

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

Dr. Horváth Ferenc¹, Dr. Kubinszky Mihály²

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.

4.1.2 Karasjeszeno-Oraviczabánya-Stájerlakanina vasútvonal építése

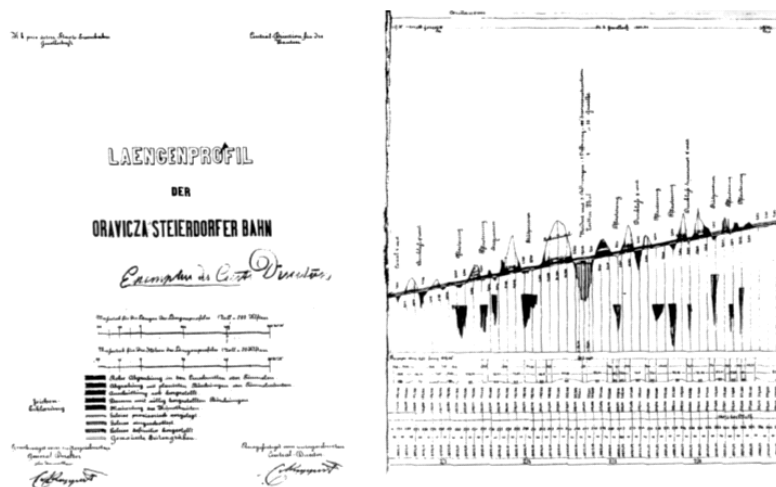
Az Osztrák Államvasúttársaság egyik legfontosabb vonala a Karasjeszenorol (Jassenováról) kiágazó Oraviczabánya–Stájerlakanina szárnyvonal volt, amely a társaság bányáihoz és gyáraihoz vezetett.

A gozüzemu vasút építését megelőzően a bányavidéken Majdan és Krassova között működött egy közel 26 km hosszú keskenyomtávolságú lóvasút. A lóvasútba három drótkötélpályát (22, 24 és 76 m magas) építettek a nagy magasságkülönbségek miatt. A lóvasút kilenc alagúton haladt át, amelyek hossza 19 és 710 m között változott, összes hosszuk 1563 m volt.

A vasútvonal első szakaszát Karasjeszeno és Oraviczabánya között a bázisai fovonallal együtt 1856. november 1-jén, a folytatást Oraviczabánya–Stájerlakanina között (33 km) 1863. december 15-én helyezték üzembe. Az oraviczabányai vasútvonal először csak az al-dunai vízúthoz létesített vasúti összeköttetést. Észak felé, az ország belsejébe vezető temesvári vasútvonal akkor még építés alatt állt és csak később adták át a forgalomnak.

A vasúti kapcsolatra az Al-Dunához azért volt szükség, mert a társaság 1855-ben vásárolt gazdag kőszén és vasérc bányáinak és vasgyárának termékeit nem tudta gazdaságosan szállítani. A gozvasút építése előtt a szenet közúton és egy 20 km hosszú lóvasúton fuvarozták a Dunához.

A vasútvonal kezdeti szakasza sík, középső része dombvidéken vezetett, Rakosdig a legnagyobb emelkedő 4,6 ‰ volt, Oraviczabánya előtt és után Krassováig 20 ‰ (52. ábra). Ezt követően ismét vízszintesen haladt a pálya.



52. ábra

Az Oravicza–Stájerlak vasútvonal
Zsittin völgyet áthaladó szakaszának hossz-szelvénye

Az első szakaszon nagyobb, 600–800 m sugarú, a hegyvidéken azonban a terepviszonyok miatt 114–190 m sugarú íveket voltak kénytelenek beiktatni a tervezők. Az Oravicza-Stájerlakanina közötti vonalrész kifejezetten hegyi pálya.

A vasút pályáját magas töltésekkel és különösen sok mély bevágással lehetett kialakítani (53. ábra). A vonalban 14 alagút épült (54. ábra), a leghosszabbak a Krassova (660 m), a Maniel (298 m), az Isvor (290 m), a Sieller (230 m) és a Dobbhoff (122 m), a többiek 26–31 m hosszúak. Kilenc alagutat teljes hosszában, három részben kifalaztak. Két alagútnál nem kellett falazatot készíteni.



53. ábra

Lissava állomás előtti pályaszakasz

131 kisebb mutárgyon kívül 11 nagyszerű viadukt épült. Közülük az oraviczai 71,4 m nyíláshosszú (7x10,2 m), téglából készült. Hat viadukt 7, 9 és 11 db, egyenként 7,58 m-es nyílásból álló, összesen 53,06 m, 68,22 m és 83,38 m nyíláshosszú kőboltozat. Négy völgyhídnál a szélső nyílások 9,48 és 15,8 m fesztávolságú téglából és kőboltozatok, a középső rész pedig 13,27, 15,17, 31,60 és 36,60 m-es vasszerkezet. Ezek teljes hossza 46,20, 50,50, 95,50 és 130,80 m. A völgyhidak nagy része 114–474 m sugarú íven fekszik, magasságuk a völgyfenékhez képest 15,0–37,2 m. Legnagyobb közülük az oraviczai (92,4 m), a rakoviczai (115,3 m) és a Zsittin-völgyi (130,8 m) (55. ábra).



54. ábra

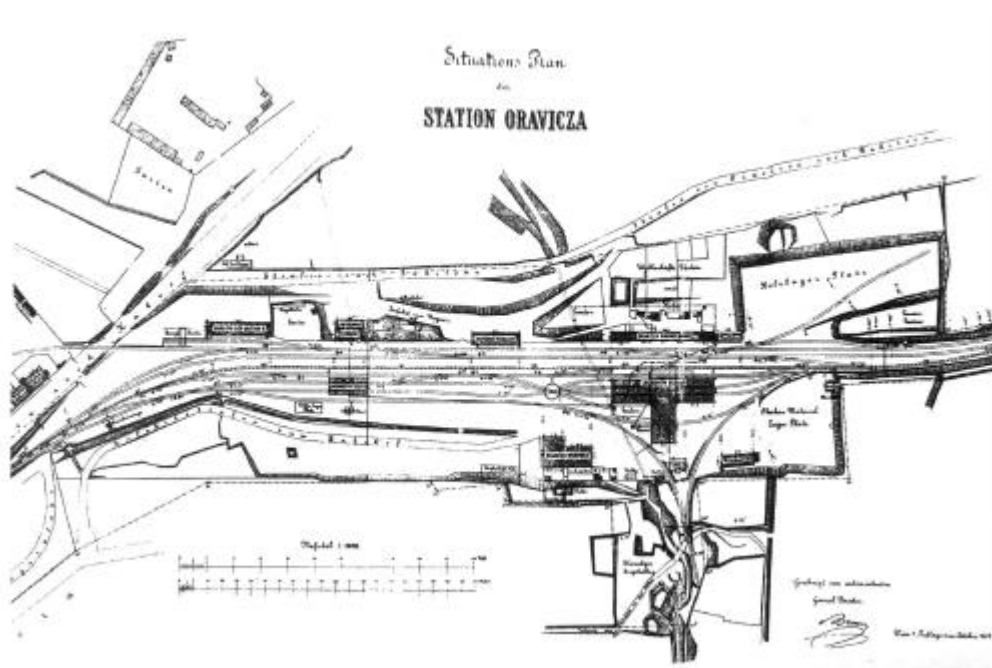
A régi lóvasút és az új gozüzemu vasút alagútja egymás mellett Krassova állomás előtt



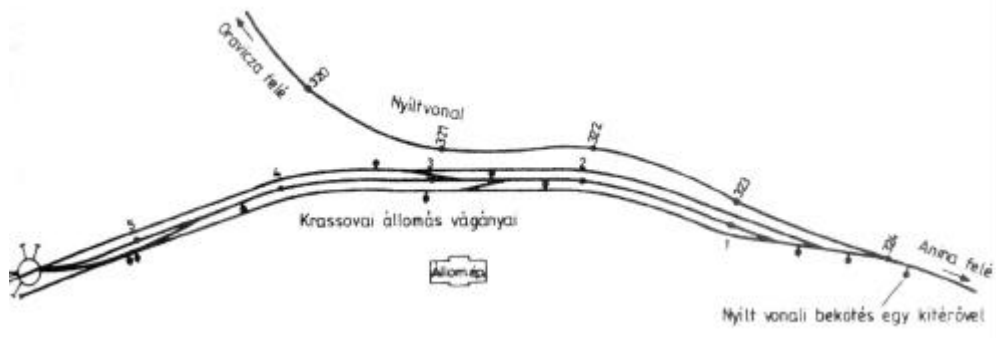
55. ábra
Az arainai viadukt (Schluchst viadukt)

A vasútvonal Karasjeszeno–Oravicza közötti szakaszának felépítménye a fovonalon Karasjeszeno–Báziás szakaszon használtakkal azonos (26,6-37,0 kg-os vassínek), mert vele egyidőben épült. Az Oravicza-Anina szakaszba eloször 7 m hosszú, 25,3 kg-os „y” jelu vassíneket fektettek, majd gyors kopásuk miatt ezeket nagyobb tömegű, 32,1 és 37,2 kg-os vassínekre cserélték át. Az államosítás után 33,25 és 34,5 kg-os „c” jelu, illetve 33,0 kg-os „r” jelu sínekkel folytatták a cserét. Az íves nyíltvonalai vágányokból ívesített kitérőkkel ágaztatták ki az állomási vágányokat.

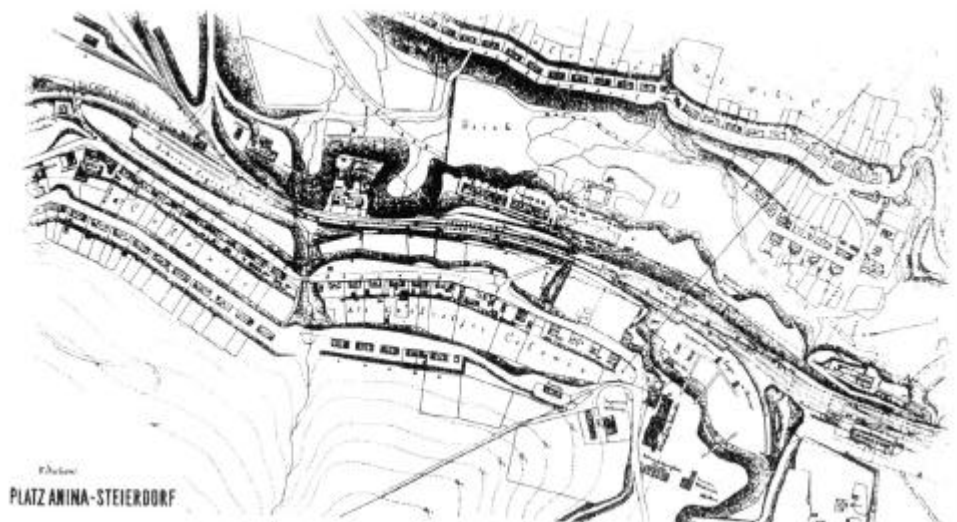
A vasútvonal nagyobb állomásai Jám, Rakasd, Oraviczabánya (56. ábra), Lissava, Krassova (57. ábra) és Stájerlakanina (58. ábra) voltak. Több állomást (Lissava, Krassova) a nagy emelkedők miatt csak az egyik végükön lehetett bekapcsolni a nyíltvonalba, az állomás másik, csonka végén fordítókorong kapcsolta össze a vágányokat. Oraviczabányáról Zsidovinig később helyiérdeku vasút épült.



56. ábra
Oraviczabánya állomás helyszínrajza 1874 októberében



57. ábra
*Krassova állomási vágányok bekötése a nyíltvonalba,
 az állomás másik végén épített fordítókorongos vágánykapcsolat*



58. ábra
Stájerlak állomás vágányai és a csatlakozó vonalszakasz

Dr. Horváth Ferenc–Dr. Kubinszky Mihály
MAGYAR VASÚTI ÉPÍTKEZÉSEK ERDÉLYBEN című könyv alapján

Az objektumorientált öröklődés és polimorfizmus funkcionális megközelítése

Kovács Lehel István

Babes-Bolyai Tudományegyetem
Számítógépes Rendszerek Tanszék, tanársegéd

According to the purely functional paradigm, the value of an expression depends only on the values of its constant subexpressions, if any. In this paper we introduce this principle in the object-oriented paradigm. The simplicity and power of functional languages is due to properties like pure values, first-class functions, and implicit storage management. We must extend these properties with a strong type-system. The values must be typed, the type system used for this purpose is the higher-order, explicitly-typed, polymorph lambda-calculus with subtyping, called $F_{\gamma}^?$. This type-system must be prepared for basic mechanisms of object-oriented programming: encapsulation, message passing, subtyping and inheritance. Polymorph functions arise naturally when lists are manipulated and lists with elements of any types can be accomplished by a straightforward generalization of inheritance. Interesting questions are also, how to introduce the object-oriented inheritance, the subtyping mechanism, and polymorphism.

1. Bevezetés

Jelen dolgozatban bevezetjük a tisztán funkcionális paradigmát az objektumorientált programozásba és az öröklődés egyes válfajainak megoldásait vizsgáljuk. A funkcionális nyelvek egyszerűsége és ereje a tiszta értékű jellemzőkben, első-osztályú függvényekben, és az implicit tárhely-gazdálkodásban rejlik. Mi kibovítjuk ezeket a jellemzőket egy erős típusrendszerrel, amelyet $F_{\gamma}^?$ -nak nevezünk.

A szakirodalom három objektummodellt ismer: a rekord-modellt, az egzisztenciális-típusmodellt, és az axiomatikus modellt [2]. Az objektumok reprezentációjára a rekurzívan definiálható rekord-modellt használjuk, melyben az osztályok adatokból és metódusokból álló rekordként vannak ábrázolva. A típusos lambda-kalkulust és az $F_{\gamma}^?$ típusrendszert használva eljutunk a tisztán funkcionális objektumorientált paradigmához. Az $F_{\gamma}^?$ típusrendszer azonban rekordokat használ. A cikk célja az, hogy a típus egyezési relációkat halmazokkal írjuk le, így a fordítóprogram egy egyszerű $\underline{\mathbb{N}}$ művelet segítségével eldöntheti, hogy milyen esettel áll szemben.

2. Az $F_{\gamma}^?$ típusrendszer

Kezdetben volt a lambda-kalkulus. Később megszületett a típusos lambda-kalkulus. Ezt Church vezette be és a szakirodalomban F_1, F_2 nevet viseli Girard és Reynolds másodrendű típusos lambda-kalkulusának megfelelően. A rendszert tovább lehet bővíteni, így jön létre az F_3 , amely F_2 -ből származtatható, olyan típuskonstrukciók segítségével, amelyek $kind := * | * ?$ $kind$ alakban új típusokat hoznak be. Iteratívan folytatva a sort, rendre magasabb fokú $kind$ szerkezetet használva, képezhetjük az F_4, F_5, \dots rendszereket. Mindezek egyesítése képezi az $F^?$ rendszert, amelyben $kind := * | kind ?$ $kind$ a típuskonstrukció szintaxisa.

A [3]-ban bemutatott általánosítás kibovíti az $F^?$ rendszert az altípusképzés fogalmával, így születik meg az $F_{\gamma}^?$ erős típusrendszer. Ennek a rendszernek egy további általánosítása [5] a rekord fogalmának a bevezetése, amely segítségével már objektumorientált rendszereket is tudunk modellezni [1, 4].

A rekord típus, valamint a rekord term képzésének szintaktikus szabályai a következők:

$$\begin{aligned} \langle \text{típus} \rangle &:= \{ | \langle \text{név}_1 \rangle : \langle \text{típus}_1 \rangle, \dots, \langle \text{név}_n \rangle : \langle \text{típus}_n \rangle | \} \\ \langle \text{term} \rangle &:= \{ \langle \text{név}_1 \rangle = \langle \text{term}_1 \rangle, \dots, \langle \text{név}_n \rangle = \langle \text{term}_n \rangle \\ &| \langle \text{term} \rangle . \langle \text{név} \rangle \} \end{aligned}$$

Felkészítjük az $F_{\gamma}^?$ típusrendszert rekord típusok ábrázolására.

2.1. Szabály: $kind$ szabály rekord típusokra:

$$\begin{aligned} ? &+ \langle \text{típus}_i \rangle ? * ? i \\ ? &? + \{ | \langle \text{név}_1 \rangle : \langle \text{típus}_1 \rangle, \dots, \langle \text{név}_n \rangle : \langle \text{típus}_n \rangle | \} ? * \end{aligned}$$

2.2. Szabály: *bevezetési szabály rekord típusokra:*

? + <term_i>: <típus_i> ? * ? i

? ? + {<név₁>=<term₁>, ..., <név_n>=<term_n>} : {<név₁>: <típus₁>, ..., <név_n>: <típus_n>|}

2.3. Szabály: *eliminációs szabály rekord típusokra:*

<term> ? {<név₁>=<term₁>, ..., <név_n>=<term_n>}:

? + <term>: {<név₁>: <típus₁>, ..., <név_n>: <típus_n>|}

? ? + <term>. <név₁>: <típus₁>

2.4. Szabály: *altípusképző szabály rekord típusokra:*

? Az altípus *rekord* legalább ugyanazokkal a mezőkkel rendelkezik, mint az a *rekord*, amelyből képeztük,

? Az altípus *rekord* minden mezejének típusa altípusa kell, hogy legyen annak a *rekordnak* megfelelő mezo típusának, amelyből képeztük, ha létezik ez a mezo.

{<név_{1,1}>, ..., <név_{1,n}>} ? {<név_{2,1}>, ..., <név_{2,n}>}

? + <típus_{1,i}> ? <típus_{2,i}> ? <név_{1,i}> = <név_{2,i}>

? ? + {<név_{1,1}>: <típus_{1,1}>, ..., <név_{1,n}>: <típus_{1,n}>|} ?

{<név_{2,1}>: <típus_{2,1}>, ..., <név_{2,n}>: <típus_{2,n}>|}

A fenti általános F_7^2 típusrendszert *rekordok* segítségével definiáltuk. Jelen dolgozat célja az, hogy az F_7^2 típusrendszert *halmazok* segítségével definiálja.

3. Általánosított műveletek típus-halmazokra

Legyenek v_1, v_2, \dots, v_i változók, $v = \{v_1, v_2, \dots, v_i\}$ változók halmaza, vala mint $V = \{V_1, V_2, \dots, V_i\}$ a változók típusosztálya, ? $k = 1, i$ -re a v_k változó V_k típusú.

Hasonlóan legyenek v'_1, v'_2, \dots, v'_j változók, $v' = \{v'_1, v'_2, \dots, v'_j\}$ változók halmaza, valamint $V' = \{V'_1, V'_2, \dots, V'_j\}$ a változók típusosztálya, ? $k = 1, j$ -re a v'_k változó V'_k típusú.

Általánosítjuk a halmazelmélet „rész-halmaz”, ? és ? műveleteit a következőképpen:

3.1. Definíció: (Típusosztályokra a ? művelet) *Legyen $V ? V'$ akkor és csakis akkor, ha:*

(1.) $j > i$ és $V'_1 = V_1, \dots, V'_i = V_i$ (aritmetikai rész-halmaz),

(2.) $j = i$ és $V'_1 ? V_1, \dots, V'_i ? V_i$

(3.) (1.)-nek és (2.)-nek a kombinációja.

3.2. Definíció: (Típusosztályokra a ? művelet) *Legyen $V ? V'$ akkor és csakis akkor, ha:*

(4.) $j ? i$ és $V'_1 = V_1, \dots, V'_i = V_i$ (aritmetikai rész-halmaz),

(5.) $j = i$ és $V'_1 ? V_1, \dots, V'_i ? V_i$

(6.) (1.)-nek és (2.)-nek a kombinációja.

Hasonlóan általánosítjuk a halmazelméleti „elem”, ? műveletet a következőképpen:

3.3. Definíció: (Az IN művelet) *Legyen $\underline{IN} : v ? V ? V' ? \{false, true\}$. Az IN művelet true-t ad vissza akkor és csakis akkor, ha a v változó V típusú. Különböztet false-ot ad vissza.*

4. Az objektumorientált öröklődés

Ha már definiáltunk egy osztályt, bármikor lehetőségünk van arra, hogy az adott osztályt más osztályok definiálására felhasználjuk, azzal a céllal, hogy a már meglévő kódot újra fel tudjuk használni, illetve azzal a céllal, hogy működésében kibovítsuk, testre szabjuk a már meglévő osztályt. Ez a mechanizmus úgy valósul meg, hogy a második osztályt *leszármaztatjuk* az első osztályból. Ezt *öröklődésnek* nevezzük, és az osztályok ilyenképpen *öröklődési hierarchiába* szervezhetők. Ilyen értelemben beszélhetünk *osztályokról* és *leszármazottokról*, *gyerek osztályokról*. Természetesen egy leszármazott a maga során lehet osztálya egy másik osztálynak vagy más osztályoknak.

Az öröklődés tulajdonképpen két síkon nyilvánul meg: a leszármazott kiterjeszti az osz interfészét a behozott új attribútumokkal, metódusokkal (az osztály, a típus szintjén), de ugyanakkor leszukítja az objektumok fogalmi szintjét (példányosítás).

Ha öröklődésről beszélünk, definiálnunk kell a *helyettesíthetőség fogalmát is*. A helyettesíthetőség azt jelenti, hogy a származtatott osztály objektumai bármilyen körülmények között helyettesíteni tudják az osz osztály objektumait, vagyis a származott osztály felveheti az osz osztály szerepét, viselkedését, és nem lehet meg-

programstruktúrát eredményez. Például a **Halászhajó** a **Hajó**nak egy speciális altípusa, egy olyan hajó, amely rendelkezik a **Hajók** összes tulajdonságával, de pluszban még **halászni** is tud. Vagy pl. a **TextEditWindow** (olyan ablak, amelyben szöveget tudunk szerkeszteni) a **Window** (általános ablak) speciális esete.

$$\begin{aligned}
 & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
 & V' ? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i, \dots, V'_i\}, \quad M' ? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j, \dots, M'_j\}, \\
 & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j, \\
 & \quad \text{-- új változók és új metódusok kerültek be --} \\
 & ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j| \} ? *, \\
 & ? + \{ |v'_1 : V'_1, \dots, v'_i : V'_i, m'_1 : M'_1, \dots, m'_j : M'_j| \} ? * \\
 & \quad ? \quad ? + C ? P
 \end{aligned}$$

4.2. Specifikálás

Ez abban az esetben áll fenn, amikor az os egy általános osztály, a leszármazottak pedig konkrét implementációk. Ezt az esetet használjuk fel a *homogén interfészek* létrehozására is. Minden leszármazott ugyanúgy viselkedik, ugyanolyan nevu metódusokat tartalmaz. Nem hoz be újabb metódusokat. Ebben az esetben is fennáll az *is_a reláció*. Például a **Vonat**nak, mit általános ososztálynak specifikált leszármazottjai a **Személyvonatok**, **Gyorsvonatok**, **InterCity**-k. Semmilyen új metódust nem hoznak be, csak a menetido változik, és persze a jegy ára.

$$\begin{aligned}
 & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
 & V' ? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, \quad M' ? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
 & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \\
 & \quad \text{-- a változók típusa módosul --} \\
 & ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M'_1, \dots, m_j : M'_j| \} ? *, \\
 & ? + \{ |v'_1 : V'_1, \dots, v'_i : V'_i, m'_1 : M'_1, \dots, m'_j : M'_j| \} ? * \\
 & \quad ? \quad ? + C ? P
 \end{aligned}$$

4.3. Konstrukció vagy Reprezentáció

Az os biztosítja a gyerek felépítését, de logikailag más kontextust nem biztosít. Ez a módszer logikailag nem a leghelyesebb, és az *is_a reláció* sem áll fenn. Például **Hidroplán** és **Vízi járművek**, vagy ha a **Halmaz** osztályt a **Lista** osztályból származtatjuk (a halmaz egy olyan lista, amiben minden elem csak egyszer fordul elő – konstrukció szempontjából jó, logikailag helytelen). Hasonlóan gyakran előfordul például, hogy a grafikus objektumokat a **Pont** osztályból származtatjuk: a **Kör** az **x, y** középpontot tartalmazó **Pont**ot kiterjeszti úgy, hogy behoz egy **r** sugarat (konstrukció szempontjából kényelmes megoldás, de matematikailag helytelen, mert a **Kör** nem **Pont**!).

$$\begin{aligned}
 & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
 & V' ? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, \quad M' ? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
 & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j, \\
 & \quad \text{-- új változók, új metódusok, a változók típusa módosul, a metódusok funkcionalitása módosul --} \\
 & ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j| \} ? *, \\
 & ? + \{ |v'_1 : V'_1, \dots, v'_i : V'_i, m'_1 : M'_1, \dots, m'_j : M'_j| \} ? * \\
 & \quad ? \quad ? + C \square P
 \end{aligned}$$

4.4. Általánosítás

Általánosítjuk az ost. Újrafelhasználjuk a kódot, újabb metódusokat, adatokat hozhatunk be. Bizonyos esetekben nem lesz helyettesíthető az os, bizonyos esetekben igen. Például az **Vitorlás motorcsónak** általánosítása a **Vitorlás**nak, hisz szükség esetén, ha szélcsend van, motorral is mehet.

$$\begin{aligned}
V &? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, & M &? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
V' &? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, & M' &? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
V &? V', & M &? M', & P &? V \square M, & C &? V \square M', & i' &? i, j' &? j,
\end{aligned}$$

-- új változók, új metódusok, a változók típusa módosul, a metódusok funkcionalitása általánosabbá válik --

$$\begin{aligned}
&? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *, \\
&? + \{v'_1 : V'_1, \dots, v'_{i'} : V'_{i'}, m'_1 : M'_1, \dots, m'_{j'} : M'_{j'}\} ? * \\
&? \quad ? + C ? ? \square P
\end{aligned}$$

4.5. Kibovítás

Kibovítjuk az ososztályt, de megtartjuk az összes jellegzetességét. Nem hozunk be új metódusokat, hanem a meglévő metódusok funkcionalitásait kibovítjuk. Helyettesíthető lesz. Például **Vonat** és **Tehervonat**, olyan vonat, amely árut szállít, vagy a **StringLista** olyan **Lista**, amely stringeket, karakterláncokat tartalmaz.

$$\begin{aligned}
V &? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, & M &? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
V' &? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, & M' &? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
V &? V', & M &? M', & P &? V \square M, & C &? V \square M', \\
&-- \text{a metódusok funkcionalitása kibovül} -- \\
&? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *, \\
&? + \{v'_1 : V'_1, \dots, v'_{i'} : V'_{i'}, m'_1 : M'_1, \dots, m'_{j'} : M'_{j'}\} ? * \\
&? \quad ? + C ? P
\end{aligned}$$

4.6. Leszukítás

Konstrukció szempontjából egy már meglévő osztály bizonyos funkcióitól eltekintünk, és így új osztály jön létre, nem lesz helyettesíthető. Például, ha a **Repülőgépet** úgy definiáljuk, mit egy olyan **Hidroplán**, amely nem tud a vízre szállni. Vagy a **Pingvin** egy olyan **Madár**, amely nem tud repülni.

$$\begin{aligned}
V &? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, & M &? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
V' &? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, & M' &? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
V &? V', & M &? M', & P &? V \square M, & C &? V \square M', \\
&-- \text{a metódusok funkcionalitása leszukül} -- \\
&? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *, \\
&? + \{v'_1 : V'_1, \dots, v'_{i'} : V'_{i'}, m'_1 : M'_1, \dots, m'_{j'} : M'_{j'}\} ? * \\
&? \quad ? + C \square P
\end{aligned}$$

4.7. Egyezés

A hasonló jellegű, hasonló feladatokat megoldó osztályokat egymás alá helyezzük (megfeleloen örököltetünk). Logikailag nem teljesen helyes és nem helyettesíthető. Helyette az a megoldás használható, hogy egy közös, általános osból származtatjuk le őket. Például, ha a **Teherautót** a **Személygépkocsiból** származtatjuk, abból a megfontolásból, hogy hasonló jellegűek. Helyette az a megoldás javasolható, hogy hozzunk létre egy közös ost, például **Szárazföldi járművek** és mindkettőt ebből származtassuk.

$$\begin{aligned}
V &? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, & M &? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
V' &? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, & M' &? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
V &? V', & M &? M', & P &? V \square M, & C &? V \square M', \\
&-- \text{a változók típusai és a metódusok funkcionalitásai módosulnak} -- \\
&? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *,
\end{aligned}$$

$$? + \{v_1': V_1', \dots, v_i': V_i', m_1': M_1', \dots, m_j': M_j'\} ? *$$

$$? ? + C \square P$$

4.8. Kombinálás

Tipikus példája a többszörös öröklődés. Összekombinál két vagy több meglévő osztályt.

$$V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\},$$

$$V' ? \{V_1', V_2', \dots, V_i'\}, \quad M' ? \{M_1', M_2', \dots, M_j'\},$$

$$V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j,$$

-- új változók, új metódusok, a változók típusa és a metódusok funkcionalitása módosul, többszörös öröklődés --

$$? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *$$

$$? + \{v_1' : V_1', \dots, v_i' : V_i', m_1' : M_1', \dots, m_j' : M_j'\} ? *$$

$$? ? + C ? ? \square P$$

5. Összefoglalás – Öröklődés

A következő táblázat összefoglalja a különböző öröklődési módokat:

Öröklődési mód	Új adattagok	Új metódusok	Helyettesíthetőség	Régi adattagok megváltoztatása	Régi metódusok megváltoztatása
Specializálás	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>
Specifikálás	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>
Reprezentáció	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>
Általánosítás	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	? (<i>Igen, Nem</i>)	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>
Kibovítás	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>
Leszükítés	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>
Egyezés	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>
Kombinálás	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	? (<i>Igen, Nem</i>)	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>

6. Az objektumorientált polimorfizmus

Az egybezártság és az öröklődés mellett a polimorfizmus az objektumorientáltság harmadik, és talán legszebb, legtermészetesebb tulajdonsága. A polimorfizmus (többalakúság, alakváltás) azt jelenti, hogy ugyanarra az üzenetre különböző objektumok különbözőképpen reagálhatnak, minden objektum a saját (az üzenetnek megfelelő) metódusával [6]. A polimorfizmus négyféleképpen nyilvánulhat meg, és minden esetben meg kell adnunk az altípusképző szabályokat.

6.1. Operátorok felüldefiniálása (overloading)

Ez a típusú polimorfizmus az operátorokra vonatkozik. Hasznos és egyértelmű, hogy különböző adattípusokra ugyanazt vagy hasonló jellegű műveletet ugyanazzal az operátorral jelöljük. Például a + operátor összeadást jelent egész számok, valós számok esetén is. De ezek alaptípusok. Felvetődhet az a kérdés, hogy ha definiálni akarunk egy **Complex** osztályt, amely a komplex számokat és az ezekkel végezhető műveleteket ábrázolja, tartalmazza, az összeadást végző metódust miért ne nevezhetnénk át operátorra, és legyen ennek is a jele a +. Másképp fogalmazva, miért ne bővítenénk ki a + operátor szerepkörét úgy, hogy metódus legyen és a komplex számokkal végzett összeadást is el tudja végezni (vagyis ha van három **a**, **b**, **c**: **Complex** objektum, akkor a **c = a.add(b)**; metódushívást egyszerűen **c = a + b**;-nek tudjuk írni).

Természetesen az operátorok felüldefiniálása nem változtathatja meg a művelet jellegét: az operandusainak számát, a prioritását, vagy az asszociativitását.

$$V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\},$$

$$V' ? \{V_1', V_2', \dots, V_i'\}, \quad M' ? \{M_1', M_2', \dots, M_j'\},$$

$$V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j,$$

-- új változók, új metódusok, a változók típusa és a metódusok funkcionalitása módosul --

$$\begin{aligned} & ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j| \} ? *, \\ & ? + \{ |v_1' : V_1', \dots, v_{i'} : V_{i'}, m_1' : M_1', \dots, m_{j'} : M_{j'}| \} ? * \\ & \quad ? k ? \{1, \dots, j\} : \text{signature}(m_k) = \text{signature}(m'_k) \\ & \quad \quad ? \text{ operator: operator} \sim \text{name}(m_k) \\ & \quad \quad ? \quad ? + C ? P \end{aligned}$$

Ahol $\text{name}(m)$ az m metódus neve, $\text{signature}(m)$ az m metódus aláírása (név és paraméterlista), az *operator* pedig a nyelv egy operátora.

6.2. Polimorfizmus a paraméterátadásban: metódusnevek túlterhelése

Egy osztály több metódusát is nevezhetjük ugyanúgy, ha a paraméterlistája különböző, vagyis a formális paraméterek száma és/vagy típusa nem egyezik meg. A metódus neve és a metódus paraméterlistája képezi a metódus *aláírását* (signature), és ez az aláírás azonosítja egyértelműen az illető metódust. A metódusnevek túlterhelése és az öröklődés számos kérdést vet fel. Az egyszerűbb kérdés a túlterhelt metódusok felüldefiniálásának a kérdése. Természetesen, egy metódus csak a vele pontosan megegyező aláírású metódust definiálhat felül. A bonyolultabb kérdés az azonos nevű metódusok közötti választás pontos algoritmus, különös tekintettel arra az esetre, mikor a túlterhelt metódusok egymásnak megfelelő paraméterei os-leszármazott viszonyban vannak, így a helyettesíthetőség szabálya életben van, vagy tekintettel azokra az esetekre, mikor alapértelmezett (*default*) paramétereket használunk, és a metódus hívásakor, a ki nem írt paraméter vagy paraméterek miatt a metódus aláírása megegyezik egy másik metódus aláírásával. A szabály ilyenkor az, hogy ha a kód nem egyértelmű, a fordítóprogram hibát jelez, más esetekben elfogadja a kódot.

$$\begin{aligned} & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\ & V' ? \{V_1', V_2', \dots, V_{i'}\}, \quad M' ? \{M_1', M_2', \dots, M_{j'}\}, \\ & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j, \end{aligned}$$

-- új változók, új metódusok, a változók típusa és a metódusok funkcionalitása módosul --

$$\begin{aligned} & ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j| \} ? *, \\ & ? + \{ |v_1' : V_1', \dots, v_{i'} : V_{i'}, m_1' : M_1', \dots, m_{j'} : M_{j'}| \} ? * \\ & \quad ? k ? \{1, \dots, j\} : \text{name}(m_k) = \text{name}(m'_k) ? \text{signature}(m_k) ? \text{signature}(m'_k) \\ & \quad \quad ? \quad ? + C ? P \end{aligned}$$

6.3. Absztrakt polimorfizmus (deferring)

A polimorfizmus legalább olyan fontos a program tervezése, mint a kódmegosztás szempontjából. Az osztályok definiálnak egy közös interfészt, egy közös metóduskészletet, amelyen keresztül a leszármazottak egységesen kezelhetők. A hierarchia tetején álló osztályok szerepe inkább az, hogy a leszármazottak interfészének egységességét biztosítsa, nem pedig az, hogy konkrét megoldást adjon valamire. Így ezek az osztályok törzsnélküli, absztrakt metódusokat deklarálnak. Az absztrakt polimorfizmus az olyan metódusokkal foglalkozik, amelyek az oszokban csak deklarálva voltak és a konkrét implementációjuk a leszármazottakban történik meg. A másik feladatköre az úgynevezett *sablon (template) osztályok* vagy *generikus (generic) osztályok*. Ezek olyan osztályok, amelyek a kódírás pillanatában még ismeretlen típusú adatokkal operálnak, vagy olyan általános osztályok, amelyek különböző típusú, de hasonló jellegű adatokra tudnak működési keretet biztosítani. Ennek feltétele, hogy a hívás pillanatában az adat típusát is, mintegy plusz paraméterként megkapja az osztály.

$$\begin{aligned} & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\ & \quad \text{-- csak aláírások, metódus testek nincsenek --} \\ & V' ? \{V_1', V_2', \dots, V_{i'}\}, \quad M' ? \{M_1', M_2', \dots, M_{j'}\}, \\ & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j, \\ & \quad ? + \{ |v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j| \} ? *, \\ & \quad ? + \{ |v_1' : V_1', \dots, v_{i'} : V_{i'}, m_1' : M_1', \dots, m_{j'} : M_{j'}| \} ? * \\ & \quad \quad ? k ? \{1, \dots, j\} : \text{signature}(m_k) = \text{signature}(m'_k) \\ & \quad \quad \quad ? \quad ? + C ? P \end{aligned}$$

6.4. Metódusok felüldefiniálása (overriding)

A polimorfizmus talán legtöbbször használt formája a metódusok felülírása. Az öröklődés biztosítja azt, hogy a leszármazott osztályok öröklik az oszttály összes metódusát, így használni is tudják azokat. Mi történik azonban akkor, ha a leszármazott osztályban a metódus másképp kell, hogy viselkedjen, vagyis más kóddal kell, hogy rendelkezzen? Ezt a lehetőséget biztosítja a metódusok *felüldefiniálása*. Vagyis az öröklődési hierarchiában különböző osztályokhoz ugyanolyan névvel definiálhatunk különböző kódú metódusokat. Ezáltal egy metódusnévhez több kód is tartozhat, attól függően, hogy hol helyezkedik el a hierarchiában. Természetesen lehetőséget kell biztosítani arra is, hogy a leszármazott osztály metódusából meg tudjuk hívni az oszttály ugyanolyan nevű metódusát, vagyis azt a metódust, amelyet épp most definiálunk felül. Ezt, mint már láttuk, megtehetjük az *Oszttály.Metódus(paraméterlista)*; vagy az *inherited* (vagy *super*) *Metódus(paraméterlista)*; konstrukciókkal.

Felvetődhet az a kérdés is, hogy osztálymetódusokat felül lehet-e definiálni. A válasz erre a kérdésre: *nem*. Az osztálymetódusok nem példányokon, hanem magán az osztályon fejtik ki hatásukat, így nem *dinamikus* kötetést, hanem *statikus* kötetést biztosítanak, ami nem biztosít lehetőséget a felüldefiniálásra. Osztálymetódusokat viszont el lehet fedni. Egy osztálymetódus *elfedi* az osztkben definiált, vele megegyező aláírású metódusokat. A felüldefiniálás dinamikus vagy virtuális (futás alatti) kötetést vonz, az elfedés pedig statikus kötetést. Megkötés, hogy példánymetódusokat osztálymetódusokkal nem lehet elfedni.

$$\begin{aligned}
 & V ? \{V_1, V_2, \dots, V_i\}, \quad M ? \{M_1, M_2, \dots, M_j\}, \\
 & V' ? \{V'_1, V'_2, \dots, V'_i\}, \quad M' ? \{M'_1, M'_2, \dots, M'_j\}, \\
 & V ? V', \quad M ? M', \quad P ? V \square M, \quad C ? V \square M', \quad i' ? i, j' ? j, \\
 & \text{-- új változók, új metódusok, a változók típusa és a metódusok funkcionalitása módosul --} \\
 & \quad ? + \{v_1 : V_1, \dots, v_i : V_i, m_1 : M_1, \dots, m_j : M_j\} ? *, \\
 & \quad ? + \{v'_1 : V'_1, \dots, v'_i : V'_i, m'_1 : M'_1, \dots, m'_j : M'_j\} ? * \\
 & \quad ? k ? \{1, \dots, j\}: \text{signature}(m_k) = \text{signature}(m'_k) \\
 & \quad ? ? + C ? P
 \end{aligned}$$

7. Összefoglalás – Polimorfizmus

A következő táblázat összefoglalja a különböző polimorfizmus módokat:

Polimorfizmus	Azonos név	Azonos test	Azonos aláírás	Absztrakt metódusok	Szintaxis bővítés
overloading	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>
paraméterek	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>
deferring	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>
overriding	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Igen</i>	<i>Nem</i>	<i>Nem</i>

Könyvészet

- [1] Atsuchi Igarashi, Benjamin C. Pierce, *Foundations for Virtual Types*, ECOOP'99, LNCS 1628, 1999, 161-185.
- [2] Martin Abadi, Luca Cardelli, *A Theory of Objects*, Springer-Verlag, 1996.
- [3] Luca Cardelli, *Notes about $F_{\gamma}^?$* , Unpublished manuscript. <http://citeseer.nj.nec.com/cs>, October 1993.
- [4] Kathleen Fisher, John C. Mitchell, *The Development of Type Systems for Object-Oriented Languages*, Stanford University, STAN-CS-TN-96-30.
- [5] Benjamin C. Pierce, *Type Systems*, Draft, 2000.
- [6] Luca Cardelli, Peter Wagner, *On Understanding Types, Data Abstraction and Polymorphism*, ACM Computing Surveys 17 (4), 1995, 471-522. o.

Ortotrop lemezes hídfelépítmény számításának, stabilitásának és kialakításának néhány kérdése

P. Moga, Köllö G., St. Gutiu, C. Moga
Kolozsvári Muszaki Egyetem, Románia

Abstract

A steel bridge with an orthotropic deck represents an integral structure, where the orthotropic deck serves as a load distributing deck plate as well as a tension or compression flange of the main girders. The buckling checking procedure of the orthotropic deck and a numerical example are presented in this paper.

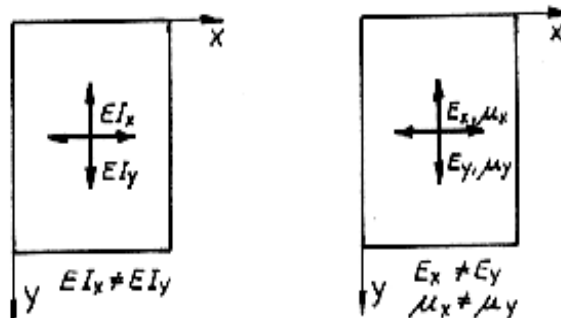
1. Bevezeto

Az ortotrop lemezfelépítmény egy folytonos, 12–20 mm vastagságú acéllemez, amelyet két irányban merevített hosszbordák és keresztbordák segítségével alakítanak ki.

A hosszbordák surubbek, a keresztbordák merevebb keresztmetszetűek.

A hossz- és keresztbordák különböző keresztmetszete miatt az ortotrop lemez különböző merevségű a két fő irányban: $EI_x \neq EI_y$

Az 1-es ábrán két anizotrop lemezt mutatunk be:



1. ábra

a) Szerkezeti anizotrópia

b) Természetes anizotrópia

A hegesztési technológiák bevezetése után a hídfépítészetben az ortotrop lemezeket széles körben kezdték alkalmazni, főleg azért, hogy a számítógépek alkalmazása lehetővé tette ezen szerkezetek pontosabb számítását.

Az ortotrop lemezek alkalmazásának az előnyei a „klasszikus” szerkezetekkel szemben a következők:

- ? gazdaságosabb
- ? kisebb saját tömeg
- ? üzemi kivitelezhetőség
- ? nagyobb merevség azonos anyagfelhasználásnál
- ? könnyű összeszerelhetőség
- ? esztétikus megjelenés

Ortotrop lemez alkalmazható gerenda főtartójú híd, rácsszerkezetű híd, kerethíd, ívhíd valamint függőhidak esetében.

2. Az ortotrop lemezszerkezetek kialakítása

Az ortotrop lemezek hosszbordáinak és keresztbordáinak a hajlítási és csavarási merevsége szerint ezeket három csoportba sorolhatjuk:

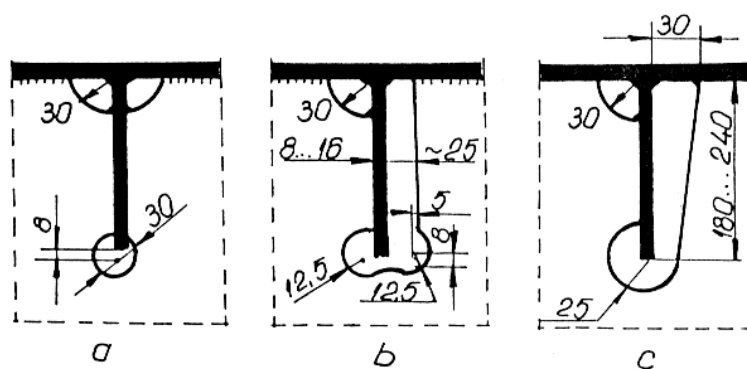
- ? csavarásra rugalmas hosszbordájú lemezek
- ? merev hosszbordájú és csavarásra rugalmas keresztbordájú lemezek
- ? csavarásra merev hossz és keresztbordájú lemezek

Csavarásra rugalmas hosszbordájú ortotrop lemezek

A hosszbordákat akkor alakítjuk ki úgy, hogy csavarásra rugalmasak legyenek ha a keresztbordák közötti távolság elég kicsi (kb. 1800 mm).

Ebben az esetben a hosszbordák kialakíthatók lemezekből (téglalap), szögvasakból (L, T) vagy hegesztett lemezekből kialakított T keresztmetszetű tartókból.

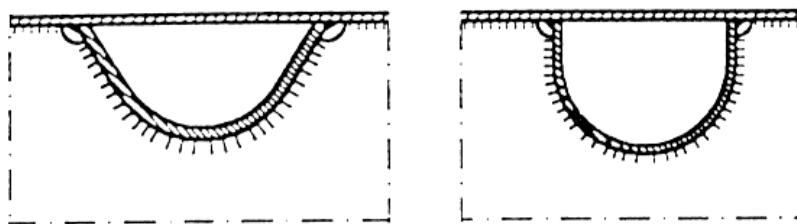
A hosszbordák folytonosak és át vannak vezetve a keresztbordákban kialakított üregeken, és két vagy több hegesztési varrattal ezekhez vannak erősítve (2. ábra).



2. ábra

Merev hosszbordájú és csavarásra rugalmas keresztbordájú ortotrop lemezek

A csavarásra merev hosszbordákat zárt keresztmetszettel alakítják ki, amelynek a felső öve a folytonos lemez. (3. ábra)



3. ábra

Ezek a hosszbordák vékony falú zárt keresztmetszetű tartók. A keresztbordák távolsága ebben az esetben megnövekszik $a=(12...30)b$ ahol b a hosszbordák közötti távolság.

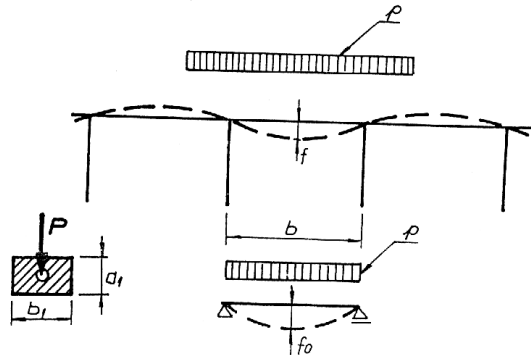
Csavarásra merev hosszú keresztbordájú ortotrop lemezek

Ezek a lemezfelépítmények a legmerevebbek. A keresztbordák közötti távolság $a=(20...40)b$.

Ezeknél a lemezeknél a keresztbordák folytonosak. A hosszbordákat megszakítják a keresztbordáknál. Ebben az esetben tudjuk biztosítani a legkisebb szerkezeti magasságot.

3. Az ortotrop lemezhidak méretezése

A méretezés során kiválasztjuk a folytonos lemez vastagságát, a hossz- és keresztbordák méreteit valamint az ezek közötti távolságot. Ugyancsak most kell meghatározni a hossz- és keresztbordákkal együtt dolgozó acéllemez szélességét. Az acéllemez vastagsága a megengedett lehajlásból határozható meg. (4. ábra)



4. ábra

A megengedett lehajlás $\frac{1}{300}$ (hosszbordák közötti távolság).

Feltételezve, hogy a folytonos lemez lehajlása f , kb. $1/6$ -a a kéttámaszú lemez lehajlásának f_0 :

$$f \approx \frac{1}{6} f_0 \approx \frac{1}{6} \cdot \frac{5pb^4}{384EI_{pl}} \quad (1)$$

ahol:

$$p \approx \frac{P}{a_1 \cdot b_1} \text{ – egyenletes terhelés, amelyet a } P \text{ járműteher okoz}$$

$$I_{pl} \approx \frac{1}{12} t^3 \text{ – a lemez tehetetlenségi nyomatéka}$$

Következik tehát, hogy t lemezvastagság

$$t \approx 2 \cdot b \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{E}} \quad (2)$$

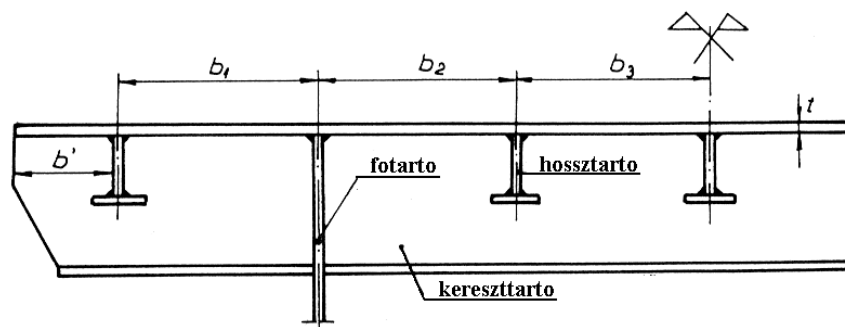
Továbbá javasolják a következő feltételek teljesülését:

$$\left. \begin{aligned} t &\approx 2.5 \cdot b \cdot \sqrt[3]{\frac{p}{2E}} \\ t &\approx \frac{b}{25} \\ t &\approx 12 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

A lemezbordák közötti távolság

Ismerve a lemezvastagságot (t), a lemezbordák közötti távolságot (b_1) a következő feltételekből határozzuk meg (5. ábra):

$$\left. \begin{array}{l} \frac{b_i}{t} \approx 70 \quad \text{OL37} \\ \frac{b_i}{t} \approx 60 \quad \text{OL52} \\ \frac{b'}{t} \approx 9.1 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_c}} \end{array} \right\} \quad (4)$$



5. ábra

A hosszbordák keresztmetszete

A merevítő hosszbordák keresztmetszetét úgy kell megválasztani, hogy a következő karcsúsági feltételek fennálljanak:

$$\left. \begin{array}{l} c_r \approx 12 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_c}}, \quad \sigma_{\max} \approx 0.5 \sigma_c \\ c_r \approx 20 \sqrt{\frac{2400}{\sigma_c}}, \quad \sigma_{\max} \approx 0.5 \sigma_c \end{array} \right\} \quad (5)$$

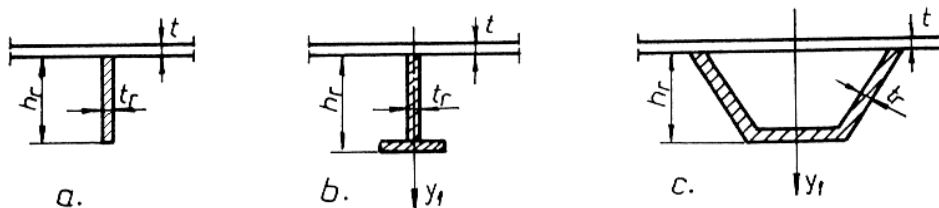
ahol:

σ_{\max} – maximális normál nyomó feszültség az acéllemezben a hosszborða keresztmetszetében

$c_r \approx \frac{h_r}{1.5 t_r} \approx \frac{b}{12 t}$ – lemez merevítés esetén (6a. ábra)

$c_r \approx \frac{h_r}{1.35 t_r + 0.56 i_{ry}} \approx \frac{b}{12 t}$ – T vagy zártkeresztmetszet esetén (6b, 6c. ábra)

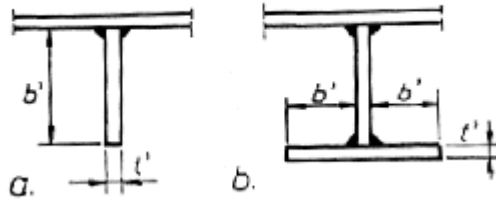
i_{ry} – inerciasugár (hosszmerevítés (hosszborða) a felső együttdolgozó acéllemez nélkül)



6. ábra

A szélso hosszborða esetén (7. ábra) a következõ összefüggés kell, hogy teljesüljön:

$$\frac{b'}{t'} \geq 15 \sqrt{\frac{2400}{c}} \quad (6)$$



7. ábra

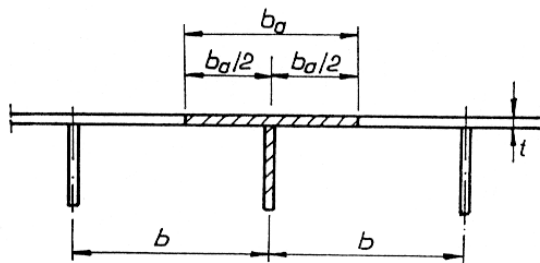
Együtdolgozó lemezszélesség (aktív lemezszélesség)

Az együtdolgozó lemezszélesség hozzátartozik a lemezborda keresztmetszetéhez (8. ábra).

$$\left. \begin{aligned} b_a &\geq b, \quad \frac{b}{t c} \geq 0.424 \\ b_a &\geq b \sqrt{1.474 + 1.119 \frac{b}{t c}}, \quad 0.424 \leq \frac{b}{t c} \leq 0.781 \\ b_a &\geq \frac{b}{2.73} \sqrt{\frac{t c}{b}}, \quad \frac{b}{t c} \leq 0.781 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

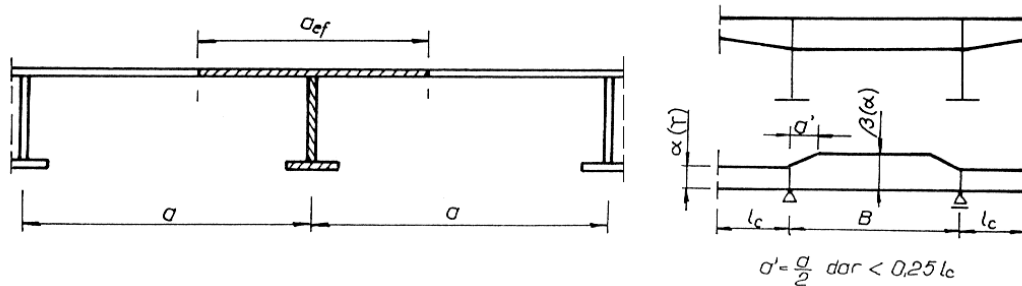
ahol:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$



8. ábra

A keresztbordával együtdolgozó lemezszélességet a 9. ábra szerint határozhatjuk meg.



9. ábra

? Az együttdolgozó szélesség a keresztborda igénybevétele esetén

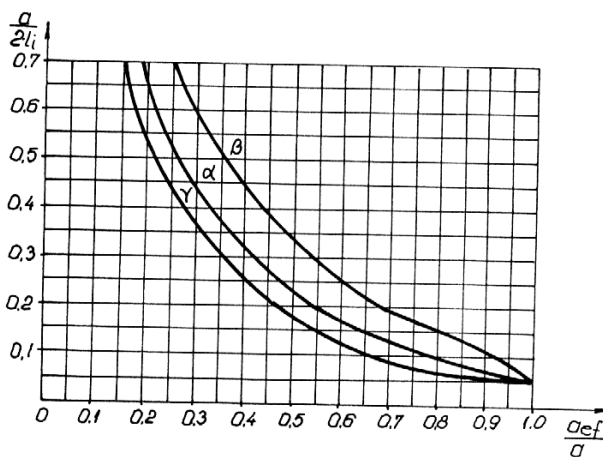
a_{ef} ? ? ? a – a kereszttartók nyílásában }
 a_{ef} ? ? ? a – a kereszttartók konzoljában } \tag{8. a}

? Az együttdolgozó szélesség a szilárdságtani ellenőrzések és stabilitási ellenőrzések esetén.

a_{ef} ? ? ? a – a kereszttartók nyílásában }
 a_{ef} ? ? ? a – a kereszttartók konzoljában } \tag{8. b}

Az α , β , γ együtthatók meghatározhatók az $\frac{a}{2l_i}$ függvényében, ahol l_i -t a 10. ábra szerint kell meghatározni.

l_i ? B (keresztbordák nyílása)
 l_i ? l_c (keresztbordák konzolja)



10. ábra

4. Az ortotrop lemezes hídfelépítmény számítása

Az ortotrop lemez egyenletét (M.T. Huber) a 9. összefüggés adja meg:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y) \tag{9}$$

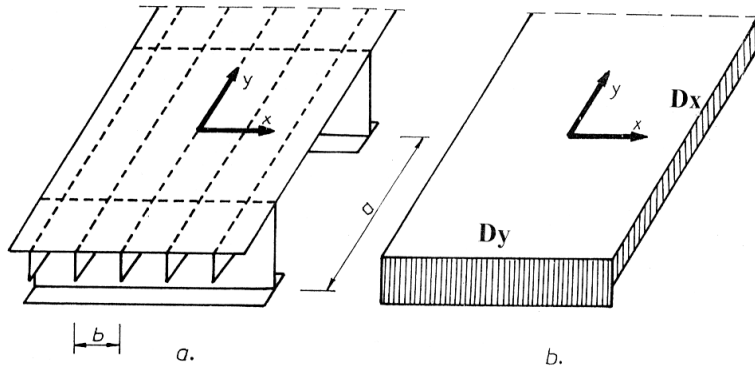
ahol:

w – a lemez lehajlásai

$p(xy)$ – a lemez középsíkjának a terhelése

D_x, D_y, H – a merevségi állandók az x és y tengely irányában valamint a csavarási merevségi állandó.

A 11. ábrán bemutatjuk az ortotrop és a „sima” lemez megfeleltetését.



11. ábra

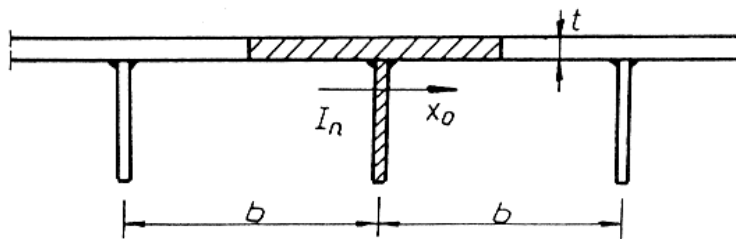
A 9. egyenletben:

D_x – a lemez merevsége az X–X irányában

$$D_x = \frac{EI_n}{b} \left(1 + \frac{b_a}{b} \right) \frac{Et^3}{12(1 - \nu_x \nu_y)} \quad (10. a)$$

ahol

I_n – egy hosszborða tehetetlenségi nyomatéka (12. ábra)



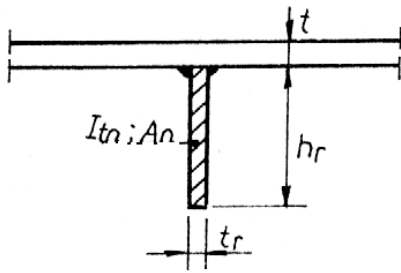
12. ábra

b_a/b az együttdolgozó lemezszélesség állandója $b_a/b = 1$

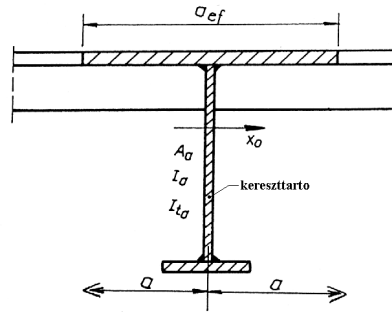
$$\mu_x, \mu_y = \nu_x = 0.3 \frac{a t}{A_a} \quad \nu_y = 0.3 \frac{b t}{A_n} \quad \text{Poisson állandó}$$

A_n – a hosszborða területe felsőlemez nélkül (13. ábra)

A_a – a keresztborða területe együttdolgozó felső acéllemezzel (14. ábra)



13. ábra



14. ábra

D_y – a lemez merevsége Y–Y irányban

$$D_y = \frac{EI_a}{a} + \frac{Et^3}{12(1-\nu_x\nu_y)} \quad (10. b)$$

ahol:

I_a – a keresztborda tehetlenségi nyomatéka az X_0 tengelyhez viszonyítva (a súlypontján átmenő tengely) (14. ábra)

H – az ortotrop lemez csavarási együtthatója

$$H = \frac{1}{2} \left(\frac{D_y}{D_x} + \frac{D_x}{D_y} \right) - \frac{Gt^3}{6} \left(\frac{G}{2b} - \frac{I_{ta}}{a} \right) \quad (10. c)$$

ahol:

I_m – a hosszborða tehetlenségi nyomatéka (felső lemez nélkül)

I_{ta} – a keresztborda csavarási tehetlenségi nyomatéka a felső aktív lemezszélességgel

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

A 9-es számú egyenlet megoldása a 10. a, b, c együtthatók behelyettesítésével megadja a $W(x,y)$ lehajlásokat amelyek függvényében meghatározhatók a forgató, csavaró nyomatékok valamint a vágóerők.

$$M_x = D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad (11. a)$$

$$M_y = D_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + D_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad (11. b)$$

$$M_{xy} = D_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad (11. c)$$

$$T_x = D_x \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + D_{xy} \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \quad (11. d)$$

$$T_y = D_y \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + D_{xy} \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \quad (11. e)$$

A 9-es differenciálegyenlet megoldása nagyon nehéz feladat, ezért gyakorlati feladatoknál Fourier sorokat, vagy a véges elem módszerét szokták alkalmazni.

Ezen módszerek mellett a gyakorlatban egyszerűsített módszereket is alkalmaznak mint:

- ? a Pelikan–Esslinger módszer
- ? a Fisher módszer
- ? a síkbeli tartórácsok módszerét

Ezek a számítási módszerek megtalálhatók a szakirodalomban [1]; [2]; [4]

5. Az ortotrop lemezek stabilitása

A felső acéllemez kihajlása a következő esetekben fordulhat elő:

- a) két hossz- és két keresztborda által meghatározott lemezmezőben $b \ll a$
 - b) együtt a hossz- és keresztbordákkal a főtartók és a keresztbordák által meghatározott lemezmezőben $b \ll a$
 - c) a hossz- és keresztbordákkal a főtartók és a felfekvésnél (alátámasztás) található keresztbordák közötti lemezmezőben $B \ll L$
- a) Ha a hossz- és keresztbordák nem szenvednek alakváltozást, akkor a kihajlott lemezmező $b \ll a$ lesz.

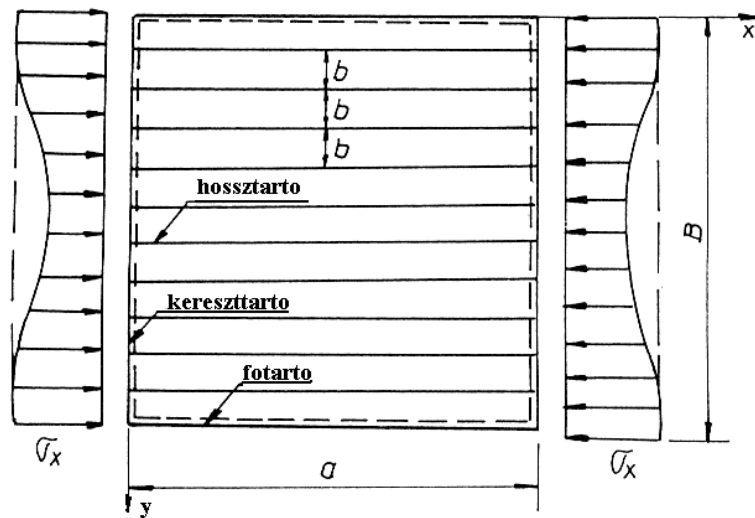
$$\sigma_{cr}^{(1)} = 758 \frac{100 t^2}{b^2} \quad (\nu = 0.1) \quad (12. a)$$

kritikus feszültség

$$\sigma_{cr}^{(2)} = \frac{E I_n}{a^2 t b_a A_n} \quad (12. b)$$

- b) Peremen csuklósan kapcsolódó és két oldalon összenyomott lemez esetén a kritikus nyomófeszültség a 15. ábra szerint

$$\sigma_{cr} = \frac{D_x}{B^2 t_{echiv}} \frac{2H}{D_y} \quad (13)$$



15. ábra

Ahol a D_x , D_y és H -t a 4. pont szerint határozhatjuk meg.

L_s – a kihajlási hullám fele

t_{echiv} – a lemeznek megfelelő vastagság (ekivalens vastagság)

A legkisebb kritikus feszültséget a következő összefüggésből számíthatjuk

Ha

$$a \approx L_s, \quad \sigma_{cr} \approx \frac{2\sigma^2}{B^2 t_{echiv}} \sqrt{D_x D_y} \approx H \quad (14)$$

Ha $L_s \approx a$ akkor $L_s \approx a$ és $\sigma \approx a/B$ és alkalmazható a (13) összefüggés
A lemez merevsége az Y-Y irányában:

$$D_y \approx \frac{E t^3}{12(1 - \nu_x \nu_y)}$$

c) Feltételezve, hogy ha a két szembenfekvő oldal egyenletes nyomásnak van kitéve, a stabilitási ellenőrzést a következő összefüggésekkel végezzük:

$$\sigma \approx \frac{L_s}{B}; \quad L_s \approx B \sqrt[4]{\frac{D_x}{D_y}}$$

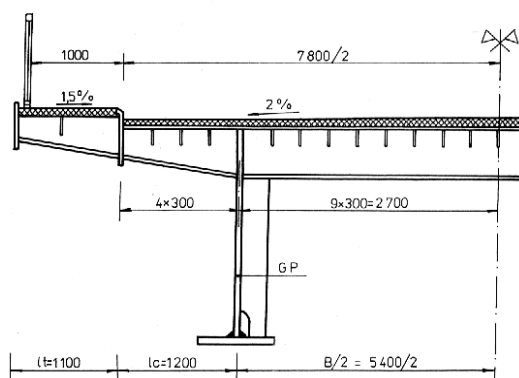
Ahol:

D_y – a merevségi állandó Y–Y irányban

H – a csavarási merevségi állandó (10. összefüggés)

6. Számpélda egy ortotrop lemez stabilitási számítására

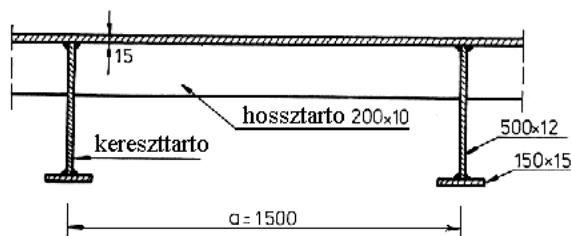
Ellenorizzuk a 16. ábrán látható L=60m nyílású és 10m szélességű ortotrop pályalemezt. Az 5.pont szerint végezzük el a számításokat.



OL 37.4k

16. ábra

a) A 17. ábra szerint:



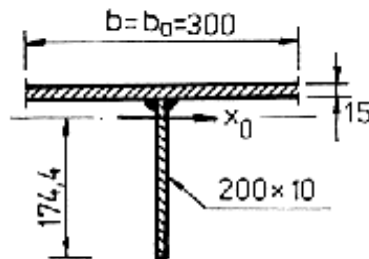
17. ábra

$$\sigma_{cr}^{(1)} \approx \frac{4\sigma^2 D}{t b^2} \approx 758 \frac{100 t}{b} \approx 18950 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_c \approx 2400 \text{ daN/cm}^2$$

ahol:

$$D = \frac{E t^3}{12(1 - \nu^2)}$$

A kritikus feszültség egy hosszbordára és a hozzátartozó lemezre (18. ábra) a következőképpen számítható:



$$I_n = 2\,275 \text{ cm}^4$$

$$A_n = 20 \text{ cm}^2$$

18. ábra

$$\sigma_{cr}^{(2)} = \frac{\sigma^2 E I_n}{a^2 t b A_n} = 32\,241 \text{ daN/cm}^2 \quad \sigma_c = 2\,400 \text{ daN/cm}^2$$

ahol:

$$b_a = b:$$

$$\frac{b}{t \sigma_c} = \frac{30}{1,5 \cdot 92,88} = 0,21 = 0,424$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{E}{\sigma_c}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{2400}} = 92,88$$

Tehát a lemez stabilitása biztosítva van.

b) A B? a? lemezmezo stabilitása.

A lemez két oldalon csuklósan kapcsolt és egyenletesen összenyomott a szembenlevo oldalakon.

$$\sigma_{cr} = \frac{\sigma^2}{B^2 t_{echiv}} \frac{D_x}{\sigma^2} = 2H \sigma_y^2$$

$$t_{echiv} = t \frac{A_n}{b} = 1,5 \frac{20}{30} = 2,16 \text{ cm}$$

$$D_x = \frac{E I_n}{b} \frac{b_a}{b} \frac{E t^3}{12(1 - \nu^2)} = \frac{E I_n}{b} = 159,25 \cdot 10^6 \text{ daN cm}$$

$$D_y = \frac{E I_a}{a} \frac{a_{ef}}{a} \frac{E t^3}{12(1 - \nu^2)}$$

$$= \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 81534}{150} \frac{105}{150} \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,5^3}{12(1 - 0,145^2)} = 1141 \cdot 10^6 \text{ daN cm}$$

A 19. ábra szerint:

a_{ef} a keresztartó (borda) nyílása.

$$\frac{a}{2l_i} = \frac{a}{2B} = \frac{150}{2 \cdot 540} = 0,138 < 0,7$$

$$a_{ef} = 0,7 \cdot 150 = 105 \text{ cm.}$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot D_y = \frac{1}{2} \cdot D_x = \frac{Gt^3}{6} = \frac{G}{2} \cdot \frac{I_{in}}{b} = \frac{I_{ta}}{a}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,145 \cdot 1141 \cdot 10^6 = 0,207 \cdot 159,25 \cdot 10^6 = \frac{0,808 \cdot 10^6 \cdot 1,5^3}{6}$$

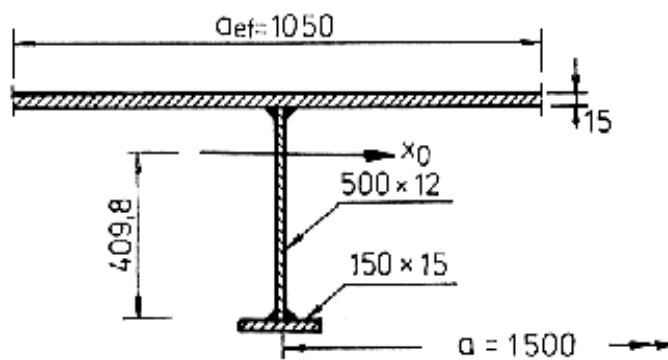
$$= \frac{0,808 \cdot 10^6 \cdot 6,66}{2 \cdot 30} = \frac{163,8}{150} = 85,29 \cdot 10^6 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$I_{in} = \frac{1}{3} \cdot 20 \cdot 1^3 = 6,66 \text{ cm}^4;$$

$$I_{ta} = \frac{1}{3} \cdot 15 \cdot 105 \cdot 1,5^3 = 50 \cdot 1,2^3 = 163,8 \text{ cm}^4.$$

$$\sqrt[4]{\frac{D_x}{D_y}} = \sqrt[4]{\frac{159,25 \cdot 10^6}{1141 \cdot 10^6}} = 0,34$$

$$L_s = B \cdot \sqrt[4]{\frac{D_x}{D_y}} = 540 \cdot 0,34 = 183,6 \text{ cm} < a = 150 \text{ cm.}$$



$I_a = 81\,534 \text{ cm}^4$
 $A_n = 240 \text{ cm}^2$
 $A_{ef} = 105 \text{ cm}$

19. ábra

A (13) összefüggésben

$$\sqrt[4]{\frac{L_s}{B}} = \frac{a}{B} = \frac{150}{540} = 0,277; \sqrt[4]{\frac{a}{B}} = 0,077$$

$$D_x = 159,25 \cdot 10^6 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$D_y = \frac{Et^3}{12(1-\nu_x\nu_y)} = 0,573 \cdot 10^6 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

$$H = 2,49 \cdot 10^6 \text{ daN}\cdot\text{cm}.$$

$$\sigma_{cr} = 3176 \text{ daN/cm}^2 > \sigma_c = 2400 \text{ daN/cm}^2.$$

A lemez stabilitása biztosítva van.

c) A $B \times L$ lemezmezo stabilitása

$$a_s = 10a = 10 \cdot 1,50 = 15 \text{ m}.$$

$$L_s = B \sqrt[4]{\frac{D_x}{D_y}} = 5,4 \sqrt[4]{\frac{159,25 \cdot 10^6}{1141 \cdot 10^6}} = 1,84 \text{ m} < 10a = 15 \text{ m}.$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= \frac{2\pi^2}{B^2 \eta_{equiv}} \sqrt{D_x D_y} \cdot H \\ &= \frac{2\pi^2}{540^2 \cdot 2,16} \sqrt{159,25 \cdot 10^6 \cdot 1141 \cdot 10^6} \cdot 85,29 \cdot 10^6 \\ &= 6797 \text{ daN/cm}^2 > \sigma_c = 2400 \text{ daN/cm}^2. \end{aligned}$$

Az ortotrop lemez stabilitása biztosítva van.

7. Következmények

Elonyei miatt az utóbbi időben egyre szélesebb körben alkalmazzák a hídépítésben az ortotrop lemezeket.

A modern számítástechnika lehetővé tette ezen hídlemezek pontosabb számítását, ami nagymértékben megkönnyíti a tervezői tevékenységet.

Nagy gondot kell fordítani az ortotrop lemezek stabilitásának a biztosítására.

Felhasznált szakirodalom

- [1] Jantea, C., Varlam, F.: Poduri metalice. Casa de Editura Venus. Iasi, 1996
- [2] Jantea, C., Varlam, F., Comisu, C., C.: Poduri metalice. Suprastructuri cu platalaj ortotrop. Exemplu de calcul. Casa de Editura Venus. Iasi, 2000
- [3] Buca, I., Opran, O., Muhlbacher, R., Popa, N.: Poduri metalice. Exemple de proiectare. E.D.P. Bucuresti, 1981
- [4] Moga, P.: Poduri metalice. Alcatuirea si calculul elementelor. U.T.C.-N. 2000
- [5] *** STAS 1844-75. Poduri metalice de sosea. Prescriptii de proiectare
- [6] *** SR 1911-98. Poduri metalice de cale ferata. Prescriptii de proiectare
- [7] *** Inquiry into the Basis of Design and Method of Erection of Steel Box Girder Bridges. Part I, II, III, IV. London, 1974

Elosztott vezérlőrendszerek erőforrásainak dinamikus kezelése

Somodi Zoltán

Kolozsvári Műszaki Egyetem

The classical measurement, control and actuator devices were based on simple physical principles (mechanical, hydraulic, pneumatic, electrical). Often they were used as stand-alone devices for relatively closed automation solutions. With the introduction of microprocessor technology and its fast spreading, the focus shifted from stand-alone devices to much more complex device systems connected to networks. Applications developed for these systems should be based on distributed services like: time service, event service, name service, real-time task distribution, error-handling service, group communication service etc. The name service is one of the most important services in distributed systems. This paper presents the design and implementation of a distributed dynamic resource management service, which makes possible a transparent data access.

1. Szolgáltatásokon alapuló elosztott vezérlőrendszerek

A számítógépes hálózatok rohamos fejlődése teret hódít az ipari vezérlőrendszerek területén is. Napjainkban több piacon lévő termék is lehetőséget ad elosztott vezérlőrendszerek kezelésére. Ezek a rendszerek, általában, egyes szakosodott cégek speciális termékei, amelyek olyan hálózatokon működnek, amelyeken a többi csomópont is az illető cégtől származik. Vagyis két különböző cég által gyártott berendezés nem tud egymással kommunikálni, ezért nagyon nehéz vagy sokszor lehetetlen egy nem homogén hálózat kiépítése.

A Kolozsvári Műszaki Egyetem egyik kutatócsoportja egy olyan összefüggő szolgáltatásrendszer megtervezését és elkészítését tűzte ki célul, amely támogatja a vezérlő-alkalmazások fejlesztését. A rendszer tervezésénél figyelembe vettük egy jól ismert szabvány, az MMS (Manufacturing Message Specification) ajánlásait. Ezen rendszer segítségével fejlesztett alkalmazásoknak különböző típusú eszközökkel kell tudniuk kommunikálni ahhoz, hogy a létrejött hálózat homogén legyen.

A cél eléréséhez a tervezésnél a következő elvekre támaszkodtunk:

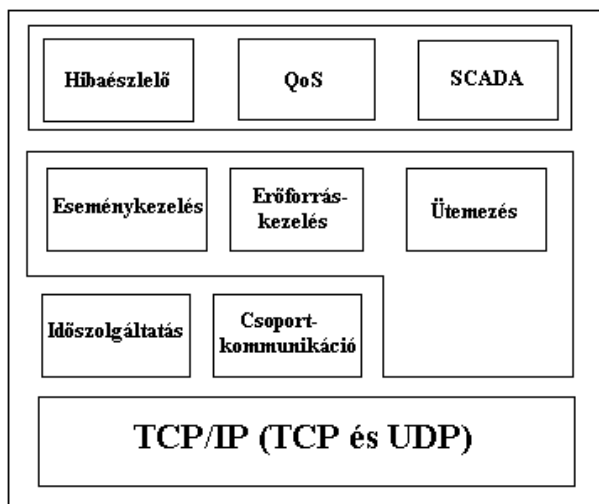
- ? **Autonóm és elosztott szolgáltatások:** a szolgáltatások ne fűggenek egymástól, vagyis egy szolgáltatásnak akkor is kell működnie, ha egyedül van a hálózaton. Ugyanakkor, nem lehet egy központi csomópont, amely irányítja a szolgáltatások működését.
- ? **Egy szolgáltatás a hálózaton lévő hasonló helyi szolgáltatások összessége:** az autonóm és elosztott szolgáltatásoknak együtt kell működniük ahhoz, hogy minél kielégítőbb választ tudjanak adni a kliensek kéréseire.
- ? A szolgáltatásoknak rendelkezniük kell a következő mechanizmusokkal:
 - ? **Idokezelés:** egy globális idő szükséges a rendszerben, amelynek segítségével megállapítható az események időbeli sorrendje.
 - ? **Minőségkezelés:** a szolgáltató megegyezhet a felhasználóval a szolgáltatás minőségi szintjében, amelyet a szolgáltató köteles betartani.
- ? **A rendszer dinamikus újrakonfigurálásának lehetősége:** egy csomópont meghibásodása, vagy egy új csomópont megjelenése esetén a rendszer automatikusan újra kell magát konfigurálja.
- ? **Egységes hozzáférés a szolgáltatásokhoz:** egy egységes interfész létezését feltételezi, amelyen keresztül elérhetjük a szolgáltatásokat.
- ? Korlátozott erőforrással rendelkező csomópontok kiszolgálása

Ezeket az elveket figyelembe véve megterveztünk egy elméleti modellt, amely a következő szolgáltatásokból épül fel:

1. **Időszolgáltatás:** fő feladata a globális idő kezelése.
2. **Eseménykezelés:** az események észlelése, bejegyzése, figyelmeztetések és tevékenységek aktiválása.
3. **Valós idejű ütemező:** feladatok (task-ok) ütemezése
4. **Hibaészlelő/kezelő:** hibák észlelése és kezelése, megfelelő események létrehozása
5. **Eroforrás-kezelés:** adatokhoz való transzparens hozzáférés biztosítása
6. **Csoportkommunikáció**
7. **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition): adatok gyűjtése és megjelenítése

Az 1. ábra a felsorolt szolgáltatások egymáshoz való viszonyát ábrázolja.

A kommunikáció a TCP és UDP protokollokra épül, amelyekhez egyes szolgáltatásoknak közvetlen hozzáférésük van, mások csak más szolgáltatásokon keresztül érhetik el.



1. ábra

A rendszer szolgáltatásai

2. Erőforrás-kezelő szolgáltatás

Ebben a cikkben az erőforrás-kezelő szolgáltatást ismertetjük részletesebben. Ez a szolgáltatás az egyik legfontosabb a rendszer működése szempontjából, mivel az elosztott rendszerek egyik alapkövetelményét, az erőforrásokhoz való transzparens hozzáférést, biztosítja.

A szolgáltatás fő célja, hogy az erőforrásokat olyan szimbolikus nevekkel lehessen azonosítani, amelyek nem függenek az erőforrás típusától és a hálózaton való elhelyezkedésétől. A továbbiakban erőforrás alatt olyan fizikai vagy logikai eszközt értünk, amelyhez a felhasználónak közvetlen hozzáférése van. Eszerint erőforrás lehet egy változó, egy program, egy fizikai eszköz vagy berendezés, egy regiszter, egy esemény, vagy akár egy szolgáltatás. Különböző típusú erőforrásokhoz különböző hozzáférési módszer társul. Például, egy változót lehet olvasni és írni, egy programot viszont futtatni és megállítani lehet.

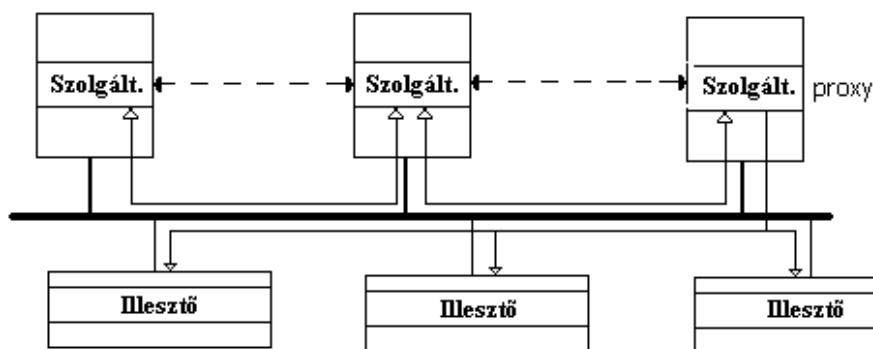
Az erőforrás-kezelő szolgáltatásnak a következő főbb feladatai vannak:

- ? **Helyi erőforrások azonosítása:** helyi erőforrásoknak nevezzük azokat az erőforrásokat, amelyek közvetlen kapcsolatban vannak egy csomóponttal. Például, helyi erőforrás lehet a soros csatlakozóhoz kötött eszköz vagy a csomóponton futó program.
- ? **Szimbolikus nevek és fizikai címek táblázatának frissítése:** minden csomópont egy táblázatban tárolja a különböző fizikai címekhez rendelt szimbolikus neveket. Ezek a címek a rendszer működése során változhatnak, ezért a táblázatot idonként frissíteni kell.
- ? **Szolgáltatások együttműködése távoli erőforrások azonosítása érdekében:** a felhasználó mindig a helyi csomóponton futó szolgáltatáshoz intézi a kéréseit. Ha az erőforrás nem ezen a csomóponton van, tehát nem helyi erőforrás, a szolgáltatás továbbítja a kérést a megfelelő csomóponthoz, majd miután megkapta a választ, közvetíti azt a felhasználónak. Ez a mechanizmus a felhasználó számára transzparens.
- ? **Fizikai cím lekérdezése:** egyes esetekben (például biztonsági okokból) a felhasználónak szüksége lehet arra, hogy közvetlenül hozzáférjen egy bizonyos erőforráshoz, a erőforrás-kezelő szolgáltatás igénybevétele nélkül. Ilyenkor lehetőség nyílik a fizikai cím lekérdezésére.
- ? **Erőforrásokhoz való hozzáférés biztosítása:** változók írása/olvasása, programok elindítása/megállítása stb. A hozzáférés egyforma kell legyen helyi és távoli erőforrások esetén is.
- ? **Korlátozott erőforrásokkal rendelkező eszközökhöz való hozzáférés:** egy olyan eszközzel, amelynek nincs például operációs rendszere, pont úgy kell tudnunk kommunikálni, mint egy másik, operációs rendszerrel rendelkező eszközzel. Ezt a feladatot látja el a későbbiekben ismertetett proxy csomópont.

3. A szolgáltatás működési elve

A kommunikáció kliens-szerver modellre épül és a TCP/IP protokoll-családot használja. A felhasználó mindig a kliens szerepét tölti be. Egy csomóponton futó szolgáltatás viszont – amint azt az alábbiakban látni fogjuk – lehet kliens is és szerver is.

A hálózaton minden csomóponton, amelyhez csatlakozik valamilyen erőforrás, futnia kell az erőforrás-kezelő szolgáltatásnak. Ezekon kívül más csomóponton is működhet a szolgáltatás. A hálózaton működő összes helyi szolgáltatás alkotja a valódi globális szolgáltatást. Ezt az elosztott rendszert szemlélteti a 2. ábra. Bizonyos eszközök illesztők segítségével kapcsolódnak a hálózatra. Ha egy új csomópont kerül be a hálózatba, jelt adva magáról, rögtön kapcsolatba kerül a többi szolgáltatással. Így a szolgáltatások automatikusan felfedezik egymás. Ugyanez az automatizmus történik akkor is, amikor egy csomópont eltűnik a hálózatról.



2. ábra

Az elosztott szolgáltatás felépítése

Mint már említettük, minden csomópont rendelkezik egy táblázattal, amelyben a hozzákapcsolt erőforrások fizikai címét és szimbolikus nevét tárolja. Ugyanebben a táblázatban tárolja a többi, nem helyi erőforrás nevét és annak a csomópontnak a címét, amelyhez tartozik. Ha egy kliens egy kérést intéz a szolgáltatáshoz, a táblázat alapján történik meg a kliens által ismert szimbolikus név leképezése fizikai címmé. A kliens mindig csak a helyi szerverrel kommunikál. Abban az esetben, mikor a helyi szerver nem tud választ adni a kliens kérésére, mert az erőforrás nem helyi, a táblázat alapján továbbítja a kérést annak a szervernek, amely rendelkezik a megfelelő információkkal. Ilyenkor az első szerver kliens szerepet tölt be addig, amíg meg nem érkezik a válasz. Ezután újra szerverként fog működni, és a kapott választ elküldi a kliensnek.

A szerverek rövid ideig tárolják a más szerverektől kapott információt, tehát egy ún. *cache* szerepet is betöltenek. Ez azt jelenti, hogy ha egy bizonyos időn belül megismétlődik a kérdés, a helyi szerver nem kéri le újra az adatokat a távoli csomóponttól, hanem rögtön válaszol a kliensnek a tárolt adatok alapján. Hogy egy adott erőforrás adatai mennyi ideig maradhatnak „idegen” szerverek memóriájában, a *ttl* értékük határozza meg. Ez az érték, ami egy 0-nál nagyobb egész szám, az erőforrás egy változtatható tulajdonsága. Amikor az erőforrás adatai átkerülnek egy másik csomópont memóriájába, ez a szám csökkeni kezd az idő függvényében. Ha eléri a 0-t, az adatok érvényüket veszítik, és törölődnek a memóriából.

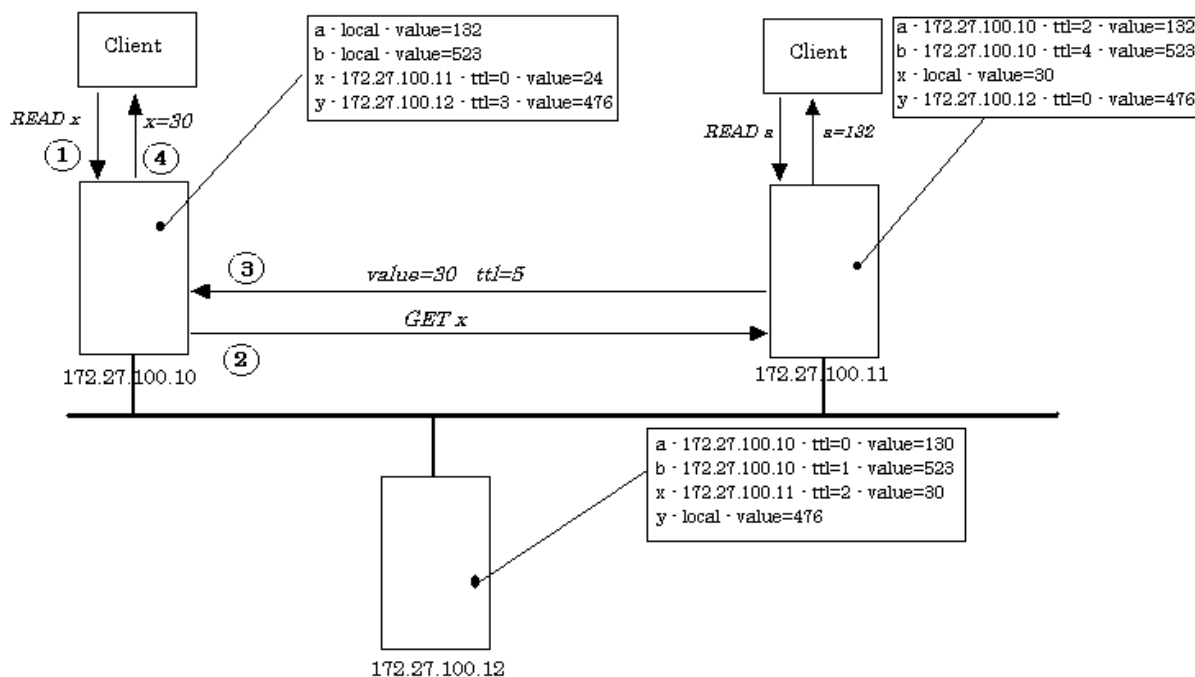
A rendszer működését jobban megérthetjük, ha megvizsgáljuk a 3. ábrát. A kliens az x változó értékét akarja lekérdezni, kérését elküldi a helyi szolgáltatásnak (1). A szolgáltató táblázatából kiderül, hogy az x nem helyi erőforrás. Értéke ugyan ott van még a cache-ben, de már nem érvényes, mivel a *ttl* egyenlő 0-val. Ezért továbbítja a kérést a megfelelő szervernek (2), ahol az x helyi változóként szerepel. A szerver megkapja a változó értékét (3) és ennek alapján már válaszolni tud a kliensnek (4). Ugyanakkor újra beállítódik a *ttl* az eredeti értékre. Egy másik kliens az a változó értékét szeretné leolvasni. Az adott csomóponton a a nem helyi változó, de a cache-ben lévő érték *ttl*-je nagyobb 0-nál. Így a szerver rögtön tud válaszolni a kérésre.

4. A szolgáltatás gyakorlati megvalósítása

Kutatócsoportunk az elméleti modell megtervezése után rátért a gyakorlati megvalósításra. Ehhez a Windows operációs rendszer alatt futó Visual C++ programozási környezetet használtuk. A kommunikációt a hagyományos socket-ekkel oldottuk meg.

A megvalósított szolgáltatás a következő kérés-típusokat tudja értelmezni:

- ? **Egyszeru azonosítás** : ahhoz, hogy a felhasználó igénybe tudja venni a szolgáltatást, jelszóval azonosítania kell magát.
- ? **Eroforrás létezése**: megtudhatjuk, hogy egy bizonyos nevu eroforrás létezik-e.
- ? **Eroforrás-lista lekérdezése**: az összes, a hálózaton lévo, eroforrás nevét kapjuk eredményül.
- ? **Eroforrás értékének írása és olvasása**: foleg változók esetében használjuk.
- ? **Eroforrás aktiválása/deaktiválása**: az eroforrás állapotának megváltoztatása.
- ? **Eroforrás állapotának, típusának és címének lekérdezése**: információt kapunk az eroforrás tulajdonságairól, illetve megtudhatjuk fizikai címét.
- ? **Szerverek lekérdezése**: minden szerver le tudja kérdezni, hogy ki van még a hálózaton, aki hasonló szolgáltatást nyújt.



3. ábra
Működési példa

Minden függvénynek paraméterként az eroforrás nevét adjuk meg. A kliensek csak név szerint tudják azonosítani az eroforrásokat. Ezek a függvények könyvtárakba vannak csoportosítva. Ha egy olyan alkalmazást akarunk írni, amely a szolgáltatásunkat használja, csak ezt a könyvtárat kell beköszölnünk programunkba. Ezzel elrejtettük a programozó elöl a kommunikáció részleteit.

5. Összefoglalás

Kutatómunkánk eredményeként létrejött egy elosztott szolgáltatásokon alapuló elméleti modell, amely felhasználható vezérlőrendszeres alkalmazások fejlesztésére. A megtervezett szolgáltatások szorosan együttműködnek egymással az alapelvek teljesítése érdekében. Részletesen kidolgoztuk az eroforrás-kezelő szolgáltatás elméleti modelljét is, valamint a szolgáltatás kapcsolatait a rendszer többi részével.

Elméleti modellünket ki is próbáltuk, megvalósítva néhány szolgáltatás alapvető függvényét. Az eroforrás-kezelés az egyik legjobban kidolgozott szolgáltatás, amely rendelkezik egyszerűbb és bonyolultabb függvényekkel. Ezenkívül létrehoztuk a fobb adatstruktúrákat megvalósítva a szolgáltatás működési mechanizmusát. A tesztek során bebizonyosodott az elméleti modell helyessége, ugyanakkor fény derült a megvalósítási hiányosságokra. Itt foleg a Windows operációs rendszer és a valós idejű rendszerek közötti inkompatibilitást említhetjük.

Az elkészített program jelenlegi változatában az eroforrás-kezelő magába foglalja a periodikus adatgyűjtést is. Ezt a következő lépésben szét fogjuk választani, és létrehozunk egy különálló adatgyűjtő szolgáltatást, amelynek az lesz a fő feladata, hogy a periférius eszközökről időnként leolvassa az adatokat, és azt egy

adatbázisban tárolja. Az erőforrás-kezelő pedig ebből az adatbázisból fogja felépíteni a táblázatokat. Mivel két szolgáltatás is használni fogja az adatbázist, létrehozunk egy adatbázis-kezelő szolgáltatást is. Így csak ennek a szolgáltatásnak lesz közvetlen hozzáférése az adatbázishoz, a többi szolgáltatás csak rajta keresztül érheti el az adatokat. Ez megkönnyíti és átláthatóbbá teszi a hozzáférést.

A kutatás folytatásaként a fent említett módosításokon kívül, ki szeretnénk bővíteni az igénybe vehető kérések számát, és bevezetni egy többszintű felhasználó-azonosítást. Ugyanakkor meg szeretnénk vizsgálni más kommunikációs módszerek alkalmazását, amivel jobban tudnánk alkalmazkodni a valós-idejű rendszerek követelményeihez.

Könyvészet

- [1] Fredriksson L.B. [1994], "Controller Area Networks and the Protocol CAN for Machine Control Systems", *Mechatronics*, Vol. 4 No.2 pp 159-192
- [2] Cheriton D. R., Mann T. P., *Decentralizing a Global Naming Service for Improved Performance and Fault Tolerance*, Stanford University, 1997
- [3] Sebestyén G. [1999], "Industrial Communication Networks – Modeling and Simulation", Technical Report, UTCN, pp. 1-55
- [4] Sebestyén G., *Planificarea în sistemele distribuite de timp-real* - referat de doctorat
- [5] Pusztai K., Sebestyén G., „New Communication Technologies for Distributed Control”, A&QT-R 2002 (THETA 13), 2002 IEEE-TTTC International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, May 23-25, 2002, Cluj-Napoca
- [6] Pusztai K., Sebestyén G., Kiss Cs., „Distributed Control through Web Technologies”, First RoEduNet International conference, Cluj-Napoca, 2002
- [7] Sebestyén G., Pusztai K., Somodi Z., „Dynamic Resource Management For Distributed Control Systems”, The 14th International Conference on Control Systems and Computer Science, 2003, Bucuresti
- [8] Mackiewicz R. *Overview to the Manufacturing Message Specification*, http://litwww.epfl.ch/~mms/mms_IntroSISCO, 1994
- [9] O. Redell, *Modelling of Distributed Real-Time Control Systems - An Approach for Design and Early Analysis*, Royal Institute of Technology, Stockholm 1998

A zsugorítómu fejlesztése új technológiákkal

Dr. Szocs Katalin
Kolozsvár

Abstract

The life of the agglomerator band is an important factor of the plant's economic efficiency. There are contradictions requirements against the material of the grids and carts. A good wear resistance and a high heat resistance test value is needed as well. The carts, made of modular graphite castings and the grids, made of chrome casting increase the life time of the plant's considerably. The article presents the trials for determination of the configuration and chemical composition of the castings.

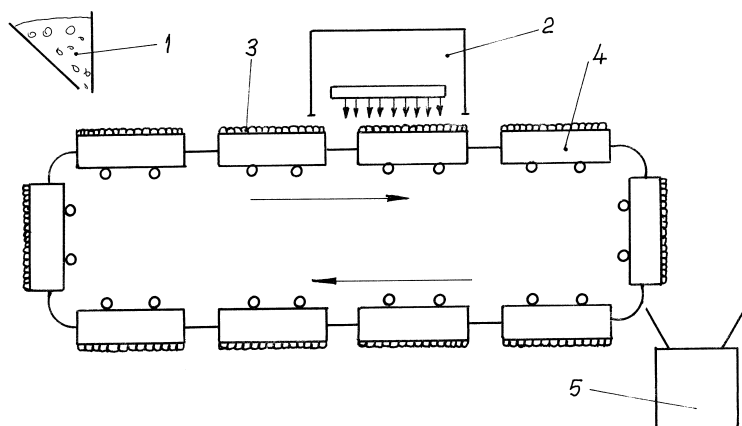
Key words: modular graphite, chrome casting, wear resistance, heat resistance, agglomerator grids and carts.

A zsugorítómuiben dolgozó konvektorok élettartama és működőképessége a gyakorlati tapasztalat szerint a magas hőmérsékletű zónában lévő részek tartósságától függ. A hőállóság a különböző tárgyak egyik gyakorlati haszonnal járó tulajdonsága. Ez olyan anyagi jellemző, melynek ismerete és megvalósítása elkerülhetetlenül szükséges nagyobb hőfokon dolgozó berendezések összetevőinél.

Ismeretes, hogy hőálló alkatrészeket kapunk krom-ötvözetekből. Többféle kromos vas-ötvözetet ismerünk különböző szilárdsági paraméterekkel és hőállósággal. A hőállóságon kívül közös jellemzőjük nagy keménységük és törékenyséjük. Megfelelően bizonyulnak hőálló rácsok, görgök, tárcsák öntéséhez, de nem alkalmasak olyan alkatrészek gyártására, melyek nagy hőállóságuk mellett szívósságot és megmunkálhatóságot igényelnek. Ennek a célnak a hőálló acélok sem felelnek meg, ezért a legtöbb hasonló esetben a szilárdsági paraméterek fontosabb kritériumok lévén, öntött acélt használnak.

Shívósságuk és ötvözéssel elérhető nagyobb kopásállóságuk révén a gömbgrafitos vasak sikerrel helyettesítik az acélból készült alkatrészek anyagát. A gömbgrafitos öntvények hőállóságának növelése egyik igen fontos követelménye az olyan ipari berendezések tartósságának növelésénél, ahol a hőállóság mellett a nagy szívósság is fontos követelmény. A célnak megfelelő technológiával előállított gömbgrafitos vasból készült alkatrészek tartóssága felülmúlja az acélból öntött darabokét. Gondos forma- és anyagtervezéssel jobb minőségű és piacképebb berendezés érhető el, ha a cserélendő alkatrészeket a célnak megfelelően gyártjuk le.

A nagy hőmérsékleten dolgozó érczsugorító berendezéseket és azok cserélendő alkatrészeit rendszerint acélból gyártják. Az acél a mechanikai igénybevételeknek megfelelő anyag, de hő hatására először alakváltozást szenved, majd kiég. Elég gyakran ki kell cserélni az eltorzult vagy kiégett alkatrészeket. Például az acélból készült zsugorító szekereket három hónaponként kell kicserélni vagy teljesen kicserélni. A szekér kicserélési költségeit növeli az is, hogy a szekerek méretváltozása miatt a rajta lévő rácsok lehullanak és a rácsokból is újakat kell rakni. A zsugorítómu elvi vázlatát az 1. ábrán látható.



1. ábra

A zsugorító szalag elvi vázlatát.

1 – ércadagoló, 2 – kemence, 3 – rácsok, 4 – rácsszekér, 5 – zsugorítómuvezető

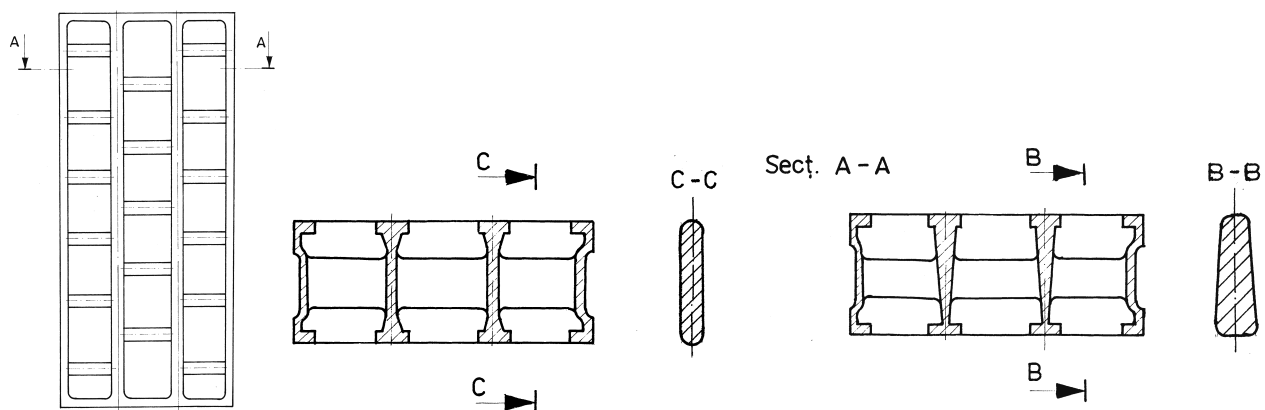
A szekereken levo rácsok biztosítják azokat a légréseket, amelyek feltétlenül szükségesek a zsugorító folyamat elosegítéséhez: a levego oxigénjének behatolásához és a keletkezett goz és gázok eltávolításához. Az acélból készült szekerekhez rendszerint a kis hoállósággal bíró szürke öntvénybol készült rácsokat használják. A szekéren három sor rács található. Kézi felrakásához és az állandóan hiányzó, a konveor minden körbejárásakor lehullott rácsok pótlásához nagy számú kezelo személyzet szükséges. Egy zsugorító szalag karbantartása sokkal több munkaerot igényel, mint üzemeltetése. A termelési költségeket jelentosen növeli az a tény is, hogy a javításhoz szükséges termelésekiesés 2–3 hónap. Ezért rendszerint két zsugorító szalaggal dolgoznak: az egyik üzemel és a másik javításban van. A zsugorítómu kapacitásának megfeleloen több méretu szekér és rács létezik, amelyek hasonló feltételek mellett dolgoznak. A zsugorítószalag teljesítményével nemcsak az alkatrészek mérete változik, hanem azok száma is. A nagyobb kapacitású konvejort 198 szekér alkotja, a kisebb kapacitásút 188 szekér.

Kísérleti eredmények

Hoálló szekerek

Célul tuztük ki a zsugorító szalag muködokepeességének növelését hoálló szekerek és rácsok gyártásával. A hoálló anyagoknak megfeleloen újra kellett terveznünk a szekerek és rácsok alakját. A szekerek és rácsok összeillesztését úgy oldottuk meg, hogy megmunkálást csak a szekereken kelljen eszközölnünk és a kemény anyagból öntött rácsokon ne. A zsugorító szekere és más hoálló alkatrész több mechanikai igénybevételnek van kitéve mint a rácsok. Nagyobb hajlító- és húzóero hat a szekerekre és kisebb hoigénybevétel. A rácsok nagyobb hohatásnak vannak kitéve és kisebb hajlítóeronek. Ezért a szekér anyagaként az acélt nem lehet a viszonylag törekeny és nehezen megmunkálható krómötvozzettel helyettesíteni. A rácsok anyagának a kemény krómos vas megfelel, ha öntésbol pontos méretre lehet legyártani utólagos megmunkálás nélkül. A szekérnek a zsugorító szalag legfontosabb láncszemeként hordoznia kell a rácsokat és védofalakat a zsugorítómannal együtt. A zsugorító szalag konvejorként forog körbe, 800–1000 C° között üzemel a kemence alatt, hogy utána gyorsan 70–100 C°-ra huljön le. A hulés sebessége a hideg évszakban nagyobb. A hevítés és lehülés 4–5 órás ciklusokban történik. A nagy hoingadozások mellett a zsugorítószalag eros korróziós hatás alatt üzemel, vízgoz, szénmonoxid, széndioxid, kéndioxid jelenlétében. A zsugorítómu szekere nagy húzóeronek van kitéve, lévén egyike a 188 szekeret tartalmazó konvejornak.

A 2a. ábrán egy zsugorító szekeret láthatunk felülnézetben. A zsugorító kapacitástól függően hosszúsága 3–4 méter, szélessége 1,8–2 méter között van. A 2b. és 2c. ábrán követheto a szekér bordázatának változása az anyagminőség szerint. Az acélból készült szekér bordái hosszú vékonyak, a gömbgrafitos vasból készült szekér bordái rövidebbek és lefeké vastagodnak. Erre azért van szükség, mert a gömbgrafitos vas gyorsabban dermed, mint az acél és alakváltoztatás nélkül kello tápfejezés mellett is a szekér felsó felében szívódási üregek keletkeznek. Jóllehet a gömbgrafitos vas zsugorodása közel áll az acéléhoz, mégis az eredeti alakban való öntésnél megmunkálás után zsugorodási üregek váltak láthatóvá. A tápfejek növelése esetén sem tunt el a lunker. A 2b. ábrán az acélból készült eredeti szekér A – A metszete látható és a 2c. ábrán a hoálló gömbgrafitos vasból készült szekér metszete. A szekér alakjának változtatásával és a beömló középre helyezésével zsugorodási üregek már nem keletkeztek.



2. ábra

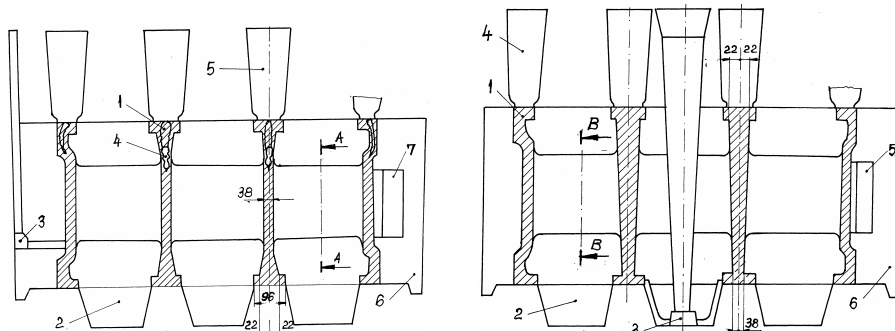
A zsugorító szekere

a – felülnézet

b - A-A metszet az acélból készült szekéren

c – A-A metszet a gömbgrafitos vasból készült szekéren

A 3. ábra szemlélteti a zsugorító szekér öntési technológiáját. A 3a. ábra bemutatja az eredeti alakban való öntést oldalsó beömlő csatornával, ahogy az acélból készült szekereket öntik. A 3b. ábrán az újabb technológiával a gömbgrafitos vasból öntött szekér keresztmetszetét láthatjuk a beömlő csatornával közösen. A gömbgrafitos vas szövetszerkezetét a szekerekkel egybeöntött appendix-próbákon ellenoriztuk.



3. ábra

A zsugorító szekér öntési technológiája A-A metszeten

a – eredeti alakban, oldalöntés b – új alakban, öntés középről

- 1 – szekér
- 2 – magmárka
- 3 – beömlő
- 4 – lunker
- 5 – tápfej
- 6 – mag
- 7 – appendix próba

- 1 – szekér
- 2 – magmárka
- 3 – beömlő
- 4 – tápfej
- 5 – appendix próba
- 6 – mag

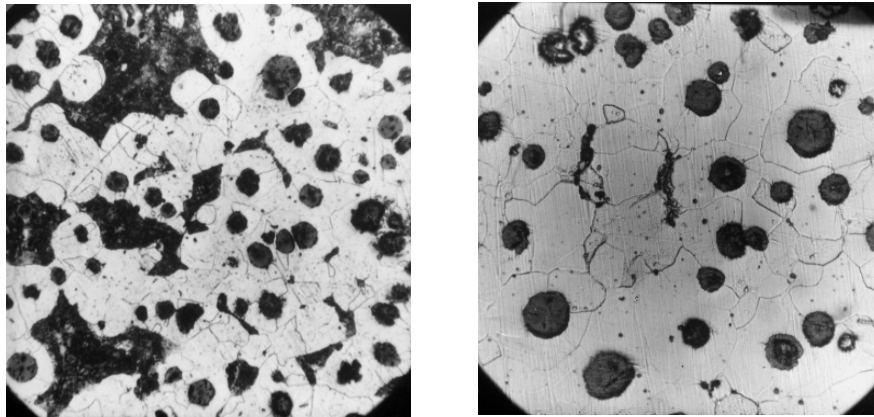
A folytvass előállítását egy 12 tonnás indukciós kemencében történt. Eloszor egy magas tisztaságú elovasat állítottunk elő acélhulladékból és grafiteléktroda törmelékéből. Az elovasat hematittal tisztítottuk és szükség esetén kéntelenítettük. (3) Az 1. táblázat tartalmazza a magas tisztaságú elovas vegyi összetételét.

1. táblázat. A magastisztaságú vas vegyi összetétele

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
3,8–4,0	0,2–0,3	0,2–0,3	max 0,05	max 0,03	max 0,1	max 0,2	max 0,1

A hoállóság növeléséért ferrites gömbgrafitos vasra van szükség, amely kis mangán-, króm- és kéntartalmat feltételez. A lecsengési idő növeléséért az elovas szilíciumtartalmát is minél kisebb szinten kell tartani. A finomítás mindig szükséges, mert nagy mennyiségű folytvassal kell dolgozni, körülbelül 9000 kg-mal, a nagy mennyiséghez pedig nagyobb öntési idő társul. A lecsengési időt mindig az öntési időhöz illetve a lehülés módjához kell igazítani. A zsugorítómu szekerei öntésénél lassú lehüléssel kell számolni nemcsak nagy mérete miatt, hanem a nagy öntvényekhez társuló szárított formákért is. Szárított formákon kívül ilyen nagy méretű öntvényeket mugyantás vagy vízűveges keverékből készült formákba is lehet önteni, amely keverékek szintén a száraz fajtához tartoznak és öntés után a darabnak lassú lehülést biztosítanak. A Kolozsvári Nehézszerkezeti Gépgyárban a szekeret szárított agyagos formába öntöttük, a belső üregek kiképzéséhez szükséges magokat fenolgyantás keverékből készítettük. Az adott felszereltség mellett a gömbösítéstől a lehülésig 35–40 percre volt szükség és a lecsengési időt is legalább ennyire kellett növelni. Ez volt az egyik legnehezebb feladat. A megoldást az is nehezítette, hogy a minél magasabb ferritizálás érdekében elég nagy ferroszilícium adagolással kell dolgozni. Az elovas kis szilíciumtartalma biztosítja többek között a gömbösítő hatás növelését és a szükséges felületi feszültség fenntartását nagyobb FeSi adagolásnál is. Az olvasztó kemence bélésanyaga jobb ha bázikus, de megfelelően bizonyult a semleges vegyhatású is. Bázikus bélés jelenlétében a hematittal való finomítást is lehet a kemencében végezni, míg más esetekben az üstbe kell a hematitot adagolni. Savas vegyhatású bélés használatánál a finomítás utáni hosszabb hontartás hatására a magas hőmérsékletű elovas a

bélés anyagában levo szilíciumdioxiddal reakcióba lép és a reakció termékei folyékony salakként kavarnak a kemence fürdojében. E folyékony salaknak felületi feszültség csökkentő hatása van már csak azért is, mert savas jellege miatt gömbösítéskor többlet magnéziumot fogyaszt. Jó minőségű gömbgrafit eléréséért hosszabb hontartás esetén gömbösítés előtt ajánlatos az elovasat újból hematittal kezelni. A hoálló gömbgrafitos vas alapszöve többnyire ferritet tartalmaz, ahogy a 4. ábrán látható. A 80% ferritet tartalmazó szekér anyaga a zsugorító folyamat alatt a ciklikus felmelegedés–lehelés folyamán átalakul teljesen ferrites gömbgrafitos vassá. A 4a. ábra a szekér mikroszövetét szemlélteti közvetlenül öntés után, a 4b. ábra egy évi működés után.



4. ábra

A hoálló gömbgrafitos vas alapszöve

a – öntött állapot

b – egy év működés után

A szekér alakjának változtatásával párhuzamosan több kísérleti elegyet állítottunk elő különböző vegyi összetétellel. A 2. táblázat a gömbösítés után kapott vasak vegyi összetételét mutatja be. A gömbösítést 6% magnézium tartalmú ferroötvözzel végeztük, az utómódosítást pedig 75% szilíciumot tartalmazó ferroszilíciummal. Mindkettőből 3–4%-ot adagoltunk az 1450 C° hőmérsékletű elovasba. A 2. táblázatban látható vegyi összetételeket ugyanolyan kis szilíciumtartalmú elovasból kaptuk, míg a szilíciumtartalom növelését a ferroszilícium adagolás változtatásával értük el. Mindez a magnézium gömbösítő hatásának a szinten tartására irányult. A gömbösítést szendvics-módszerrel 1450 C° hőmérsékleten végeztük. A megszilárdult öntvény 0,6% magnéziumot és 0,4% kalciumot tartalmazott.

2. táblázat. A vizsgált öntetek vegyi összetétele

Sor-szám	Vegyi összetétel %ban							
	C	Mn	Si	S	P	Mg	Ca	Cr
1.	3,05	0,7	3,65	0,02	0,03	0,06	0,04	0,1
2.	3,15	0,5	3,85	0,02	0,02	0,05	0,04	-
3.	3,40	0,5	4,00	0,02	0,03	0,06	0,03	-
4.	3,30	0,4	4,8	0,02	0,02	0,05	0,04	0,1
5.	3,25	0,5	4,55	0,02	0,02	0,06	0,04	-
6.	3,05	0,8	5,1	0,02	0,03	0,05	0,4	-

Az 5. ábra a zsugorító szekereinek perspektivikus képét mutatja be.

A 3. táblázat a tanulmányozott öntetekből kapott gömbgrafitos vas jellemzőit tartalmazza. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a gömbgrafit szemcséinek átmérete változatlan a vas szilícium tartalmának növelésével. A gömböcskék száma és az általuk elfoglalt terület enyhén no a vas szén és szilícium tartalmának növelésével, ugyanakkor a szilárdsági paraméterek csökkennek. A szilícium tartalom növelése a szakítószilárdság csökkenéséhez vezet, különösen 3,5% szilícium tartalom felett. A FeSi adagolás növelésével 4,5% szilícium tartalom mellett az előbbi technológiával 490–520 daN/mm szakítószilárdság érhető el, mely nagyobb mint a minimális 450 daN/mm, amit a szabványok a ferrites gömbgrafitos vásra előírnak. A hoállóság növeléséért szükséges 4% feletti szilícium tartalommal dolgozni. A 9. ábrán látható, hogy a 4% szilíciumot tartalmazó ferrites gömbgrafitos vas milyen nagy hoállósággal bír. Ugyanakkor megállapítást nyert az is, hogy a szilícium tartalom növelésével no a szekereknél tapasztalt meleg repedési hajlam, de ezt a hátrányt ellensúlyozni lehetett hosszabb hűlési idővel és későbbi kiveréssel.

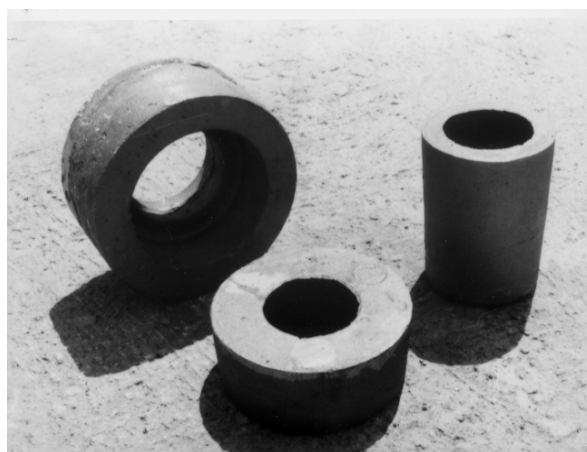


5. ábra
A zsugorító szeker perspektivikus képe

3. táblázat. A vizsgált öntetek jellemzői

Sor-szám	Ferrit	Perlit	A gömbgrafit átmetszése	A gömbök felülete	A gömbök száma	Szakítószilárdság daN/mm ²	Keménység HB
1.	90	10	GNd ₃ -GNd ₄ GNd ₂ -GNd ₄	GN ₆ -GN ₁₀	GNn ₂ -GNn ₃ GNn ₂ -GNn ₃	679	173
2.	95	5	GNd ₂ -GNd ₄ GNd ₄ -GNd ₅	GN ₁₂	GNn ₄ -GNn ₅ GNn ₄ -GNn ₅	568	168
3.	100	0	GNd ₃ -GNd ₄ GNd ₃ -GNd ₄	GN ₁₂	GNn ₄ -GNn ₅ GNn ₃ -GNn ₄	562	156
4.	95	5		GN ₁₂		538	170
5.	100	0		GN ₁₂		502	187
6.	90	10		GN ₁₂		545	181

A kísérletek eredményeképpen a galaci zsugorító szalagok acélszekereit gömbgrafitos vasból készült szekerekre cseréltük fel. Több mint 1500 tonna szekeret öntöttünk a Galaci Fémipari Kombinátban, ezzel működési idejüket három hónapról 2–3 évre hosszabbítottuk meg. A szekerek minőségének javításával a szekérré szerelendő rácsok anyagát is hoállóbbá kellett tennünk ahhoz, hogy a zsugorítómu működési idejét megnövelhessük. Ezzel párhuzamosan a zsugorítómu több más alkatrészét is hoálló gömbgrafitos vasból készítettük, így például a védofalakat vagy a 6. ábrán látható tárcsákat.



6. ábra
Hoálló perselyek



7. ábra

Hoálló rácsok a zsugorító szekerére és hokazánokba

A 4. táblázat bemutatja a hoálló gömbgrafitos vas szilárdsági jellemzőit az azelőtt használt öntött acéllal szemben. Az öntést és a kísérleteket a Kolozsvári Nehézszerkezeti Gépgyárban végeztük.

4. táblázat. Az ötvözetek szilárdsági jellemzői

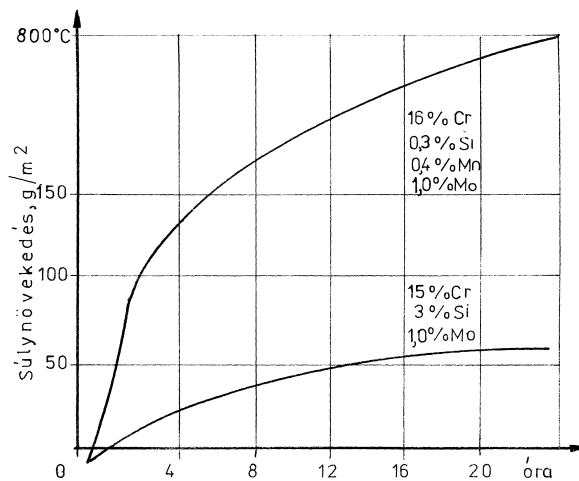
Típus	Szakítószilárdság N/m ²	Folyáshatár N/m ²	Nyúlás	Keménység HB
Hoálló gömbgrafitos öntöttvas	502	390	4	187
Acél OT 450-2	440	240	22	124

Hoálló rácsok

A szekerre szerelt rácsok biztosítják a levegő bejutásához és az égési gázok eltávolításához szükséges légréteket. Az üzemeltetési feltételekből adódóan a rácsok nagy hőkiterjedésűek és kopásnak vannak kitéve. Élettartamukat csökkentik a zsugorításakor keletkezett gőz és gázok, valamint az elszívó ventilátor által szállított ércszemcsék koptató hatása. Ezért a rácsok új anyagát a krómötvözetekből kellett kiválasztani, amelyek megfelelő kopásállósággal, hoállósággal rendelkeznek, és szilárdságuk is a célnak megfelelő. A 6. ábra hoálló rácsokat mutat be, melyeket a zsugorítómu szekerére és a szilárd tüzelésű kazánokba szerelnek be. A rácsok anyagának meghatározásáért végzett kísérletekhez az alábbi összetételű ötvözeteket használtuk:

C: 1,7–2,5%	V: 0,1–0,3%
Si: 1,0–4,1%	Ti: 0,1–0,4%
Mn: 1,0–3,0%	Al: 0,1–0,3%
Cr: 3,0–24%	

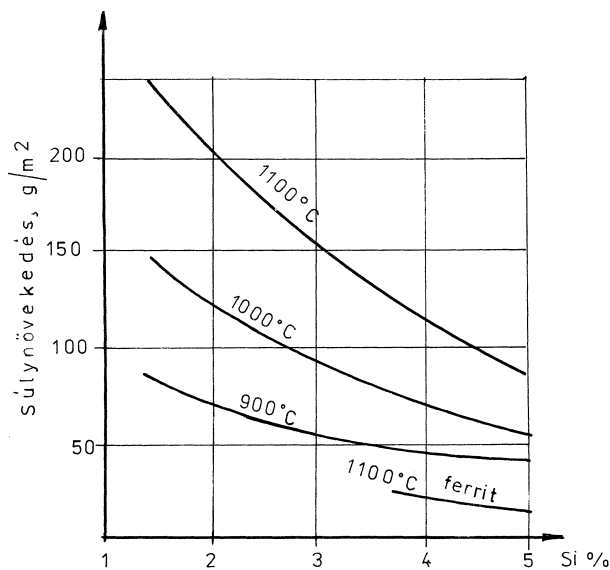
Az elvasat egy 6,3 tonnás indukciós kemencében ötvöztük, és öntés előtt az üstben módosítottuk FeSi, FeTi vagy FeV-val. Minden adag folytvasból 80 mm átméretű 20 mm hosszú rudakat öntöttünk formázó homokba. A rudakból elektroeróziós módszerrel 10 x 10 x 10 mm-es kockákat vágunk ki a koptató vizsgálatokhoz és 10 x 10 x 100 mm-es rudakat a hoállóság meghatározásához. Az ötvözetek hajlítási szilárdságát közvetlenül a rácsokon mértük. (1) Megvizsgáltuk a krómmal ötvözött vasak hoállóságát, hajlítási szilárdságát, kopása és vegyi összetétele közötti összefüggéseket. A hoállóság nem a fürdő ötvözőelem (Cr, Ti, V) tartalmával, különösen akkor, ha a szilícium tartalom meghaladja a 2%-ot. Kis szilícium tartalom mellett nem beszélhetünk hoálló öntvényről, még akkor sem, ha az magasan ötvözött. (8. ábra). A hoállóság becsléséért levegő jelenlétében hevítettük a próbákat. A 8. ábrán látható, hogy a felületi oxidáció időben változik és a súlygyarapodás kisebb a nagyobb mennyiségű szilíciumot tartalmazó mintánál. Nagy króm tartalom mellett a hoállóság javul a szilícium tartalom növekedésével.



8. ábra

A hevítési idő és a súlynövekedés közti összefüggés

A 9. ábra szemlélteti a súlygyarapodás és a szilícium tartalom közötti összefüggést 900–1100 °C közötti hőmérsékleten való hevítésnél mért felületi oxidáció esetén olyan ötvözetnél, amelynek krómtartalma 15%. A hajlítószilárdság fokozatosan csökken, a repedési hajlam pedig no a vas króm- és szilícium tartalmának növekedésével. A mangántartalom 2,0%-ig való növelésével a hajlítószilárdság no, anélkül, hogy a hoállóság lényegesen csökkenne. Ennél nagyobb mangántartalomnál a hoállóság jelentősen csökken.



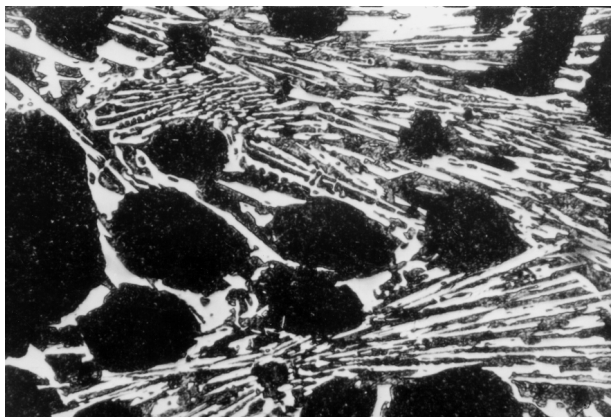
9. ábra

A felületi oxidáció általi súlynövekedés és a vas szilíciumtartalma közötti összefüggés

A kopási vizsgálatok eredményei egyértelműen igazolják azt az ismert tényt, hogy a krómtartalom emelése a kopásállóságot növeli. (2) A kopásnak kitett rácsok élettartama a krómtartalmon kívül függ a felületen képződött oxidréteg keménységétől is. Ha az oxidréteg jól tapad, nem pattogzik le és a dörzsölésnek ellenáll, akkor a rács élettartama nagyobb, mint amikor kevesebb a pörkképződés, de az könnyen ledörzsölhető. Nagyobb szilícium tartalom esetén jól tapadó, kemény és kisebb mennyiségű oxidréteg keletkezik. Kis szilícium tartalomnál laza, lepattogzó oxidréteg alakul ki. Valószínű, hogy a szilícium oxigénnel szembeni kisebb affinitása fékezően hat a vas felületi oxidációjára. Mivel a mangán affinitása az oxigénnel szemben nagyobb, magasabb mangántartalom esetén vastagabb oxidréteg keletkezik és az ötvény hoállósága csökken.

A kopási vizsgálatokat M5003 kovahomokkal dörzsgépen határoztuk meg. (2) Az ötvözet szilícium tartalmának növekedésével a kopás is csökken. Tehát nemcsak a hoállóság, hanem a kopásállóság növeléséhez is magasabb szilícium tartalomra van szükség egy krómmal (15–20%) ötvözött öntöttvasnál. A mangántartalmat illetően kisebb kopást értünk el az 1–2% mangánt tartalmazó ötvözeteknél. A krómos vasak alapösszetételében

kemény krómkarbidokat találunk és ezért logikus, hogy a krómtartalom növelése a kopás csökkenéséhez vezet. (10. ábra), mert ezzel arányosan nő a krómkarbidok mennyisége is. A gazdasági érvek is beleszólnak a hoálló krómötvözetek krómtartalmának meghatározásába. Az olvasztás során nagy a krómvesztés, több mint 15% króm távozik a salakba. Ezért a krómmal ötvözött öntöttvasak ritkán tartalmaznak 18%-nál nagyobb mennyiségű krómot.



10. ábra

A 16% Cr, 2,8% Si tartalmú krómötvözet alapszöve

Kísérleteink eredményeképpen több ezer tonnányi hoálló rácsot gyártottak a Kolozsvári Nehézipari Gyárban a Galacon működő zsugorítómu nek. A 15–18% krómot tartalmazó ötvözetbol készült rácsok 3 évig tartották működöképesen a zsugorítót. A világpiacon alkalmazott garancia 2 év működési ido.

A fent meghatározott technológiákkal a zsugorítómu működési idejének többszörös megnövelése volt lehetséges a honek kített alkatrészek anyagának és alakjának megváltoztatásával. A konvejjor szekerei anyagának a hoálló gombgrafitos vas a megfelelőbb, a rácsoknál a krómötvözetek bizonyultak a legjobbnak.

Irodalom

- [1] Szocs E., Szocs S., Chira L., Papp J., Abrudán D.: Încercarile fontelor refractare cu crom. Muszaki Tudományos Konferencia, Kolozsvár, C.U.G., 1989. október.
- [2] Szocs K., Márton L., Szocs I., Giurgea F.: A krómmal ötvözött hoálló vasöntvények élettartamát befolyásoló tényezök. Kohászat, Budapest, 128, 1995, 2–3, 67–70.
- [3] Szocs Katalin: Az öntöttvas finomítása tégelyes indukciós kemencében. Kohászat, Budapest, 127, 1994, nr. 6, 241–245.
- [4] Dénes É., Kovács M.: A comprehensiv study of oxide layers formed during the elaboration of low alloyed and electrotechnical steel sheets. Országos Anyagtudományi Konferencia, Balatonfüred, 2001. okt. 14–17.