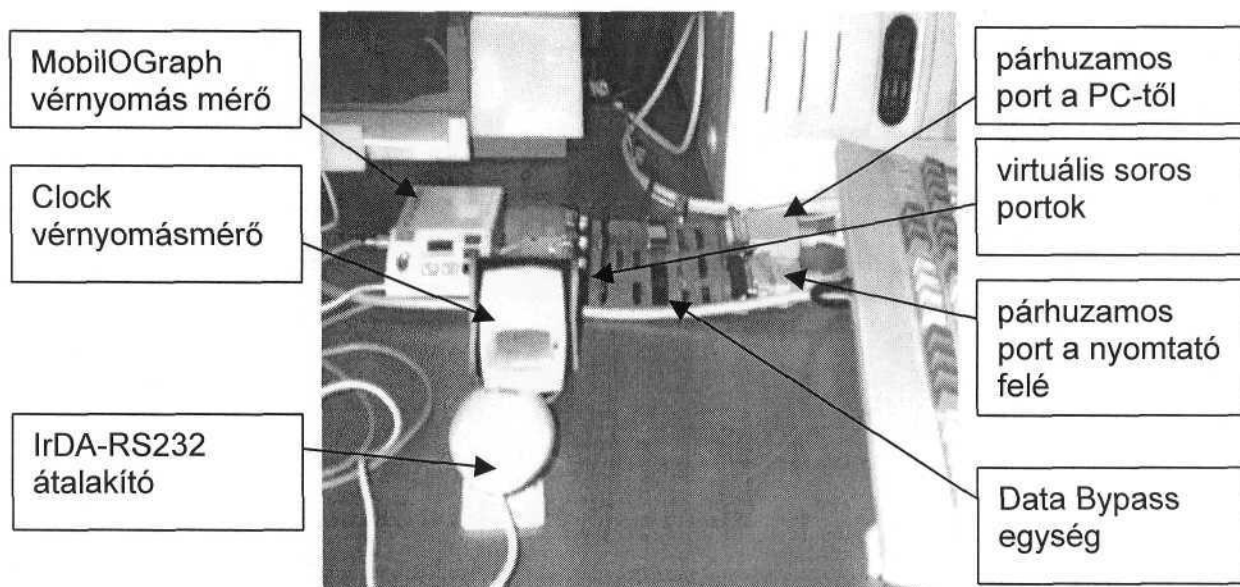
0. byte:	header 0x55
1. byte	a csomag hossza byteokban (n)
2..n+1 byte	adatok
n+2 byte	XOR alapú hibaellenrzés
n+3 byte	footer 0xAA

A teljes kompatibilitást szemelőt tartva a párhuzamos portot a SPP (Centronix) módban van kihasználva így az adatvonalak csak egyirányúak ezért az adatfogadásra a status port 4 vonala van használva. Ez okból egy byte küldése két félbyteból áll ami a megfelelő handshake jelekkel a következő képen néz ki.



4. Tesztelési eredmények

A rendszer a tesztpadon a következő képen volt felállítva (két IEM által gyártott vérnyomás mérővel)



A párhuzamos port áttetszőségét három különböző nyomtatóval volt kipróbálva (EPSON FX-1050, HP InkJet500C, HP Lasejet 5L).

5. Könyvészet

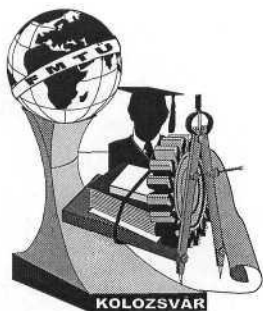
*** Intel 8051 Datasheet

*** Delphi 2 - Programmer guide

Ronald Dilsch - 8051 mikrokontroller család - Műszaki könyvkiadó 1994

Hegedűs Péter doktorandusz,
Gábor Dénes Főiskola, Kolozsvár
Rendszergazda, távoktatási tutor

Jakab Sándor doktorandusz,
Gábor Dénes Főiskola, Kolozsvár
Rendszergazda, távoktatási tutor



KÖSZÖRŰKORONG KOPÁS MÉRÉSE CCD KAMERÁVAL

Prof. Dr. Dudás Illés, Csapó Béla, Szentesi Attila

Abstract

For the moment be current CCD computer better and better by diverse sections of industrial companys. That use man for form- and position recognition of pieces of work, for classify, for quality control. In this article we detail the computer indispensable condition of application, the visual modulé and the mode of lighting. We introduce the CCD camera measurement of the wear of a grinding wheel from calibration till evaluation.

1. Képfeldolgozó rendszerek

Képfeldolgozó rendszer alatt olyan számítógépes rendszert értünk, amely képes vizuális információt feldolgozni és értelmezni. A vele szemben támasztott *legfontosabb követelmények: rugalmasság, programozhatóság, megfelelő információtárolás és megjelenítés.* Ezeknek a feltételeknek leginkább olyan mikroprocesszoros rendszer felel meg, amely alkalmas bemenetet biztosító kamerával, valós idejű digitalizálóval, párbeszédet lehetővé tevő megjelenítővel, a szükséges méretű háttértárolóval rendelkezik. Ezt kiegészíthetik még szokásos számítástechnikai perifériák, illetve speciális képfeldolgozó berendezések.

1.1 Alkalmazási területei

Az alkalmazási lehetőségek köre igen kiterjedt. Néhány *fontosabb feladatcsoport: számlázás, minőség-ellenőrzés, ezen belül tárgyak épségének, teljességének vizsgálata, szerkezetek geometriai és kinematikai jellemzőinek mérése, alkatrészek válogatása, terület- és távolságmérés, sebességmérés.* Mi speciálisan a spiroidcsiga köszörülésére használt korong kopásának mértékét vizsgáltuk CCD kamera segítségével.[5, 6]

1.2 Működési elv

A rendszer kamerája rögzíti a képet és tárolja a képtárolóban. Az operátorok kiválasztása után elvégzi az előfeldolgozást a rendszer, majd a tárgyizolálás következik küszöbértékek és kontúroperációk segítségével. Az objektumot leíró ismertető jegyek felhasználásával a rendszer olyan objektumot keres, melynél a lehető legtöbb ismertető jegy megegyezik. Ha a beprogramozott ismertető jegyeknek egy minimális számát megtalálta a rendszer, akkor az objektumot felismertnek tekinti.

1.3 Kamerák

A gyártási folyamatok automatizálása a hetvenes évektől ugrásszerű fejlődésen ment keresztül. Az automatizált környezetben leggyakrabban alkalmazott érzékelő a látórendszer.

Felépítésüket tekintve a *látórendszerek két fő részre bonthatók: a kamerára és az alakfelismerő modulra.* A kamerák két leggyakrabban előforduló típusa:

- a Vidikon típusú
- a CCD (Charge Coupled Device) kamerák.

Ezek a kamerák ún. töltéscsatolt félvezető érzékelők angolszász megnevezésük alapján. A CCD kamerák alapegységei fotoérzékeny elemek (fototranzisztorok vagy fotodiódák) melyeket rendezetten helyeznek el sorban vagy mátrix alakban.

A fotoelemek szokásos értéke a gyakorlatban mindig kettő hatványa, ami sok esetben 256 és 2048 között, az általunk használtak 512x582-as képmátrixot tartalmaznak, de a legújabb kamerák 1024² pixellel dolgoznak.

Az optikai úton leképzett kép a töltés mennyiségének változását okozza, az analóg jelek kiolvasása az egyes képelemeknek megfelelő töltéscsomagok elektronikus léptetése útján történik. Egy-egy képelemnek több tranzisztor együttese felel meg, melyek a feltöltés-, érzékelés-, töltéstovábbítás állapotoknak megfelelően működnek.

A CCD kamera legfőbb előnyei a Vidikon típusúval szemben a következők: a CCD kamera kevésbé törékeny, kisebb a súlya és a mérete, valamint egyszerűbb és pontosabb a jelek feldolgozása is, így pl.: kisebb a geometriai torzítása.

2. A rendszer általános leírása

A kétdimenziós alakfelismerő program képes a látótérben megjelenő tárgyak azonosítására, pontos pozíciójának, irányának meghatározására. A működés feltétele, hogy a tárgyak kontúrvonalai alapján megkülönböztethetők legyenek.

A betanítás a munkadarab egyszeri megmutatásával történik. A felismerés során egyszerre több tárgy is lehet a képmezőben. A felismerendő tárgyakból könyvtárat lehet létrehozni. Ebbe új elemek vehetők fel és nem kívántak törölendők. Az általunk használt alakfelismerő program 768x568-as képen dolgozik. [1]

A felismerendő tárgyak tetszőleges alakúak lehetnek, lyukakat is tartalmazhatnak. Egy több stabil helyzettel rendelkező tárgy ugyanazzal a névvel többször is betanítható. A felismerés elforgatás invariáns. A felismert tárgyról visszakapható főbb információk: a betanítás során kapott név, a súlypont pozíciója, a tárgy iránya. Amennyiben szükséges, rendelkezésre állnak még: terület, kerület, alaktényező, első és másodrendű momentumok, befoglaló méretek. Összeérő, egymást fedő tárgyakat, bináris képen nem észrevehető különbségeket a program nem tud kezelni. A felismerés sebessége a tárgyak bonyolultságától függően 0,3-1 s/tárgy. A felismerés megbízhatósága döntően a megvilágítástól függ.

Legjobb eredmény megfelelő világítással érhető el, de a program [1] megfelelő szórt fényvel is képes dolgozni.[2]

2.1 Megvilágítási módok

A megvilágítás az alakfelismerést olyan lényegesen befolyásolja, hogy az gyakorlatilag a kamera és az elektronika mellett a látómodulok harmadik elemének is tekinthető. A megvilágítás fényének frekvenciája igen tág spektrumban mozoghat (infravörös tartomány, látható fény akár színenként külön-külön, gamma-sugarak, stb.). Ez a fejezet a megvilágítás lehetőségeit tekinti át a megvilágítás helye, iránya, valamint módja szerint. E szempontok szerint az alábbi megoldások különböztethetők meg:

a. Alsófényes megvilágítás

Alsófényes megvilágítás esetén a tárgy a kamera és a megvilágítás között helyezkedik

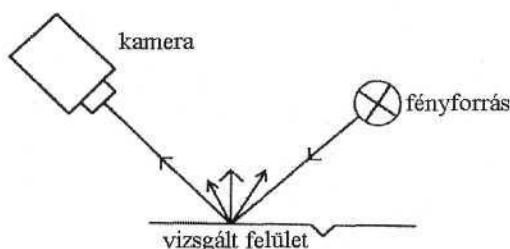
el. Ennek hatására a kép kontrasztossága általában igen jó, viszont ekkor csak a tárgy kontúrja vizsgálható.

b. *Felsőfényes megvilágítás*

Felsőfényes megvilágítás esetén a megvilágítás a kamera mellett vagy fölött helyezkedik el. Ez ugyan nehézséget okoz a gyengébb kontrasztosság miatt, viszont a vizsgálandó tárgy egyéb részletei is látszódnak.

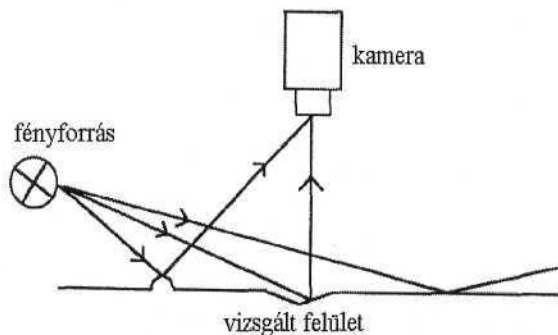
c. *"Light field" megvilágítás, "Dark field" megvilágítás*

A felületi minőség (mikrogeometria) gyors vizsgálatához igen gyakran alkalmazott megoldás a "Light field", valamint a "Dark field" módszer. Mindkét megoldás a különböző minőségű felületek eltérő fényvisszaverő tulajdonságára épül.[4] "Light field" megvilágítás esetén (1. ábra) a vizsgált felületről visszaverődő fényt kell vizsgálni, amely jó minőségű (sima) felület esetében igen nagyintenzitású felületi hibák (törés, repedés, gödrök, rozsdafoltok, stb.) esetén azonban annak a töredéke lesz.



1. ábra "Light field" megvilágítás

A "Dark field" megvilágítás (2. ábra) a "Light field" megvilágítás ellentéte, azaz a kamerát ekkor úgy kell elhelyezni, hogy az csak a felületi hiba megvilágítása esetén kapjon fényt. Ekkor tehát sima felület esetén a fényforrásfényének csak kis része jut a kamerába, felületi hiba esetén azonban szinte az egész.



2. ábra "Dark field" megvilágítás

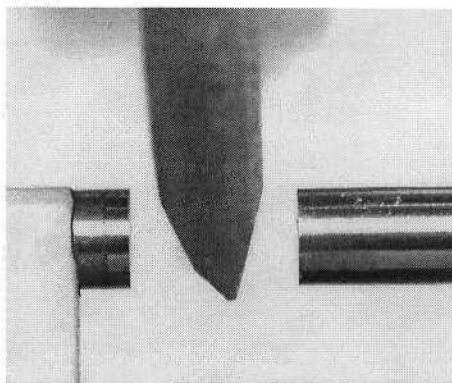
d. *Irányított fényes megvilágítás*

Irányított fényes megvilágítással a munkadarab felületi egyenetlenségeinek (kiemelkedéseknek, réseknek, furatoknak, stb.) detektálása igen egyszerűen megoldható. E módszer arra az egyszerű jelenségre épül, hogy egy felületet kisszögben megvilágítva, azon még a kisebb felületi egyenetlenségek árnyéka is könnyen érzékelhető nagyságúra nő

3. Kösörűkorong kopásmérése CCD kamerával

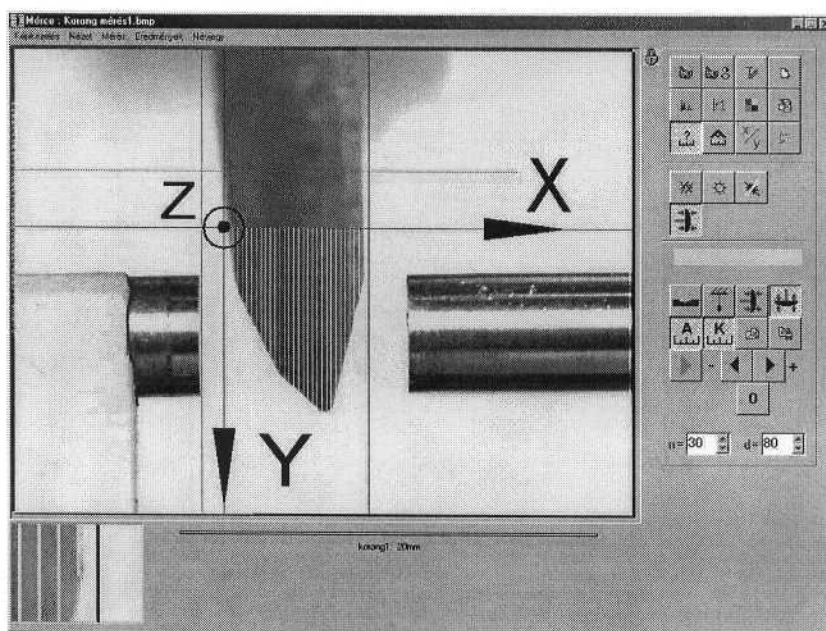
3.1 Kalibrálás

A kalibrálás a modul üzembeállításának első mozzanata. Biztosítani kell, hogy a kamera optikai tengelye merőleges legyen a tárgyasztalra vagy futószalagra. A felismerendő legnagyobb tárgy nem lehet nagyobb, mint a képmező 70%-a. Ez az optika zoom-ja segítségével állítható be.



3. ábra Kösörűkorong kalibrálása

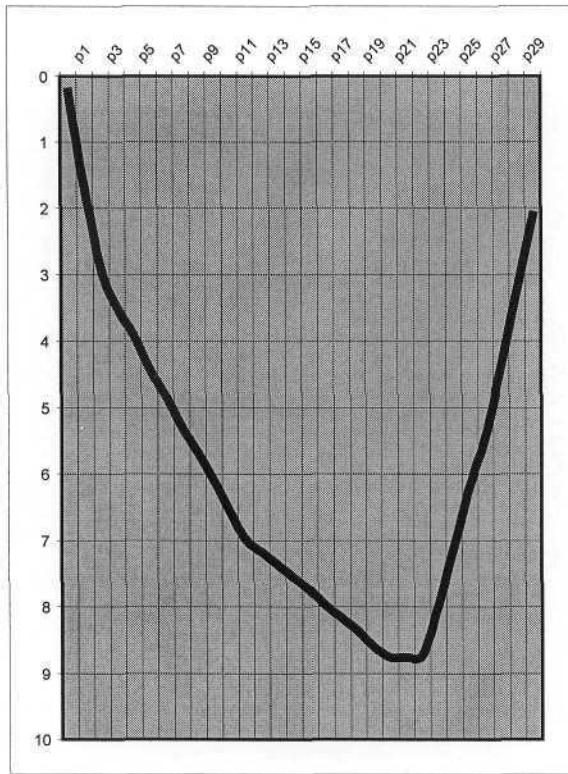
A 3. ábrán a korong kalibrálása látható mikrométer segítségével, mely mérőeszköz a pontos viszonyítási értéket (itt 10,00 mm) mutatja.



4. ábra Kösörűkorong kopásmérése

3.2 Mérés, kiértékelés

A 4. ábrán látható amint a program automatikusan leméri a korong profilját. Az általunk beállított Y koordinátaosztásoknál (pl-p30) a program az X koordináta értékeket automatikusan leméri.



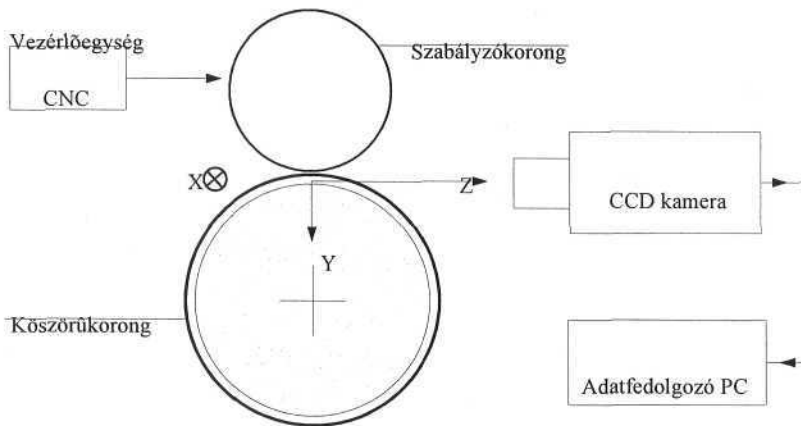
Y	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15
X	0,231	1,698	2,934	3,535	3,896	4,405	4,823	5,289	5,675	6,100	6,563	6,988	7,181	7,374	7,566

p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30
7,766	7,923	8,183	8,374	8,61	8,765	8,745	8,725	7,923	7,102	6,776	5,44	4,405	3,232	2,126

5. ábra Korongprofil mért értékei és a kirajzolt profil

A képfeldolgozó program által kiadott X és Y értékek, és a koordináta rendszer viszonyítási koordinátáit Excel táblázatkezelőben lehet feldolgozni (5. ábra) és így több mérés sorozatot egymáshoz viszonyítva, kiértékelteni. A mérés elvi folyamatát a 6. ábra ismerteti.

A mérést Patent [7] köszörűkorong szabályzón végeztük.



6. ábra A mérés elvi vázolata

4. Összefoglalás

A cikkben áttekintettük a CCD kamerás mérés legfontosabb elemeit, szakaszait. Bemutattuk a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai tanszékén az OTKA T026566 alatt évek óta folyó kutatás egyes eredményeit. A matematikailag is kidolgozott [5], eddig egy kamerával végzett kutatás [3, 4] további célja, a két CCD kamerával végzett háromdimenziós és egyben folyamatos ellenőrzésű korongprofil mérésének kidolgozása.

5. Irodalomjegyzék:

- [1] Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Tankönyv. Pictron Kft. Budapest 1996.
- [2] Álló G.-Főglein J.-Hegedűs Gy.-Szabó J.: Bevezetés a számítógépes képfeldolgozásba. Kézirat, Budapest 1993.
- [3] Illés Dudás, Gyula Varga, Károly Bányai: Measurement of Grinding Wheel Wear by CCD Cameras, Metrology for Quality Control in Production Sept. 8-10, 1988 Vienna, Austria
- [4] Illés Dudás, Gyula Varga: The use of CCD cameras in production engineering of sophisticated engineering surfaces, The 28th Israel Conference on Mechanical Engineering, Ben-Gurion University of Negev Beér Sheva, Israel, 14-15 June, 2000.
- [5] Prof. Dr. Illés Dudás: Theory and Partice of Worm Drives, Penton Press, London, 2000.
- [6] CCD kamerás mérési rendszerek kifejlesztése OTKA T026566 témevezető: Dudás Illés
- [7] Dudás,!: CNC grinding wheel dressing equipment, procedure for continuous and non-continuous control when grinding (In Hungárián) Patent, Number in Hungary 207 963, 21.09.1988.

Készítette:

Dudás Illés, Prof Dr., Tanszékvezető egyetemi tanár

Csapó Béla, tanszéki mérnök

Szentesi Attila, egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék

H-3515 Miskolc, Egyetemváros

Tel.: (36-46) 565-160 Fax.:(36-46) 364-941

E-mail: gytcsb@gold.uni-miskolc.hu

Ezen munka az OTKA T026566 számú kutatás keretén belül történik

SZERZŐK JEGYZÉKE

B

<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	1
<i>Barna Lajos</i>	149
<i>Bringye Bernadett</i>	21
<i>Baranyi Péter</i>	97
<i>Dr. Bárczy Pál</i>	135
<i>Bitay Enikő</i>	111

C

<i>Prof. Dr. Cselényi József</i>	119, 125
<i>Csernáth Géza</i>	9, 13
<i>Csenteri Barna</i>	9, 13
<i>Dr. Csizmadia Béla</i>	131

Cs

<i>Csapó Béla</i>	167
-------------------	-----

D

<i>Prof. Dr. Dudás Illés</i>	167
------------------------------	-----

F

<i>Forrai Gergely</i>	57
<i>Fűzi János</i>	79, 83

G

<i>Garamvölgyi Ernő</i>	93
<i>Dr. Gyenge Csaba</i>	VII, 157

H

<i>Hegedűs Péter</i>	163
<i>Horosz Gergő</i>	99
<i>Horváth Enikő</i>	119
<i>Dr. Horváth László</i>	99

I

<i>István Zsolt</i>	93
<i>Iványi Amália</i>	43

J

<i>Jakab Sándor</i>	163
<i>Dr. Judák Endre</i>	39

K

<i>Dr. Kamondi László</i>	57
<i>Keresztesi Gizella</i>	47
<i>Kassai Zsolt</i>	17
<i>Korzenszky Péter</i>	39, 51
<i>Kovács László</i>	51

K

<i>Kovács Nikoletta</i>	87
<i>Kovács Tünde</i>	71

L

<i>Lenkeyné</i>	
<i>Dr. Bíró Gyöngyvér</i>	135
<i>Leskovics Katalin</i>	135

M

<i>Dr. Mang Béla</i>	93
<i>Magó László</i>	5
<i>Mátyás László</i>	51
<i>Mezei Sándor</i>	25
<i>Ifj. Mezei Sándor</i>	25
<i>Mikó Balázs</i>	35
<i>Dr. Mészáros Imre</i>	139

Ny

<i>Nyirő József</i>	139
---------------------	-----

O

<i>Oldal István</i>	131
---------------------	-----

P

<i>Pazsiczki Imre</i>	51
<i>Dr. Pálfalvi Attila</i>	105

P

<i>Dr. Prezensky István</i>	145
<i>Pétermann Szabolcs Péter</i>	15 3

R

<i>Dr. Réger Mihály</i>	71
<i>Dr. Réti Tamás</i>	61, 71

S

<i>Smid László</i>	125
--------------------	-----

Sz

<i>Szabó Zsolt</i>	43
<i>Szatmári Szabolcs</i>	47
<i>Szentesi Attila</i>	167
<i>Dr. Szöcs János</i>	111

T

<i>Takács Márton</i>	29
----------------------	----

V

<i>Varga András</i>	157
---------------------	-----

Zs

<i>Zsoldos Ibolya</i>	61
<i>Zsók János Csaba</i>	105