

MUSZAKI SZEMLE

20. szám
2002.

A szerkesztőség címe:

3400 Kolozsvár,
B-dul 21. Decembrie 1989., nr. 116.
Tel/fax: 40-264-190825, 194042
Levélcím: RO - 3400 Cluj,
C.P. 1-140.
E-mail: szemle@emt.ro
Web-oldal: http://www.emt.ro
Bankszámlaszám:
Societatea Maghiara Tehnico-Stiintifica
din Transilvania
BCR-Cluj 2511.1-815.1 (ROL)

Szerkesztobizottság elnöke:

Dr. Köllö Gábor

Szerkesztobizottság tagjai:

Dr. Bíró Károly, Dr. Kása Zoltán,
Dr. Majdik Kornélia, Dr. Maros Dezso,
Dr. Puskás Ferenc

Kiadja:

Erdélyi Magyar Muszaki
Tudományos Társaság – EMT
Societatea Maghiara
Tehnico-Stiintifica din Transilvania
Ungarische Technisch-Wissenschaftliche
Gesellschaft in Siebenbürgen
Hungarian Technical Sciences Society of
Transylvania

Felelos kiadó:

Égly János
az EMT kiadói elnökhelyettese

Nyomda:

Incitato Kft.

ISSN 1454-0746

www.emt.ro

emt@emt.ro

Tartalomjegyzék

Barabás István,

Dr. Csibi Vencel-József, Barabás Éva

Alternatív motorhajtó anyagok – A repceolaj.....3

Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály

A Magyar Keleti Vasút Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó
fovonala és a hozzácsatlakozó szárnyvonalak10

Csatlós Elod, Richard Marschalko

Torzított feszültséggel táplált
egyfázisú ISZM egyenirányító.....15

P. Moga, G. Köllö, St. I. Gutiu, C. Moga

Alsópályás gerinclemezes acélszerkezet
stabilitásának néhány kérdése23

Dr. Szocs Katalin

Újabb technológiák
a kalapácsmalmok hatásfokának növelésére.....30

A kiadvány megjelenését támogatta



ILLYÉS KÖZALAPÍTVÁNY – BUDAPEST

OKTATÁSI ÉS KUTATÁSI MINISZTERIUM – BUKAREST

Alternatív motorhajtó anyagok – I.

A repceolaj

Barabás István¹, Dr. Csibi Vencel-József¹, Barabás Éva²

¹Kolozsvári Muszaki Egyetem, Románia

²SINCRON Kiadóvállalat, Kolozsvár, Románia

Abstract

The fossil energy carriers and the environmental pollution urge the specialists to find alternative for substituting them, searching new types of energy sources. Undoubtedly, this is a long process, which supposes of this kind of fuels.

This article series intends to overview the most essential alternatives, concerning especially the pollution characteristics.

1. Bevezető

A fosszilis energiahordozók véges volta, valamint az általuk okozott egyre nagyobb mértékű környezet-szennyezés arra ösztönzi a szakembereket, hogy alternatívát keressenek ezek helyettesítésére, új típusú energiaforrások felkutatására vállalkozva.

A jelenlegi kihasználás mellett a Föld ásványolaj tartaléka megközelítőleg 2230-ban merül ki. Figyelembe véve azonban ennek növekvő trendjét, ami kb. évi 5%-ra tehető, már 2040-re bekövetkezhet az ásványolajok hiánya. E határidő becslésénél figyelembe kell venni azt is, hogy a szakemberek hatalmas erőfeszítéseket tesznek újabb tartalékok feltárására, a mélytengeri és óceáni ásványolaj-tartalékok feltérképezésére és kitermelésére, a meglévő hatékonyabb kitermelésére, bár növekvő bányászati költségekkel és egyre távolabb a feldolgozó ipartelegektől [1].

Elfogadott tény, hogy a jelenlegi hajtóanyagokat helyettesíteni kell egy új típusú energiahordozóval, ami ugyanakkor gazdaságos, környezetbarát¹, de elsősorban *megújuló* vagy *újratemmelhető* rationális határidőn belül.

Az átmenet talán már meg is kezdődött, hisz különböző energiaellátású gépjárművek már sokfelé futnak és ezek infrastruktúrája is kiépült néhány kísérleti megoldás gyakorlati kihasználásának tanulmányozására (lásd biodiesel Magyarországon, Németországban, Franciaországban stb., földgáz Magyarországon, Angliában, Németországban, a 80-as években Romániában is stb.).

Az alternatív motorhajtó anyagokat a következő főbb osztályokba csoportosíthatjuk:

- ? bio-üzemanyagok:
- ? biodiesel,
- ? bioalkohol,
- ? földgáz,
- ? tüzelőanyag-cella,
- ? hibrid (vegyes) hajtások.

Kétségtelen, hogy ez az átállás aránylag hosszú folyamat, ami feltételezi az új típusú hajtóanyagok² alkalmazásának sokrétű és ugyanakkor összetett szakmai szempontok szerinti vizsgálatát. A legfontosabb vizsgálati szempontokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

¹ Eloszor 1986-ban, a párizsi autókiállításon fogalmazódott meg – 6/4-es arányban – hogy a környezet szennyezésének csökkentése fontosabb feladat, mint a fajlagos tüzelőanyag fogyasztásé.

² Az energiaválság idején, a 70-es években, de a korábbi háborús időkben egyaránt foglalkoztak a kutatók az alternatív hajtóanyagok feltárásával.

1. táblázat

Az alternatív motorhajtó anyagok jobb vizsgálati szempontjai

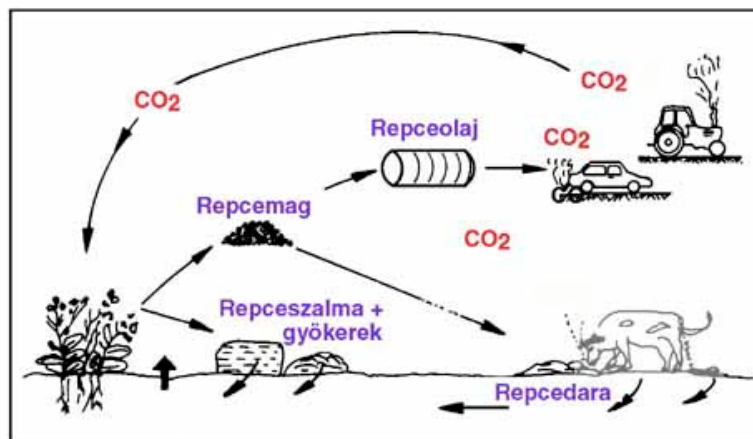
Muszaki szempontok	Politikai szempontok	Környezeti szempontok
? eloállítási (átalakítási) ráfordítások	? szociális szempontok	? gázemisszió
? tankolás gyakorlati megoldása	? részleges önellátás	? részecskeemisszió
? üzemanyag oxidálódás	? energiaimport csökkenés	? talajszennyezés
? veszélyesség		
? tárolás		
? kenoolaj minőségi változása		
? lerakódások mértéke		
? ülepedés		
? hatótávolság		
? futoérték		
? hatásfok		

2. A biodiesel

A bio-üzemanyagok két alcsoportja a biodiesel és a bioalkohol. Az előbbi nyersanyagforrásai a növényi olajok, amelyek alkalmazását főleg Európa szorgalmazza, az utóbbit szénhidráttartalmú növényi termékekből lehet nyerni és az amerikai földrészen részesítik elonyben [3].

Rudolf Diesel, a róla elnevezett motor megteremtője, már a kezdetekkor megjósolta, hogy a dieselmotorok növényi eredetű olajokkal is működtethetők lesznek, sőt 1900-ban, a párizsi világkiállításon bemutatott egy mogyoróolajjal működő motort. A XX. század első felében a Deutz cég már sorozatban gyártott növényi olajokkal működő motorokat, de mivel az égéstéri lerakódásokat nem sikerült akkoriban elfogadható szintre csökkenteni, így alábbhagyott a tudományos érdeklődés is.

A biodiesel előállítására elvben bármely növényi olaj alkalmas. 1943-ban Jamieson több mint 350 olaj-növényt azonosított, amelyekből a kivonható olaj tüzelőanyagként használható a belsőégésű motorokban. Később Duke és Bagby ezt a listát 70-re csökkentette, legfőbb szempontként a termésátlagot véve figyelembe (minimálisan 200 kg/ha) [5]. Manapság a biodiesel-iparág nyersanyagforrása Európában a repce és a napraforgó, az USA-ban a szója és a napraforgó, Kanadában a repce és a fenyőpulp-gyanta (tall-oil) [4].



1. ábra

A megújuló tüzelőanyagok felhasználási és újratermelési körfolyamata

A növényi olajokat dieselmotorok működtetésére csak tisztított, gyantamentes állapotban lehet felhasználni. A biodiesel legfontosabb előnye, hogy újratermelhető (1. ábra). A repce termelési költsége energetikailag csak 11 %-ot tesz ki, észterezése vagy adalékolása pedig újabb 6 %-ot, tehát összesen 17 %, ami jó kihasználási arányt jelent [5].

A repceolaj, mint alternatív motorhajtó anyag egy közel 100 éve elkezdődött kísérletsorozat tárgya, ám a létjogosultság hiánya, valamint a vizsgálandó szempontok sokasága nem tette lehetővé ezek széleskörű al-

kalmazását. Bár mind a szakemberek, mind a politikusok álláspontja olykor ellentmondásos a repceolaj tüzelőanyagként való hasznosítását illetően [2], ilyen irányú kutatások világszerte folynak: Magyarországon egy 10 éves kormányprogramot javasoltak, amely eredményeként 2010-re körülbelül 170 ezer tonna biodieselt állítanak elő az ország 80-100 kistérségében, az ehhez szükséges repcét pedig mintegy 300 ezer hektáron termesztik majd; Németországban már korábban indult hasonló kormányprogram, melynek részeként például Dr. S. Maurer, a Stuttgart–Hohenheimi Mezőgazdasági egyetem kutatója, arra vállalkozott, hogy bebizonyítsa, egy megfelelően nagy mezőgazdasági területtel rendelkező gazdaság biztosítani tudja a saját erőgépeinek működtetéséhez szükséges repceolajmennyiséget. Egy augsburgi kutatóintézet igazgatója több mint három éve jár Mercedes típusú személygépkocsijával kizárólag adalékolt repceolajjal.

A repceolaj motorikus felhasználására jelenleg többféle lehetőség kínálkozik, ezek közül a fontosabbak a következők:

- ? hidegen sajtolt nyers repceolaj,
- ? hidegen sajtolt nyers repceolaj gázolajjal vagy kerozinnal keverve (BDH-1),
- ? hidegen sajtolt nyers repceolaj adalékolva (ADR, Schur-féle adalék),
- ? extrahált repceolaj észterezve (RME).

A fentiekben felsorolt repceolaj-származékok, valamint a kereskedelmi gázolaj fontosabb fizikai és kémiai jellemzőit a 2-es számú táblázatban összesítettük.

2. táblázat

A repceolaj és a gázolaj fontosabb fizikai és kémiai jellemzői

Sorszám	Jellemzők	Gázolaj	RME	ADR	BDH-1
1	Külso	átlátszó	átlátszó	átlátszó	átlátszó
2	Üledék, (töm. %)	0,005	nincs	nincs	–
3	Víztartalom, (töm. %)	0,025	mentes	mentes	mentes
4	Lepárlási próba, (°C)	370	340–351	316	350
5	Viszkózitás 20 °C-nál, (mm ² /s)	2,5–8	8,7–11,6	23,7	19,6
6	Dermedéspont, (°C)	0–10	-15	-5	–
7	Hidegszurhetőség	0	–	–	-14
8	Lobbanáspont nyílttéri zárttéri	51 40	185–194 52–74	73 46	– 61
9	Kéntartalom, (töm. %)	0,2	0,01	0,05	0,08
10	Rézlemezpróba	1b	elszínezodik	1b	–
11	Conradson szám	0,2	0,11–0,16	1,1	0,30
12	Savszám, (mgKOH/g)	–	0,18–0,35	760 [?]	
13	Elszapp. szám, (mgKOH/g)	–	184	147	111,8
14	Futoérték, (MJ/kg)	42,7	36,4	36,2	–
15	Cetánszám	42–45	48	45	48,78 ^{??}
16	Suruság 20°C-nál, (kg/dm ³)	0,815 – 0,860	0,876 – 0,884	0,882	0,882

[?] – mgKOH/100 cm³; ^{??} – számított érték.

Összehasonlítva a gázolaj és a repceolaj kémiai elemekre bontott összetételét (3. táblázat), megállapítható, hogy a repceolaj bár szegényebb szénben és hidrogénben – minek folytán energiatartalma is kisebb mint a gázolajé, de oxigéngazdag, kén- és nitrogéntartalma pedig gyakorlatilag nulla – teljesebb égést és kisebb károsanyag-kibocsátást eredményez, kiküszöbölve a kén alapú lerakódásokat is.

3. táblázat

A gázolaj és a repceolaj kémiai elemekre bontott összetétele, %-ban kifejezve

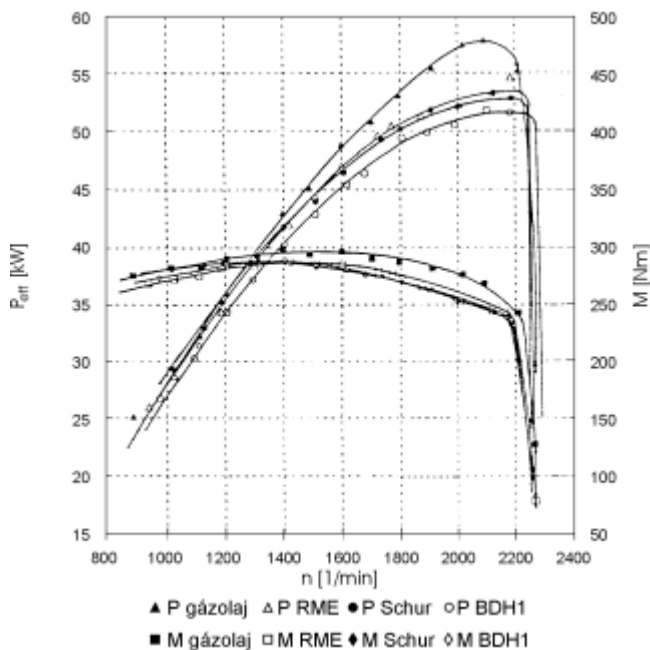
Kémiai elem	Gázolaj	Repceolaj
Szén	87,13	78,15
Hidrogén	12,63	11,84
Oxigén	0,0	10,01
Kén	0,24	0,0
Nitrogén	0,0	<0,01 (0)

3. Kísérleti kutatások

A kísérleti kutatásokat egy 58,8 kW-os (80 LE) diesel motoron végeztük, 1000, 1400, 1800, 2200/min fordulatszámokon és 25, 50, 75 és 100 %-os terhelés mellett, egy 50 órás motorféktermi vizsgálati terv szerint. Kutatásaink az *energetikai jellemzők* (teljesítmény, nyomaték, tüzelőanyag-fogyasztás), a *motorállapot* (kopás, dugattyútisztaság) és a *károsanyag-kibocsátás* (CO, NO_x, C_mH_n, füstölés) összehasonlító méréseire terjedtek ki.

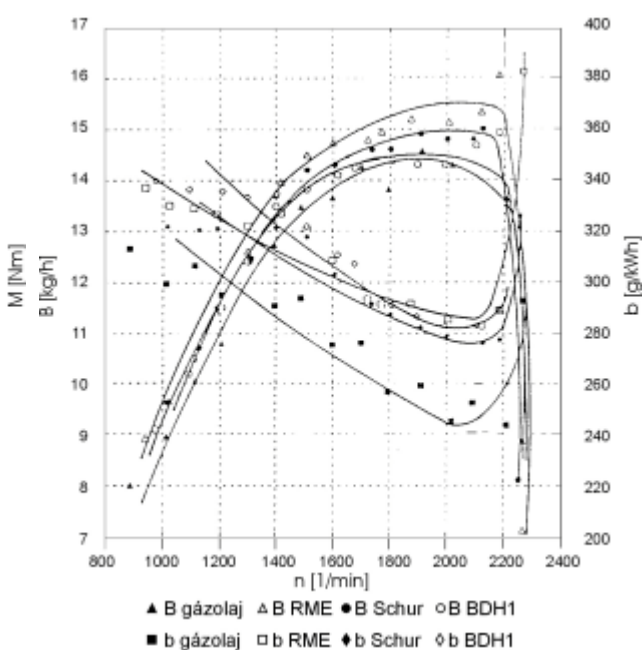
3.1. A teljesítmény, nyomaték és a tüzelőanyag-fogyasztás mérése és értékelése

A méréseket egy számítógéppel irányított motorfékpadon végeztük. Az 50 órás motorfékpadi vizsgálat eredményeit 100 %-os motorterhelés esetén a 2. és 3. ábrákon mutatjuk be.



2. ábra

A teljesítmény és a nyomaték változása különböző tüzelőanyagokkal



3. ábra

A tüzelőanyag-fogyasztás változása különböző tüzelőanyagokkal

Kísérleti kutatásaink eredményeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat

A mért energetikai jellemzők összefoglalása és értékelése

Mért vagy számított mennyiség	Jelölés és mértékegység	Vizsgált tüzelőanyag			
		Gázolaj	RME	ADR	BDH-1
Óránkénti tüzelőanyag-fogyasztás, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	B, [kg/h]	14,4	15,6	15,0	14,5
	n, [1/min]	2080	2080	2000	1900
	%	–	8,33	4,16	0,70
Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	b, [g/kWh]	243	286	276	280
	n, [1/min]	2015	2100	2080	2300
	%	–	17,69	13,58	15,22
Maximális teljesítmény, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	P, [kW]	58	53,7	53	52
	n, [1/min]	2080	2180	2180	2160
	%	–	7,41	8,62	10,34
Maximális nyomaték, az ennek megfelelő fordulatszám és az eltérés	M, [Nm]	290	270	270	270
	n, [1-min]	1540	1400	1400	1400
	%	–	6,89	6,89	6,89

Mindhárom hajtóanyag a kísérlet egész időtartama alatt üzembiztos volt. A jelleggörbék értékelése során a következőket állapíthatjuk meg:

- ? a jelleggörbék mindhárom hajtóanyaggal való üzemeltetés során követik a gázolajjal való üzemeltetés-nél kapott görbét, azaz gyakorlatilag azonos paramétereket mutatnak,
- ? az energetikai jellemzők negatívan alakulnak, például a teljesítmény 7,41 – 10,34%-kal kisebb, mint a gázolaj esetében, ami elsősorban a vizsgált tüzelőanyagok alacsonyabb fűtőértékeiből adódik; ez a különbség a többi jelleggörbénél is látható.

3.2. A motorállapot értékelése

Az összehasonlító kísérleti eredmények csak a repcemetilészterrel (RME) és az adalékolt repceolajjal (ADR), illetve kereskedelmi gázolajjal működtetett motorra vonatkoznak két szempontot követve figyelemmel: a kopást és a dugattyútisztaságot.

A súrlódó alkatrészek motorfékpadai kopásvizsgálatát a hengerperselyek és a dugattyúgyuruk bemérése előzte meg, ami a következőkre terjedt ki:

- ? hengerpersely átmérete,
- ? kompressziós dugattyúgyuruk radiális és axiális mérete, véghézagja és oldalhézagja, valamint tömege.

Az 50 órás vizsgálat átlagait az 5. táblázatban összesítettük.

5. táblázat

A kopásvizsgálat összesített eredményei

Mért alkatrészek	Mért mennyiségek	Mértékegység	Vizsgált üzemanyag		
			RME	ADR	Gázolaj
			Kopásérték		
Hengerpersely	Felső fordulópont	mm	0,012	0,010	0,012
	Alsó fordulópont	mm	0,007	0,009	0,008
Dugattyúgyuru	Radiális	mm	0,026	0,036	0,017
	Axiális	mm	0,010	0,006	0,014
	Véghézag	mm	0,44	0,13	0,17
	Oldalhézag	mm	0,022	0,025	0,018
	Tömegvesztés	g	0,077	0,056	0,108

A táblázatból kitunik, hogy a legkisebb kopást a hidegen sajtolt nyers, adalékolt repceolaj használata eredményezte, megelőzve a gázolajat és a RME-t, ami elsősorban a tüzelőanyag jobb kenési tulajdonságainak tudható be. Figyelembe véve azonban a két legjellemzőbb kopásmutatót (a hengerpersely felső fordulóponti kopását és az első kompressziógyuru tömegvesztését), a sorrendet a következőképpen állapíthatjuk meg:

1. hidegensajtolt adalékolt repceolaj (ADR),
2. repcemetilészter (RME),
3. gázolaj (kereskedelmi).

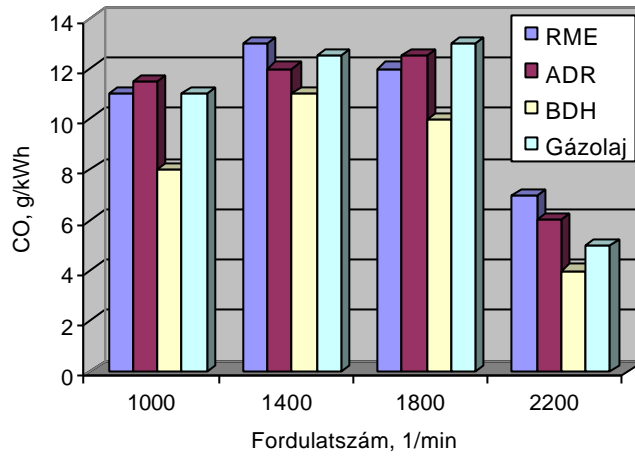
A dugattyútisztaság értékelése a fékpadai olajminosító kísérleteknél alkalmazott DEF 2101 D módszer szerint a következőkre terjedt ki: gyurubesülés, dugattyúkorona belső lerakódása, koronabemaródás, olajlevezetőgyuru eltömődése, dugattyúszoknya külső lerakódása és a dugattyúgátak lerakódása. A módszer lényege a dugattyú különböző felületrészein észlelt lerakódások és elváltozások osztályozása egy 10-es skálán, melynek eredménye összehasonlításra került az optimum, 100 pont értékű mutatóval. A kialakult sorrend a következő:

1. repcemetilészter (RME) 96,1
2. gázolaj (kereskedelmi) 95,4
3. hidegensajtolt adalékolt repceolaj (ADR) 94,3

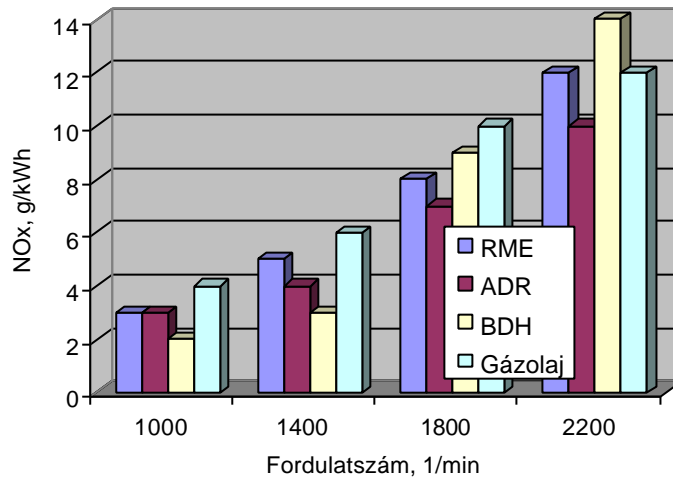
Mivel az értékszámok alapján az eltérések minimálisak, a minőségi sorrend nem tekinthető meghatározó jellegűnek a dugattyútisztaság szempontjából.

3.3. A károsanyag-kibocsátás mérése és értékelése

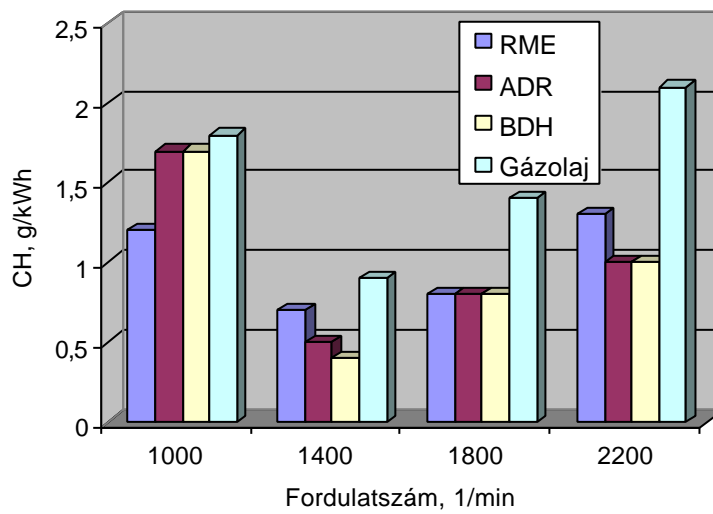
A motorfékpadai kísérletek során mért károsanyagok a CO, NO_x, C_mH_n és a füstölés mértéke voltak. A füstölésmérés mintáinak kiértékelése Bosch fényelnyelést mérő berendezéssel történt. A négy terhelési állapotban (25 %, 50 %, 75 % és 100 %) végzett mérések közül, a 100 %-os terhelésnél mért károsanyag-kibocsátás mérési eredményeit a 4. ábrán mutatjuk be.



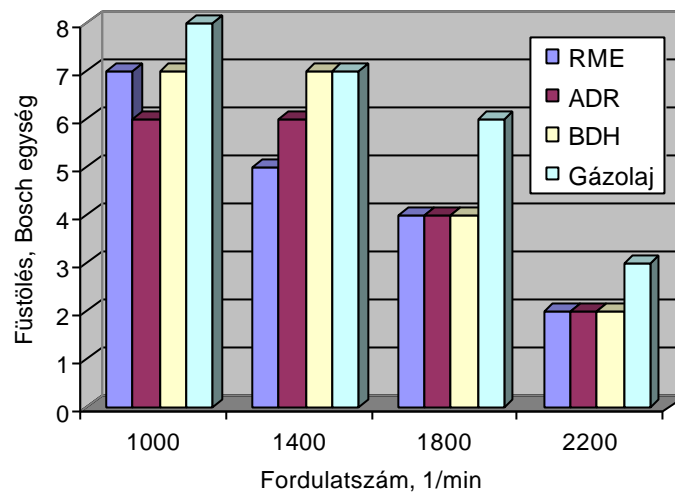
a).



b).



c).



d).

4. ábra

A motor károsanyag-kibocsátása különböző tüzelőanyagokra, 100%-os terhelésre vonatkoztatva

Értékelve a 4. ábrán bemutatott mérési eredményeket, a vizsgált motor üzemi fordulatszám-tartományában a gázkomponensek koncentrációi és a füstölés vonatkozásában általában alacsonyabb szinten találhatók, minősítési sorrend azonban nem állapítható meg.

4. Összefoglalás

A megújuló alternatív motorhajtóanyagok belátható időn belül átveszik a fosszilis energiahordozók helyét. A repceolaj csak egy az alternatívák közül, ám legközelebb áll a gázolaj fizikai és kémiai jellemzőihez, különösebb motorszerkezeti átalakítások nélkül alkalmazható, jelentősége elsősorban a következő évtizedekben lesz meghatározó.

Az energetikai jellemzők negatív alakulása elsősorban mezőgazdasági erőgépek tüzelőanyag-ellátására ajánlja, közúti gépjárműmotoroknál csak a teljesítmény és a rugalmassági tényező megfelelő mértékű növelésével lesz alkalmas.

Mivel nem volt lehetőségünk az összes vizsgálati szempontot figyelembe venni, ezért nem vállalkozhatunk egy minőségi sorrend megállapítására a vizsgált három repceolaj-alapú tüzelőanyagra vonatkozóan.

5. Irodalom

- [1] Werner István: Beszélgetés Dr. Emod István docenssel, a BME . VMAX, 2002/5, 81 old.
- [2] Gyori Béla: Bioblöff és a biodizel. Magyar Fórum, 2000. február 13.
- [3] Sági Ferenc: Mezőgazdaságunk útja az Európai Unióba 1. Energiahasznosítás a mezőgazdaságban. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest, 2000.
- [4] Sági Ferenc: Mezőgazdaságunk útja az Európai Unióba 5. Újratermelődő természetes nyersanyagok az Európai Unióban. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ, Budapest, 2000.
- [5] Bataga, N., Burnete, N., Barabás, I.: Motoare cu ardere interna: combustibili, lubrifianti, materiale speciale pentru autovehicule, economicitate, poluare. Kolozsvár, U.T. PRESS Könyvkiadó, 2000.

A Magyar Keleti Vasút Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó fovonala és a hozzátartozó szárnyvonalak

*Dr. Horváth Ferenc*¹, *Dr. Kubinszky Mihály*²

¹ny. MÁV mérnök, fotanácsos, ²ny. egyetemi tanár

(folytatás a *Muszaki Szemle* elozo számából)

Abstract

Ferenc Horváth's book presents the evolution of the Transylvanian railway network and the related developments. We publish fragments of this book on the pages of the Technical Review. This paper presents the buildings pertaining to the Eastern Railway.

4. Vasúttársaságok építkezései a Bánságban

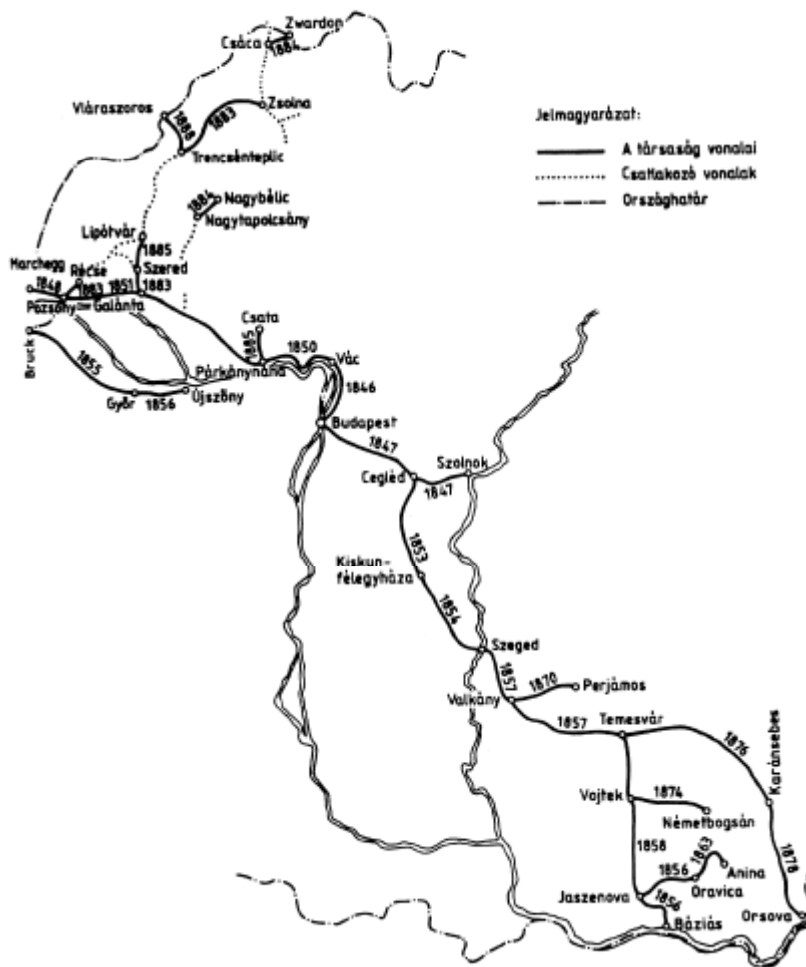
Magyarországnak Bánság vagy Bánát néven nevezett része népességi, földrajzi és közigazgatási értelemben is az ország egyik különleges területe volt. Az országrészt a Maros, a Tisza és a Duna folyók, valamint a Krassó–Szörényi hegyek határolták, területének nyugati része termékeny síkság, keleti fele bányakincsekben és erdőségekben gazdag helyvidék. Területét magyarok, svábok, románok, szerbek, bolgárok vegyesen lakták. Közigazgatásilag hol katonai határorvidékként, hol vármegyékre felosztva igazgatták. Székhelye, központja Temesvár volt.

A Bánság fovonalainak nagyobb részét (582 km-t) az Osztrák Államvasúttársaság, 55 km-t az Arad-Temesvári Vasúttársaság építette. A MÁV egyetlen, mindössze a 8 km hosszú Perjámos–Varjas vonalat helyezte üzembe, a kiterjedt mellékvonali hálózatot pedig a helyi érdeku vasúttársaságok hozták létre.

4.1. A cs. kir. szab. Osztrák Államvasúttársaság vonalai

A francia, német és osztrák tokével (forészvényes a Credit Mobilier volt) 1855-ben megalakított magán vasúttársaság, a cs. kir. szab. Osztrák Államvasúttársaság (OÁVT, osztrák nevén STEG) az Osztrák Délkeleti Államvasúttól a már üzemben lévo Pozsony–Pest–Szeged, valamint építés alatt álló vonalakat vásárolt meg. Ezek építésük befejezte után összefüggo hálózatot alkottak Magyarország területén a nyugati országhatártól, Pozsonytól, a fovároson át a délkeleti határig, az Al-Dunáig. A vasúttársaság 1890. évi államosításáig építkezett a Dunántúlon, a Felvidéken és az ország délkeleti részén is (46. ábra).

Az elso vasútvonalakat Erdély területén is, illetve a Bánság keleti részén ez a társaság helyezte üzembe. A társaság 1855 januárjában vásárolta meg az építés alatt álló Szeged-Temesvár, Karasjeszeno (Jassenova)–Báziás, Karasjeszeno–Anina vasútvonalakat, valamint az osztrák kincstárnak a Bánságban Resica és Anina körzetében lévo gyárait, bányáit, uradalmait és erdőségeit (47. ábra). A társaságot a kincstártól megvett egyéb nagy vagyona is kényszerítette a vasútépítésre, mert bányászati, ipari és erdészeti termékeinek szállításához gazdaságosan muködo közlekedési eszközre volt szüksége. A társaság a vasútépítések költségeinek fedezetéül részvényeket bocsájtott ki (48. ábra). A már korábban megkezdett fovonal építéseket a társaság gyors ütemben befejezte és 1856-1858. évek között a Báziás-Karasjeszen-Oravica (62 km), a Szeged-Temesvár (112 km), a Temesvár-Karasjeszeno (94 km), 1863-ban az Oravica-Anina (33 km), majd néhány évi szünet után 1870-ben a Valkány-Perjámos (43 km), 1874-ben a Vojtek-Németbogsán (47 km), 1876 és 1879. évek között a Temesvár-Karánsebes-Orsova-országhatár (191 km) vonalakat helyezte üzembe.



46. ábra
A cs. kir. szab. Osztrák Államvasúttársaság vasútvonal építései Magyarországon



47. ábra
Az Osztrák Államvasúttársaság dél-magyarországi uradalma



48. ábra

*A cs. kir. szab. Osztrák Államvasúttársaság
200 Guldenes, azaz 500 Frankos részvénye*

4.1.1. Szeged-Temesvár-Báziás vasútvonal építése

A vasútvonalnak csak a középso, Zombolya–Temesvár–Temesmóra közötti szakasza került 1920 után a román vasúthoz. A vonal északi és déli részét a jugoszláv vasút kapta meg.

A Szeged-Temesvár közötti vasútvonalat 1857. november 15-én nyitották meg, de a végleges szegedi Tisza-híd csak egy évvel később, 1858. december 2-án adták át a forgalomnak. Addig a vasút forgalmát azon a fából készült ideiglenes hídon vitték át, amelyet az anyag- és munkavonatok közlekedése érdekében már korábban megépítettek.

A vasútvonal déli részén a Báziás-Karasjeszeno szakaszt jóval előbb, 1856. november 1-jén, a Karasjeszenó-Temesvár szakaszt pedig 1858. augusztus 30-án helyezték üzembe. A vasút síkvidéken épült, a pálya emelkedője csak néhány helyen érte el az 5 %-ot, az ívsugarak is nagyok voltak, 600-1000 m között változtak. Így kevés földmunkát kellett végezni az alépítmény kialakításához. A nyomvonal egyetlen különleges szakasza a kiindulási pont után, Szeged és Újszeged között a tiszai áthidalás. A hídra felvezető pálya Szeged személy-pályaudvar közelsége miatt 100°-os szögben hajló, 280 m sugarú ívben és 9 %-os emelkedőben feküdt. A híd már az építéskor kétvágányúra készítették. Később a második vágányt Szeged Rendezo és Szoreg között is megépítették.

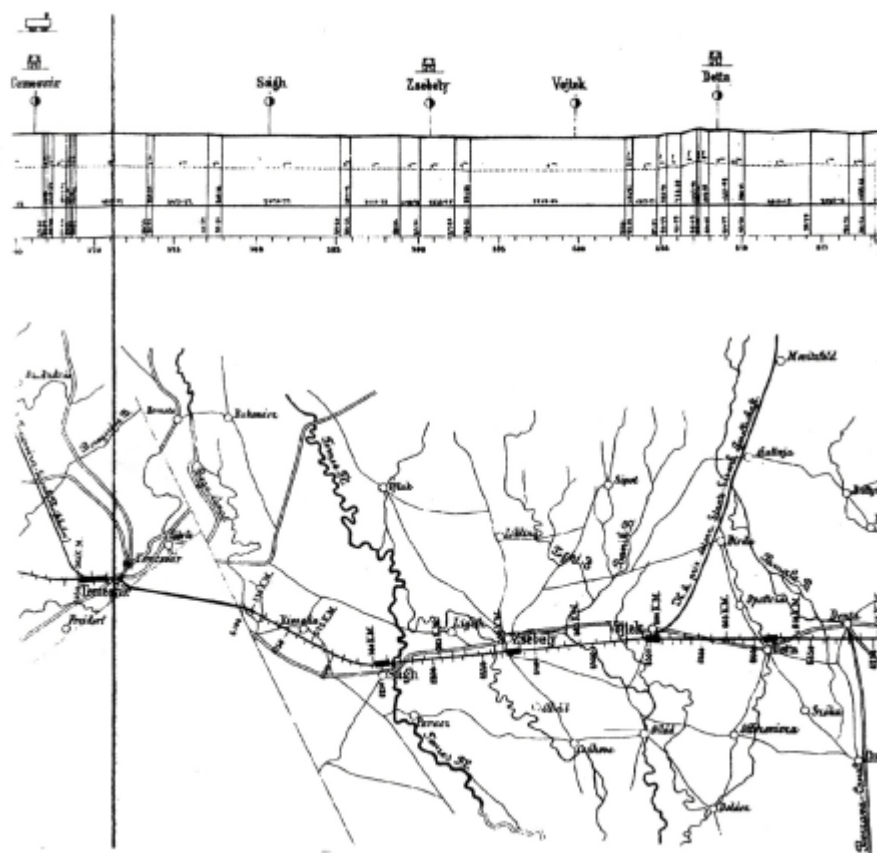
A vasútvonal legnagyobb hídja a 439,3 m hosszú szegedi Tisza-híd lett, amelynek a medert áthidaló része 8x41,2 m nyílású vasszerkezet, jobb parti része kétnyílású boltozatsor volt. Ezen kívül átereszek és néhány közepes méretű vashíd épült: az Aranka patakánál (10,0 m), a Begán (119,10 m), a Bega csatornán (41,43 m), a Temesen Sághnál (2x29,18+1x35,57 m) és Zsebelynél (8x9,48 m), a Berzován (3x9,48 m), a Moravicán (2x9,48 m) a Kis-Karason (2x9,48+1x23,70 m) és a Nagy-Karason (6x9,48 m).

A vasút felépítményét többfajta, 5,69–6,00 m hosszú 32,6–37,0 kg-os vassínekből fektették, amelyeket a századfordulótól kezdve 33,25 kg-os, majd 42,8 kg-os acélsínekkel cseréltek ki.

A vasútvonal (49. ábra) nagyobb állomásai: Szoreg, Valkány, Nagyikinda, Temesvár–Józsefváros, Temesvár–Gyárváros, Vojtek, Versec, Karasjeszeno (Jassenova), Fehértemplom és Báziás voltak. Báziáson az Al-Duna partján hosszú átrakó állomást építettek (50. ábra).

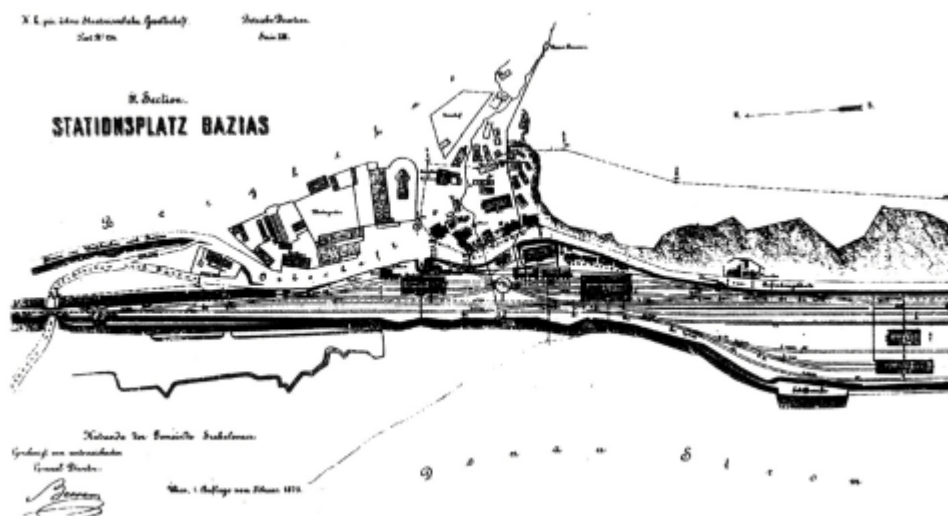
Az Osztrák Államvasúttársaság fovonalából később több vonalat ágaztattak ki Perjámos, Németbogsán és Anina felé.

Az 1861. évi menetrend alapján a személyszállító vonatok az utat Szegedtől Temesvárig 3 óra, Szegedtől Báziásig 6 óra 20 perc alatt tették meg (51. ábra).



49. ábra

A vasútvonal Temesvár-Báziás közötti szakaszának helyszínrajza



50. ábra

Báziás átrakó állomás vágányai az Al-Duna mellett

K. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

Änderung der Fahrordnung auf der südöstlichen Linie.

Einführung von Eilzügen

von Pest nach Bajas und von Szegedin nach Pest.

Zweimal in der Woche

Dauer der Fahrt: { Von Wien nach Bajas 18 St. 18 Min.; von Bajas nach Wien 18. St. 47 Min.
 { Von Wien nach Konstantinopel 90 1/2 St.; von Konstantinopel nach Wien 101 St.
 In Verbindung { mit den täglichen Eilzügen zwischen Wien und Pest, und mit den in Bajas einlaufenden und
 { von dort abgehenden Eilschiffen der unteren Donau und des schwarzen Meeres.

Gültig vom 6. Mai 1861 angefangen bis auf Weiteres.

Fahrordnung.

Stationen	I. Eilzug von Wien bis Pest täglich	Stationen	Nr. 24 gemischter Zug von Bajas bis Temesvár täglich	Nr. 2 Personenzug von Bajas bis Temesvár nach Erforderniß täglich	
Wien	Abfahrt 2 II. — M. M. 8 „ 22 „ Abt.	Bajas	Abfahrt 5 II. — M. M. 5 „ 34 „	7 II. 5 M. M. 7 „ 26 „	
Pest	Ankunft	Brishtirchen	5 „ 34 „	7 „ 26 „	
			Von Pest bis Bajas	6 „ 13 „	7 „ 48 „
			Montag und Donnerstag	7 „ 1 „ Abt.	8 „ 27 „
			Donnerstag	7 „ 43 „	8 „ 57 „
			Abfahrt 9 II. — M. M. 9 „ 55 „	8 „ 19 „	9 „ 21 „
Esteinbruch	—	Delta	9 „ 1 „	9 „ 48 „	
Wreches	—	Szekely	9 „ 25 „	10 „ 5 „	
Illó	—	Szegedvár	9 „ 55 „	10 „ 26 „	
Monor	10 II. 3 M. M. 10 „ 33 „	Temesvár	Ankunft 10 Uhr 35 Min. Abends	—	
Wid	—	Szatalhaza	10 „ 48 „	—	
Alberti-Jrsa	—	Szerlyamós	11 „ 11 „	—	
Szegled	Ankunft 10 II. 51 M. M. 10 „ 56 „	Szafeld	11 „ 34 „	—	
Nagy-Körös	—	Gr. Rikinda	12 „ 5 „	Nacht	
Kecskemét	11 II. 44 M. M. 11 „ 44 „	Mofrin	12 „ 23 „	—	
P. Pata	—	Oroslamos	12 „ 56 „	—	
Szerlyhaza	—	Szeged	1 „ 18 „	—	
P. Peteri	—	Szeged	Ankunft 1 „ 33 „	—	
Rislet	—	Szeged	Abfahrt	—	
Szatymaj	—	Szatymaj	2 II. — M. M. 2 „ 29 „	—	
Szegedin	Ankunft 1 II. 43 M. M. 1 „ 58 „	Rislet	2 „ 58 „	—	
Szeged	Abfahrt 1 „ 58 „	P. Peteri	3 „ 20 „	—	
Szeged	—	Szerlyhaza	3 „ 54 „	3 „ 8 „	
Szeged	—	P. Pata	4 „ 19 „	—	
Szeged	—	Kecskemét	4 „ 44 „	3 „ 46 „	
Szeged	—	Nagy-Körös	5 „ 13 „	—	
Szeged	—	Szegled	Ankunft 5 „ 44 „	4 „ 30 „	
Szeged	—	Szegled	Abfahrt 6 „ 5 „	4 „ 35 „	
Szeged	—	Alberti-Jrsa	6 „ 41 „	—	
Szeged	—	Wid	6 „ 54 „	—	
Szeged	—	Monor	7 „ 16 „	5 „ 28 „	
Szeged	—	Illó	7 „ 29 „	—	
Szeged	—	Wreches	7 „ 44 „	—	
Szeged	—	Esteinbruch	8 „ 8 „	—	
Szeged	—	Wien	Ankunft 8 „ 23 „	6 „ 27 „	
Szeged	—	Wien	Ankunft 8 „ 23 „	—	
Szeged	—	Pest	Abfahrt 9 „ 12 „	—	
Szeged	—	Wien	Ankunft 9 „ 50 „	—	

Tägliche Zug verläßt nur, wenn bis Abreise nicht in Bajas ankommen.

Anmerkung. Die Preise für die Plätze und das Gepäcks-Übergewicht sind bei Beförderung mittelst der Eilzüge I und II von Pest bis Bajas und von Szegedin bis Pest dieselben, wie bei den gewöhnlichen Personenzügen.

51. ábra
 A Szeged-Báziás vasútvonal 1861. május 6-tól érvényes menetrendje

Dr. Horváth Ferenc—Dr. Kubinszky Mihály
 MAGYAR VASÚTI ÉPÍTKEZÉSEK ERDÉLYBEN címu könyv alapján

Torzított feszültséggel táplált egyfázisú ISZM egyenirányító

Csatlós Elod, Richard Marschalko

Kolozsvári Műszaki Egyetem
Románia

Abstract

The distortion of the AC system line voltage is an everyday problem. Beside the basic function of electrical energy conversion, there is a demand for the power electronic converters, what presents adaptability, to take over a secondary, line-conditioning function too. As a result the power electronics becomes able to support the AC mains. The paper analyses such a version of a two-way energy flow, single phase, PWM AC to DC converter system. New modeling of the converter, in a fixed coordinate system, associated with careful simulation allows to highlight the functional deficiency of the investigated converter and to propose a developed control strategy, which solves this deficiency. With the help of the new control scheme different line-friendly operation modes are also studied.

1. Bevezetés

Köztudott, hogy az energiát szolgáltató jelenlegi villamos hálózatok energetikai szempontból minőségi romlást mutatnak. Az új és nagyszámú elektronikus fogyasztók eredményeképpen a szolgáltatott hálózati feszültség általában gazdag felharmonikus tartalommal rendelkezik. Ennek következtében a szinuszos feszültségi üzemre tervezett fogyasztók hatékonysága kisebb a tervezettnél. Ugyanakkor zavaró hatásuk is megnövekedik, mint szinuszos üzem mellett. A folyamat láncszerű ismétlődése a hálózat globális minőségi romlását idézi elő, no a szolgáltatott feszültség felharmonikus tartalma.

A teljesítményelektronika fejlődésével olyan berendezések tervezése került napirendre, melyek alkalmazkodnak a hálózati torzítottsághoz. További elvárt követelmény a hálózat szempontjából való zavarmentes üzemeltetés, adott esetben lokális kompenzátor üzemre való képesség.

Erre a feladatra alkalmas berendezések családjában jelentős részaránnyal foglalnak helyet a kapcsolóüzemű ISZM egyenirányítók. Ezek elsősorban a villamos hajtások fejlesztésében játszhatnak nagy szerepet. A kétirányú energiacserét biztosító háromfázisú erősáramú berendezések mellett [1], [5], [6] azonban különös jelentőséggel bír a házi fogyasztásra alkalmas egyfázisú típus [3].

Jelenleg egyre nagyobb teret hódítanak a kis teljesítménytartományban üzemelő egy kapcsolóelemmel felépített egyfázisú boost egyenirányítók. Habár nagy teljesítménytényezővel üzemelnek, hátrányuk az egyirányú energiaáramlás.

Nagyobb teljesítménytartományban viszont már elengedhetetlen a kétirányú energiacsere.

Kutatásunk témáját a közép és nagy teljesítménytartomány lefedésére kétirányú energiacserére alkalmas berendezés alkotja.

A dolgozat elemzi az egyfázisú ISZM egyenirányító áramgenerátor jellegű inverteres változatát, bemutatja a számítógépes szimulációra kidolgozott matematikai modellt, valamint a modellezési eredményekkel együtt közli a nemszinuszos feszültség melletti üzemre kidolgozott vezérlési és szabályozási eljárásokat.

2. Az egyfázisú egyenirányító felépítése és működése

Az egyfázisú kétirányú energiacserét biztosító ISZM egyenirányító gyors kapcsolási frekvenciával rendelkező IGBT-s hídágak segítségével alakítható ki. Az 1. ábra a közép és nagy teljesítménytartományban üzemképes kétpont áramszabályozással vezérelt megoldást mutatja be.

Az egyenirányító működése egy áramszabályozási hurkon alapszik. A váltóáramú hálózatról felvett áramot hiszterézises áramszabályozóval egy alapjel mentén vezetjük. Az áram előállításához egy feszültség-invertert használunk. Az inverter egyenáramú oldalán a működéshez szükséges egyenfeszültséget egy nagykapacitású kondenzátoron tároljuk. A fogyasztó irányában ez a kapacitás ugyanakkor simító szerepet is vállal.

A váltóáramú oldalon beiktatott kis inuktívítású fojtótekerics válaszfalat képez a hálózati és a konverter váltóáramú oldali feszültsége között.

A kapcsolóelemek ellenütemu vezérlését egy kétpont szabályozó látja el. Az áramszabályozó feladata a szabályozási stratégia megvalósításához megfelelő vezérlojelek eloállításáa.

Az alapjel amplitúdóját egy feszültségszabályozó szolgáltatja, lehetoséget adva a fogyasztónak az egyenfeszültségi szint stabilizálására vagy változtatására.

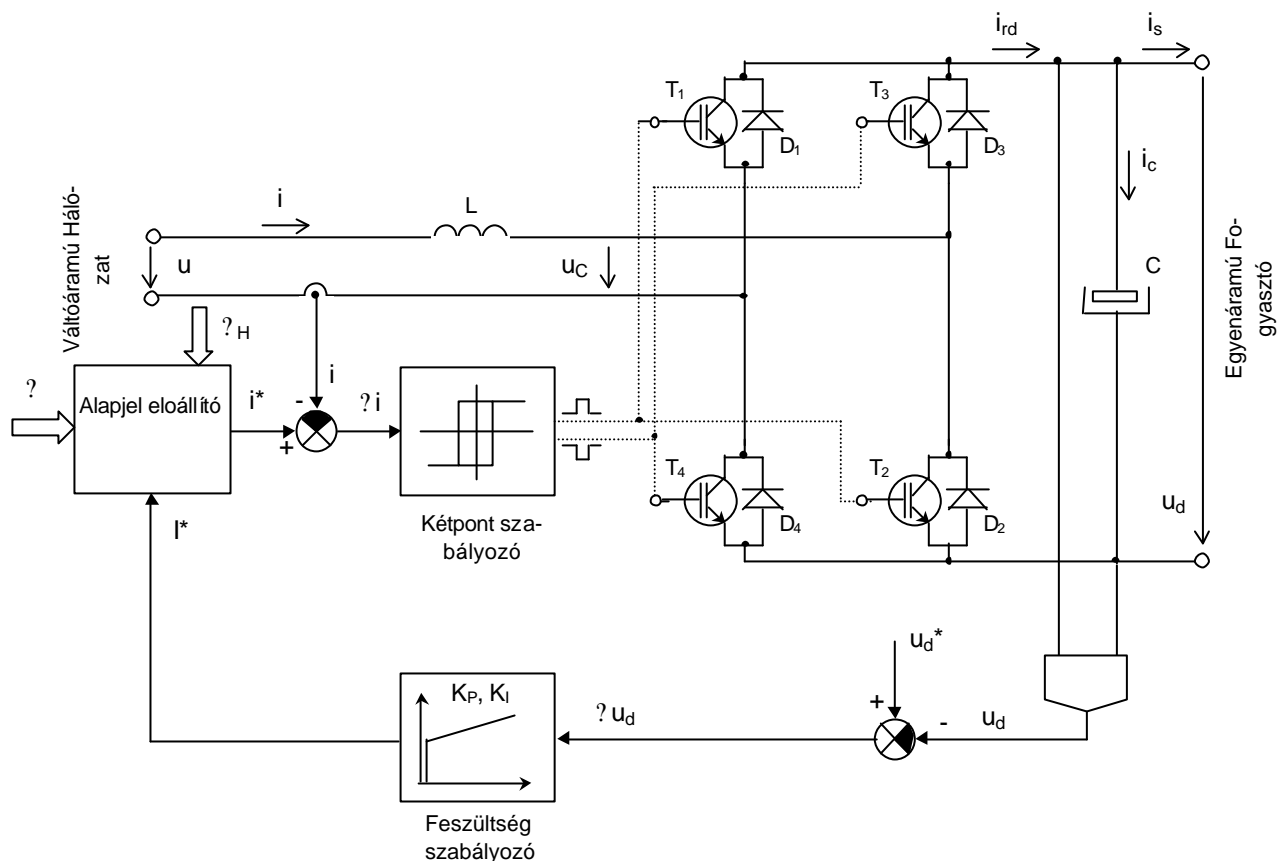
Az alapjel hullámformája és fázisszöge függ a kívánt muködési üzemtöl. Így, a hálózati feszültség mérési jelével szinkronizálva az átalakító meddo teljesítmény nélküli, induktív vagy kapacitív illetve szinuszos vagy nemsinuszos üzemekben muködhet.

Az átalakító jellemzoje, hogy az áramszabályozó megadott hiszterézise alapján a kialakuló kapcsolási frekvencia nem állandó. Értékét a hálózati áram pillanatnyi értékével változtatja. Szélsoértékpontjait az áram szélsoértékeinél éri el.

Így az áram követosáv szélessége, azaz a szabályozó hiszterézis értéke közvetlenül befolyásolja a kapcsolási frekvenciát. Ennek megválasztásakor szem előtt tartandó a kapcsolási veszteségek és a felépített áram minosége közötti egyensúly keresése.

3. Modellezési eredmények és muködési rendellenességek

A vizsgált egyenirányító fobb adatai a következők: névleges tápfeszültség $U_N \approx 48 \text{ V}$; névleges teljesítmény $P_N \approx 250 \text{ W}$; hálózati frekvencia $f \approx 50 \text{ Hz}$; fojtótekerics inuktívítás $L \approx 1,76 \text{ mH}$, ellenállása $R_B \approx 0,33 \Omega$; kimeneti kondenzátor kapacitása $C \approx 1650 \mu\text{F}$.



1. ábra

Egyfázisú áramszabályozásos ISZM egyenirányító

Az 1. ábrán bevezetett jelöléseket alkalmazva, az egyenirányító modellezéséhez a felhasznált matematikai modellt a következő megállapításokból vezettük le:

Ha a tápfeszültség pillanatnyi értéke:

$$u(t) = \hat{U} \sin(\omega t), \quad (1.1)$$

akkor a felvett áram értéke a következő differenciál-egyenletből számítható ki:

$$L \frac{di(t)}{dt} = u(t) - u_c(t) - R_B i(t). \quad (1.2)$$

Elhanyagolva az átalakítóban jelentkező veszteségeket, az egyenirányított áram értéke a következő képlet szerint alakul:

$$i_{rd}(t) = \frac{u_c(t)}{u_d(t)} i(t). \quad (1.3)$$

A fenti feltételek mellett a kondenzátor kapocsfeszültsége:

$$C \frac{du_d(t)}{dt} = i_{rd}(t) - i_s(t) \quad (1.4)$$

is ismert. A feszültségreferencia különbség

$$u_d(t) = U_d^* - u_d(t) \quad (1.5)$$

segítségével a feszültségszabályozó kimeneti értéke:

$$I^*(t) = K_p \int u_d(t) dt + K_I u_d(t) \quad (1.6)$$

lesz. Ez éppen a szükséges hálózati áram amplitúdójának felel meg. Ekkor a szinuszos áramalapjel:

$$i^*(t) = I^*(t) \sin(\omega t) \quad (1.7)$$

lesz és a felvett áram-alapjel különbség a következő képlet szerint alakul:

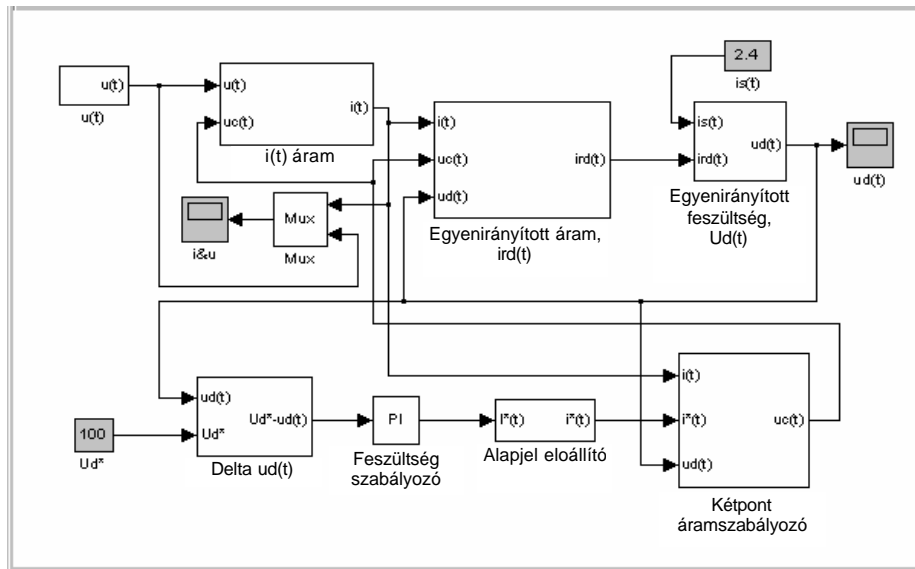
$$i(t) = i^*(t) - i(t). \quad (1.8)$$

A szabályozási kör bezárásához az áramszabályozó a következő állapotfüggvény szerint működik:

$$u_c(t) = \begin{cases} \frac{h}{2} u_d(t), & i(t) > \frac{h}{2} \\ \frac{h}{2} u_d(t), & i(t) < -\frac{h}{2} \end{cases} \quad (1.9)$$

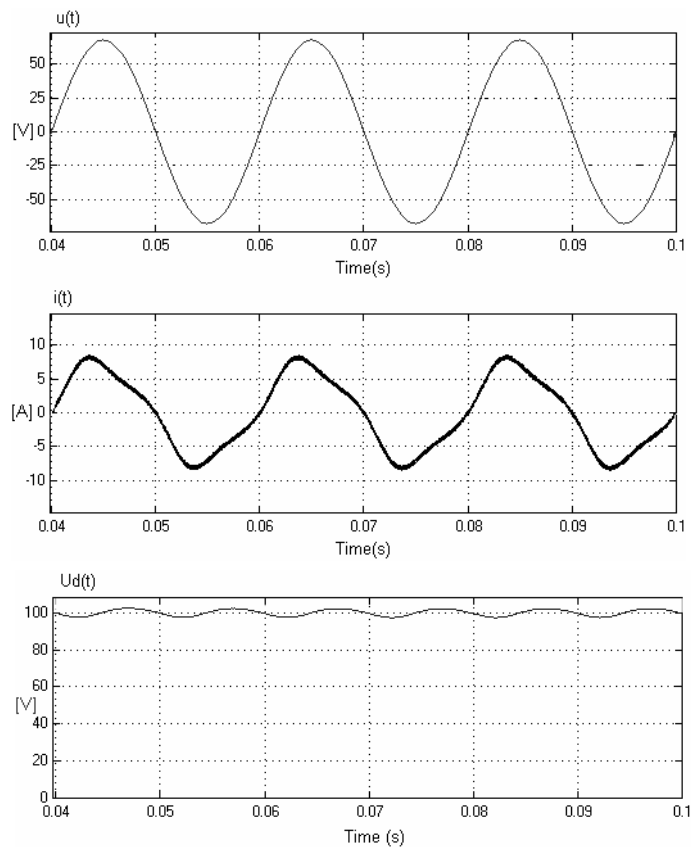
A modell MATLAB-SIMULINK felületen felépített megoldását a 2. ábra mutatja.

Az állandósult üzemet a következő szimulációs adatoknál vizsgáltuk: kimeneti egyenfeszültségi szint: $U_d = 100$ V; terhelő egyenáram $I_s = 2,4$ A; áramszabályozó hiszterézise $h = 0,5$ A; valamint a feszültségszabályozó adatai $K_p = 0,9$ és $K_I = 90$.



2. ábra
Az egyenirányító modellje MATLAB-SIMULINK felületen

Az elért eredményeket a 3. ábra mutatja.



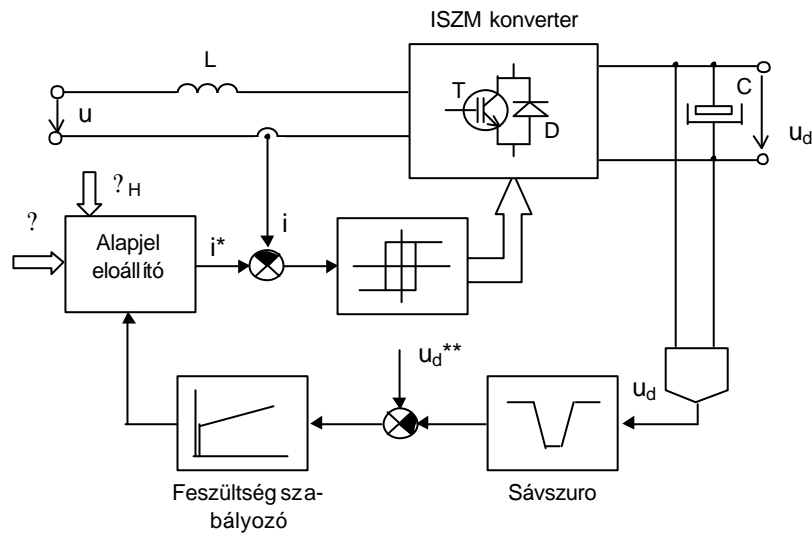
3. ábra
Szimulációs eredmények állandósult üzemmódra

Ahogy már régebből is ismert [1], az eredmények két működési rendellenességet mutatnak. Egyrészt a felvett hálózati áram felharmonikusgazdag, másrészt a kimenőfeszültség jelentős, 4,6 V-os, 100 Hz-es pulzálást mutat a kívánt referenciaszint körül.

A működési elégtelenségek az egyfázisú felépítésből származnak. Az azonos vezérlésű háromfázisú modellnél a hasonló zavarok kismértékben jelennek meg. Az egyfázisú felépítésnél megjelenő számottevő zavarok fő oka, hogy az egyenirányított áramot *csak egy* fázisáram megfelelő kommutációjából nyerjük és *nem három* szimmetrikus fázisáramból. Így az egyenirányított áram a kondenzátoron egy 100 Hz-es összetevőt szül, ami egy háromfázisú modellnél 300 Hz-esre és kisebb amplitúdójúra alakul.

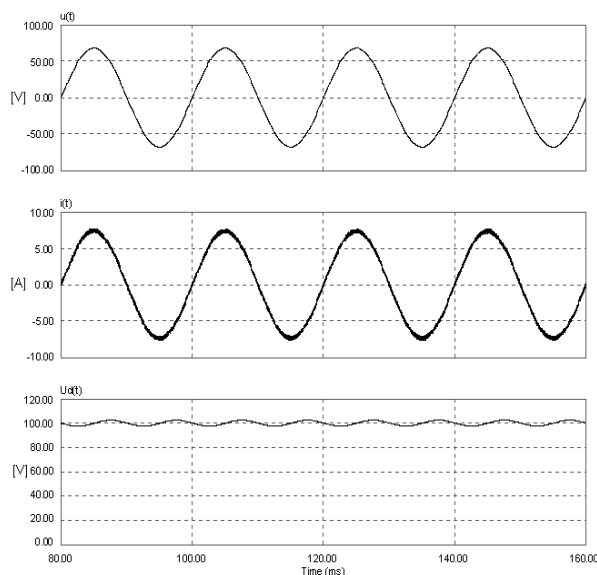
A pulzálás a szabályozó áramkörön végighalad, ami egy pulzáló alapjel áramamplitúdót eredményez, s így a megépített áram felharmonikusokat tartalmaz.

A zavaró hatások csökkentésére korlátozott lehetőségeink vannak az egyfázisú felépítés miatt. A tünetek orvoslása végett egy sávszűrőt iktattunk be a szabályozási áramkörbe a feszültség-mérő után. (4.ábra)



4. ábra
Módosított szabályozási lánc

Modellünkben egy másodrendű szűrőt használtunk 100 Hz-es középfrekvenciával, 20 Hz-es sávzélességgel. Ezzel a megoldással, ahogy az 5. ábrán is látható, elértük az áram felharmonikus-tartalmának csökkentését. A kimenőfeszültség minősége változatlan marad, amit viszont a kondenzátor kapacitásértékének növekedésével javíthatunk.

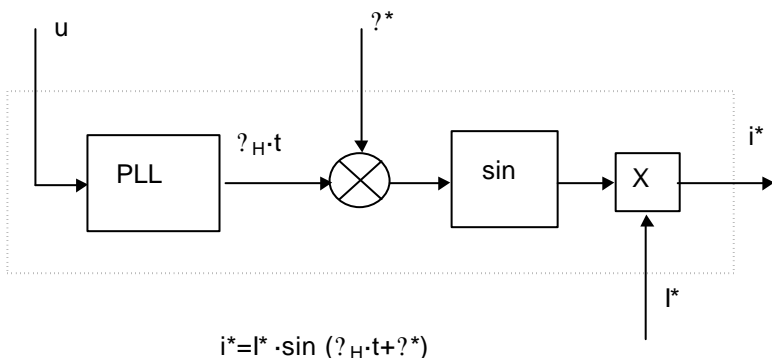


5. ábra
Másodrendű szűrő beiktatásával elért eredmények

4. Szinuszos fogyasztó üzemmód

Az egyenirányító által felvett áram követi a szabályozási hurokban előállított alapjelet. Az alapjel előállításánál lehetőség adódik különböző hálózatbarát üzemmódok kialakítására, [4], [5], [6].

Az alapjel előállítása történhet egy szinuszhullám-generátor segítségével. A generátor fázisszögét egy szinkronizáló áramkörből nyerjük (PLL áramkör). A szinkronizáló jelbe beleavatkozva, késéssel vagy siettetéssel (φ^*), induktív, illetve kapacitív üzemmódok valósíthatók meg. Az alapjelet a generátorjel és a feszültség szabályozó által szolgáltatott áram-amplitúdójel összeszorzásából kapjuk. (6. ábra).



6. ábra

*Szinuszos szinkronizáló jel előállítása
PLL áramkör segítségével*

Ez a megoldás a hálózati feszültség milyenségétől függetlenül szinuszos áramot kényszerít a készülékből. Így torzított táplálás esetén ez a változat szinuszos áramfelvétel mellett, mint lokális hálózatjavító működik, javítva ezzel a hálózat helyi torzítástényezőjét.

Az üzemmód vizsgálatára a szimulációs modellünket torzított feszültséggel tápláltuk, melynek harmonikus tartalmát az 1. táblázat mutatja.

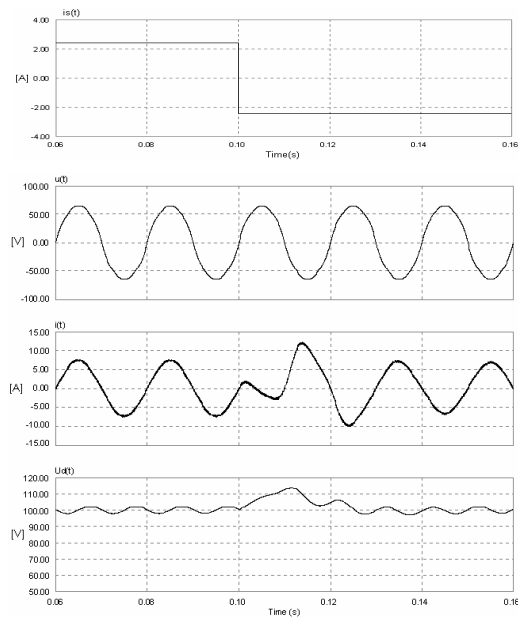
1. táblázat

Harmonikus rendszám	Amplitúdó	Résarány az alap- harmonikusból
	[V]	[%]
1	67.88	100
3	4.07	6
5	2.03	3
7	1.01	1.5

Az előállított alapjel fázisszögét (φ^*) nullának feltételeztük.

A szimulációs bemeneti adatok megegyeznek az állandósult üzemenél használtakkal, azzal a kiegészítéssel, hogy a terhelőáram adott pillanatban történő elojel váltásával vizsgáltuk az ISZM egyenirányító dinamikáját is. Az eredményeket a 7. ábra mutatja.

Az elért eredmények kielégítő állandósult és dinamikus üzemmódot bizonyítanak. A tranziens folyamatok a tervezés szerint elvárt időben zajlanak le.

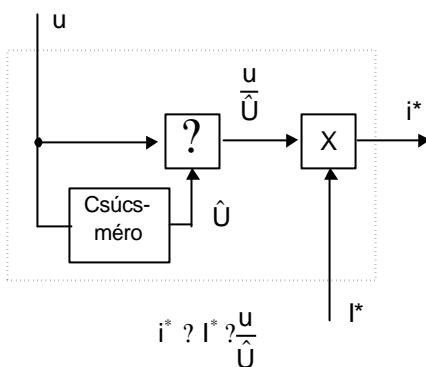


7. ábra
Szimulációs eredmények szinuszos fogyasztó üzemben

5. Ellenállás jellegű fogyasztó üzemmód

Az alapjel előállításával elérhető, hogy a készülékünk ellenállás jelleget mutasson. Ez azt jelenti, hogy a felvett áram hullámformája és fázisa megegyezik a tápláló feszültségével.

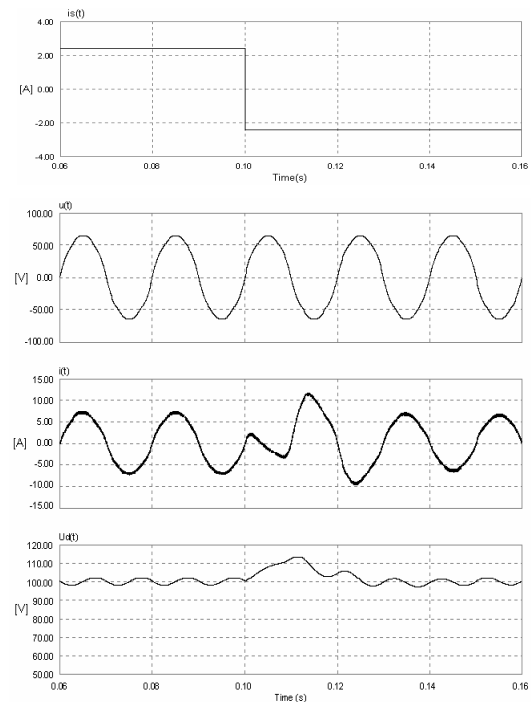
Ez úgy valósítható meg, hogy ha az alapjelünk formáját a hálózati feszültségből származtatjuk. A feszültségmérő jelét elosztva a hálózati feszültség csúcsértékével egy egységnyi amplitúdójú, a hálózati feszültség formájával és fázisával megegyező hullámjelet kapunk. Ezt megszorozva az áramamplitúdó jellel megkapjuk a kívánt alapjelet. (8. ábra)



8. ábra
Szinkronizálás ellenállás jellegű üzemmód esetében

Szimulációs vizsgálatunkhoz a szinuszos fogyasztónál használt adatokat alkalmaztuk. Az eredményeket a 9. ábra mutatja.

Az előállított üzemmód a hálózat szempontjából torzítás és meddő energia-felvétel nélkül üzemel.



9. ábra
Szimulációs eredmények ellenállás jellegű fogyasztó esetében

Következtetések

Az egyfázisú átalakító további kutatását, gyakorlati megvalósítását és fejlesztését ösztönzik az elért eredmények. Az áramszabályozó hurok jó dinamikát mutat. A kapcsolási frekvencia 26-50 kHz értéktartományban változik, ami a fojtótekercs nagyobb méretezésével, továbbá nagyobb áramszabályozó-hiszterézis érték használatával csökkenthető. Az áramszabályozó struktúrája, valamint az üzemmódok eloállítását meghatározó alapjel generálása digitális úton könnyebben érhető el. Ezért a vezérlo és szabályozó áramkör kifejlesztésére automata numerikus rendszer ajánlott.

Hálózatbarát jellemzői, valamint az üzemmódok változtathatóságának relatív egyszerűsége új területet jelent az energiaszolgáltató rendszerek fejlesztésére, lehetőséget adva egyfázisú fogyasztók esetén is a hálózatok helyi és globális szinten történő minőségi javítására.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Dr. Horváth Miklós és Dr. Halász Sándor urak támogatásáért.

Irodalom

- [1] *Kolar, J.W.; Ertl, H.:* Status of the Techniques of Three - Phase PWM Rectifier Systems with Low Effects on the Mains, PCIM'99, Power Conversion and Intelligent Motion Conference, Seminar 27, Nürnberg,, Germany, 1999.
- [2] *Marschalko, R.:* Extended Control Strategy for a PWM Line-Friendly AC-to-DC Converter, EPE'93, European Conference on Power Electronics and Applications, Brighton, Great Britain, 1993.
- [3] *Marschalko, R.:* Modelling and Implementing of a Single-Phase PWM AC-to-DC Converter, Symposium on System Modelling, Fault Diagnosis and Fuzzy Logic Control, Tempus S-JEP07759-94-Modify, Budapest and Miskolc, 06-07, May, Hungary, 1997.
- [4] *Marschalko, R.; Weinhold, M.:* Optimal Control and Appropriate Pulse Width Modulation for a Three - Phase Voltage dc - link PWM Converter, 27.IEEE-IAS Annual Meeting, Houston, Texas, Vol.I, pp.1042 - 1049, USA, 1992.
- [5] *Weinhold, M.:* Appropriate Pulse Width Modulation for a Three - Phase PWM AC -to - DC Converter, EPE Journal, Vol.1, No.2, October, pp.139 - 148, 1991.
- [6] *Weinhold, M.:* Dreiphasiger Pulsstromrichter zur Speisung von Gleichspannungszwischenkreisen ohne Amplitudensteuerung der netzseitigen Stromrichterspannungen, Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktor - Ingenieurs der Fakultät für Elektrotechnik an der Ruhr - Universität Bochum, 1993.

Alsópályás gerinclemezes acélszerkezet stabilitásának néhány kérdése

P. Moga, G. Köllö, St. I. Gutiu, C. Moga

Kolozsvári Muszaki Egyetem, Románia

Abstract

This paper presents the general stability checking methodology of the main plate steel girders in accordance with the Romanian norm SR 1911-98, which is exemplified by a numerical example for a 30 m span railway trough plate-girder bridge.

The results of the calculations are compared with those obtained through applying an energetic method for a compression member on an elastic foundation, respectively on the elastic transversal semi-frames.

The resulted observations can be useful in the design activity of this kind of decks, taking into account the implications of the lateral-torsional buckling on the safety exploitation of the steel bridge superstructures.

1. Bevezetés

Ebben a tanulmányban bemutatjuk a gerinclemezes fotartók általános stabilitásának ellenőrzését a SR 1911-98-as hazai szabvány szerint.

A bemutatott elméleti anyagot egy 30 m fesztávú alsópályás hídszerkezeten elvégzett számításokkal

A számítások eredményeit összehasonlítjuk a nyomott rugalmas alátámasztású tartó energia módszerrel végzett számításával, valamint nyílt keresztmetszetek és keresztartókból összeállított szerkezettel.

Számításaink eredményei hasznosíthatók az ilyen típusú hídszerkezetek tervezési tevékenységében.

A fotartók nyomott övének (rácstartók vagy gerinclemezes tartók) a stabilitás-vesztése, valamint a felső öv oldal irányú kihajlása az alsópályás hídszerkezeteknél egy nagyon komoly kérdés a biztonságos üzemeltetés szempontjából, mert a fotartók stabilitásvesztése a hídszerkezet teljes tönkremeneteléhez vezet.

A gerinclemezes fotartók stabilitását a szakirodalom egyszerűsített modellek segítségével tárgyalja (ECS PART I, STAS 10108/0-78). Két végén alátámasztott állandó keresztmetszetű tartó különböző terhelések esetén adják meg a megfelelő eredményt.

A rácstartók esetében a nyomott öv kihajlása meghatározható az energetikai módszer segítségével, ha azt feltételeztük, hogy a tartó csak a két végén van terhelve és állandó keresztmetszettel rendelkezik. Ismerve a nyílt keret merevségét, rugalmas alátámasztású tartók esetére meghatározható a kritikus erő.

A rácstartóknál azonban a keresztmetszet mind a nyomóerő változik csomópontok között.

A gerinclemezes tartók általában változó keresztmetszettel készülnek, a nyomott öv bizonyos távolságokban rugalmasan alá van támasztva, amit az U alakú nyílt keretek (keresztartók és függőleges merevítő tartók) biztosítanak. Éppen ezért egy pontos (matematikai) számítási modell kidolgozása nagyon összetett és nehéz feladat.

Ebben a tanulmányban a gerinclemezes fotartók stabilitási számításait mutatjuk be a SR 1911-98 szabvány szerint, számpéldával illusztrálva és összehasonlítva az eredményeket a nyomott rugalmas alátámasztású tartó eredményeivel.

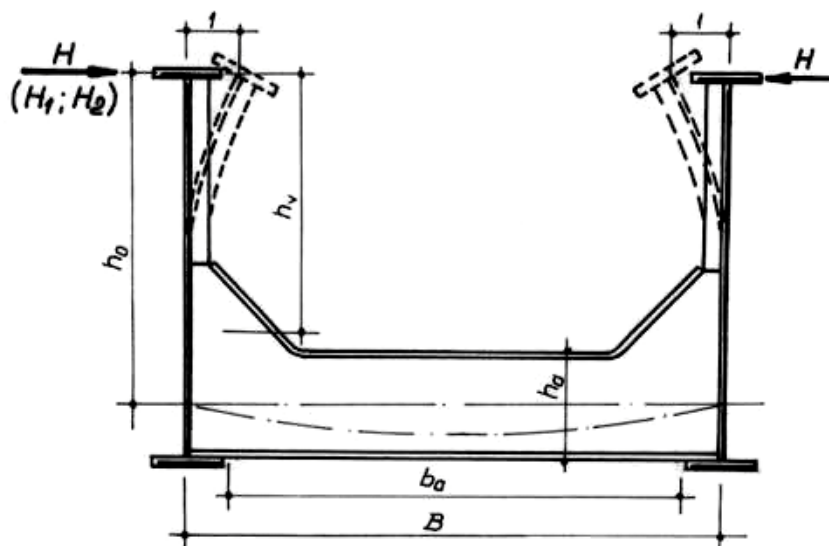
2. A gerinclemezes I fotartó stabilitási ellenőrzése a SR 1911-98 szabvány szerint

A gerinclemezes fotartók felső öve kihajlásának az ellenőrzése a romániai SR 1911-98-as szabvány szerint a következő összefüggésekkel történik:

$$H_1 \leq C_1 \leq H_0 \quad (1.a.)$$

$$H_2 \leq C_2 \leq H_0 \quad (1.b.)$$

ahol H_1 és H_2 a nyitott keret (U) szélső pontjain ható erők, amelyek egységnyi behajlást eredményeznek (1. ábra).



1. ábra

Egy felül nyílt keret (U) merevségét a következő összefüggés szerint lehet kiszámítani:

$$H \approx \frac{E}{\frac{h_0^2 \cdot b_a}{2 \cdot I_a} + \frac{h_v^3}{3 \cdot I_m}} \quad (2)$$

ahol a h_0 , b_a , h_v -t az 1. ábra szerint értelmeztük. I_a , I_m a keresztartó, valamint az oszlopok (merevítők) tehetlenségi nyomatéka.

A gerinclemez I tartóknál függőleges rudakon az U keret oszlopán a gerinclemez merevítő lemezeit, valamint ezzel együtt dolgozó gerinclemez-részt értjük, amelynek a tehetlenségi nyomatéka:

$$I_m \approx \frac{h^3}{\frac{h_{ki}^3 + h_{ks}^3}{I_k}} \quad (3)$$

A (3) összefüggésben szereplő h , h_{ki} , h_{ks} -t a 2. ábra szerint értelmezzük, az I_k pedig a k-adik merevítésnél (merevítési mező) az oszlop elem tehetlenségi nyomatéka.

A C_1 és C_2 együtthatókat a (4a) és (4b) képlet szerint kell kiszámítani.

$$C_1 = \frac{1 + 0,6 \beta_m}{2} \sqrt{1 + \frac{1,44 \beta_m}{1 + 0,6 \beta_m}} \quad (4.a)$$

$$C_2 \approx \frac{C_1}{a} \quad a \approx \frac{H_{1min}}{H_2} \quad (4.b)$$

Ezekben az összefüggésekben a β_m a β együtthatók számtani középárányosa:

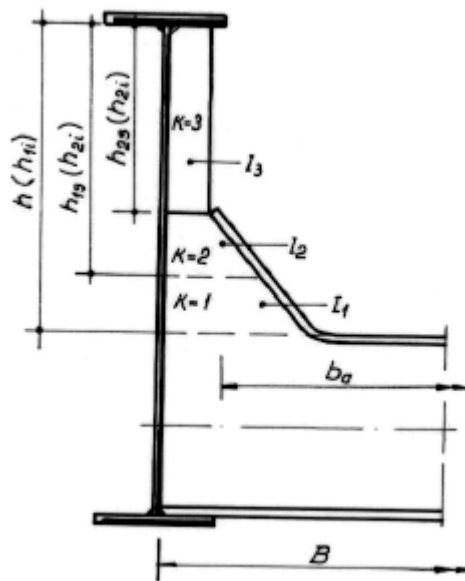
$$\beta \approx \frac{\sigma_y'}{\sigma_y} \quad (5)$$

ahol σ_y' a felső ív karcsúsági együtthatója az y - y tengelyhez viszonyítva,
 σ_y karcsúsági együttható, amely a F_y kihajlási együtthatónak felel meg.

$$\sigma_y' \approx \frac{N}{A_b s_a} \quad (6.a.)$$

N – a felső ívben lévő nyomóerő, amelyet a dinamikus hatás figyelembevételével számoltunk ki.

$$N \approx \frac{M}{I_z} h' A_b \quad (6.b.)$$



2. ábra

Az összehasonlítási merevséget (H_0) a következőképpen számoljuk ki:

$$H_0 \approx \frac{2,5 \sigma_f \sigma_y' N_{\max}}{B_m^2 l_{\min}} \quad (7)$$

ahol:

- ? N_{\max} = a felső ív legnagyobb nyomóereje,
- ? l_{\min} = két merevítő lemez közötti legkisebb távolság,
- ? σ_f = a kihajlás biztonsági tényezője, amely a legnagyobb σ_y' -nek felel meg.

3. A rugalmas ágyazású nyomott rúd kritikus nyomóereje

Ha a fotartó nyomott ívét állandó keresztmetszetűnek tételezzük fel, amelyet állandó nyomóerő vesz igénybe, valamint az alátámasztás legkisebb merevségét, amelynél a csomópontok úgy viselkednek mintha mozdulatlanok volnának k_{\min} -el jelöljük,

$$k_{\min} \approx \frac{P_{cr}}{\sigma_y'} \left[\frac{dA}{cm} \right] \quad (8)$$

ahol $P_{cr} = \frac{p^2 EI_y}{l^2}$ az Euler-féle kritikus nyomóerő a két végén csuklósan kapcsolódó l hosszúságú rúd esetén.

η – együttható, amely a nyílások számától függ (m) (1. táblázat).

1. táblázat

m	2	3	4	5	6	7	8	9
η	0.500	0.333	0.293	0.276	0.268	0.263	0.258	0.255

Ha a nyomott felső ív és a merevítő lemezek méreteit úgy választjuk meg, hogy a deformálódott felső ív fél-hossza (félhullám) hosszabb mint a l hosszának megfelelő lemezmezo, akkor a következő egyszerűsítést vezethetjük be: a pontszerű l távolságra elhelyezkedő rugalmas alátámasztást egy folytonos rugalmas alátámasztással lehet helyettesíteni.

k_1 – a rugalmas mezo lineáris merevsége

$$k_1 = \frac{H}{l} = \frac{1}{l} \frac{E}{\frac{h_0^2 b_a}{2A_a} + \frac{h_v^3}{3A_m}} = \frac{F}{L^2} \quad (9)$$

Az energia-módszert alkalmazva, figyelembe véve (8), (9)-et:

$$P_{cr} = \frac{p^2 EI_y}{l^2} \eta^2 n^2 = \frac{k_1 l^4}{n^2 p^4 EI_y} \quad (10)$$

ahol n – egy egész szám, amely (alakváltozott) deformált szakasz félhullámait méri
 a k_1 merevség minimális értéke $n=1$ és $n=2$ P_{cr}^1 és P_{cr}^2

$$\frac{k_1 l^4}{p^4 EI_y} \geq 4 \quad (11)$$

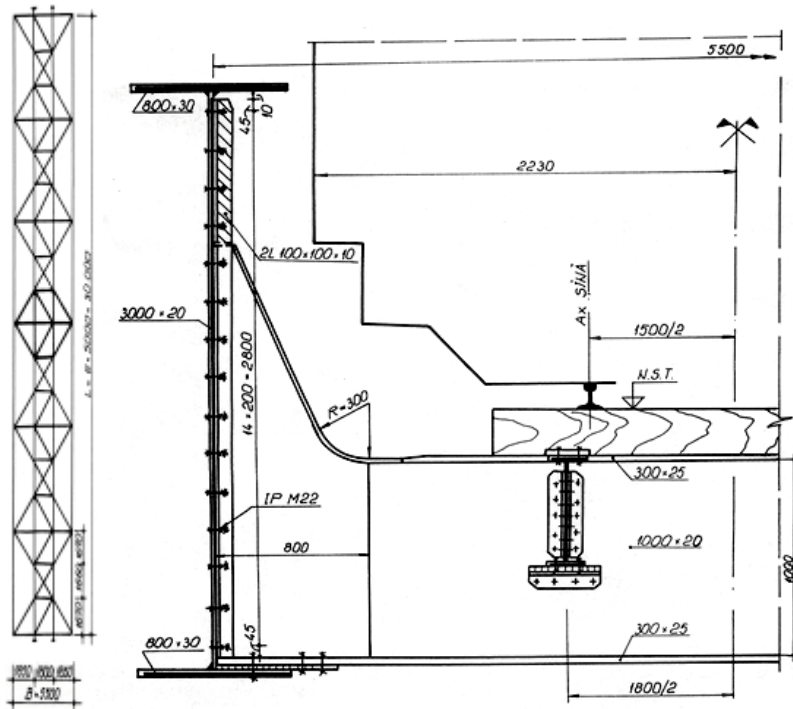
k_1 nagyobb értékének megfelelően meg lehet határozni a félhullámok számát a következő összefüggésből:

$$P_{cr}^n = P_{cr}^1 \eta^2 \quad (12) \quad \frac{k_1 l^4}{p^4 EI_y} = n^2 \eta^2 l^2 \quad (13.a)$$

$$\frac{l^2}{p^2} \geq \sqrt{\frac{k_1}{EI_y}} = n \eta l \quad (13.b)$$

4. Számpélda

Adott a 3. ábrán látható 30 m fesztávolságú, gerinclemezes fotartójú alsópályás vasúti hídszerkezet.



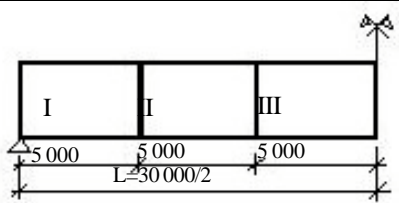
3. ábra

Végezzük el ennek a szerkezetnek az általános stabilitási számításait (ellenőrzési számítás).

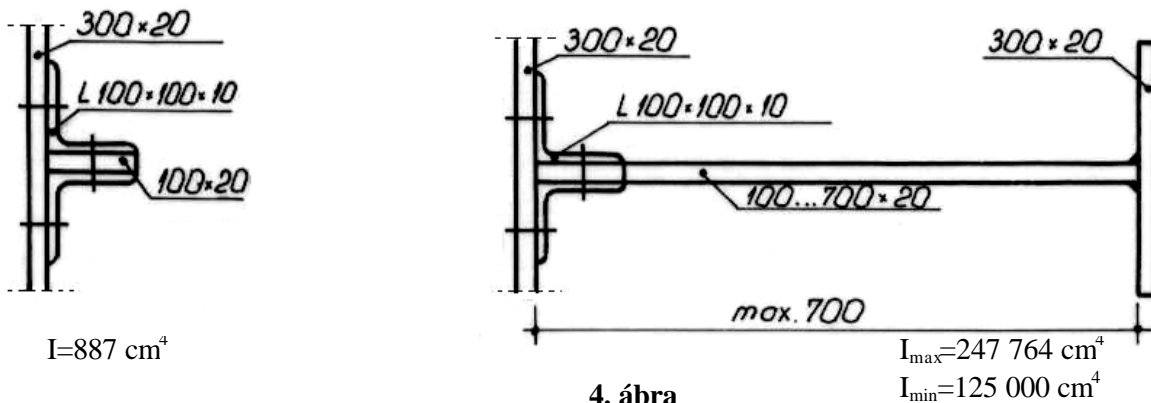
A statikai számítás eredményeként, meghatározva a legnagyobb forgatónyomatékokot (M_{maxmax}), a gerinclemez fotartót 6 függőleges merevítéssel elválasztott mezőre osztottuk, (2. táblázat) meghatározva mindegyik mezőnek megfelelő nyomatékokot.

A 2. táblázat tartalmazza azokat a számítási elemeket, amelyek szükségesek a stabilitási ellenőrzésekhez.

2. táblázat

	Gerinclemez mezo		
	I	II	III
$M = M_g + ? M_p$ [kN m]	3 072	7 614	10 326
Tehetetlenségi nyomaték [cm ⁴]	9 972 240		15 517 080
Egységnyi átlagfeszültség az alsó övben $\sigma = \frac{M}{I_z} \cdot y_h$ [daN/cm ²]	458	743	1 008
Nyomóerő az alsó övben [daN], $N = ?_m \cdot A_b$	54 960	178 320	241 920
Kihajlási együttható $\eta_y = \frac{N}{A_b \cdot \sigma_a}$	0,29	0,46	0,63
Karcúsági együttható η_y	136	108	80
Inerciasugár i_y	17,32	23	
Karcúsági együttható $\eta_y = l/i_y$	28,90	21,70	
Együttható $\eta = \eta_y / \eta_y$	4,70	4,98	3,69
$\eta_m = 4,46$			

Az ellenorzés három esetben történik aszerint, hogy milyen függoleges merevítést alkalmazunk.
 a) A merevítő elem egy lemezből 100×20 és két szögvasból $2L 100 \times 100 \times 10$ van kialakítva.
 Az aktív gerinclemez $15t_i \times 300$ mm (4. ábra)



4. ábra

b) a merevítő lemez csak egy lemez, amely a fotartó belső gerinclemezéhez van erősítve
 c) gerinclemez fotartó merevítés nélkül.

$$15t_i \times 300 \text{ mm}$$

Mind a három esetben (a, b, c):

$$C_1 \approx 3.16$$

$$H_0 = v_f \cdot 60,80 \text{ daN/cm}$$

$$C_1 \approx H_0 \cdot v_f \approx 192 \text{ daN/cm}$$

$$I_a \approx 560717 \text{ cm}^4$$

A számítási eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat

Az U keret függoleges kialakítása		Az U keret függoleges elemének a merevsége (3. képlet)	A nyílt keret merevsége (2. képlet) [daN/cm]	A kihajlási biztonsági tényező $v_f \approx H_1/C_1 \approx H_0$
a	$h_0=250$ $h_v=160$ $b_v=500$	12 500	15 318	80
b	$h_0=250$ $h_v=200$	887	691	3,60
c	$b_v=550$	20	16	≈ 1

Az energia-módszert alkalmazva, a felső övet állandó keresztmetszetűnek feltételezve 800×30 a következő értékeket kapjuk:

$$I_y = 128 000 \text{ cm}^4 ; P_{cr}^2 = 10 601 042 \text{ daN}$$

$$k_{min} = 79 112 \text{ daN/cm} \quad (8. \text{ sz. összefüggés})$$

Mivel a nyílt keretek U merevsége kisebb mint k_{\min} , következik, hogy a csomópontok elmozdulhatnak. Az eredményeket a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

Az U keret függőleges elem kialakítása	A rugalmas mezo merevsége $k_1 \cdot H / ?$, $? \cdot 500$ [daN/cm ²]	$\eta = \frac{k_1 \cdot I^4}{p^4 \cdot E \cdot I_y}$	Félhullámok száma n	P_{cr} [daN] *)	Kihajlási biztonsági tényező
a	30,64	95	3	$5,76 \cdot 10^6$	24
b	1,38	4,28	2	$1,5 \cdot 10^6$	6,17
c	0	0	1	$0,3 \cdot 10^6$	1,2

*) $P_{cr} = P_E (n^2 + \eta/n^2)$; $P_E = \frac{p^2 \cdot E \cdot I_y}{l^2} = 294\,473$ daN.

5. Következtetések

A nyomott öv stabilitásának a kérdése a gerinclemezes fotartós alsópályás, valamint a rácsszerkezetes alsópályás hidaknál a tervezés egyik fontos feladata, amely nagymértékben befolyásolja a szerkezet biztonságos üzemeltetését.

A felső öv stabilitásvesztése sok hídszerkezet tönkremenetelét okozta. A nyomott öv kihajlása veszélyesebb a rácsszerkezeteknél, mivel ezeknél a szerkezeteknél a keretmerevség kisebb, mint a gerinclemezes alsópályás hídszerkezeteknél. A gerinclemezes alsópályás hídszerkezetek keretmerevsége nagyobb, mivel az oszlopok kisebbek és a merevítő lemezek nagymértékben hozzájárulnak a keretmerevség megnöveléséhez. Minden esetben ennek a kérdésnek a megoldása a tervezőknek a feladata: egy megfelelő keretmerevségű szerkezet megtervezése a szerkezet stabilitásának ellenőrzésével. A bemutatott gyakorlati példa is illusztrálta, hogy a gerinclemezező külső merevítések nem szükségesek, ezeket nem is ajánlják, mivel rontják a híd esztétikai hatását.

Felhasznált irodalom

- [1.] *** EUROCODE 3. Part 2. CEN/TC 250/SC 3, 1994.
- [2.] *** STAS 10108/0-78 – Calculul elementelor din oțel.
- [3.] Dalban, C., Juncan, N., ...: Constructii metalice. E.D.P. Bucuresti, 1983.
- [4.] SR 1911-98 - Poduri metalice de cale ferata.
- [5.] Moga, P., Gutiu, St.: Flambajul lateral al grinzilor cu inima plina. Simpozionul: "Reabilitarea drumurilor si podurilor", Cluj-Napoca, oct. 2000.
- [6.] Moga, P., Gutiu, St.: Poduri metalice. Îndrumator de proiect. U.T.C-N., 2003.
- [7.] Jantea, C., Varlam, F.: Poduri metalice. Casa de Editura VENUS. Iasi, 1996.
- [8.] Bia, C., Ilie, V., Soare, M.: Rezistenta materialelor si teoria elasticitatii. E.D.P., Bucuresti, 1983.
- [9.] Moga, P.: Poduri metalice. Alcatuirea si calculul elementelor. U.T.C-N., 2000.

Újabb technológiák a kalapácmalmok hatásfokának növelésére

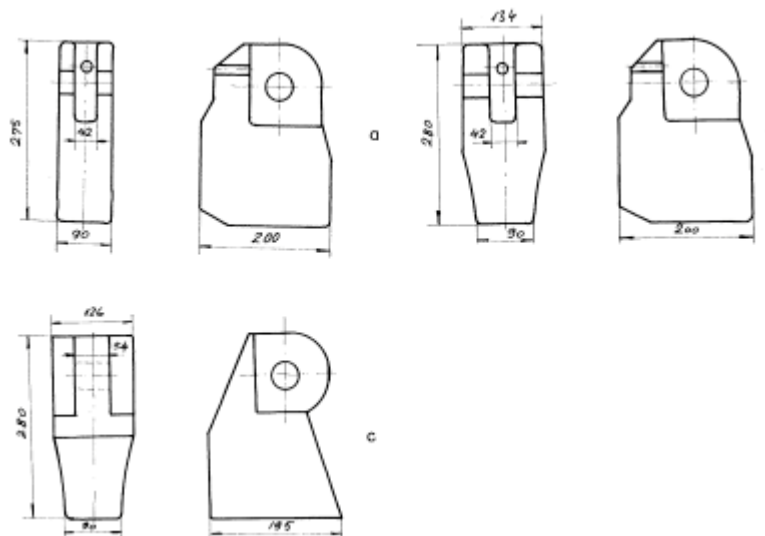
Dr. Szocs Katalin
Kolozsvár

Abstract

The life is an important factor of the plan's economic efficiency. There are contradictions requirements against the material of the hammers. A good wear resistance and a high impact test value is needed as well. Test with hammers, made of nodular graphite castings had shown appropriate life times.

Az ipari létesítmények hatékonyságának növelése gazdasági követelmény. A gépek és berendezések működési idejének meghosszabbítását célzó törekvések is ide sorolhatók.

A kalapácmalmok működési időtartama elsősorban a kalapácsok kopásától függ. A dörzsölés általi koptatáson kívül a kalapácsok jelentős dinamikus erőknek is ki vannak téve. Kalapácmalomban zúzzák szét az útburkoláshoz használt andezittörmelékét, az iparilag használt mészkövet és meszet, a cement gyártásához használt klinkert, a bányából kifejtett koszenet stb. Az 1. ábra a széntörok kalapácsát, a 2. ábra a mészkömalom kalapácsát szemlélteti.



1. ábra

A szénmalom kalapácsa

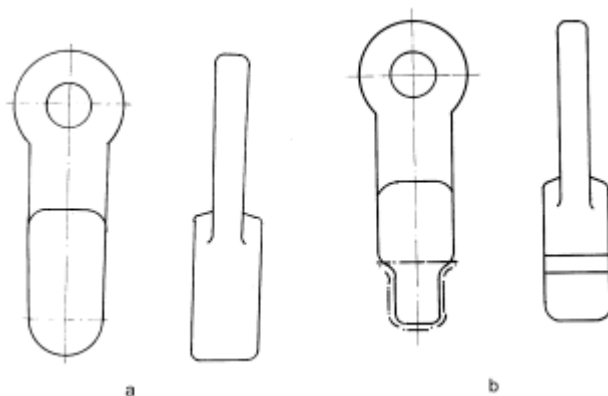
a. öntött acélból OT 600-3

b. gömagrafitos vasból kettes füllel

c. gömagrafitos vasból egyes felfogó füllel

A dinamikus igénybevételeknek az acél megfelel, de gyorsan kopik. A kalapácsok anyagaiként használt acélok mechanikai jellemzőit az 1. táblázat mutatja be. A kalapácmalom hatékonysága a kalapácsok kopásától függ. A malom orloképességének csökkenése a kalapácsok kicserélését vonja maga után. Több rend kalapácsot is helyeznek egy malomba, de a legnagyobb kopásnak az első sorba helyezettnek vannak kitéve (3. ábra.) A 4. ábra szemlélteti az 1., 2. és 3. sorban elhelyezett kalapácsok elkopott alakját.

A kalapácmalmok működési ideje a kalapácsok kopásától függően 16-200 óra között változik, az orlando anyag keménységétől vagy szilíciumdioxid-tartalmától függően.



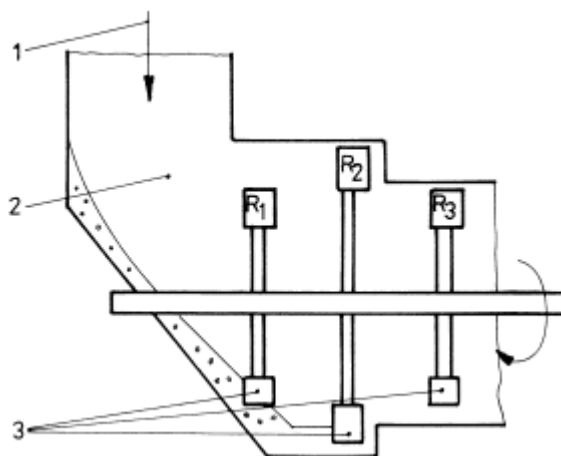
2. ábra

A mészkomalom kalapácsa

a. kovácsolt acélból 01 50.1 K

b. gömbgrafitos öntvényből

A kalapácsok kopási szilárdságának növelésére a szakirodalom különféle módszert említ. Így hegesztéssel történő kopásálló réteg felvitele az acélból készült kalapácsra. (4) A pontozott hegesztéssel felvitt kemény réteg a kalapácsmalom működési idejét 30%-kal megnöveli. Egyes szerzők olyan próbálkozásokról számolnak be (1, 2, 3), ahol magasan ötvözött öntvényekből készült kalapácsokkal kísérleteztek. Különösen a nagy krómtartalmú fehér vasak kaptak nagyobb szerepet a kopásnak kitett alkatrészek gyártásánál. Ezen ötvözetek ütemmunkája $5-6 \text{ J/cm}^2$, mely olykor elégtelen a nagyobb dinamikai igénybevételeknek kitett kalapácsok számára, valamint nagy keménységük miatt (40-50 HRC) megmunkálásuk is nehézségbe ütközik.



3. ábra

A kalapácsmalom elvi vázlata

1. táplálás

2. a malom belseje

3. kalapácsok

Kísérleti eredmények

A fentiek ismeretében célul tűztük ki a kis kopási szilárdsággal rendelkező acél helyettesítését jobb minőségű, gömbgrafitos öntvényvel. Megfelelő ötvözéssel és hőkezeléssel növeltük az öntvény ütemmunkáját és megmunkálhatóságát a kopási szilárdság növelésével egyidőben. Az előállítási és hőkezelési technológia kikísérletezésével egyidőben megváltoztattuk a kalapácsok konfigurációját, mivel acélról öntöttvasra tértünk át. Ismeretes, hogy a gömbgrafitos vasra az öntött acélhoz hasonló ütemmunka jellemző. A kopásállóság növelése érdekében karbidképző elemekkel (Cr, Mo) ötvöztük, az edzhetőség növelésére a vashoz nikkelt is adtunk.

Ezenkívül a kopásállóság további növeléséért a kalapács aktív felét fémformába öntöttük. Így módosult a mészkotóro kalapács alakja a 2. ábra szerint, (szaggatott vonallal a kokillába öntött kemény zónát jelöltük). A szénmalom kalapácsát két változatban is kipróbáltuk, kettos felfogó füllel az 1.b. ábra és egyes füllel az 1.c. ábra szerint.

Az öntéshez szükséges fémfürdöt egy 6,3 tonnás indukciós kemencében állítottuk elő. A vizsgált ötvözetek vegyi összetételét a 2. táblázat szemlélteti. Ezt az összetételt a gömbösítés valamint a módosítás után kaptuk. A vizsgált ötvözetek mechanikai szilárdságát száraz keverékbe való öntés után a 3. táblázat szemlélteti. A 2. és 3. táblázat adataiból észrevehető a vas mangántartalmának az ütömunkára kifejtett csökkenő hatása.

1. táblázat. A kalapácsoknál használt acél mechanikai jellemzői

Az anyag megnevezése	Szakítószilárdság N/mm ²	Folyáshatár N/mm ²	Nyúlás %	Ütömunka KCU ₂ J/cm ²	Keménység HB
Öntöttacél 600	590	340	12	25	169
Kovácsoltacél 50.1 K	610	270	21	59	-

2. táblázat. Az adagok vegyi összetétele, %

Sorszám	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Mg	Ca
1.	3,40	2,10	0,62	0,027	0,030	0,58	1,92	0,25	-	0,05	0,02
2.	3,50	2,35	0,89	0,025	0,029	0,62	1,34	0,21	0,10	0,06	0,03
3.	3,35	2,58	1,26	0,029	0,030	0,035	1,64	0,42	-	0,05	0,02

3. táblázat. Az öntöttvasak mechanikai jellemzői

Sorszám	Szakítószilárdság N/mm ²	Nyúlás %	Folyáshatár N/mm ²	Ütömunka J/cm ²	Keménység HB
1.	682	8,4	557	12	207
2.	497	2,0	447	8	210
3.	643	1,0	521	3	241

A kalapácsok felületét fémformába öntöttük, beleágyazva a nyers formázó keverékbe az 5. ábra szerint. Ilyen öntési technológiával a megmunkálendő részekenél a vas keménysége kisebb, míg az aktív felületen a célnak megfelelően nagyobb lesz. Egy kalapácsból vett minták mechanikai jellemzőit a 4. táblázat szemlélteti. Látható a keménység és a többi jellemző változása a kalapács különböző zónáiban. A két zóna alapszövege is különbözik, ahogy a 6. ábrán láthatjuk. A ferrit tartalom nagyobb a homokba öntött részekenél, a cementit mennyisége nagyobb a kokilla melletti zónában. A ferrites zónában kevés perlit található. A króm jelenlétének köszönhetően a cementit a perlitet végig kíséri.

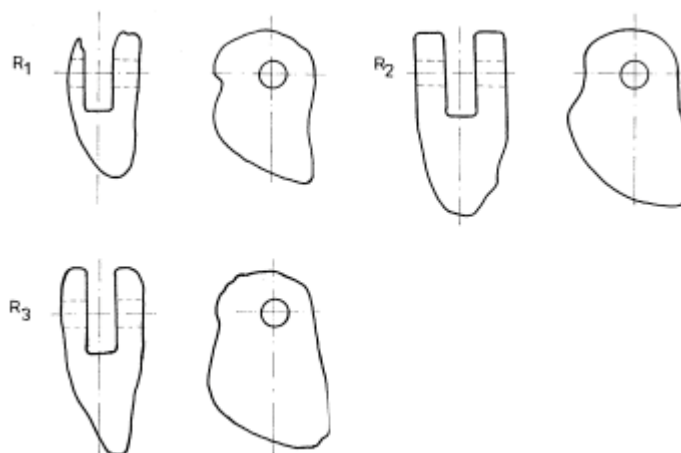
4. táblázat. A kalapács részeinek mechanikai jellemzői

Mintavétel helye	Szakítószilárdság N/mm ²	Folyáshatár N/mm ²	Nyúlás %	Ütömunka J/cm ²	Keménység HB
Kemény zóna	650	450	5	8	340
,00000000000000000000 000000000000000000F ülek mellett	500	350	8	12	200

5. táblázat. Orlési eredmények

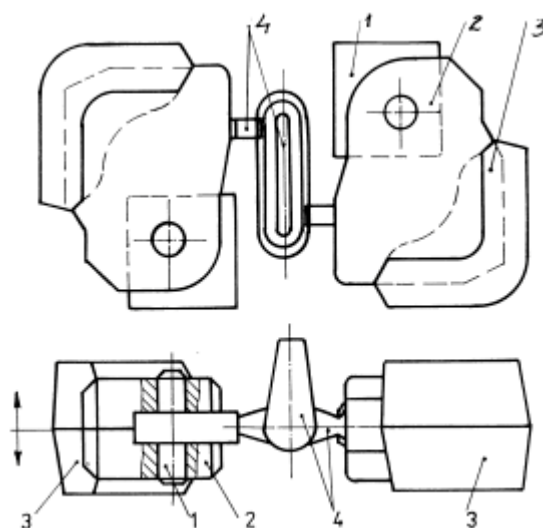
Megnevezés	A kalapácsok anyaga		
	OT 600-3	GGG-két füllel	GGG-egy füllel

Fajlagos kopás, g/t	15,5	8,4	6,5
Működési idő, óra	506	992	900
Szénhozam, t/h	31,7	32,53	40,92
A kalapács súlya, kg	34	34,5	29



4. ábra

A kalapácsok alakja kopás után a különböző sorból



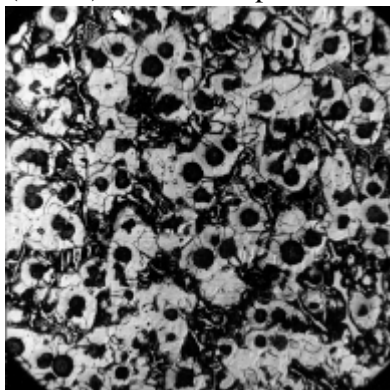
5. ábra

A kalapácsöntési technológiája

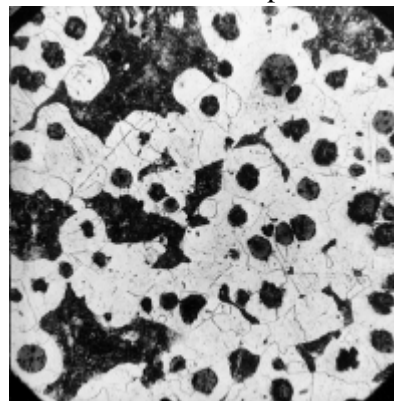
1. fülkéző mag
2. kalapács
3. felüle keményítő fémmforma
4. beömlő csatorna

A hokezelési technológia meghatározásáért az első típusú vasból szabványos mintákat öntöttünk. Különböző ausztenitizáló hőmérsékletnek vetettük alá 870–920°C között. A megeresztést 300–650°C-on végeztük izotermális fürdőben 2-8 órán keresztül. Hokezelés után vizsgáltuk a minták szilárdsági jellemzőit és az alapszövetet. A 7. ábra a keménység és a szakítószilárdság változását szemlélteti a megeresztési hőmérséklet függvényében (a bénites vasnak megfelelő nagy szakítószilárdság érhető el). A kopásállóság növeléséhez szükséges nagyobb keménységek eléréséhez a megeresztést 500°C alatt kell végezni. Az optimális ausztenitizálási hőmérséklet 900°C a 8. és a 9. ábrán feltüntetett értékeknek megfelelően.

Az alapszövet változását elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Hokezelés előtt a perlit erezte a 10. ábrán látható. A magas ausztenitizálási hőmérsékleten (920°C) és alacsony megeresztéssel (350°C) hokezelt minták kemények, alapszövetükben bénit és martenzit található (11. ábra). Alacsony hőmérsékleten (870°C) ausztenitizált gömbgrafitos vas alapszöve bénitet és ferritet tartalmaz (12. ábra) Megfelelo ausztenitizálással (900°C) és megeresztéssel (450°C) finomabb alapszövetu bénitet, ferritet és karbidokat tartalmazó vasat kapunk.



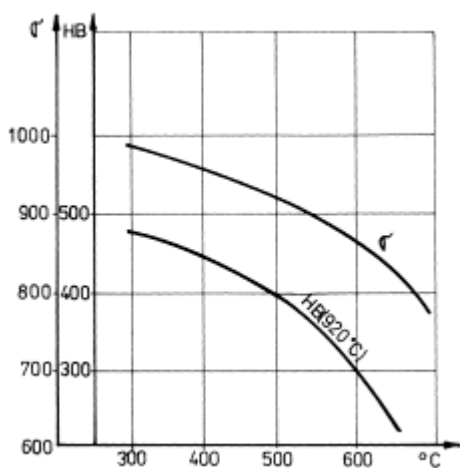
a)



b)

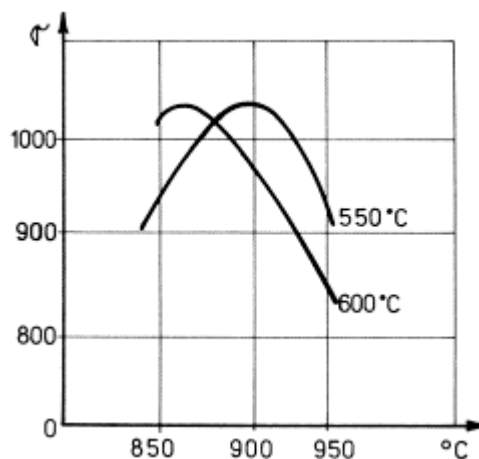
6. ábra

*A kalapács anyagának mikroszöve öntés után. Nagyítás 100x.
a. a fémforma mellett; b. a homokforma mellett*



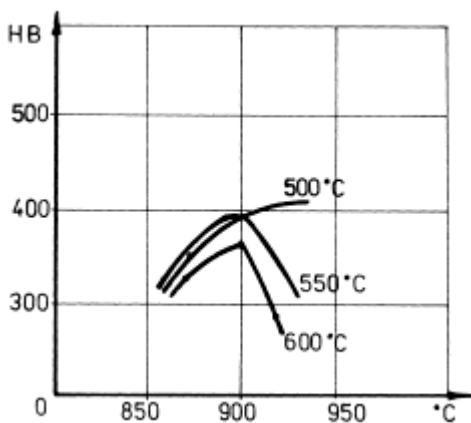
7. ábra

A keménység (HB) és a szakítószilárdság változása (?) a megeresztési hőmérséklet függvényében



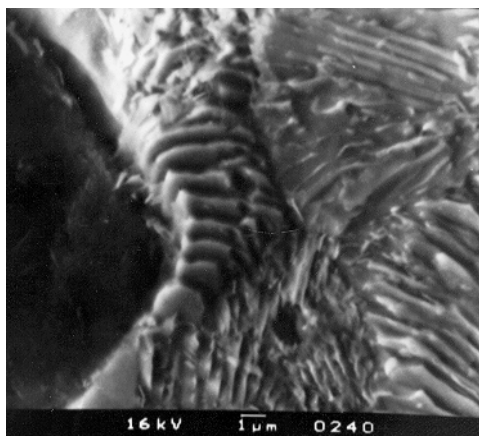
8. ábra

A szakítószilárdság változása az ausztenitizálási hőmérséklet függvényében különböző megeresztési hőmérséklet mellett



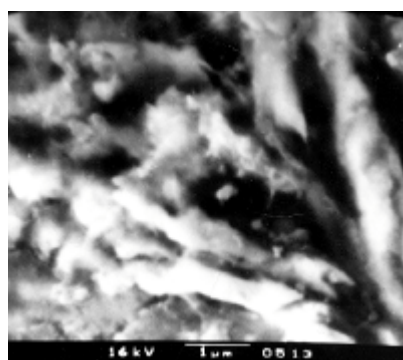
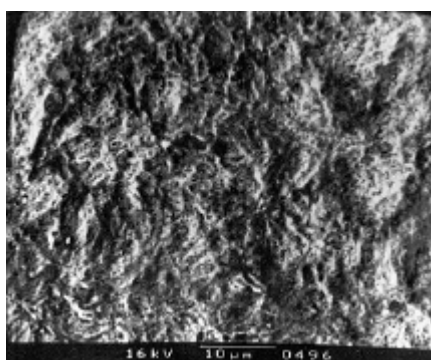
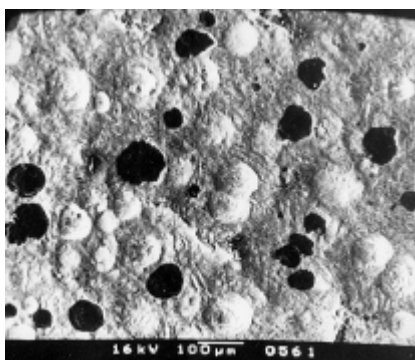
9. ábra

A keménység változása az ausztenitizálási hőmérséklet függvényében különböző megereztségi hőmérséklet mellett



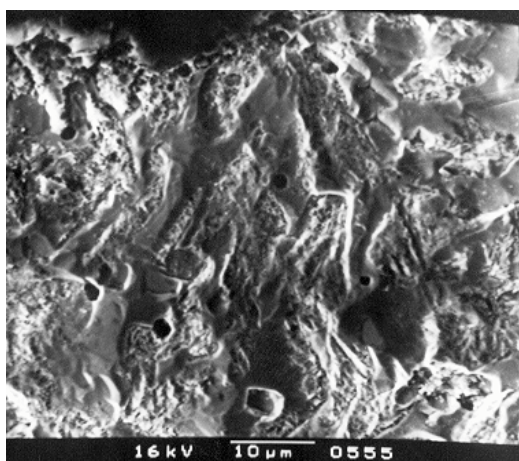
10. ábra

A vas alapszöveve hokezelés előtt. 1000x



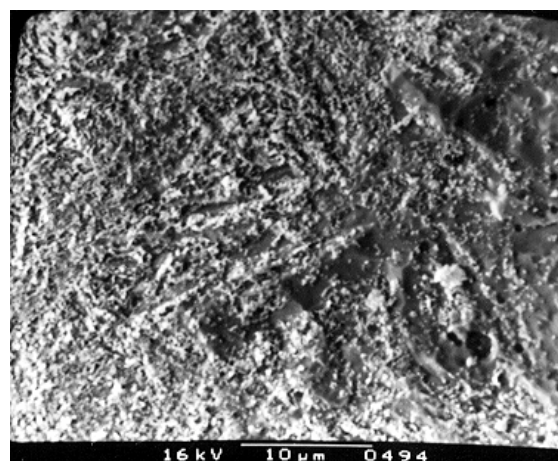
11. ábra

Magas fokú ausztenitizálással és alacsony megereztséssel kapott bénites vas alapszöveve:
a. 200x b. 3200x c. 3000x



12. ábra

A vas alapszöveve
870°C ausztenitizálás után. 3000x



13. ábra

A vas alapszöveve
900°C ausztenitizálás után. 4000x

Összevetve a kapott szilárdsági jellemzőket és az alapszövetet, a következő megállapításhoz jutottunk:
a. Az ausztenitizálási hőmérséklet növelése az edzhetőséget hangsúlyozza, illetve a martenzit aránya és a keménység nö.

- b. A primér karbidok átalakulásának veszélye no az ausztenitizálási homérséklettel.
- c. A megeresztési homérséklet növelésével a keménység csökken.
- d. Ugyanazon megeresztési homérséklet mellett, de különbözo ausztenitizálási homérsékletet alkalmazva nagyobb keménységet a magasabb ausztenitizálás esetében kaptunk.

A kalapácsok anyaga a kopáson kívül ütömunakát is ki kell hogy bírjon. A 920°C ausztenitizálási és 500°C megeresztési homérsékleten kapott bénites vas ütömunakája 6-7 J/cm². Kisebb megeresztési homérsékleten az ütömunka 4 J/cm² alá csökken.

A fentiek alapján optimális technológiával kalapácsokat gyártottunk a kolozsvári Nehézgépgyárban és üzembe helyezés után követtük muködési idejükét a borzešti hoeromubén és a galaci kombinátban. Mértük a kalapácsmalom orölt szénben mért hozamát, a kalapács súlyát és az orlés idótartamát. A kalapácsok fajlagos kopását (N_z) a kövétézo képlettel számítottuk ki:

$$N_z = \frac{D_m}{G} \quad (g/t)$$

ahol: D_m – a kalapács kopás utáni súlyvesztése [gramm]

G – a megorölt szén mennyisége [tonna]

A mérések eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A két illesztési füllel rendelkezo kalapács 992 óra muködés után 57,7%-ban kopott el, míg az egyfüles kalapács 900 óra után 45,9% kopást mutatott. Ez utóbbi kalapács muködése egyben a legbiztonságosabb is volt.

Kövétézsképpen a kalapácsok anyagának az ötvözött gömbgrafitos bénites vas jobban megfelel mint az acél. A dinamikus ütéseknék ellenáll és kopásállóbb, aminek eredményeképpen körülbelül ötször növeli meg a kalapácsmalom muködési idejét. A malom dinamikájának megfelelő hokezeléssel a muködési ido tovább növelhető.

Könyvészet

- [1.] SOFRONI, L., RIPOSAN, I., CHIRA, I., *Fonte albe rezistente la uzura*, Editura Tehnica, Bucuresti, 1987
- [2.] DODD, I., PARKS, I.L., *Factorii care influenteaza performantele pieselor cu pereti grosi din fonte albe Cr-Mo*, In Ciesserei-Praxis, nr. 11-12, 1979, p. 181-201
- [3.] QUEIROZ, A., s.a., *Proprietatile fontelor înalt aliate cu crom, aliate suplimentar cu W si V*, Lisabona, Al 5-lea Congres International de Turnatorie, 1984
- [4.] I. VASILE., *Utilajul si tenica sudarii*, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1979, p. 71

Cuprins – Content

Barabás István, Dr. Csibi Vencel-József, Barabás Éva _____ **3**

Combustibili alternativi – Uleiul de rapita

Alternative Fuels – The Rape Oil

Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály _____ **10**

Începuturile construcțiilor de cai ferate în Transilvania

The Precedents of the Railway Construction in Transilvania

Csatlós Elod, Richard Marschalko _____ **15**

Cercetari privind performantele unui convertor de ca/cc cu modulare în durata a impulsurilor conectat la o rețea de intrare cu distorsiuni

Investigation of a Single Phase PWM Line-Friendly Ac-to-Dc Converter System Operating with Distorted Input Voltage

P. Moga, G. Köllö, St. I. Gutiu, C. Moga _____ **23**

Consideratii privind stabilitatea generala a grinzilor principale de poduri metalice

Considerations Concerning the General Stability of the Main Trough Steel Bridge Girders

Dr. Szocs Katalin _____ **30**

Technologii noi pentru marirea eficientei de macinare la morile cu ciocane

New Technics to Improve the Efficiency of Hammer Mills.