# IPARMŰVÉSZET 1100 FOKON

SEREGI GYÖRGY / IFJ. SEREGI GYÖRGY

# IPARMŰVÉSZET 1100 FOKON

## KOVÁCSOLÁS A MAI MAGYARORSZÁGON

TERC

A könyv megjelenését támogatta:

NEMZETI KULTURÁLIS ÖRÖKSÉG MINISZTÉRIUMA

NEMZETI KULTURÁLIS ALAPPROGRAM

MÁV Hídépítő Kft.
1142 Budapest, Mexikói út 71.

Pedit Kft.
3200 Gyöngyös, Kenyérgyár út 9.

Pedit kft.

Resonator Vállalkozási és Kereskedelmi Kft.
1071 Budapest, Városligeti fasor 47-49

Tikkurila Coatings Kft.
1097 Budapest, Ecseri út 14-16

TIKKURILA Coatings

„Az építés fejlődéséért" Alapítvány
1075 Budapest, Rumbach Sebestyén u. 14.

Nagymaros Önkormányzata
2626 Nagymaros, Főtér 5.

A 6. fejezetet írta és az idézeteket összeállította: *Kristófi Ákos*

Lektorálta: *Dr. Karácson Sándor* egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora

A fényképeket készítették: *Milos József, Seregi György, Szilágyi Edit, Hajdú József*

© *Dr. Seregi György, ifj. Seregi György*, 2002

© Hungarian edition TERC Kft., 2002

ISBN 963 00 4184 7

Kiadja a TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Szakkönyvkiadó Üzletága,
az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének a tagja

Felelős kiadó: *Lévai-Kanyó Judit* kiadóvezető
A könyvet tervezte: *Bagi Miklós*
Nyomdai előkészítés: BGDS Bt.
A könyv formátuma: B4
Azonossági szám: T-1005
Nyomás és kötés: Reálszisztéma Dabasi Nyomda Rt.
Felelős vezető: *Mádi Lajos* vezérigazgató

# TARTALOM


ELŐSZÓ ..... 7

1 A KOVÁCSOLTVAS-MŰVESSÉG TÖRTÉNETE, FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI ... 9

Az építészet és a kovács-iparművészet kapcsolata ..... 13
- Történeti visszapillantás ..... 13
- Homlokzatokon és kültéren levő alkotások ..... 20
- Belsőépítészeti elemek. Berendezési tárgyak ..... 21

A kovácsoltvas alkotások egyéb felhasználási területei ..... 24

2 KOVÁCSOLHATÓ ANYAGOK ..... 27

A vas és ötvözetei ..... 27
- A vas előállítása ..... 27
- A vasötvözetek szövetszerkezete és viselkedése hő hatására ..... 29
- Félkész termékek ..... 33
- Anyagminőségek. Mechanikai tulajdonságok ..... 35
- Ötvözetlen vagy szénacélok ..... 36
- Ötvözött (rozsdamentes) acélok ..... 38

Az alumínium és ötvözetei ..... 44
- Az alumínium és ötvözeteinek szövetszerkezete és viselkedése hő hatására ..... 44
- A réz és ötvözetei ..... 46

3 GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA ..... 49

A kovácstűzhely. Melegítés, izzítás ..... 49
A kovácsműhely felszerelése ..... 50
A műhely kialakítása ..... 53
Alapműveletek ..... 54
Technológiai sorrend ..... 56

4 KORRÓZIÓVÉDELEM ..... 59

A korrózió fajtái ..... 59
Felületkezelési eljárások ..... 60
- Felület-előkészítés ..... 61
- Fémes bevonatok ..... 62
- Beltéri tárgyak felületvédelme ..... 63

Szerves bevonatok ..... 66
- Anódos oxidálás ..... 67

5 SZERKEZETEK SZILÁRDSÁGI MÉRETEZÉSE ..... 69

Alapelvek; határfeszültségek ..... 69
Terhelések; hatások ..... 70
A konstrukciók kialakításának statikai alapelvei ..... 70
Szerkezetek statikai méretezése ..... 74
- Kapuk ..... 74
- Rácsok, korlátok ..... 77
- Cégérek, függőlámpák, előtetők ..... 78
- Láncok méretezése ..... 80
- Kapcsolatok ..... 81

6 A TÖRTÉNETI STÍLUSOK RÖVID ÁTTEKINTÉSE ..... 85

A romanikától a klasszicizmusig ..... 85
Historizmus, eklektika, szecesszió ..... 90

7 MODERN KAPUK, KERÍTÉSEK ..... 99

8 KORLÁTOK, RÁCSOK ..... 127

9 AZ ÉPÍTÉSZETHEZ KAPCSOLÓDÓ EGYÉB ALKOTÁSOK ..... 137
Kandeláberek, konzolos lámpák ..... 137
Díszkutak ..... 140
Síremlékrács ..... 142
Cégérek ..... 143

10 BERENDEZÉSI TÁRGYAK ..... 151
Csillárok, falikarok, lámpatestek ..... 151
Gyertyatartók ..... 155
Egyéb berendezési tárgyak ..... 162
Bútorok ..... 171

11 KÉPZŐMŰVÉSZETI ALKOTÁSOK ..... 173

12 RESTAURÁCIÓS MUNKÁK ..... 193

IRODALOMJEGYZÉK ..... 197

# ELŐSZÓ

Az „Iparművészet 1100 fokon. Kovácsolás a mai Magyarországon” című könyvünk megírásának alapvető célja az volt, hogy a 20. század második felében született – általunk ismert – jelentősebb alkotásokat a szakmának, az érdeklődő olvasónak feltárjuk, bemutassuk. Teljességre nem törekedtünk, mert a nagy számú és az ország legkülönbözőbb helyein fellelhető alkotás számbavétele több éves kutatómunkát igényelt volna. Erre jelen esetben nem volt lehetőség. Reméljük azonban, hogy napjaink kovács iparművészetének főbb stílusirányzatait és legjellemzőbb műveit sikerült ismertetnünk.

A mai magyar kovács iparművészetre is jellemző Frank Elgar szobrász megállapítása: „szoros belső rokonság fűzi össze a művészt a természet titkos erőivel oly módon, hogy ösztönösen újból rátalál a formaelemek gazdag szótárában azokra az alapszavakra, melyek az összes többit egybefogják”.

Célunk, hogy egy szinte már elfelejtett kézművesség napjainkban is megújulhat és iparművészeti, sőt esetenként képzőművészeti színvonalra emelkedhet. A bemutatott alkotásokat művészeti szempontból elemezni, minősíteni nem kívántuk. Ezt a feladatot a művészettörténészekre és főként a témakör iránt érdeklődő igényes olvasókra bízzuk. A művek leíró jellegű ismertetésénél alapvetően azokra a művészi értékekre kívántuk a figyelmet felhívni, amelyeket kovácsolási technológiával lehetett elkészíteni.

A kovácsolható anyagokkal és azok hőhatásra történő viselkedésével, az ebből következő technológiával, valamint – a gyakorlatban kissé elhanyagolt – korrózió elleni védelemmel a szokásosnál mélyebben foglalkoztunk, hogy mind a szakmát gyakorlók, mind az olvasók ne csak ösztönösen érezzék az anyagokban lejátszódó folyamatokat, hanem azok tudományos hátteréről is ízelítőt kapjanak. Hasonló elgondolással írtuk meg a statikai fejezetet is, abban a reményben, hogy a szerkezetek méreteit, az anyagok keresztmetszetét a mesterek nemcsak gyakorlati érzékükkel alakítják ki, hanem igénybe veszik a számítási lehetőségeket is és ezzel megóvják magukat a váratlan meglepetésektől.

Már könyvünk írása közben is érdeklődést tapasztaltunk a kovács mesterség iránt. Ismerőseink, barátaink közül sokaknak kedves, romantikus sőt misztikus emléke elevenedett fel, amikor az izzó vas szikrázásáról, az üllő többszólamú csengéséről, nagyapjuk lábbal működtetett fújtatójáról emlékeztek. Bízunk benne, hogy a művek bemutatásával nem okozunk csalódást azoknak, akik várakozással lapozzák könyvünket.

Szólni kell a *vas* és az *acél* szavak használatáról. Technológiailag a *vasércből* kohókban *nyersvasat* készítenek, majd ebből az *acélművekben* tisztított és ötvözött *acélt* állítanak elő. Az *acél* szó azonban az ötvözők (így pl. a szén) révén pontosan nem meghatározható fogalom, ezért szokás, megállapodás vagy szabvány dolga, hogy egy ötvözetet *acélnak* tekintenek-e vagy sem. A hétköznapi nyelv a *vasötvözet*, illetve *acél* szó helyett főleg a *vas* szót használja (pl. *laposvas, szögvas, vasláda*), de ugyanez előfordul a hivatalos műszaki nyelvben is (pl. *vasbeton, vashulladék* stb.). A kovácsolásnál maradva a gyakorlatban *kovácsoltvas* kapuról, -rácsról stb. beszélünk, ugyanakkor az ahhoz felhasznált anyag ma már szinte 100%-ban *acél*. Ez abból adódik, hogy a köznyelv a könnyen kovácsolható (viszonylag „lágy”) anyagot *vasnak*, a nehezen megmunkálható, nagyobb szilárdságú anyagot *acélnak* nevezi. Fentiek miatt az olvasó ne keressen egyértelműen meghatározható logikát a *vas* és az *acél* szó között.

Hasonló magyarázatra szorul az általunk használt *kovács iparművész* megnevezés is. Ezzel a iparművészeti színvonalon dolgozó mestereket kívántuk megkülönböztetni az *ipari kovácsoktól* és azoktól a lakatosoktól, akik tömegesen gyártják a „kovácsoltvas” kerítéseket. De az irodalomban és a gyakorlatban használják a *műkovács*, a *kovácsművész*, a *díszműkovács* kifejezéseket is, sőt a mesterségek összemosódása következtében a *műlakatos, díszműlakatos* címet is. Ez utóbbi abból adódik, hogy régebben a lakatosok közül kerültek ki a legismertebb kovácsmesterek. Az Osztrák-Magyar Monarchia idején a legkiválóbb kovácsmesterek a *„cs. és kir. műlakatos”* címet kapták.

Könyvünk szerzői munkáját igazi családi vállalkozásban végeztük. Az apa a fémszerkezetekkel kapcsolatos több évtizedes elméleti és gyakorlati ismereteit igyekezett hasznosítani, a fiú – mint gyakorló kovács iparművész, akinek a könyvben számos alkotása szerepel – technológiai, tárgyalkotási és restaurációs tapasztalatait kívánta leírni, az unokát (Kristófi Ákost) művészettörténeti tanulmányai segítették a „Történeti stílusok rövid áttekintése” c. fejezet megírásában.

Köszönetünket fejezzük ki a könyv lektorának, Dr. Karácson Sándor egyetemi tanárnak sokoldalú tanácsaiért, továbbá a kézirat elkészítésében való közreműködéséért Dr. Seregi Györgyné Török Marietának, a gondos kiadói munkáért Molnár Miklós igazgatónak és Lévai-Kanyó Judit kiadóvezetőnek, valamint a könyv művészi kiviteléért a tervezőnek, Bagi Miklósnak.

Budapest, 2001. március

*A Szerzők*

PROMÉTHEUSZ

„...SZÁZFEJŰ

SZILAJ TÜPHÓNT... ELTALÁLTA ZEUSZ ÉBER NYILA,

A VILLÁM, MELY LESZÁLLVA TŰZLÁNGOT LEHELT,

S ELHALLGATTATTA FELFUVALKODOTT SZAVÁT,

MERT ÁTHATOLT A TŰZ A BELSŐRÉSZEKEN,

S HAMVÁBA ROSKADOTT A LÁZADÓ ERŐ.

ÉS MOST, AKÁR A DÖGTETEM, HASZONTALAN,

TENGERSZOROS PARTJÁRA VETVE NYÚLIK EL,

AZ ÉTNA SÚLYOSAN FÖLÉJE TORNYOSUL,

MAGAS HEGYORMON ÜL S IZZÓ VASAT VER OTT

HEPHAISZTOSZ, ÉS INNÉT TÖR EGYKOR MAJD ELŐ

A TŰZFOLYAM, KEGYETLEN FOGGAL FALVA FEL

A TERMÉKENY SZICÍLIÁN A TÁG MEZŐT."

1

AISZKHÜLOSZ: LELÁNCOLT PROMÉTHEUSZ,

157. OLD., 358–369. SOR. IN: AISZKHÜLOSZ DRÁMÁI.

BP., EURÓPA, 1996.

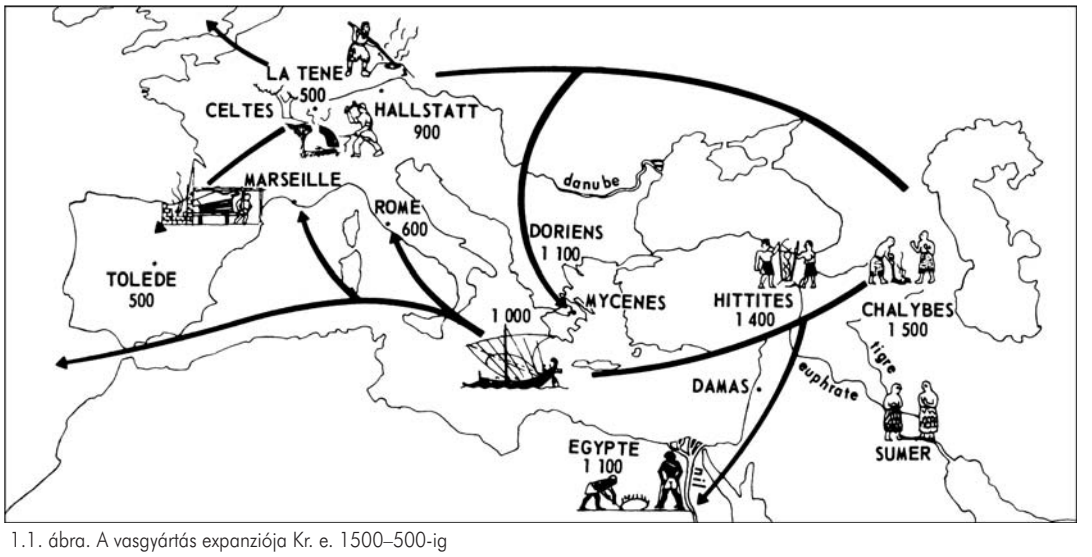
FORD.: TRENCSÉNYI-WALDAPFEL IMRE.

# A KOVÁCSOLTVAS-MŰVESSÉG TÖRTÉNETE, FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

„Rajtunk már a műanyag- és atomkor, lábunkat azonban még a háromezer éves vaskor szilárd rétegein vetjük meg. A vasazott ekével alakultak ki a nagy földműves kultúrák; a vaskengyel alkalmazásával kelhettek régi birodalmak megdöntő útjaikra a vas fiai, Ázsia lovasnépei; a tökéletesebb vasszerszámok elterjedésének köszönhető Európa iparának a világ más tájait megelőző fejlettsége. Az csak természetes, hogy a mesterségek sorában mindenfelé a vas művesei, a mindennél ellenállóbb szerszámok, fegyverek és különleges szerkezetek készítői álltak az élen" írja Dr. Kós Károly „A vas ízei" című könyvében [1]. Kétségkívül a kézműipar egyik legősibb fajtája a jól megmunkálható vassal dolgozó kézi kovácsolás.

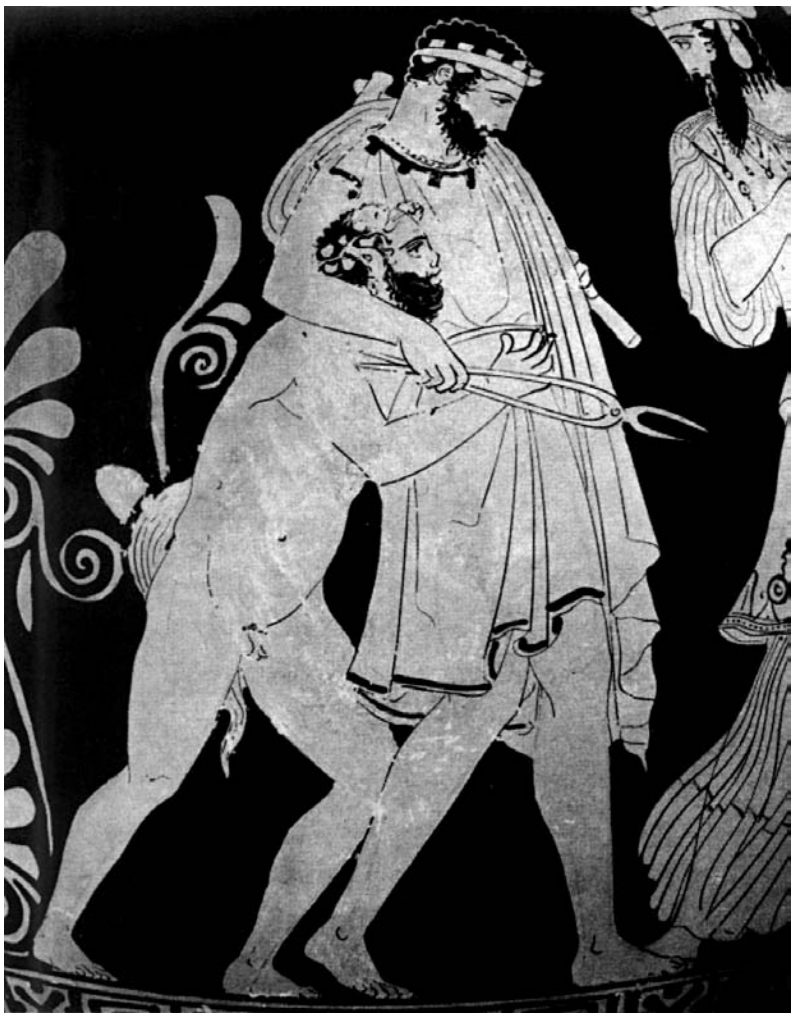
A bronzkorszak után az emberiség történetének leginkább meghatározó fémét Krisztus születése előtt kb. háromezer évvel, Mezopotámiában kezdték először alkalmazni. Miután a vas szerepe azóta sem halványult el, sőt folyamatosan napjainkban is növekszik, bátran kijelenthetjük, hogy egy ötezer éves kultúráról beszélünk, amelynek hatása a – kézművesség szintjét meghaladó – művészetek fejlődésére is több ezer éves.

A vasgyártás régészetileg kimutatható emlékei az időszámításunk előtti 1500 évre nyúlnak vissza. A vas metallurgiájának bölcsőjét és elterjedését a mediterrán vidéktől Angliáig az 1.1. ábra mutatja [2]. Eszerint a közismert halstadtti kultúrához (Kr. e. 900) déli és északi irányból juthatott el a vasgyártás tudománya. A déli (mediterrán) irány jelentős – több száz éves – állomásai az egyiptomi, főníciai és a görög-római kultúrák voltak. Az északi hatás a népvándorlás népeinek és a germán törzsek közvetítő szerepében nyilvánulhatott meg. A mesterség ókori jelentőségét igazolja, hogy a görög mitológiában a kovácsokat oltalmazó Hephaistos (1.2. ábra) jelentős helyet foglalt el az olimposzi istenek rangsorában. Hephaistos kultusza a kovácsok között a mai napig él, az Olimposzról leszállva „védőszentként" tölti be tiszteletre méltó szerepét. Hephaistos latin megfelelőjét, Vulcanust a rómaiak szintén a tizenkét „nagy" isten között tartották számon (1.3. ábra). Ha az 1.4. ábrán látható görög (attikai) kovácsműhely ábrázolását (Kr. e. 460) összehasonlítjuk a több mint kétezer évvel későbbi középkori metszeten levő (Kr. u. 1698) képpel (1.5. ábra), nem látunk lényeges eltérést. Hasonló eredményre jutunk a 17. századi francia kovácsműhelyt ábrázoló lenyomat megtekintése kapcsán (1.6. ábra), ahol csupán a műhely tágasabb és világosabb. A kovácsok öltözéke természetesen változott a kor divatja szerint, de a szerszámok, így az üllő, a fogók és a kalapácsok, valamint az alapműveletek a több ezer éves hagyományokat követik.




1.1. ábra. A vasgyártás expanziója Kr. e. 1500–500-ig

Ezen megállapítások igazak a mai kézműves-kovácsolásra is, bár a műhelyek a korszerű gépesítés adta lehetőségeket is kihasználják anélkül, hogy alkalmazásuk a művészi munka rovására menne.



1.2. ábra. Hephaistos visszatérése az Olimposzra

1.3. ábra. Hephaistos latin „megfelelője", Vulcanus

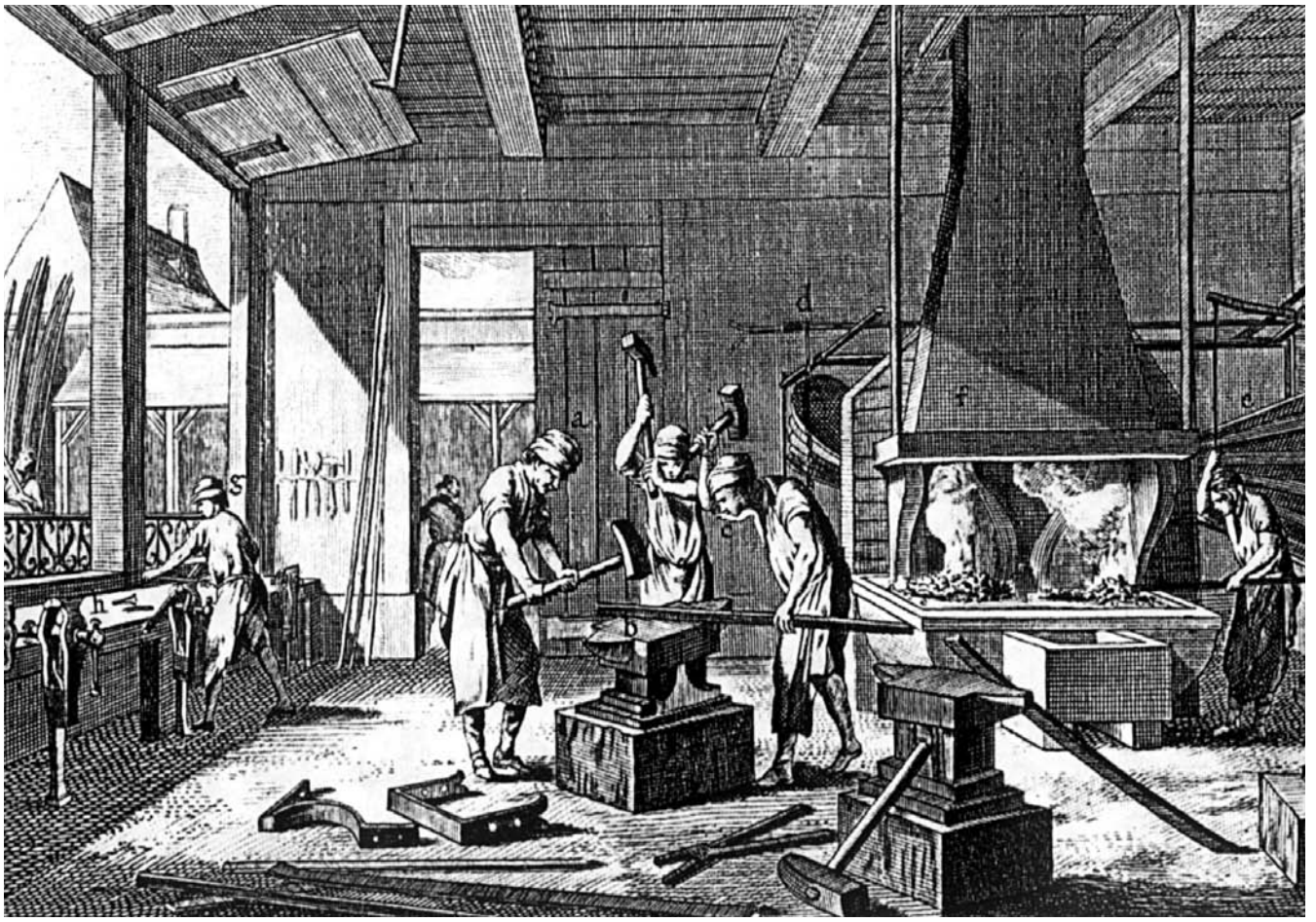
A modern gépek csupán a fizikai munkát könnyítik meg, a kovács iparművész a munkája alapvető jellegét ma is a több ezer éves műveletek alkalmazásával alakítja ki.

Ha a technológia nem is változott sokat, feladata, célkitűzései, tárgyai az évezredek során sokat változtak. Az első lendületet az ókorban a *fegyvergyártás* adta (1.7. ábra), ekkor elsősorban *kardokat, lándzsákat, tőröket*, majd később a középkorban *páncélvérteket, -ingeket, -sisakokat, ágyukat* és hatékonyabb fegyvereket kovácsoltak. De nem csak fegyvereket készítettek az ókorban. Említésre méltó a közel háromezer éves, nem rozsdásodó, színvasból készült – szanszkrit feliratokat tartalmazó – *kutab-oszlop* az indiai Delhiben, amely 6,6 m-re nyúlik ki a földből, alsó végének átmérője 41 cm, felső részének átmérője 30 cm. Az oszlop befogott vége kb. 8 m mélyre van beásva, tömege pedig 17 600 kg. „Bámulatra méltó a hajdani kovácsok tudása. A mai korszerű eljárásokkal és a gőzkalapáccsal is nagy teljesítménynek számít a közel 15 m hosszú, hatalmas vasoszlop egy darabban történő kikovácsolása" írja Andai Pál *A mérnöki alkotás története* c. könyvében [3] (1.8. ábra).

A rómaiak műszaki terveiket és térképeiket habkővel simára csiszolt pergamentre rajzolták. A vonalakat fémből készült tollal húzták ki. Az 1.9. ábrán látható leletek szép kivitelű, kovácsolt *kihúzótollak*, amelyeken már az alkotók művészi kvalitásai is fellelhetők. Ezzel szinte párhuzamosan a közlekedési igények megjelenésével fejlődött a *kerék-* és *kocsigyártás*, a *lópatkolás*, a *szegkészítés*. A középkorban az *építészethez* kapcsolódó

1.4. ábra. Attikai (görög) kovácsműhely Kr. e. 460-ból.
Vázakép (Lexikon der Antike, Leipzig,1982)
*1* olvasztókemence; *2* üllő; *3* fogó; *4* fűrész; *5* lyukasztóvas; *6* vágó; *7* kés; *8* kalapács; *9* vizeskancsó

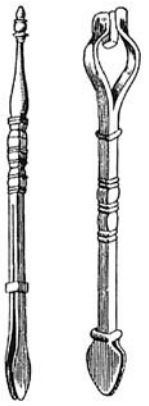
1.5. ábra. Épületdíszítő kovács (der Sporer) ábrázolása; Christoph Weigel rézkarca 1698-ból



1.6. ábra
17. századi kovácsműhely
(Gravure de l'Encyclopédie)

1.7. ábra. Középkori páncélkészítő

1.8. ábra. Kutab-oszlop Delhiben



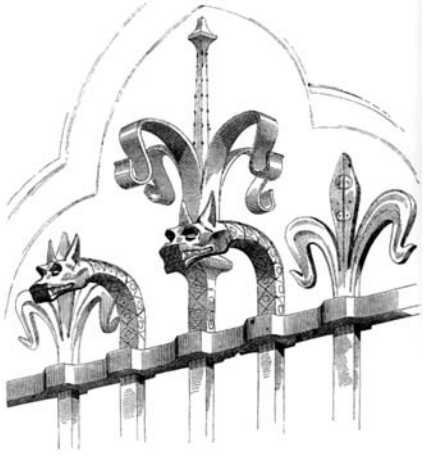
1.9. ábra. Római kori, kovácsolással készült kihúzótollak

kovácsmunkák jelentették a második nagy korszakot, amely többszöri stagnálás és visszafejlődés mellett mind a mai napig tart. Az építészet először a szükséges és célszerű szerkezeteket igényelte (ajtóvasalatok, vasajtók, zárak, rácsok, korlátok stb.), majd az épületek díszítése, architektúrájának kiemelése lépett előtérbe. Ez segítette elő az épületeken megjelenő kovácsoltvas termékek művészi színvonalának kialakulását. Ez utóbbi mintegy ezeréves múltra tekinthet vissza.

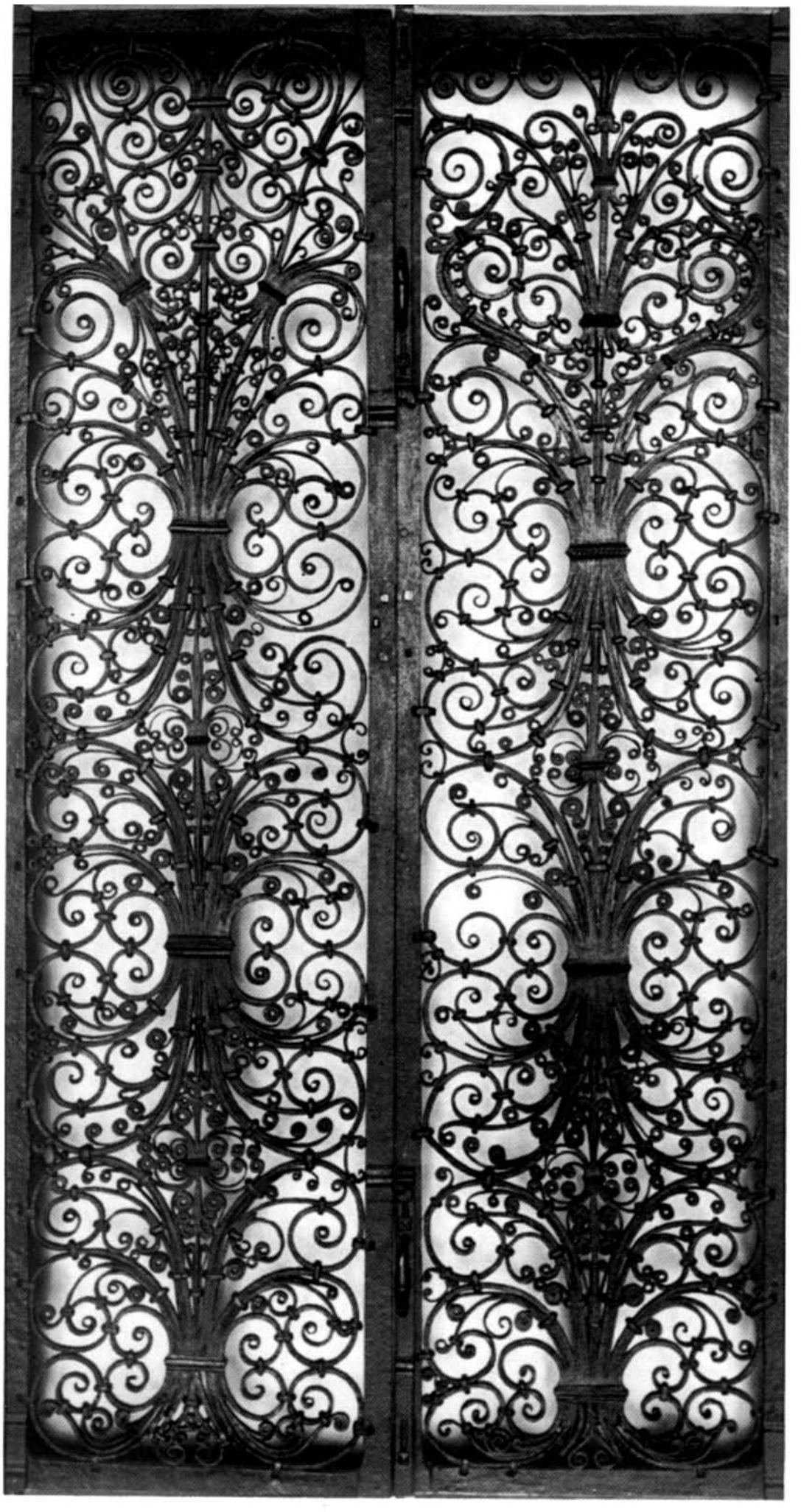
## AZ ÉPÍTÉSZET ÉS A KOVÁCS-IPARMŰVÉSZET KAPCSOLATA

### TÖRTÉNETI VISSZAPILLANTÁS

Az építészet és a kovács-iparművészet rokonsága, közös vonása, hogy mindkettő a hasznosság, a célszerűség és az esztétikai igények hármas pillérén nyugszik.



1.11. ábra. Gótikus rács pálcavégződései



1.10. ábra. Ourscampi ajtórács. Készült 1200 körül, Secq des Tournelles múzeum, Rouen

1.12. ábra. Ablakrács. Augsburg, St. Ulrich székesegyház, 18. sz.

A köztudat a mai napig az építészethez kötődő mesterségként ismeri és tartja számon a kovácsiparművészetet. A román építészeti stílus kialakulása óta koroktól, művészeti stílusoktól függetlenül az építészek mindig is szívesen alkalmazták a kovácsoltvas ablakrácsokat, korlátokat, kapukat, és különféle egyéb külső és belső funkcionális és díszítőelemeket. Ez a kapcsolat és együttműködés az építészet és a fémművesség között hol szorosabb, hol lazább volt [4], [5]. Bár a *román korban* még elsősorban faajtókra kerülő *pántokat, vasalatokat* készítettek, de készültek olyan igényes, művészi színvonalú *ajtórácsok* is, mint az ourscampi (1.10. ábra), amelyet a maga nemében mívességben, gazdagságban, mesterségbeli tudásban azóta sem tudtak túlszárnyalni.

A *gótikában* a *vasajtók*, az egyházi épületekhez (katedrálisokhoz, templomokhoz, kápolnákhoz) kapcsolódó belső *térelválasztó rácsok*, *szentséghá-zak* művészi kivitelű munkái maradtak az utókorra. Az 1.11. ábrán levő rács pálcavégződéseinek kialakítása mutatja, hogy e kor mesterei a vassal szobrászati színvonalon dolgoztak [6]. A *reneszánsz korban* már nemcsak a templomokon, hanem a palotákon is megjelennek a művészi kidolgozású *ablakrácsok* és *felül világító rácsok*.

A *barokk* és méginkább a *rokokó korban* a kovácsoltvas alkotások az épület ékszerei, a művészeti stílus hordozói, esetenként legfőbb kifejezői voltak (1.12. ábra) [7]. Hogy az iparművészet ezen ága milyen megbecsülést vívott ki magának a 17. században, következtethetünk arról a korabeli metszetről (1.13. ábra), amelyen Stanislaw Leszcynski, a Franciaországba emigrált dúsgazdag lengyel király meglátogatja Jean Lamour (1689–1771) díszműlakatos- és -kovácsműhelyét, megszemlélve az általa rendelt nancyi (Stanislas tér) díszkapuzat munkálatait [8]. Pereházy Károly így méltatja a város jelképévé vált művet: „Az építészet, a szobrászat és a vasművesség meghitt együttese csillan fel a Stanislas téren" [4]. Ebben a korban hazánkban is európai színvonalú alkotások születtek (Fazola Henrik egri kapui vagy a fertődi Eszterházy kastély bejárati kapuzata).

A 19. század első felében az építészet az ókori, főleg a római emlékek felé fordul. A *klasszicista korszakban* az egyenes vonalak, a mértani formák,

1.13. ábra. Stanislaw Leszczynski lengyel király meglátogatja a francia Jean Lamour műhelyét. Nancy, 1760

az erős tagolás jellemzi az új stílust. Az építészet társművészete, a vasművesség kisebb-nagyobb hűséggel igyekezett ezeket a vas formanyelvére átültetni. Ez azonban a barokk formagazdagságához képest puritánnak, szerényebbnek látszik.

Az *eklektikában* újra megjelennek az öntöttvas rácsok, amelyek inkább ipari, mint iparművészeti benyomást keltenek, de a történelmi stílusok formáinak felhasználásával művészi színvonalon is készülnek. Magyarországon a 19. század második felében, főleg a neobarokk iskolát és a hazai szecessziót megteremtő Jungfer Gyulát és kortársait emelhetjük ki. Működésüknek köszönhetően Edvi Illés Aladár megállapítása az 1896-ban megjelent művében: „Majdnem minden második új házon van valami érdekes, szép s első pillanatra is megkapó vasmunka. Nem egy idegennek tűnt ez már fel, mégpedig olyannyira, hogy egyik el is keresztelte székes-fővárosunkat a vaskapuk városának, és igazat mondott, mert kevés város van a világon, mely Budapestnél aránylag több és szebb rácsos kapuval dicsekedhetik" [9]. Jungfer Gyula egyik fő műve a Szabó Ervin könyvtár (volt Wenckheim-palota) három vasrácsos kapuja (1.14. ábra) [10].

A stílusválogatást megúnva a 19. század végén a történeti hagyományokat teljesen megújító, esetenként elvető új korszak: a *szecesszió (Art Nouveau, Jugendstil)* válik uralkodóvá. A stilizált folyondár szerű növényi ornamentika, a természetből táplálkozó díszítések (virágdíszek), valamint a népi motívumok kerülnek előtérbe. Az új stílusra a magyar vasművesség is gyorsan reagál, és az alkotások sokaságát hozza létre az építészekkel összhangban (1.15. ábra). A kovács iparművész alkotások a polgári házak homlokzatán is megjelennek.

Miközben a két világháború között az építészetben már a *Bauhaus* hatása érvényesül, és kialakul a *modern stílus,* a mesterek formai eszköztárukat nem tudják megújítani, és e tétova bizonytalanságban, ahol lehet, a történelmi stílusok formavilágát ismétlik. Ennek ellenére Európában is és hazánkban is – különösen a század elején – születnek jelentős alkotások. Ilyen többi között a Vácrátóti Arborétum kerti kapuja, amely arányosságával, rajzolatával művészi színvonalú (1.16*a, b* ábra).

A 20. század közepén a *modern építészet* tömegméretű elterjedésével, a házgyári technológiák

bevezetésével a melegen alakított míves, kézi erővel kiképzett, változatos formavilágot mutató művészi kovácsoltvas munkák háttérbe szorultak. Helyettük elterjedtek ennek elszegényedett változatai, a kovács iparművészek helyett a lakatosok tömegmunkája, a „termékek" gyáripari módszerekkel történő sablonos előállítása uralkodik. Ennek az irányzatnak egyenes folytatása napjaink újgazdagjainál látható, mint pl. a státuszszimbólumot képviselő kovácsoltvas kapu vagy kerítés, amelynek elemeit (C elem, dárdavég, csavart pálcaelem stb.) gyárilag készítik, és a kereskedelemben árulják. Ebből hegeszti össze a lakatos a „műalkotást". A gépipar megjelenésével a műből munkadarab lett, a „mívesből" munkás.

Ilyen előzmények után – nem kis feladatra vállalkozva – lépett színre, az európai kezdeményezésekkel szinte egy időben az a féltucatnyi hazai mester, aki művészi színvonalon iparkodott a modern, majd az ún. posztmodern építészettel összhangban kialakítani egy új stílust és formavilágot, hogy ez az ősi mesterség elfogadható és szemet gyönyörködtető alkotásokat hozzon létre ismét az ezredfordulón élő ember számára [11].

Korunk alkotóinál legfontosabb az egyszerű, de célszerű kialakítás, az anyagszerűség kiemelése, a sima vonalú, de változó keresztmetszetű pálcák alkalmazása, a tiszta konstrukció bemutatása. Jó példa erre Lehoczky János 1976-ban készített kapuja, amelyet a Hilton szálló Domonkos-udvarán építettek be (1.17*a, b* ábra), vagy Seregi György 1985-ben készített kerti kapuja egy érdi villatulajdonos részére. A díszítések nélküli, felül nemesen ívelő, középütt kötegbe, alul lépcsősen

1.14. ábra. A Szabó Ervin könyvtár (volt Wenckheim-palota) kapuja, Budapest (Jungfer Gyula, 1897)

1.15. ábra. Szecessziós ajtórács. Budapest I., Corvin tér 8. (Egykori Budai Vigadó). Készítette: Alpár Ede, 1899

összefutó pálcák vonala alkotja a kapu szerkezetét. A részletek kialakítása a művészi megformálás legfőbb hordozója (1.18*a–c* ábra).

A jelenkor alkotóinál különbséget kell tenni mesterek és művészek között még akkor is, ha a közöttük levő határvonal sokszor elmosódik. A művészet mesterségbeli tudás nélkül nem érvényesülhet. Fordítva azonban ez már nem igaz, a mesteri munka nem mindig üti meg a művészi színvonalat. Ez utóbbinál keressük azt a többletet, amely a művész „lelkéből", egyéniségéből fakad, és a nézőben gondolatokat ébreszt, örömet, kielégültséget okoz. A mai kor iparművészei rendszerint nemcsak kivitelezői, hanem egyben tervezői is az alkotásuknak, így nem lehet vitás, hogy a művészi kvalitás kitől származik. Mesterségbeli képzettségük nem szorítkozhat csupán a kovács-

1.16*a* ábra. A Vácrátóti Arborétum kerti kapuja

1.16*b* ábra. Részlet

1.17a ábra. Hilton szálló; a Domonkos-udvar kapuja
Készítette: Lehoczky János, 1976

1.17b ábra. Részlet

a)

b)

c)

1.18a ábra
Magánvilla kapuja.
Érdliget, Alsóvölgyi u. 8.
Készítette:
Seregi György, 1985
1.18b ábra. Részlet
1.18c ábra. Zárkialakítás

szakmára, mert éppen olyan fontos számukra a fémművesség egyéb szakágainak ismerete, így az ötvös, a lakatos, az esztergályos, a fémdomborító, -faragó stb. szakma is. De nem nélkülözheti a korrózióvédelemmel kapcsolatos ismereteket sem (homokszórás, fémszórás, festés, horganyzás stb.). Otthon kell lennie a műemlékvédelmi feladatokban és a restaurációs munkákban is. Együttműködése nélkülözhetetlen az épületet tervező építésszel, és sok esetben mindkettőnek vállalnia kell a közös alkotás kompromisszumát.

Az sem lehet cél, hogy a kovács iparművész csak önmaga kifejezésére és megvalósítására alkosson, hiszen a megrendelő igényének, valamint a funkcionális követelményeknek is meg kell felelnie.

## HOMLOKZATOKON ÉS KÜLTÉREN LEVŐ ALKOTÁSOK

Napjainkban találó az a megállapítás, hogy a kovács iparművészek az épület „ékszerészei". Alkotásaik szépítik, élénkítik az épület bejáratát, homlokzatát. A *kerítések* és kerti *bejárati ajtók* és *kapuk* művészi kialakításának nagy hagyományai vannak Magyarországon. A bejáratnak harmonizálnia kell a mögötte levő épülettel, ami nem feltételez stílusazonosságot. Elképzelhető, hogy egy eklektikus épület bejárati kapuja – főleg ha jóval később készül – korunk stílusjegyeit hordozza. Példa erre a városligeti Gundel étterem kerítésének és bejárati kapujának kialakítása (1.19*a–c* ábra). De jól illeszkedhet a kovácsoltvas bejárati kapu a hagyományos anyagokból (kő, tégla) készült pillérekhez, kapuzatokhoz. Ilyen prágai példákat találhatunk Ozdobné Kovové cseh szerző könyvében (1.20. ábra) [12].

Az épület előtt vagy az épületben elhelyezett kandeláberek művészi kialakítására a fentiekhez hasonló megállapítások tehetők. A világítás minőségén túl, az alkotótól magasfokú esztétikai kialakítást is elvárhatunk. Például a Budai Vigadóban elhelyezett kandeláberek ennek maradéktalanul eleget tesznek (1.21*a, b* ábra).

A homlokzatokon levő szerkezetek közül legfontosabbak a bejárati ajtók, az ablakrácsok és erkélykorlátok. Bár ezek jelentősége a száz évvel korábbiakhoz képest napjainkban csökkent, még mindig számottevő, amint azt a 7. és 8. fejezet példái igazolják. Itt a kovács iparművész együttgondolkodása a tervezőépítésszel döntő fontosságú a végleges mű megformálásában. Az összhang megteremtése és az építészeti stílus meghatározása

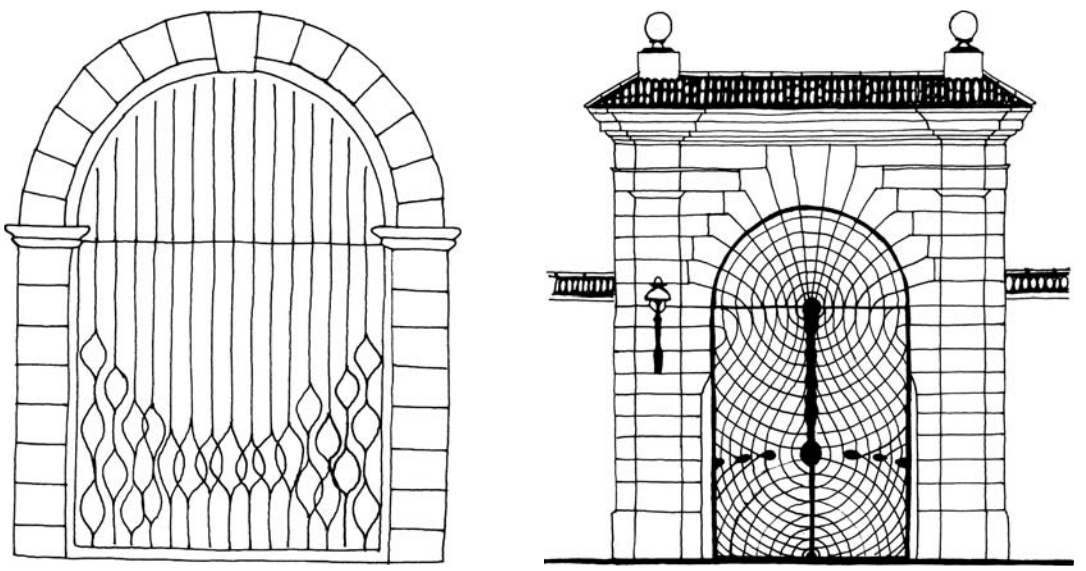
*a)*

*b)*

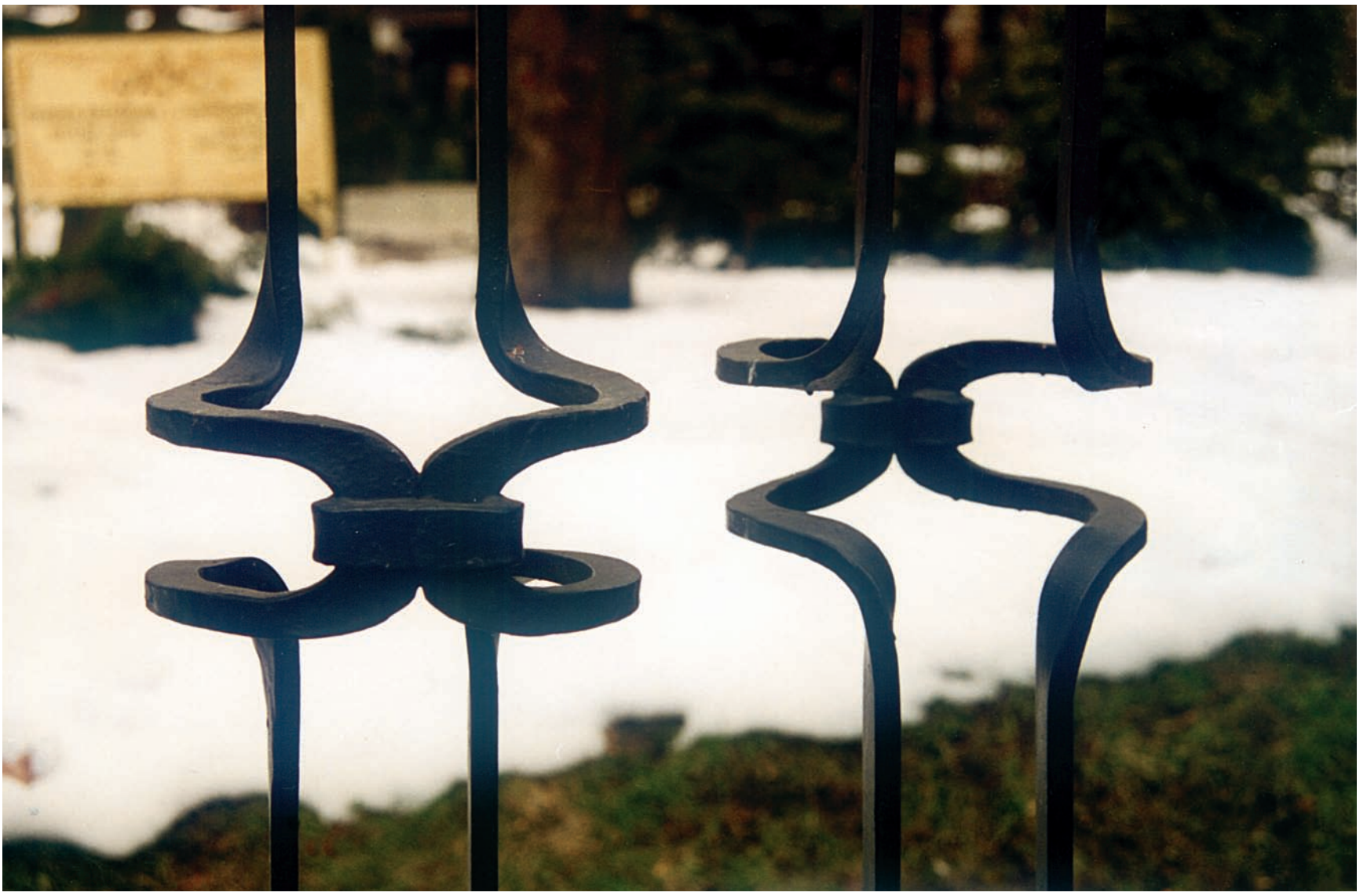
1.19a ábra. A Gundel étterem kerítése és bejárati kapuja. Készítette: Kovács József, 1979

1.19b ábra. Az a ábrán levő kapu felső, összekapcsoló díszítőelemeinek részlete

1.19c ábra. Az a ábra közbenső díszítőelemének részlete



1.20. ábra. Prágai kovácsoltvas ajtók, hagyományos anyagokból készült kapuzatokba építve



c)

az épület tervezőjének, az anyagszerű művészi kivitel pedig az iparművész feladata. Régi épületre is lehet mai stílusú, korszerű ablakrácsot helyezni. Példa erre a Nádor utcai Nimród épület ablakrácsa Budapesten, ahol a rács íves lezárású vonalai követik az eklektikus stílusú ablakok hasonló kialakítását (1.22. ábra).

A homlokzatokon még találkozhatunk *zászlótartókkal, virágtartókkal, előtetőkkel,* és újabban szerencsére a régi hagyományokat felelevenítő *cégérekkel.* Ezek művészi kialakításával a 9. fejezet foglalkozik. Itt csak ízelítőnek mutatjuk be a budai várnegyedben levő Aranysas patika cégérét, amely Pölöskei József alkotása. Ez jó példa arra, hogy a mai művészet eszközeivel is lehet kifejező, mindenki által érthető – a cégér elsődleges céljának megfelelő – alkotást létrehozni (1.23. ábra) [13].

Az épületen sokszor megjelennek a kovácsolt betűkből készült *feliratok, cégjelzések, szélkakasok,* az egyházi épületeken pedig *keresztek* és egyéb jelképek.

## BELSŐÉPÍTÉSZETI ELEMEK. BERENDEZÉSI TÁRGYAK

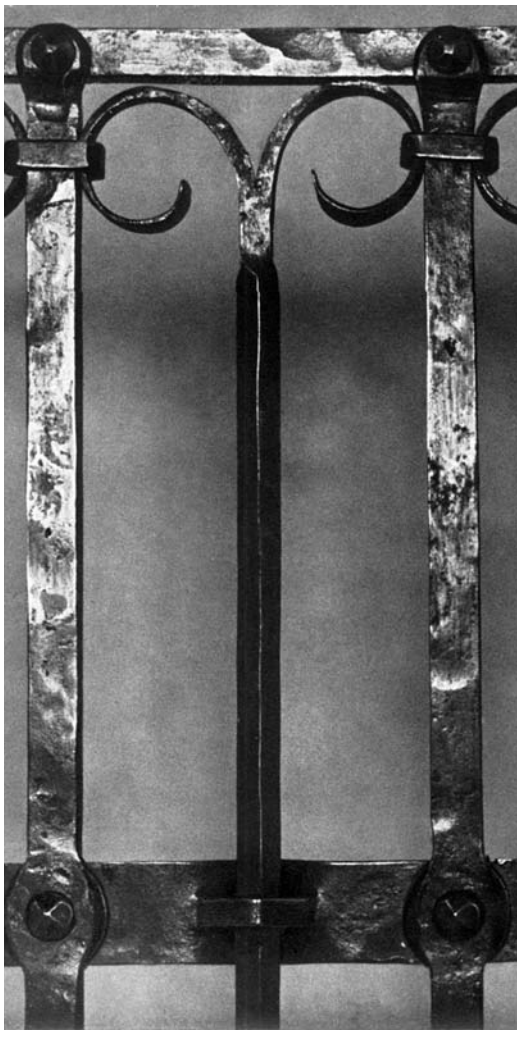
Belső terek építészeti kialakításánál is jelentős szerepet kaphatnak a kovács-iparművészeti alkotások. Itt elsősorban a *lépcsőkorlátok,* belső emelt szintek *védőkorlátai* emelhetők ki. Ezeket a belső tér stílusával összhangban célszerű alkalmazni. Fritz Kühn (1910–1967) az egyik elindítója és úttörője volt korunk kovácsoltvas-stílusának. Munkáit reprezentálja egy belső rácsrészlet (1.24. ábra), amelyen megmutatja a kalapácsütések nyomát, a hagyományos kovácskötésmódokat (bundolás, szegecselés), ugyanakkor korunknak tetsző anyagszerűségében fogalmazza újra [14–17]. A kovács iparművészek a belsőépítészeti kialakításoknál, a berendezési tárgyak készítésénél is jelentős szerepet kapnak. Elsősorban a *belső térelválasztó rácsok, csillárok, állólámpák, falikarok, gyertyatartók, kandallórácsok, tűzi kutyák, tűzi szerszámkészletek, bútorok* említhetők meg. Templomok felszereléseként a *szentélyrácsok, tórafelolvasó emelvények, gyertyatartók, tabernákulum-ajtók* stb. jöhetnek szóba. Bieber Károly „Pest-Buda utolsó klasszikus és első modern kovácsművésze" munkáiból egy gyertyatartó reprezentálja ezt a sokoldalú alkotót (1.25. ábra) [18–20]. Az igazi, 3–4 m átmérőjű *koronacsillárok* a középületekbe, templomokba napjainkban is kovácsoltvasból készülnek. Ismét divatosak a *fémbútorok*, bár sokszor nehéz megkülönböztetni az értékeset a tömegárutól. Erről a 10. fejezetben bővebben szó lesz.

1.21a ábra. A Budai Vigadó kandeláberei. Budapest, Corvin tér 8. Lehoczky János munkája, 1980

1.21b ábra. Részlet

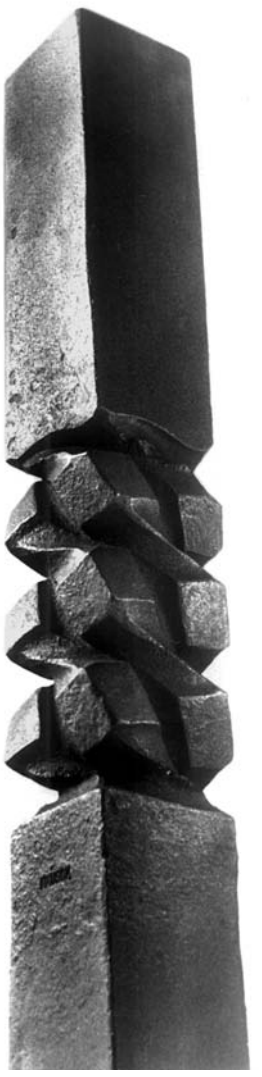
1.22. ábra. A Nimród étterem ablakrácsa. Budapest, Nádor u.
Seregi György munkája, 1989

1.23. ábra. Az Aranysas patika cégére. Budapest, Várnegyed
Pölöskei József munkája, 1974, (120×120 cm)



1.24. ábra.
Belső korlát részlete
Készítette: Fritz Kühn

1.25. ábra.
Kétágú gyertyatartó
Bieber Károly



1.26. ábra. Nausch Géza
„Oszlop" c. kisplasztikája
(50×50×400 mm)

## A KOVÁCSOLTVAS ALKOTÁSOK EGYÉB FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

Kovács iparművészeink egy része művészi adottságait, ambícióit a *plasztikai alkotásokban* kamatoztatja. Ez nem is csoda, hiszen manapság a kovácsiparművész-képzés is az ötvösszakon folyik, ahol a térbeli látásmód kifejlesztését is elősegítik. A történeti stíluskorszakokban is nagy hagyományai voltak a vas *„faragásának"* és a *vasszobrászatnak*. A figurális ornamentikánál a művelet azonos a kőfaragáséval, aki vésővel és kalapáccsal fejti ki a kőtömbből a szobrot, eltávolítva a felesleges anyagot. A vasműves is ezt teszi. Előbb agyagból vagy viaszból minta készül, majd vágóval és kalapáccsal alakítja a vastuskót a kívánt formára. Egyik legjelentősebb kisplasztikai alkotónk Nausch Géza, akinek „Oszlop" c. alkotását az 1.26. ábra mutatja. A fémszobrászatban alkotókedvét leli Pölöskei József és ifj. Seregi György is (l. a 11. fejezetet).

A kovácsoltvas *ékszeres ládák* készítése is mintegy ezeréves múltra tekint vissza. Kialakításukat a történeti stílusok mindig meghatározták. A középkorban a mai napig csodált furfangos zárakkal látták el az elsősorban díszműlakatosok által készített ládákat (1.27. ábra) [7]. Seregi György vasládája Pereházy Károly tanulmánya szerint a vérbeli kovácsmunka jellegzetes jegyeit hordozza, mondván: „a kovácshagyományok dekorativitásával, a formafegyelem hangsúlyozásával, a felületi megmunkálás egyszerűségével, laposvasakból fűzte össze alkotásait" (1.28. ábra) [11].

Készülnek kovácsolással *ékszerek, kilincsek,* önálló *veretek, vasalatok,* ún. kismesterségbeli alkotások. Külön fejezetet érdemelnek a *restaurációs* feladatok, ezekkel bővebben a 12. fejezetben foglalkozunk.

A 20. század mesterei a történeti stílusok rácsait, kapuit szívesen *rekonstruálták*. Ilyen reneszánsz rács látható az 1.29. ábrán, amely id. Hermann osztrák kovács alkotása. Ez a mester gótikus, barokk és empír stílusú rácsokat is készített.

1.29. ábra. Reneszánsz rács
Készítette: id. Hermann, PEDIT SCHIEDEEISEN, 1951
(Lienz, Ausztria)

1.27. ábra. Tresor vasláda, 16. század. Madrid, Museo Argueológico Nacional

1.28. ábra. Ékszeres láda Seregi György, 1980 (36×26×22 cm)

„VÉNSÉGES VÉN VEJNEMÖJNEN SZAPORA SZÓVAL FELELI:

»TUDOM ÉN AZ ACÉL TITKÁT, SZÜRKE VASNAK SZÜLETÉSÉT!

LEVEGŐ VOLT AZ ŐSANYA, FIAI KÖZT VÍZ AZ ELSŐ,

VAS VOLT A LEGIFJABB GYERMEK, TŰZ KÖZÖTTÜK A KÖZÉPSŐ.«”

„ÖREG UKKÓ, ÖRÖK ISTEN, MARKÁT MOST DÖRZSÖLNI KEZDTE,

MAJD ÖKÖLBE ÖSSZEZÁRTA, KEZÉT BAL TÉRDÉRE TETTE.

NYOMBAN HÁROM SZŰZ SZÜLETETT, HÁROM TÜNDÉRASSZONY TERMETT:

ŐK LETTEK A VAS SZÜLEI, KÉKSZÁJÚ ACÉL NEMZŐI.

...

TEJÜKET A FÖLDRE FEJTÉK, CSECSÜK NEDVÉT CSAK CSURGATTÁK,

FÖLDBE FEJTÉK, MÉLY MOCSÁRBA, CSENDESEN CSERGŐ EREKBE.

...

KI TEJÉT FEKETÉN FEJTE, ANNAK LÁGY VAS LETT TEJÉBŐL.

KI TEJÉT FEHÉREN FEJTE, TEJÉBŐL ACÉLT TERMETT.

KI TŰZPIROS TEJET ADOTT, PORHANYÓ VASAT CSURRANTOTT.”

2

KALEVALA, 9. ÉNEK, 13–16., 20–23., 26–27., 31–33. SOR;

„A VAS SZÜLETÉSE”; I. KIAD.

A fémek és ötvözeteik meghatározott hőmérsékleten vagy hőmérséklethatáron belül a szilárd halmazállapotból a cseppfolyósba mennek át. Ezen tulajdonságukat *kristályos szerkezetük* okozza. A sűrűn egymás mellett elhelyezkedő fémkristályokat belső erő (elektrosztatikai vonzóerő) tartja össze (kohézió).

A *rugalmas test* két szomszédos részecskéje külső erő hatására eltolódik egymáson, de az erő hatásának megszűnése után visszatér eredeti helyzetébe.

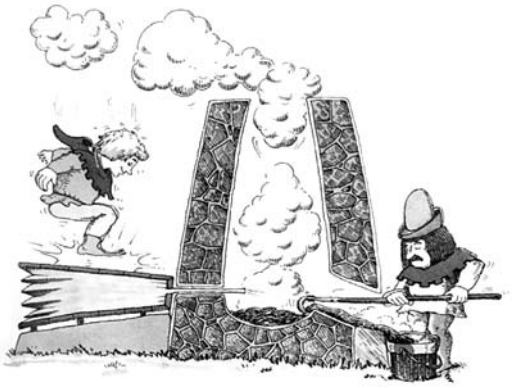
A *képlékeny test* két szomszédos részecskéje meghatározott nagyságú külső erő hatására eltolódik egymáson anélkül, hogy közöttük az összefüggés megszűnne, és ebben az eltolódott helyzetben alakja megmarad az erőhatás megszűnte után is. Az anyagban maradó alakváltozás keletkezik.

Ha a fémeket a szobahőmérsékletnél nagyobb hőmérsékleten alakítják, akkor azt tapasztalják, hogy a hőmérséklet növelésével növekszik az alakíthatóság. Minél nagyobb a hőmérséklet a maradó alakváltozás létrehozásához, annál kisebb erőhatást kell kifejteni.

A legtöbb fémet melegen, tehát az anyag képlékeny állapotában alakítják, bár egyes lágyabb anyagok elviselnek bizonyos mértékű hidegalakítást is.

A kovácsolás szempontjából legfontosabb fémünk a vas és ötvözetei. De készítenek kovácsolt tárgyakat alumíniumötvözetekből, rézből és rézötvözetekből (bronzból) is.

A vas széles körű elterjedtsége miatt előállításával, tulajdonságaival kiemelten kell foglalkoznunk.



2.1. ábra. Vasgyártás kézi erővel az őskohóban

## A VAS ÉS ÖTVÖZETEI

### A VAS ELŐÁLLÍTÁSA

A magyar nyelvben a „vas” kifejezés ősi örökség az uráli korból. A vasgyártás a legősibb mesterségek egyike. Az ókori őskohókban a vasgyártás kézi erővel folyt, amint azt A. Lacharte francia grafikus elképzelte (2.1. ábra) [2].

A Kárpát-medencében a magyarok bejövetele előtt a quádok és a vendek foglalkoztak a vasgyártással. Árpádházi királyaink az ország vasiparát stájer és német telepesekkel fejlesztették. II. András Toroczkóra, V. István pedig 1271–72 között a Garam melletti bányahelyekre telepített – az akkori Európa vasiparának központjából – vasmunkásokat Stíriából. Ezeket a kohókat a vasbányák közelébe telepítették. Ilyenek voltak a vihnyei, a breznicskai és a róniczi vasolvasztók (tótkemencék). Kiemelhetjük még Dobsina vasiparát, amely már a 14. sz. elején a kiválóbbak közé tartozott. A középkor vége felé Európában a kovácsvasat már mindenütt hámorokban, vízi erőművel mozgatott lengőkalapáccsal (farkas-kalapáccsal) nyújtották rudakká és lemezekké (a hengerlést még nem ismerték) (2.2. ábra).

Az első kőszéntüzelésű lángkemencét *kavartvasgyártásra* az angolok 1776-ban építették. Itt a kohókban gyártott, tésztaszerű vasat vassalakkal döngölt kavarókemencében hosszú rudakkal forgatták, és az így kapott 40–60 kg-os gomolyát (luppát) továbbkovácsolták (hegeszvas). Ezzel az eljárással már Salgótarjánban, Ózdon és Diósgyőrben is gyártottak lapos- és idomacélokat.

Mária Terézia 1770-ben arról értesítette a pozsonyi magyar kamarát, hogy a kincstár hasznát és „édes magyar hazánk javát” a Fazola által felfedezett upponyi vasércbányák kiaknázásával kívánja előmozdítani. Ennek eredményeképpen 1772 tavaszán

2.2. ábra. Vízi erővel hajtott lengőkalapács Christoph Wiegel rézkarcán, 1689

Fazola Henrik befűtötte az ómassai vasolvasztó kohóját. Ez az 5 m magas kohó abban az időben az ország legnagyobb vasolvasztója volt. A vas- és acélgyártás ezen időszakban még nemzedékről nemzedékre átadott mesterség volt.

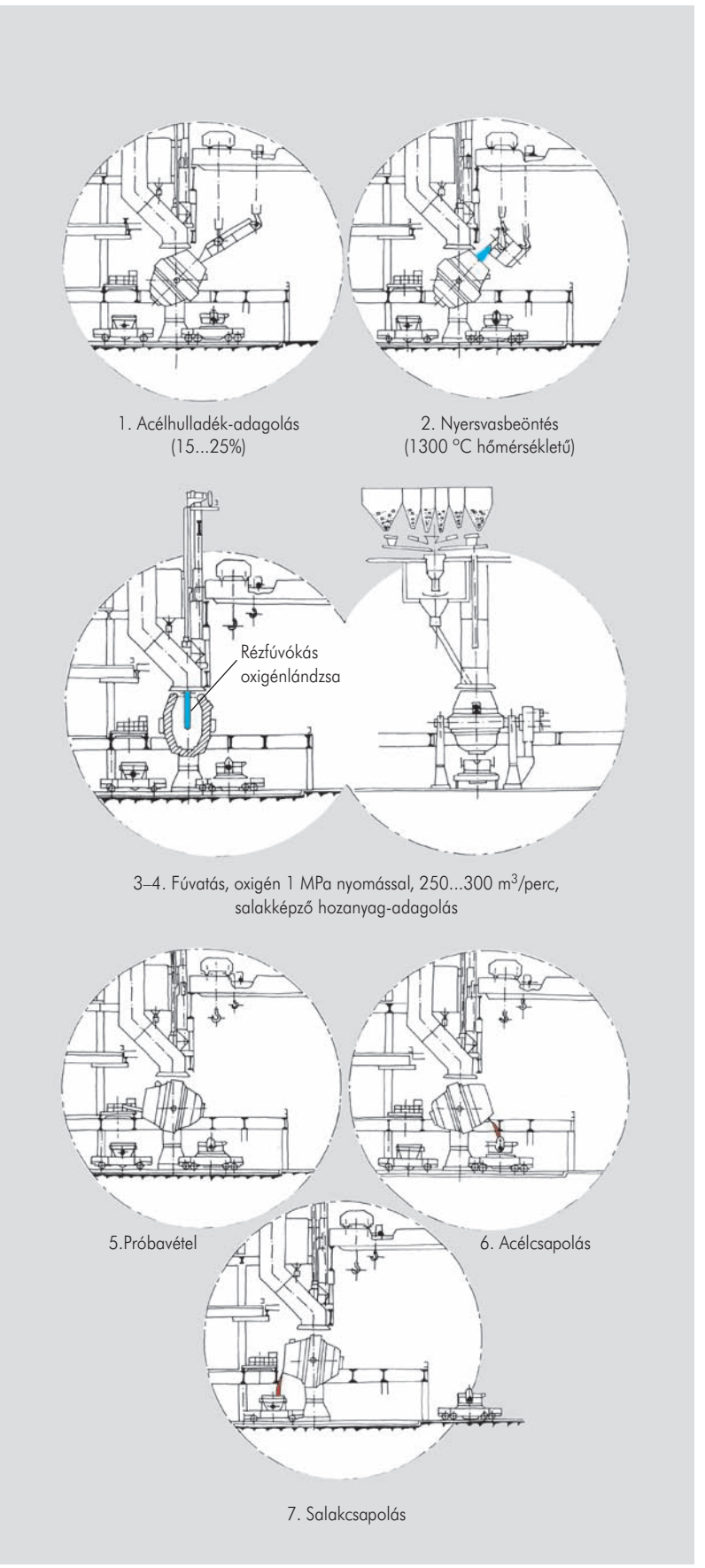
A 18. és 19. században az ipari forradalom által az igények többszörösére emelkedtek, és a francia forradalom után megindult a tudományos vasipar kialakulása.

Ennek kapcsán megemlítendő, hogy az ipari kovácsolható vasötvözetek kiindulóanyaga a *nyersvas*, amit főleg *nagyolvasztókban*, vasvegyületeket tartalmazó kőzetekből (vasércekből) állítottak elő (2.1. táblázat). Hazánkban Rudabányán van említésre méltó vasérc.

Az összetört és dúsított vasércet koksszal és mészkővel keverve nagyolvasztóba adagolják, ahol kellő hőmérsékleten elveszti oxigénjét. A folyamat lényege, hogy a vas-oxigén vegyületekből álló ércek vas-szén vegyületekké redukálódnak, miközben kohósalak is képződik. Üzem közben a salakot folyamatosan, míg a medencében összegyűlt nyersvasat időnként öntőgépben 25–30 kg-os tömbökbe csapolják. A (fehér) *nyersvas* még erősen szennyezett, ezért rideg és törékeny, nem kovácsolható.

A nyersvasat az *acélgyártás* folyamán különféle eljárásokkal szabadítják meg felesleges szén-, szilícium-, mangántartalmától és más szennyezőktől, így pl. a kéntől és a foszfortól (a nyersvasat tisztítják, frissítik, finomítják). A folyamathoz tartozik az acélötvözetek előállítása is.

A legismertebbek a *Bessemer-*, a *Thomas-* és a *Siemens-Martin* acélgyártási eljárások. Az első kettő már idejét múlta, a Siemens-Martin eljárás jelentősége is – 120 éves múltja ellenére – csökken. Az erősen ötvözött, kiváló minőségű acélok gyártására a 20. század elején kifejlesztették az ívfényes *elektrokemencében* való acélgyártást. A 100–400 t adagsúlyú és nagy transzformátorteljesítményű (UHP: Ultra Hight Power) elektrokemencék kidolgozásával az elektroeljárást egyre gyakrabban alkalmazzák ötvözetlen acélok gyártására is.

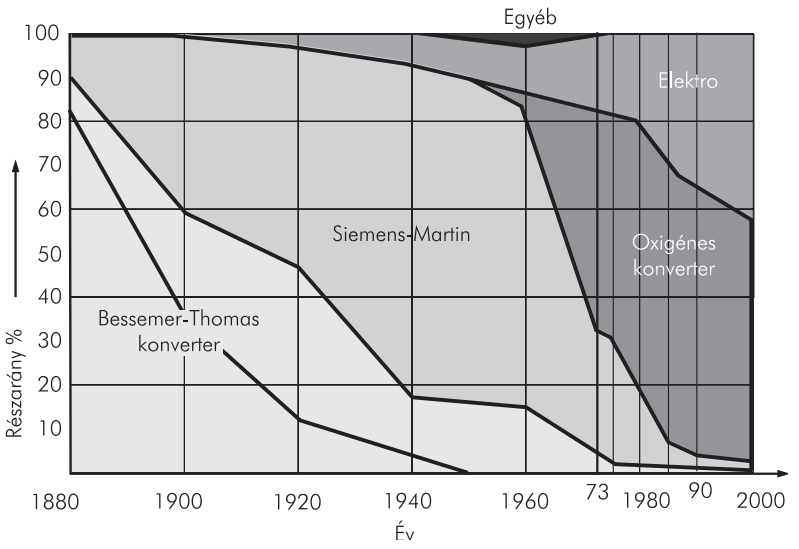



2.3. ábra. A konverteres acélgyártás fázisai

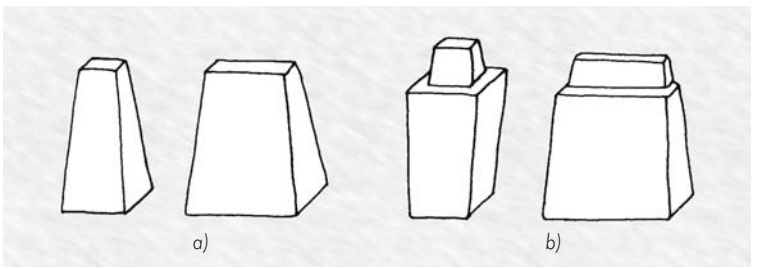
2.1. táblázat. Ismertebb vasércek

| Érc | Összetétele | Fe-tartalma, % | *Hazai készlet, mt |
|---|---|---|---|
| Mágnesvasérc (magnetit) | $Fe_3O_4$ | 50–70 | – |
| Vörösvasérc (hematit) | $Fe_2O_3$ | 30–60 | – |
| Barnavasérc (limonit) | $2Fe_2O_3+3H_2O$ | 30–35 | 5,2 |
| Vaspát (sziderit) | $FeCO_3$ | 22–30 | 11,3 |
| Mészvas (ankerit) | $CaCO_3+(MgFe)CO_3$ | 16–20 | 2,0 |

*A rudabányai ércelőhely becsült készlete




2.4. ábra. Az acélgyártási eljárások aránya a világ acéltermelésében




2.5. ábra
Öntött tuskók (ingotok)
a) csillapítatlan; b) csillapított

Az acélgyártásra vonatkozó legkorszerűbb igényeket a *felső fúvatásos oxigénes konvertergyártás* elégíti ki (LD-, BOF-, KK-eljárás). Ennek – a korábbi eljáráshoz képest – nagyobb a *termelékenysége*, jobban szavatolja a tömeggyártást, az *acél minőségét*, kiküszöböli a *nehéz fizikai munkát*, a *jelentős környezetszennyezést*, és a folyamatok jól *automatizálhatók*. A konvertergyártás fázisai a 2.3. ábrán láthatók. Hazánkban a Dunaferr Rt.-nél már a 80-as évek elején áttértek az LD- (Linzer Düsenverfahren) eljárásra. Az összes acéltermelésből a különböző acélgyártási eljárások részesedési aránya a 2.4. ábrán látható [21].

A konverter ürítése során a folyékony fémből öntöttvas kokillákba tuskókat (ingotokat), ill. folyamatos szálakat öntenek. A kokillák csonka gúla alakú sablonok, tömegük 3–20 t. A *csillapított* acélok kokillája felül egy felöntőfejben végződik, míg a csillapítatlan acélok esetében ilyen nem képződik (2.5. ábra).

A kokillába öntött acélban a dermedés során a következők játszódnak le:
– térfogatváltozás,
– gázzárványképződés,
– dúsulás és
– egyenlőtlen kristályosodás.

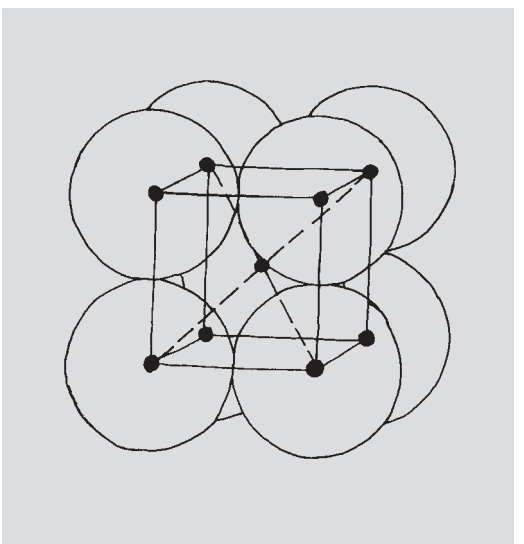
A *csillapított* tuskó szerkezete egyenletesebb, belsejében kevesebb a hiba. A térfogatváltozás következtében (főleg a tuskó felső részében) üregek, lunkerek keletkeznek, a gázzárványokból pedig hólyagok, a dúsulásból szennyező anyagok koncentrálódása indul meg. A tuskó minősége hat az acélgyártási vertikum további fázisaira.

A tuskó további feldolgozását a *hengerműben* végzik, ahol *bugákat, rúd- és idomacélokat, lemezeket* készítenek. A tuskó az új alakját kovácsolással is megkaphatja.

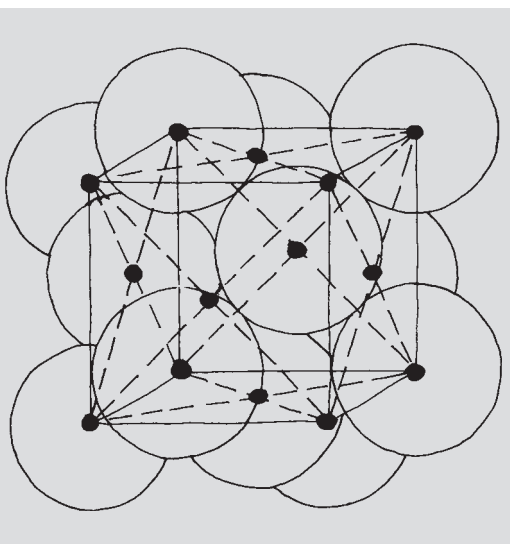
## A VASÖTVÖZETEK SZÖVETSZERKEZETE ÉS VISELKEDÉSE HŐ HATÁSÁRA

A többi fémhez hasonlóan a tiszta vas is kristályos szerkezetű szilárd halmazállapotban, azaz atomjai szabályosan helyezkednek el, és térrácsot alkotnak. A térrácsban a vasatomok egymáshoz viszonyított helyzete kétféle lehet. Az egyik esetben – amit *térközepes* elrendezésnek nevezünk – az atomok súlypontjai (modellben az atomokat szimbolizáló kis gömbök középpontjai) egy képzeletbeli kocka sarkain és közepén vannak (2.6. ábra). A másik esetben – aminek *lapközepes* elrendezésnél – a kocka sarkain levő atomok mellett a kockalapok közepén is van egy-egy atom (2.7. ábra). Hogy a két térrács közül melyik alakul ki, az a hőmérséklet nagyságától függ.

Szobahőmérsékleten a tiszta vas térrácsa térközepes elrendezésű, és a berajzolható kockák élhossza (rácsállandója) $2{,}86 \times 10^{-7}$ mm. Ez az α-vas. Ha az α-vasat melegítik, 769 °C-on megszűnik a mágnesezhetősége, de térrácsa továbbra is megegyezik az α-vas térrácsával. Ezt a módosulatot régebben β-vasnak nevezték. További melegítés hatására 911 °C-on a térközepes elrendezés lapközepesbe megy át, és a rácsállandó $3{,}64 \times 10^{-7}$ mm-re növekszik. Ez a γ-vas. 1392 °C-on az elrendezés

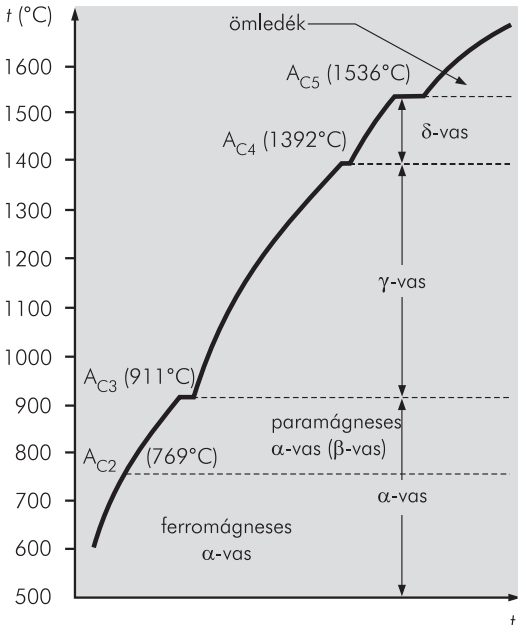


2.6. ábra. A vas térközepes kristályrácsának modellje

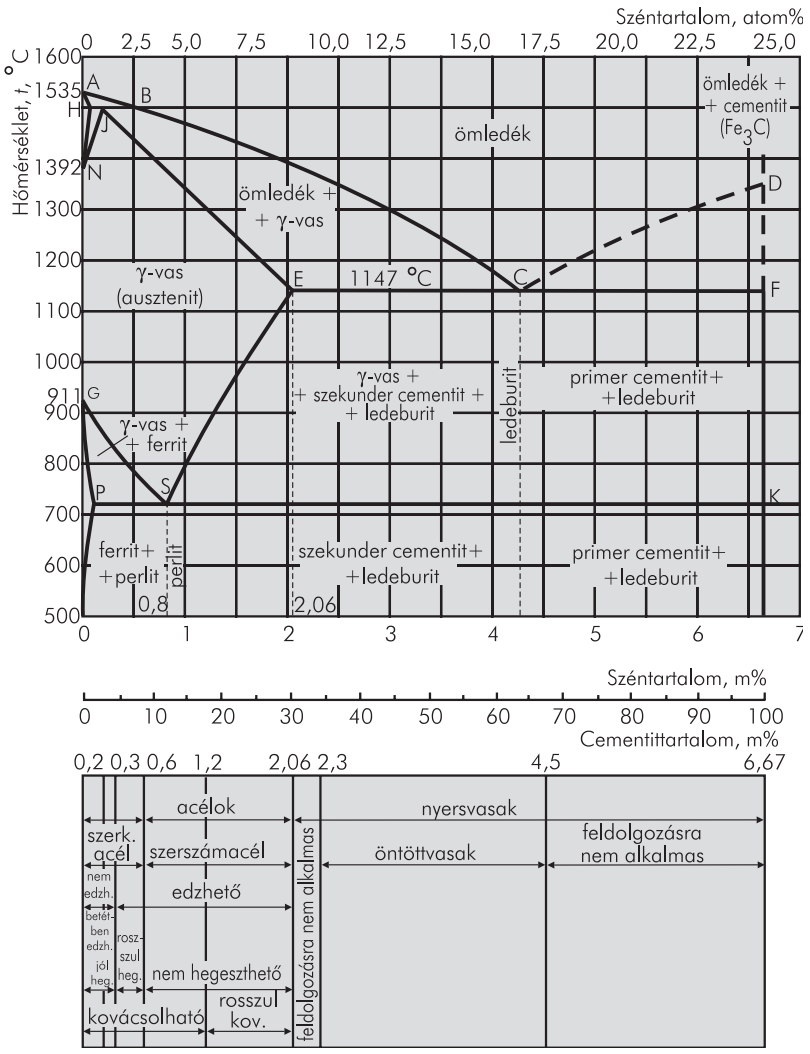


2.7. ábra. A vas lapközepes kristályrácsának modellje

ismét térközepessé válik, de valamivel nagyobb lesz, mint az α-vas esetében. Ez a módosulat a δ-vas, ami fennmarad a kémiailag tiszta vas 1536 °C-os olvadáspontjáig. Ha az egyenletes hőközléssel történő melegítési folyamatot az idő függvényében ábrázoljuk, a térrács változásainak megfelelő hőmérsékleteknél lépcsők mutatkoznak (2.8. ábra), ami azt jelenti, hogy az átalakulásokhoz időre és energiára van szükség. Lehűléskor a vázolt folyamat fordítva – kis eltéréssel – ugyancsak jelentkezik.




2.8. ábra. A vas térrácsának változása egyenletes melegítés esetén




2.9. ábra. Vas-szén ötvözetek állapotábrája lassú lehűlésnél, és a szén-tartalomtól függő acélfajták

A jelenséget allotrópiának (többalakúságnak) nevezik.

Az utóbbi évtizedek vizsgálatai azt bizonyítják, hogy az α- és a δ-vas tulajdonképpen azonos módosulat, mert a rácsállandókban mutatkozó különbség a hőtágulás következménye. Mivel az α- és a β-vas is azonos kristályszerkezetű, újabban a vasnál csak α- és γ-módosulatot szokás megkülönböztetni.

A gyakorlatban kémiailag tiszta vas nem fordul elő. A szilárd halmazállapotú vasötvözetekben az ötvöző- és szennyezőelemek (idegen anyagok) önálló részecskéket is alkothatnak (tiszta állapot), de legtöbbször szilárd oldatok vagy vegyületek formájában vannak jelen. A vasötvözetek szövetszerkezete a kémiai összetétel mellett elsősorban az anyagot ért hőhatásoktól és a vizsgálat hőmérsékletétől függ. A vas *legfontosabb ötvözője a szén.* A *vas-szén* ötvözet szerkezetének (állapotának) hőtől függő változását az *állapotábra* szemlélteti, ami elvileg a különböző hőmérsékletekhez tartozó fázisokat (szövetelemeket) tünteti fel. Az állapotábrát *egyensúlyi ábrának* is nevezik (2.9. ábra). Az *ABCD* vonal fölött a fém olvadt állapotban van. A kristályosodás során a szén a vasötvözetekben kétféle alakban fordul elő: szabad állapotban, elemi szén és vas-karbid ($Fe_3C$) formájában. Ennek megfelelően megkülönböztetnek *grafitrendszert* (Fe-C), amelyet stabilis rendszernek is neveznek, és *karbidrendszert* (Fe-$Fe_3C$), amelyet *metastabilis* állapotban levő ötvözetnek hívnak, mivel az elemi szén bizonyos körülmények között leválasztható. A kis széntartalmú ötvözetek, az acélfajták a szokványos üzemi körülmények között metastabil rendszerben, a nagy széntartalmú ötvözetek lassú lehűlés esetén grafitrendszerben, míg gyors lehűtés esetén karbidrendszerben kristályosodnak.

A vas-karbidba maximálisan 6,67 m% szén épülhet be. Ha a széntartalom ennél kisebb, színvas és vas-karbid, ha a széntartalom ennél nagyobb, akkor vas-karbid és szén keletkezik. A vas-karbid szövetelemeit *cementitnek* nevezik.

A 2.9. ábrán feltüntetett szövetelemek fő jellemzői:

- ferrit: majdnem tiszta α-vas, leglágyabb szövetelem;
- cementit: vas-karbid ($Fe_3C$) legkeményebb szövetelem; nehezen munkálható, rideg;
- perlit: cementitből és ferritből álló egységes lemezes szövet, szívós, jól munkálható;
- ausztenit: nagy szénoldó képességű (max. 2,06 m%) γ-vas krisztallit, α-vasból akkor keletkezik, ha az acélt a *GSE* vonal fölé melegítik. Más ötvözők (pl. Mn, Ni) jelenlétében *szobahőmérsékleten is keletkezhet;*
- ledeburit: ausztenitből és cementitből álló, 4,3 m% széntartalmú eutektikum. Kemény, rideg szövetelem. Az ausztenit ebben is elbomlik 723 °C-nál kisebb hőmérsékleten.

Az ipari vas- és acélfajtákat a széntartalom szerint

osztályozzák. Az *E* ponttól balra (C<2,06 m%) levő vasfajtákat *acéloknak* nevezik. Az acél megállapodás szerinti elnevezés, tehát egyértelmű fizikai magyarázata nincs. Az acélok viszonylag szívósak, kellően nagy hőmérsékleten képlékenyek és hengerelhetők. *Nyersvasnak* általában a C>2,06 m% széntartalmú ötvözetet nevezik. Ezek nem kovácsolhatók, hanem öntéssel dolgozhatók fel. *Lágyacélnak* vagy *kovácsvasnak* nevezik a kb. 0,2 m% széntartalom alatti acélt. Ez jól *kovácsolható, hegeszthető* és *nem edzhető*. A tulajdonképpeni acél (C>0,2 m%) edzhető. A 0,2–0,5 m% széntartalmú acélokat szerkezeti acéloknak is nevezik.

## HÁROMALKOTÓS VASÖTVÖZETEK EGYENSÚLYI ÁLLAPOTA

Ha szénen kívül más ötvözők is vannak – amint ez általában így van –, akkor a 2.9. ábra szerinti állapotábra töréspontjai eltolódhatnak.

## VAS-SZÉN ÖTVÖZETEK EGYENSÚLYI ÁLLAPOTTÓL ELTÉRŐ ÁTALAKULÁSAI HŰTÉSKOR

Sem a felmelegítés, sem a lehűlés nem végtelen lassú, amint azt feltételeztük a 2.9. ábra megszerkesztésekor, s így a gyakorlatban a kristályszerkezet kialakulása során az időtényezőt is figyelembe kell venni. Emiatt az egyensúlyi állapothoz képest jelentős eltérések mutatkozhatnak. Ha felmelegítik az acélt a *GSE* vonal fölé, és *hirtelen lehűtik*, akkor ún. *martenzites* szövetszerkezet keletkezik.

A martenzit, azaz a szén túlhevített szilárd oldata α-vasban akkor keletkezik, ha a hűtés sebessége (°C/s) egy kritikus sebességnél nagyobb. Ilyenkor a szénatomok egy része nem képes diffundálni, amikor a hűléskor a γ-vas átmegy α-vasba, és a bennmaradó szénatom a szabályos rácsot tetragonálissá torzítja. Ez a kritikus lehűlési sebesség annál nagyobb, minél kisebb a széntartalom. Egy bizonyos széntartalmon alul már nem lehet ilyen lehűlési sebességet előállítani, tehát a 0,2 m%-nál kisebb széntartalmú acélokban martenzites szövetszerkezetet gyakorlatilag nem lehet kialakítani.

A martenzites szövetszerkezet rideg, kemény. Az *edzés* célja a martenzites szövetszerkezet kialakítása.

A nagyon lassú és a nagyon gyors lehűtés közötti lehűlési sebesség esetén átmeneti szövetelemek (finom perlit, bainit) keletkeznek, amelyek tulajdonságai átmenetet képeznek a lágy perlit és a kemény martenzit között.

A gyakorlatban az acél összetételétől és a hűtés sebességétől függően sohasem egyfajta szövetelem keletkezik, hanem *legalább kettő:* ferrit és perlit, ill. *legfeljebb négy:* pl. ferrit, perlit, bainit és martenzit. Az acél szilárdságát, hegeszthetőségét ezeknek a szöveteknek a mennyisége és elhelyezkedése határozza meg. Mindezek azt is jelentik, hogy az *acél tulajdonságait* az ún. *hőkezelési* eljárásokkal *lényegesen befolyásolni* lehet.

Hőkezelési eljárás még a normalizálás, a nemesítés, a feszültségcsökkentés, az izotermikus hőkezelés és a kérgesítés. A hőkezelések hatásával a szakirodalom foglalkozik [22], [24].

Az acélokat ötvözőelemeik szerint két fő csoportra osztjuk:
– ötvözetlen vagy szénacélok,
– ötvözött acélok.

Az *ötvözött* acéloknál az ötvözők összmennyisége (szén nélkül) általában 5–10%. Az 5% alattiakat *gyengén ötvözötteknek* nevezik.

Az acél felhasználása szerint van:
– szerkezeti acél,
– szerszámacél,
– gyorsacél.

ÖTVÖZŐELEMEK. Szén, mangán és szilícium szinte minden acélban előfordul, ezért *általános ötvözőelemeknek* nevezzük. Ezek az ötvözők az acél szilárdságát növelik, de rontják a szívósságát. Az acél *hasznos ötvözőelemei*, amelyek jelenléte esetén már ötvözött acélról beszélünk, a következők:
– króm (Cr),
– nikkel (Ni),
– volfrám (W),
– vanádium (V),
– kobalt (Co),
– molibdén (Mo).

A króm keményíti az acélt, nagymértékben növeli a szilárdságot, de csökkenti a szívósságot. A nagy krómtartalmú ötvözetek hőállók. A hőálló és rozsdaálló acélokra jellemző a nagy króm- és nikkeltartalom. A hőálló és rozsdaálló acélok nagy része még saválló is.

A nikkel finomítja az acél szemcsés szerkezetét, kismértékben javítja a szilárdságot és nagymértékben a szívósságot.

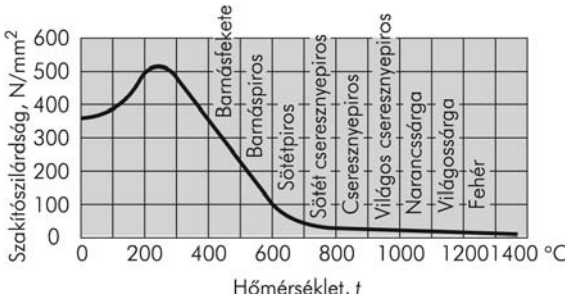
A volfrám és a vanádium az acél szilárdságát növeli. A 18% volfrámot tartalmazó gyorsacél 300 °C-ra felmelegedve sem veszti el forgácsolóélét.

KOVÁCSOLHATÓSÁG. A 2.9. elméleti állapotábra szerint az acélok 1,2%-os széntartalom alatt kovácsolhatók, 1,2%–2,6% között rosszul kovácsolhatók. Gyakorlati irodalmi adatok alapján [24] a széntartalom függvényében az acélok kovácsolhatósága három csoportra osztható:
– a korlátlan kovácsolhatóság 0,8% széntartalomig;
– a korlátolt kovácsolhatóság 0,8–1,3% széntartalomig;
– az aligkovácsolhatóság 1,3–1,7% széntartalomig.

A kovácsolhatóságot rontják a *szennyezőelemek*. Ilyenek pl. a foszfor, a kén, az oxigén, az arzén és a réz. Ezen elemek megengedettnél nagyobb arányú jelenléte 1100–700 °C között ún. *vöröstörést* okoz. Ennek kapcsán az anyag izzó állapotban megreped, szétválik, elszakad. A nikkel, a volfrám a kovácsolhatóságot javítja. A korlátlanul kovácsolható szénacélok hevítési hőmérséklete 1150–1350 °C. A nagyobb hőmérséklet az egészen lágy, a 0,1% széntartalomnak, míg a kisebb a korlátlanul kovácsolható acél felső, 0,8% széntartalmának felel meg. A kovácsolás legkisebb hőmérsékletét az acél szövetszerkezetében lehűléskor végbemenő változások határozzák meg. Ez általában 710 °C felett van. A 2.2. táblázat néhány gyakran használt acél megengedhető kovácsolási hőmérsékletét foglalja össze.

2.2. táblázat. Az acélok kovácsolási hőmérséklete a széntartalom függvényében

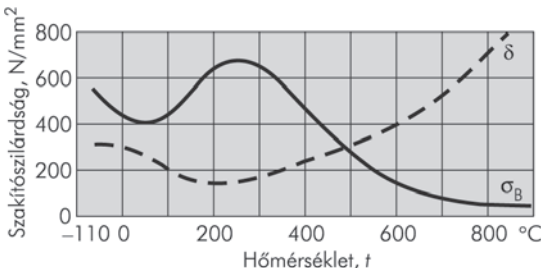
| Széntartalom, % | A kovácsolási hőmérséklet felső határa, *t*, °C | A kovácsolási hőmérséklet alsó határa, *t*, °C |
|---|---|---|
| 0,05 | 1400 | 700 |
| 0,1 | 1350 | 950 |
| 0,2 | 1320 | 950 |
| 0,3 | 1290 | 900 |
| 0,4 | 1270 | 900 |
| 0,5 | 1240 | 900 |
| 0,6 | 1210 | 850 |
| 0,7 | 1170 | 850 |
| 0,8 | 1150 | 820 |
| 0,9 | 1120 | 800 |
| 1,0 | 1100 | 800 |
| 1,1 | 1080 | 800 |
| 1,2 | 1050 | 750 |
| 1,3 | 1050 | 750 |
| 1,4 | 1050 | 750 |
| 1,5 | 1050 | 750 |
| 3% Ni | 1250 | 850 |
| Cr-Ni | 1250 | 850 |
| Cr-V | 1250 | 850 |
| rozsdaálló | 1280 | 900 |
| 30% Ni | 1100 | 900 |



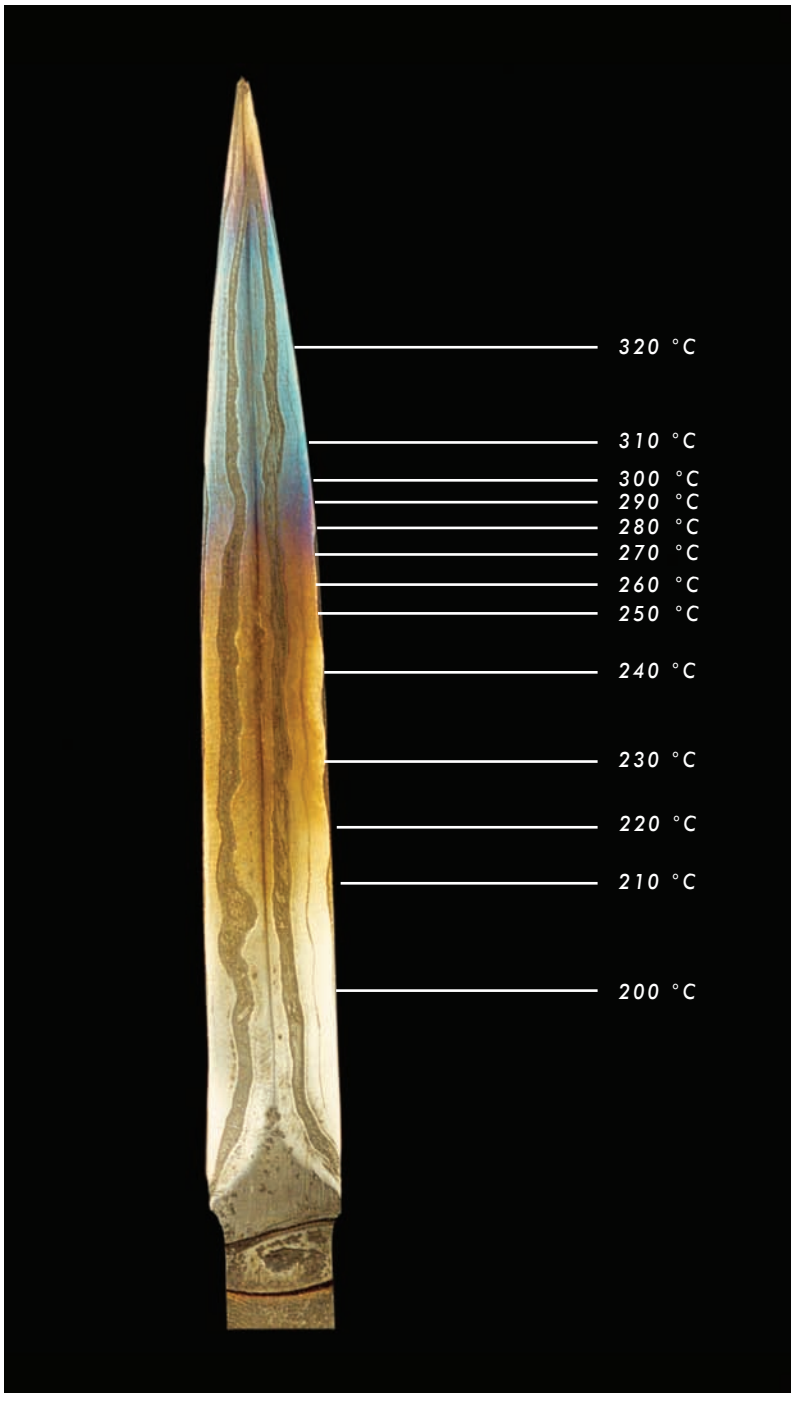

2.10*a* ábra. Az acél szilárdsága és hőmérséklete közötti összefüggés és az izzás színei

2.3. táblázat. Az acél izzási színei

| Szín | Hőmérséklet, *t*, °C |
|---|---|
| Fehér | 1300 |
| Világossárga | 1200 |
| Narancssárga | 1100 |
| Világos cseresznyepiros | 1000 |
| Cseresznyepiros | 900 |
| Sötét cseresznyepiros | 800 |
| Sötétpiros | 700 |
| Barnáspiros | 600 |
| Barnásfekete | 550 |




2.11. ábra. A kovácsolási hőmérséklet hatása az alakíthatóságra



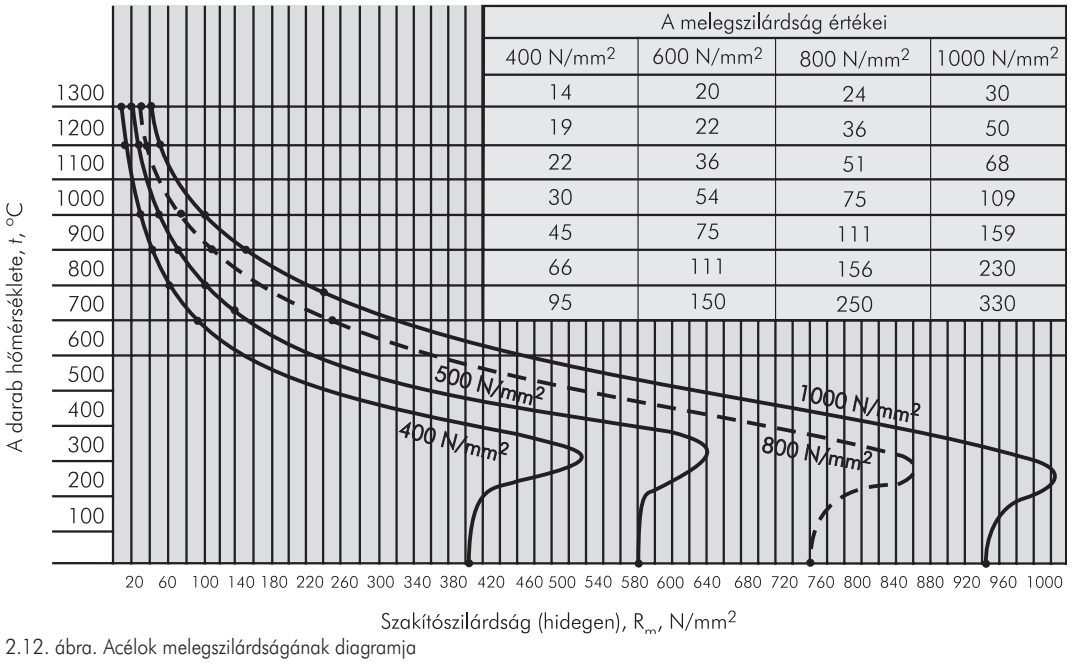

2.10*b* ábra. Damaszkolt tőr megeresztési (futtatási) színei Készítette: Seregi György (19×2 cm)

Az acélnak minden hőmérsékletéhez bizonyos meghatározott izzási szín tartozik (2.10*a* ábra); (2.3. táblázat). A kovácsnak ezen izzítási színeket ismernie kell. Ha a kovácsolandó darab hőmérséklete 850–250 °C, az anyagot nem szabad ütni, mert a kristályszerkezet széttöredezik.

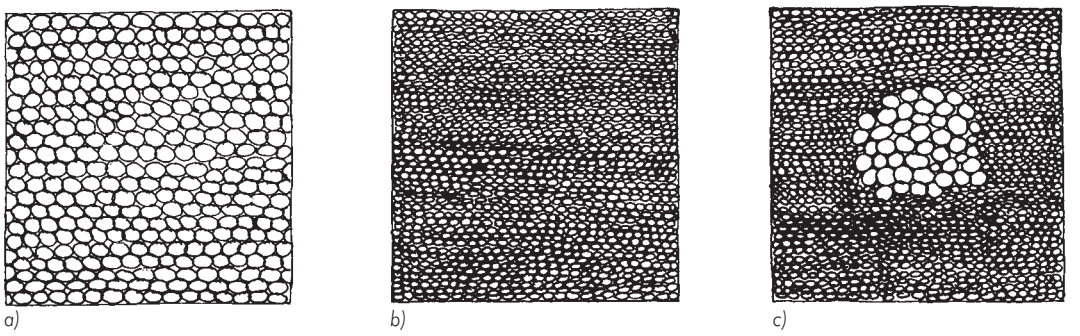
A legnagyobb hőmérséklet felett az acél túlég, a szén szikrázva kiég, szivacsos lesz; a legkisebb hőmérséklet alatt nem alakítható (2.11. ábra).

Főleg a szénacélok, de az egyéb acélok felülete is megváltozik az izzítás során kémiailag. A kémiai változást az acélban levő szén okozza, a ventilátor által szállított levegő oxigénjével és – ha kovácsszénnel hevítünk – a tüzelőszén kénjével reakcióba lépve. Az oxigén idézi elő az acél felületén a *reveképződést,* a felületi elszéntelenedést és a felület leégését.

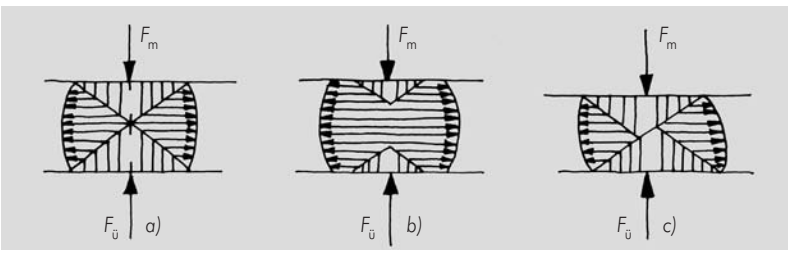
Az acél hevítésekor a felületén 220–350 °C közötti hőmérsékleten oxidréteg keletkezik. Ez az acélok fémtiszta felületén színváltozás formájában jelentkezik, amit *futtatási színnek* neveznek (2.10*b* ábra). Tovább növelve a hőmérsékletet, 480–680 °C-on a vékony réteg vastag, erősen tapadó reverétegé nő. Az intenzív reveképződés 570 °C-tól kezdődik, 700–900 °C között a reve-képződés jelentősen továbbgyorsul. 900–1000 °C között a keletkezett reve könnyen leválik az izzó acél felületéről, és gyors ütemben azonnal megindul az új reveréteg keletkezése. Ahogy hűl a munkadarab, úgy lassul a képződés üteme,




2.12. ábra. Acélok melegszilárdságának diagramja




2.13. ábra. Az acél szemcseszerkezete
*a)* durva, öntött szövetszerkezet; *b)* finom, átkovácsolt szövetszerkezet; *c)* szélen finom, középen durva szövetszerkezet




2.14. ábra. Nyomókúpok keletkezése
$F_m$ a kalapács hatása;
$F_ü$ az üllő hatása

s lassul a réteg kialakulása. A reve alkotja az ún. *leégési veszteséget,* ami 5–10% is lehet, hagyományos melegítés esetén melegítésenként általában a munkadarab tömegének 3%-a.

Az elsődleges reve eltávolításának legegyszerűbb módja a képlékeny alakítás. Ütés vagy nyomás hatására az izzó darab felületéről a reve leválik.

Jelentős változáson megy át az acél a mechanikai jellemzők tekintetében is. Az acél szakítószilárdsága a hőmérséklet növekedésével állandóan csökken, ugyanakkor nyúlása nagymértékben nő. Melegítéskor tehát az acél lágyul és képlékeny lesz.

Az acél szilárdsága és az alakítással szembeni ellenállása a molekulák összetartó erejének (kohéziónak) a következménye. Melegítéskor az összetartó erő csökken, 1300 °C-on mm$^2$-enként már csak 1–2 kg. Ezzel a könnyű kovácsolhatóság feltétele adott. A melegítést továbbfolytatva 1450–1500 °C-ig, e hőmérsékleten a molekulák összetartó ereje annyira csökken, hogy az acél megolvad.

A 2.12. ábrán négyféle acél különböző hőmérsékleten felvett szakítószilárdságának diagramját látjuk. Az ábra jobb felső részén az értékeket egy táblázat is összefoglalja. A táblázat szilárdsági értékeinek megfelelő hőmérséklet a diagram függőleges tengelyén leolvasható.

Kovácsoláskor az acél szemcseszerkezete *finomodik*. Ha a durva szemcsézetű acélt kovácsoláshoz felhevítjük, képlékeny állapotba hozzuk, majd kovácsolni kezdjük, akkor az acél meglevő durva kristályait összetörjük. A folyamatos ütések hatására finomabb szemcseszerkezet alakul ki, amint azt a 2.13. ábra mutatja. A *c)* ábrán a teljes átkovácsolás nem történt meg, középen durva maradt a szemcseszerkezet. A szövetszerkezet finomodásával javul az anyag szilárdsága és rugalmassága is.

Az izzó anyagban kovácsoláskor a kalapácsütések és az üllő reakcióerejének hatására az átkristályosodás nyomáskúpok mentén megy végbe (2.14. ábra). A plasztikus anyagból készült kockatest az ütések hatására hordó alakúvá változik. Akkor jó a megmunkálás, ha a kb. 45°-os felső-alsó nyomókúpok csúcsa összeér [24], [29].

## FÉLKÉSZ TERMÉKEK

Az acéltuskóból (l. a 2. fejezetet) öntéssel, hengerléssel vagy kovácsolással kohászati félgyártmánynak minősülő előterméket készítenek, amelyek lehetnek:

– négyzet vagy négyszög szelvényű *bugák*,
– lapos félgyártmányok (*brammák*),
– *idomacél* előgyártmányok vagy
– félgyártmányok, varrat nélküli *csövekhez*.

Ezekből készítik a 2.4. táblázatban felsorolt kohászati késztermékeket (lemezeket, szalagokat, rúd- és idomacélokat stb.), ezek a fémiparban *félkész termékek*. A táblázat választékából a kovácsoltvas termékekhez alapvetően két fő csoportot használnak:

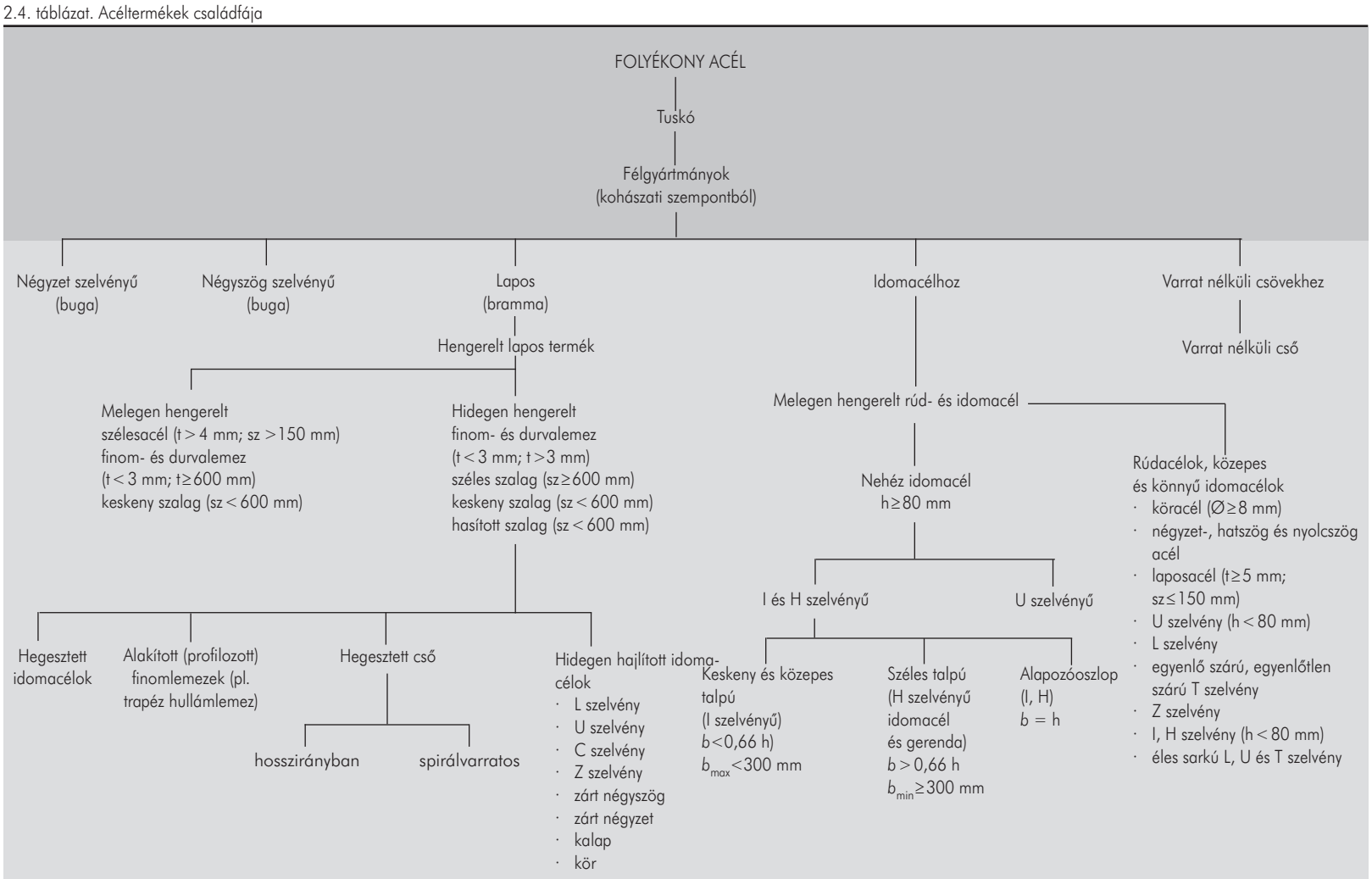
1. hengerelt lapos termékeket és
2. melegen hengerelt rúd- és idomacélokat.

A hengerelt lapos termékek lehetnek:

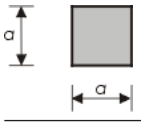
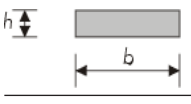
– melegen vagy
– hidegen hengereltek.

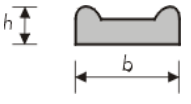
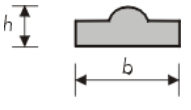
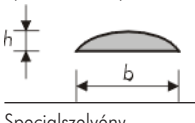
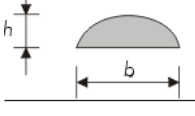
Ezek közé tartozik a 4 mm-nél vastagabb és 150 mm-nél szélesebb *szélesacél*, a 3 mm-nél vékonyabb *finom-* és a 3 mm-nél vastagabb *durvalemez*. A szalagok lehetnek széles (*sz*>600 mm) vagy keskeny (*sz*<600 mm) kivitelűek.

2.4. táblázat. Acéltermékek családfája




2.5. táblázat. Fontosabb idomacélok

| Megnevezés és alak | Méret, mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | legkisebb | | legnagyobb | |
| Köracél | a | | a | |
| | 7 | | 180 | |
| Négyzetacél | a | | a | |
|  | 6 | | 60 | |
| Hatszögacél | a | | a | |
| | 10 | | 48 | |
| Laposacél | b | h | b | h |
|  | 10 | 3 | 140 | 50 |

| Megnevezés és alak | Méret, mm | | | |
|---|---|---|---|---|
| | legkisebb | | legnagyobb | |
| Specialszelvény | b | h | b | h |
|  | 14 | 4 | 18 | 6 |
| Specialszelvény | 14 | 4 | 18 | 5 |
|  | | | | |
| Specialszelvény | 11 | 3 | 21 | 6 |
|  | | | | |
| Specialszelvény | 25 | 7 | 40 | 8 |
|  | | | | |

A *melegen hengerelt rúd- és idomacéloknál* megkülönböztetnek nehéz idomacélokat (I, H vagy U), ha a szelvénymagasság nagyobb, mint 80 mm, valamint *közepes és könnyű idomacélokat,* ill. *rúdacélokat.* Ez utóbbiakhoz tartoznak azok az L, H és U szelvények, amelyek magassága kisebb 80 mm-nél, továbbá a *laposacélok* ($t \geq 5$ mm; $sz \leq 150$ mm), az L, T, Z szelvények, beleértve az éles sarkú L, U és T *szelvényeket is.*

A rúdacélok közé a köracél (≥8 mm), a *négyzet-, hatszög-* és *nyolcszögacél* sorolható.

A kovácsolásnál használt fontosabb általános és speciális díszítő jellegű rúdacélok a 2.5. táblázatban, az idomacélok a 2.6. táblázatban találhatók. A melegen és hidegen hengerelt acél finomlemezeket 0,5–2,8 mm vastagságban, 750–1500 mm szélességben és 1500–3000 mm hosszúságban gyártják. A melegen hengerelt durvalemezeket 3–40 mm vastagságban, 1000–2000 mm szélességben és 2000–8000 mm hosszúságban készítik.

## ANYAGMINŐSÉGEK. MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK

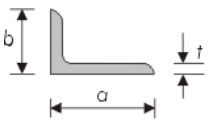
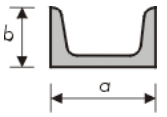
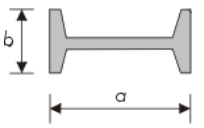
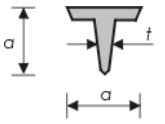
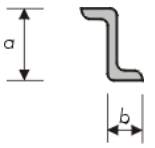
A fémmel dolgozó szakembereknek, iparművészeknek az acél fizikai tulajdonságainak ismeretére alapvetően szüksége van. A legfontosabb jellemzőket a 2.7. táblázat foglalja össze. Az acél *anyagsűrűsége* a fémek között is magas értékű. Ehhez azonban nagy szilárdság párosul, így a kész szerkezetek saját tömege a gyakorlatban szokásos nagyságrendű. Nagyméretű kapuk mozgatásánál, vagy akár hordozható vasládák méretválasztásánál a magas anyagsűrűséget figyelembe kell venni.

A *rugalmassági modulus* értéke kifejezi, hogy az acél rugalmas, de az alakváltozásokra (hidegen) kevésbé érzékeny anyag. Az egyéb fémekhez, alumíniumhoz, rézhez, horganyhoz képest – azonos viszonyok mellett – kisebb lehajlásokat, elcsavarodásokat szenved. A nyomott elemek kihajlásra, behorpadásra nem túl érzékenyek, bár vizsgálandók.

Kovácsoláskor *olvadáspontjuk* alatti hőmérsékleten kell az anyagokat felmelegíteni (l. a 2.1.2. pontot).

Az acél *hőtágulását* részben a megmunkálása során, részben a kész elemeknél kell figyelembe venni. Beépítéskor, szereléskor vagy egyéb anyagokkal való összeépítéskor a *tágulási hézagokat* biztosítani kell. Például 100 °C hőmérséklet-kü-

2.6. táblázat. Fontosabb idomacélok

| Megnevezés és alak | Méret, mm | | | | | | Szabvány száma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | legkisebb | | | legnagyobb | | | |
| Egyenlő szárú L acél | *a* | | *t* | *a* | | *t* | |
| | 20 | | 3 | 200 | | 20 | MSZ 328 |
| Egyenlőtlen szárú L acél | *a* | *b* | *t* | *a* | *b* | *t* | |
|  | 25 | 40 | 4 | 100 | 150 | 14 | MSZ 329 |
| U acél | *a* | | *b* | *a* | | *b* | |
|  | 50 | | 38 | 300 | | 100 | MSZ 326 |
| I acél | *a* | | *b* | *a* | | *b* | |
|  | 80 | | 42 | 400 | | 155 | MSZ 325 |
| Magas gerincű T acél | *a* | | *t* | *a* | | *t* | |
|  | 20 | | 3 | 75 | | 8 | MSZ 324 |
| Z acél | *a* | | *b* | *a* | | *b* | |
|  | 30 | | 15 | 60 | | 50 | MSZ 4311 |

2.7. táblázat. Szerkezeti acélok fizikai tulajdonságai

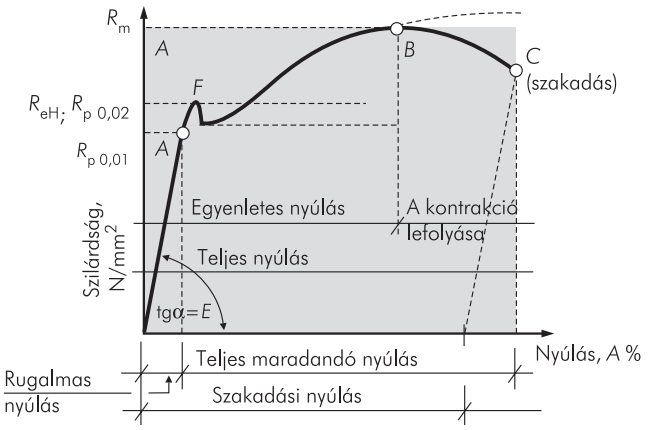
| Jellemzők | Átlagérték |
|---|---|
| Anyagsűrűség 20 °C-on, ρ, $t/m^3$ | 7,85 |
| Rugalmassági modulus, *E*, $N/mm^2$ | 206 000 |
| Nyírási rugalmassági modulus, *G*, $N/mm^2$ | 78 000 |
| Poisson-féle szám, ν | 0,3 |
| Olvadáspont, $t_0$ °C | 1450 |
| Forráspont, $t_f$, °C | 2500 |
| Hőtágulási együttható, $\alpha_v$, 1/k | $12 \times 10^{-6}$ |
| Hővezetési tényező 10 °C-on, λ, W/(m·K) | 58,1 |
| Fajhő 20 °C-on, c, kJ/(kg·K) | 0,46 |
| Fajlagos elektromos vezetés, γ, S/m | $10{,}4 \times 10^6$ |
| Súrlódási tényező, acél-acélon, $\mu_{Fe}$ | 0,14 |
| Súrlódási tényező, acél-fán, $\mu_{fa}$ | 0,6 |
| Brinell keménység A 38 acélnál, *HB*, $N/mm^2$ | 1050 |
| Brinell keménység 52 C acélnál, *HB*, $N/mm^2$ | 1450 |

lönbség esetén méterenként 1,2 mm hosszváltozás keletkezik.

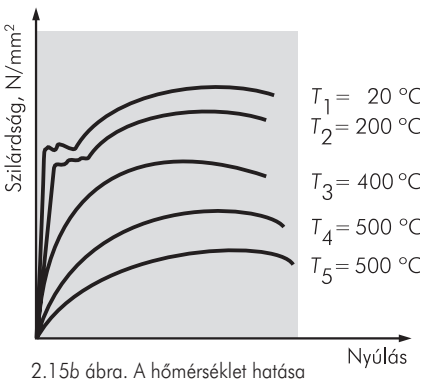
A *hővezetési tényező* ismerete az anyag melegítése, megmunkálása közben ad segítséget az anyag különböző helyeken mérhető hőmérsékleti viszonyaira.

A *súrlódási tényezők* szintén a megmunkálás és a szerelés közben adhatnak iránymutatást a szakemberek számára.

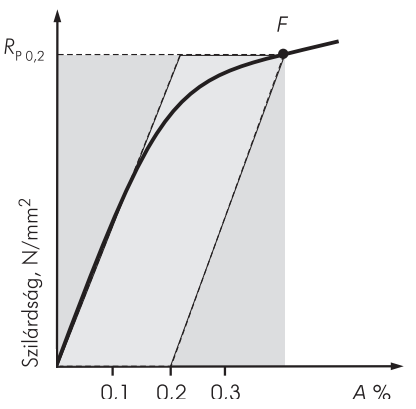
Az acél *Brinell-keménységének* kovácsolásnál, hajlításnál, fúrásnál, marásnál, szerelésnél stb. van szerepe, mert meghatározza, hogy puhább vagy keményebb fémmel van-e dolguk. A keménység a szilárdsággal együtt nő. A kész tárgyaknál vagy szerkezetnél is fontos lehet, hogy az anyag lágy vagy kemény fémből készült.



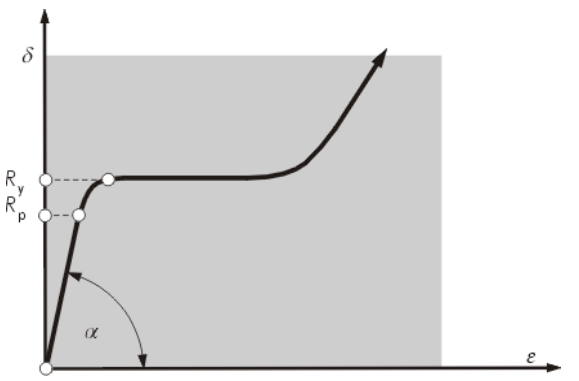

2.15*a* ábra. Ötvözetlen szerkezeti acélok húzódiagramja




2.15*b* ábra. A hőmérséklet hatása a húzódiagramra




2.16. ábra. Az acél egyezményes folyáshatára




2.17. ábra. Szívós anyag látszólagos (egyezményes) nyomó jelleggörbéje

## ÖTVÖZETLEN VAGY SZÉNACÉLOK

Az ötvözetlen vagy szénacélok lehetnek általános felhasználású szerkezeti acélok, vagy hegeszthető acélok.

Az anyagok *mechanikai tulajdonságaira* a statikus jelleggörbék adnak számszerű adatokat. Ezek megmutatják, hogy a próbapálcán végzett terhelési folyamat mellett a fajlagos alakváltozások és a feszültségek hogyan függenek össze. A feszültség fajtái szerint a jelleggörbék lehetnek *húzó, nyomó*, valamint *nyíró* jelleggörbék.

A jó képlékeny tulajdonságú ötvözetlen acélok *húzódiagramja* a 2.15*a* ábrán, a hőmérséklet hatása a húzódiagramra a 2.15*b* ábrán látható.

A húzott pálca nyúlása eleinte arányosan nő az erővel, ennek megfelelően a diagram egyenes szakasszal kezdődik, amely egészen az *arányossági határig* tart (*A* pont). Eddig érvényes a Hooke-törvény, amely szerint a fajlagos nyúlás egyenesen arányos a húzóerővel. Az *anyag rugalmassági modulusa* (*E*) a diagram egyenes szakaszának iránytangense. Az arányossági határtól kezdve a diagram fokozatosan görbülni kezd: a nyúlás már nem arányos az erővel (feszültséggel), és ha a terhelést megszüntetjük, *maradó alakváltozás* keletkezik. Mivel ez egyes anyagoknál nem mérhető, a gyakorlatban az arányossági határnak a 0,01%-os maradó alakváltozáshoz tartozó erőt (feszültséget) tekintik.

A próbapálca terhelését az arányossági határon túl terhelve az acél folyni kezd (*F* pont), és a pálca hirtelen nagymértékben megnyúlik. A legtöbb acélféleségnél ez markánsan jelentkezik és mérhető ($R_{eH}$), ahol nem, ott szintén az egyezményes *folyáshatárt* ($R_{p0,2}$) adják meg, vagyis azt a feszültséget, amely mellett a maradó nyúlás eléri a 0,2%-ot (2.16. ábra).

Ettől kezdve a nyúlás növeléséhez ismét növekvő erőre van szükség, amely a diagram legmagasabb, *B* pontjáig tart. Ezután a keresztmetszet befűződésszerűen csökkenni, *kontrahálni* kezd, az erő csökken, a pálca elszakad (*C* pont). A szakítószilárdság értéke:

$$R_m = F_{max}/A_0,$$

ahol $F_{max}$ a *B* ponthoz tartozó erő; $A_0$ pedig a próbapálca eredeti keresztmetszete.

A szakadási nyúlást rövid ($A_5$%), vagy hosszú jeltávolságú ($A_{10}$%) próbapálcán mérik. Ez a mutató az acél képlékenységének, alakíthatóságának legfontosabb paramétere. Kovácsoláskor célszerű 20% feletti szakadási nyúlással rendelkező anyagot felhasználni. A 10% alatti nyúlással rendelkező anyagok nehezen hajlíthatók, ridegek, repe-dékenyek.

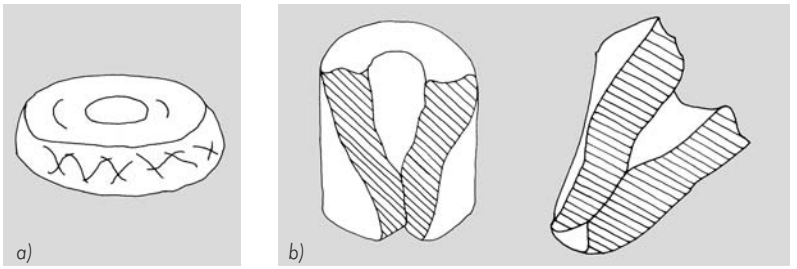
Az acél képlékenységének mértékére jellemző még a szakítóvizsgálatból megállapítható keresztmetszet-csökkenés vagy *kontrakció*, amelynek értéke:

$$\psi = \frac{A_0 - A_c}{A_c} \cdot 100\%$$

ahol $A_c$ a próbapálca keresztmetszete a szakadás helyén; $A_0$ pedig az eredeti keresztmetszet.

A melegen hengerelt képlékeny szénacélok nyomódiagramja a 2.17. ábrán látható. Itt nyomószilárdság – törés hiányában – nem állapítható meg. A tönkremenetelt a zömök próbatest széleinek berepedése jelzi (2.18*a* ábra). A rideg anyagok törésképe a 2.18*b* ábrán látható. A nyírószilárdság közelítő megállapítása a gyakorlatban technológiai nyírópróbával történik.

A szénacélok legnagyobb csoportja az MSZ 500 szerinti *általános rendeltetésű szerkezeti acél*. Ezek mechanikai tulajdonságait és fontosabb vegyi összetételét a 2.8. táblázat foglalja össze. Az acélok jelölése MSZ 500/81 szerinti. Itt az A betű utáni számjegy a szakítószilárdság alsó határát jelenti (kp/mm²-ben). Ezek a jelölések a gyakorlatban




2.18. ábra
Vastag falú csőből kialakított nyomópróbatestek tönkremenetele
*a*) szívós anyag;
*b*) rideg anyag

2.8. táblázat. Szerkezeti acélok mechanikai tulajdonságai az MSZ 500 szerint

| Acél jele | $R_m$, N/mm² | $R_{eH}$, N/mm² | $A_5$, % | Hajlítótüske átmérője* | Vegyi összetétel, % C | Si |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A0 | 310–490 | – | 20 | 3*t* | – | – |
| A34 | 330–430 | >215 | 28 | *t* | <0,18 | – |
| A34X | | | | | | ≤0,07 |
| A34B | | | | | | ≥ 0,10 |
| A38 | 370–480 | >235 | 24 | 2*t* | <0,25 | – |
| A38X | | | | | | <0,7 |
| A38B | | | | | ≤ 0,23 | ≥0,10 |
| A44 | 430–550 | >275 | 22 | 3*t* | <0,28 | ≥0,10 |
| A44B | | | | | <0,24 | ≥0,10 |
| A50 | 490–640 | >295 | 19 | – | – | ≥0,10 |
| A60 | 590–740 | >335 | 14 | – | – | ≥0,10 |
| A70 | >670 | – | 8 | – | – | ≥0,10 |

*A hajlítópróbánál a hajlítást 180°-ig kell végezni. *t* a hajlítópróbatest vastagságát jelenti

2.9. táblázat. Általános rendeltetésű és hegeszthető szerkezeti acélok összehasonlító táblázata

| EN 10025-91+A1-93 | MSZ 500-89 | MSZ 500-81 | MSZ 6280-82 | DIN 17100-81 |
|---|---|---|---|---|
| S185 | Fe310-0 | A0 | – | St33 |
| S235JR | Fe235B | A38 | – | St37-2 |
| S235JRG1 | Fe235BFU | A38X | – | USt37-2 |
| S235JRG2 | Fe235BFN | A38B | 37B | RSt37-2 |
| S235Jo | Fe235C | – | 37C | St37-2U |
| S235J2G3 | Fe235D | – | 37D | St37-3N |
| S235J2G4 | Fe235D | – | – | – |
| S275JR | Fe275B | A44 | 45B | St44-2 |
| S275Jo | Fe275C | – | 45C | QSt44-2 |
| S275J2G3 | Fe275D | – | 45D | St44-3U |
| S275J2G4 | Fe275D | – | – | – |
| S355JR | Fe355B | – | – | – |
| S355Jo | Fe355C | – | 52C | St52-3U |
| S355J2G3 | – | – | – | St52-3LI |
| S355J2G4 | – | – | – | – |
| S355K2G3 | Fe355D | – | 52D | – |
| S355K2G4 | Fe355D | – | – | – |
| E295 | Fe490-2 | A50 | – | St50-2 |
| E335 | Fe590-2 | A60 | – | St60-2 |
| E360 | Fe690-2 | A70 | – | St70-2 |

még ma is használatosak. A jelölésekben bekövetkezett változásokról, valamint az EN (EURO-NORM) és a DIN szabványok szerinti azonosításról a 2.9. táblázat tájékoztat.

Az összehasonlító táblázatban szerepelnek az MSZ 6280 szerinti *hegeszthető acélok* is. Ezek eredeti jelölése és mechanikai tulajdonságai a 2.10. táblázatban találhatók. Az emelt folyáshatárú anyagok jelölése E betűvel kezdődik, amit a min. folyáshatár N/mm²-ben kifejezett értéke és a ridegtörési hajlam nagyságára utaló betűjel követ. A hegeszthető acélok vegyi összetétele a 2.11. táblázatban látható.

A 0,5–3,0 mm vastag *finomlemezek* és szalagok az alakíthatóság (H = hajlítható; M = mélyhúz-ható; K = kiválóan mélyhúzható; KÖ = kiválóan mélyhúzható, öregedésgátló), a hengerlési eljárás, valamint a felületi fokozat (1–3) alapján adják meg (MSZ 23). A mélyhúzható lemezek szakadási nyúlása ($A_{80}$%) 23–34% között van. A gyártó műnek (kereskedőnek) – fentiek igazolására – az anyag mechanikai tulajdonságairól minőségi bizonyítványt kell kiállítania.

Az acélok minőségére jellemző szakítószilárdsághoz és a folyáshatárhoz hasonlóan N/mm²-ben fejezhető ki az *alakítással szembeni ellenállás.*

Ha két párhuzamos nyomólap között képlékeny acéltestet összenyomunk, az alakítás erőszükséglete:

$$F = KA,$$

ahol $K$ az érintkező felületen fellépő fajlagos felületi nyomás, azaz alakítási ellenállás, N/mm²; $A$ az érintkező felület nagysága, mm².

Ez az érték az acél nyomódiagramjánál meghatározott folyáshatárhoz áll legközelebb. Az acéloknál a húzásból és a nyomásból eredő folyáshatár értékének eltérése 20%-on belül van.

Az előző összefüggés azonban csak iránymutató (statikus) adat, mert az alakítás erőszükséglete az *anyagminőségen* túl függ a kovácsolás *hőmérsékletétől,* az alakítás *sebességétől,* az *alakítási viszonytól* és a *súrlódási tényezőtől.*

A 2.12. táblázat az acél széntartalmától és hőmérsékletétől függő *melegszilárdsági* értékeket tartalmazza. Leegyszerűsítve: a szilárdság a széntartalom növekedésével nő, a hőmérséklet növelésével csökken.

Az acél melegalakítási ellenállása gépi kalapács alatt a gyors ütések miatt mindig nagyobb, mint a lassú sajtolásnál (2.13. táblázat). A gépi kalapács „medvéje" kb. 7 m/s sebességgel mozog.

2.10. táblázat. Acélok hegesztett szerkezetekhez az MSZ 6280 szerint

| Az acélminőség jele | Szakítószilárdság, $R_m$, N/mm² | Folyáshatár, $R_{eH}$, N/mm², legalább | | | Szakadási nyúlás, $A_5$, % legalább | | Ütővizsgálat | | A 180°-os hajlítóvizsgálat tüskeátmérője (a = próbatest vastagsága, mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ha a szelvényvastagság, illetve átmérő mm-ben | | | hossz- | kereszt- | vizsgálati hőmérséklet, °C | ütőmunka, KV, J, legalább | hossz- | kereszt- |
| | | 16-ig | 16 felett 40-ig | 40 felett | irányú próbatesten | | hosszirányú próbatesten | | irányú próbatesten | |
| 37B | 360–460 | 235 | 235 | 215 | 26 | 24 | +20 | 27 | a | 1,5a |
| 37C | | | | | | | 0 | | | |
| 37D | 440–550 | 295 | 275 | 255 | 24 | 22 | –20 | 27 | 2a | 3a |
| 45B | | | | | | | +20 | | | |
| 45C | | | | | | | 0 | | | |
| 45D | | | | | | | –20 | | | |
| | | 16-ig | 16 felett 35-ig | 35 felett 50-ig / 50 felett | | | | | | |
| 52C | 490–610 | 355 | 355 | 345 | 335 | 23 | 21 | 0 | 40 | 2a | 3a |
| 52D | | | | | | | –20 | | | |
| 52E | | | | | | | –50 | 27 | | |
| E420C | 520–680 | 420 | 410 | 400 | 380 | 19 | 17 | 0 | 40 | 2a | 3a |
| E420D | | | | | | | –20 | | | |
| E420E | | | | | | | –50 | 27 | | |
| E460C | 550–720 | 460 | 450 | 420 | 420 | 17 | 15 | 0 | 40 | 3a | 4a |
| E460D | | | | | | | –20 | | | |
| E460E | | | | | | | –50 | 27 | 3a | 4a |

2.11. táblázat. A hegeszthető anyagok vegyi összetétele (MSZ 6280)

| Anyagminőség | Vegyi összetétel, % (értékhatár között, ill. max.) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Cu | Al, összes |
| 37B–EY60E | 0,18–0,2 | 1,3–1,7 | 0,15–0,5 | 0,035–0,04 | 0,035–0,04 | 0,25–0,3 | 0,3–1,5 | 0,3 | ≥0,015 |

2.12. táblázat. A széntartalomtól és a hőmérséklettől függő melegszilárdság, N/mm²

| Hőmérséklet, t, °C | Széntartalom, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0,2–0,3 | 0,4–0,5 | 0,6–0,7 | 0,8–0,9 |
| 20 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| 200 | 420 | 610 | 830 | 1030 |
| 300 | 540 | 660 | 920 | 1090 |
| 400 | 420 | 620 | 720 | 900 |
| 600 | 160 | 240 | 400 | 520 |
| 800 | 66 | 110 | 155 | 230 |
| 1000 | 43 | 54 | 75 | 109 |
| 1100 | 22 | 35 | 51 | 68 |
| 1150 | 19 | 23 | 36 | 50 |
| 1200 | 14 | 20 | 24 | 30 |
| 1250 | 11 | 16 | – | – |

2.13. TÁBLÁZAT. A *K* alakítási ellenállás, N/mm²

| Hőmérséklet, t, °C | Alakítási sebesség, v, m/s | |
|---|---|---|
| | 0,5 | 7 |
| 700 | 120 | 320 |
| 800 | 70 | 180 |
| 900 | 90 | 190 |
| 1000 | 70 | 170 |
| 1100 | 50 | 120 |
| 1200 | 30 | 80 |

Az *alakítási viszony* az alakítás során fellépő méretkülönbség viszonya az eredeti mérethez.

A súrlódási tényezőnek a süllyesztékes (odorban történő) kovácsolásnál van elsősorban jelentősége.

## ÖTVÖZÖTT (ROZSDAMENTES) ACÉLOK

A *légköri korrózionak ellenálló*, MSZ 6259 szerinti krómmal, rézzel, nikkellel gyengén ötvözött anyagból melegen hengerelt durva- és finomlemezt, rúd- és idomacélt, abroncs- és szélesacélt, kovácsolt terméket és acélcsövet gyártanak. Az ilyen anyagból készült szerkezeten szilárdan tapadó tömör oxidos fedőréteg, védőrozsda képződik, amely az acélt védi a további korróziótól, ill. a korróziót lényegesen lassítja.

Az LK jelű anyagok mechanikai tulajdonságait a 2.14. táblázat tartalmazza. Ezeket magasabb igények esetén vagy korrózionak fokozottan kitett helyeken használják; ilyen anyagoknál még a LÉGKOR,

2.14. táblázat. Légköri korrózionak ellenálló szerkezeti acélok mechanikai tulajdonságai

| Az acélminőség jele | Szakítószilárdság, N/mm² | Folyáshatár, $R_{eH2}$, legalább, N/mm² | | | | Szakadási nyúlás, $A_5$, %, legalább | | Ütővizsgálat | | A 180°-os hajlítóvizsgálat tüskeátmérője, mm (a = próbatest vastagsága, mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a szelvényvastagság, illetve átmérő mm-ben | | | | hossz- | kereszt- | vizsgálati hőmérséklet, °C | ütőmunka, KV, J, legalább | hossz- | kereszt- |
| | | 16-ig | 16 felett 40-ig | | 40 felett | irányú próbatesten | | hosszirányú próbatesten | | irányú próbatesten | |
| LK 37 B | 360–490 | 235 | 225 | | 215 | 26 | 24 | +20 | 27 | a | 1,5a |
| LK 37 C | | | | | | | | 0 | | | |
| LK 37 D | | | | | | | | –20 | | | |
| LK 45 B | 440–590 | 295 | 275 | | 255 | 24 | 22 | +20 | 27 | 2a | 3a |
| LK 45 C | | | | | | | | 0 | | | |
| LK 45 D | | | | | | | | –20 | | | |
| | | 16-ig 35-ig | 16 felett 50-ig | 35 felett | 50 felett | | | | | | |
| LK 52 B | 490–630 | 355 | 345 | 335 | 325 | 23 | 21 | +20 | 40 | 2a | 3a |
| LK 52 C | | | | | | | | 0 | | | |
| LK 52 D | | | | | | | | –20 | | | |

2.15. táblázat. A légköri korrózionak ellenálló szerkezeti acélok vegyi összetétele

| Az acélminőség jele | Vegyi összetétel, % (értékhatár között, ill. max.) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Cu | Mo |
| LK 37 B | 0,13 | 0,60 | 0,15–0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5–0,8 | 0,2–0,4 | 0,2–0,4 | |
| LK 37 D | 0,13 | 0,60 | 0,15–0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5–0,8 | 0,2–0,4 | 0,2–0,5 | |
| LK 52 D | 0,15 | 1,30 | 0,15–0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5–1,0 | 0,3–0,6 | 0,2–0,5 | 0,3 |

2.16. táblázat. Rozsdamentes (korrózióálló) ötvözött acélok vegyi összetétele és mechanikai tulajdonságai

| Anyagjel DIN 17007 | Rövidített megjelölés DIN 17006 | C, % | Si, % | Mn, % | Cr, % | Mo, % | Ni, % | Egyéb, % | $R_{0,2}$, N/mm² | HB, N/mm² | $R_m$, N/mm² | $A_{80}$*, % | $A_{80}$**, % | Tulajdonságok és felhasználási területek | Más jelölés, MSZ | AISI/SIS specifikáció |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Rozsdamentes acélok (ausztenites)* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4301 | X5 CrNi 1810 | 0,07 | 1,0 | 2,0 | 17,0 19,0 | | 8,5 10,5 | | 220 | 2350 | 550 750 | 35 | 40 | Víz, enyhén szennyezett víz, élelmiszerek, szerves savak esetén, általában 4,5-ös pH-ig, klórtartalom mentes közegben | V2A *KO 33* | *304/2333* |
| 1.4306 | X2 CrNi 1911 | 0,03 | 1,0 | 2,0 | 18,0 20,0 | | 10,0 12,5 | | 220 | 2700 | 520 670 | 35 | 40 | | *KO 41 Lc* | 304L2352 |
| 1.4541 | X6 CrNiTi 1810 | 0,08 | 1,0 | 2,0 | 17,0 19,0 | | 9,0 12,0 | Ti≥5×%C | 230 | 2600 | 540 740 | 35 | 40 | | *KO 36 Ti* | 321/2337 |
| 1.4401 | X5 CrNiMo 17122 | 0,07 | 1,0 | 2,0 | 16,5 18,5 | 2,0 2,5 | 10,5 13,5 | | 240 | 2450 2700 | 550 700 | 35 | 40 | Az előző csoportnál nagyobb ellenállás jellemző. Ajánlott vegyipari berendezésekben, papíriparban, ill. magasabb klórtartalomnál | V4A | 316/2347 |
| 1.4404 | X2 CrNiMo 17132 | 0,03 | 1,0 | 2,0 | 16,5 18,5 | 2,0 2,5 | 11,0 14,0 | | 240 | 2250 2700 | 550 700 | 35 | 40 | | | 316 L |
| 1.4571 | X6 CrNiMoTi 17122 | 0,08 | 1,0 | 2,0 | 16,5 18,5 | 2,0 2,5 | 10,5 13,5 | Ti≥5×%C | 240 | 2700 | 540 690 | 35 | 40 | | *KO 35 Ti* | 316 Ti/2353 |
| 1.4435 | X2 CrNiMo 18143 | 0,03 | 1,0 | 2,0 | 17,0 18,5 | 2,5 3,0 | 12,5 15,0 | | 240 | 2250 2700 | 540 690 | 35 | 40 | Az előző csoportnál nagyobb ellenállóképesség nem oxidáló savakkal és klórtartalmú közegekkel szemben | V44A Supra *KO 38 Lc* | 2343 esetleg: 316L/2353 |
| 1.4436 | X2 CrNiMo | 0,07 | 1,0 | 2,0 | 16,5 | 2,5 | 11,0 | | 240 | 2400 | 550 | 35 | 40 | | | |
| | 17133 | | | | 18,5 | 3,0 | 14,0 | | | 2700 | 700 | | | | | |
| 1.4438 | X2 CrNiMo 18164 | 0,03 | 1,0 | 2,0 | 17,5 19,5 | 3,0 4,0 | 14,0 17,0 | | 220 | 2300 2500 | 500 700 | 35 | 40 | | V18A *KO 42 Lc* | 317 L/2367 NK |

*Szakadási nyúlás hosszirányban; **szakadási nyúlás keresztirányban.

2.16. táblázat. Rozsdamentes (korrózióálló) ötvözött acélok vegyi összetétele és mechanikai tulajdonságai *(Folytatás)*

| Anyagjel DIN 17007 | Rövidített megjelölés DIN 17006 | C, % | Si, % | Mn, % | Cr, % | Mo, % | Ni, % | Egyéb, % | $R_{0,2}$, N/mm² | HB, N/mm² | $R_m$, N/mm² | $A_{80}$*, % | $A_{80}$**, % | Tulajdonságok és felhasználási területek | Más jelölés, MSZ | AISI/SIS specifikáció |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.4406 | X2 CrNiMoN 17122 | 0,03 | 1,0 | 2,0<br>18,5 | 16,5<br>2,5 | 2,0<br>13,5 | 10,5<br>0,20 | N = 0,12<br>0,20 | 280 | 3100 | 580<br>800 | 30 | 35 | Az előző csoportnál nagyobb ellenállóképesség, nagy szövetszerkezeti stabilitás, nagy szilárdság | | 316 LN |
| 1.4439 | X2 CrNiMo 17135 | 0,03 | 1,0 | 2,0 | 16,5<br>18,5 | 4,0<br>5,0 | 12,5<br>14,5 | N = 0,12<br>0,22 | 300 | 3150 | 600<br>800 | 30 | 35 | Nagy ellenállóképesség nem oxidáló savakban és klórtartalmú közegekben, pl. tengervíz és hipoklorid oldatok | ASN 5 W<br>Novnox<br>AS 175h | 317 LN |
| *Rozsdamentes acélok (ferrites)* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4509 | X6 CrTiNb 12 | 0,03 | 1,0 | 1,0 | 17,5<br>19,5 | – | – | Ti = 0,1–0,5<br>Nb = 0,6–0,9 | ≥290 | – | 420<br>600 | 18 | – | Berendezések hegesztett elemeihez, gyenge savak és lúgok hatásainak kitett helyeken | 4509 | 441 |
| 1.4510 | X6 CrTi 17 | 0,08 | 1,0 | 1,0 | 16,0<br>18,0 | – | – | C = max.0,08<br>Ti = 7 x %C<br>(max. 1,2) | ≥270 | – | 430<br>600 | 18 | – | | 4510<br>*KO 4 Ti* | 430 Ti |
| 1.4511 | X6 CrNb 17 | 0,08 | 1,0 | 1,0 | 16,0<br>18,0 | – | – | Nb≥12 x %C | 250 | – | 450<br>600 | 18 | – | Magas SCC ellenállóság forró, vízzel hígított kloridtartalmú oldatokban | 4511 | 430 Nb |
| 1.4512 | X6 CrTi 12 | 0,08 | 1,0 | 1,0 | 10,5<br>12,5 | – | – | Ti≥6 x %C<br>Ti<1 | 200 | – | 390<br>560 | 18 | – | Kipufogóberendezések | 4512 | 409 |
| *Rozsdamentes acélok (ferrites martenzites)* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4016 | X6 Cr 17 | 0,08 | 1,0 | 1,0 | 16,5 | – | – | | 270 | 1850 | 450<br>600 | – | 20 | Ipari és háztartási mosógépek, mosogatók, mélyhúzott és polírozható alkatrészek | *KO 3*<br>*H16* | 430 |
| 1.4034 | X46 Cr 13 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 12,5<br>14,5 | – | – | | – | 2500 | 800 | – | – | Kések, ollók, vágószerszámok, mérőberendezések, csapágyak | *KO 13* | |
| *Hőálló acélok (ausztenites)* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4878 | X12 CrNiTi 18 9 | 0,12 | 1,0 | 2,0 | 17,0<br>19,0 | – | 9,0<br>12,0 | Ti≥4 x %C | 190<br>210 | – | 500<br>700 | $A_5$≥40% | $A_5$≥30% | Nitrogéntartalmú gázok kevés oxigénnel | NCT E/8A | 348 |
| 1.4828 | X15 CrNiSi 20 12 | 0,2 | 2,5<br>1,5 | 2,0 | 19,0<br>21,0 | – | 11,0<br>13,0 | | 230 | – | 500<br>750 | $A_5$≥30% | $A_5$≥22% | | CT 1 A<br>*H8* | 309 |
| 1.4841 | X15 CrNiSi 25 12 | 0,2 | 1,5<br>2,5 | 2,0 | 24,0<br>26,0 | – | 19,0<br>22,0 | | 230 | – | 550<br>800 | $A_5$≥30% | $A_5$≥22% | | NCT 3/12A<br>*H10* | 310 |
| 1.4845 | X12 CrNi 25 21 | 0,15 | 0,75 | 2,0 | 24,0<br>26,0 | – | 19,0<br>22,0 | | 210 | – | 500<br>750 | $A_5$≥30% | $A_5$≥26% | | | 310S/2361 |
| 1.4876 | X10 NiCrAlTi 3220 | 0,04<br>0,1 | 1,0 | 2,0 | 19,0<br>23,0 | – | 30,0<br>34,0 | Ti=0,15–0,6<br>Al=0,15–0,6 | 210 | 2000 | 500<br>700 | $A_5$≥30% | $A_5$≥22% | Cementáló gázokhoz | Incoloy 800 | UNS N 08800 |
| *Különlegesen korrózióálló ötvözetek* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4858 | NiCr 21 Mo | 0,03 | 0,5 | 1,0 | 20<br>22 | 2,5<br>3,5 | 38<br>42 | Cu=1,5–3<br>Ti=0,6–1 | 220 | 2500 | ≥550 | $A_5$≥30% | – | Erős korróziónak ellenálló ötvözet | Incoloy 825<br>Nicrofer 4221 | No 8825 |
| 2.4856 | NiCr 22 Mo 9 Nb | 0,10 | 0,5 | 1,0 | 21<br>23 | 8,5<br>9,5 | maradék | Fe<<br>max. 0,4<br>Ta/Nb 4 | 300 | – | ≥800 | – | – | Nagy ellenálló képesség kéntartalmú savakkal és tengervízzel szemben | Inconel 625<br>Nicrofer 6020 | No 6625 |
| *Különlegesen hőálló ötvözetek* | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4851 | NiCr 23 Fe | 0,10 | – | – | 22<br>24 | – | 59<br>63 | Al=1,1–1,6<br>Fe=13–15<br>Ti=0,3–0,5 | 240 | – | ≥600 | $A_5$≥30% | – | Berendezések hegesztett elemeihez, gyenge savak és lúgok hatásainak kitett helyeken | Nicrofer 6023 H<br>alloy 601 H | |
| 2.4816 | NiCr 15 Fe | 0,05<br>0,10 | 0,2<br>0,5 | – | 15<br>17 | – | 72<br>76 | Fe=7–10<br>Ti=0,1–0,4 | 180 | – | ≥500 | $A_5$≥35% | – | | Nicrofer 7216 H<br>alloy 600 H | |

*Szakadási nyúlás hosszirányban; **szakadási nyúlás keresztirányban.

2.17. táblázat. Anyagminőségek nemzetközi összehasonlító táblázata

| DIN 17007 | DIN 17006 | MSZ (magyar) | EURONORM (nemzetközi) | AISI/SAE (USA) | AFNOR NF (francia) | GOST (orosz) | B.S. (angol) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.4000 | X 6 Cr 13 | KO 1 | X 6 Cr 13 | 403 | Z 6 C 13 | 08Ch13 | 403 S 17 |
| 1.4002 | X 6 CrAl 13 | | X 6 CrAl 13 | 405 | Z 6 CA 13 | | 405 S 17 |
| 1.4006 | X 10 Cr 13 | KO 2 | X 10 Cr 13 | 410 | Z 12 C 13 | 12Ch13 | 410 S 21 |
| 1.4016 | X 6 Cr 17 | KO 3, H 16 | X 6 Cr 17 | 430 | Z 8 C 17 | 12Ch17 | 430 S 15 |
| 1.4021 | X 20 Cr 13 | KO 11 | X 20 Cr 13 | 420 | Z 20 C 13 | 20Ch13 | 420 S 37 |
| 1.4024 | X 15 Cr 13 | | X 10 Cr 13 | | | | 420 S 29 |
| 1.4028 | X 30 Cr 13 | KO 12 | X 30 Cr 13 | | Z 30 C 13 | 30Ch13 | 420 S 45 |
| 1.4034 | X 46 Cr 13 | KO 13 | X 40 Cr 13 | | Z 40 C 14 | 40Ch13 | 420 S 45 |
| 1.4057 | X 20 CrNi 17 2 | KO 16 | X 19 CrNi 17 2 | 431 | Z 15 CN 16-02 | 20Ch17N2 | 431 S 29 |
| 1.4104 | X 12 CrMoS 17 | KO 3 S | X 6 CrMoS 17 | 430 F | Z 10 CF 17 | | |
| 1.4112 | X 90 CrMoV 18 | | | 440 B | | | |
| 1.4113 | X 6 CrMo 17 | KO 6 | X 6 CrMo 17 | 434 | Z 8 CD 17-01 | | 434 S 17 |
| 1.4125 | X 105 CrMo 17 | KO 14 | | 440 C | Z 100 CD 17 | | |
| 1.4301 | X 5 CrNi 18 10 | KO 33 | X 5 CrNi 18 10 | 304 | Z 6 CN 18-09 | 08CH18N10 | 304 S 15 |
| 1.4303 | X 5 CrNi 18 12 | | X 5 CrNi 18 10 | 308 | Z 8 CN 18-12 | 06Ch18N11 | 305 S 19 |
| 1.4305 | X 10 CrNiS 18 9 | KO 36 S | X 10 CrNiS 18 9 | 303 | Z 10 CNF 18-09 | | 303 S 21 |
| 1.4306 | X 2 CrNi 19 11 | KO 41 LC | X 2 CrNi 18 10 | 304 L | Z 2 CN 18-09 | 03Ch18N11 | 304 S 12 |
| 1.4311 | X 2 CrNiN 18 10 | | X 2 CrNiN 18 10 | 304 LN | Z 2 CN 18-10 Az | | 304 S 62 |
| 1.4313 | X 5 CrNi 13 4 | | | | Z 5 CN 13-04 | | 425 C 11 |
| 1.4401 | X 5 CrNiMo 17 12 2 | | X 5 CrNiMo 17 12 2 | 316 | Z 6 CND 17-11 | | 316 S 16 |
| 1.4406 | X 2 CrNiMoN 17 12 2 | | X 2 CrNiMoN 17 12 2 | 316 LN | Z 2 CND 17-12 Az | | 316 S 61 |
| 1.4429 | X 2 CrNiMoN 17 13 3 | | X 2 CrNiMoN 17 13 3 | 316 LN | Z 2 CND 17-13 Az | | 316 S 62 |
| 1.4435 | X 2 CrNiMo 18 14 3 | KO 38 LC | X 2 CrNiMo 17 13 3 | 316 L | Z 2 CND 17-13 | | 316 S 11 |
| 1.4436 | X 5 CrNiMo 17 13 3 | | X 5 CrNiMo 17 13 3 | 316 | Z 6 CND 17-12 | | 316 S 16 |
| 1.4438 | X 2 CrNiMo 18 16 4 | KO 42 LC | X 2 CrNiMo 18 16 4 | 317 L | Z 2 CND 19-15 | | 317 S 12 |
| 1.4460 | X 8 CrNiMo 27 5 | | | 329 | | | |
| 1.4510 | X 6 CrTi 17 | KO 4 Ti | X 5 CrTi 17 | 430 Ti | Z 8 CT 17 | 08Ch17T | |
| 1.4511 | X 6 CrNb 17 | | | | Z 8 CNb 17 | | |
| 1.4512 | X 6 CrTi 12 | | X 5 CrTi 12 | 409 | Z 6 CT 12 | | 409 S 19 |
| 1.4539 | X 2 NiCrMoCu 25 20 5 | KO 44 ELC | | | Z 1 NCDU 25-20 | | |
| 1.4541 | X 6 CrNiTi 18 10 | KO 36 Ti, KO 37 Ti | X 6 CrNiTi 18 10 | 321 | Z 6 CNT 18-10 | 12Ch18N10T | 321 S 12 |
| 1.4542 | X 5 CrNiCuNb 17 4 | | | 630 | Z 6 CNU 17-04 | | |
| 1.4550 | X 6 CrNiNb 18 10 | | X 6 CrNiNb 18 10 | 347 | Z 6 CNNb 18-10 | 08Ch18N12B | 347 S 17 |
| 1.4571 | X 6 CrNiMoTi 17 12 2 | KO 35 Ti | X 6 CrNiMoTi 17 12 2 | 316 Ti | Z 6 CNDT 17-12 | | 320 S 31 |

CORTEN vagy KORELL elnevezés is használatos. Hegesztésükhöz időjárásálló hegesztőanyagot alkalmaznak; a beépített szegecsek, csavarok is rozsdamentes anyagból készülnek.

A *légköri korrózionak ellenálló* szerkezeti acélok vegyi összetétele a 2.15. táblázatban látható. A 0,15% alatti széntartalom alapján ezek az anyagok a jól kovácsolható kategóriába sorolhatók. Szilárdsági értékeik a szénacélok megfelelő minőségi kategóriáival azonosak, így az alakítási ellenállásuk is hasonló.

Külső felhasználás esetén az LK jelű anyagok felületkezeléséről is célszerű gondoskodni.

Egyes *rozsdamentes (korrózióálló) ötvözött acélok* vegyi összetételét és mechanikai tulajdonságait a 2.16. táblázat foglalja össze. Az acélok jelölése a DIN szabványok szerinti, de a vonatkozó MSZ 4360 jelölései is megtalálhatók, így azonosíthatók. A rozsdamentes acélok anyagminőségének nemzetközi összehasonlítását a 2.17. táblázat tartalmazza. Itt már az EN (EURONORM) jelölései is szerepelnek.

*Korrózióállónak* minősülnek az agresszív közegekkel szemben ellenálló képességet tanúsító acélok. Ezek legalább 12 tömegszázalékban tartalmaznak krómot, és széntartalmuk kisebb, mint 1,2%.

A rozsdamentes acélok alakító megmunkálásoknál, hegesztésnél a közönséges szénacélokhoz képest másként viselkednek. Kovácsoláskor nagyobb erők lépnek fel, így fokozottabb az energiaszükséglet. Ez utóbbi következtében a fellépő mechanikai és hődeformációk nagyobbak, és jobban befolyásolják a tárgyak geometriai méretpontosságát. A megmunkálás környezetéből a felesleges hő sokkal lassabban tud eltávozni, s ennek nyomán nő a helyi túlmelegedés veszélye. Ezekre az ötvözött acélokra jellemző felkeményedési folyamat a nagy alakváltozásokkal járó megmunkálásoknál nem kívánatos szakadáshoz vezethet. A jelentős alakváltozás zónájában felületdurvulás jelentkezik. A legtöbb KO jelű anyag tükörfényesre polírozható.

A kovácsolást rozsdamentes, tiszta környezetben, csak erre a célra használatos szerszámokkal szabad végezni, mert ha a megmunkálás során idegen rozsda kerül az anyagba vagy annak felületére, korróziós folyamat indul el.

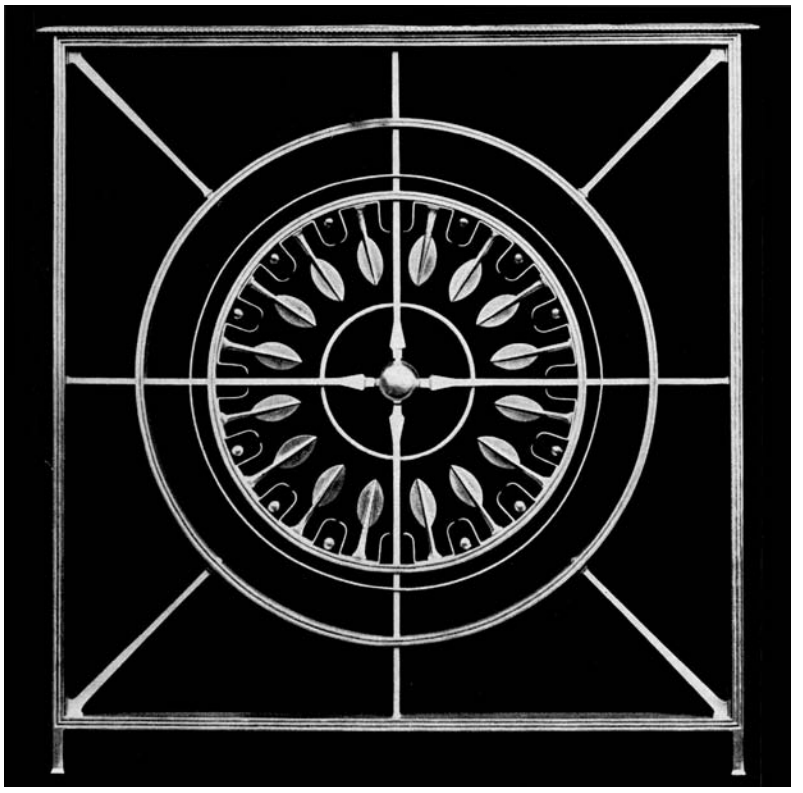
Néhány kivétellel (X46Cr 13; X6Cr 17) az ilyen anyagok hegeszthetők normál vagy különleges munkarenddel. Erre vonatkozóan az MSZ 4360 ad részletesebb tájékoztatást.

Összefoglalva megállapítható, hogy az ötvözött, rozsdamentes acél kovácsolása, hegesztése az ötvözetlen szerkezeti acélokhoz képest nehezebb, nagyobb szakértelmet kíván, és elkészítése költ-

2.19a ábra. „Lator”. Seregi György alkotása, 1995, (33×11 cm). Készült rozsdamentes acélból

2.19*b* ábra. Hátsó nézet

ségesebb. Ha ehhez hozzátesszük, hogy az anyag ára 8–10 szerese a szénacélénak, akkor érthető, hogy felhasználása szűk területre korlátozódik. Alkalmazása ott javasolható, ahol nagy a korróziós hatás (pl. kerti, utcai bútorok), vagy az anyagárat a befektetett munka művészi értéke jelentősen meghaladja. Ilyenek lehetnek a fémből készült képzőművészeti alkotások. A 2.19*a, b* ábrán látható „Lator" c. kisplasztika 30 mm átmérőjű, rozsdamentes köracélból, kovácsolással készült.



2.20. ábra. Könnyűfém rács részlete [27]

## AZ ALUMÍNIUM ÉS ÖTVÖZETEI

Az alumíniumot és ötvözeteit a 20. század fémének nevezik. Ellentétben a bronzzal vagy a vassal, előállítása, a felhasználásával kapcsolatos tapasztalatok nem tekintenek évezredes múltra.

Az alumíniumot bauxitból állítják elő úgy, hogy először a Bayer-féle nedves-lúgos eljárással timföldet ($Al_2O_3$), majd a kohókban a timföldből elektrolízissel fémet készítenek. Az így nyert kohóalumínium tisztasága 99,0–99,9%-os. Ez a „színalumínium" jó korrózió-ellenálló képességű, de viszonylag kis szilárdságú és keménységű fém. Az alumínium tulajdonságai ötvözéssel tág határok között változtathatók. Az alakítható alumíniumötvözetek típusait a 2.18. táblázat tartalmazza. A nemesíthető ötvözetek mechanikai tulajdonságai hőkezeléssel javíthatók, ezért ezek melegítéskor (hegesztéskor, kovácsoláskor) elvesztik nemes tulajdonságaikat, így csak a nemesítés előtti állapottal lehet számolni [25]. A kovácsolás alapanyaga rendszerint alumíniumötvözet. A kovács iparművészek ma még ritkán használják, mert nehezebben, a technológiai előírások pontos betartásával lehet kovácsolni. A kevés gyakorlati tapasztalat ellenére a jövőben a művészi kovácsolás fontos alapanyaga lehet az alumínium. Ezt indokolja a vasnál jobb korrózió-ellenálló képessége, esetenként felületi simasága (polírozhatósága), könnyed megjelenése, kis saját tömege (2.20. ábra) [27].

### AZ ALUMÍNIUM ÉS ÖTVÖZETEINEK SZÖVETSZERKEZETE ÉS VISELKEDÉSE HŐ HATÁSÁRA

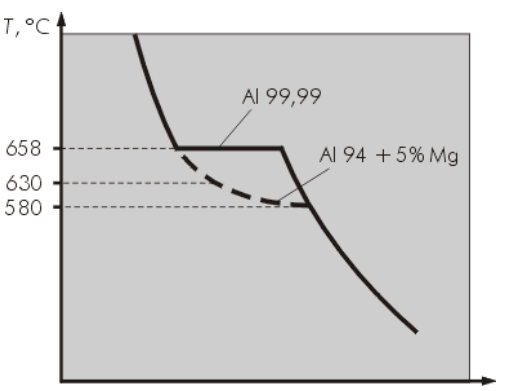
Az alumíniumatomok a fém dermedésekor *lapközepes köbös térrácsban* kristályosodnak, amely alakzat egyike a szoros térkitöltésű térrácsoknak. A színalumínium rácsrendszere a hőmérséklet függvényében egészen az olvadáspontig nem változik – ellentétben a vassal –, allotrop átalakulást nem szenved. Az alumíniumatomok az olvadáspontnál kisebb hőmérsékleten (658 °C) egymáshoz képest meghatározott helyet foglalnak el, egymással kötésben vannak.

Az alumíniumötvözetek kristályos szerkezete mind az összetétel, mind a hőmérséklet függvényében változik. Ez azt jelenti, hogy az alapfém oldóképessége a hőmérséklettel növekedhet. A hőmérséklet és a koncentráció (összetétel) változásával új fázis jelenhet meg. A lehűlési görbék vizsgálata azt mutatja, hogy a színfémek adott hőmérsékleten, az ötvözetek pedig hőközben kristályosodnak. A 2.21. ábra színalumínium és 5% Mg-tartalmú Al-ötvözet lehűlési görbéjét mutatja. Eszerint a nagy tisztaságú alumínium 658 °C-on, az ötvözet 630–580 °C hőközben dermed meg. Egyes alumíniumötvözetek dermedési hőközét és fizikai tulajdonságait a 2.19. táblázat foglalja össze.

A fázisok közötti egyensúlyok, a kritikus hőmérsékletek (olvadáspont, allotrop átalakulás, a

2.18. táblázat. Az alakítható alumíniumötvözetek típusai

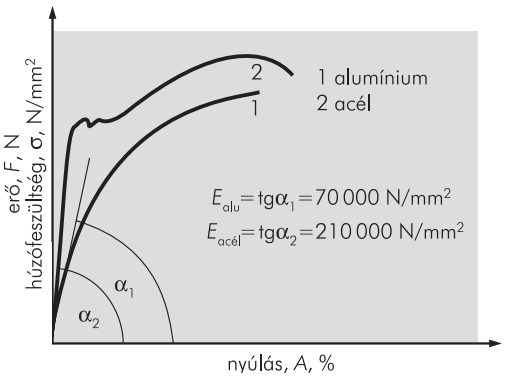
| Csoport | Mg% | Si% | Cu% | Zn% | Mn% | Ti% | Megjegyzés |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AlMn | | | | | 1,0 | | nem nemesíthető |
| AlMg | 1–5 | | | | | | nem nemesíthető |
| AlMgSi | 0,5–1,5 | 0,5–1,5 | | | 0–1 | | nemesíthető |
| AlZnMg | 2,5<br>2,5 | | <br>1,5 | 3,5<br>6 | | 0,2 | nemesíthető<br>nemesíthető |
| AlCuMg | 0,3–1,5 | | 2–5 | | 0–0,8 | | nemesíthető |




2.21. ábra. 99,99% Al- és 94,99% Al + 5% Mg-tartalmú Al-ötvözet lehűlési görbéje

2.19. táblázat. Az alumíniumötvözetek fizikai tulajdonságai

| Ötvözet | Anyagsűrűség, t/m³ | Dermedési hőköz, °C | Hővezető képesség, cal/cm·s·°C | Hőtágulási együttható (20–100 °C), cm/cm·°C·10⁻⁶ |
|---|---|---|---|---|
| AlMn | 2,73 | 645–655 | 0,37–0,45 | 24 |
| AlMg 1 | 2,69 | 630–650 | 0,40–0,45 | 24 |
| AlMg 2 | 2,68 | 620–650 | 0,30–0,40 | 24 |
| AlMg 3 | 2,66 | 610–640 | 0,30–0,40 | 24 |
| AlMg 4 | 2,65 | 600–635 | 0,25–0,35 | 24 |
| AlMg 5 | 2,64 | 575–630 | 0,25–0,35 | 24 |
| E-AlMgSi | 2,69 | 590–640 | 0,40–0,50 | 23 |
| AlMgSi 1 | 2,70 | 585–650 | 0,39–0,45 | 23 |
| AlZnMgTi | 2,75 | 625–650 | 0,25–0,35 | 23,5 |
| AlCuMg 0,5 | 2,74 | 510–650 | 0,37 | 24 |
| AlCuMg 1 | 2,80 | 512–650 | 0,30–0,40 | 23,6 |
| AlCuMg 2 | 2,77 | 505–640 | 0,30–0,45 | 23 |




a) a szerkezeti acél és egy közepes szilárdságú alumíniumötvözet szakítódiagramja;

vegyület szétesésének hőmérséklete stb.) az oldódási határok szemléletes ábrázolására a vashoz hasonlóan itt is az *állapotábrákat* használják. Az állapotábrák a lehűlési ábrák alapján szerkeszthetők. Minden ötvözettípushoz külön állapotábra tartozik. Különböző Si-tartalmú Al-Si ötvözetekét a 2.22. ábra, az Al-Cu ötvözetekét a 2.23. ábra mutatja. Az ábrákon látható *E* pont az *eutektikus* pont, ahol lemezes vagy szemcsés szerkezet jön létre, tehát ez alatti hőmérsékleten kell kovácsolni.

Az alumíniumötvözetek nagyon érzékenyek a durva újrakristályosodásra, ha csak kismértékű alakítást kaptak. Arra kell tehát törekedni, hogy az alakítás mértéke minél nagyobb (legalább 50%-os) legyen.

A kovácsolás alapanyaga az öntött tuskóból készült elősajtolt, előhengerelt, ill. előkovácsolt anyag. Az öntött anyagot előzetesen homogenizálni kell [26].

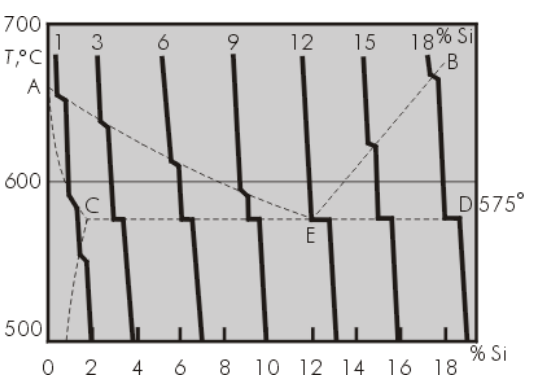
A könnyűfémek kovácsolási hőmérsékleteit a 2.20. táblázat foglalja össze. Legjobban az Al, AlMn, AlMg3, AlMgSi és az AlZnTi ötvözetek kovácsolhatók.

2.20. táblázat. Könnyűfémek kovácsolási hőmérséklete

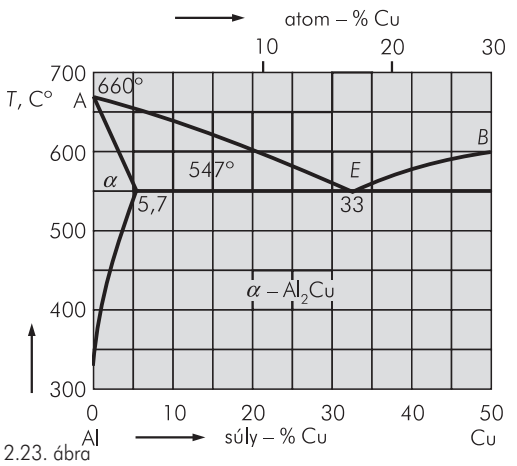
| Ötvözet | Kovácsolási hőmérséklet, °C |
|---|---|
| Al | 530–500 |
| AlMn | 520–480 |
| AlMg3 | 450–400 |
| AlMg5 | 420–380 |
| AlMgSi | 500–460 |
| AlCuMg | 450–400 |
| AlZnTi | 450–400 |
| AlZnMgCu | 430–400 |

Kovácsolni az előzőek alapján az eutektikum olvadáspontja alatti (10–20 °C-kal) hőmérsékleten kell. Süllyesztékes kovácsolásnál – tekintettel arra, hogy az alumíniumötvözetek melegen csak kis hőmérséklet-intervallumban alakíthatók – a kovácsolási időt rövidre kell venni, és a szerszámot kb. 250 °C-ra elő kell melegíteni.

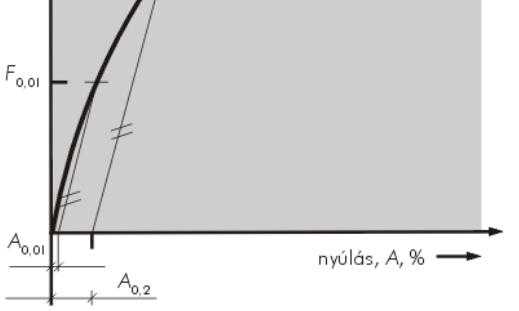
Az alumíniumnak– a vassal ellentétben – a felmelegítés különböző fázisaiban nincs gyakorlatilag megkülönböztethető színváltozata. Ezért célszerű az anyagot olyan kemencében melegíteni, amelyben a hőmérséklet pontosan mérhető.



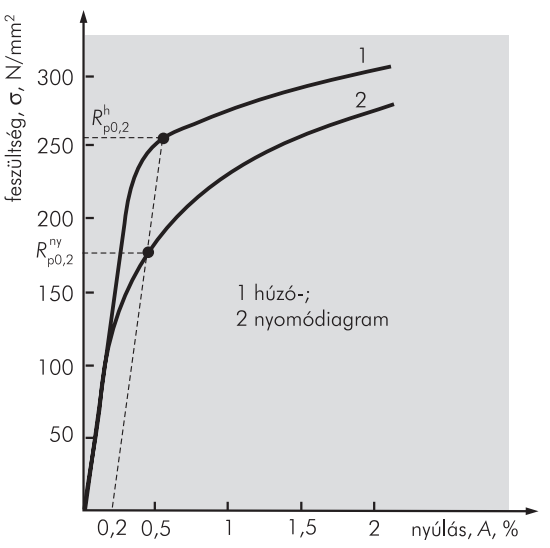

2.22. ábra. Különböző Si-tartalmú AlSi-ötvözetek lehűlési görbéi, és az ezekből összeállítható állapotábra részlete




2.23. ábra Al-Cu ötvözetek állapotábrájának alumíniumban dús részlete




*b*) az egyezményes alakváltozásokhoz tartozó erők meghatározása;




c) az AlZnMg ötvözet húzó- és nyomódiagramja

2.24. ábra. Az alumíniumötvözetek szakítódiagramjai

2.21. TÁBLÁZAT. Sajtolt ötvözött alumínium idomrudak mechanikai tulajdonságai

| Az anyagminőség jele | A keménységi állapot | | Keresztmetszet, $A$, mm$^2$ | Falvastagság, $v$, mm | Min. szakítószilárdság, $R_m$, N/mm$^2$ | Min. egyezményes folyáshatár, $R_{p\,0,2}$, N/mm$^2$ | Min. szakadási nyúlás, $A_s$, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | neve | jele | | | | | |
| AlMg0,8 | sajtolt | M | minden | minden | 100 | 40 | 15 |
| AlMg3 | sajtolt | M | minden | minden | 180 | 80 | 14 |
| AlMg4 | sajtolt | M | minden | minden | 220 | 90 | 14 |
| AlMg4,5Mn | sajtolt | M | minden | minden | 270 | 140 | 12 |
| AlMgSi0,5 | melegalakításról lehűtött | T1 | ≤8000 | ≤4 | 130 | 65 | 15 |
| | melegalakításról nemesített | T5 | ≤8000 | ≤4 | 215 | 160 | 12 |
| | nemesített | T66 | minden | ≤10 | 245 | 195 | 10 |
| AlMgSi0,8 | edzett | T4 | ≤8000 | ≤3 | 200 | 100 | 15 |
| | nemesített | T6 | ≤8000 | ≤10 | 275 | 200 | 8 |
| AlMgSi1 | edzett | T4 | ≤8000 | ≤10 | 205 | 110 | 14 |
| | nemesített | T6 | ≤8000 | ≤10 | 275 | 200 | 12 |
| | nemesített | T66 | ≤8000 | ≤20 | 310 | 260 | 10 |
| AlCu4Mg1 | edzett | T4 | ≤2000 | ≤2 | 390 | 260 | 13 |
| | | | ≤8000 | 2<v ≤30 | 380 | 230 | 10 |
| AlCuMg2 | edzett | T4 | ≤2000 | ≤2 | 420 | 280 | 10 |
| | | | ≤8000 | 2<v ≤30 | 440 | 315 | 10 |
| AlZn5Mg1 | melegalakításról nemesített | T5 | ≤1500 | ≤5 | 320 | 270 | 10 |
| | nemesített | T6 | ≤8000 | 2<v ≤30 | 350 | 290 | 10 |

A kovácsolás kiindulási alapját képező sajtolt vagy hengerelt félkész termékek választékát a gyártó művek katalógusai tartalmazzák (ALCOA-KÖFÉM). Ezek keresztmetszete az acélokhoz hasonló (kör, négyszög, hatszög keresztmetszetű rúd, hengerelt lapos anyag stb.), de a sajtolás szabadabb lehetőségei miatt szinte tetszőleges lehet. A sajtolási technológia lehetőségeivel a szakirodalom foglalkozik [25].

Az alumínium kötésmódjai között a legegyszerűbb a szegecselés, amit iparművészeti alkotás esetén célszerű hidegen végezni. Ez 10–12 mm átmérőig a kevéssé ötvözött szegecseknél könnyen lehetséges. Hegeszteni az alumíniumötvözeteket vagy AWI- (argon védőgázos volfrámelektródás ívhegesztés), vagy AFI- (argon védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés) eljárással lehet. Az AlMn, AlMg anyagok jól, az AlMgSi, AlZnTi ötvözetek csak az előírások fokozott betartása mellett, az Al-Cu ötvözetek nehezen hegeszthetők. A nemesített ötvözetek a hegesztési hőmérséklet környékén kilágyulnak.

Az alumíniumötvözetek szilárdsági értékei megközelítik az ötvözetlen acélt. A szakítódiagramnál kifejezett folyáshatár nem jelentkezik, ezért itt is a rideg acélokhoz hasonlóan a 0,2%-os megnyúláshoz tartozó feszültséget fogadják el ezen értéknek (2.24. ábra). A fontosabb alumíniumötvözetek mechanikai tulajdonságai a 2.21. táblázatban találhatók.

## A RÉZ ÉS ÖTVÖZETEI

A réz (Cu) felhasználása mintegy hatezer éves múltra tekint vissza. Természetes színe vörös, ezért *vörösréznek* is szokták nevezni. 300–700 °C hőmérsékleten rideg, 300 °C alatt és 700–800 °C közötti hőmérsékleten jól alakítható. Hidegalakítással a szilárdsága duplájára növelhető. Oxidáció hatására a vörösréz felületén világító zöldszínű *patinaréteg* keletkezik, ami a további korróziótól megvédi. A vörösréz lemezeket főleg ötvös- és díszműbádogos munkákhoz használják. Anyagsűrűsége 8,95 t/m$^3$. A réz fontosabb ötvözetei a következők (a gyakorlatban a réz ötvözeteit általánosságban csak bronznak nevezik):

A *sárgaréz* a réz és cink (Zn), vagy másként horgany ötvözete. A horgany az ötvözetet keményíti, képlékenységét, megdolgozhatóságát javítja, a folyáshatárt, szakadási nyúlást növeli. Az ötvözet réztartalma szerint megkülönböztetnek:

– sárgarezet (Cu = 54–67%) és
– tombakot vagy vörösfémet (Cu > 67%).

A horganytartalom növelésével színe a vörösből egyre inkább a sárgába megy át.

A kovácsolásra ajánlható sárgaréz rudak *mechanikai tulajdonságai* az MSZ 770/3 szerint a következők:

| | | *Szakító-szilárdság, N/mm$^2$* | *Folyás-határ N/mm$^2$* | *Nyúlás, $A_5$%* |
|---|---|---|---|---|
| Sr63 | lágy | 300 | – | 40 |
| | félkemény | 380 | 250 | 24 |
| Sr60 | lágy | 340 | – | 30 |
| | félkemény | 420 | 250 | 17 |

Az *ónbronz* a réz és az ón (Sn) kétalkotós ötvözete. Az ón az ötvözetben a szilárdságot, a keménységet, a kopási ellenállást és a korrózióállóságot növeli. 0,5–2% ólom hozzáötvözése az előbbi tulajdonságait tovább erősíti. Színe vörös, minél több rezet tartalmaz, annál inkább patinázódik.

Az ónbronz húzott rudak *mechanikai tulajdonságai* az MSZ 710/3 szerint a következők:

| | *Szakítószilárdság, N/mm²* | *Nyúlás, $A_5$%* | *Brinnel-keménység* |
|---|---|---|---|
| Bz2 félkemény | 343…441 | 14 | 90 |
| Bz4 félkemény | 373…490 | 20 | 100 |

Az *alumíniumbronz* fő ötvözőként 4–9% alumíniumot tartalmaz, színe aranysárga. Szilárdabb és keményebb az ónbronznál.

Korlátok, rácsok, ajtók, ablakok és egyéb művészi kovácsmunkák készítésére alkalmas rézötvözet (kovácsbronz) kapható hazánkban is, DIN szerinti kivitelben (a „kovácsbronz” szó szerinti fordítás német nyelvből, az anyag jele inkább réz-horgany ötvözetre utal).

| *A gyártott anyagok* | *Anyagminőség* |
|---|---|
| Tombaklemez | |
| *Sz* = 600–1000 mm<br>*v* = 0,8 mm<br>*h* = 2000 mm | MS 85 CUZN 15<br>(DIN 50049) |
| Kör keresztmetszetű rúd | |
| Ø 8–40 mm | MS 60MN<br>CUZN 40MN2<br>(DIN 1782/17660/17672) |
| Négyszög keresztmetszetű rúd | |
| 10×10–50×50 mm<br>*h* = 4–5 m | MS 60MN CUZN 40MN2<br>(DIN 17660/17672/17674) |
| Lapos, négyszög keresztmetszetű rúd | |
| 12×5–70×30 mm<br>*h* = 4–5 m | MS 60Mn CUZN 40MN2 |

A *kovácsbronz* kovácsolási hőmérséklete a közepesen vörös és sötétvörös szín között, kb. 730 °C-on van. Az ettől eltérő túlmelegedést el kell kerülni, mert az anyag elég. A melegítést célszerű gázkemencében végezni. Kézi kovácsolásnál a kalapács ütőfelületének domborulata kisebb legyen a szokásosnál. A melegített munkadarabot kovácsolás előtt meg kell tisztítani *sárgaréz kefével* az idegen anyagoktól. A szerszámok munkafelülete tiszta, tükörfényes legyen. A vas kovácsolásához képest óvatosabb (kisebb), de gyorsabb ütésekkel és sűrűbb forgatással kell alakítani a tárgyat, az oldalirányú kitüremlések megakadályozása végett.

Hideghajlításkor a hajlítási sugár az anyagvastagság 3-szorosa legyen, vastagabb tárgyakat hajlításkor elő kell melegíteni. Kézi hajlításnál a hajlítóvillát ólombetéttel célszerű ellátni. A szerelést keményfa rátéttel ellátott bakokon, az egyengetést lemezek esetén gumikalapáccsal kell végezni.

Az ilyen anyagok köthetők sárgaréz szegecsekkel vagy csavarokkal. Hegesztéskor argon védőgázos ívhegesztés (AWI vagy AFI) alkalmazható. A hegesztőelektróda minősége: Z.B.CUA 18 Draht. Hegesztés után az anyag vízben nem hűthető! A kovácsbronz jól polírozható, és antimon-pentasulfiddal színezhető, kénmájjal barnítható.

Felületkezelése beltérben színtelen lakkal, kültérben viasszal ajánlott. Nedves, vegyileg szennyezett (pl. klórtartalmú) levegőn a beépítését nem javasolják.

3

„HISZ AZ VÉGÜL IS ITT DŐLT EL A TŰZHELY,

A MŰHELYASZTAL S AZ ÜLLŐ HÁROMSZÖGÉBEN,

HOGY CÁR VAGY KALAPOSINAS…”

SZILÁGYI ISTVÁN: AGANCSBOZÓT,

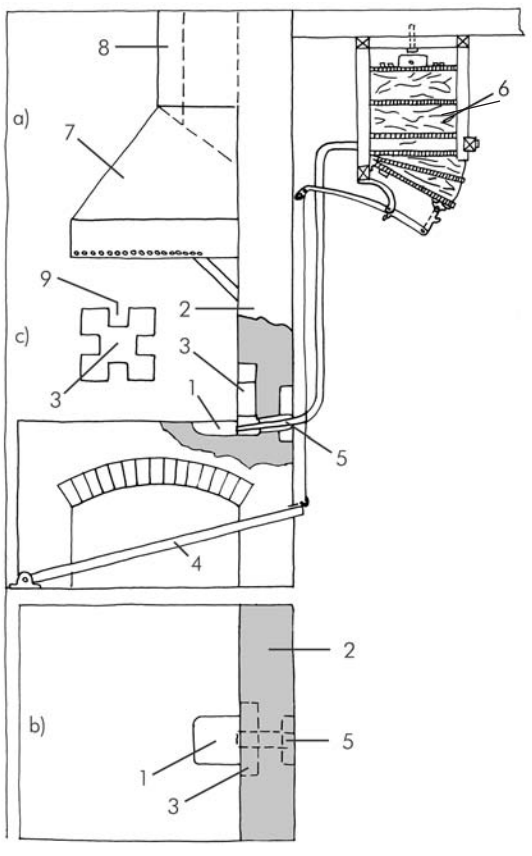
501. OLD.; KRITERION, 1990

A kovács iparművésznek a tárgyalkotás művészeti kérdésein kívül ismernie kell a kovácsolás technológiáját. Elsajátítása többéves felkészülést igényel. Erről a szerteágazó kérdésről csak ízelítőt adunk, a területtel számos szakkönyv foglalkozik [29], [24], [9], [18]. A kovácsolási technológia elsajátításával kapcsolatban is igaz az a régi mondás, hogy „gyakorlat teszi a mestert". A művész kreativitásán, találékonyságán is sok múlik.

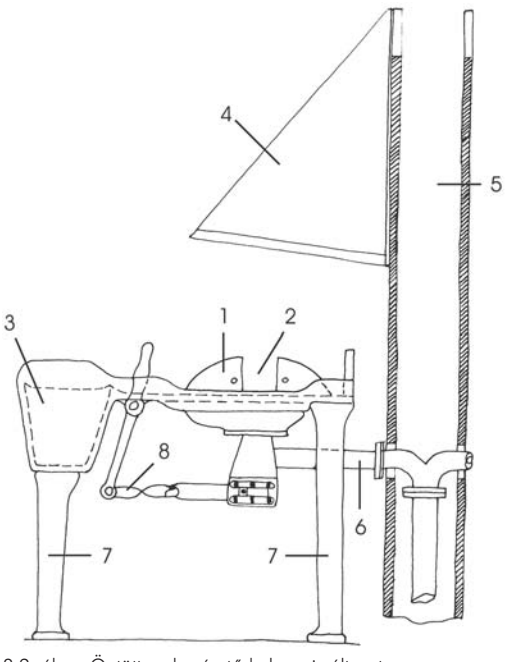
A kovácsolás az iparművészet olyan ága, ahol a több ezer éves hagyományokat kell tiszteletben tartani, ellenkező esetben a tevékenység a fémművesség más ágára (pl. a lakatosságra) kalandozik, vagy egyszerű ipari munkává degradálódik.

## A KOVÁCSTŰZHELY. MELEGÍTÉS, IZZÍTÁS

A kovácsműhely kialakításakor a régi mesterek gyakorlati tapasztalatát figyelembe kell venni. A hagyományok őrzése nem csupán romantikus nosztalgia, hanem célszerűségi kérdés is.



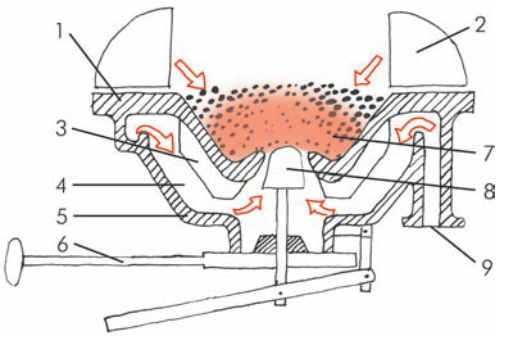

3.1. ábra. A kovácstűzhely levegőellátása marhabőr fújtatóval
a) oldalnézet; b) alaprajz; c) tűzpart;
*1* tűzfészek; *2* tűzfal; *3* vastűzpart; *4* lábhajtó; *5* levegőbefúvás; *6* bőr-fújtató; *7* ernyő; *8* kürtő; *9* a tűzpart bevágása




3.2. ábra. Öntöttvas kovácstűzhely mai változata
*1* tűzpart; *2* tűzfészek; *3* vízvályú; *4* kürtő; *5* füstelvezető cső; *6* levegőbefúvás; *7* láb; *8* kézi levegőszabályozó

A kovácsműhely legfontosabb eszköze a tűzhely, amelyben a „kohót" régebben maga a mester készítette. Az agyag tűzkosárba az égést segítő levegőt – egy marhabőrből készült fújtatóból – oldalról, közvetlenül vezették be (3.1. ábra). Az agyag tűzkosarat gyakran kellett újratapasztani.

A mai korszerű kohók tűzkosarát öntöttvasból gyártják, a levegőt pedig elektromos ventilátorokkal biztosítják (3.2. ábra). A füstgázok elszívását – egy beépített ernyőn keresztül – min. 30 cm átmérőjű kéményen át végzik. A munkadarabot kovácsszénben, faszénben vagy kokszban melegítik. Ez utóbbi művelet nagy tapasztalatot kíván, amit az inasnak évekig kell gyakorolnia. A munkadarabot ugyanis úgy kell elhelyezni a tűzben, hogy az a lehető legkevesebb energiá-




3.3a ábra. A tűzkosár keresztmetszete
*1* tűzkosár; *2* tűzpart; *3* hűtőbordák; *4* légcsatorna; *5* hűtőköpeny; *6* hamuretesz; *7* átégett szén; *8* fúvóka kúp; *9* légcsatorna

3.3b ábra. A tűzkosárban izzó szén

val, a legrövidebb idő alatt érje el a kovácsolási hőmérsékletet.

A tűz hatékonyságát
– a levegő mennyiségével,
– a tűzpartok helyes beállításával,
– a megfelelő tüzelőanyag kiválasztásával lehet változtatni.

A tűzkosárban izzó szén különböző pontjain más-más hőmérséklet uralkodik. Így a levegő beömlőnyílásánál kicsi, míg a salak felett és a friss szén között a legnagyobb a hőmérséklet (3.3*a* ábra). A munkadarabnak sohasem szabad érintkeznie a friss szénnel, mert az szennyező anyagokat (pl. ként) is tartalmaz. Ez utóbbiak a vasba diffundálva szennyezik, vöröstörékennyé teszik azt:

$Fe + S \rightarrow FeS$.

Megnehezíti az elmondottak teljesítését, hogy – a jó hatásfok elérése érdekében – a tüzet be kell takarni friss szénnel, ami azt lefolytja, és megakadályozza a felfelé irányuló hőveszteséget. A letakarás miatt a kezdő inas még nem igazán jól érzékeli a vas hőmérsékletét, ezért gyakran „elégeti" a munkadarabot. Ez akkor derül ki, ha a szép kékes lángnyelvek helyett sistergéssel járó „csillagszórót" produkál mesterének. Ekkor a kristályszerkezetből a túlhevítés miatt a szénszemcsék kiégtek:

$3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$.

A gyakorlott szem a tűz színéből képes következtetni a tűzben levő anyag hőmérsékletére (3.3*b* ábra).

A melegítendő anyagtól függ, hogy faszén, fekete kovácsszén vagy koksz a megfelelő tüzelőanyag. A jó koksz 10–15 mm-es darabokból áll (dió II). A szemcseméret azért fontos, mert a tüzelőanyagnak a munkadarabot körbe kell ölelnie. A jó szén salakja a tűzkosár alján egy „pogácsába" sül össze, amelyet tisztításkor könnyű kiemelni.

## A KOVÁCSMŰHELY FELSZERELÉSE

A műhely legfőbb éke a *kovácsüllő*, amelyre a mester büszke, amelyet trófea gyanánt tisztel, s óv az avatatlan kezektől. Az üllőre hidegen ráütni *tilos*, mert az acélosan kemény és szívós tömegről balesetveszélyesen visszarúg a kalapács. Ezt nemcsak az üllő, hanem a ráverő ember is megsínyli.

Az üllő formáját több ezer év tapasztalata alakította ki (3.4. ábra). A mai kovácsműhelyekben *francia* vagy *német* (ill. magyar) üllőket használnak.

3.4. ábra. Különféle típusú üllők

A *francia üllő* karcsú, munkafelülete közepén sík, mindkét végén keskenyedő szarvú. Az egyik szarva kör keresztmetszetű, kúposan vékonyodó, a másik négyzet keresztmetszetű. Az üllőn levő négyzetes vagy kör alakú lyukak az üllőbetétek (odorok) befogására szolgálnak.

A *német üllő* tömzsi, rövid szarvú. A sík munkafelület a négyzetes szarvon fut végig, a kúpos szarvra való áthatása folyamatos.

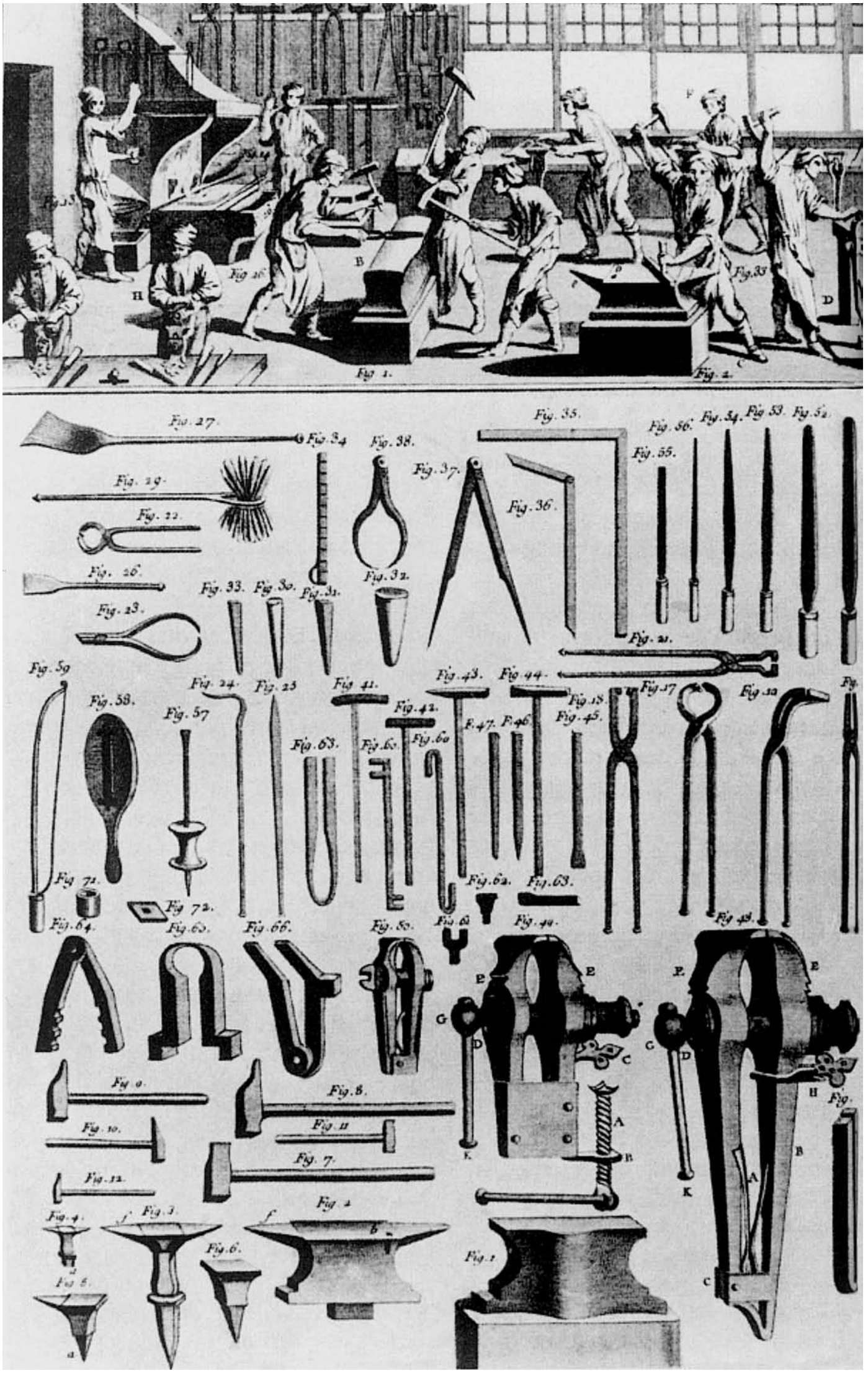
A kovács iparművészek műhelyében a 100–150 kg-os üllőket használják. Vannak acélöntvényből készült és kovácsoltvasból kialakított üllők. Ezek munkafelületét *cementálással* teszik szívóssá, keménnyé és kopásállóvá. Anyagtakarékossági okokból készítenek „patkolt" üllőket is. Ezek fő tömege szürkeöntvény, munkafelülete pedig acél. A nagy szilárdságú, szívós munkalapot keményforrasztással illesztik az üllő magjához.

A kovácsoltüllőt tölgyfa *tőkére* helyezik. A tőke a tölgyfa gyökeréhez közel eső részéből készül, és annál jobb, minél több csomót tartalmaz. Alapozásának mélysége azonos a padlószint felett kiálló magassággal. A tőke mérete és súlya nagyban befolyásolja az üllő „húzását" és csodálatosan csilingelő hangját, amellyel a nagy öregek azt bizonygatták egymásnak, hogy kinek van jobb minőségű acélból a szakmája jelképe, az üllő. Ismert egy öreg kovács esete, aki egy kalapot rakott üllője alá, hogy az billegjen és szebben szóljon, mint a harmadik faluban dolgozó riválisáé.

A tűzi kovácsolás nélkülözhetetlen eszköze a *kovácssatu*. A kohó és az üllő közelében úgy kell elhelyezni, hogy azokkal háromszöget alkossanak, és hogy jól körbejárható legyen. Tömege 20–50 kg. A satut a meleg anyagok hajlítására, szerszámok, sablonok befogására és egyéb műveletek elvégzésére használják.

A kovácsműhely *kéziszerszámait* sem felsorolni, sem rendszerezni tökéletesen nem lehet. Ezekből emberöltők során több száz vagy több ezer is összegyűlik egy műhelyben. A kalapácsok, a tűzi fogók, az üllőbetétek, a süllyesztékek, a hajlító-villák, a nyeles szerszámok, a tüskék, a meleg-hideg profilvágók, a mérőeszközök, a körzők, a szögmérők, a szorítók, a lyukasztók, a pontozók és az egyengetőlapok stb. mind-mind a kovácsműhely fontos eszközei. Számtalan azon *célszerszámok, készülékek* száma, amelyeket egyedi feladatok megoldásához a mester saját magának készít (3.5. ábra).

A melegalakítás szerszámai közül ki kell emelni a *kovácskalapácsot*. Mérete és tömege a 10 dkg-os szegecselőkalapácstól a 8–10 kg-os ráverőkalapácsig terjed. Alakját és tömegét az adott feladat

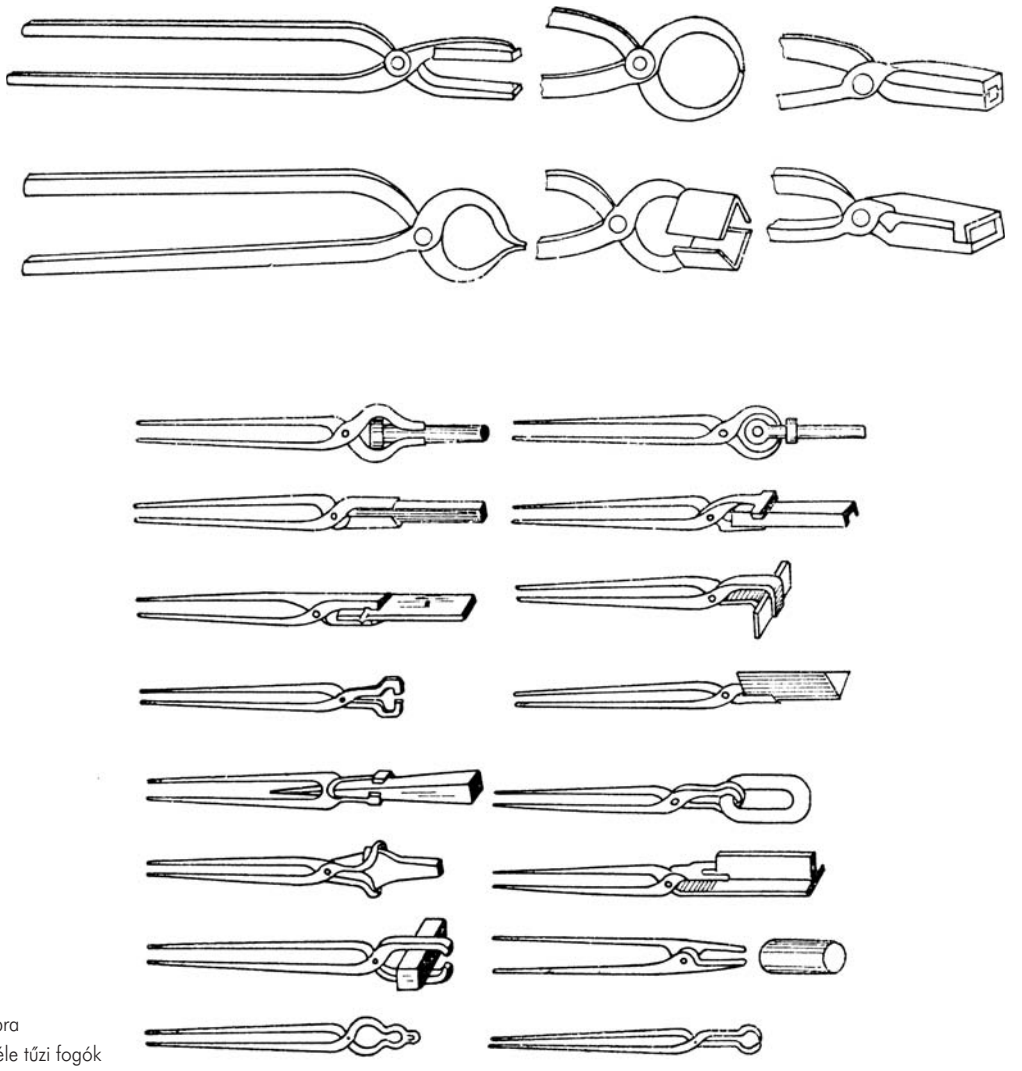



3.5. ábra
A kovácsműhely
kéziszerszámai

határozza meg. Nyelét kizárólag somfából készítik. A kalapács fejébe a nyelet „szakálas” vasékkel rögzítik. A félkezes és a ráverőkalapácsok formáját, praktikus kialakítását évezredek tapasztalata finomította. Ennek megfelelően a kalapács egyik ütőfelülete lapos, enyhén ívelt, másik – a kalapács foka – pedig kis sugárral legömbölyített. Ez utóbbi mélyebben hatol be az izzó anyagba. Használnak még különböző méretű *profil-* és *domborítókalapácsot*, amelyek tárgyi bizonyítékok arra, hogy ez a mesterség minden fémművesség szülőatyja.

A *nyeles szerszámok* a kalapács – amelyre igen hasonlítanak – ütőerejét közvetítik a munkadarabra. Ezek nyelét lazán illesztik a fejre, és enyhén ívelt fából faragják azért, hogy a nyelet markoló kéz minél messzebb essen a forrón izzó anyagtól. A nyeles szerszámok lehetnek vágók (ívelt C-vágók), szegecsfejezők, különböző mintájú beütők, vállazók, erezők, felső süllyesztékek, simítók stb.

A kovácsok a *tűzi fogókkal* mozgatják és tartják megmunkáláskor az üllőn az izzó munkadarabot. A fogókat fajtánként és méret szerint csoportosítva – a tűzhöz közel – rendszerint a füstterelő feletti állványon helyezik el, hogy – az orvosi műszerekhez hasonlóan – „műtét” közben kéznél legyenek. A tűzi fogókat viszonylag hosszú szárral a mester maga készíti, hogy jól a kezébe simuljon. A hosszú szár megkíméli a kezet azáltal, hogy az ütések energiáját csillapítja. A tűzi fogók szájnyílását a munkadarab alakjának (keresztmetszetének) megfelelően alakítják ki. Ez biztosítja a balesetmentes munkavégzést, mert a szoros fogás nem engedi billegni, elfordulni a tárgyat. Vannak laposfogók, spiccfogók, csőrös fogók, körmös fogók, fészekfogók, gömbvas fogók stb. (3.6. ábra). Előfordul, hogy egy-egy különleges munkadarabhoz speciális (egyedi) fogóra van szükség, amelyet a mester maga készít. Egy tűzi fogó szakszerű elkészítése a kovácsolás gyakorlati tanulmányainak fontos állomása, ezért a mester gyakran ezt a feladatot adja vizsgamunkaként segédjének.



3.6. ábra
Különféle tűzi fogók

Az *üllőbetétek* az üllő nélkülözhetetlen kiegészítő szerszámai. Az üllőbetétek lehetnek meleg- és hidegvágók, hajlítóvillák, domborító alátétek, különböző íves szerszámok stb. Elnevezésük utal a velük elvégezhető technológiai műveletre. Párjuk nagyrészt a nyeles szerszámoknál is megtalálhatók (pl. a felső süllyesztékeknél). Ezeket a betéteket az üllő munkafelületén levő négyzetes nyílásba helyezik. A pontos illesztés érdekében – miután az üllőnyílások változóak – az üllőbetét szárát előkovácsolják, majd melegen a kónuszos nyílásba ütik. A kihűlt betét – összezsugorodván – könnyen kivehető. Az üllőbetét szárán a mester *x-szel* jelöli a helyes irányt.

A munkadarabok hidegen és melegen való egyengetését megfelelő vastagságú és merevségű *egyengetőlapokon* végzik. Tömegük nagysága – az üllőhöz hasonlóan – azért fontos, hogy megfelelő „húzásuk” legyen, és a kalapács ütőerejét elnyeljék. A kovács iparművészek munkájához egy 1200×900×100 mm méretű, síkba gyalult acéllap (platni) már megfelelő. Használnak még ún. *lyukas platnit* is, amelyen sűrűn egymás mellett különböző méretű, négyzet és kör alakú furatok vannak a lyukasztások elvégzésére.

Amióta a vas gyártását és megmunkálását szélesebb körben alkalmazzák, azóta gondolkodnak olyan gépek kialakításán, amelyekkel ez a hihetetlenül nehéz fizikai munka megkönnyíthető. Számos mérés igazolja, hogy egy aktívan dolgozó kovács egy műszak alatt 6500–7000 kcal energiát használ fel.

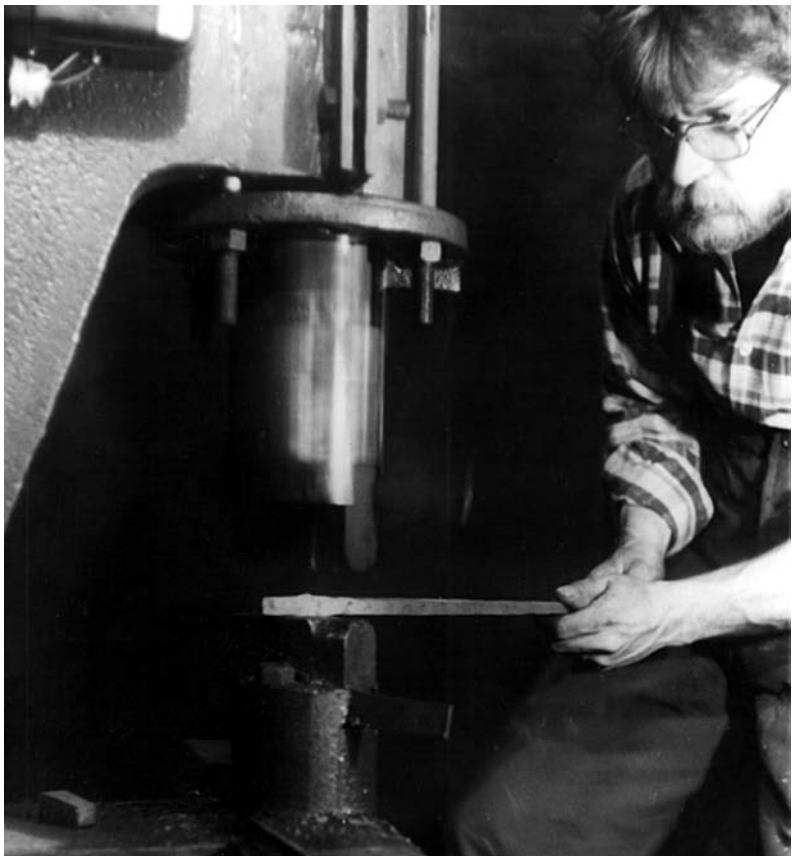
A kovácsolásra alkalmas gépekkel sok szakirodalom foglalkozik [24]. A kovácsok általában a nehéz fizikai munkát igénylő, vastag anyagok durvamegmunkálására – a *szabadalakító kovácsológépeket* használják. Ezekkel a gépekkel az alakítást a kovács pusztán az ügyességével és a gyakorlati érzékével, vagy egyszerű segédszerszámmal végzi. E kalapácsok nem nyomóerővel, hanem gyors ütőerővel dolgoznak (3.7*a* ábra).

Szabadalakító – vízi erővel működő – nyeles kovácskalapácsokat már a 13. században használtak. Ilyenek voltak a homlokkalapácsok, a farkaskalapácsok, a harántkalapácsok stb. Ezeket követték a különféle rugókkal működtetett kalapácsok, majd a légkalapácsok. A mai kovács iparművészek műhelyében a 22–50 kg ütőerejű, kis *légkalapács* a legelterjedtebb. Ha nagyobb ütőerőre van szükség, a durvakovácsolást célszerű ipari üzemben elvégeztetni.

## A MŰHELY KIALAKÍTÁSA

A műhely kialakítására, berendezésére nehéz pontos receptet adni, mert mindegyik más-más adottsággal rendelkezik. Mindenképpen fontos figyelembe venni, hogy a kovácsolás során a műhelyben több ember dolgozik. Zavartalan együttműködésükhöz rend és munkafegyelem szükséges. A szerszámok, segédeszközök mindig ugyanazon helyen, meghatározott rendben legyenek. A tűzhelyet úgy kell elhelyezni, hogy hosszabb anyagok végeit is fel lehessen melegíteni. Az üllő a tűztől legfeljebb két lépésre legyen, és hegyes szarva a tűz felé forduljon. Ez esetben a mester „fél szemmel" a tüzet is figyelni tudja. A világos műhely alapkövetelmény, de a beszűrődő napsugarak zavarhatják az izzítási színek felismerését és meghatározását. Ezért legjobb, ha az ablakok északra néznek. A kovácssatu az üllő körüli mozgást nem akadályozhatja. Mindezek betartásával a munkavégzésnek nincs akadálya (3.7*b* ábra).

A műhelyben még ma is a monarchia idejéből megmaradt, nagyobbrészt német eredetű vagy németből magyarosított szakmai kifejezéseket használnak. Mindezek megtalálhatók Bieber Károly kovács iparművész könyvének „szakszótár" részében [18].



3.7*a* ábra
Munkavégzés
a szabadalakító légkalapáccsal

3.7*b* ábra
Munkavégzés az üllőn

## ALAPMŰVELETEK

A kézi kovácsolás technológiája – hasonlóan a bonyolult matematikai képletekhez, egyenletekhez – alapműveletek sokaságából tevődik össze. Ha ezeket a hagyományos technológiai alapműveleteket nem tartjuk tiszteletben, és más – főleg a lakatosszakmában használt – műveletekkel vegyítjük, tiszta tűzi kovácsolási munkáról nem beszélhetünk. Ilyen például, ha egy átgondolatlan kötést ívhegesztéssel végeznek el.

A kovácsolás *alapműveletei:*

– a nyújtás,
– a zömítés (duzzasztás),
– a hasítás,
– a lyukasztás és
– a kovácshegesztés.

Mint látható, a kovácsolási technológia mindössze *öt* alapműveletből áll – amit viszonylag könnyű elsajátítani –, az avatott kéz azonban e néhány művelettel akár több millió változatban alakíthatja ki tárgyait.

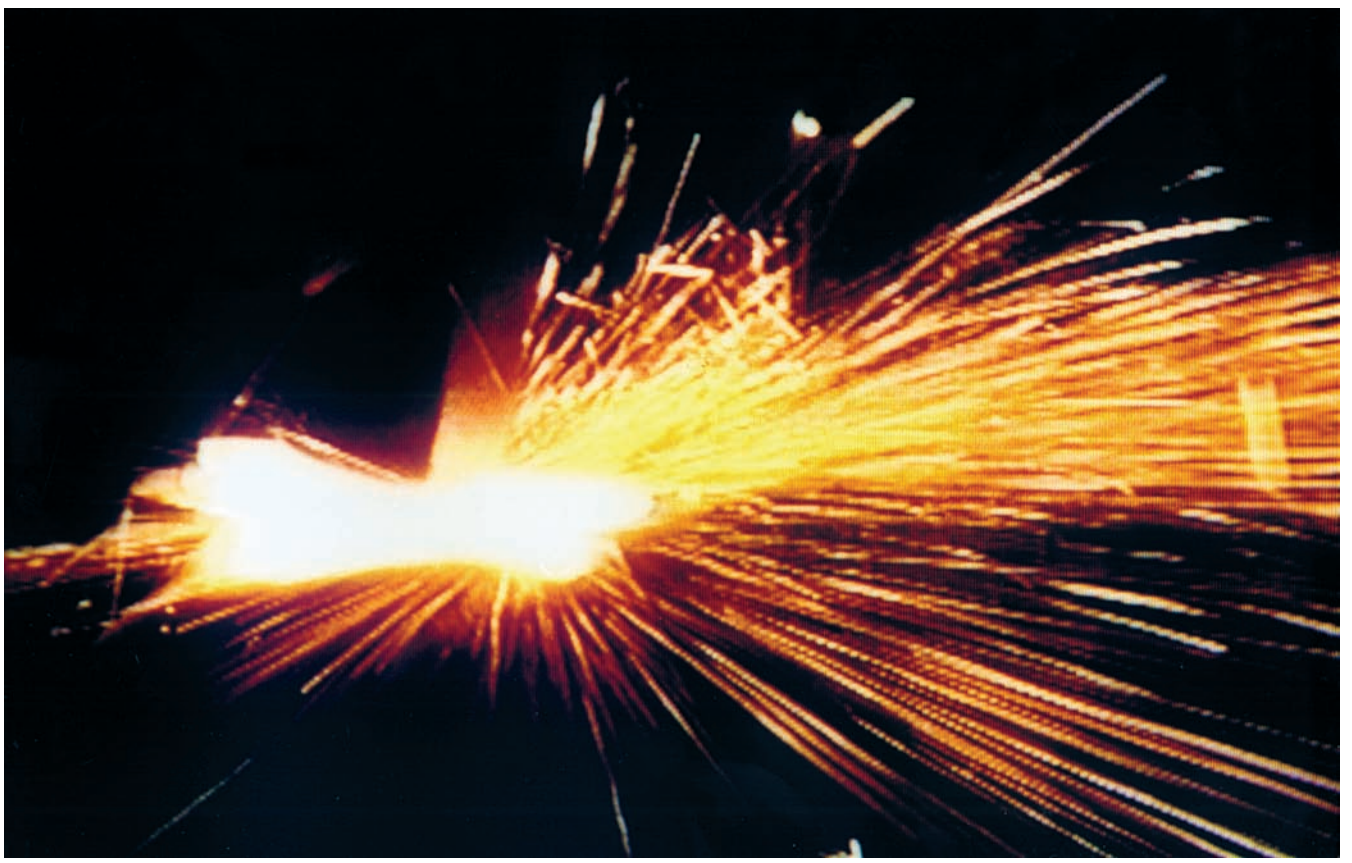
A vízi hámorok hagyományos gyártmányait követve, a mai kovács iparművészek is lehetőleg rúdanyagból (négyzetacélból, laposacélból, köracélból) – mint félkész termékből – készítik alkotásaikat.

3.8. ábra. A lyukasztás művelete

A kovácsolási alapműveletekről bőséges szakirodalom áll rendelkezésre [18], [24], [29], amelyeket célszerű tanulmányozni, a technológiai műveleteket elsajátítani azonban csak műhelygyakorlattal lehet.

A *melegalakítás* lényege, hogy az anyag térbeli, négyzethálós kristályszerkezetének atomjait – külső erő hatására – egymáson elcsúsztatják. Ez mindaddig lehetséges, amíg az anyag homogén marad, és megtartja plasztikus tulajdonságait. Ilyen melegalakítási művelet a *nyújtás*, amelyet az üllő szarván vagy annak közelében végeznek. A kalapácsot a nyújtás irányában „meghúzzák", ezzel szinte lenyúzzák az anyagot. Ezt úgy végzik, hogy az anyagot tartó kézzel két irányban ritmikusan forgatják az ütés alá helyezett munkadarabot. A nyújtás akkor szép, ha egyenletes, a keresztmetszete négyzet marad, nem torzul rombusszá. Akinek ez nem sikerül, az élek lekalapálásával próbálja leplezni a hibát.

A *zömítés, duzzasztás, szegecselés* során – a nyújtással ellentétben – kisebb keresztmetszetből nagyobb keresztmetszetet alakítanak ki. Esetenként nemcsak a rúd végét, hanem bármely pontját duzzaszthatják. Mindig az adott pontban – a zömítés helyén – kell elérni a kovácsolási hőmérsékletet. Amennyiben ez hosszabb szakaszon következik be, a felesleges szakaszt vízzel visszahűtik. Zömítéskor az anyag végét kalapáccsal ütik, vagy – ha a munkadarab megfelelő tömegű – magát az anyagot, sűrű forgatás közben függőlegesen az üllőhöz ütik.



3.9. ábra
Tűzi hegesztéshez felmelegített anyag „csillagszórása"

Ha az anyag kristályszerkezetét, folytonosságát – külső erő hatására – megszakítják, *nyírásról* vagy *hasításról* beszélünk. A hasítást nyeles vágóval végzik. Fontos, hogy a nyeles vágó jó minőségű, edzett anyagból készüljön, élszöge pedig az adott feladathoz a legmegfelelőbb legyen. A hirtelen átszakadás elkerülésére esetenként lágyvasból készült „kármentőt" használnak. A hasításhoz sorolható a *darabolás* is, hiszen a klasszikus kovácsolásnál ezt a műveletet is nyeles vágóval vagy üllővágóval végezték.

A *lyukasztást* is hasítással kezdik. Az anyag mindkét oldalán a lyuk helyét – úgy, hogy az a tűzben is jól látható legyen – pontozóval bejelölik, majd a kétoldali hasítás után a kívánt méretű és alakú tüskesort átütik (3.8. ábra). A lyukasztás akkor lesz szép, ha a helyét előtte kellő mértékben visszaduzzasztották, megelőzve az anyag elvékonyodását, esetleges kiszakadását.

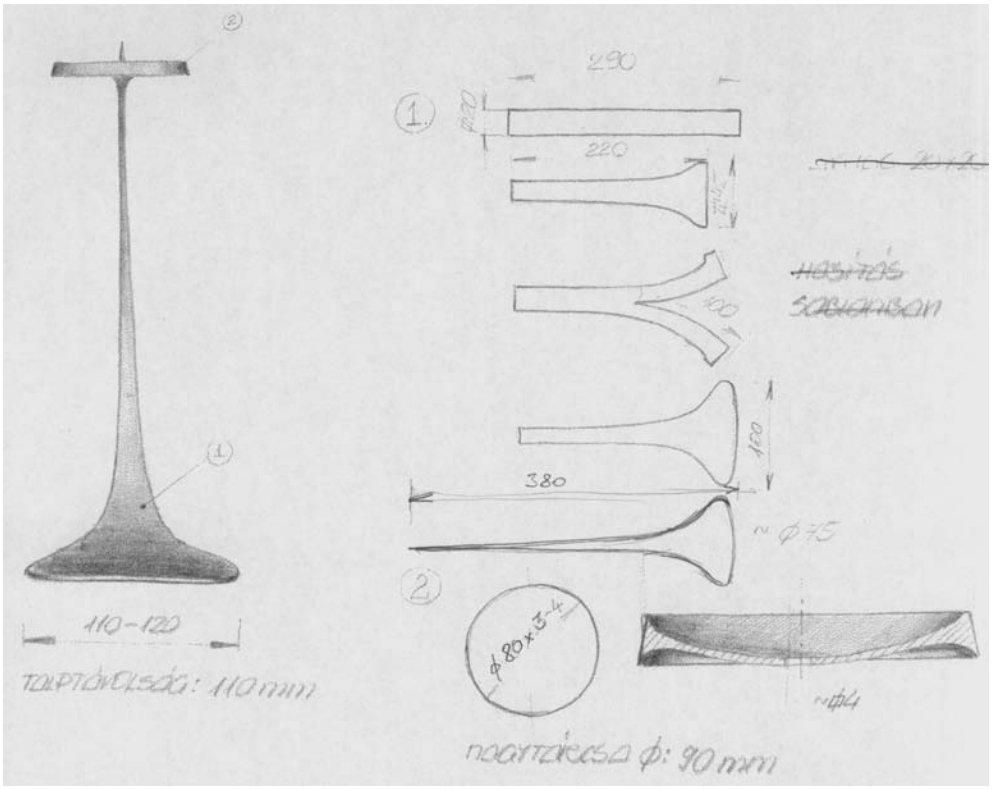
A legősibb oldhatatlan kötés a *tűzi hegesztés,* amikor – csupán az üllőn végzett kalapácsütésekkel – két vagy több felmelegített acéldarabot úgy egyesítenek, hogy atomjaikat kölcsönös kapcsolatba hozzák. Ezáltal homogén keresztmetszetű kohéziós kapcsolatot hoznak létre. A gyakorlatban –helytelenül – sokszor ezt a kötésmódot tűzi forrasztásnak is nevezik. Az iparművész, aki ráérez ennek az egyesítésnek az ízére, végtelen lehetőségére, a hegesztőpálcát csak a végső esetben veszi kezébe.

A technológiai alapműveletek közül a kovácshegesztés kíván a legnagyobb figyelmet, tapasztalatot, gyorsaságot és összeszokottságot. Az egyesítendő munkadarab végeit lassan felmelegítik 850 °C-ra úgy, hogy közepe is elérje ezt a hőmérsékletet. Ennek bekövetkezése után gyorsan felhevítik a tűzi hegesztéshez szükséges 1350 °C-ra. A tűzből kivéve apró, csillagszerű szikrák pattannak ki az anyagból (3.9. ábra). A hegesztendő felületre gyorsan *segédanyagot* szórnak, hogy a további reveképződést megakadályozzák. Ha mindkét anyag a rövid ideig tartó olvadásponthoz közeli – tésztaszerű – állagú lesz, nagyon gyors, határozott „nyomó" ütésekkel kezdik összekovácsolni. A tökéletes fémes kapcsolat akkor jön létre, ha a salak az első ütéseknél maradék nélkül kifröccsen. Az említett segédanyagok az öreg mesterek féltett „receptjei" szerint összeállított *hegesztőporok*. Ezek a *kvarchomokból* és *boraxból* összeállított anyagok a vas felületén kialakult vas-oxidból az oxigént elvonják, azaz a vasat redukálják. (Az anyagok hegeszthetőségéről a 2. fejezetben volt szó.)

3.10. ábra. Damaszkolt acélpenge maratott felülettel
Készítette: Jeges András
Fotó: Tihany–Bakos

A kovácshegesztésnél a mesterek gyakorlatból tudják, hogy a 0,3% széntartalom alatti acélokat könnyű hegeszteni, a mangánnal ötvözött anyagok pedig még ennél magasabb széntartalomnál is jól hegednek.

A tűzi hegesztés legkifinomultabb módszereit a *fegyvergyártás* évezredes története kapcsán kialakult *damaszkolt* eljárásoknál alkalmazzák. A damaszkolt (damaszkuszi) acél lényege, hogy pl. egy acélpengét különböző széntartalmú összehajtogatott rétegből kovácsolnak össze. Ezzel az eljárással nemcsak az anyag szilárdságát és rugalmasságát javították, hanem csiszolással, vegyi maratással gyönyörű felületet is kaptak (3.10. ábra). A szakirodalomban olvasható az a szinte hihetetlennek tűnő adat, hogy egy 6 mm vastagságú szamurájkard akár 4 millió rétegből is állhat [28]. A fegyverkészítés a kovács-iparművészet külön ága, amellyel könyvünk nem foglalkozik, azt azonban meg kell említeni, hogy a damaszkolt eljárás alkalmazása nagy lehetőséget kínál az iparművészet más területén is (pl. az ékszerkészítésnél).




3.11. ábra. Egyágú gyertyatartó terve és technológiai műveletei

3.12*a* ábra. A gyertyatartó végének zömítése

3.12*b* ábra. A gyertyatartó talpának hasítása

3.12*c* ábra. A talp nyújtása a kalapács fokával

3.12*d* ábra. A gyertyatartó szárának nyújtása

## TECHNOLÓGIAI SORREND

A tárgyalkotás és a gyártástechnológia – az ötvözött acél kristályszerkezetében levő vas- és szénatomokhoz hasonlóan – szoros kapcsolatban vannak egymással. Nagy „bátorságra” van szükség, ha valaki a technológiai műveletek és azok sorrendjének ismerete nélkül bármilyen egyszerű kovácsoltvas tárgyat kíván tervezni vagy készíteni. Sajnos az utóbbi évtizedek számtalan példája bizonyítja, hogy ezen ismeretanyag hiányában rosszul sikerült, ízlés- és szakmaromboló termékek születtek.

Már az első vázlatok elkészítésekor, a tervezési fázisban, valamint a gyakorlati kísérletek és tapasztalatok alapján alakul ki a helyes technológiai sorrend, ami az anyagmennyiség meghatározásához is szükséges. Például, ha a tárgyban egy karcsú, hosszan nyújtott alkatrész szerepel, a kiindulóanyag méretét meg kell határozni. A sorrend betartása nélkül egyes elemeket el sem lehetne készíteni. Így például a már említett szép lyukasztás az előtte végzendő zömítés nélkül el sem végezhető.

A nagyobb méretű kovácsolt alkotások jellemzője, hogy – ellentétben a kőszobrászattal, ahol „csak a felesleget kell levésni” – több alkatrészből építik össze őket, mint egy bonyolult konstrukciót.

A munka gyakorlati kivitelezését megkönnyíti, ha egy tárgyról gyártási tervet és művelethelyes technológiai sorrendet állítanak össze. A kottához ha-

3.13. ábra. Egyágú gyertyatartó és asztali tükör. Seregi György alkotása, 1982, (35 cm)

sonlóan, ennek segítségével már könnyű lejátszani a „művet". A 3.11. ábrán látható, egyszerű gyertyatartó technológiai folyamata pl. a következő:

– 20×20 mm-es négyzetacél végének zömítése 45×45 mm-es méretre (kb. 3-4 „meleg" vagy hevítési hőmérséklet);
– a felduzzasztott anyag hasítása nyeles vágóval 100 mm hosszban (a műveletet kovácssatuba fogható készülékben végzik, így függőlegesen, az anyag hosszirányában lehet a hasítást vezetni, ennek következtében a befejezés szép marad, kb. 3-4 „meleg");
– a félkész gyertyatartó talpainak összehajlítása, egyengetése, igazítása (1-2 „meleg");
– a gyertyatartó szárának nyújtása kézi kovácsolással (kb. 3 „meleg");
– talpainak széthajlítása az üllő szarván (kb. 1-2 „meleg").

A technológiai műveletek gyakorlati végrehajtását a 3.12*a–d* fotók illusztrálják. Az elkészült gyertyatartót és a hasonló talpú ugyanazon családhoz tartozó – kis asztali tükröt a 3.13. ábra mutatja.

Mindezek után belátható, hogy a lehető legegyszerűbb tárgy elkészítéséhez is 11–15 „melegre" van szükség. Ez a szám egy kapu vagy nagyobb rács esetén három-négy jegyű is lehet. A kézi kovácsolás tehát munka- és energiaigényes „vállalkozás", ami az elkészült alkotás értékében is megmutatkozik.

„MAJD MEGYEN A FARKAS NYOMÁN,

MEDVE MANCSÁNAK NYOMDOKÁN,

LÁTJA VAS ROZSDÁS VIRÁGÁT,

KÉK ACÉL RÖGÖK RAKÁSÁT

FENE FARKAS LÁBANYOMÁN,

MEDVE MANCSÁNAK NYOMDOKÁN.”

# 4

KALEVALA,

9. ÉNEK, 62–64. SOR

# KORRÓZIÓVÉDELEM

## A KORRÓZIÓ FAJTÁI

A fémek korróziója a környezet hatására létrejövő fizikai-kémiai reakció. A korrózió megváltoztatja a fém tulajdonságait, ami elvezet az adott fém felületének meghibásodásához, sérüléséhez, de okozhatja a fém kristályszerkezetének károsodását is. A korrózió általában *elektrokémiai reakció*. A korróziós folyamatok kialakulásához a fém körüli környezeti nedvesség, ill. folyadék jelenléte vezet.

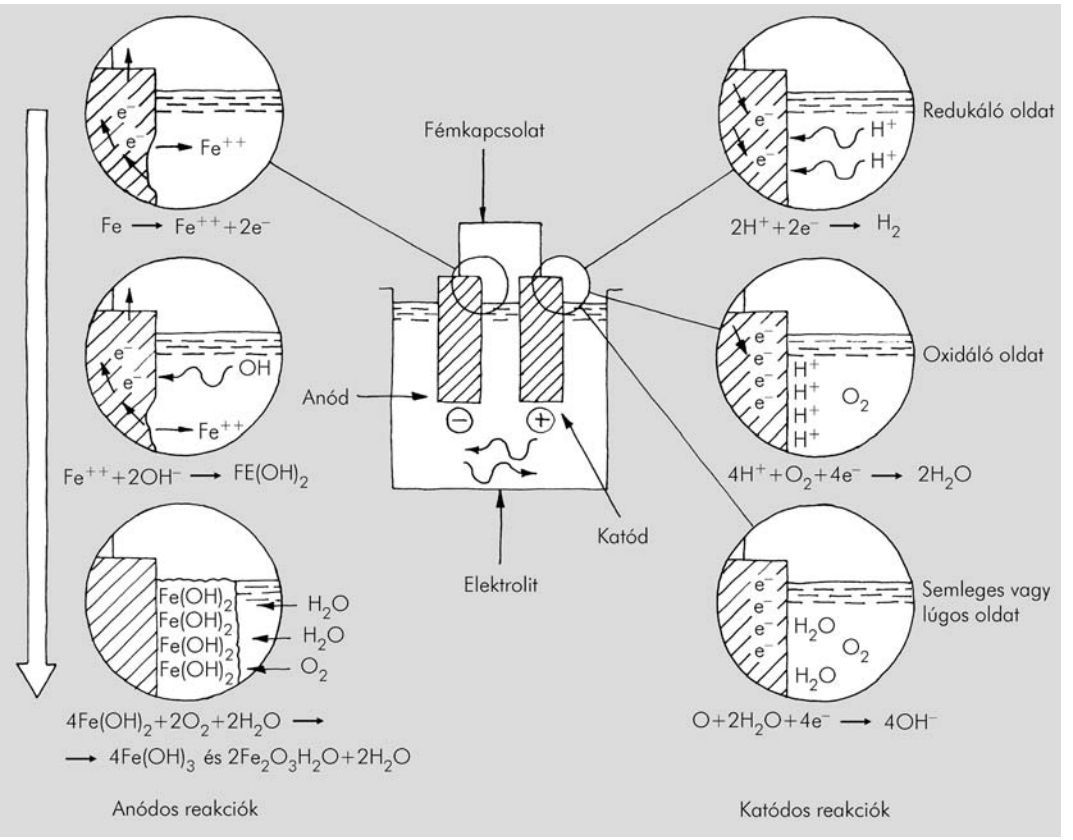
A fémek a természetben általában nem tiszta fémként, hanem többi között oxidok, szulfidok formájában fordulnak elő. E vegyületek stabilabbak, mint a tiszta fém. Ezért jelentős mennyiségű energiára van szükség ahhoz, hogy e vegyületekből tiszta fémeket állítsunk elő. A fém az előállítás során felvett energiát megkísérli leadni, azaz megpróbál az eredeti, kisebb energiatartalmú állapotba visszaalakulni. Ez a folyamat pl. az *oxidáció*, ami az acélnál a rozsdaképződés.

A fémek elektrokémiai korróziója a helyi elektromos (+, –) töltések képződésén, azaz a galvánelemek kialakulásán alapul. A töltés két különböző fém érintkezésénél is létrejöhet, ill. ugyanazon fém szerkezeti vagy felületi különbségeiből is adódhat. Ehhez áramot vezető oldatra, azaz *elektrolitra* van szükség. Leggyakrabban a víz az elektrolit. Az elektromos töltéskülönbség (korróziós áram) az elektrolit egyik komponensének, például az oxigénnek különböző helyek közötti koncentrációbeli különbségéből is eredhet (4.1. ábra).

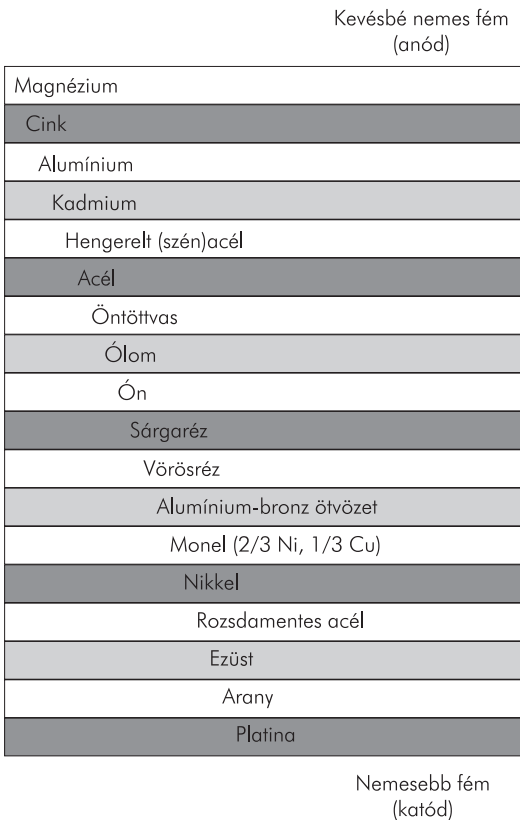
A korróziós elemben a kevésbé nemes fém vagy fémrész az *anód*, a nemesebb fém a *katód*. A korróziós folyamatban az anód bemaródik és a katód megmarad. Az elektródok között kialakuló potenciál-, azaz feszültségkülönbség, valamint a környezeti körülmények határozzák meg a korróziós reakció sebességét (4.2. ábra).

Az *atmoszferikus korrózió sebességét* többi között a levegő relatív páratartalma, a hőmérséklet, a szennyeződések, ill. a korrózió hatásának kitett tárgy szerkezeti felépítése befolyásolja. A korrózió mértékének értékeléséhez a légteret *vidéki, városi, ipari és tengeri* osztályba sorolják.

A fém felületének nedvesnek kell lennie ahhoz, hogy a fém atmoszferikus korróziója bekövetkezzék. A felület csapadék, köd vagy pára lecsapódásának következtében válhat nedvessé. Számos fém esetében kimutatható az a kritikus relatív páratartalom-érték, amely felett a fém korróziósebessége lényegesen felgyorsul.




4.1. ábra. A vas korróziós folyamatában lejátszódó elektrokémiai reakciók




4.2. ábra. A fémek galvanikus feszültségsora tengervízben, + 25 °C hőmérsékleten

A fém minőségétől és a felületen esetlegesen jelentkező, korróziót okozó szennyeződésektől vagy egyéb vegyületektől függően a kritikus páratartalom-érték 60–95% között változik. A felületi korrózió megindulását követően a folyamat további folytatódásához alacsonyabb páratartalom is elégséges. 40%-os relatív páratartalom alatt az acél kloridtartalmú sók jelenlétében kezd el károsodni.

A korróziós folyamat sebessége a hőmérséklet emelkedésével párhuzamosan nő. A víz fagyáspontja alatt a korrózió sebessége kicsi, vagy egyáltalán nem következik be. Szennyezett felületen viszont a bemaródás akár fagyban is lejátszódhat, mert az oldott só lecsökkenti a vizes elektrolit fagyáspontját.

A levegő két legfontosabb szennyező anyaga, a *klorid* és a *kén-dioxid* meggyorsítja a fémek korrózióját. Kloridforrás pl. a közútra kiszórt, kloridtartalmú jégolvasztó só. A levegőben, leginkább a kéntartalmú üzemanyagok elégetéséből keletkező kén-dioxid mennyisége térben és időben erőteljesen változik. A kén-dioxid a levegő nedvességével és oxigéntartalmával reagálva *kénsavat* alkot. A fém felületére kiválva a kénsav-, ill. a szulfátion fémszulfáttá alakul.

A fém korróziója lehet egyenletes, teljes felületen megjelenő: *egyenletes korrózió* vagy lehet *lokális* (helyi). A lokális korrózió főbb megjelenési formái: *lyukkorrózió,* pontszerű megjelenés, rejtett repedésekben megjelenő *lemezes,* ill. *kristályközi korrózió,* továbbá mechanikai feszültség hatására kialakuló *feszültségi korrózió* és *filiform korrózió* (4.3. ábra).

Az egyenletes korrózió általában közel hasonló sebességgel megy végbe a teljes felületen. Ennek példája az acél atmoszferikus korróziója és a vegyi igénybevételnek kitett fémfelületek korróziója.

A lokális korrózió esetében a fém kisebb felületen, buborékszerű mélyedést képezve oldódik fel. Például *lyukkorrózió* alakulhat ki, s a felület erősen érdes. A lyukkorrózió továbbá olyan fémeken jelentkezik, amelyek korrózióállóságát a felületi passzív réteg biztosítja. Ilyenek például az alumínium és a rozsdamentes acél.

A *kristályközi korrózió* a fém felületén és peremén is előfordulhat. A *réskorrózió* szűk réseken, többi között a fémek kötésénél, a mélyedésekben vagy lyukakban keletkezik, ahol kevés a levegő. A kloridion felgyorsítja a repedéseknél jelentkező korróziót is. Különösen a rozsdamentes acél reagál rendkívül érzékenyen az ilyen jellegű korrózióra.

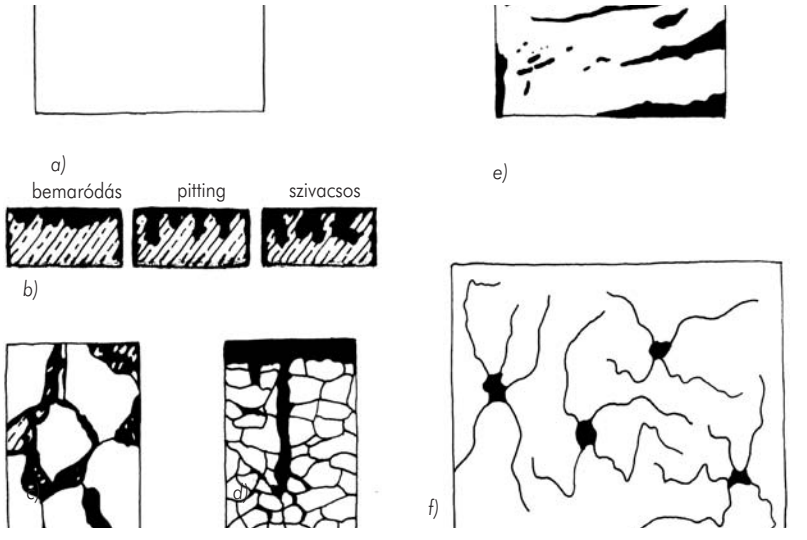
*Galvanikus korrózió* jöhet létre egy elektrolitban, ha a kevésbé nemes és nemesebb fém egymással fémes kapcsolatban vannak, ennek során a kevésbé nemes fém feloldódik. Az elektrokémiai folyamat annál gyorsabban megy végbe, minél kisebb a kevésbé nemes fém felülete a nemesebb fém felületéhez képest, valamint minél nagyobb a fémek közti potenciálkülönbség. Például szegecselt kötéseknél nem szabad a rögzítendő elem fémrészénél kevésbé nemes fémből készült szegecseket alkalmazni!

*Feszültségi korrózió* akkor alakul ki, amikor a korróziós hatásokkal egyidejűleg a fémre mechanikai feszültség vagy koptatási igénybevétel hat.

A *filiform korrózió* acélfelületeken, elsősorban lakkbevonat alatt keletkezik, ha a felület-előkészítés nem volt megfelelő, vagy a festékréteg fellazult, felhólyagosodott.

A 2.8. és 2.10. táblázatban adott ötvözetlen vagy szénacélok (MSZ 500; MSz 6280) korrózió-ellenálló képessége csekély, ezért bármilyen típusú környezetben vagy felhasználási területen – az igénybevételtől és az esztétikai követelményektől függő – korrózió elleni védelemmel kell ellátni.

A gyengén ötvözött, *légköri korrózionak ellenálló* LK jelű anyagok felületén a korróziós folyamat




4.3. ábra
A fémek korróziójának megjelenési formái
*a)* egyenletes korrózió
*b)* lyukkorrózió
*c)* kristályközi korrózió
*d)* feszültségi korrózió
*e)* lemezes korrózió
*f)* filiform korrózió

lezajlása alatt a korróziós termékből védőréteg keletkezik. Ennek következtében állandóan csökken a korrózió sebessége mindaddig, amíg – néhány év múlva – csaknem állandó értéket ér el.

A védőbevonat képződése során az anyag elszíneződik (rozsdafolyás), amely a csatlakozó szerkezeti elemekre is rákerülhet. A védőréteg jobb hatásfokú, ha a hengerlési revét homok- vagy sörétszórással eltávolítják (revétlenítik).

A kovácsoltvas termékeknél – különösen esztétikai okok miatt – célszerű a légköri korrózionak ellenálló acélt is befesteni. Ez esetben a festés tartóssága lényegesen nagyobb, mert nincs alározsdásodás.

Az *ötvözött, rozsdamentes acélok* akkor állnak ellen a korróziónak, ha legalább 12 tömeg%-ban tartalmaznak krómot, és széntartalmuk kisebb, mint 1,2%.

A rozsdamentes acélok esetében a megmunkálások során is nagy gondossággal kell eljárni, mert a szerszám és a munkadarab érintkezési felületén a benyomódott idegen anyagok jelentősen csökkentik a korrózióállóságot. A korrózió-ellenálló képesség *csiszolással, polírozással* fokozható.

Az *alumíniumon* és *ötvözetein* a levegő hatására jól tapadó, vékony alumínium-oxid-réteg keletkezik, amely – ha az anyag savas kémhatású anyagokkal nem érintkezik vagy nem sérül meg – elég ahhoz, hogy az ötvözetek nagy részét megvédje a korróziótól.

Jó korrózióálló az Al99,5 jelű alumínium, az AlMn, AlMg2 és az AlMgSi0,5 jelű ötvözet. Gyengébb korrózióállóságú ötvözetek az AlMg3, AlMg4 és az AlMgSi1. Gyenge kategóriába soroltak a felsoroltaknál több ötvözőt (pl. Cu-t) tartalmazó anyagok.

Az AlMgSi ötvözetcsaládban a Si-tartalom mennyisége lényeges, a sajtolt profilokhoz leginkább használatos AlMgSi0,5 jó ellenálló, az AlMgSi1,5 nemesített anyag már kristályközi korrózióra érzékeny.

A *vörösréz* felületén az oxidáció hatására világító zöld színű patinaréteg keletkezik. A korrózióréte-gek a felületre jól tapadnak, és megvédik a további korróziótól a rezet.

A *sárgaréz,* amely a réz és a horgany ötvözete, szintén jó korrózió-ellenálló fém. Nedves, széndioxidos levegőn a felületén zöld színű, bázisos réz-karbonát-réteg keletkezik, amely a korróziótól megvédi.

Az ónbronz a réz és az ón ötvözete. Az ón az ötvözetben a szilárdságot, a keménységet, a kopási ellenállást és a korrózióállóságot növeli.

## FELÜLETKEZELÉSI ELJÁRÁSOK

A fémek felületkezelése nagymértékben függ a felhasználási módtól, a beépítés körülményeitől és helyétől, valamint attól, hogy csupán korrózió elleni védelmet kívánunk elérni, vagy csak esztétikai követelményeket kielégíteni, esetleg mindkettőt.

Korróziós szempontból a kovácsoltvas alkotások lehetnek:
– kültéri és
– beltéri elhelyezésűek.

Kültéri elhelyezésű épületrácsok, korlátok, cégérek, kandeláberek stb. esetében elsődlegesen fontos a korrózióvédelem.

## FELÜLET-ELŐKÉSZÍTÉS

Bármilyen felületkezelési eljárást is választanak, csak akkor lesz hatékony és tartós, ha *gondos felület-előkészítést* végeznek. Ennek lényege, hogy a felületet *fémtisztává* tegyék, vagyis megtisztítsák a szennyezőktől (olajtól, zsírtól, esetleges festékmaradványoktól, az átmeneti korrózióvédelmet biztosító anyagoktól), és a felületet egyenletesen simává tegyék, vagy – igény szerint – mesterségesen feldurvítják a védőréteg jobb tapadása végett.

A cél az, hogy az acélfelületek tisztasági fokozata a 4.1. táblázatban adott *K0–K3* értékek közül az előírtat elérje.

Az SFS-ISO 8501-1 (nemzetközi) szabványban a festetlen acél rozsdásodási fokozatát *A, B, C* és *D* betűkkel jelölik. Az *A* fokozat lényegében a *K0*-nak, a *D* pedig a *K4*-nek felel meg. A festett felületek rozsdásodási fokozataival az MSZ 05.22.7610 szabványsorozat foglalkozik.

A szennyeződések és zsírok eltávolításához használatos eljárásokat és anyagokat a 4.4. ábra foglalja össze.

A vízben oldódó vegyületeket *nagynyomású vízsugárral* vagy *gőzborotvával* távolítják el. Az eljárást a vízhőmérséklet emelésével, mechanikus drótkeféléssel és mosószerek alkalmazásával lehet hatékonyabbá tenni.

Az *alkalikus* (lúgos) *mosás* feloldja a zsírt és az olajat. Az alkalikus mosószerek 60–90 °C között fejtik ki hatásukat. A mosószert el kell távolítani a felületről. Ha az öblítővízbe foszforsavat kevernek, az semlegesíti a lúgok hatását.

Az oldószeres mosásnál benzinnel (terpentinnel, aromás hígítóval) átitatott ruhával dörzsölik át a fém felületét.

4.1. táblázat. Acélfelületek tisztasági fokozatai

| A fokozatok jellemzése | jelölése |
|---|---|
| A felületen reve vagy rozsda hatszoros nagyítással sem észlelhető (fémtiszta) | K0 |
| A felületen csak hatszoros optikai nagyítással észlelhető reve vagy rozsda (gyakorlatilag fémtiszta)<br>*a*) A fémszínű felületen kezdődő visszarozsdásodástól származó elszíneződés (még nem futó rozsda)<br>*b*) A fémszínű felületen az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiben szabad szemmel látható max. 1 mm átmérőjű reve vagy rozsdapontok<br>*c*) futtatási szín<br>*d*) Az *a*), *b*) és *c*) együttes előfordulása | K1<br><br><br><br>K2 |
| *a*) A felületen visszarozsdásodástól származó lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (futó rozsda)<br>*b*) A felületen visszamaradt, lemezesen le nem választható rolzsdafoltok és csíkok (esetleg bemaródások)<br>*c*) Az *a*) és *b*) együttes előfordulása | <br><br>K3 |
| A felületen visszamaradt, jól tapadó revefoltok, csíkok<br>Az ilyen és nagyobb mértékben oxidálódott felületre bevonat csak további tisztítás után vihető fel | <br>K4 |

A rozsdamentesítés során az acél- és öntöttvas felületeket megtisztítják a rozsdától, a hengerlési revétől, a régi festékrétegektől és egyéb, az előzetes tisztítást követően a felületen maradt szilárd szennyeződésektől. A hengerlési reveréteg a meleghengerlés során az acél felületéhez tapadó porózus réteg, amely az acéltól eltérő hőtágulása és gyenge tapadása miatt az acélfelületről leválik, így nem megfelelő festési alap.

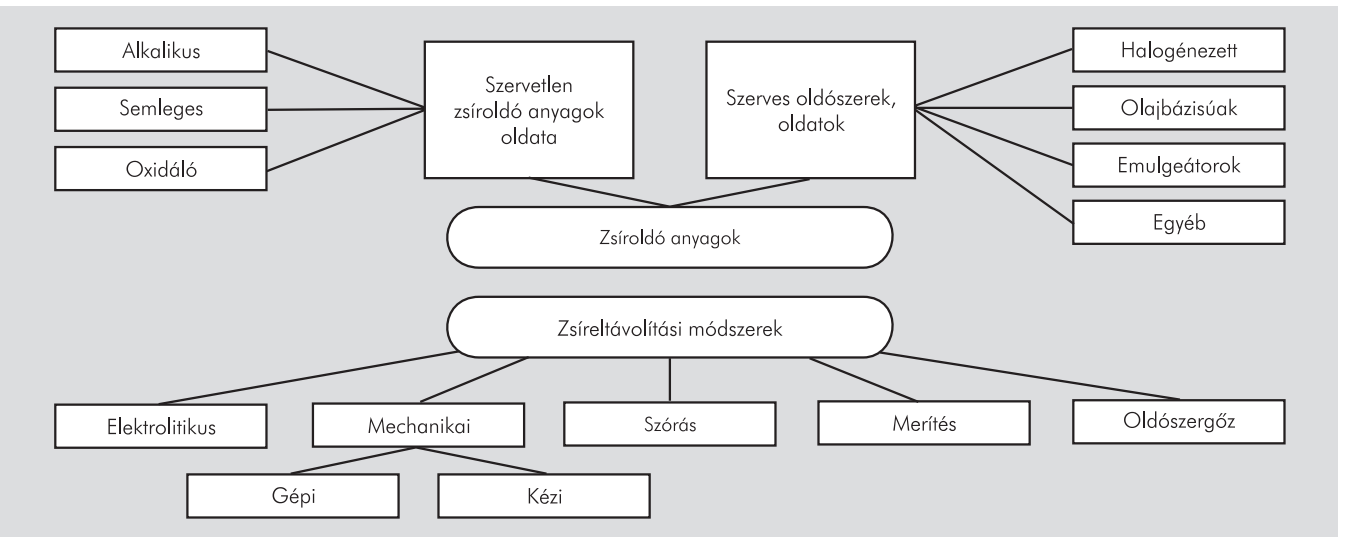
*Rozsdamentesítési eljárások:* a kézi, a kézi-gépi *drótkefélés*, a *szemcseszórásos tisztítás,* a *termikus módszerek*, ill. a *kémiai eljárások.*

*Kéziszerszámokkal vagy géppel: kefélés, csiszolás* vagy *kaparás* alkalmazandó a rozsda eltávolítására akkor, ha a befestendő felület egyéb módon nem tisztítható le.

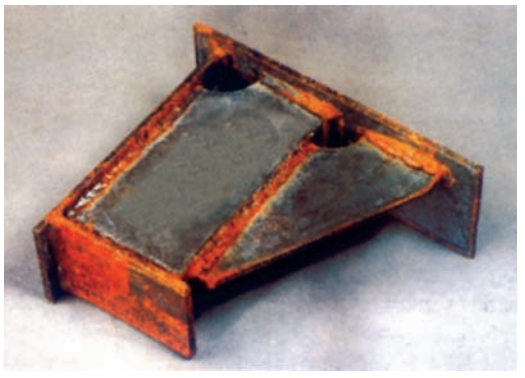
Az acélelemek rozsdamentesítésére általában *szemcseszórásos technikát* alkalmaznak, amely a hengerlési reve és a rozsda eltávolításának leghatékonyabb módszere. Szemcseszórásos tisztítás alatt a felület azon mechanikai tisztítását értjük, amelynél a szennyeződéseket szemcsesugárral távolítják el. A szemcseszórás során nyílt szórást, vákuumos szórást, vizes szórást vagy telepített tisztítóberendezést alkalmaznak.

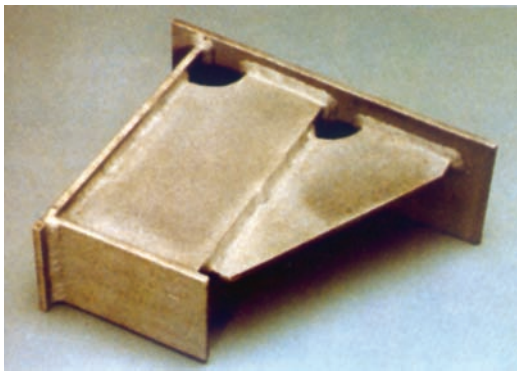
A szemcseszórásos tisztítást alkalmazzák a mártásos technológiával horganyzott felület letisztítására, közvetlenül a festést megelőzően. Ilyenkor a tisztítást gyakran homokkal, kis nyomáson végzik, azaz könnyű homokszórást végeznek azért, hogy a horganyréteg ne sérüljön meg. A szóróanyag szemcsemérete nem haladhatja meg a 0,2–0,5 mm-t, a szórás nyomása pedig a 4 bart. A fúvókát legalább 0,5–0,8 m távolságra kell tartani a tisztítandó felülettől.

A szemcseszórásos tisztítást mint felület-előkészítést az MSZ ISO 8501-1 szabvány négy fokozatba sorolja, az enyhe szemcsesugaras tisztítástól a fémtiszta felület eléréséig. A 4.5. ábra homokszórással elért „nagyon alapos” tisztítást mutat (3. fokozat).




4.4. ábra. Zsíreltávolítási módszerek és oldószerek





4.5. ábra. Homokszórással tisztított acélfelület
*a*) cinkszilikát műhelyalapozóval kezelt hegesztett elem; *b*) homokszórt, tisztítás utáni felület

Tisztítószemcseként számos anyag alkalmazható. A szemcse anyaga jelentősen befolyásolja a tisztítás sebességét és a munka minőségét. Fémfelületek tisztítására leginkább a következő anyagokat alkalmazzák:

Újrafelhasználható anyagok:
- öntöttvas- és acélszemcse, amely lehet kerek vagy szögletes,
- acélszáldarabok vagy acéllemezmaradékok,
- alumínium-oxidok és alumínium-szilikátok egyes speciális esetekben,
- üveggolyók alumínium és rozsdamentes acél szórására.

Egyszer használatos anyagok:
- különböző salakok,
- kvarchomok,
- természetes homok.

Kovácsoltvas tárgyaknál a kézipisztollyal végzett homokszórás javasolható.

Egyes esetekben, az ún. nedves szórásnál a szemcséket vízzel keverik. A nagynyomású víz (>700 bar) is képes letisztítani a rozsdát. A nagynyomású gőzborotvát (>1700 bar) nemcsak a rozsda, hanem a régi festék eltávolítására is alkalmazzák. E módszerek alkalmazása esetén nem érhető el a felület megfelelő érdessége.

*Termikus eljárás* többi között az oxigéntartalmú *acetilén*-lánggal történő revétlenítés. Lángkezeléssel távolítják el a régi festékréteget, a hengerlési revét és a rozsdát az acél felületéről. Ezt követően a felületet kézi-gépi kefeléssel kell áttisztítani.

A *kémiai rozsdamentesítés,* azaz pácolás során a hengerlési revét és rozsdát az adott fémhez alkalmas maróanyaggal távolítják el. A maratás savval vagy lúggal végezhető.
- A *savas pácolás* során alkalmazott savak például a sósav, a kénsav és a salétromsav. A savat a pácolásra kerülő fém anyaga szerint kell kiválasztani. A fém felületének megvédésére inhibitorokat adagolnak a pácolósavba. Az acél pácolását követően a felületet semlegesítik, és gyorsan megszárítják.
- Az *alkálimaratást* olyan oldószerrel végzik, amelynek lúgtartalma 50–80% nátrium-hidroxid. Alkálifürdőkkel a rozsda eltávolítása lassabb, azonban előnye, hogy a szerves szennyeződéseket is eltávolítja. Az alumínium maratása legtöbbször alkálifürdőben végzendő. Adalékszerekkel lehet szabályozni az oldószer nedvesítő-képességét. A lúgtartalommal (pH-érték) szabályozható a maratás hatékonysága.
  *Foszfátozással* a korrózióvédő hatás megnövelhető, és a festékfilm tapadása javítható. Az öntöttvasat, az acélt, a cink- és horganyzott felületeket, ill. egyes esetekben az alumíniumfelületeket általában foszfátozással passzíválják.
- A *passzíválási eljárás* alapelve, hogy a foszfáttartalmú vegyületek a fémfelülettel kémiai reakcióba lépnek, vékony, védő fémfoszfátréteg képződik, e rétegen jobban megtapad a festék, mint a fémfelületen. A foszfátréteg tovább javít a festett fémfelület korrózióállóságán.
- A *vas-* és *cinkfoszfátozás* a legáltalánosabban használt foszfátozási eljárás. A foszfátozás szórással vagy bemerítéssel történik. Acélfelületek esetén a vegyi eljárások közül cink-foszfáttal állítható elő a legjobb alap. A cinkfoszfátozás során kialakuló bevonat vastagsága 2–4,5 g/m$^2$. A cinkfoszfátozott felület szürke színű.

A cinkfoszfátozás általában öt szakaszban hajtható végre: felülettisztítás, öblítés, foszfátozás, öblítés és passzíváló öblítés.

A *kromátozást* könnyűfémek és horganyzott tárgyak előkészítésekor alkalmazzák. A kezelést követően a tárgy felületén egy enyhén sárgás vékony réteg marad.

A *wash-primerek,* azaz tapadásfokozó alapozók általában kétkomponensű, foszforsavat tartalmazó poli(vinil)butirál bázisú felület-előkezelő anyagok. A wash-primerezés alkalmazható acél-, horganyzott, könnyűfém, ólom- és vörösréz felületekre, valamint rozsdamentes acélra.

*Műhelyalapozás* alatt azt értjük, hogy a tisztított acélfelületet átmenetileg – elsősorban a megmunkálás, szerelés idejére – vékony festékréteggel vonják be (az átmeneti védelem egy lehetősége). Általában felület-előkészítésként szemcsesugaras tisztítást alkalmaznak. A műhelyalapozókat *shop-primernek* nevezik. Leggyakrabban cinktartalmú epoxi, cink-szilikát vagy epoxi műhelyalapozót alkalmaznak. A műhelyalapozó egy- vagy kétkomponensű poli(vinil)butirál bázisú is lehet. Alkidtartalmú műhelyalapozókat is használnak.

A további festés kapcsán tisztázni kell, hogy a műhelyalapozást megelőzően milyen előkészítési fokozatot alkalmaztak, milyen műhelyalapozót vittek fel a felületre, és ez hogyan illeszkedik a későbbi festékekhez. A műhelyalapozó-réteget a további festést megelőzően általában meg kell tisztítani a zsírtól és a szennyeződéstől, valamint a felületet egy gyenge szemcseszórásos tisztításnak kell alávetni. Amennyiben az alapozást cinkporos festékkel végzik, akkor cinktartalmú műhelyalapozók használata javasolt.

## FÉMES BEVONATOK

Ennél az eljárásnál az acélt a korrózionak jobban ellenálló fémmel vonják be. Már a középkorban, mégpedig Theophilus idejében általánosan ismert és használt művelet volt a vas ónozása [9].

„Ha vasat akarsz ónozni, reszeld le a felszínét, s anélkül, hogy kezeddel hozzáérnél, tegyed a faggyúval födött olvadt ónba, s keverd ebbe addig, míg csak meg nem fehéredett; ha ez megtörtént, vedd ki, rázd meg jól, és tisztítsd le korpával és vászonnal."

A mai gyakorlatban
- a galvanikus horganyzást (cinkleválasztást),
- a kadmiumozást,
- a tűzi horganyzást és a
- fémszórást alkalmazzák.

A *galvanikus horganyzásnál,* ahol a cinket tartalmazó vizes oldatból egyenáramú elektrokémiai redukcióval választanak le fémbevonatot a kató-

don, a keletkezett réteg védőhatása két tényezőn alapszik:

1. levegő hatására a felületén ZnO, $ZnCO_3$, $Zn(OH)_2$ keverékéből álló védőréteg (fehérrozsda) képződik;
2. a horgany kevésbé nemes fém, mint az acél alapfém, ezért – a mindig jelen levő nedvesség hatására – anódként viselkedik. Amíg horgany van jelen, az alapfém nem károsodhat – még akkor sem, ha a bevonaton folytonossági hiányok vannak (pl. darabolásnál a keresztmetszet élei).

A horganyzást vegyi felület-előkészítéssel kezdik, és utókezeléssel, ún. *kromátozó passzíválóeljárásokkal* fejezik be. Ez utóbbival a horganybevonat ellenálló képességét jelentősen fokozni lehet. A cinkleválasztás alkalikus vagy savas fürdőkben történik. A horganyréteg vastagsága: 25–50 m. A kádak hossza max. 3,0 m, szélessége és mélysége 1,0 m.

Hasonló eljárás a *kadmiumozás*. A kadmiumréteg is jól ellenáll az atmoszferikus hatásoknak, így a tengeri és trópusi légkörnek. Ipari klímán viszont kevésbé ellenálló, mint a horganyréteg. Előnye, hogy jól forraszthető.

*Tűzi horganyzásnál* az acélelemeket a szükséges felület-előkészítés (zsírtalanítás, pácolás) után fémtisztán az olvadt, 450 °C hőmérsékletű horganyba mártják. A szabad téren elhelyezett kapuk, kerítések, korlátok, előtetők stb. részére az egyik legmegbízhatóbb felületkezelési eljárás. Festéssel kiegészítve pedig a legkényesebb igényeket is kielégíti korrózióvédelmi szempontból. A rétegvastagság ennél a kombinált eljárásnál 25–40 µ. Önálló tűzi horganyzott elemeknél 100–200 µ is elérhető. Kültéri elemeknél min. 80 µ rétegvastagságot írnak elő. A horganyzandó acélszerkezetek mérete (Dunaferr Rt.) 12 500 × 1000 × 1300 mm lehet, tömege max. 5 t.

A tűzi horganyzás során figyelemmel kell lenni:

– az anyagminőségre és a vastagságra;
– a tűzi horganyzás technológiai követelményeinek megfelelő szerkezeti kialakításra.

Az anyagminőség megválasztásakor szükséges, hogy az acél szilíciumtartalma $0{,}12 < Si < 0{,}25\%$ legyen. Ha a szakítószilárdság $R_m > 520$ N/mm$^2$, a horganyzás hatását a gyártó művel egyeztetni kell.

Az anyagvastagságot 20 mm alatt kell megválasztani, mert a horganyfürdő hatására az anyag rideggé válik (nyúlása csökken).

Hidegen hajlított szelvényeket, csavarokat tűzi horganyzás előtt feszültségmentesíteni kell, ellenkező esetben a hidegmegmunkálás hatása összegeződik a tűzi horganyzásával. A szelvényeket 6 mm falvastagságig lehet lyukasztani feszültségmentesítés nélkül. 6–17 mm-ig akkor, ha a technológiai adottságok tökéletesek, 17 mm felett a lyukakat fel kell dörzsölni, vagy fúrt lyukat kell készíteni.

Szegecselt szerkezetek horganyzásra nem alkalmasak. Üreges elemeken, amelyeket kívül-belül horganyozni kell, átlósan elhelyezett be- és kifolyónyílásokat kell elhelyezni. További tervezési és egyéb előírásokat a Dunaferr Rt. „Útmutató a tűzi horganyzásra kerülő acéltermékek kialakításához" című kiadványa tartalmazza.

A *fémszórásnál* a hideg acélra korrózióálló, olvadt alumíniumot vagy cinkréteget porlasztanak. A fémszórást pl. a nagy hatékonyságú METCO 11E égőgáz-rendszerű pisztollyal lehet végezni. Ezek átömlőnyílása biztosítja az optimális égőgáz-oxigén keverést (4.6. ábra). Külön szifondugó helyezhető fel acetilénre vagy propángázra. A pisztollyal kisméretű munkadarabok is gazdaságosan szórhatók.

A fémszórásnál javasolt rétegvastagságok ipari szennyezett légkör esetére a következők:

– 0,08–0,15 mm szórt alumíniumréteg tömítve, ill. tömítés nélkül;
– 0,23 mm cinkréteg tömítés nélkül;
– 0,08–0,15 mm cinkréteg tömítve.

Tovább növelhető a korrózióvédelem, ha a szórt cinkrétegre egy réteg alapozót és egy-két réteg alumínium-vinil festést alkalmaznak.

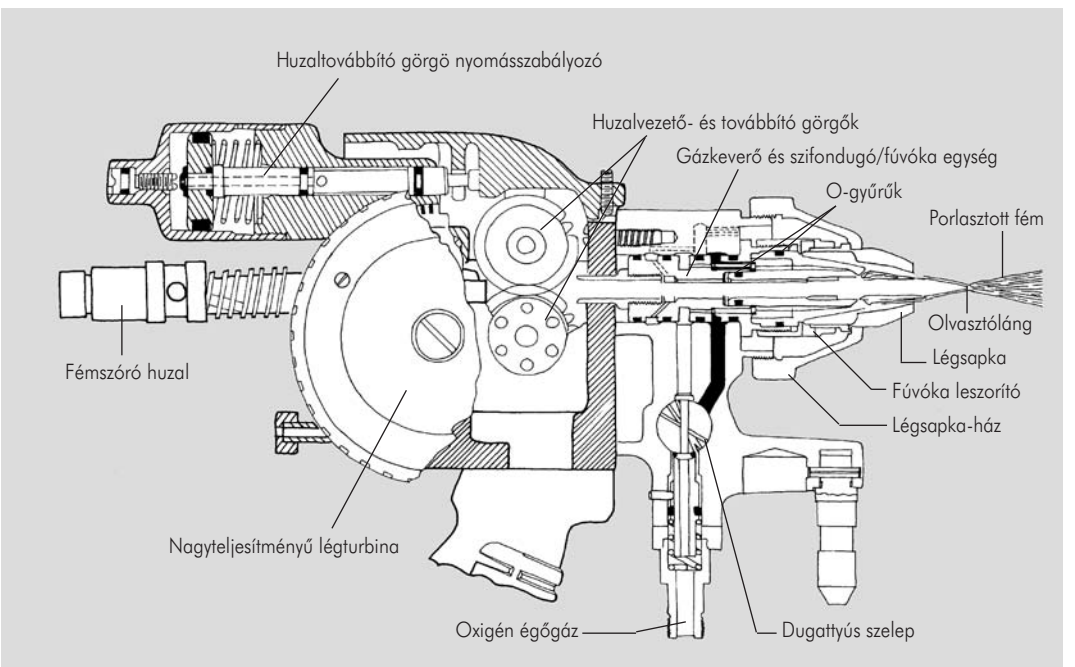
## BELTÉRI TÁRGYAK FELÜLETVÉDELME

A beltéren elhelyezett kovácsoltvas tárgyak – csillárok, gyertyatartók, bútorok, kisplasztikai alkotások, kandallókészletek stb. – kevésbé vannak kitéve az időjárás viszontagságainak és a különféle korróziót okozó szennyeződéseknek. Ezért ezen esetben megvalósítható az a célkitűzés, hogy a kovácsolt alkotások minél jobban megőrizzék a vas (alumínium, bronz) megmunkált struktúráját, felületi megjelenését. A több rétegben felhordott festés ugyanis a felületet bevonja, egyenletessé teszi, ezáltal pl. a kalapácsütések nyomait eltünteti.

Hagyományos felületkezelési eljárás az *olajba égetés*. Ennél a műveletnél a tárgyat kovácsolás után:

– drótkefélik (a jól tapadó revét, cundert rajta hagyják);
– fáradt dízelolajjal (lenolajjal, faggyúval) bekenik és
– 300–400 °C-on beégetik a réteget.

Ezzel a módszerrel szürkés-fekete színt kapnak (4.7. ábra). Mélyfekete szín eléréséhez az eljárást megismétlik. A fáradt dízelolaj azért kedvezőbb, mint az egyéb olajfajták, mert magasabb a széntartalma.




4.6. ábra. Fémszóró pisztoly metszete (METCO 11E típus)

4.7. ábra. Emberfej. Anatómiai tanulmány. Olajba égetett felületkezelés fázisai.
Seregi György alkotása, 1984, (40×20 cm)

Fekete bevonat alakítható ki a következő összetételű *páccal*:
– 400 g lúgkő;
– 10 g nátrium-nitrit;
– 10 g nátrium-nitrát;
– 600 ml víz.

Az oldatot forrásig hevítik, majd bemártják a fémtiszta tárgyat 20–30 percig. Pácolás után fekete színeződés keletkezik. Színezés után a tárgyat hideg, majd forró vízben alaposan leöblítik, utána olajozzák vagy színtelen akrillakkal lefestik. A pácolás – a kád méretétől függő – kisebb tárgyak felületkezelésére alkalmas.

A legegyszerűbb módszer, ha a beltéri tárgyat a drótkefélés után *méhviasszal* bedörzsölik. Ez a módszer az olajban égetésnél gyengébb minőségű védelmet biztosít.

A réz, bronz, ón színezésével sok szakirodalom foglalkozik [29, 33].

## SZERVES BEVONATOK

A kültéri alkotások felületkezelésénél a szerves bevonatok – vagyis a festéssel való korrózió elleni védelem – felhasználási aránya 65–70%. Ezek fokozottan ki vannak téve a homlokzatokon vagy a szabad térben a korróziós hatásoknak.

A festés, lakkozás fő technológiai fázisai a következők:
1. Felület-előkészítés (zsírtalanítás, oxideltávolítás)

4.2. táblázat. Acél alkatrészek védelme lakkozással, mérsékelt égövi szabad térben és száraz trópusi szabad térben

| Tisztított felület minőségi fokozata (MSZ 1891/1) | Alapozóbevonat | | Fedőbevonat | | Minimális rétegvastagság, µm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | neve | rétegszáma | neve | rétegszáma | Zn | festék | teljes bevonat |
| K0 | Tűzi cink + Wash Primer + cink-kromát | 1<br><br>1 | Durol vagy<br>Syntalin vagy<br>Trinát | 2<br>2<br>2 | 40<br>40<br>40 | 90<br>90<br>90 | 130<br>130<br>130 |
| K0–K1 | Wash Primer + cink-kromát | 1<br>1 | Durol vagy<br>Trinát | 3<br>3 | –<br>– | 120<br>120 | 120<br>120 |
| | Wash Primer + Fortamin alapozó | 1<br>1 | Fortamin | 2 | – | 80 | 80 |
| K2–K4 | Ólommínium olajfesték vagy Stabil mínium | <br>2<br>2 | Durol vagy<br>Trinát<br>Syntalin | 2<br>2<br>2 | –<br>–<br>– | 120<br>120<br>120 | 120<br>120<br>120 |

4.2. táblázat. Acél alkatrészek védelme lakkozással, mérsékelt égövi ipari városi szabad térben és száraz trópusi ipari városi szabad térben

| Tisztított acélfelület minőségi fokozata (MSZ 1891/1) | Alapozóbevonat | | Fedőbevonat | | Minimális rétegvastagság, µm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | neve | rétegszáma | neve | rétegszáma | Zn | festék | teljes bevonat |
| K0 | Tűzi cink + Wash Primer + cink-kromát | 1<br><br>1 | Durol vagy<br>Syntalin vagy<br>Trinát | 2<br>2<br>2 | 40<br>40<br>40 | 90<br>90<br>90 | 130<br>130<br>130 |
| K0–K1 | Wash Primer + cink-kromát | 1<br>2 | Durol<br>Syntalin<br>Trinát | 3<br>3<br>3 | –<br>–<br>– | 150<br>150<br>150 | 150<br>150<br>150 |
| | Wash Primer + +cink-kromát | 1<br><br>1 | Hőre keményedő kalapácslakk vagy<br>Melakon | 2<br><br>2 | –<br><br>– | 80<br><br>80 | 80<br><br>80 |
| | Wash Primer Fortamin alapozó | 1<br>1 | Fortamin | 2 | – | 80 | 80 |
| K2–K4 | Ólommínium olajfesték vagy Stabil mínium | <br>2 | Durol<br>vagy Syntalin<br>vagy Trinát | 3<br>3<br>3 | –<br>–<br>– | 150<br>150<br>150 | 150<br>150<br>150 |

4.4. táblázat. Kovácsoltvas termékekre ajánlott Tikkurila festékbevonati rendszerek

| Termék neve | Felület előkészítése | | Bevonatrendszer | | Alapozó | | Fedőfesték | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | általános | javításhoz | összréteg-vastagsága, µ | környezeti besorolás | gyantája | réteg-vastagsága, µ | gyantája | réteg vastagsága, µ |
| Temaprime EE<br>Temalac FD 50 | Sa 2 | St 2 | 80 | C 2 | AK | 40 | AK | 80 |
| Temaprime EE<br>Temalac FD 50 | Sa 2 | St 2 | 160 | C 3 | AK | 2×50 | AK | 60 |
| Temabond ST 200<br>Temadur 50 | St 2 | St 2 | 160 | C 3 | EP | 120 | PUR | 40 |
| Temabond ST 200<br>Temadur 50 | Sa 2 | St 2 | 240 | C 4 | EP | 2×100 | PUR | 40 |
| Temazinc 99<br>Temacoat GPL-S MIO<br>Temadur 50 | Sa 2,5 | St 2 | 200 | C 4 | EP (Zn) | 40 | EP-PUR | 60 + 40 |

Magyarázat: AK (alkid); EP (epoxi); EP (Zn) (cinkporos epoxi); PUR (poliuretán).
*A táblázat elkészítéséhez az ISO 12944-5:1998(E) előírásait tekintettük mérvadónak.**A bevonatok várható élettartama 5–15 év az adott környezeti besorolásban.
Sa (alapos szemcsesugaras tisztítás); Sa 2,5 (nagyon alapos szemcsesugaras tisztítás); St 2 (kézi szerszámmal vagy géppel végzett alapos tisztítás) (MSZ ISO 8501-1 szabvány).
C2 száraz, tiszta külső légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).
C3 városi légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).
C4 ipari és tengerparti légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).

a 4.2.1. pontban leírt eljárásokkal. K0–K3 tisztasági fokozat igény szerint.
2. Tűzi horganyzás.
3. Tapadást növelő réteg kialakítása (pl. foszfátozás).
4. Alapozás (összhangban a korábbi műveletekkel és a közbenső és bevonó rétegekkel).
5. Felületi hibák javítása tapaszolással.
6. Csiszolás (a tapaszolás egyenetlenségeinek megszűntetése).
7. Közbenső bevonat (matt vagy félmatt bevonat).
8. Fedőlakk- vagy zománcbevonat egy vagy több rétegben.
9. Szárítás vagy beégetés.

Ezek közül egyes részműveletek, pl. a 2., 3., 5., 6. elmaradhatnak. A beégetést kovácsoltvas termékeknél ritkán alkalmazzák.

A festékek – *kötőanyaguk szerint* – lehetnek természetes és műgyanta anyagúak.

*Szárítás,* ill. *kikeményítés* technológiája szerint a festékek a következő típusúak:
– levegőn (20 ± 5 °C) száradó,
– kis hőmérsékleten (60–80 °C) kikeményedő és
– nagy hőmérsékleten (160–300 °C) kikeményedő.

A *felvitel módja szerint:*
– ecsetelhető,
– mártható,
– szórható (hidegen, melegen, elektrosztatiku-san) és
– elektroforetikus.

A festékfelviteli eljárások közül az ecsetelést, a mártást és a szórást használják.

A *sűrített levegős szórásnál* 2,5–4,0 at túlnyomással hidegen vagy 80 °C-ra előmelegítve szórják fel a festéket. A forró szórásnál nagy az oldószer-megtakarítás, és egyszerre 30–40 μ vastag réteg vihető fel a hideg szórás 15–30 μ vastagságával szemben. Nagyobb felületeknél, lemezeknél a termelékeny, *nagynyomású* (hidegen 80–170 at, melegen 40 at) festékszórást alkalmazzák. Esete-nként a munkadarabot melegítik fel.

A festék- és lakkfelviteli eljárásokról bőséges a szakirodalom [34].

Az MI 18100 „Acélfelületek korrózióvédelme" c. irányelvek alapján összeállított 4.2. és 4.3. táblázat a különféle légtérben elhelyezett tárgyak lakkozással történő védelmi rendszereit mutatja be. A táblázatokban hazai gyártmányú festékek szerepelnek, az általános felhasználási területek figyelembevételével. A kovácsoltvas termékekre ajánlott Tikkurila festékbevonati rendszerek a 4.4. táblázatban találhatók.

Alumínium esetén *alapozásként* célszerű *kromátozást* alkalmazni. Itt cink-tetraoxid-kromátot, cink-kálcium-kromát pigmentet tartalmazó festéket használnak, amire a fedőfestés már jól tapad.

## ANÓDOS OXIDÁLÁS

Az alumíniumon és ötvözetein a természetes oxidréteg úgy növelhető, hogy kénsavas, esetleg krómsavas elektrolitben, egyenáramú áramforrás pozitív pólusában anódként kötik az alumíniumlemezt. Az áramkörben az elektrolitoldatban az anódon oxigén fejlődik, amely reakcióba lép az alumíniummal, s az anyag felületén alumínium-oxid keletkezik.

A hagyományos anódizálás (eloxal GS) az alumínium természetes színét megtartja, fémes jellegét megőrzi. A natúr alumíniumot ma már ritkán igénylik az építészek, ezért kidolgozták a különféle színezési eljárásokat. Az *elektrolitikus* színezési módok csak egyes (pl. bronz, szürke-fekete, vörös) árnyalatokban képesek színes anódos réteget előállítani.

Anódos oxidálásnál beltérben vagy alapozóréteként 6–10 μ-os, kültérben 20–25 μ-os rétegvastagságot alkalmaznak.

Az alumíniumtárgyak tetszőleges színben való felületvédelmét az *elektrosztatikus műanyagporszórás* oldotta meg. A műanyag bevonat azonban elveszi az anyag fémes jellegét.

„A SZÁMÍTÁSOKAT FELHASZNÁLÓ MÉRNÖKÖK

GEOMETRIAI FORMÁKAT ALKALMAZNAK,

SZEMÜNKET A GEOMETRIÁVAL, SZELLEMÜNKET

A MATEMATIKÁVAL ELÉGÍTVE KI.

MŰVEIK A NAGY MŰVÉSZET ÚTJÁT SZEGÉLYEZIK.”

5

LE CORBUSIER:

ÚJ ÉPÍTÉSZET FELÉ.

BP., CORVINA, 1981. 11. O.

# SZERKEZETEK SZILÁRDSÁGI MÉRETEZÉSE

## ALAPELVEK; HATÁRFESZÜLTSÉGEK

A kovácsoltvas szerkezeteknek, tárgyaknak három alapvető követelményt kell kielégíteniük:
– feleljenek meg a rendeltetésüknek (funkcionális követelmény),
– az esztétikai (művészi) igényeknek és
– az erőtani (statikai) tervezés követelményeinek.

A *rendeltetésszerű használat* biztosítása a megrendelő számára fontos, aki az alkotást valamilyen cél, feladat teljesítése miatt kívánja megvásárolni. Például, hogy a kaput zárni lehessen, a korlátrácspálcák távolsága az előírtat ne haladja meg, a cégér feleljen meg a tájékoztatási (információs) igényeknek, a szék kényelmes ülést tegyen lehetővé stb. (l. a 7–11. fejezetet).

A *művészi igényesség,* az esztétikum nemcsak a kisplasztikai alkotások, fémszobrok, hanem a legegyszerűbb használati tárgyak esetében (pl. tűziszerszám-készlet, gyertyatartó stb.) is létezik, mert a bennünket körülvevő tárgyaknak nemcsak funkcionális igényünket, hanem a szépérzékünket is ki kell elégíteniük. Az iparművészeti színvonalon kovácsolt tárgyak gyönyörködtetnek, művészi érzékünket fejlesztik.

Az *erőtani tervezés* a követelmények megfogalmazásával utal a szerkezet nem kívánatos állapotainak ismérveire is, és ezzel ún. *határállapotokat* határoz meg. A határállapotok alapvetően két csoportra oszthatók. Az elsőbe, a *teherbírási határállapotok* közé azok tartoznak, amelyek túllépése a szerkezet teherbírásának megszűnéséhez vagy teljes üzemképtelenséghez vezetnek. Ilyenek például a *szilárdsági tönkremenetelek* (folyás, képlékenytörés), a *stabilitásvesztési jelenségek* (kihajlás, horpadás, kifordulás), valamint a *fáradás* és a *ridegtörés.* A második csoport azokat a *használati határállapotokat* öleli fel, amelyek túllépése esetén a szerkezet használata nehezül, vagy élettartama lerövidül. Ilyenek a merevségi követelmények (alakváltozási, lengési) és *korróziós károsodások.*

Követelmény például, hogy a konzolon függő cégér ne szakadjon le, a lámpaoszlop ne hajoljon ki, a kapuszárny lehajlása a megengedetten belül maradjon, vagy kinyitáskor ne jöjjön lengésbe, és korróziós károsodások miatt idő előtt ne menjen tönkre.

Az erőtani méretezéskor ezen követelményeknek *kellő biztonsággal* kell érvényesülniük.

A mai méretezési szabványok az *osztott biztonsági tényezős* eljárást alkalmazzák. Ez azt jelenti, hogy az egyes $F_i$ terheket és hatásokat jelentőségük szerint különböző $\gamma_i$ biztonsági tényezőkkel kell megszorozni, és az így kapott *mértékadó igénybevételnek* kisebbnek (vagy egyenlőnek) kell lennie a *határ-igénybevételnél,* ill. a *határfeszültségnél.*

Általános alakban felírható:

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \gamma_i \mu_i F_i \leq R_H \qquad (5.1)$$

ahol $\alpha_i \leq 1$ az egyidejűségi tényező (többféle teher együttes hatásakor lehet figyelembe venni); $\gamma_i > 1$ a biztonsági tényező; $\mu_i \geq 1$ a dinamikus tényező (esetünkben általában $\mu = 1$) és $R_H$ az ellenállási jellemző (határ-igénybevétel, határfeszültség).

A magasépítési acélszerkezetek tervezése esetére a méretezési előírásokat és a határfeszültségek értékeit az MSZ 15024 tartalmazza. A szerkezeti anyagok határfeszültségei az 5.1. táblázatban találhatók. Eszerint az erőtani számítás szempontjából a különféle anyagokat *szilárdsági csoportokba* kell sorolni, és a továbbiakban a csoportra vonatkozó adatokkal kell számolni. A besorolás a *minimális szakítószilárdság* kp/mm² mértékegységben kifejezett értéke alapján történik. A szegecsek és csavarok határfeszültségei az 5.2., 5.3. táblázatban, a hegesztési varratoké az 5.4. táblázatban találhatók.

A EUROCODE szabványok közül még nem kötelező érvénnyel megjelent
– az EC 1 Alapvető tervezési elvek és hatások, valamint
– az EC 3 Acélszerkezetek tervezése

c. kötet. Miután ma még a hazai gyakorlat az MSZ 15024/1 és az MI 15024/3,4 előírásait használja,

5.1. táblázat. Szerkezeti anyagok határfeszültségei

| A szilárdsági csoport jele | Az acélminőség jele | | A határfeszültség, N/mm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | vastagság, mm $t$ | húzás és nyomás esetén, $\sigma_H$ | nyírás esetén, $\tau_H$ | palástvonal | |
| | | | | | | szegecs vagy csavar esetén, $\sigma_{pH}$ | átlagos értéke csapok felületén, $\sigma_{pH}$ |
| 37 | A 0 | MSZ 500 | ≤ 40 | 175 | 100 | 305 | 220 |
| | A 34, A 34X, A 34 B | | | 190 | 110 | 330 | 220 |
| | A 38, A 38X, A 38 B | | ≤ 50 | 200 | 115 | 350 | 240 |
| | 37 B, 37 C | MSZ 6280 | | | | | |
| | LK 37 C | MSZ 6259 | | | | | |
| | A 35 | MSZ 29/2 | | | | | |
| | A35 K | MSZ 29/3 | | | | | |
| 45 | A 44, A 44 B | MSZ 500 | ≤ 40 | 230 | 130 | 440 | 280 |
| | 45 B, 45 C, 45 D | MSZ 6280 | ≤ 50 | 240 | 140 | 420 | 300 |
| | LK 45 C, LK 45 D | MSZ 6259 | | | | | |
| | A 45 | MSZ 29/2 | | | | | |
| | A 45 K | MSZ 29/3 | | | | | |
| 52 | 52 C, 52 D | MSZ 6280 | ≤ 50 | 280 | 160 | 490 | 360 |
| | LK 52 C, LK 52 D | MSZ 6259 | | | | | |
| | A 52 K | MSZ 29/3 | | | | | |
| 58 | E 420 C, E 420 D | MSZ 6280 | ≤ 16<br>16<t≤35<br>35<t≤50 | 320<br>310<br>300 | 185<br>180<br>175 | 520 | 420 |
| 64 | E 460 C, E 460 D | | ≤ 16<br>16<t≤35<br>35<t≤50 | 350<br>340<br>330 | 205<br>200<br>190 | 550 | 460 |

ezért a továbbiakban ezeket célszerű figyelembe venni. Egyéként az EC-szabványok is az osztott biztonsági tényezős méretezési eljárást használják.

## TERHELÉSEK; HATÁSOK

Az MSZ 15020-86 általános előírásainak megfelelően az MSZ 15021/1-86 tartalmazza a magaséptési szerkezetek terheinek számításbavételére vonatkozó részletes előírásokat, az MSZ 15021/2-86 pedig a merevségi követelményeket fogalmazza meg.

Az építményekre ható terhek időbeli lefolyásuk szerint *állandó* vagy *esetleges* jellegűek. Állandó teher például a szerkezet saját tömege. Alapértékét a terv szerinti méretekkel és az átlagos tömegekkel kell számítani. A biztonsági tényező 1,1–1,3 közötti.

Az esetleges terhek között legfontosabb a *hasznos teher* (pl. a korlátra ható vízszintes erő), amelynek viselése a szerkezet létesítésének tulajdonképpeni célja. Biztonsági tényezője 1,2–1,4.

A *meteorológiai terhek* a légköri hatások következményei. A hóteher alapértéke $p_s$ = 0,8 kN/m$^2$, ha a tengerszint feletti magasság 300 m-nél kisebb. Amennyiben a tetősík hajlása $\alpha \geq 60^o$, akkor a hóterheléssel nem kell számolni. A biztonsági tényező a tető saját tömege függvényében 1,4–1,75.

A *szélteher* $p_w$ alapértéke a szél $w_0$ helyi *torlónyomásának* és a *c* alaki tényezőnek szorzata. A torlónyomás nagyságának alakulása a környezet beépítettségétől és a terepszint feletti *h* magasságtól függ. Értéke az 5.5. táblázatban található, de $w_0$ csökkentett értékkel vehető figyelembe, ha az építmény környéke belterület vagy ipartelep. Állandó szélességű létesítmény esetén átlagos értékkel számítható a teljes *H* építménymagasság mentén. Zárt épület oldalfalára ható szélnyomás esetén az alaki tényező értéke *c* = 0,8. A szélteher biztonsági tényezője 1,2.

A *merevségi követelmények* a szerkezetek alakváltozásait, lehajlásait korlátozzák. Általában a teherviselő elemek (tartók) legnagyobb lehajlása támaszközeik 1/300 részénél, konzoltartók lehajlása, ill. oszlopok vízszintes eltolódása hosszuk, ill. magasságuk 1/150 részénél nagyobb ne legyen. Az alakváltozások számításakor biztonsági tényezőt nem kell figyelembe venni.

Az építményre ható többféle terhet és hatást összegyűjtve, azok egyidejű fellépésének valószínűségét figyelembe vevő egyidejűségi tényezők használatával *terhelési eseteket* kell alkotni az (5.1) képletnek megfelelően. A kiemelt esetleges teher a maximális értékével szerepel, ahol $\alpha$ = 1. A *mértékadó tehercsoportosítás* a vizsgált hatás szempontjából a legkedvezőtlenebb eredményt adja. Ezt a legtöbb esetben csak az igénybevételek vagy a feszültségek vizsgálata dönti el. Így elvileg az összes lehetséges teherkombinációt meg kell vizsgálni.

5.2. táblázat. Szegecsek határfeszültségei

| A szegecsanyag minősége az MSZ 113 szerint | A határfeszültség, N/mm$^2$ | | |
|---|---|---|---|
| | nyírás esetén | palástnyomás esetén | húzás esetén |
| A 34 SzK | 160 | 350 | 50 |
| A 44 SzK | 210 | 450 | 65 |

5.3. táblázat. Csavarok határfeszültségei

| A csavar | | A határfeszültség, N/mm$^2$ | | |
|---|---|---|---|---|
| fajtája | anyagminőségének jele | nyírásra, $\tau_H$ | palástnyomásra, $\sigma_{pH}$ | húzásra, $\sigma_H$ |
| III. pontossági osztályú MSZ 2360 | 3,6 | 95 | 190 | 125 |
| | 4,6 | 125 | 250 | 170 |
| II. pontossági osztályú MSZ 2461 | 5,6 | 195 | 370 | 210 |
| | 8,8 | 275 | 550 | 450 |
| Illesztőcsavar MSZ 2460 | 5,6 | 195 | 390 | 210 |
| MSZ 2457 | 8,8 | 290 | 580 | 450 |

5.4. táblázat. Varratok határfeszültségei

| A varrat fajtája | jellege | jele | A határfeszültség | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 37 | 45 | 52 |
| | | | jelű szilárdsági csoportba tartozó anyagra, N/mm$^2$ | | |
| Bármely varrat | összehasonlító | $\sigma_{vH}$ | 200 | 240 | 280 |
| | nyírás | $\tau_{vH}$ | 141 | 170 | 198 |
| Homloksarok varrat | nyírás | $\tau_{vH}$ | 163 | 196 | 229 |

5.5. táblázat. A helyi és az átlagos torlónyomás értékei

| A vizsgált hely terepszint feletti magassága, ill. az építmény *H* magassága, m | A torlónyomás, kN/m$^2$ | | Átlagos torlónyomás, kN/m$^2$ | |
|---|---|---|---|---|
| | általában, $w_0$ | csökkentett értékű, $w'_0$ | általában, $w_0$ | csökkentett értékű, $w'_0$ |
| 2 | 0,42 | 0,22 | | |
| 5 | 0,56 | 0,34 | 0,48 | 0,27 |
| 10 | 0,70 | 0,46 | 0,60 | 0,37 |
| 15 | 0,80 | 0,54 | 0,69 | 0,45 |
| 20 | 0,87 | 0,62 | 0,75 | 0,51 |
| 25 | 0,94 | 0,68 | 0,81 | 0,56 |
| 30 | 1,00 | 0,74 | 0,86 | 0,60 |
| 35 | 1,05 | 0,79 | 0,90 | 0,65 |
| 40 | 1,09 | 0,84 | 0,94 | 0,69 |
| 45 | 1,13 | 0,88 | 0,98 | 0,72 |
| 50 | 1,17 | 0,92 | 1,01 | 0,76 |
| 60 | 1,24 | 1,00 | 1,07 | 0,82 |
| 70 | 1,31 | 1,07 | 1,12 | 0,88 |
| 80 | 1,36 | 1,14 | 1,17 | 0,93 |
| 90 | 1,41 | 1,20 | 1,22 | 0,98 |
| 100 | 1,46 | 1,25 | 1,26 | 1,03 |

## A KONSTRUKCIÓK KIALAKÍTÁSÁNAK STATIKAI ALAPELVEI

A művészi kovácsolásnál előforduló szerkezeteket általában a síkbeli tartókra vonatkozó alapelvek szerint lehet statikailag vizsgálni. Ha az elképzelés térbeli kialakítású, igyekezni kell a rendszert

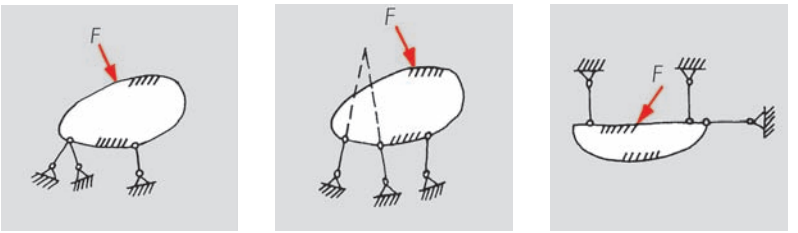
síkbeli elemekre bontani, mert úgy számításuk egyszerűbb.

Mint ismeretes, egy tárcsa vagy síkbeli tartó merev megtámasztásához három (képzeletbeli) támasztórúdra van szükség. Ezek nem lehetnek közös metszéspontúak vagy párhuzamosak, mert akkor a közös metszéspont körül elfordulhat, ill. eltolódhat a test (5.1. ábra). Ez a megállapítás igaz egy merev test és a föld között, vagy két merev test között is.

Az egyszerű földre helyezés, valamint a tartó görgős megtámasztása egy, a csukló kettő, a befalazás három kapcsolórudat képvisel. A kapcsolórudak, amelyek az elmozdulásokat akadályozzák meg, helyettesíthetők a tengelyükben ható reakcióerőkkel, mint ahogy azt kéttámaszú tartó esetén az 5.2*a* ábra, vagy reakcióerőkkel és hajlítónyomatékkal, amint azt az 5.2*c* ábra mutatja konzol esetén [30]. A csuklós kapcsolat a kétirányú elmozdulást akadályozza meg, de elfordulást lehetővé tesz; a befogott kapcsolat ez utóbbit is megakadályozza, tehát hajlítónyomaték felvételére is alkalmas.

A *csuklós rúdháromszög* kiindulóbázis lehet belsőleg merev alakzatok, szerkezetek kialakításához. Egy ilyen merev háromszöghöz minden további csomópontot két rúddal kapcsolnak, amint azt az 5.3. ábra mutatja. A merev alakzat talajhoz rögzítése az előzőek alapján három kapcsolórúddal történhet.

A gyakorlatban többször előfordul, hogy egy tárcsát, merev testet kell kialakítani. Ilyen például egy ajtószárny, egy korlátmező vagy egy rácselem.




5.1. ábra
Síkbeli tartók megtámasztása
*a*) merev kapcsolatok;
*b*) labilis kapcsolatok

5.2. ábra. Támaszerők síkbeli tartóknál
*a*) kéttámaszú tartó az *A* pontban ferde támasztórúddal;
*b*) kéttámaszú tartó az *A* pontban görgős megtámasztással;
*c*) konzoltartó

5.3. ábra. Belső merev alakzat kialakítása
*a*) csuklós kapcsolatú, merev háromszög;
*b*) merev rúdháromszög bővítése

5.4. ábra. Keret átlós merevítése

A szerkezeti megoldás alapvetően kétféle lehet
– keretes felépítésű vagy
– felületszerkezet.

A *keretes felépítésű* megoldásnál egy rudakból álló merev testet kell kialakítani. A rudak kapcsolata a gyakorlati megoldásokban csuklósnak fogható fel, ezért átlós merevítés szükséges. Így kapunk rúdháromszögeket (5.4. ábra). Ha az átlós merevítés csak húzóerőt vesz fel, akkor ún. *andráskereszt* alakban, mindkét irányban elhelyezik (5.5. és 5.6. ábra).

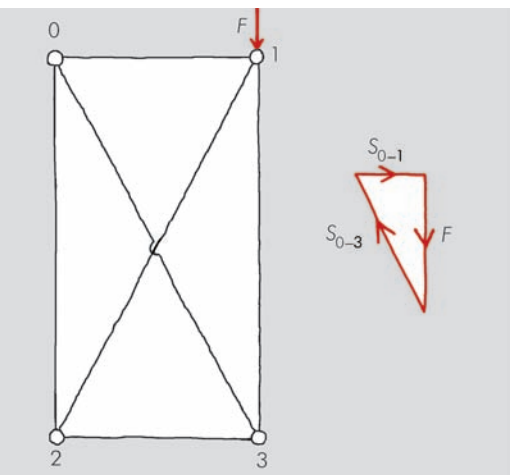
Nem szükséges átlós merevítőrudat alkalmazni, ha a rudak kapcsolata sarokmerev (három kapcsolórudas), vagyis hajlítónyomaték felvételére is alkalmas. Sarokmerev kapcsolatot megerősítő rátételemmel lehet kialakítani az 5.7. ábra szerint, vagy úgy, hogy a sarkon vagy a felosztott keretmezőben átlós díszítőelemmel merev háromszöget képeznek (5.8. ábra). A sarokmerev kapcsolatokkal zárt keretet kapnak.

A keretes megoldásnál vigyázni kell arra, hogy a felső-alsó rúd csuklós összekapcsolása ne okozzon labilis szerkezetet (5.9*a* ábra), ilyenkor legalább egy helyen átlós rudat kell elhelyezni (5.9*b* ábra), vagy az oszlopok csuklós bekötését az övekbe könyökökkel sarokmerevvé kell tenni (5.9*c* ábra). Ezt művészi színvonalon díszítőelemekkel is meg lehet oldani, amint azt az 5.10. ábra mutatja [27].

A keretes megoldás esetében a terhelést a keretet alkotó rudak viszik, a köztes felületeket kitöltő elemek ezekre támaszkodnak.

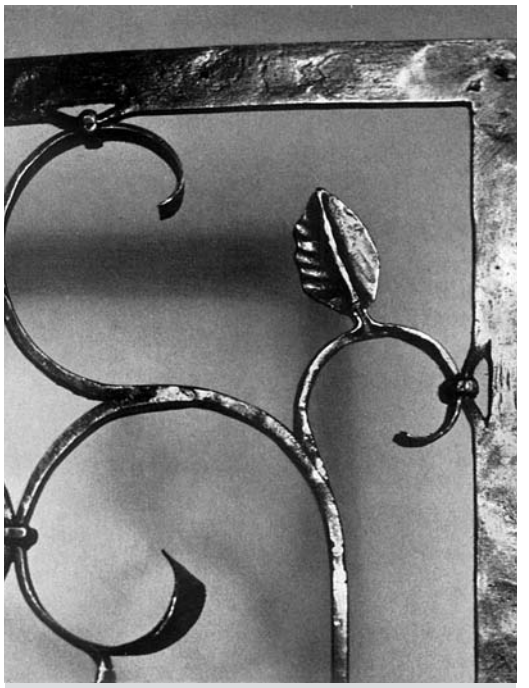
5.5. ábra. Vasajtó andráskereszt-merevítéssel Hohensalzburg, Salzburg (17. század)

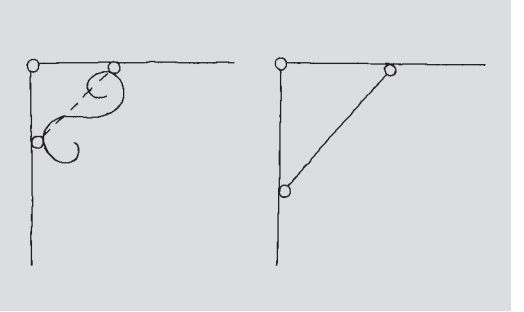
A *felületszerkezetben* nincsenek rudak (keretek), tartó és ezekre támaszkodó kitöltőelemek, mert annak minden felületegysége képes a mellette levőnek nyíró- és normál erőket átadni. Ennek tipikus példája az építészetben a szendvicspanel. A kovácsműves alkotásoknál elemekből összerakott felületszerkezetek fordulnak elő. Ezek általában azonosak, de előfordulnak különböző méretű alkotóelemek is. Az elemek merevségének vizsgálatakor segítségül hívhatjuk az 5.1. ábra kapcsán elmondottakat, amely szerint két merev test összekapcsolásához minimum három kapcsolórúd szükséges. Ezek nem lehetnek közös metszéspontúak, mint ahogyan az 5.11*a* ábrán látható megoldásnál egy-egy szegeccsel történt, hanem az összekötés




5.6. ábra. Az 5.5. ábra statikai vázlata

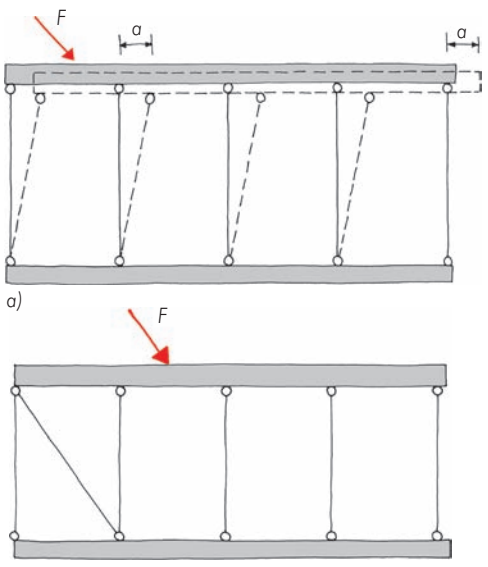
5.8a ábra. Rács sarokmerevvé tétele indításelemmel

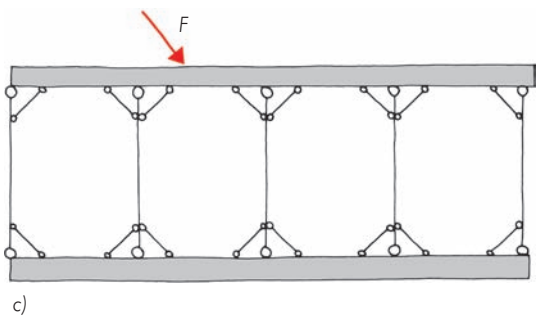




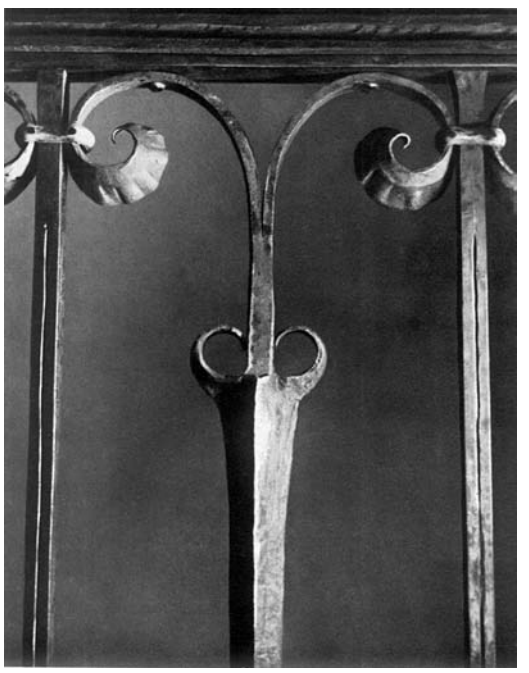
5.8b ábra
Rács sarokmerevvé tétele „S" alakkal, ill. könyökkel

5.7. ábra
Sarokmerev kapcsolat kialakítása a 7.7a ábrán látható kapunál



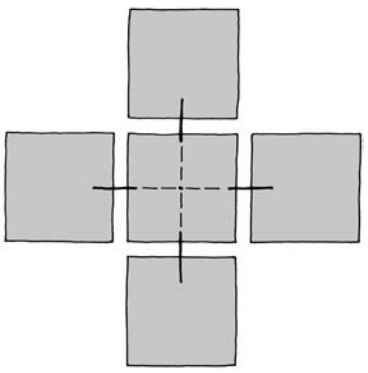

5.9. ábra. Merev övek összekapcsolása csuklós oszlopokkal
*a*) labilis megoldás; *b*) átlós merevítések; c) sarokmerev kivitel



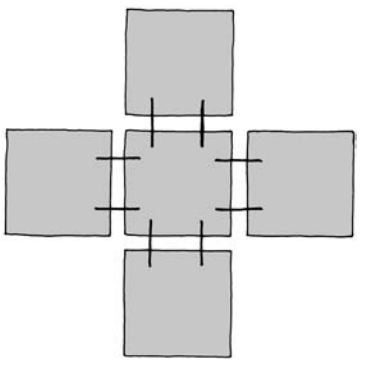
5.10. ábra. Korlátpálca csuklós bekötésének sarokmerevvé tétele díszítőelemekkel

5.11c ábra. Felületszerkezetű térrács. Budapest, Hilton Szálló kerítése
Lehoczky János alkotása

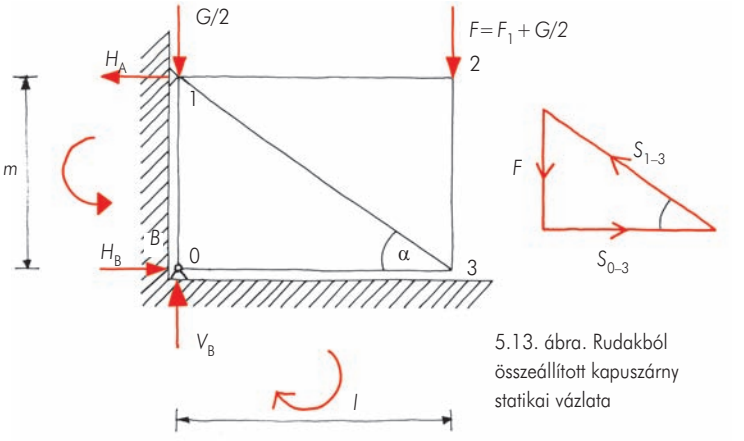
5.12. ábra. Felületszerkezet kialakítása térbeli elemekkel
Ablakrács, Seregi György alkotása



5.11a ábra. Felületszerkezet kialakítása merev elemekből, labilis kötéssel



5.11b ábra Felületszerkezet merev kötéssel




5.13. ábra. Rudakból összeállított kapuszárny statikai vázlata

az 5.11*b, c* ábra szerint két-két kapcsolóelemmel kell megoldani.

Ha a felületszerkezetet adó elemek kilépnek a síkból, *térbeli testek* merev összekapcsolását kell megoldani. A térbeli test elmozdulásának szabadságfoka 6, tehát 6 komponensű elmozdulást kell megakadályozni. Az 5.12. ábrán levő rács elemei egymáshoz minimum három ponton találkoznak csuklósan (két-két kapcsolórúddal), így a térbeli merevség biztosított.

## SZERKEZETEK STATIKAI MÉRETEZÉSE

### KAPUK

Ha egy kapuszárny keretes felépítésű és csuklós kapcsolatú rudakból áll, az 5.13. ábra elrendezése adódik. A szárny a tartópillérhez felül egy, alul két kapcsolórúddal csatlakozik. A terhelőerő a szárny végén két részből tevődik össze:

– $F_1$ = 1 kN hasznos terhelés (esetleges ráfüggesztkedés),
– $G/2$ a kapu saját tömegének a fele.

A mértékadó erő

$$F_M = \gamma_1 F_1 + \gamma_2 \, G/2,$$

ahol $\gamma_1$ = 1,4 és $\gamma_2$ = 1,1 a hasznos terhelésre és az önsúlyra vonatkozó biztonsági tényezők értéke.

A külső erők és a reakcióerők egyensúlyi követelménye alapján a *B* pontra felírt nyomatékuk egyenlő:

$$F_M l = H_A m;$$

ebből

$$H_A = \frac{F_M l}{m} = -H_B = -S_{0-3},$$

$V_B = F_M + 1{,}1G/2 = -S_{0-1}$.

A 3. csomópont egyensúlyából:

$$S_{1-3} = \frac{S_{0-3}}{\cos\alpha}$$

Az $S_{0-1}$-et nyomott rúdként kell méretezni. A méretezés egy felvett $A$ keresztmetszet ellenőrzéséből áll. Követelmény, hogy

$$\frac{S_{0-1}}{A} = \sigma \le \sigma_{KH}$$

ahol $\sigma_{kH}$ az anyagra vonatkozó kihajlási határfeszültség. Ez utóbbi függ a rúd karcsúságától, értéke az MSZ 15024 szabvány táblázatából vehető ki. A karcsúság jelen esetben:

$$\lambda = \frac{m}{i}; \quad i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

ahol $i$ a min. inerciasugár értéke; $I_{min}$ a rúd keresztmetszetének kisebbik inercianyomatéka.

Az $S_{1-3}$-at húzott rúdként kell méretezni. A szükséges keresztmetszeti terület:

$$A_{SZ\ 1-3} = \frac{S_{1-3}}{\sigma_H}$$

ahol $\sigma_H$ az anyag húzó határfeszültsége (l. az 5.1. táblázatot).

Ezen számításnál a szélnyomás hatását kis értéke miatt nem veszik figyelembe. A 3. pont lehajlása viszont sok esetben mértékadó lehet, ezért ennek ellenőrzését a rudak rugalmas megnyúlása alapján el kell végezni [30].

Amennyiben a kapuszárny szerkezeti felépítése alsó-felső övből és ezeket csuklósan összekötő függőlegesekből áll, az öveket hajlításra kell ellenőrizni. Az 5.14. ábra szerint a két övet a függőleges elemek együttdolgoztatják. A mértékadó hajlítónyomaték a függőleges síkban az $A$ pontra:

$$M_{Ax} = F_M l + G_M\, l/2.$$

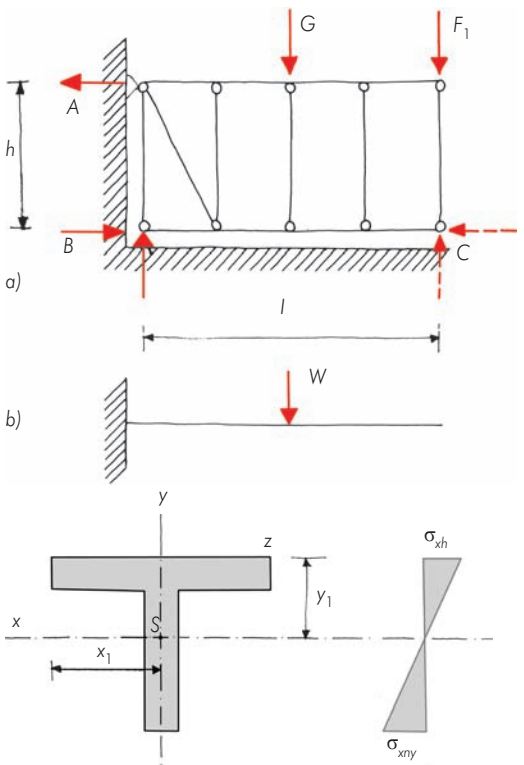
A vízszintes síkban a szélnyomás hatását lehet figyelembe venni, ha a $C$ pont meg van támasztva:

$$W_M = \gamma_{sz} c l h w_0 \text{ kN},$$

ahol $c$ = 0,8 az alaki tényező; $w_0$ a torlónyomás az 5.5. táblázatból, $\gamma_{sz}$ = 1,2 (biztonsági tényező). A szélnyomásból keletkező mértékadó nyomaték:

$$M_{Ay} = W\, l/2.$$

Az öv keresztmetszetét célszerű T szelvényből kialakítani, és a felvett szelvényt ellenőrizni (5.14*c* ábra):




5.14. ábra. Övekből és függőleges rudakból összeállított kapuszárny statikai vázlata
*a*) oldalnézet; *b*) felülnézet; *c*) övkeresztmetszet

$$\sigma_x = \frac{M_{Ax}}{2K_x} \quad \text{és} \quad \sigma_y = \frac{M_{Ay}}{2K_y},$$

ahol $K_x = \frac{I_x}{J_x}$ és $K_y = \frac{I_y}{J_y}$ a keresztmetszeti tényezők.

A kétirányú hajlítás miatt a $Z$ pontban a feszültségek összegeződnek:

$$\sigma_{max} = \sigma_x + \sigma_y \le \sigma_H \text{ kN/mm}^2$$

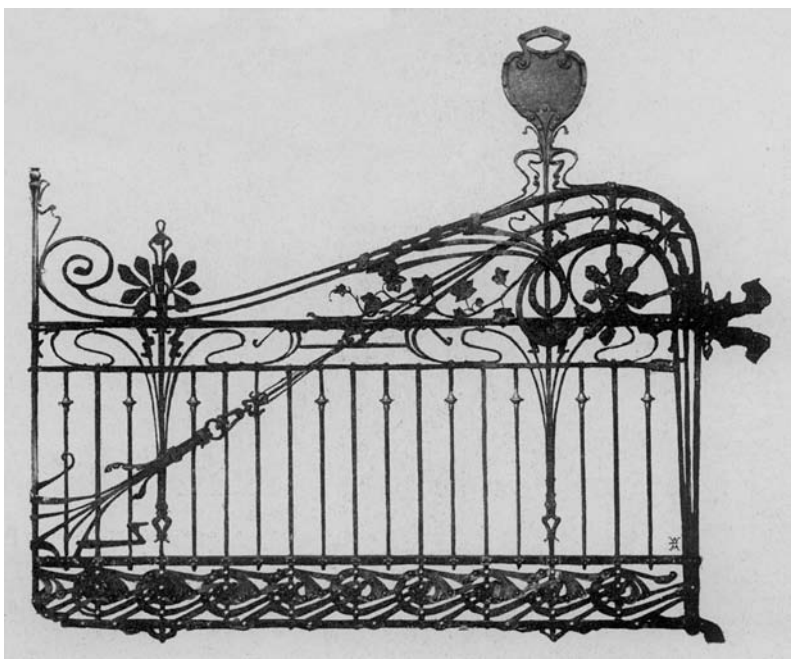
(az 5.1. táblázatból).

A T szelvény övének és gerincének kovácsolási technológiával történő összekapcsolására mutat példát az 5.15. ábra. A kapcsolat melegen szegecseléssel jön létre. A szegecsek méretezésekor követelmény, hogy

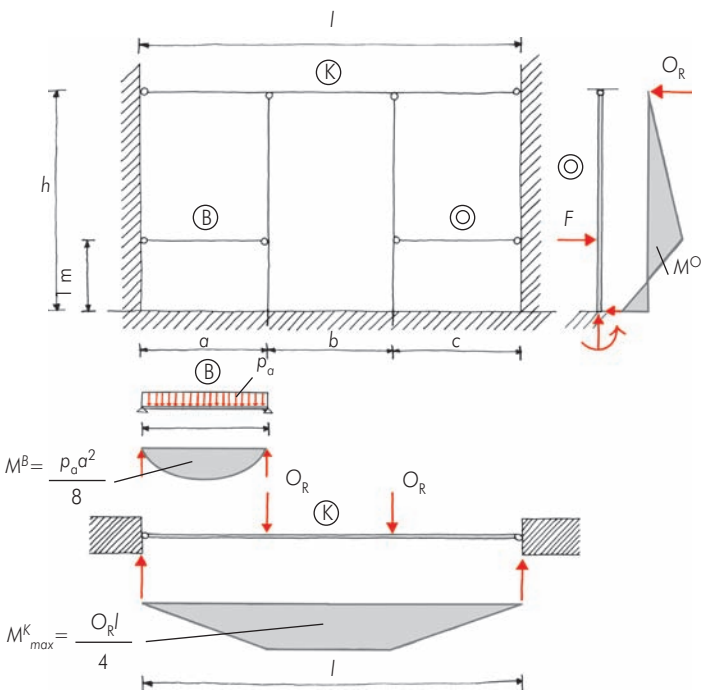
$$\tau_H = \frac{TS}{I_v},$$

ahol $\tau_H$ a nyíró határfeszültség (5.2. táblázat), N/mm$^2$; $T$ a vizsgált keresztmetszetben ható nyíróerő, N; $S$ az öv statikai nyomatéka a T szelvény súlyponti tengelyére, cm$^3$; $I$ a T szelvény inercianyomatéka a súlyponti tengelyre, cm$^4$; $v$ a gerinc vastagsága, cm.

5.15. ábra. Bejárati kapu felső övének kialakítása. Kismaros, Ciszterci Nővérek Boldogasszony Háza Seregi György alkotása



5.16. ábra. Szecessziós stílusú kapu átlós felfüggesztéssel




5.18. ábra. Rács statikai elrendezése

5.17 ábra. Átlós merevítésekkel kialakított temetőkapu, Veszprém *(a)*. Részlet *(b)*. Lehoczky János alkotása

A kapuszárny keresztirányú merevsége (lengése) a síkjára (*y*–*y*) merőleges inercianyomaték nagyságától függ. Ennek nagyságát a T szelvény felső övének szélességével lehet leginkább növelni.

A *C* pont lehajlását a hajlított konzoltartó alakváltozására vonatkozó képlet alapján lehet közelítőleg kiszámítani:

$$f_C = \frac{F_1 + \frac{G}{2}}{3} l^3.$$

Amennyiben a lehajlás nagyobb a megengedettnél, a szárny végét felfüggesztik, mint ahogyan az az 5.16. ábrán látható szecessziós kapunál szellemesen és egyben művészi színvonalon történt [31]. Ha a kapu szerkezete csak átlós elemből áll, a merev tárcsa kialakítása biztosított (5.16., 5.17. ábra).

## RÁCSOK, KORLÁTOK

A térelválasztó rácsokat rendszerint beltérben helyezik el, ezért ezeknél szélnyomással nem kell számolni. Célszerű e szerkezeteket az MSZ 15021/1-86 szabványban előírt 0,3 kN/m vagy 1,5 kN/m a korlátkarfa magasságában (1 m) ható terhelésre méretezni. Az utóbbi nagyobb értéket akkor kell figyelembe venni, ha tolongó embertömegre kell számítani (pl. színházaknál, sportlétesítményeknél). A rácsok is készülnek *vázas rendszerrel* (kiváltókkal, oszlopokkal és bordákkal, 5.18. ábra) vagy felületszerkezettel. A *B* borda *a* támaszközű, kéttámaszú tartó. A mértékadó megoszló terhelés $p_a = \gamma_1$ 0,3 kN/m ($\gamma_1$ = 1,4 biztonsági tényező), a szelvény szükséges keresztmetszeti tényezője:

$$K_{SZ}^{B} = \frac{p_a a^2}{8\sigma_H}.$$

Az *O* oszlop alul befogott, felül csuklós megtámasztású. Terhelése $F = \gamma 0{,}3(a/2 + b/2)$; méretezni a nyomatéki maximumra kell:

$$K_{SZ}^{O} \geq \frac{M_{max}^{O}}{\sigma_H}$$

A *K* kiváltógerendát a vízszintes síkban, az oszlopok reakcióerőire kell méretezni, a függőleges síkban pedig a tartó saját tömegére:

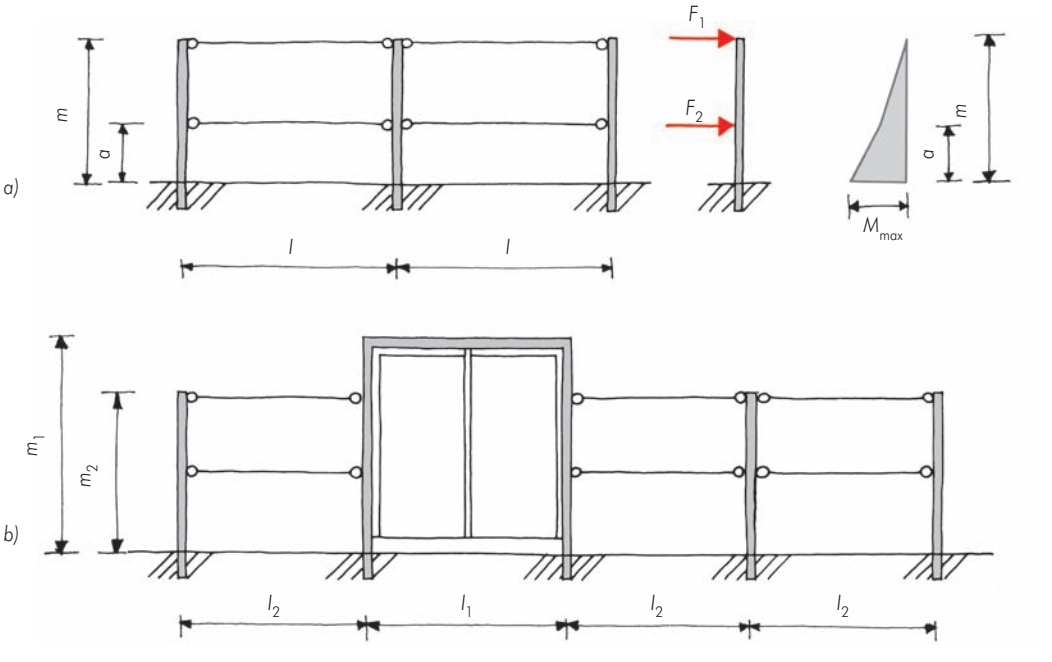
$q_M = \gamma_2 g$ kN/m.

A kétirányú hajlításból a kiváltóban keletkező feszültség:

$$\sigma^K = \frac{M_{max}^{K}}{K_y} + \frac{q_M \frac{l^2}{8}}{K_x} \leq \sigma_H.$$

5.19. ábra
Vázas rendszerrel készült kápolnarács, Máriazell, Steiermark

5.20. ábra
Konzoltartós rácsok
a) azonos oszlopokkal;
b) merev kapuzat beépítésével



A Mariazellben levő barokk kápolnarács (5.19. ábra) tartórendszerének statikai vizsgálata az előbbi példa elveinek felhasználásával végezhető el. Ez a rács is vázas rendszerrel készült [32]. A váz között levő átlós kitöltő-díszítő elemek a keresztirányú merevséget biztosítják.

A vázas rendszernek számtalan változata lehetséges. Ha kiváltógerendával az erők nem adhatók át a falszerkezetre, a váz oszlopait konzolosan kell kialakítani. A konzolvéget a padlóba kell sarok-mereven bekötni (befalazni). A vízszintes elemek terhelésüket a tartóoszlopokra adják át (5.20*a* ábra). Amennyiben a rácsba ajtót vagy kaput építenek be, célszerű annak terhelését egy merev kapuzatra (keretre) átadni (5.20*b* ábra). A Maria Pfarr-i (Salzburg) templom térelválasztó rácsát is oszlopok tartják. Itt a konzolos oszlopok igénybevételét támasztórudakkal csökkentették (5.21. ábra).

Különösen *mellvéd* vagy *erkélykorlátok* esetén fordul elő, hogy a karfa magasságában ható vízszintes erőket az itt elhelyezett kiváltó segítségével lehet a falszerkezetre átadni (5.22*a* ábra). Az esetek nagyobbik részében a korlát terhelését befogott oszlopokkal lehet felvenni (5.22*b* ábra). A mértékadó erő a karfa magasságában *a* oszloptávolság esetén:

$$F_M = \gamma_1\ 0{,}3\mu a.$$

A $\mu$ dinamikus tényezőt célszerű 1,2-re felvenni. $\gamma_1 = 1{,}4$; és a mértékadó nyomaték:

$$M_M = F_M m,$$

az oszlop szükséges keresztmetszeti tényezője:

$$K_{SZ} = \frac{M_M}{\sigma_H},$$

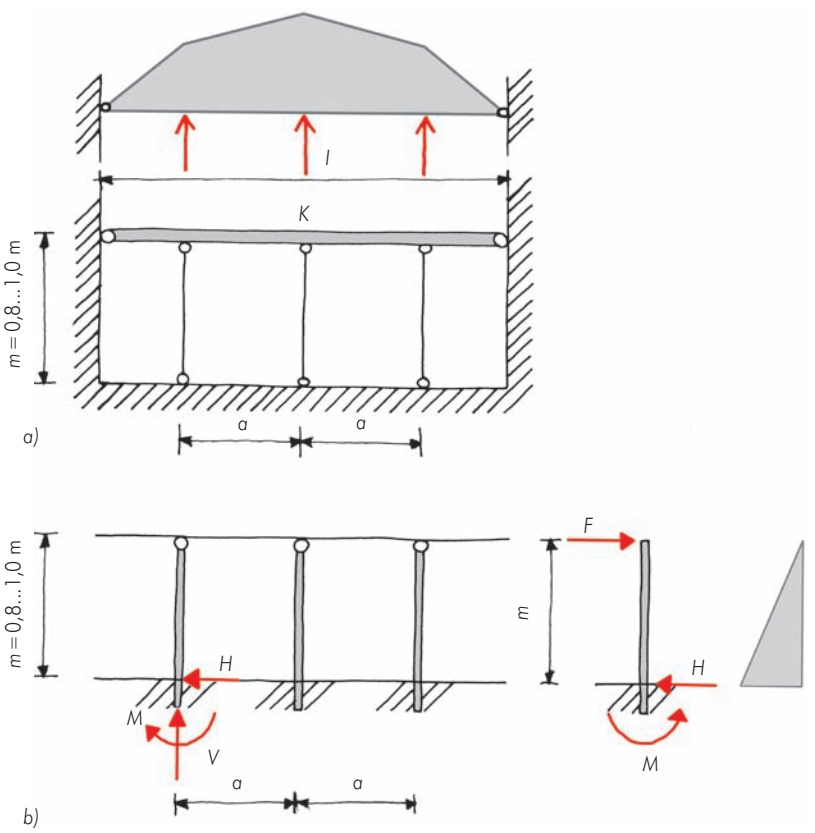
a vízszintes elmozdulás:

$$f = \frac{Fm^3}{3} \le \frac{m}{150}.$$

## CÉGÉREK, FÜGGŐLÁMPÁK, ELŐTETŐK

A cégéreket, függőlámpákat, előtetőket a falra támasztott konzolokra helyezik. Állékonyságuk biztosítására végeiket be kell falazni. Egyszerű konzoltartó esetében a korlátoknál ismertetett képletekkel méretezhetők. A falból kiálló testre (cégérre) ható szélnyomás értékének számításánál $c = 2$ alaki tényezőt és $\mu = 1{,}2$ dinamikus tényezőt célszerű figyelembe venni. Cégéreknél, függőlámpáknál az $A$, m$^2$ felület számításakor a befogóméretekkel

5.21. ábra. Térelválasztó rács.
Maria Pfarr, Salzburg

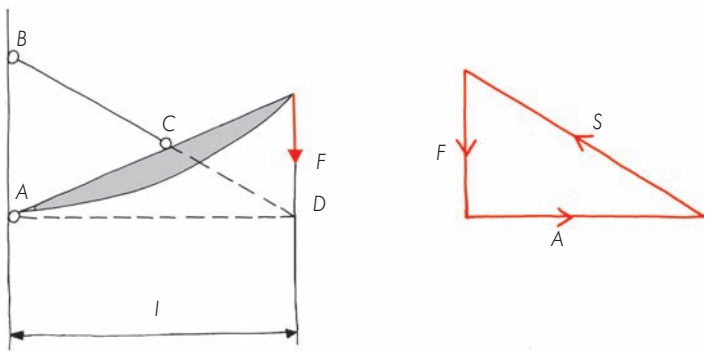



5.22. ábra
Korlátok statikai elrendezése
*a*) kiváltóval;
*b*) befogott oszlopokkal

számolnak. Az áttört hézagokat, üres réseket nem vonják le a felületből. A befogásnál keletkező igénybevételt csökkenteni lehet, ha a konzolt
– felfüggesztik vagy
– ferde rúddal (könyökkel) alátámasztják.

A felfüggesztésre az 5.23. ábra mutat példát. A tartó végére ható $F$ erő az előzők alapján:

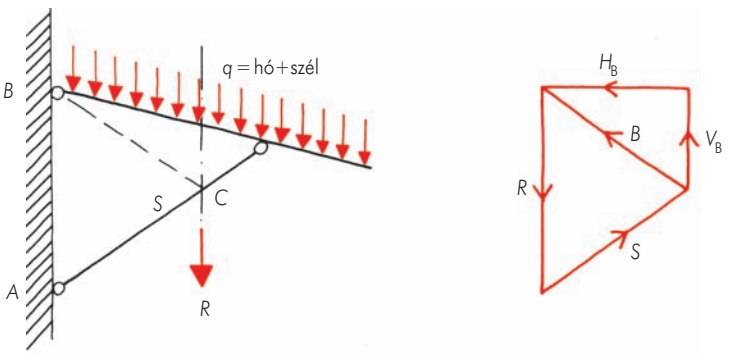
$$F_H = c\gamma_{sz} w_0 \mu A = 2{,}0\ 1{,}2\ w_0\ 1{,}2A \text{ kN}.$$




5.23. ábra. Felfüggesztett konzoltartó erőjátéka

A rúderő és a reakcióerők legegyszerűbben szerkesztéssel határozhatók meg. A tartóra ható három erő ($F$, $S$, $A$) akkor van egyensúlyban, ha metszéspontjuk közös. Az $S$ rúdirányú erő a $D$ pontban metszi az $F$ erő függőlegesét. Az $A$–$D$ egyenes pedig megadja az $A$ reakció irányát. Ha az erők vektorából léptékhelyes háromszöget szerkesztünk, az $S$ húzóerő és az $A$ reakció nagysága leolvasható.

Hasonló elvet követünk, ha pl. egy előtetőnél a megtámasztás nyomott rúddal történik (5.24. ábra). A tetőre ható hó + szélterhelés eredőjét hozzuk metszésbe az $S$ rúddal és a $B$ reakcióval. Ebből az $S$ nyomott rúd nagysága megszerkeszthető.




5.24. ábra. Alátámasztott konzoltartó erőjátéka

Ha egy előtetőt az 5.23. ábra szerint alakítanak ki, akkor a fal és a tető között hózug keletkezik. Ennek számításbavétele az MSZ 15021/1-86 előírásai szerint történik.

Biztonságos felfüggesztést nyújt, ha a támasztórudak térben helyezkednek el. Egy ilyen lehetőséget mutat az 5.25. ábra. A rudakban levő erők és a külső $F$ erő a $C$ pontban egyensúlyban van. A feladat szimmetrikus, tehát $S_1 = S_2$-vel. Írjunk fel nyomatéki egyenletet az $y$ tengelyre. Az $S_3$ erőt a $C$ pontban komponenseire bontjuk, így az $S_{3z}$-nek lesz csak nyomatéka:

$$F_a - S_3 \frac{a}{\sqrt{2}} = 0,$$

ebből $S_3$ húzóerő számítható.

Az $S_1$ és $S_2$ erőket a $C$ pontban bontjuk komponenseikre, úgy írjuk fel nyomatékukat az $y$ tengelyre:

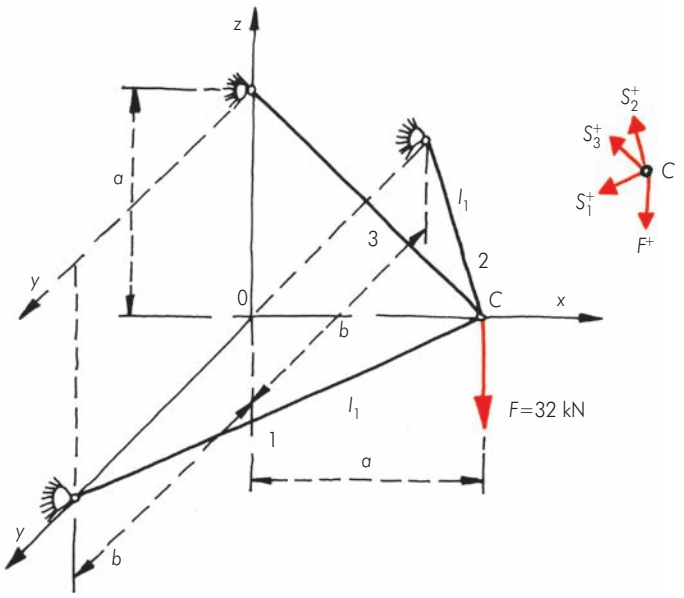
$$F_a + 2S_1 \frac{a}{l_1} a = 0,$$

ebből az $S_1 = S_2$ nyomóerő nagysága kiszámítható.

Az 5.26. és 5.27. ábrán látható cégér bekötéseinek méretezésekor a $G$ saját tömegből keletkező nyomatékot a falbekötéseknél keletkező, vízszintes reakcióerők nyomatéka ellensúlyozza, vagyis

$$Gl = A_H a,$$

ebből $A_H = \frac{Gl}{a} = -B$ húzó-, ill. nyomóerő.




5.25. ábra. Térbeli rudakkal kitámasztott felfüggesztés

Emellett a függőleges $G$ erőből a felfüggesztési pontokon $A_v = B_v = G/2$ nagyságú reakcióerő keletkezik, amely a csavart nyírásra veszi igénybe.

A szélnyomásból keletkező

$$F = c\gamma_{sz} w_0 \mu A$$

nagyságú vízszintes erő nyomatékát pedig az $A$ és $B$ pontban keletkező $H$ erők nyomatékai ellensúlyozzák:

$$Fl = 2Hb,$$

ebből $H = \frac{Fl}{2b}$.

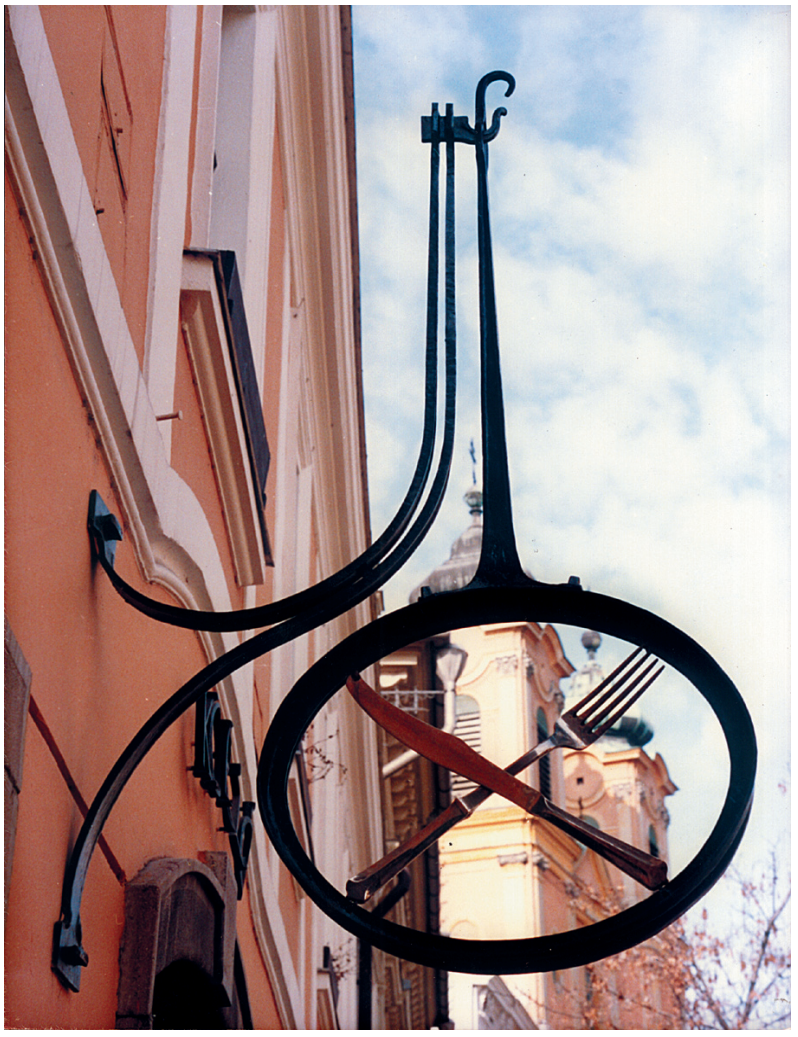
A $H$ erőt a felfekvő talpszélesség felületének felén adja át a falra. A talpnyomás tehát:

$$\sigma = \frac{H}{\frac{sz}{2} b}.$$

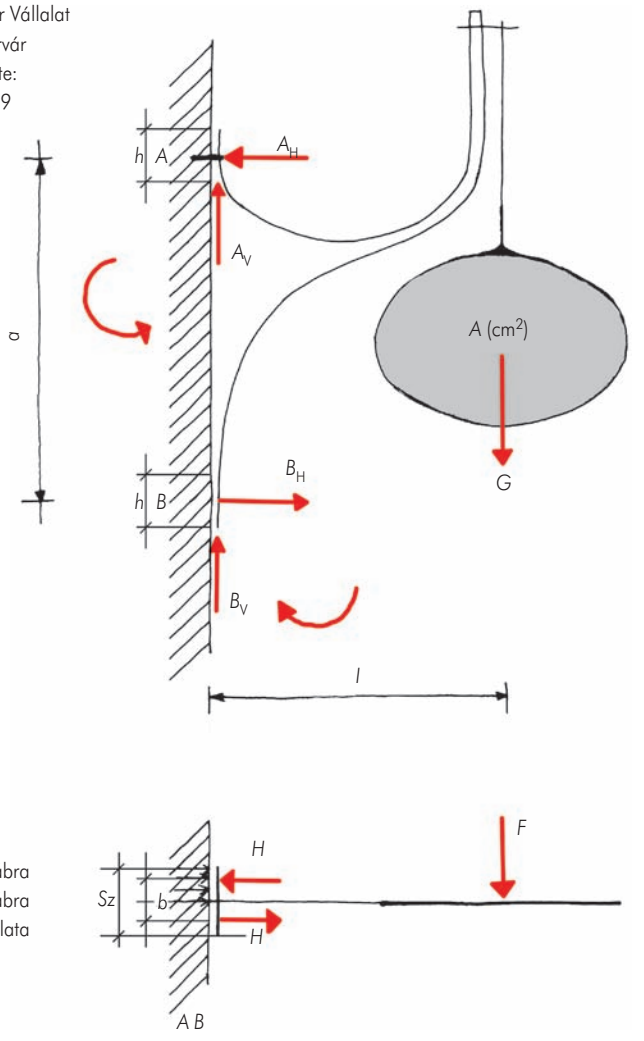
A bekötőcsavarokra hat még a $V$ nyíróerő, amelynek értéke:

$V = F/2$.

A cégért tartó konzolt hajlításra kell méretezni.



5.26. ábra. Albaker Vállalat cégére, Székesfehérvár
Tervezte és kivitelezte: Seregi György, 1989




5.27. ábra
Az 5.26. ábra statikai vázlata




## LÁNCOK MÉRETEZÉSE

Egy nyitott láncszemet $N_m$ nagyságú mértékadó erő külpontos húzásra veszi igénybe (5.28*a* ábra). A *b*) ábra a középen kettévágott láncszem felét mutatja, amelyre az átvágás helyén az $N_M$ normálerő és az $M_M = N$ a nyomaték hat. A láncszem keresztmetszetének területe:

$$A = r^2\pi.$$

Inercianyomatéka:

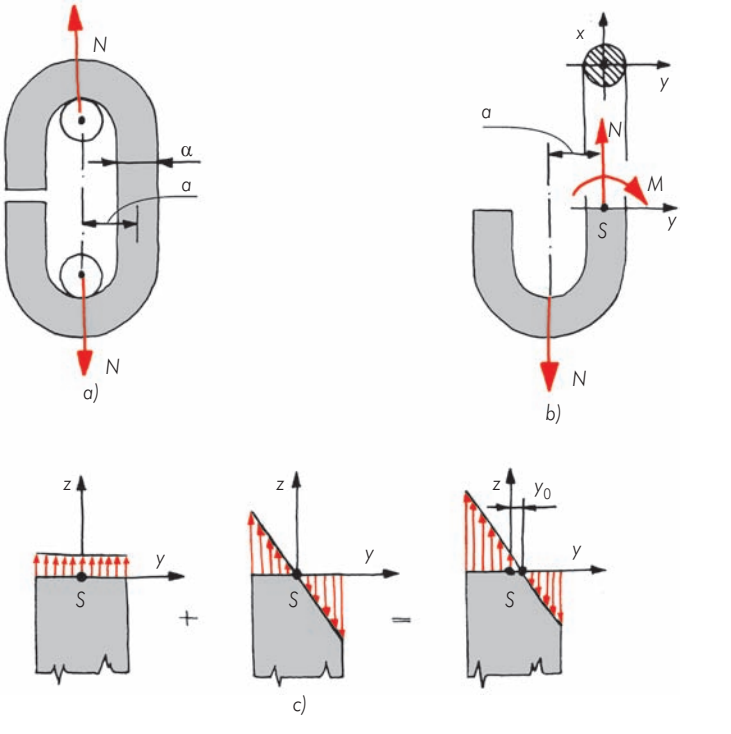
$$I_x = \frac{r^4\pi}{4}.$$

A szélső szálban keletkező feszültségek:

$$\sigma_{max}^{(+)} = \frac{N_M}{A} + \frac{M_M}{I_x} \cdot \frac{r}{2} < \sigma_H,$$

$$\sigma_{max}^{(-)} = \frac{N_M}{A} - \frac{M_M}{I_x}\frac{r}{2} \leq \sigma_H$$

A semletes tengely $y_0$ koordinátája:




5.28. ábra. Láncszem méretezése külpontos húzásra
a) általános elrendezés; b) a keresztmetszetre ható erőhatások; c) feszültségi ábrák

$$y_0 = \frac{N}{A} \cdot \frac{I_x}{M}.$$

A feszültségek eloszlását az 5.28*c* ábra mutatja.

## KAPCSOLATOK

A modern kovácsoltvas alkotásoknál is előfordul, hogy az elemeket szegecsekkel kapcsolják össze. Az 5.29*a, b* ábra két lemezt összekapcsoló, egyszer nyírt szegecset, a *c)* ábra három lemezt összekapcsoló, kétszer nyírt szegecset ábrázol. Az *egyszer nyírt* szegecs keresztmetszeti területe:

$$A = \frac{d^2\pi}{4}.$$

Egy $n$ számú szegecsből álló és $F_M$ mértékadó erővel terhelt, egyszer nyírt szegecskapcsolat ellenőrzésénél szükséges, hogy:

$$\tau_H = \frac{F_M}{n\frac{d^2\pi}{4}} \leq \tau_H.$$

*Kétszer nyírt* szegecskapcsolatnál a szegecsorsó két nyírt felület mentén megy tönkre, ekkor követelmény, hogy:

$$\tau_M = \frac{F_M}{2n\frac{d^2\pi}{4}} \leq \tau_H.$$

A szegecsszám pedig (egyenletes erőeloszlással számolva) egyszer, ill. kétszer nyírt kapcsolat esetén:

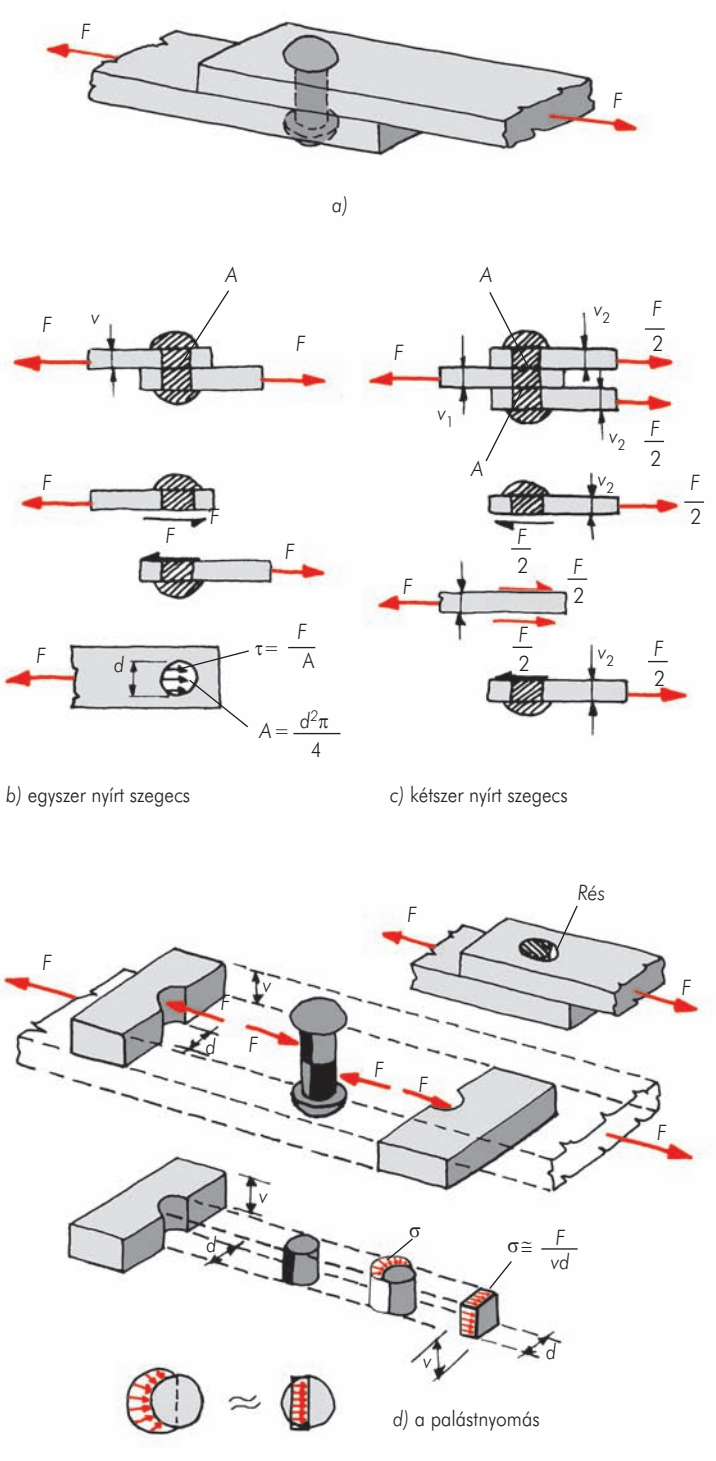
$$n = \frac{F_M}{\frac{d^2\pi}{4}\tau_H}, \quad \text{ill.} \quad n = \frac{F_M}{2\frac{d^2\pi}{4}\tau_H}.$$

A vizsgálatot palástnyomásra is el kell végezni. A palástnyomás erőhatását az 5.29*d* ábra mutatja, itt $A = vd$ a nyomott felület. A keletkező feszültség $n$ számú egyszer nyírt szegecsnél:

$$\sigma_p = \frac{F_M}{nvd} \leq \sigma_{pH}.$$

Kétszer nyírt kapcsolatnál $v$ helyébe a közbenső lemez $v_1$ vastagsága és a két külső lemez együttes $2v_2$ értéke közül a kisebbiket kell a képletbe helyettesíteni. $\tau_H$ és $\sigma_{pH}$ értékeit l. az 5.2. és 5.3. táblázatban. Csavarkapcsolatoknál hasonló ellenőrzést lehet végezni.

Gyakran előfordul, hogy a műteremben elkészült kovácsoltvas kaput, korlátot, rácsot, cégért stb. a helyszínen el kell helyezni, és kellő állékonysággal az alapokhoz, a falhoz rögzíteni.

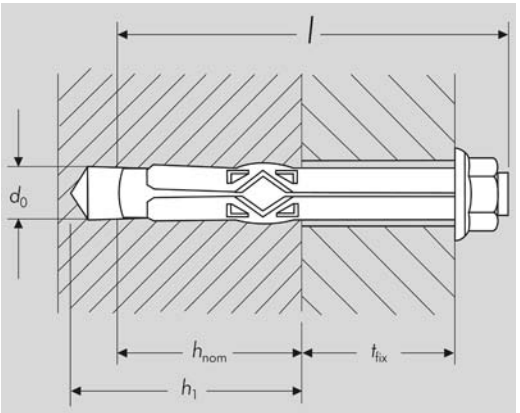



5.29. ábra Szegecskapcsolatok

Ezeket ma már korszerű *rögzítéstechnikával* célszerű megoldani. A hazai viszonylatban legelterjedtebb rendszer a HILTI rögzítéstechnika. Részletes katalógusukból ki kell választani a megfelelő rögzítőelemet. Egyedi, különleges feladatok megoldásánál pedig célszerű műszaki tanácsadó szolgálatukkal konzultálni. A nagy választékból említésre méltóak a következő típusok.

Kisebb terhelések vagy több csavar alkalmazása esetén a *HLC falcsavar* ajánlható. Így pl. korlátok *téglafalhoz* rögzítésénél, függőlámpáknál vagy kisebb cégérek falbekötésénél javasolható. Műszaki adatait az 5.6. táblázat tartalmazza. A bekötésnél adódó reakcióerőt kell összehasonlítani a táblázatban megadott húzó-, ill. nyíróerővel.

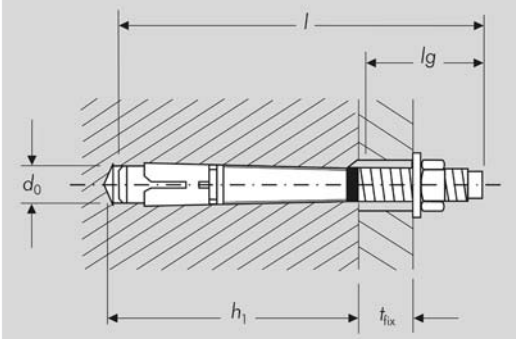
Kandelláberek, oszlopok, kapuk *talplemezei* biztonságosan rögzíthetők a beton alaptesthez *HSA*




5.6. táblázat. HLC falcsavar műszaki adatai
Anyaga: acél 5 µm galv. horganyzással

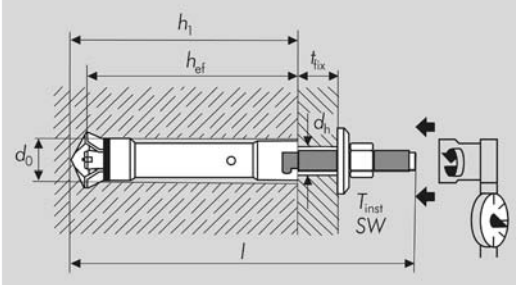
*Műszaki adatok*
(Kivonat a Hilti „Rögzítéstechnikai kézikönyvéből")

| | HLC | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alapanyag: repedésmentes beton, C 16 | 6,5 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| Max. megengedett terhelés, húzóerő $N_{rec}$ (kN) | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| rögzítőelemenként, nyíróerő $V_{rec}$ (kN) | 0,8 | 1,8 | 3,2 | 5,2 | 6,3 | 7,5 |
| Meghúzási nyomaték $T_{inst}$ rögzítésnél (Nm) | 5 | 8 | 25 | 40 | 50 | 80 |
| Furatátmérő (mm) | 6,5 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 |
| Furatmélység (mm) | 30 | 40 | 47 | 56 | 72 | 85 |
| Menetméret (mm) | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M16 |



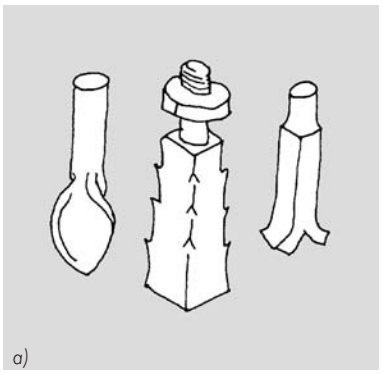

5.7. táblázat. HSA alapcsavar műszaki adatai
Kivonat a HILTI „Műszaki ismertetőjéből"

| Alapanyag | beton, C25 | M6 | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Max. megengedett terhelés | húzóerő $N_{rec}$ repedésmentes betonban (kN) | 3,2 | 4,0 | 4,0 | 7,0 | 13,9 | 19,8 |
| rögzítőelemenként | húzóerő $N_{rec}$ repedésmentes betonban (kN) | 2,4 | 4,7 | 7,1 | 10,1 | 19,0 | 29,6 |
| Szükséges tengelytávolság | (cm) $S_{cr}$ | 9 | 10,5 | 13 | 15 | 17,5 | 20 |
| Legkisebb tengelytávolság | (cm) $S_{min}$, csökkentett terhelésnél | 4,2 | 5 | 5,5 | 7,5 | 9 | 10,5 |
| Szükséges peremtávolság | (cm) $C_{cr}$ | 9 | 10,5 | 13 | 15 | 17,5 | 20 |
| Legkisebb peremtávolság | (cm) $C_{min}$, csökkentett terhelésnél | 5,2 | 6 | 6,5 | 9 | 10,5 | 13 |
| Meghúzási nyomaték $T_{inst}$ | rögzítésnél (Nm) | 5 | 15 | 30 | 50 | 100 | 200 |
| Furatátmérő (mm) | | | | | | | |
| Furatmélység (mm) | | | | | | | |

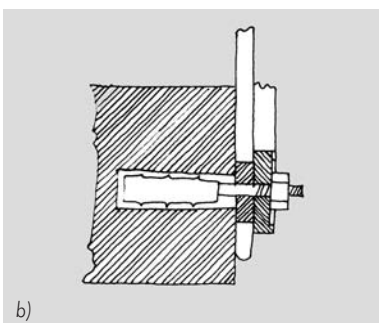



5.8. táblázat. HDA biztonsági nehézhorgony műszaki adatai
(Megengedett terhelések nyugvó – staikus erők – esetén)
Kivonat a Hilti „Rögzítéstechnikai kézikönyvéből"

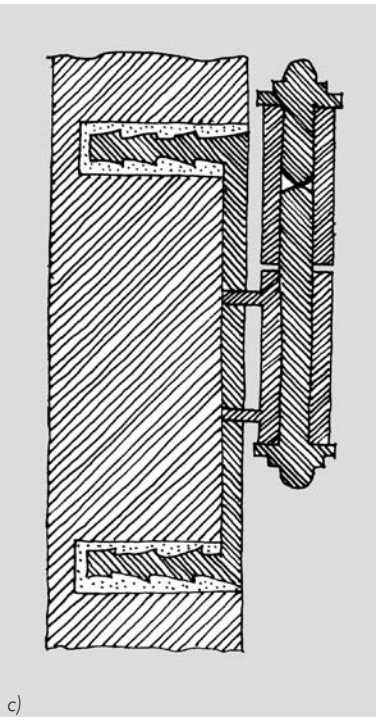
| Alapanyag | beton, C25 | | M10 | M12 | M16 |
|---|---|---|---|---|---|
| Max. megengedett terhelés | húzóerő $N_{rec}$ repedéses betonban w ≤ 0,4 mm (kN) | | 9,9 | 13,9 | 29,8 |
| rögzítőelemenként | húzóerő $V_{rec}$ repedésmentes betonban (kN) | | 22 | 32 | 60 |
| | nyíróerő $V_{rec}$ HDA-T ($t_{fix}$≤ 20 mm) | | 33,3 | 47,6 | 66,7 |
| | nyíróerő $V_{rec}$ HDA-P | | 12,6 | 17,1 | 35,4 |
| Szükséges tengelytávolság | (cm) $S_{cr}$ | | 30 | 37,5 | 57 |
| Legkisebb tengelytávolság | (cm) $S_{min}$, csökkentett terhelésnél | | 10 | 12,5 | 19 |
| Szükséges peremtávolság | (cm) $C_{cr}$ | | 15 | 19 | 28,5 |
| Legkisebb peremtávolság | (cm) $C_{min}$, csökkentett terhelésnél | | 8 | 10 | 15 |
| Meghúzási nyomaték $T_{inst}$ rögzítésnél (Nm) | | | 50 | 80 | 120 |
| Furatátmérő (mm) | | | 20 | 22 | 30 |
| Furatmélység (mm) vállas fúróval | | | 100–120 | 125–175 | 190–250 |
| Furatátmérő a rögzítendő anyagon (mm) | | HDA-T | 12 | 14 | 18 |
| | | HDA-P | 21 | 23 | 32 |



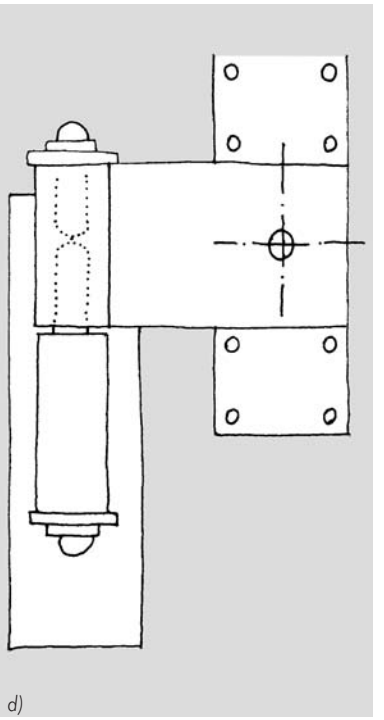
a)



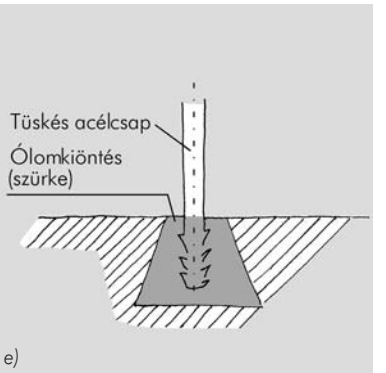
b)



c)



d)




e)

5.30. ábra. Hagyományos bekötések
*a*) kőcsavarok; *b*) korlátbekötés kőcsavarral; *c*) ajtópántbekötés metszete; *d*) ajtópánt-bekötés nézete; *e*) bekötés acéltüskés csappal, ólomkiöntéssel

vagy *HST/HST-R* típusú *alapcsavarral,* az 5.7. táblázatban megadott méretek választéka szerint.

A *HDA biztonsági nehézhorgonyt* nagyobb terhelések esetén célszerű használni *C25*-ös minőségi betontestekhez rögzítéssel. Magas oszlopok, nagy tömegű kapuk, nehéz cégérek rögzítésére ajánlható. Ez ún. *alámetszett dübel*, amelynek végén elhelyezett szétnyíló fej kihúzás ellen nagyobb biztonságot ad, mint a ragasztott tőcsavar vagy a biztonsági horgony. A *HDA* csavarok azonnal terhelhetők. Műszaki adataikat az 5.8. táblázat tartalmazza.

Még napjainkban is gyakran alkalmazzák a hagyományos bekötési eljárásokat, különösen műemléki környezetben. Korlátok oszlopainál, kapuk pántjainál, cégérek felerősítésénél a terméskövet nagyobb átmérőre fúrják, vagy trapéz alakúra vésik, a benyúló acél kötőelemet pedig kitüskézik és a hézagot ólommal kiöntik. E kapcsolatok teherbírását gyakorlati tapasztalatok alapján állapítják meg. Ilyen bekötéseket mutat az 5.30. ábra.

„SZEGÉNY VAS SZÖRNYEN MEGRÉMÜLT, RESZKETETT IS, REMEGETT IS,

HÍRÉT HALLVÁN: TŰZBE TESZIK, LOBOGÓ LÁNGOKBA VETIK.

ILMARINEN IGÉRGETI: »EGYET SE FÉLJ, FÉNYES VASAM!

BARÁTJÁT A TŰZ NEM BÁNTJA, ROKONÁVAL NEM TESZ ROSSZAT.

TÉRÜLJ CSAK A TŰZTANYÁRA, LOBOGÓ LÁNG KOHÓJÁBA,

MAJD MEGNŐSZ OTT NAGYRA, SZÉPRE, FELETTÉBB FORMÁSRA, ÉPRE:

LESZEL FÉRFIAK FEGYVERE, LENHAJÚ LÁNYOK ÉKE.«”

6

KALEVALA, 9. ÉNEK, 70–76. SOR, 58. OLD.;

FORD. RÁCZ ISTVÁN. EURÓPA, 1980

# A TÖRTÉNETI STÍLUSOK RÖVID ÁTTEKINTÉSE

A Kárpát-medence történelmi viharai a középkor emlékeinek nagy részét elsöpörték, a reneszánsz és a korabarokk idején a 17. sz. végéig a török hódoltságon kívül eső területek művészete fejlődhetett, így a Felvidék és Erdély, míg a fegyverkovácsolás tovább éltette a mesterség ősi fogásait a megszállt területeken. A késő barokkban éri el hazánk vasművessége az európai szintet, és rövidebb hullámvölgyektől eltekintve néhány évtizedes késéssel követi a formák stílusváltásait.

## A ROMANIKÁTÓL A KLASSZICIZMUSIG

*(a 13. sz. elejétől a 19. sz. elejéig)*

A *mintalapok* megjelenése a formák robbanásszerű elterjedéséhez vezetett Európában. 1627-ben jelent meg az első ilyen motívumgyűjtemény, Mathurin Jousse műve. Magyarországon a 16. századtól egészen a 19. sz. közepéig sok külföldi mester telepedett le, így valójában a Kárpát-medence vasművességének nemzetközi jellegéről beszélhetünk. A barokk idején a tervezés és kivitelezés elválik egymástól, építészek is foglalkozni kezdenek kovácsoltvas munkák tervezésével. Nálunk ez igazán csak a 19. sz. második felében terjed el. A technológiai fejlődés és az építészet folyamatos hatása mellett a stílusok nemzeti jellege is hatott a formai változásokra. Francia és a német barokk hatása figyelhető meg hazánkban, főleg a vasrácsok terén. A francia rácsok tektonikus jellegűek, egymás mellé helyezett pálcák sorából állnak, amelyek többnyire lándzsavégződésűek vagy szemöldökrácsban végződnek. A rács képe ebből a szerkezetből adódik. Ezek a megoldások még a középkor biztonsági funkciójának és az anyagszerűségnek a jegyeit viselik magukon. Ilyen szerkesztésű az egykori Erzsébet-rendi apácák budai templomának utcai ablakrácsa és a szentélykorlát ajtószárnyai (18. sz.).

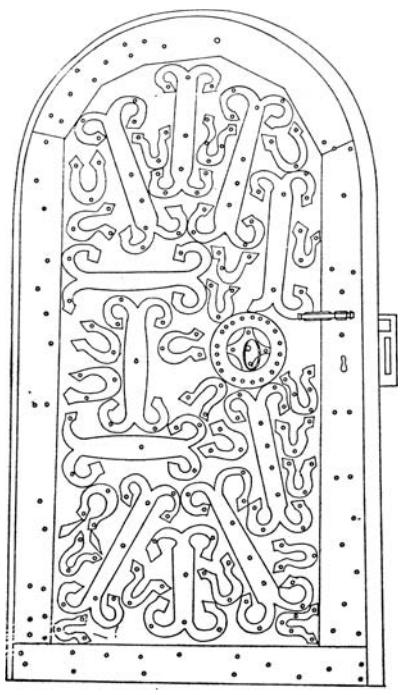
A német rácsok a túldíszítésre törekszenek, a szerkezet a különböző díszek hordozására szolgál. Ezt a stílust követi Fazola Henrik, aki Würtzburgból költözött Egerbe, ahol megalkotta a volt Vármegyeháza két kapuját, az ún. *címeres* és az ún. *szőlőfürtös* kaput (6.1. ábra).

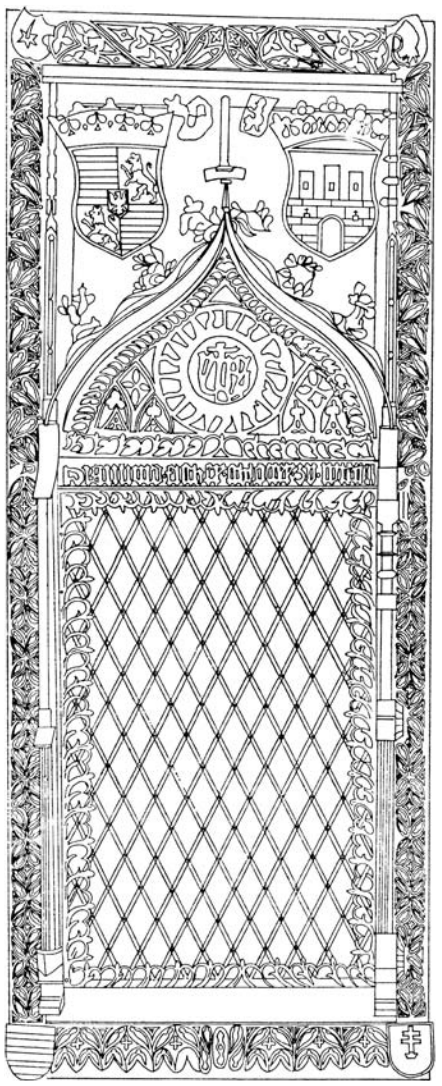
A formák változatossága a különböző korokban is mutat bizonyos azonosságot, és bár az építészetben alkalmazott ornamentika a kovácsolt munkákon is észrevehető, azokat sajátosan alkalmazzák.

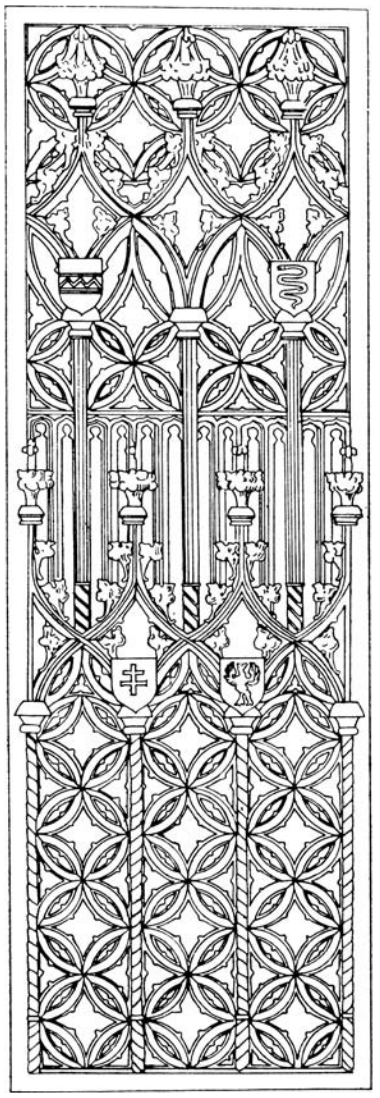
6.1. ábra. Fazola Henrik: Eger, a volt Vármegyeháza ún. címeres kapuja, 1758–61.

Időben mindig kissé késve jelennek meg az adott stílus sajátosságai az építészeti formákhoz képest. A kovácsoltvas-művesség története ezzel együtt az ornamentika és a díszítőelemek formai változásának története is.

Magyarországon a *13. században* jelenik meg a vas szélesebb körű használata, főleg a kapuk ereszték nélküli deszkáinak összetartására szolgáló pántok terén. Ebben a században Európában már dúl az internacionális gótika, régóta láthatók a francia *flamboyant* vívmányai. A romanika és a gótika nagyrészt vallási célokból használja a vasat. Az ajtóvasalások az ajtók külső felületén jelennek meg, amelyek sokszor szimmetrikusan, két irányban kifelé hajló csigákból állnak. Aránylag kevés emlékünk maradt fenn ebből a korból, az is főleg a Felvidéken található, úgymint a divékújfalui és a nyitradivéki templom kapuja, amelyeket aszimmetrikusan, teljesen beborítanak a patkószerű és a két végén két irányba hajló, C alakú csigákban végződő laposvas darabok (6.2. ábra). Az ajtópántok fő funkciója tehát gyakorlatilag az ajtó összefogása





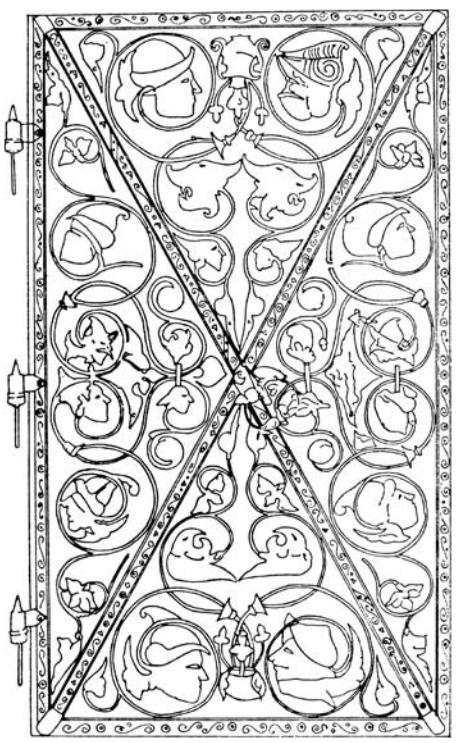


volt, ennek ellenére a *díszítő* szándék kezdettől fogva látható. Később egyre gyérül a vasalások százalékos aránya, amely az ereszték, majd az ajtótok megjelenésének tudható be. Vasrácsok nem maradtak fenn ebből a korból, Európában azonban annál inkább megtalálhatók, főleg templomok szentélyrekesztő rácsaként. A 12. században már kialakul a rácsoknak az a két fő típusa, amelyek évszázadokkal később is éreztetik hatásukat. Az egyik függőleges négyzet- vagy laposvasakból készült pálcák sorából áll, és erre kerülnek fel a díszítőelemek. A másiknál a rácsozat keretekből áll, és ezek közeit töltik ki a különböző ornamensek. Sajátosan magyar megoldás, hogy a kapuk sarkait ágaspántok helyett liliomokkal díszített, négyzet alakú pántokkal fedik be, ahogy ez az eperjesi templom tornyának ajtaján, a lőcsei Szent-Jakab templom kapuján és a felkai templom sekrestye-ajtaján is látható (16. sz.).

A *16. században* az ajtópántok csigás-indás végződését liliomos, később rozettás végződések váltják fel. Megjelenik a kapuk szamárhátíves záródása is, bár több esetben ez a motívum az ajtó keretein belül található. A pozsonyi dóm aranyozott szentségházajtaja a 15. század végén készült (6.3. ábra). Alsó része rombuszokat képező, átlósan haladó vasrudakból áll, amelyek átfedéssel keresztezik egymást. Felette a szamárhátívű lunettá-ban „IHS" (Iesus Hominum Salvator) rövidítés látható, felül a sarkokban pedig bal oldalt II. Ulászló pólyás, oroszlános címere, jobb oldalt Pozsony bástyás címere. Az ajtókeret díszítése irdalt (vésett) halhólyag-szalagornamentika.

A kassai dóm szentségházának négy ajtaja a gótika késői példája, amelyen erős geometriai szerkesztés érződik (6.4. ábra). Feltehetően Kassai István, a dóm építésvezetője tervei alapján készült, az architektonikus díszítőelemek változatossága, amelyre az ún. halhólyagminta ismétlődő alkalmazása jellemző. A rácsajtón szerepel Mátyás király címere, valószínűleg 1480 körül készült. Ebben az időben sokféle profilú vasat használtak: megtalálható a lapos- és négyzetes vagy hatszögletű vas, lapjával kifelé vagy élével. A vékonyabb, gömbölyű vasat ritkábban és főleg gallyutánzatként vagy rúdnyalábként használták [40], többnyire csavart formában. a csigák kis, aklált kacsokkal egészülnek ki, a növényi motívumok stilizáltabbak.

A *reneszánsz* vasművesség formavilága is csak késve érkezik el hazánkba. A *16. század* folyamán a négyzetes és laposvasat felváltja a gömbvas, amelyek rendszerint egymáson keresztülbújtatva vagy kötegelve jelennek meg. A pálcák végződéseit gyakran laposra kovácsolják, és állat- vagy emberábrázoláshoz használják. A csigákat voluták váltják fel, amelyekről fiókcsigák válnak el, ezzel az irányok síkszerű, de változatos mintázatot adnak. A görbe vonalak dominálnak, a rozetták és sziluettképek használata gyakori. A reneszánsz vasmunkák már legalább annyira világi jellegűek, mint amennyire egyházi felhasználásúak. A pozsonyi városi múzeumban található vasajtót két, egymást keresztező vaspánt osztja négy részre (6.5. ábra). Az így létrejött háromszögű mezőket csigaszerű, vaskarikával egymáshoz fogott indák töltik ki, végükön szi-



6.5. ábra. Reneszánsz vasajtó a pozsonyi városi múzeumban, 1683

6.2. ábra. A nyitradivéki római katolikus templom vaspántos ajtaja a 14. sz. elejéről

6.3. ábra. A pozsonyi dóm szentségházának aranyozott vasajtaja, 1460 körül

6.4. ábra. A kassai dóm szentségházának egyik vasajtaja, 1480 körül

6.6. ábra
A budapesti Szent Anna-templom, Lorettoi kápolna rácsfala és ajtaja *(a)*

Részlet *(b)*
Pügl Ignác alkotása, 1752

6.7. ábra. Fazola Henrik: Eger, a volt Vármegyeháza ún. szőlőfürtös kapuja, 1758–61.

6.8a ábra. A fertődi Esterházy-kastély főbejárati kapuja, 1769 (a 89. oldalon)

luettképekkel, amelyek állat- és emberfejeket ábrázolnak. 1683-ban készült. Elterjedt típusa volt ez a vasajtóknak.

Az ablakrácsok sok esetben kitörnek a síkszerűségből, és alul négyszögletes vagy íves kosarakban végződnek. A lőcsi Szent Jakab-templom Szent Sír-kápolnájának rácsát a vasrudak alkotta térközök rozettaszerű formákkal való kitöltése jellemzi, melyet felül palmettasor és hengeres rudakból álló indasor zár. A *16., 17. században* terjednek el a felül világító rácsok, különböző lunettarácsok, szemöldök- és szegélyrácsok.

A reneszánsz rácsokhoz képest a *17. században* inkább négyzetvasat használnak, és jellemzőbb az átfűzés helyett a pálcák egymásra helyezése, egymáson való átlapolása, és a kötegelés vagy gyűrűs kapcsolás. A síkszerűség felbomlik, általában elő- és hátlapra választható szét a rácsok szerkezete, és – főleg a *rokokóban* – a különböző növényi és egyéb díszítések nemcsak a rács horizontális-vertikális irányaiban helyezkednek el, hanem mélységbe is fordulnak. A barokk kiteljesítette a kovácsoltvas építészeti alkalmazását: kertkapuk, korlát- és erkélyrácsok, felülvilágítók tömegesen készültek. Budapesten a Táncsics M. u. 7. számú ház erkélyrácsa [41] elüt a legelterjedtebb típusoktól (lomb- és szalagdísz), a C motívumok szimmetrikus ismétlődése és az ezek közötti más-más formájú, de azonos fajú növényi motívum, leveleinek csipkézettségével a barokk összhatást példázza, amelynek lényege a részletek szerveződése egy teljes látvánnyá. Tehát rész és egész viszonya nem homogén, mint ahogy az eddigi korokban mindig az volt.

A budapesti Szent Anna-templom északi oldalán található a Lorettói-kápolna 1752-ből származó

rácsfala és ajtaja (6.6*a, b* ábra), amely Pügl Ignác munkája, aki valószínűleg német származású volt, Budán élt és 1740 körül vált mesterré. Egyetlen biztosan ismert munkája ez a rácsos kapu, amelynek lunettarácsát bőségszaruból kibomló rozettás indák hálózzák be, közepén – korona alatt – koszorúval övezett Mária-monogram helyezkedik el. Síkban elrendezett, négyszögekre osztott mezőkre tagolódik, amelyeket egymást metsző C motívumok töltenek ki. A rács vízszintes és függőleges irányban is tagolt. Tökéletesen szimmetrikus, de nem mellékesek a négyzetvasakhoz erősített levéldíszek vagy az ajtón összekötő elemként funkcionáló tölcsérből kiágazó akantuszlevelek sem, amelyek enyhén a harmadik dimenzióba úsztatják a kompozíciót.

A lomb- és szalagdíszek alkalmazásának legjobb hazai példája a pécsi Káptalani Levéltár alatti püspöki-kanonoki sírbolt vasajtaja 1747-ből [40], amely a növényi motívumok gazdagságáról tanúskodik. A függőleges pálcák alkotta vázon akantuszlevelek folyondárszerű kavalkádja látható. Ennek ellenére felfedezhető a szimmetriára való törekvés, ez csak a kapu szárnyain, a kompozíciót záró egy-egy puttó alakjában bomlik fel.

A rokokó feloldja a szimmetriát, de sok esetben ez csak a részletek kidolgozására érvényes. Fazola Henrik előbb említett, motívumokban gazdag egri kapui (1758–1761) összhatásukban szimmetrikusak, közelebbről azonban eltéréseket fedezhetünk fel (6.1. ábra, 6.7. ábra). A csipkézett tarajjal ellátott C elemek a legkülönbözőbb textúrát hozzák létre. A kevesebb számú vastagabb elem, például az ajtó vaskeretei a „címeres" kapun, ill. annak felső ívével rímelő vasrúdköteg a szimmetriát szolgálja. Ezt oldják viszont a figurális és heraldikai ábrázolások. A kapuk német hatást mutatnak.

A francia, tektonikus szerkesztésű változat legjobb magyarországi képviselője a fertődi Esterházy-kastély hármas tagolású kerti kapuja (6.8. ábra), erkély- és lépcsőrácsai. 1769-ben készítette Johann Carl Franke. Párhuzamos, végükön csigákba szerveződő pálcák sora érvényesül a kapuzaton, a szemöldökrácsok változatosabb elemekkel nehezednek a könnyed szerkezetű kapukra. A főkaput vaskos oszlopok választják el az oldalkapuktól.

A rokokó fontos díszítőeleme még a *kartus*, ez az ovális vagy kör alakú, középen áttört összekötő motívum, szélein hullámosan hajlítva vagy taréjszerűen kialakítva; a *palmetta*, amely centrális szerkesztésű, főleg XIV. Lajos korában volt használatos, szirmai stilizált pálmalevelek. Az *akantusz* sűrűn használt elem, főleg élethű változatában, de a virágmotívumokat stilizálva és természetutánzó módon is használták a barokkban és a rokokóban.

A *klasszicista* alkotások leginkább polgári rendeltetésű épületeken találhatók meg. A XVI. Lajos korabeli *klasszicizáló barokknak* és az *empire* stílusnak köszönhetően a túldíszítettség megszűnik, letisztultabb formák jönnek létre, egyszerűbb mértani idomokból szerkesztik a rácsok vonalait, visszatérnek a szögletes megoldások. Legtöbbször egyszerű pálcasorból áll a rács, amelynek alsó régiója van megbontva szögletes és köríves geometriai motívumokkal. Ilyen Renner Károly 1823-ban készült kétszárnyú, kovácsoltvas kapuja József nádor alcsúti kastélyának parkjában, vagy a Pannonhalmi Apátság lépcsőkorlátja (6.9*a, b* ábra), amely restaurálása előtt tragikus állapotban volt. Pálcaközein, vele párhuzamosan vékonyabb rudakra csapolt egyenes babérlevél fut. A szélesebb középső mezőben palmettákkal és stilizált akantuszlevelekkel határolt görögkereszt található, félkörívekkel ölelve körül.

## HISTORIZMUS, EKLEKTIKA, SZECESSZIÓ

*(a 19. sz. elejétől a 20. sz. közepéig)*

A 19. század elején Nyugat-Európa szerte a városok és gyárak rohamos fejlődését és növekedését látva az építészek elfordultak koruktól, és vizuális érzékenységükkel a múlt felé fordultak inspirációért. A vasiparos és az új nagyiparos pedig nem érzett kötelezőnek egyfajta újszerű ízlést, elvárása

6.9a ábra. A Pannonhalmi Apátság klasszicista korlátja Készült 1820 körül. Restaurálta: Seregi György, 2000-ben.
6.9b ábra. Részlet

azonban az általa ismert stílusváltozatokhoz kötődött – hiszen a rokokó és a klasszicizmus már meghonosított idegen stílusokat –, az esztétikai értékrend helyett az asszociációs érték vált számára a legfontosabbá. A másik ismérv, amit az építészek megrendelői érthetőnek és befogadhatónak találtak, az utánzás pontossága volt. A 19. század pozitivista szemléletmódja áttevődött az építészetre is, és a történelmi stílusjegyek részletbe menő tanulmányozásához vezetett, ami archeológiai egzaktságban merült ki [39]. Így érthető meg a *historizmus* formai gazdagsága, ami 1830-ra már érezteti hatását. Ez a fejlődési folyamat eredményezi az öntöttvasgyártás előretörését és építészetben való alkalmazását egész Európában, így Magyarországon is, és a 20. század húszas éveitől még évtizedekig tartott egyeduralma.

Hazánkban azonban a historizmus fénykora mégis a tűzi kovácsolás technológiáival hozható összefüggésbe, és időben is későbbre, a század utolsó harmadára esik. Ennek két lehetséges magyarázata van. Az egyik, hogy alkalmazása nem az építészet korábbi válságából fakad, hiszen késve jut el hozzánk a formai áramlat, de ennél korábban érezteti hatását az ipari fejlődés. A másik a céhes rendszer megszűnése 1872-ben, aminek következtében megszaporodott a kovács kéz-művesmesterek száma, következésképpen az alkotásoké is. Egyre több megbízást kaptak középületek, paloták és egyházi épületek kiegészítő elemeinek készítésére. A polgári bérházak portáljainak, lépcsőházainak, ablakainak kovácsoltvas-kiképzése is nagyobb teret kapott, főleg a fővárosban.

Nagyszámú lakatost és segédmunkást foglalkoztató vasműves cégek alakulnak. Reprezentatív művek egész sora készül ebben a néhány évtizedben, a különböző korok formakincsét továbbfejlesztik, és a különböző szakmai és világkiállítások első ízben teszik lehetővé a magyar minták nemzetközi megismerését. Az 1878-ban rendezett párizsi kiállításon mutatta be *Jungfer Gyula* természethű kovácsoltvas-rózsáit. Ekkor már elkészítette a Várkertbazár hármas kapuzatát és kerítését Ybl Miklós megbízásából, aki eredetileg öntöttvasból akarta kiviteleztetni, amiről valószínűleg Jungfer beszélte le [10]. Olyan ismétlődő csiga- és éles szögben megtört elemeket tartalmaz, amelyeket öntöttvasból is el lehetett volna készíteni, az akantuszlevelek egyes C motívumokra hajló, máshol a megnyújtott nyakú csigák végein el-

6.10. ábra. A budai Királyi Palota kerítése
Készítette: Jungfer Gyula, 1902

6.11. ábra. Középkori kovácsmester
Készítette: Jungfer Gyula, 1884

lentétes irányba kanyarodó motívumai, továbbá a rozetták és csavart vasrudak viszont a tűzi kovácsolás barokk hagyományaiból indulnak ki. A lándzsaszerű pálcavégződések, az egész szerkezet architektonikus felépítése, letisztultsága klasszicista, empire jellegű.

Monumentálisabb hatást tükröz a budai Királyi Palota kerítése (1902), amelynek hat részét kettős kőoszlopok választják el egymástól (6.10. ábra). Egy-egy rész alsó és felső része sűrűbben díszített, párhuzamosan futó négyzetvas rudak függőleges sora köti össze őket. A kompozíció barokk elrendezése és barokkos spirálcsúcsban végződő összetett virágai néhol szecessziós vonalvezetéssel vannak körülfogva és feloldva. A rácsok két felső sarkában elhelyezett oromdíszén a legszembetűnőbb ez az eklektikus jelleg. A C alakú vas két végét vékonyabb anyagból kovácsolt könnyed, absztrahált levél és szár köti össze, míg hátán kacsszerűen tajtékzó levélkét hord. A rácsok középső, két szélével ellentétes ívzáródású oromdíszében látható az „I. FJ” (I. Ferenc József) monogram, amit babérlevelek takarnak, a dicsőség szimbólumaként.

A századforduló környékén készülnek Jungfer legfontosabb munkái. Az Országház Kossuth Lajos téri főkapuja, a tetőkorlátok, térelválasztó kerítések, külső, belső kandeláberek. A kapu és a rácsok gótikus elemeket hordoznak, sok helyen csavart pálcákat alkalmazva. A tetőn levő lándzsás katona rézből domborított alakja jó példája annak, hogy a kovácsmesterek plasztikai ambíciókat is dédelgettek ebben az időben, ezek többnyire naturalista felfogást tükröznek. 1884-ben mutatta be Árkay Sándor vörösréz apródszobrát, Jungfer pedig középkori kovácsmestert ábrázoló, jobbkezében kalapácsot, balkezében csiga- és spirálmotívumokat tartalmazó vaselemet tartó alakját (6.11. ábra). Ez lett Jungfer üzemének cégére. Árkay Deák Ferencről és Liszt Ferencről reliefet készített.

Barokk díszítés uralkodik a volt Wenckheim-palota három kapuján, amelynek lunettarácsai érdemlik a legnagyobb figyelmet, minthogy növényi ornamentikája a kivehetetlenségig túlburjánzott, és a síkból újra és újra a néző felé törnek levelei. Jungfer az 1884-ben készült Nádor utcai, volt Magyar Országos Bank rácsain és kapuján német reneszánsz formavilágot követ (6.12. ábra). Két szárnya közel egyforma: kör keresztmetszetű vasrudak, volutákban végződő S motívumok, és egy-egy középre helyezett kör körül burjánzik szinte minden olyan forma, amelyet a reneszánszban is használtak már. A csigák végére helyezett rozetták, a spirálok, amelyek

6.12. ábra
A budapesti Nádor utcai egykori Magyar Országos Bank bejárati kapuja
Készítette: Jungfer Gyula, 1884

6.13. ábra
A keszthelyi Festetich Kastély belső lépcsőkorlátja
Készítette: Bíró Antal, 1883–84

6.14. ábra
Sárkánybetétes lépcsőkorlát, Budapest, Andrássy út 23.
Jungfer Gyula, 1882

több helyen indákként fonódnak a vaspálcákra. Figurális ábrázolások: sziluettképek helyett felül emberfej, alul oroszlánfej relief. A rudak keresztezése átfűzéssel történt, összefogása bundolással (gyűrűzéssel). A két kapuszárny tükörképe egymásnak, és saját magukban is vertikális szimmetriatengelyt hordoznak. Hangsúlyos keretükön finoman trébelt (hidegen domborított) meander fut, amelyet a sarkoknál öt-öt rozetta szakít meg. A körök közepén található kalligráfia a bank monogramja.

A keszthelyi Festetich-kastély kerti hármaskapuzatát Marton Lajos pozsonyi műhelye készítette, neobarokk felfogásban 1883–84-ben, a kastély restaurálása idején. A kandeláberek, erkélyrácsok és lépcsőkorlátok Bíró Antal alkotásai. A különböző formájú és nyújtású csigák és C elemek variálása jellemző a lépcsőház korlátjára (6.13.

6.15a ábra. Magyar Külkereskedelmi Bank épülete (volt Tiszti Kaszinó), Budapest, Váci u.
Készítette: Alpár Ede, 1899
Restaurálta: Lehoczky János, 1998

6.15b ábra. Konzolos függőlámpák a 6.15a ábrán látható bejárati kapunál

6.16. ábra. A budapesti Marek József u.
31. sz. ház bejárati kapuja
Készítette a Gerő és Győry cég 1910 körül

6.17. ábra. A szegedi Reök-ház lépcsőkorlátja.
Készítette: Fekete Pál, 1907

ábra), amelyek néhol rokokóra emlékeztető taréjt kapnak, néhol akantuszlevelek díszítik őket. Változatos arányai, síkban elhelyezett részletei feloldják a szimmetriát, csak néhol fedezhető fel a rá való törekvés. Jungfer lépcsőkorlátjai viszont nem nélkülözik az állat- és emberábrázolásokat sem. Az 1882-es ún. „sárkánybetétes" lépcsőrács figuráinak a klasszikus motívumokkal nem harmonizáló lendületes vonalvezetése már a szecesszió előérzete (6.14. ábra). Vékony nyelvük véletlenszerűen tekeredik az őket elválasztó rúdra.

Mint előbb láttuk, az eklektika és a historizmus megkülönböztetése nagyon nehéz. Ami egy műben eklektikus, az nemcsak különböző stílusok keveredését jelenti az alkotáson belül, hanem a szerkezeti elvek és az anyaghasználat keveredését is. A mesterek mindenfajta profilú és vastagságú vasanyagot használtak ebben az időben, és ha neogótikus vagy neobarokk stb. művet hoztak létre, sokszor arra is odafigyeltek, hogy az adott történelmi kornak megfelelő vasakat használjanak és formákat alkalmazzanak. Ez a historizmus alapgondolata. Aztán ezzel párhuzamosan egyes művekben ugyanazok a művészek keverték ezeket a komponenseket, eklektikus felfogást hoztak a gyakorlatba. Miután a szecesszió éreztetni kezdi hatását, a historikus formamegőrző megoldásokat egyre inkább átjárja az új formakánon, így hozva létre sajátos műveket. Láthattunk már erre példát az előbb (l. a 6.10. ábrát). Az átmenet másik jellegzetes művei a volt tiszti kaszinó Váci utcai főkapuja, oldalkapui és lámpakonzoljai (6.15*a*, *b* ábra). Alpár Ede klasszicizáló későbarokk elemeket jelenít meg, kartus, bundolt csigák, oromdíszek. Ezeket kontúrszerű keretek fogják közre, amelyek hangsúlyossága már a szecessziót idézi.

A *szecesszió* Ausztriában és Magyarországon használt fogalom volt, és „kivonulást" jelent. Az akadémikus művészettel való szembenállást célozta; az iparművészetben kifejezetten nagy hatású irányzat formai robbanást idézett elő Európában. A természetutánzás helyett stilizálást alkalmaz, az egyenesek és geometrikusan szerkesztett görbék feloldódnak a látszólagos esetlegességben. Vékony, dekoratív jellegű vonalak uralkodnak, amelyek egy egységes összhatásnak vannak alárendelve.

Budapesten látható a Forreider és Schiller cég kapuja (1905). Forreider József munkáján a hullámosan alakított levélmotívumok itt még következetesen ismétlődő sora követi a verti-

6.18. ábra. A budapesti Gresham-palota
bejárati kapujának részlete
Készítette: Jungfer Gyula, 1906

kális elrendezésű pálcák rendjét, mégis külön életet élnek. Ez a vonalvezetésből fakad, ami a visszahajló levelek szélességét változtatja. A Gerő és Győry cég 1910 körül készült domborított, vésett reliefkapuján két hatalmas, egymással szembeforduló papagáj emelkedik ki (6.16. ábra). Farktollaik lefelé haladva egyre nagyobb körökben végződnek, mérműszerűen áttörve, keretet adva a folklorisztikus jellegű növényi motívumokat magában foglaló hármas csúcsívnek. A madáralakok felett indák és további növénymotívumok kanyarognak, kevésbé emelkednek ki a síkból, enyhe perspektívát hozva így létre. A kapu lábazatának két oldalán stilizált kosfej látható. A szecessziós ornamensek általában síkszerűek, de van arra is példa, hogy kitörnek a síkból és már-már a negyedik dimenziót is súrolják tombolásukkal. Ilyen a szegedi Reök-ház lépcsőrácsa 1907-ből (6.17. ábra). Amíg például a Bajza utcai Léderer-palota (1901) rácskapuján a növénykötegek síkban minden irányban futnak, és csak a virágok fordulnak a szemlélő felé, itt hatalmas és súlyos virágok és száraik törnek ki a korlát haladásának irányából a mélység fölé, és ott lebegnek száruk által tartva. A népi és egzotikus motívumokat ugyanúgy használják a szecesszióban, mint a szalagfonatot. Az állatmotívumok gyakoriak, elhelyezésük hasonló, ahogy ez a Gresham-palota főbejárati kapujának íves záródású felső részén látható (6.18. ábra). Végigkövethető, hogyan változott Jungfer Gyula stílusa a formai áramlatoknak megfelelően. 1906-ban már a szecesszió hatása alatt dolgozik, ahogy ez ebből a művéből is kiderül.

A századfordulótól kezdve egészen a húszas-harmincas évekig mesterek sora gazdagította a magyarországi kovácsoltvas-művességet. Tiringer Ferenc Kecskeméten dolgozott, a kecskeméti egykori ferences templom neobarokk kerti kapuja (1930 körül) az ő nevét fémjelzi. A szecesszió és a historizmus bizonyos hatása még a két világháború között is érezhető hazánkban, de leegyszerűsített formában. A gyáripari termelés dominál, csak néhány mester foglalkozik kézi kovácsolással. Közéjük tartozik Sima Sándor, akinek mesterségbeli tudása magas színtű volt. Munkáira a népies motívumok és a régi motívumok ismétlése jellemző. Bieber Károly 1918-ban önállósította magát, és végigjárta a historizmus lépcsőfokait a szecesszión át a modernebb irányzatokig. Ő vezet át bennünket a mai kovács-iparművészet történetéhez.

„EGY SZIGET ÁLL SZEMBEN SICULUS PARTTAL, LIPARÁNAK

AEOLI RÉSZÉNÉL, KIMAGASLÓ SZIRTFOKA FÜSTÖL,

MÍG ALUL ODVAS, CYCLÓPSOK-KÜRTŐI-KIRÁGTA

AETNAI BARLANGOK BÖMBÖLNEK BENNE, S AZ ÜLLŐK

VISSZANYÖGIK VAD ÜTÉSÜK, AHOGY VERMÉN A CHALYBSOK

VASKEVERÉKE SZISZEG, S A KOHÓK LIHEGŐ TÜZE LOBBAN:

VULCANUS LAKIK ITT, S EZ A FÖLD VULCÁNIA, MONDJÁK.”

7

VERGILIUS, I.M., (VIII. 416–422.) 263. OLD.

# MODERN KAPUK, KERÍTÉSEK

Az építészettel összefüggő kovácsműves alkotások közül kiemelt szerepe, jelentősége van a *kapuknak* és a hozzájuk kapcsolódó *kerítéseknek*. Egy művészileg kivitelezett kovácsoltvas kapu, amely stílusában, minőségében az épülettel harmonizál, fokozza, esetenként meghatározza az azon belépő első benyomását. Sok esetben a tulajdonos értékítéletét is jelzi, egyes kiviteli módoknál pedig – monogrambeépítéssel – a névre, címer vagy más jelkép alkalmazásával pedig a családra, cégre utal.

Nem véletlen, hogy az ismert hazai és külföldi kovácsok hírnevüket éppen művészileg kialakított kapuikkal alapozzák meg (pl. Jungfer Gyula kapujával nyert Grand Prix-t és nemzetközi hírnevet a párizsi világkiállításon 1900-ban). Ezek az alkotások nem múzeumi tárgyak, hanem szem előtt vannak, és mindenki által megtekinthetők.

A kapuk a legterjedelmesebb alkotások közé tartoznak, egyesek mérete eléri az 5–6 m szélességet és a 3–4 m magasságot. Szerkezeti felépítésük évszázadok alatt alakult ki, amelyet a keretes-pálcás rendszer jellemez és lényegében napjainkban is alkalmaznak. (Statikai felépítésükkel, méretezésükkel az 5. fejezet foglalkozott.) Amennyiben a hagyományos felépítéstől eltérő a szerkezeti megoldás, kísérleti mintadarab gyártása és kipróbálása javasolható, hogy az oldalirányú lengéseket, a függőleges és vízszintes elmozdulásokat meg lehessen határozni, és a megengedettnél nagyobbakat ki lehessen küszöbölni.

A *műszaki követelmények* közül ki kell emelni a működtető szerkezeti elemeket. A pántoknak nemcsak az elfordulást, hanem a vízszintes és függőleges síkban történő, 25–30 mm-es beállítási lehetőséget is biztosítani kell (7.1. és 7.2. ábra). A zár beépítésekor a nyelv biztonságos zárása érdekében 5–10 mm átfedés szükséges. A kapuszárnyak beállításakor figyelembe kell venni a hőtágulás értékét is, ami méterenként min. 1 mm.

A korszerű kapuk elektromosan vezérelt automatikus működésűek, nyílótípus esetén alsó pontjuk ajtócsukóra támaszkodik. Tolókivitelnél a sínen való mozgatást távvezérléssel irányítható motorikus szerkezet végzi. Már a kapu tervezésének időszakában figyelembe kell venni a korszerű működtetésű szerkezetek előírásait, követelményeit (csatlakozási lehetőségek, tűrések, a kapuszárny tömege, helyszükséglet stb.).

A mai magyar kovácsművészek elvetették a történeti stílusok szolgai másolatát vagy ezen stíluselemek eklektikára jellemző vegyítését, válogatását. Merőben újat, a mai ember egyéniségéhez, szemléletvilágához illő megoldásokat kerestek, amely a

7.1. ábra. Állítható, beszabályozható ajtópánt a Ciszterci Nővérek Kismarosi Monostorának bejárati kapuján. Seregi György alkotása. A kapu a 7.10a ábrán látható

7.2. ábra. A 7.1. ábrán látható pánt oldalnézete

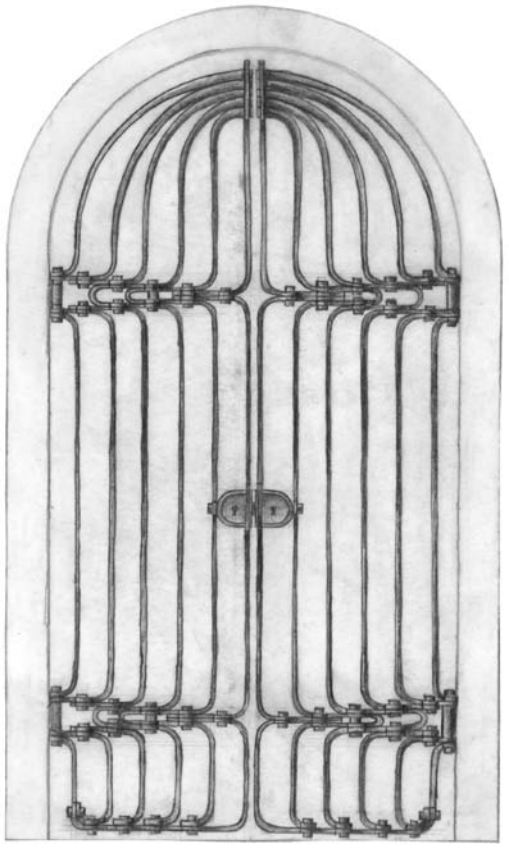
a)

b)

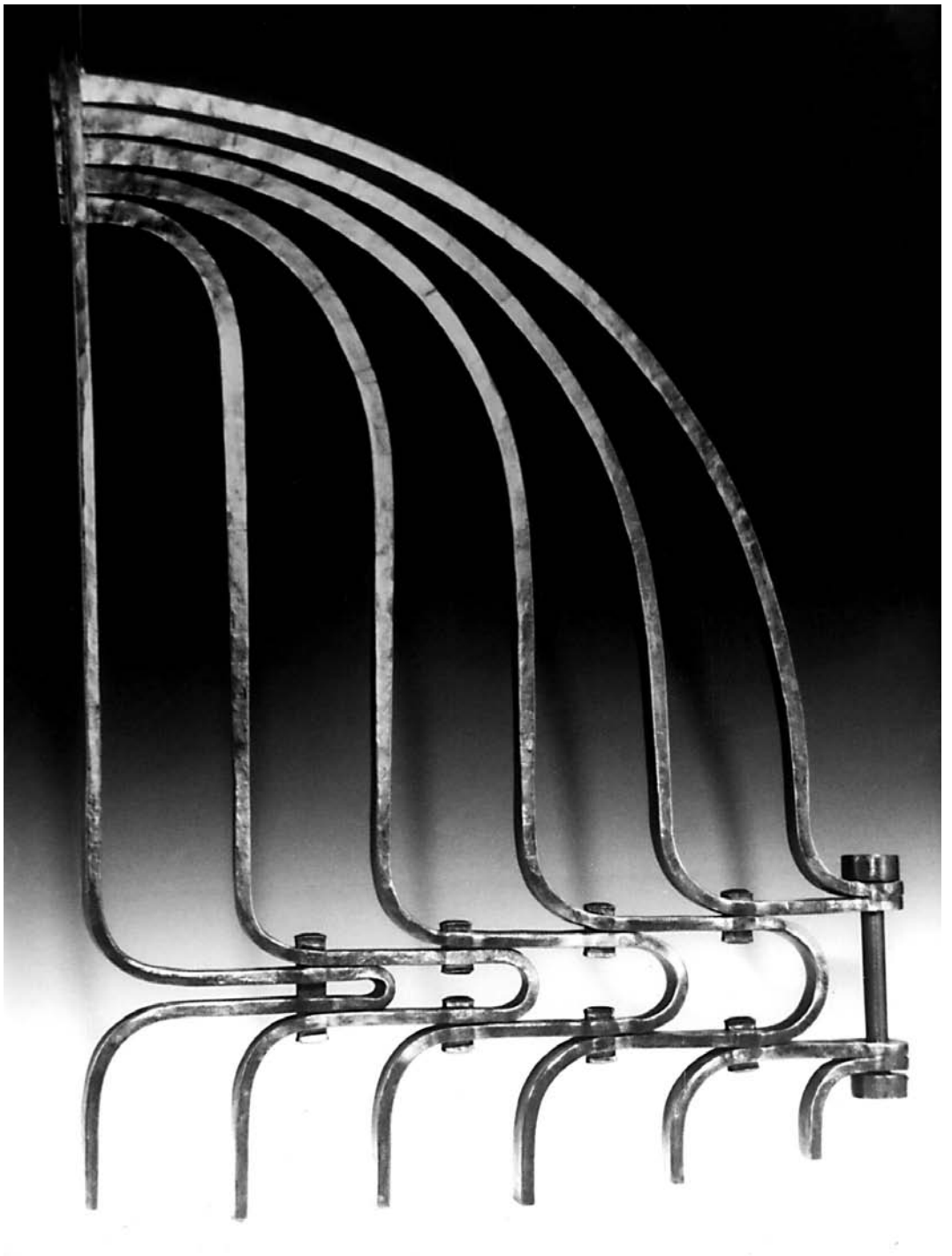
7.3*a* ábra. Egyszárnyú bejárati kapu. Napkor Seregi György alkotása, 1994
7.3*b* ábra. Az *a* ábra részlete (pántbeépítés)
7.3c ábra. Részlet
7.3*d* ábra. Részlet (zárbeépítés)

c)

*d)*



7.4*a* ábra. Kétszárnyú kapu tervei
A 7.4*a–d* ábrák terveit Seregi György készítette

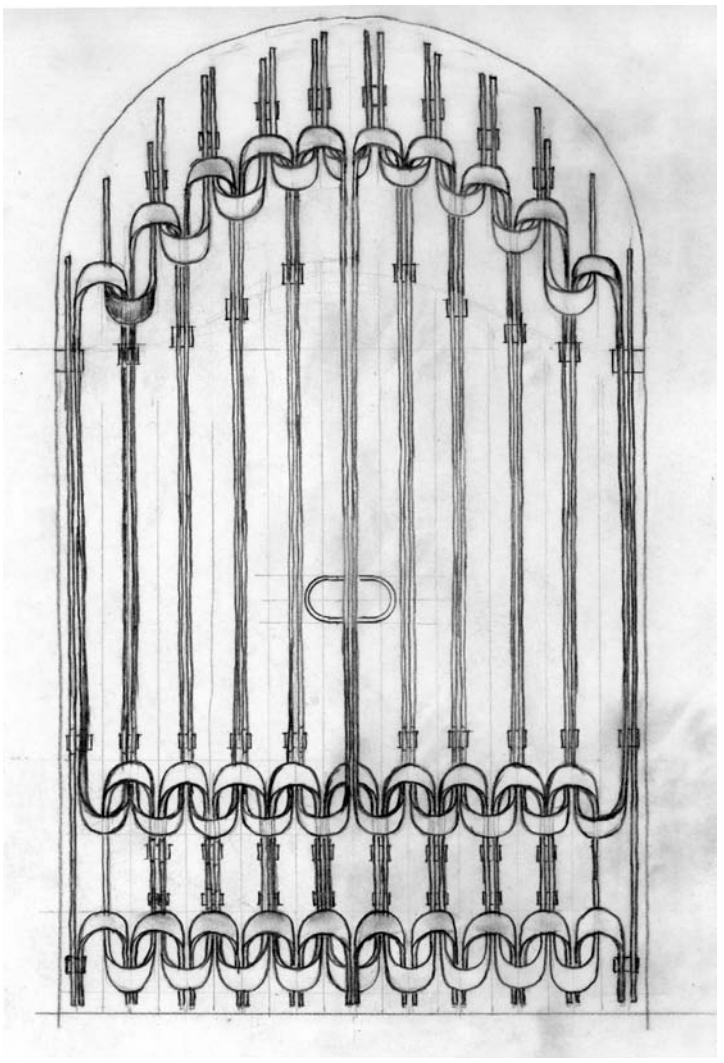


7.4*b* ábra
Az *a* ábra felső része

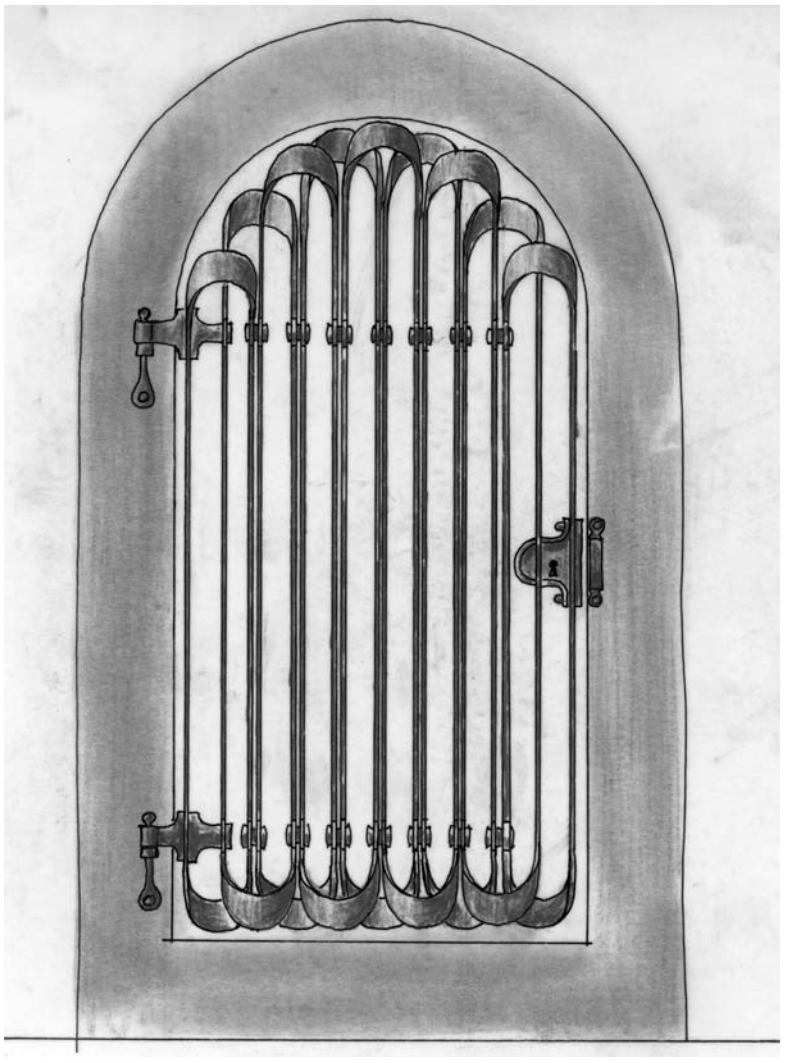
modern, majd posztmodern építészet jellegéhez, stílusához is alkalmazkodik. Alapvető jellemzője az egyszerű, konstruktív megoldások alkalmazása, a sima de erőteljes elemek kidomborítása, a kovácsolási technológia alkalmazásának őszinte bemutatása. A szerkezet díszítésektől, ráaggatott sallangoktól mentes bemutatása az új kovácsművészet egyik fő jellemzője. A díszítmények alkalmazása nyilvánvalóvá tette a 19. század emberének erős vágyát aziránt, hogy olyan ékítményekkel lássa el alkotását, amelyek tetszetősebbé teszik őket. A funkcionalizmus – konstruktivizmus – időszakában ezek a tárgyak valósággal levetették magukról az efféle díszítményeket.

Az útkeresés már a 20. század közepén elindult, és szinte azóta is tart. Az iparművészek egyéni stílusjegyei felfedezhetők a legkülönbözőbb alkotásokban. Éppen ezért egységes modern stílusról nem beszélhetünk, a mai kovács-iparművészetet a sokszínűség, a változatosság jellemzi. A húszadik század végére – fentiek megléte mellett – uralkodóvá váltak bizonyos *stílusjegyek*, amelyek a legkiválóbb művészek munkáinak jellemzői.

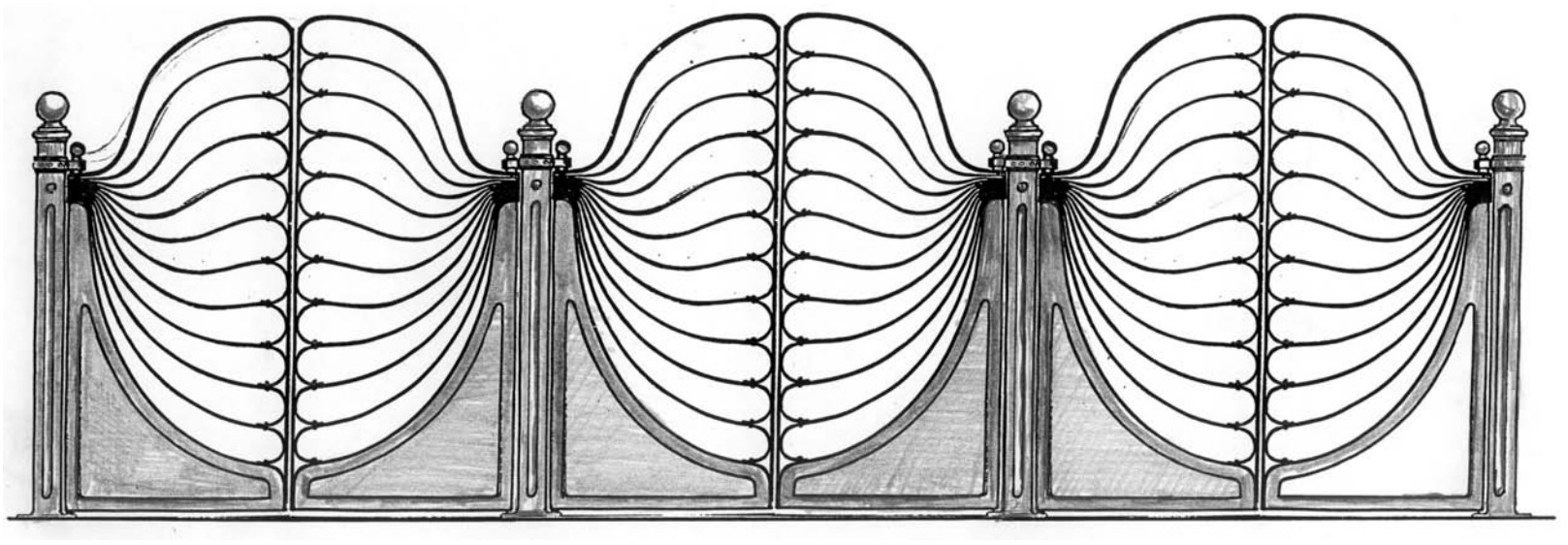
Ezek közül kiemelhető az a megoldás, amikor a keret nélküli *kapu szerkezetét a függőleges osztásokkal alakítják ki.* A függőleges osztások (pálcák) összefoghatók alul és felül a szimmetriatengelyben (7.3. ábra), vagy a szomszédos pálcák több pontban összeszegecselhetők, amint azt a 7.4. ábra tervrajzai mutatják. A függőleges osztásokat az alkotó a 7.3*a*



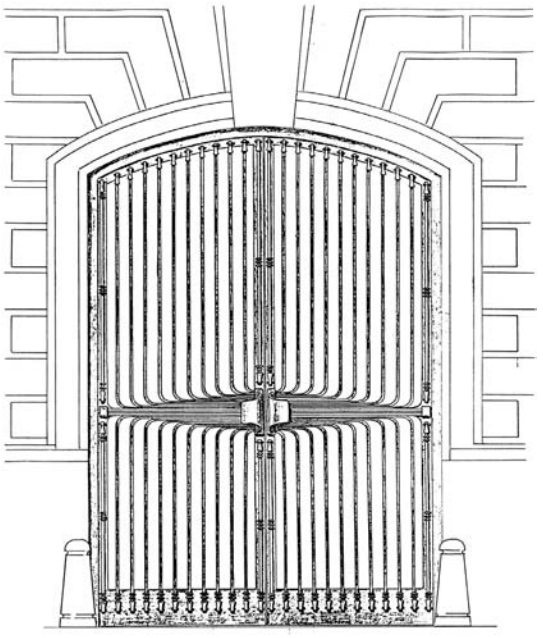
7.4c ábra. Kétszárnyú kapu terve



7.4d ábra. Egyszárnyú kapu terve



7.4e ábra. A budapesti Operett Színház főbejárati terve. Lehoczky János munkája

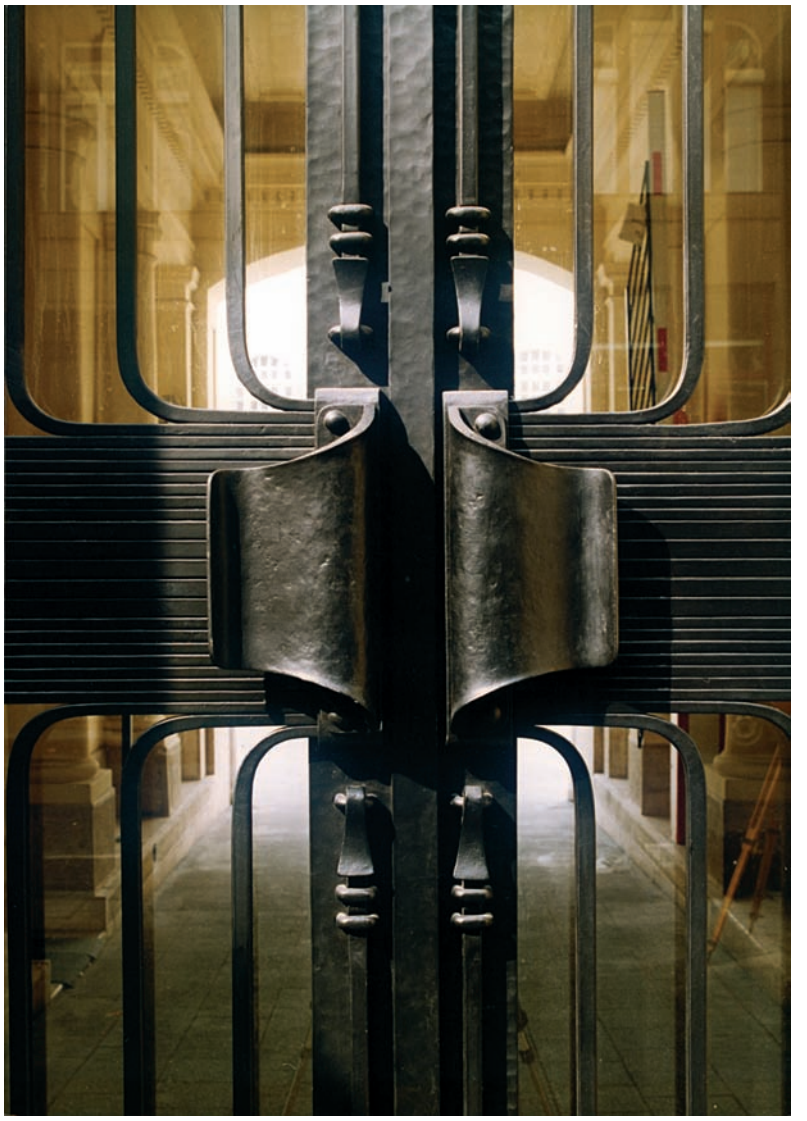


a)

ábra megoldásánál úgy vezette, hogy mind a felső pánt, mind a zár befogása és elhelyezése lehetővé váljék, és a konstrukció része legyen. Ez a kapunak kellő merevséget, a szemnek megnyugtató, biztonságos érzést ad. A kapu légies megjelenését fokozza, hogy a fő alkotóelemek keresztmetszete változó, a pálcák egyes helyeken karcsúsodnak, a kötéseknél és befogásoknál szélesednek (7.3*b, c* ábra). Hasonló elvekre épülő, de más jellegzetes motívumokat bemutató alkotások láthatók a 7.4*a–d* terveken. A 7.4*a* terven a függőleges elemek a pántok és ívek felé hajlanak, sűrűsödnek. A 7.4*c, d* ábrán látható kapuk pálcáinak kiszélesedő, íves egybefonódásai egyben a kapu díszítőelemei is, és szinte szemléltető módon mutatják be a kovácsolási technológiával készíthető nyújtások szépségeit. A budapesti Operett Színház kapujánál az íves elemek a felfüggesztési pontban koncentrálódnak. Ez a megoldás a főbejáratot mozgalmassá, játékossá teszi, alkalmazkodva a színház műfaji sajátosságaihoz (7.4*e* ábra).

A rendben sorakozó *függőleges osztások kötegekbe történő* összefogása a felső, alsó vagy középső (a zárnál) részein, jellemző stílusjegye bizonyos mai művészi alkotásnak. Ilyen megoldás látható az 1.18*a* ábrán már korábban bemutatott kétszárnyú kapunál vagy a Magyar Külkereskedelmi Bank Veres Pálné utcai homlokzatán levő kapuknál (7.5. ábra). Egyes szerzők szerint [35] ez az elképzelés az ourscampi apátság 1202-ben készült és az 1.8. ábrán bemutatott ajtórács megoldását ültette át a modern formavilágba. Az összefüggés keresése erőltetettnek látszik, mert ott a csigavonalak, íves elemek természetes összefogásáról van szó (akár egy virágcsokor szárának összekötése), esetünkben pedig a kötegelés a

b)



c)

7.5a ábra. Magyar Külkereskedelmi Bank, Budapest, Veres Pálné u. Kétszárnyú kapu terve Lehoczky János alkotása, 1995
7.5b ábra. A kapu beépített állapotban
7.5c ábra. Részlet

7.6. ábra
Térelválasztó kapu terve, Budapest, Fortuna u. 13. Tervezte: Seregi György

szerkezet részeként (a pálcák összefogásaként) jelenik meg (7.5*c* ábra). A pálcák ritmusos, lépcsős szerkezeti csatlakozása látszik a 7.6. ábra megoldásánál, ahol egy íves lezárású nyílásba kellett a kaput elhelyezni. A pálcakötegek itt követik alul-felül az ívek vonalát. A kialakítás előnye, hogy a kötegek a felfüggesztési pontok felé szélesednek, ahogy azt a nagyméretű kapu statikai működése megkívánja.

A kovács iparművészek egyes esetekben egy klasszikus kovácsolási technológiával kialakított motívumra mint *alapelemre* építik fel szerkezetüket. Ilyen a kétirányú hasítással készült térbeli „csillagelem", amely íves száraival négyirányú csatlakozást tesz lehetővé (7.7*b, c* ábra). Ehhez csatlakoznak a függőleges pálcák vagy a mellettük levő csillagelemek. Jól illik a középkori környezetbe az ezen elvek alapján felépített, Bp. Úri u. 38. alatti rácskapu (7.7*a* ábra). A keretes-íves lezárás a modern kaput a gótikus környezet szerves részévé teszi. A csillagelemek nemcsak szerkezeti, hanem díszítőelemek is, amelyek lefelé sűrűsödnek, ezzel egyrészt az egyhangúságot törik meg, másrészt a funkcionális követelményeknek is eleget tesznek (7.7*d* ábra). Hasonló elképzelések fedezhetők fel az 1.19*a* ábrán bemutatott Gundel étterem kapuzatánál és kerítésénél, ahol a függőleges pálcákból hol előre, hol hátra, váltakozva öblösödnek a jellegzetes és egymáshoz kapcsolt térbeli motívumok. De említésre méltó a marcali Városi Temető főkapuja is, ahol szintén hasított és szétnyitott elemek sora adja a függőlegeseket, valamint az ezek összekötését biztosító díszítőelemeket (7.8*a* ábra). A 7.8*b* ábrán a részletek finom megoldásai is kibontakoznak. Az elemek kötése is tipikus kovácsolási megoldással készült.

Sok esetben jellegzetes, *egyedi kötésmóddal kapcsolják* a függőleges pálcákat a kapu kereteihez. Ilyen visszahajtott és ellapított bekötés látható a párizsi Magyar Intézet kapuján (7.9*a* ábra). A szabályosan kiosztott függőleges pálcák sorozatos bekötésével az alkotó különleges hatást ér el. Ez a bekötési mód öt sorban is látható, és ezáltal a kapu jellegzetes motívumává válik (7.9*c* ábra). Az íves lezárás is említésre méltó, amelyet a függőleges elemek legyezőszerű szétnyitásával oldottak meg. Ez utóbbinál sem volt szükség külön kitöltő- vagy díszítőelemekre, mert azt az amúgy is alkalmazott osztások ilyen vonalvezetése megoldotta (7.9*b* ábra).

Előszeretettel alkalmazzák a mai kovács iparművészek a *hagyományos kötési módokat.* Azonban ezeket is új formában, a mai stílusnak megfelelő átfogalmazásban alkalmazzák. Ilyen kötési mód az ún. *bújtatás*, amikor az egymást keresztező elemek egyikét a kapcsolási helyen nyújtják (szélesítik) és lyukasztják, majd a másikat ezen átdugják. A függőleges és vízszintes, valamint a ferde és függőleges elemek ilyen csatlakozása látható a kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorának bejárati főkapuján (7.10*a, b* ábra). Ezen a kapun a mai alkotónak egy másik stílusjegye is felfedez-

b)

c)

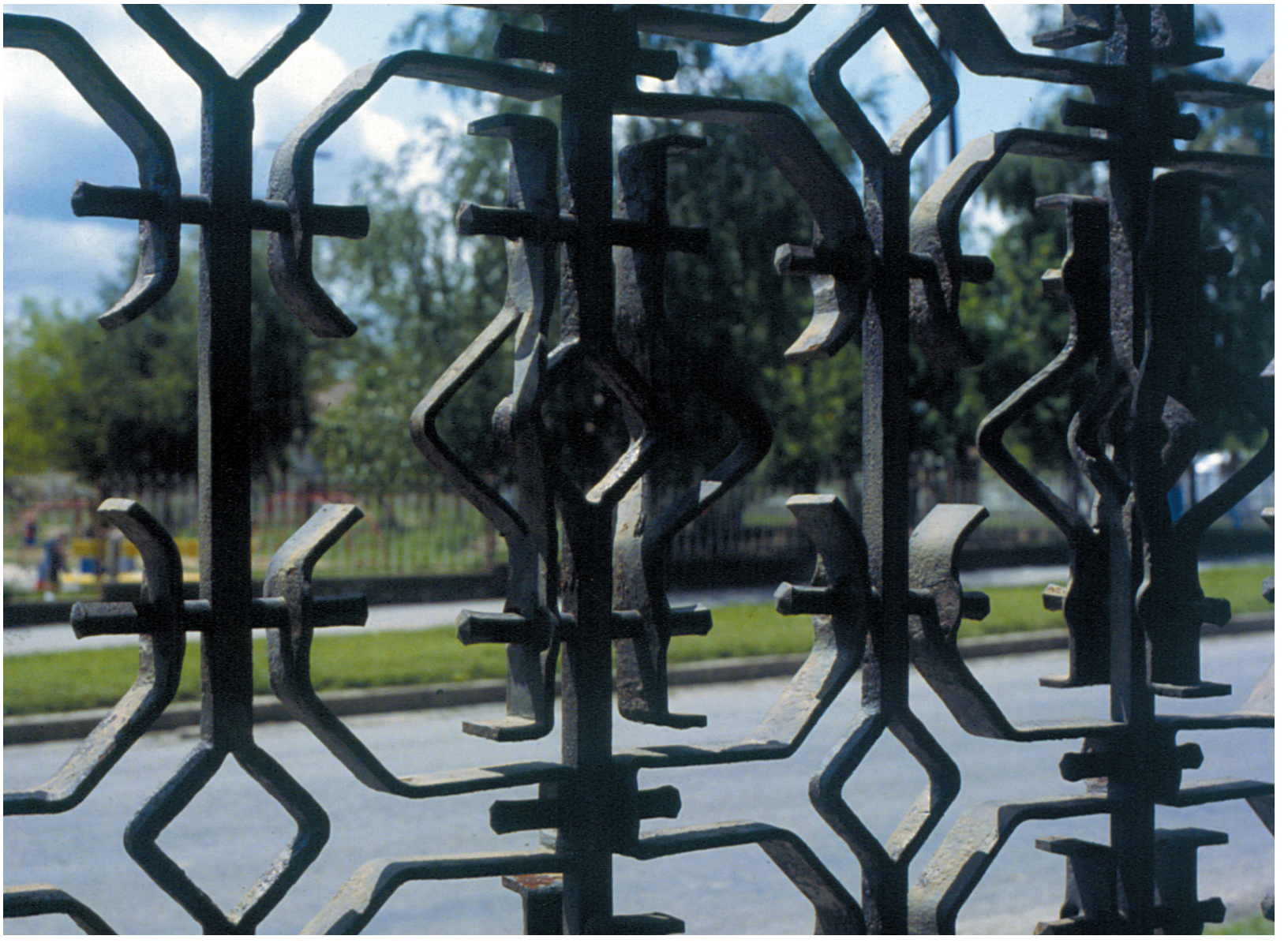
d)

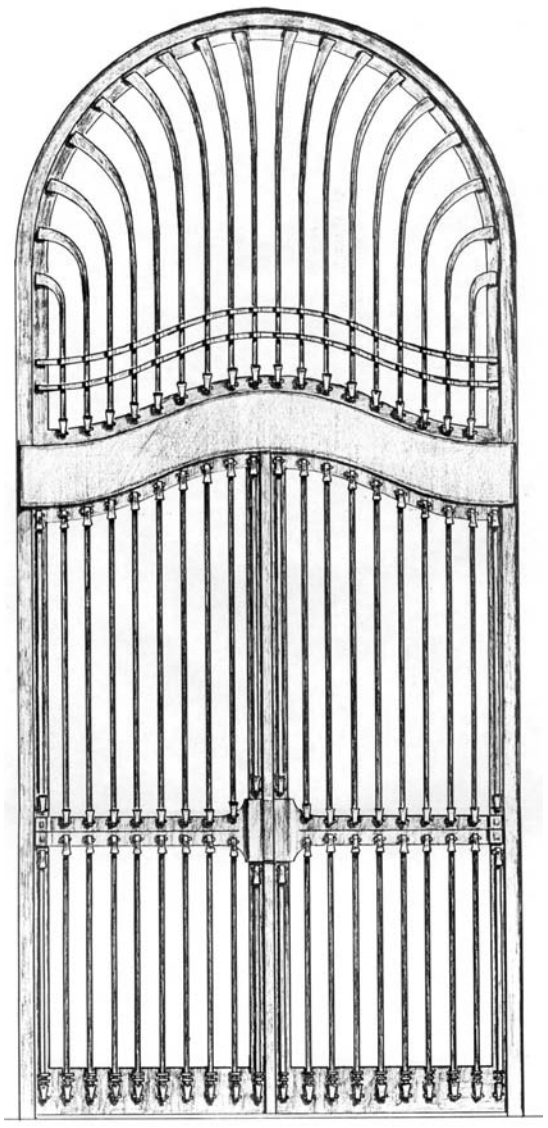
7.7*a* ábra
Kétszárnyú rácskapu, Budapest, Úri u. 38.
Seregi György alkotása, 1998

7.7*b* ábra. A „csillagelem"
7.7*c* ábra. Részlet
7.7*d* ábra. Részlet

a)

7.8a ábra. Marcali
Városi Temető
főkapuja és kerítése
Kovács József alkotása, 1982
7.8b ábra. Részlet





7.9a ábra. A párizsi Magyar Intézet kapujának terve
Lehoczky János munkája, 1993

7.9b ábra. Az a) ábrán levő kapu felső részlete
7.9c ábra. Az a) ábra részlete. A függőleges pálcák bekötése; zárbeépítés

7.10a ábra. Főbejárati kapu.
Ciszterci Nővérek Monostora,
Kismaros
Seregi György alkotása,
1998

7.10b ábra. Részlet

7.11*a* ábra.
A „Kolduskapu"
a budapesti Szent György téren
Építész: Vadász György;
szobrok: Kő Pál; készítette:
Lehoczky János, 1994
7.11*b* ábra. Részlet

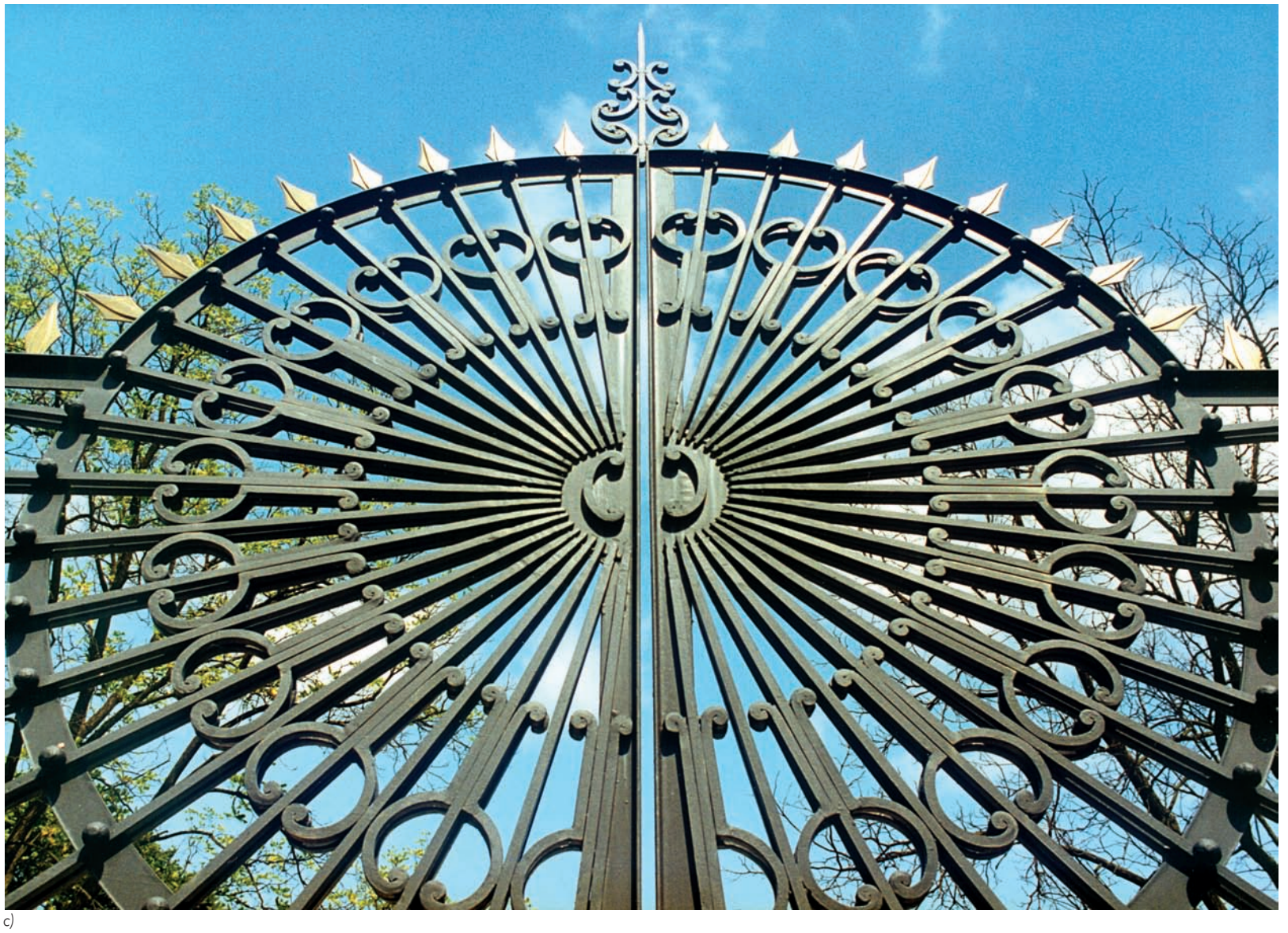
hető, nevezetesen az, hogy a megbízó címerét a szerkezet részeként beépítette annak súlypontjába. Ezzel kihangsúlyozta és egységes szerkezetbe foglalta megbízójának jelképét a hagyományos szerkezeti elemekkel, és egyben biztosította, hogy már messziről látható és tudható legyen a kapu mögötti épület jellege. A kapu timpanonszerű lezárása jól harmonizál a monostor templomának építészeti kialakításával.

Hasonló kötési mód látható az ún. *Kolduskapu* rácselemeinél a budai Szent György téren. A kaput, amelyet Vadász György építész tervezett és Lehoczky János készített, Kő Pál szobrai díszítik. Maga a kapu kialakítása a középkori Pest és Buda városmagjára, a holló Mátyás Királyra, a szobrok az építész és a kovács személyére utalnak (7.11*a, b* ábra).

A stílusjegyek között meg kell említeni a *geometrikus elemek alkalmazását* is. Ez kiemelten látható az Acsa-Újlaki kastély kétszárnyú bejárati kapujának kialakításán. Itt a főmotívumot egy teljes körív alkotja. Az ívek felülről befelé hullámszerűen folytatódnak. A körívet sugárirányú pálcák töltik ki, amelyek vége a történeti stílusok esetén alkalmazott lándzsaalakban záródik. Az alapmotívum a mellékbejáratok kapuin is fellelhető, ezáltal a hármaskapuzat egységes megjelenése biztosított. A művész a hagyományos C elemet is újszerűen

a)

b)

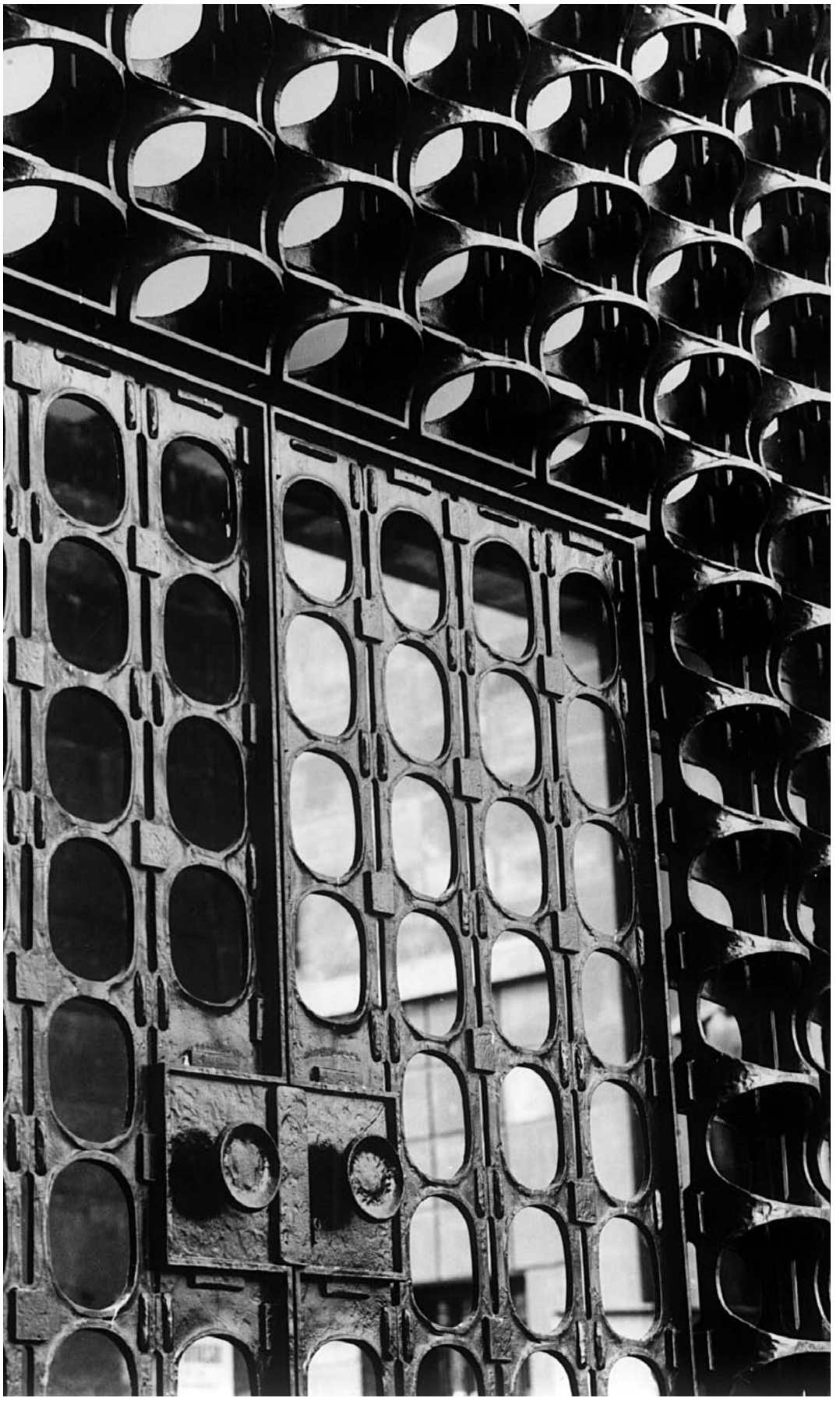


c)

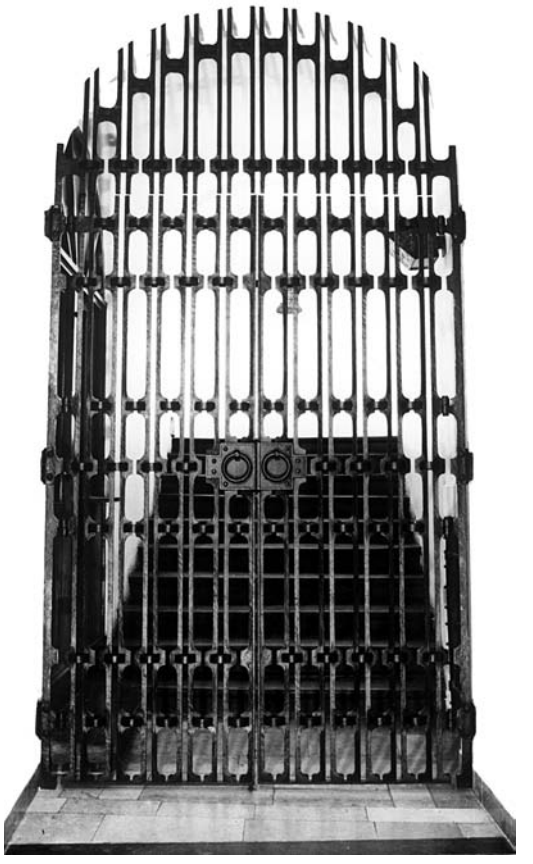
komponálja nagy stílű, akadémikusan megszerkesztett művén. A két szélén végigfutó, C alakú díszítések csipkés mintázatot adnak a kapuzatnak (7.12*a–c* ábra).

A modern művészi kivitelű kapuk másik jellegzetessége, hogy a konstrukciót *működtető szerkezeti elemeknek*, így pl. a zárnak, a pántoknak *kiemelt hangsúlyos szerepet adnak*. Míg egy barokk vagy rokokó kapunál a díszítések között szinte elvész az ajtókilincs vagy az ajtópánt, addig a mai – külön rátett díszítést nem alkalmazó – sima vonalú megoldásoknál a zárak, vasalatok míves kialakítása a kapu díszévé, jellegzetes motívumává válnak. A művész ezeket az elemeket egyedileg komponálja meg, és a szerkezetbe harmonikusan építi be. Ilyen megoldás volt látható az 1.18*c* ábrán, ahol az egyedi kialakítású tolózárat a függőleges pálcák szinte körülölelik. Hasonlóan

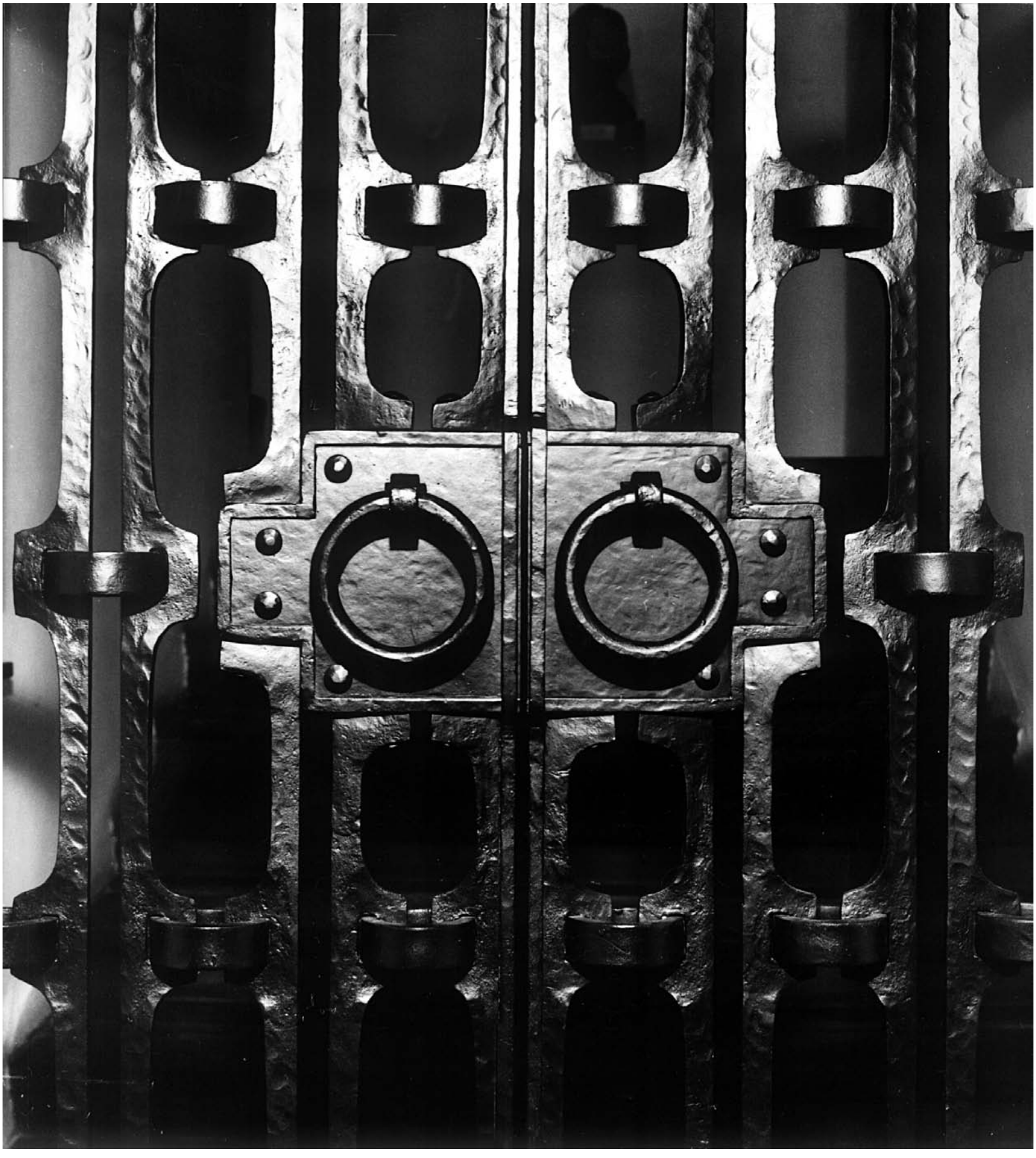
7.12*a* ábra. Hármas bejárati kapu. Acsa-Újlak, kastély Pölöskei József alkotása, 1997, (3,5×3,75 m)
7.12*b* ábra. Részlet (köríves lezárás)
7.12*c* ábra. Részlet (szélső díszítés C elemekkel)



7.13. ábra. Dunaferr Rt. főbejárati kapujának részlete
Lehoczky János alkotása, 1983



7.14*a* ábra. A szentendrei Ferenczy Múzeum kapuja
Lehoczky János munkája, 1974
7.14*b* ábra. Részlet (a kapu fogantyúja)



7.15. ábra. A budapesti Zsidó Múzeum kapujának zármegoldása
Készítette: Seregi György, 1998

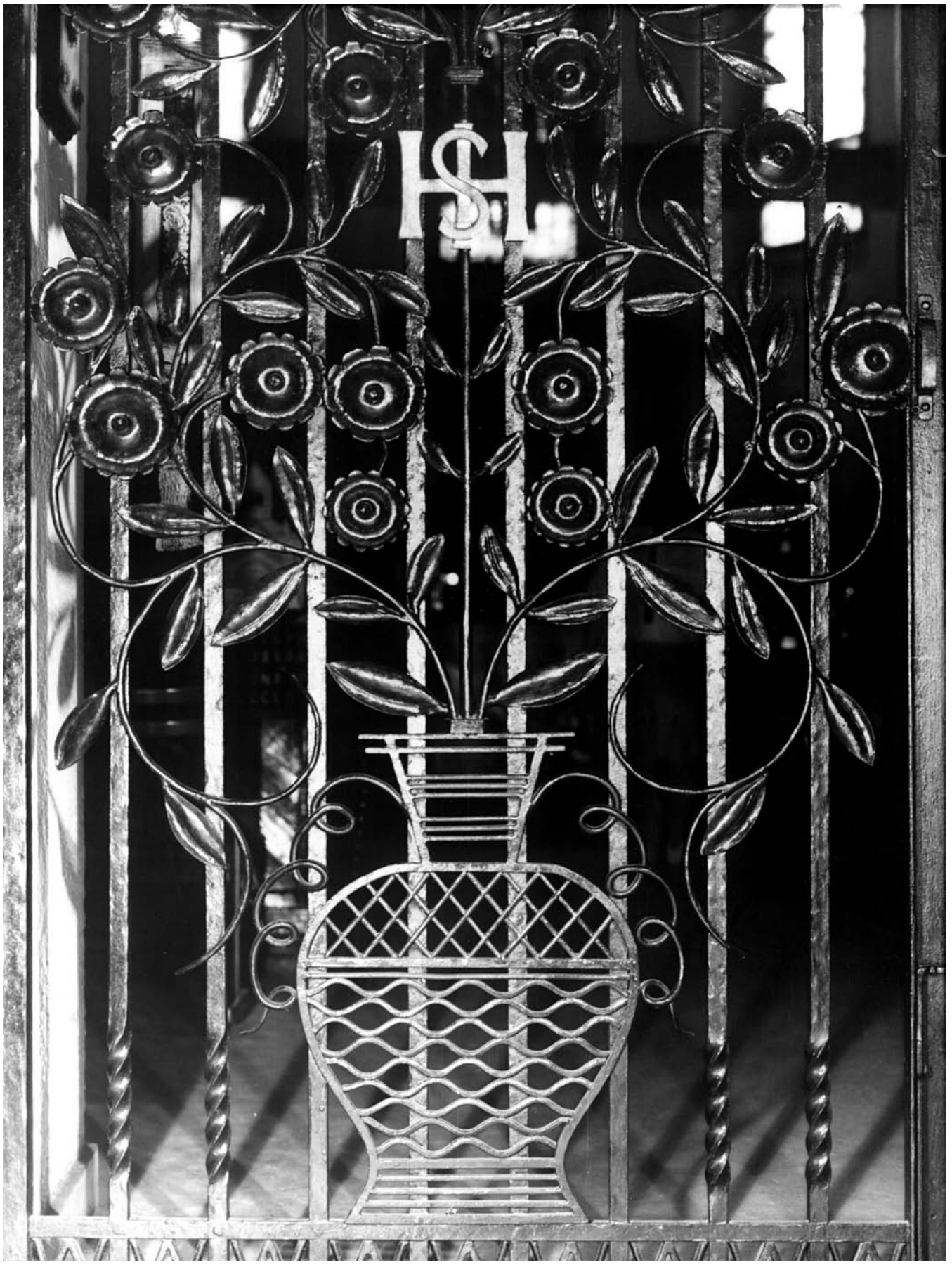
7.16*a* ábra.
A budapesti Jáki-kápolna kétszárnyú kapuja
Bieber Károly alkotása, 1940

egyedi a zármegoldás és a kilincskialakítás a 7.7*a* ábrán látható kapunál. A 7.1. ábrán az ajtópánt hangsúlyos kialakítása a fentiekhez hasonló tervezői elképzelést igazol.

Szolidabban, de a kapu szerves részeként jelenik meg a Dunaferr Rt. főbejárati kapujának (7.13. ábra) vagy a szentendrei Ferenczy Múzeum kapujának fogantyúja (7.14*a, b* ábra). A budapesti Zsidó Múzeum kovácsoltvas ajtajának a zárát is ilyen hangsúlyos kialakítás jellemzi (7.15. ábra).

Mindezekkel szinte ellentétes elvek alapján alkotta meg a budapesti Jáki-kápolna kétszárnyú kapuját 1940-ben Bieber Károly. Akkor még – az új stílust keresve – a magyar népies szecesszió hatására, a függőleges osztópálcákra ráépítette a vázákból kúszó margitvirágok és levelek lemezből stilizált mintázatát. A zárat – a modern művészet elveivel ellentétben – a középső virágok mögé rejtette, a pálcákra helyezett egyházi jelképeket lemezből domborította. A felül látható, szentháromságot megjelenítő galambot azonban már beépítette a keretbe, miáltal a szerkezet részévé tette. A Jáki-kápolna kapuja a modern stílus útkeresésének egyik állomása (7.16*a, b* ábra). Szintén egyházi rendeltetésű a vatikáni Magyarok Nagyasszonya-kápolna rácsajtaja. Ez azonban negyven évvel később, 1981-ben készült, és már a mai modern iparművészet stílusjegyeit hordozza. Kiemelkedő a hasított és szétnyitott szerkezeti és egyben díszítőelemek *gyűrűs (bundolt) összefogása*, ami *vérbeli tűzi kovácsolási technológiával* készült megoldás. Ezek az elemek mind a körívben záródó rögzített rácsrészen, mind a kapuszárnyakon jól elhelyezhetők, és egységes képet mutatnak (7.17. ábra).

Nem jelenthetett kis feladatot a budapesti Gellért-hegy aljában levő Sziklakápolna nagyméretű bejárati boltívének lezárása. Az alkotó iparművész egy közbenső vízszintes kiváltóval a nyílást kettéosztotta. Ezzel egyrészt megtörte a felületet, másrészt az alsó kapuval ellátott résznek támaszkodási lehetőséget biztosított. Az íves térelhatároló rács lényegében két síkban helyezkedik el. A felső, íves fix rész kiugrik az alsó rész elé, ezzel is növelve a nagy felület plasztikusságát. A függőleges pálcák egyhangúságát a kiváltó kovácsoltvas motívumok díszítik. Ehhez hasonló elemek jelennek meg az alsó rész függőleges és vízszintes osztásainál. Ez a nagyméretű kapuzat és rács egységes, harmonikus megjelenés. A hagyományos történeti stílusokra jellemző motívumok (pl. a C, S elem) itt is megjelennek, de ezeket a művész már korunk igényének megfelelően átkomponálva illesztette a vertikális



7.16*b* ábra. Részlet

7.17. ábra. A vatikáni Magyarok Nagyasszonya-kápolna rácsajtaja

Kovács József alkotása, 1981

7.18a ábra. A Sziklakápolna bejárati kapuzata, Budapest
Pölöskei József alkotása, 1991, (12×6 m)
7.18b ábra. Részlet
7.18c ábra. Részlet

a)

b)

c)

7.19*a* ábra. Budapest, Sziklakápolna, belső ajtó Pölöskei József alkotása
7.19*b* ábra. Részlet

jellegű, sima vonalú, modern összképet mutató kompozícióba. A Pálos-rend címerét a felső körcikk közepébe helyezték. Ennek kovácsoltvas kerete a rács többi helyén látható motívumok felhasználásával készült (7.18*a–c* ábra).

A Sziklakápolna belsejében levő, kisméretű kétszárnyú kovácsoltvas ajtó szintén a főbejárat alkotójának munkája. A stílusjegyekről ez külön említés nélkül is felismerhető, amit leginkább az ajtó felső részének kialakítása igazol. Az alsó rész hajlékony, egymással kacérkodó, karcsú elemei érdekes színfoltot és lendületet mutatnak. Érdekességük, hogy az egymás felé hajló elemek a nézőpont megválasztásával más-más képet mutatnak (7.19*a, b* ábra).

A 7.20*a* ábrán levő szentendrei kapu alsó részén is jellegzetes felkúszó motívumok jelennek meg.

a)

7.20*a* ábra. Szentendrei kapu
Német Gábor alkotása, 1992
7.20*b* ábra. Részlet
7.20*c* ábra. Részlet (zárkialakítás)

A csigavonalban végződő díszítések a kapu más pontjain is megtalálhatók, és a pánt- és zárkialakítással együtt neoszecessziós benyomást keltenek (7.20*b, c* ábra). Jellegzetesen kovácsolt megoldás, ahogy a négyzetvasból készült függőleges pálcák fokozatosan „átmennek" elvékonyodó, köracél díszítésekbe.

Íves lezárású rácsajtót mutat a 7.21*a* ábra. Ennél a megoldásnál a függőleges elemek szinte észrevétlenül követik az íveket, és különböző magasságokban kapcsolódnak a szimmetriatengelyben elhelyezett függőleges csaphoz (7.21*b* ábra). Az ellapított íves rácspálcák koncentrikus köröket alkotva letisztult formavilágot jeleznek.

A kovácsoltvas motívumok hullámzanak a győri Püspöki Kincstár belső rácskapuján. A különböző magasságokban megjelenő elemek a függőleges pálcák szerves részei, és a térben eltolva kapcsolódnak egymáshoz. Ez a megoldás mozgalmassá, plasztikussá teszi az egyébként egyhangú függőleges rácselemeket (7.22*a, b* ábra). Az egyszerű, de szép zárkialakításra külön érdemes odafigyelni (7.22*c* ábra).

A tömör kapuk tervezése és kivitelezése sokban különbözik a keretes-rácsos kovácsoltvas-megoldásoktól. A tömör kapuk fő alkotóeleme ugyanis az acéllemez, amely önmaga is bizonyos merevséggel vagy merevítőhatással rendelkezik. Ettől függetlenül acélvázra vagy rúdanyagból, laposvasakból készült merevítésre itt is szükség van. A tömör kapuk rendeltetése, hogy teljes felületükön takarjanak, vagyis rajtuk keresztül ne lehessen belátni. A nagyméretű, merevítetlen lemezeket kerülni kell, mert azok behorpadnak, és egyenlőtlen felületet

b)

c)

7.21a ábra. A Klastrom Szálló rácsajtaja Győrben
Lehoczky János alkotása, 1987
7.21b ábra. Részlet

121. oldalon:
7.22a ábra. A Püspöki Kincstár belső kapuja, Győr
Lehoczky János alkotása, 1990
7.22b ábra. Részlet
7.22c ábra. Részlet (zárkialakítás)

a)

b)

c)

7.23*a* ábra. Lehoczky János saját házához készített kapuja Szentendrén, 1998
7.23*b* ábra. Részlet

7.24. ábra. Lehoczky János saját műhelyének kapuja Szentendrén, 1998

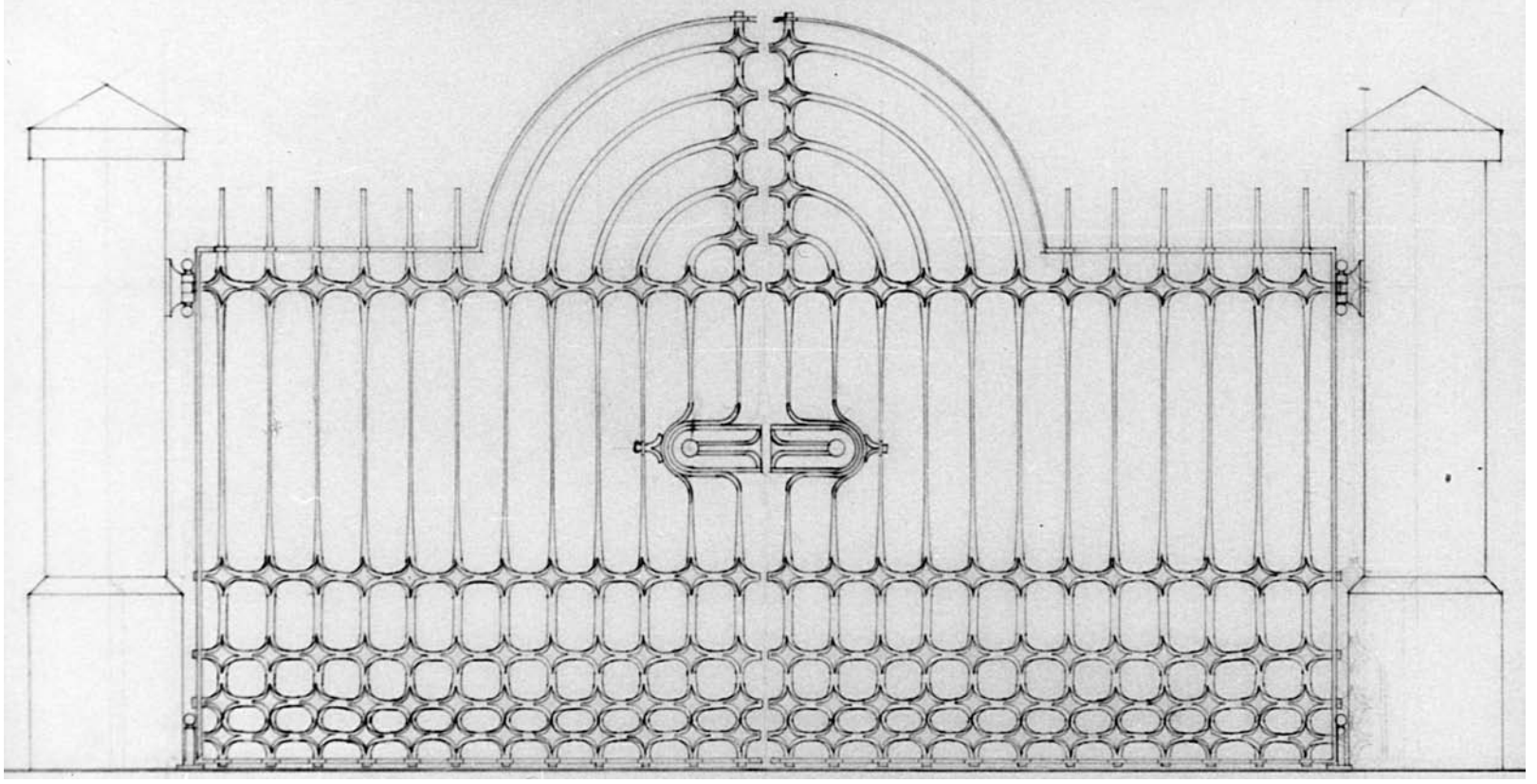
adnak. Ennek elkerülésére a 7.23*a* és a 7.24. ábrán látható szentendrei kapuknál viszonylag keskeny acéllemezekből szegecselték össze a nagyméretű kapuk felületét. A szépen megmunkált szegecsek megtörik a sík felületeket, és egyben díszítik is a konstrukciót. A szépen kialakított kémlelőnyílás és fogantyú a felületet megtöri (7.23*b* ábra). A szegecsek íves sorozata a beépített személyi bejáratot is kijelöli.

A 7.7*b* ábrán bemutatott csillagelem motívumának sokoldalú konstrukciós lehetőségét mutatja a 7.25*a, b* ábrán látható, íves lezárású kétszárnyú kapu, és a hasonló megoldással készült kerítés részlete. A térbe kilépő íves elemek plasztikus hatása itt is megmutatkozik. A kovácsoltvas kapu és kerítés Miskolcon található.

Különleges konstrukciós megoldást mutat a 7.26*a* ábrán látható kapu. A kétszárnyú kapu ele-

7.25*a* ábra. Kovácsolt kapu terve, Miskolc
Seregi György alkotása, 1998

7.25*b* ábra. Kerítésrészlet, Miskolc



meiben a fal melletti fix konzolos részein kívül egy nagyméretű csap körül a szárnyak belső részei elfordulnak. A kapu elemei az említett csapnál sűrűsödve követik az igénybevételek által megkövetelt erővonalakat (7.26*b* ábra). A bezárt kapu kereszt alakú szerkezete a „megfeszítést" érzékelteti, miután beépítése a 300 éves váci Kálvária Kápolna főbejáratába történt.

Boltívvel lezárt nyílásba építették a 7.27. ábrán látható kaput. Készítője a szerkezetével is alkalmazkodott ehhez a feladathoz. A kaput alkotó függőlegesek töréspont nélkül, ívekben folytatódnak és zárják le a nyílás felső részét. Ez a felépítés és a belőle kialakult motívum a kapuszárnyakon is megjelenik, és egységes benyomást kelt. A karcsú pálcák a jellegzetes csomópontokban kiszélesednek, ami szilárdsági szempontból is kedvező megoldás.

7.26a ábra. A váci Kálvária Kápolna főbejárati kapuja Seregi György alkotása, 2001

7.26b ábra. A 7.26a ábra részlete

7.27. ábra. A pécsi Művészeti szakiskola rácsajtaja
Takács Zoltán alkotása, 1990-es évek

„S ÍM TÁG VERMÜKBEN MIND VAS-GYURMÁT VER A CYCLÓPS:

BRONTÉS MEG STEROPÉS S A MEZÍTELEN TESTŰ PYRACMON.

EGY FÉLIG KICSISZOLT VILLÁM FOROG ÉPP A KEZÜKBEN,

MINT AMINŐKET ATYÁNK LEHAJÍT A NAGY ÉGBŐL

SÚJTANI FÖLDÜNK; ÁM EZ MÉG NEM VOLT BEFEJEZVE.”

…

„MIALATT EZ HOL TELESZÍVJA A FÚVÓT,

HOL KIERESZTI, AMAZ SZISZEGŐ VASAT ENGED A VÍZBE,

ÉS A FELÁLLÍTOTT ÜLLŐKTŐL BÚG-NYÖG A BARLANG.

ÍGY CSAPKODJÁK ŐK KARJUK ROPPANT EREJÉVEL

S FORGATJÁK FELVÁLTVA FOGÓKKAL A FÉMET ÜTEMRE.”

8

VERGILIUS: I.M. (VIII. 424–428.; 448–452.) 264. OLD.

# KORLÁTOK, RÁCSOK

A korlátok *feladata* az egyes épületrészek vagy területek megvédése, lezárása, az életvédelem, az áthatolás megakadályozása. A korlátok egyben díszítőelemek is, a kor építészeti igényeihez igazodnak, magukon viselik az épület stílusjegyeit. Megkülönböztethetők:

– lépcső- és
– erkélykorlátok (mellvédek).

Kivitel szempontjából a korlátok lehetnek vízszintes vagy ferde (hegyes szöget bezáró) beépítésűek.

A rácsok az egyes épületrészek térelválasztásait, vagyonvédelmét, lezárását biztosítják. Megkülönböztetnek:

– ablak-,
– ajtó- és kapubetét-,
– belső térelválasztó és
– egyéb, különféle célra készülő rácsot.

A művészi kovácsolással készült korlátok és rácsok – miután az épület homlokzatán vagy kiemelt rendeltetésű belső helyiségeiben építik be őket – az épület díszei, ékszerei lehetnek.

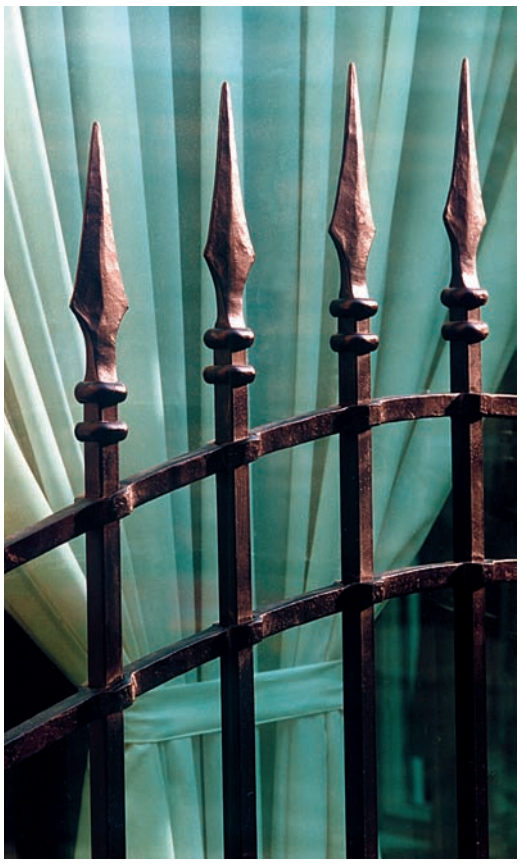
A *műszaki követelmények* között megemlíthető, hogy általános esetben a korlátok tartóoszlopai 0,9–1,0 m magasak, osztástávolságuk 1,5–2,0 m. A pálcák távolsága 150 mm-nél nagyobb nem lehet! Erkélykorlátok esetében ez az érték legfeljebb 120 mm. A szilárdsági méretezésüket az 5.4.2. pontban adottak szerint kell elvégezni.

A kapuknál, kerítéseknél a 7. fejezetben kifejtett modern stílusjegyeket az alkotóművészek a korlátok, rácsok esetében is alkalmazzák. A kialakult konstruktív megoldások, a sima vonalakkal jellemezhető és a kovácsolási technológia szépségeit bemutató átgondolt részletképzés ezekre az alkotásokra is jellemző. A sokoldalú kovács iparművészek ezeket a stílusjegyeket az adott feladat igényeinek megfelelően alkalmazzák. De a modern korlátok, rácsok elemzésénél újabb megállapítások is tehetők.

Gyakran előfordul, hogy az iparművészek a különböző *történelmi stílusokból merítenek*, de alkotásuk már a modern művészet elveit követi. Jó példák erre a 19. század végén a Budapest, Váci u. 38. alatt, eklektikus stílusban épült egykori Tiszti Kaszinó épületének felújításakor készült ablakrácsok. Pereházy Károly erről ezt írja [36]:

„A földszinti ablakok rácsait korszerű kifejezési formában jelentkező, archaizáló törekvés jellemzi. Szó sincs persze a rég letűnt formák másolásáról, ezeket a modernség, az egyszerűség, az anyagszerűség, az elegancia, a funkció az építészettel, valamint a múlt és a jelen kovácsművészetével való együttgondolkodás karakterizálja. A lándzsavégződésű pálcák klasszicizmusra utaló kialakítása jól illeszkedik napjaink gondolatvilágához. Nem érezzük idejétmúltnak, korunk formáival antagonisztikusnak, hiszen a védelmet jelentő, vagy legalábbis a behatolást hátráltató tüskés végződés egyetemes érvényűvé nemesedett" (8.1. ábra).

Klasszicista ihletésű, de a mai modern stílusban átfogalmazott korlátot mutat a 8.2*a* ábrán látható terv, valamint a 8.2*b, c* ábra fényképei. A korlátot a Pannonhalmi Apátság főbejáratával szemben, az arborétum bejáratánál építették be. Az iparművész a 8.2*d* ábra tervén látható megoldást is elkészítette. A klasszicizáló elképzelés egyszerűbb, de kifejezőbb, a központi gyűrűbe befűzött, sugárirányú bordákkal kialakított megoldás mozgalmasabb, játékosabb. A megbízó az előbbit választotta. A maga egyszerűségében is szépen kivitelezett korlát beleillik az ezeréves apátság történelmi légkörébe. A kötéseknél, valamint a középső, finoman megmunkált kúpos díszítőelemeknél az alkotó jól élt a tűzi kovácsolás lehetőségeivel.

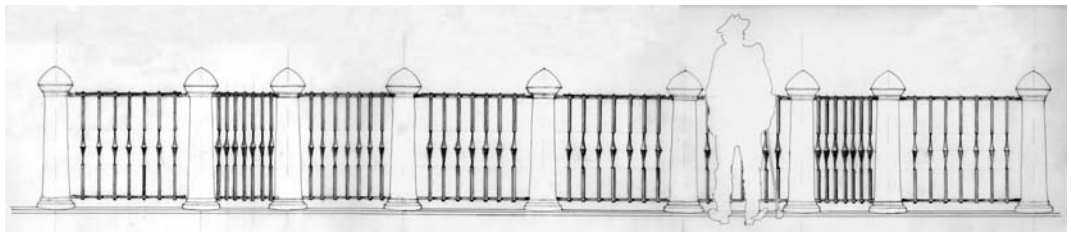


8.1. ábra. A budapesti Magyar Külkereskedelmi Bank (egykori Tiszti Kaszinó) Váci utcai székházának ablakrácsa Lehoczky János alkotása, 1996

A modern stílus másik jellegzetessége, hogy az *alkotóelemek* nemcsak síkban helyezkednek el, hanem a *térbe is kilépnek*. Ilyen elveken épült a kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorában levő templom előterének korlátja (8.3*a* ábra). Ennél a korlátnál a függőleges elemek széthasított és szétnyitott ívelt végei a térben egymáson átfűzve helyezkednek el. Ezzel a megoldással a szokásos egysíkú függőleges pálcák helyett egy plasztikusabb, mozgalmasabb térbeli elrendezést ért el az alkotó. A pálcák felül kialakított íveinek bármelyike a felső-alsó vízszintes kerethez hozzáfogható, mint ahogy az a 8.3*b* ábrán látható. A kötések, részletek egyszerű, sima, de míves kivitelezése a korlát szépségét emeli.

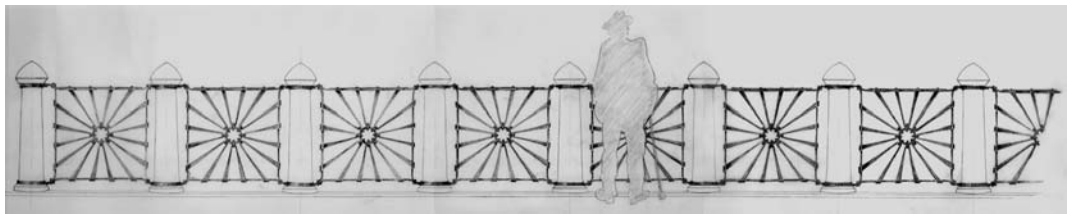
A térbeli vonalvezetés lehetőségei még jobban megmutatkoznak a 8.4*a* ábrán látható korlátnál. Ennél a megoldásnál a korlátoszlop felső és alsó végére vannak felfűzve a különböző ívű belső elemek. Ezek az ívek azonban nem egy síkban helyezkednek el, hanem a térben is görbülnek, így egymást elkerülve, csak adott pontokban találkoznak az ellenkező irányból jövőkkel (8.4*b* ábra). A korlát sajátos térbeli plasztikus megjelenést mutat (8.4*c* ábra). A szecessziós hatás nyomokban talán felfedezhető az alkotáson, mégis inkább az új stílus jegyei dominálnak. Az előbbit csupán a vonalvezetés sejteti, az egész munka azonban posztmodern jellegű. Az íves elemek változó keresztmetszetűek, hol vékonyodnak, hol szélesednek, ami a térbeli látványt fokozza (8.4*d* ábra). Feltehető a kérdés, hogy mit nehezebb, munkaigényesebb kovácsolni: egy cirádás barokk korlátot-rácsot, vagy egy ilyen típusú sima vonalú, de átgyúrt modern alkotást? Valószínű, hogy a mesterek többsége az utóbbira szavazna.

A székesfehérvári Krisztus Király r. k. plébániatemplom szentélyrekesztő rácsánál kétirányú osztásokkal kialakított, négyzethálós rendszerbe iktatta be alkotója az egyetlen, de a hely adottságának megfelelő görögkereszt motívumot (8.5*a* ábra). A laposvasakból álló mű erőteljes, szigorú vonalú, rendkívül leegyszerűsített vázát a keresztmotívum élénkíti. A mű kovácsoltvas jellegét és szépségét az erőteljesen kiemelt, széles gyűrűkötés adja meg, amely a vázhoz kapcsolja a szomszédos keresztmotívumokat, és ezáltal három elemet fog össze (8.5*b* ábra). Ezen az alkotáson különösen – de az előbb ismertetetteken is – megmutatkozik a mai modern kovács-iparművészet eddig még



8.2a ábra. Pannonhalmi Apátság. Korlátterv az arborétum bejáratához
Tervezte és kivitelezte: Seregi György, 1999

8.2b ábra. Korlát

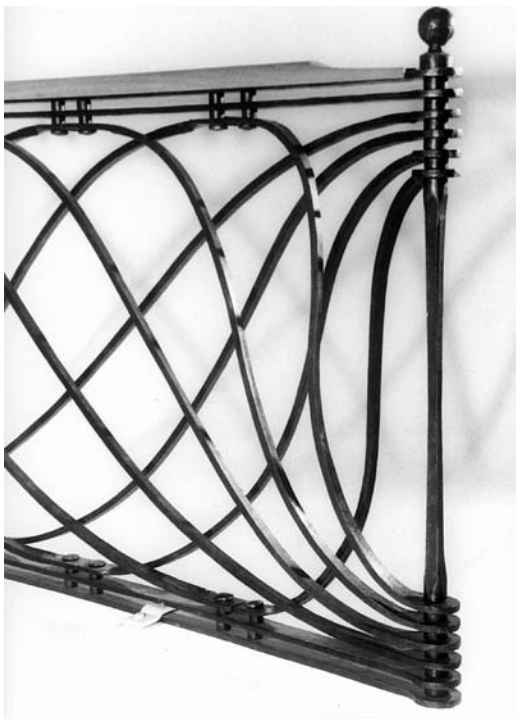


8.2d ábra
A korlátterv variációja

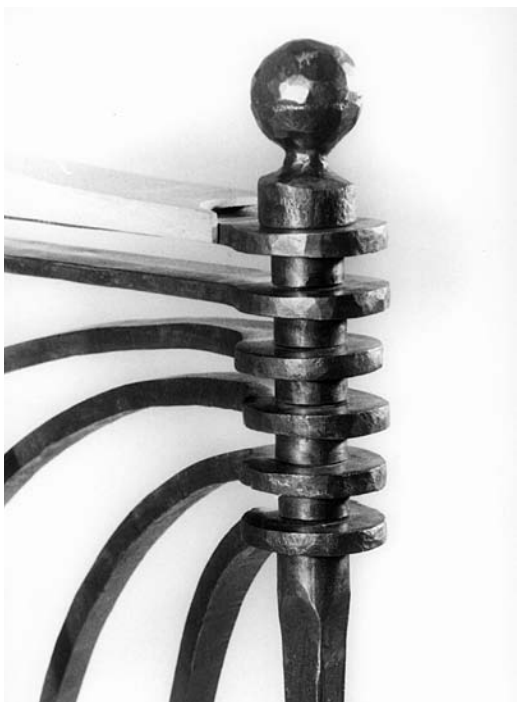


8.2c ábra. Részlet

8.3*a* ábra. A kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorában levő templom előterének korlátja Seregi György alkotása, 1998
8.3*b* ábra. Részlet



8.4a ábra. Korlát, ívesen futó térbeli elemekkel Seregi György alkotása, 1998

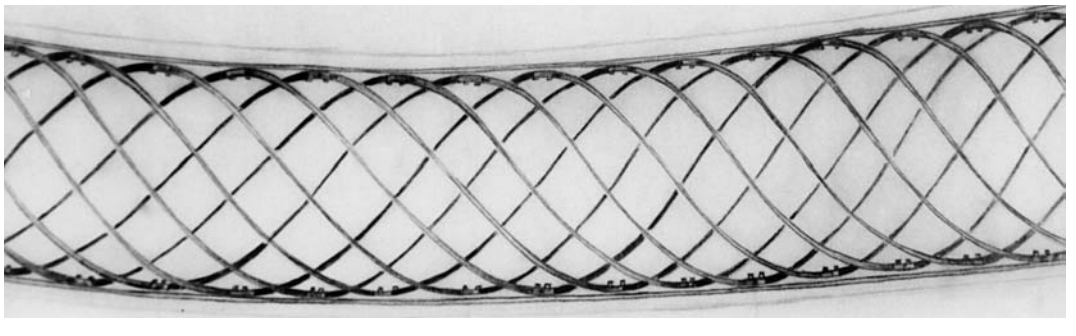


8.4b ábra. Részlet

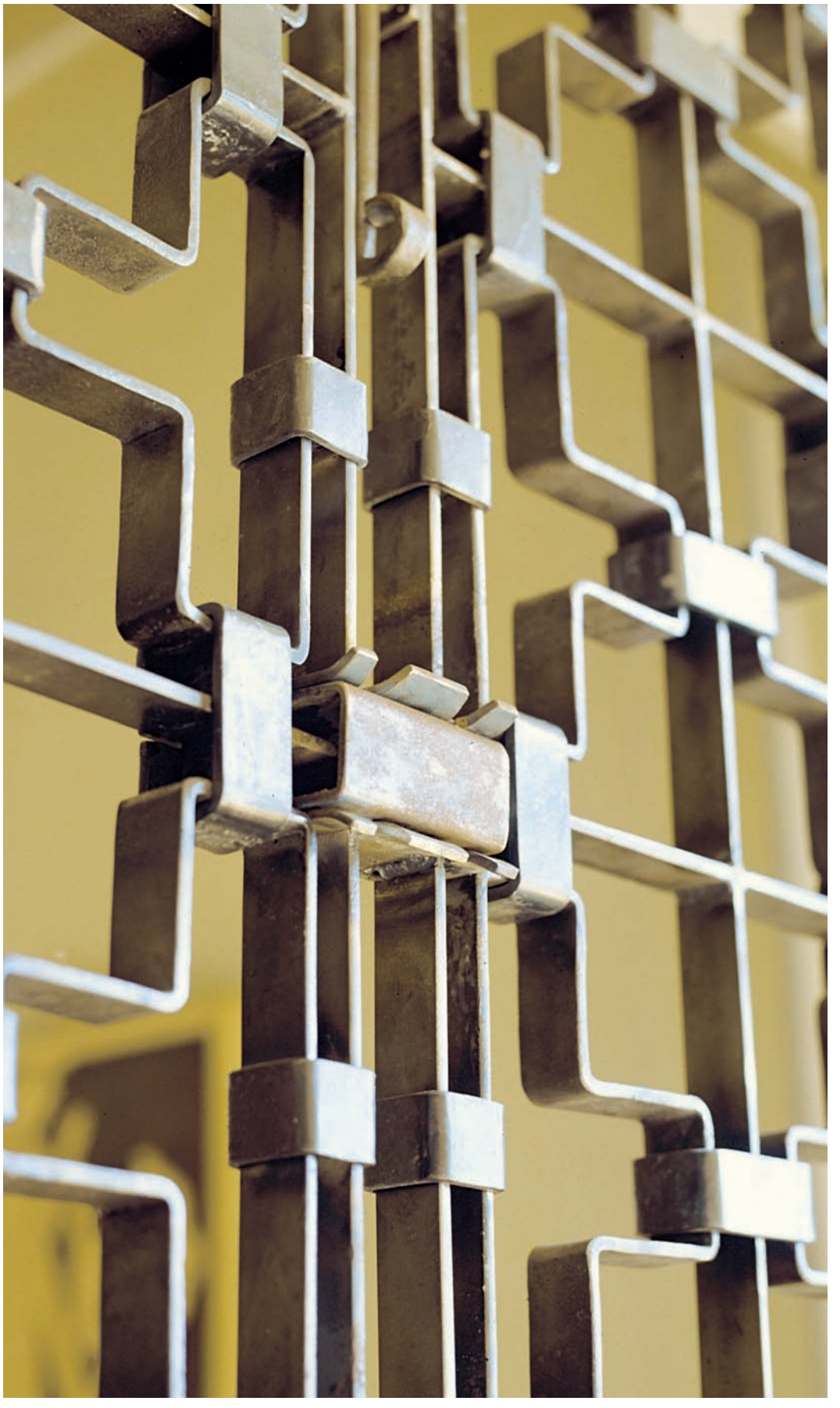


8.4d ábra. Az a) ábrán látható típusból kialakított íves korlátrészlet rajzolata

8.4c ábra. Részlet (homlokoldali nézet)



8.5a ábra. A székesfehérvári Krisztus Király r. k. plébánia-templom szentélyrekesztő rácsa. Kovács József alkotása, 1985



8.5b ábra. Részlet

a)

b)

c)

8.6a ábra. Magyar Külkereskedelmi Bank, Bp., Veres Pálné u. udvari korlátja
Lehoczky János alkotása, 1996
8.6b ábra. Részlet (lámpaoszlop csatlakozása)
8.6c ábra. Részlet (udvari lépcsőkorlát)

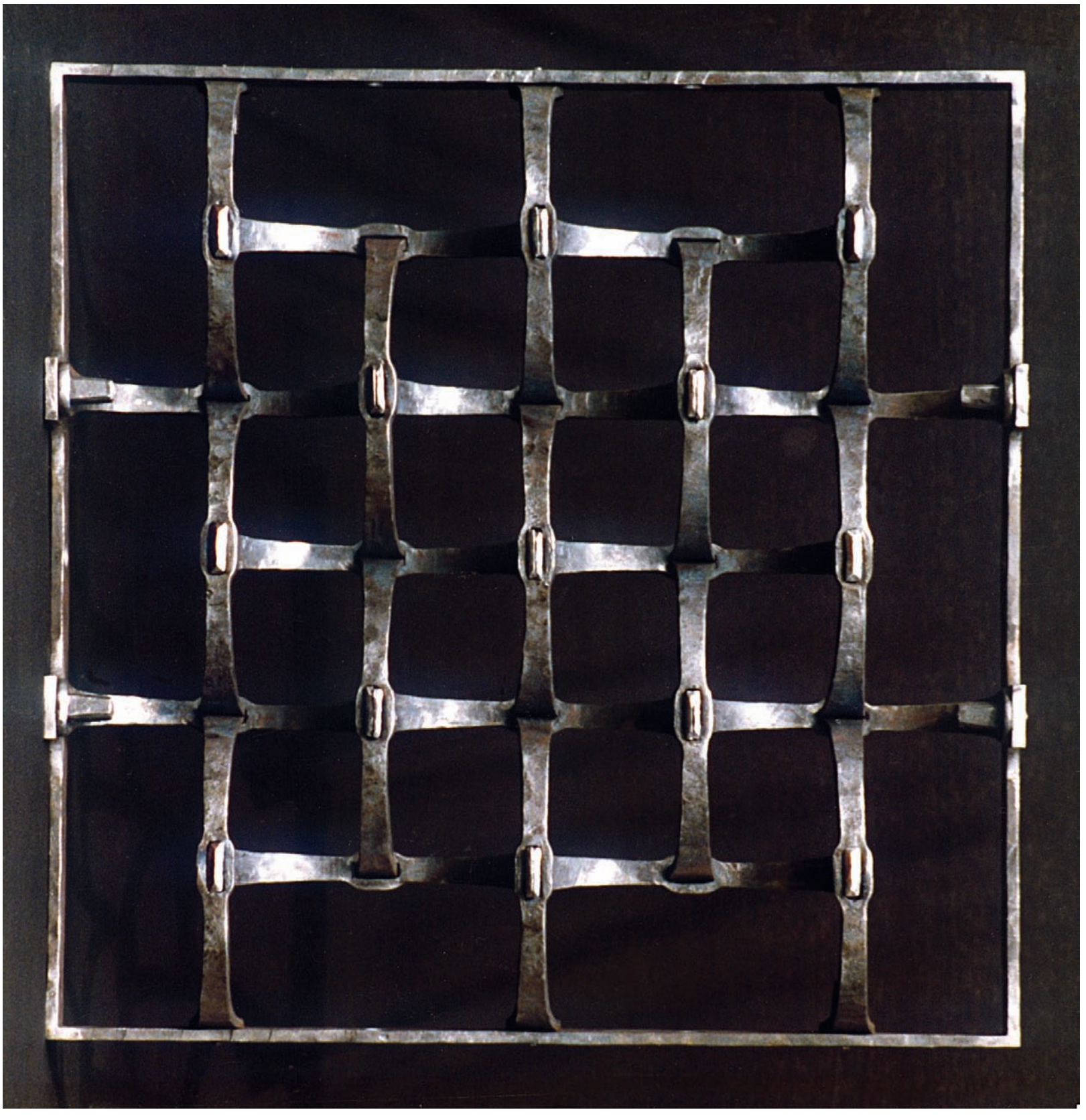
nem említett stílusjegye; mely szerint a *vasat csak ott kell ütni* (megmunkálni), *ahol az* a mű megformálásához *feltétlenül szükséges.* Elmaradnak tehát az ötvenes évek tárgyainál látható „pikkelyes" díszítések, amikor is az alkotó „l'art pour l'art" végigkalapálta a sima felületeket. Ez a fajta megmunkálás sok esetben a rusztikusságot fokozta.

A Magyar Külkereskedelmi Banknak a Veres Pálné utcáról megközelíthető udvarán építették be a 8.6*a* ábrán látható íves, vízszintesen elhelyezett korlátot. Az alkotóművész itt is markáns, *egyedileg kialakított pálcabekötéssel* törte meg a sorozatban vonuló függőleges elemek egyhangúságát. A visszahajtott és ellapított motívum az objektumon levő külső bejárati kapun (7.5*a* ábra) is megtalálható, ezzel is biztosítva az egységes stílus és szemlélet megvalósítását. A korlátot helyenként megszakító lámpatartó oszlopok díszítése is hasonló a korlátéval (8.6*b* ábra). Az alkotó kiforrott egyedi megoldást alkalmazott a pálcák alsó bekötésénél is.

Az ugyanott található ferde lépcsőkorlátoknál a vízszinteshez hasonló jellegzetes bekötést al-

8.7ábra. Belső téri korlát, Budapest, Tompa u. Németh Gábor alkotása

8.9. ábra. Lépcsőkorlát figurális díszítéssel Szombathy Gábor alkotása



8.8. ábra. Ablakrács, íves térbeli elemekkel
Seregi György alkotása, 1980

kalmaztak (8.6*c* ábra). A Magyar Külkereskedelmi Bank udvari korlátja egyszerű, sima kivitelével biztonságos érzetet kelt a szemlélőben, ami az esztétikai igények mellett fontos szempont egy ilyen alkotás esetében.

A budapesti Tompa utcai épületben látható korlátot – az eddig bemutatottakhoz képest – más szempontok figyelembevételével készítette alkotója, ezzel is reprezentálva a mai kovács iparművészek sokoldalúságát, a művészi alkotások sokszínűségét. Tervezője a függőleges pálcák helyett szabálytalanul futó, indás, levelekkel díszített belső elemeket alakított ki. Ezek a változatos, íves elemek a 20. század elején kedvelt szecessziós vonalakra emlékeztetnek, de alapvetően új köntösben jelennek meg, gazdagítva a modern művészet formavilágát (8.7. ábra).

Itt kell megemlíteni, hogy a modern művészet útkeresésének korszakában (az ötvenes-hatvanas években) a rácskészítők gyakran alkalmaztak *absztrakt* elemeket. Ezek a modernkedő megoldások azonban tartósan nem tudtak gyökeret verni az új művészeti irányzatban. Az össze-vissza vezetett, kusza rácspálcákkal képzett „műalkotások" sokszor beton gömbvasból készültek, és még a kovácsszakmához sem volt közük. Ezek egyszerű lakatosszerkezeteknek mondhatók.

Sima vonalú, robusztus ablakrács látható a 8.8. ábrán. A térben görbülő elemek egymáshoz kapcsolódását az alkotó iparművész az igazi tűzi-kovács-technológia lehetőségeit kihasználva alakította ki. Az egymásba fonódó elemek végei és ívközepei szegecskötéshez hasonló rögzítéssel kapcsolódnak. Az elemek változó keresztmetszetűek, így az eredeti anyag minden négyzetcentimétere – az elképzelés vonalvezetéséhez igazítva – átdolgozásra, átgyúrásra került. Térbeli hatása vitathatatlan, a sima felületek egyszerűvé, az ívek harmonikus kapcsolata plasztikussá teszi az ablakrácsot. A konstrukció egyben a *díszítést* szolgálja.

Egyéni elképzelést tükröz a 8.9. ábrán látható lépcsőkorlát és a végére ültetett madár. Az egy darabból kovácsolt figura lényegre törő egyszerűségével is igen kifejező alkotás.

„MIT MŰVÉSZETEM ÉS MŰGONDOM CSAK MEGIGÉRHET,

MIT FÉMBŐL FORMÁLHATOK ÉS FOLYADÉK ÖNTVÉNYBŐL,

ÉS MIT A TŰZ S A FUVÓK MEG TUDNAK TENNI... ERŐDBEN

ESDEKLÉSEKKEL SZŰNJ MEG KÉTKEDNI AZONBAN!”

9

VERGILIUS: AENEIS (VIII. 401–404.) 263. OLD.

FORD.: LAKATOS ISTVÁN. MAGYAR HELIKON, 1967

# AZ ÉPÍTÉSZETHEZ KAPCSOLÓDÓ EGYÉB ALKOTÁSOK

Számos olyan alkotás létezik kovácsoltvasból, amit nem építenek be közvetlenül az épületbe – például egy ablakrács vagy egy erkélykorlát –, hanem annak bejáratánál, vagy az épület udvarán, esetleg az épületek közötti utcán helyeznek el. Ez esetben is kívánatos, hogy az alkotás illeszkedjen környezetéhez, és harmonizáljon az épület stílusával vagy a kert kialakításával.

## KANDELÁBEREK, KONZOLOS LÁMPÁK

A *kandelábereket* épületek bejáratánál, udvaron vagy utcán helyezik el. Az oszlopokon nyugvó, világítótesteket tartó kandeláberek formai megjelenése a gótikától az eklektikáig követte a korszak általános stílusjegyeit. Az évszázadok alatt kialakult elrendezés elemeinél leginkább a világítótestet védő szekrény (laterna) igazodott a kívánt stílushoz. Ezeknél a hagyományos kandelábereknél a talapzatot, valamint a törzset öntöttvasból készítették és készítik napjainkban is. A közfelfogás szerinti kovácsoltvas kandeláberek-nél legfeljebb a fejkiképzésnél lehetnek kovácsolt elemek, egyébként maga az oszlop öntöttvasból készül. Ennek zöme tömeggyártmány, így művészi színvonala – csekély kivételtől eltekintve – megkérdőjelezhető. A hagyományos formát követik a 9.1. ábrán látható kandeláberek, amelyek a keszthelyi Festetich kastély bejárata előtt vannak. Ezeket az épület stílusával tökéletesen harmonizáló kandelábereket a Bieber-Piller műhely rekonstruálta.

A modern stílus jegyében született alkotásokat talán ezen a területen volt a legnehezebb elfogadtatni, s a történeti hagyományok formavilágát áttörni. A mai magyar kovács iparművészek ezt a feladatot is sikeresen oldották meg, mint ahogy azt az 1.21. ábrán bemutatott alkotás is igazolta.

A 20. század végének művészeti felfogása fedezhető fel a balatonkenesei Honvéd üdülő udvari kandelábereinél (9.2. ábra), vagy a 9.3*a, b* ábrán levő és a Pannonhalmi Apátság udvarán elhelyezett alkotásnál. A *modern stílusú kandeláberek teljes egészében kovácsolási technológiával készülnek.* A törzs változó keresztmetszetű, laposvasakból kovácsolt, alul szélesedő, felfelé keskenyedő, sima vonalú, karcsú elemekből áll. Az oszlop *kialakítása* – mint egy felfelé törekvő fa törzse – *a statikai igénybevételeknek megfelelően* történt, így megnyugtató, biztonságot sugárzó benyomást

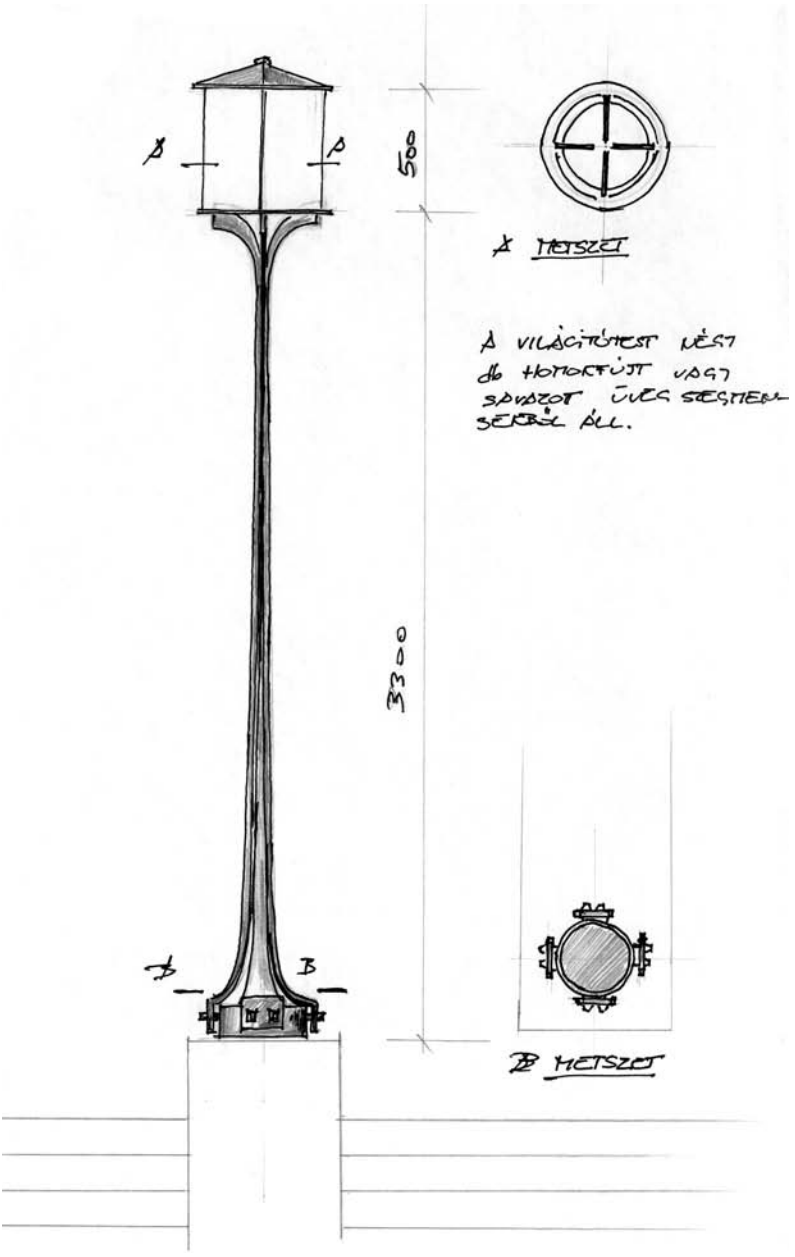
9.1. ábra. A keszthelyi Festetich kastély kandeláberei
Rekonstruálta a Bieber-Piller műhely

9.2. ábra. A balatonkenesei Honvéd üdülő udvari kandeláberei Lehoczky János alkotása, 1984

kelt. A fejkiképzés igazodik a lámpatestek számához és fajtájához. A modern stílusú lámpákhoz az alkotók előszeretettel alkalmazzák a gömb alakú burákat (9.2. ábra), de jól illeszthetők a törzshöz a hagyományosabb kialakításúak is (9.3*a, b* ábra). A modern kandeláberek egyszerűségükkel, konstruktív kivitelükkel jól illeszkednek a történeti stílusú épületekhez is.

Bár más felfogásban, de az új stílus jegyeit követve alakította ki alkotója a Szépművészeti Múzeum udvari kandeláberét. A neoklasszicista környezethez jól alkalmazkodik a mívesebb, több lábon álló törzs. A gömb alakú díszek és gyűrűk megtörik, lépcsőssé teszik az egyszerű, sima oszlopokat. A térbeli fejkiképzés mozgalmas, változatos benyomást kelt. A kötéseknél láthatók igazán az egyszerű, szép kivitelű kovácsolási megoldások (9.4. ábra).

A *külső világítótestek* kerülhetnek az épületek falára, vagy a bejárati kapuk, kerítések oszlopára. Ezeket vagy konzolokra helyezik, vagy felfüggesztik. A történelmi városrészek utcáit, tereit (így pl. a Várnegyedet vagy a Belvárost) a hagyományoknak megfelelően – az egykori



9.3a ábra. A Pannonhalmi Apátság udvarára tervezett kandeláber
Seregi György alkotása, 2000
9.3b ábra. A kandeláber a felállítás után

9.4. ábra. A Szépművészeti Múzeum udvari kandelábere
Kovács József alkotása

9.5. ábra. Acsa-Újlaki kastély. Konzolos lámpatest a főbejárati kapu oszlopán
Pölöskei József alkotása

gázlámpákat előidézve – szívesen világítják meg ilyen konzolos lámpatestekkel. Ezek nagy része szintén öntöttvasból készül, ezért könyvünkben nem taglaljuk. A mai művészek által készített számos alkotás közül az Acsa-Újlaki kastély bejárati kapujának (7.11. ábra) oszlopára beépített lámpatest érdemel említést (9.5. ábra). Igazi kovácsoltvas-megoldás a hátlap kialakításánál látható. Erre a lámpatest teljes magasságán is túlnyúló tartóra van alul-felül konzolosan ráhelyezve a laterna. A hátlapon fellelhetjük azokat a motívumokat (pl. C elemek), amelyeket az iparművész a mellette levő kapun is alkalmazott. A hosszú hátlap a könnyű és biztonságos felfüggesztést is lehetővé tette.

## DÍSZKUTAK

A Pátria Nyomda dombóvári pihenőházának kertjében *kovácsoltvas* felépítményű *kutat* tervezett az alkotó. A kút két részből áll. Alsó talapzata a kútgyűrűk folytatását jelképezi, és szilárd alapot nyújt a felépítmény részére. Erre került a kovácsoltvas állvány, amely egyrészt tartja a vizesvödör kötelének csigáját – eleget téve a funkcionális követelménynek –, másrészt művészi kivitelével a pihenőház kertjének dísze, meghatározó motívuma. A 9.6*a* ábrán látható *díszkút* vérbeli kovácsolt-vasmunka, amely a modern művészeti stílus legfontosabb sajátosságait magán hordozza. A laposvasakból kialakított – a funkcionális igényeknek megfelelően – hol szélesedő, hol keskenyedő elemekből (pászmákból) álló kötegek adják a konstrukció alapját. Ezek alul lépcsősen kapcsolódnak a feltámaszkodó csaphoz, felfelé haladva az ív kezdőpontjánál összezárnak, majd változó ívben folytatódnak, hogy a végén ismét lépcsősen szétnyíljanak és koronát alkossanak. Minden egyes pászma egy elemből készül, és végigjárja az íveknek és egyeneseknek ezt a lendületes útját. Mind a feltámaszkodás, mind a középső és felső összefogás kötése jellegzetes tűzi kovácsolási megoldás. A kötéseknél a pászmák kiszélesednek, helyet biztosítva az összekötéshez szükséges lyukasztásnak és az abban elhelyezett, négyszög keresztmetszetű csapoknak. A részletek egyszerű, sima vonalú szép kidolgozása az alkotás legfőbb erénye. A pászmák felül szétnyíló kötege, taréja önmaga is díszíti az alkotást.

A győri Klastrom Szálló kertjében elhelyezett díszkút tartóívei alaprajzilag 120°-os szögben he-

a)

b)

c)

d)

9.6*a* ábra
A Pátria Nyomda dombóvári pihenőházának kertjében levő kovácsoltvas díszkút
Seregi György alkotása, 1986
9.6*b* ábra. Részlet (alsó bekötés)
9.6*c* ábra. Részlet (középső összefogás)
9.6*d* ábra. Részlet (taréjki-alakítás)

9.7*a* ábra. A győri Klastrom Szálló udvari díszkútja Lehoczky János alkotása, 1987
9.7*b* ábra. Részlet

lyezkednek el, biztosítva a tartógyűrű könnyed, éppen szükséges térbeli megtámasztását (9.7*a* ábra). A változó keresztmetszetű ívek szép kivitelű talpakkal támaszkodnak a kút kőalapzatához. A kút ez esetben a hagyományok ápolását, a kert díszítését szolgálja, ezért lefedése is csak jelképesen, tartóbordákkal és középső tömör tárcsával történt. A tartóbordák laposvasai szinte észrevétlenül mennek át a feltámaszkodás fekvő helyzetéből az ív felső pontjának álló helyzetébe (9.7*b* ábra).

## SÍREMLÉKRÁCS

A budapesti Margit-szigetnek nevet adó Szent Margit síremlékét kellett kovácsoltvas ráccsal – legalábbis jelképesen – a vandál pusztításoktól megvédeni. A feladatot az iparművész egyszerű eszközökkel, szép kivitelben, a hely szelleméhez méltóan oldotta meg. A rács függőleges elemei között elhelyezett csúcsíves elemek gótikus hatásúak. Összefogásuk egyszerű szegecseléssel történt, amely szintén a múlt kötési módjaira emlékeztet. Az oszlopok lezáróelemeit kovácsolt gömbök díszítik (9.8*a, b* ábra).

9.8a ábra. Szent Margit sírjának védőrácsa, Margit-sziget
Piller György alkotása
9.8b ábra. Részlet

## CÉGÉREK

A cégérekkel a kereskedelmi, vendéglátóipari egységek, a legkülönfélébb rendeltetésű üzletek, boltok, vendéglők, szállodák, vendégfogadók, vagyis cégek különféle jelképekkel tájékoztatást kívánnak nyújtani a nagyközönség számára helyükről, tevékenységükről. A cégért rendszerint az üzletek bejárata feletti falfelületen, az utcai homlokzaton helyezik el. Ezért is fontos, hogy a cégér stílusával az épület homlokzatához, portáljának kialakításához, az utca hangulatához alkalmazkodjon.

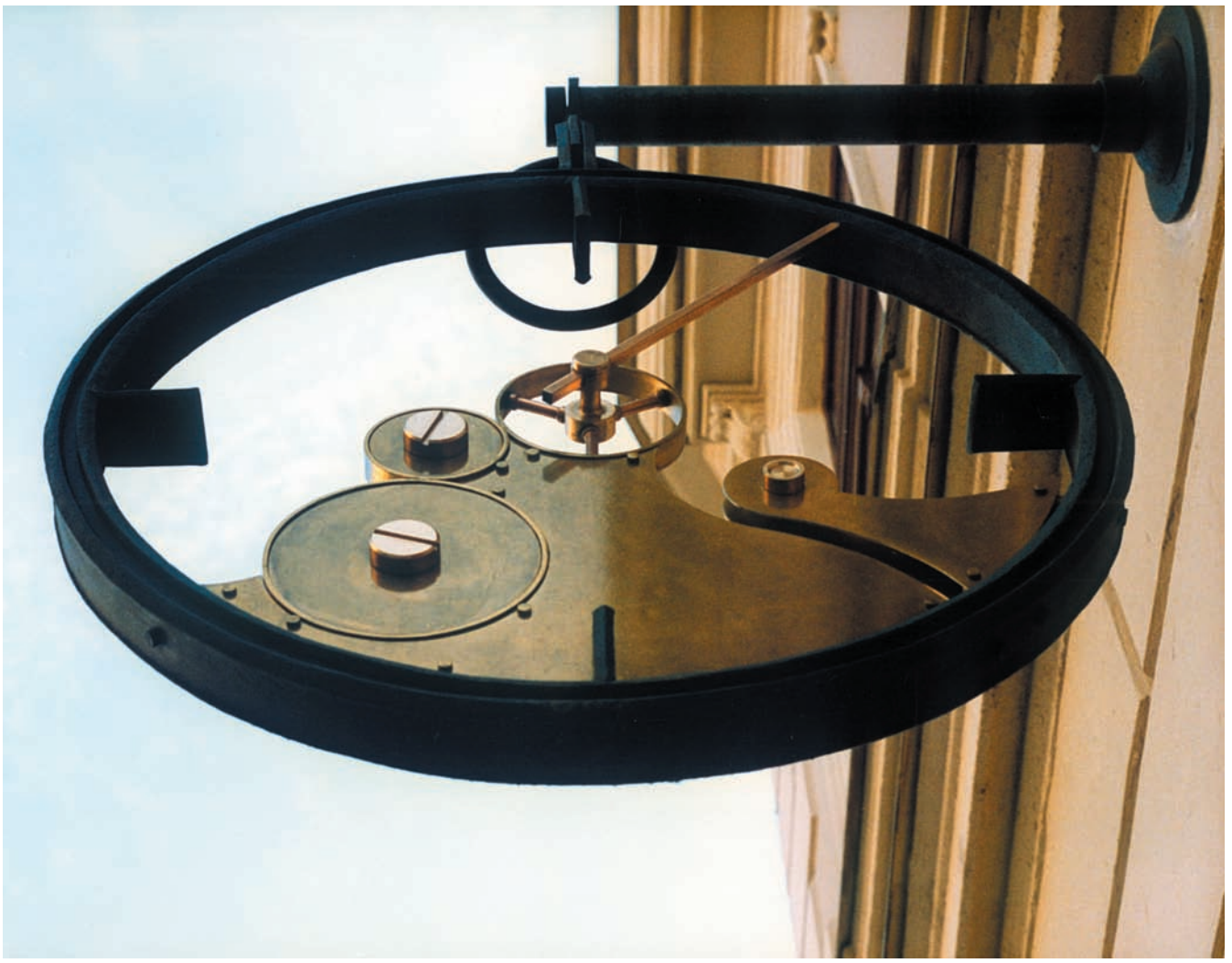
A kiakasztott cégér utal az üzlet tevékenységére, a szakma mindenki által felismerhető készítményét, szerszámát, megnevezését ábrázolja lehetőleg minél egyszerűbb, minél kifejezőbb formában. A cégér nemcsak információt hordoz, hanem hozzájárul a városkép kialakításához is. Ez utóbbi miatt megformálása művészi igényű kell, hogy legyen.

A cégér – már elhelyezése miatt is – *térbeli alkotás*, a szemlélő a legkülönbözőbb nézőpontból láthatja, amit az iparművésznek műve megformálásakor alapvetően figyelembe kell vennie. Ezzel

9.9. ábra. A Hotel Post cégére, Nagold

9.11a ábra. A székesfehérvári Óra- és Ékszerkereskedelmi Vállalat cégére. Seregi György alkotása, 1990

9.10. ábra. A váci Városi Könyvtár cégére
Seregi György alkotása, 1983



9.11*b* ábra. Részlet

9.12. ábra. Az Éneklő kakas cégére. Restaurant, Tihany
Kovács József alkotása, 1989

9.13. ábra. A Bagolyvár étterem cégére, Budapest
Kovács József alkotása, 1982

CARABONCIAS

9.14. ábra. A Garabonciás Ifjúsági Klub cégére, Kőszeg
Lehoczky János alkotása, 1975

9.15. ábra. A székesfehérvári Vörösmarty Színház cégére
Seregi György alkotása, 1986

az igénnyel a cégér a térplasztikához, a szoborhoz hasonló képzőművészeti alkotássá, a közízlés formálójává válik.

A cégérek fénykora a barokk és a rokokó stílus uralkodása idején volt. Ekkor nemcsak információszolgáltatás volt a feladata, hanem díszes kivitelével, túltengő díszítésével a cég gazdaságára, szolgáltatásának minőségére is utalt. Példa erre a 9.9. ábrán a nagoldi Hotel Post cégére, amelybe a cégjelzésen és a tulajdonos nevén kívül a postakocsit, a napot, a szőlőfürtöket és a virágcsokrokat is belekomponálta művébe alkotója [37]. A konzol kialakítása és díszítése pedig a kor összes stílusjegyét magán hordozza.

A mai modern cégérek összefogottak, szűkszavúak és lényegre törők. Mondanivalójukat egyszerűen, de kifejezően igyekeznek megfogalmazni. A szép, művészi igénnyel alkotott művek kevés feliratot tartalmaznak, felépítésükkel, szerkezetükkel, szimbólumokkal fejezik ki közölnivalójukat. A kovács iparművészek ráaggatott díszítéseket nem alkalmaznak, sallangmentesen alakítják ki cégérüket. Ezen elveket követi a 9.10. ábrán látható cégér, amely a váci Városi Könyvtár részére készült. A kovácsolt fedlapokkal készült kapcsoskönyv önmagában is eleget tesz a cégér tájékoztatási feladatának. Régimódi kivitele beleillik Vác városának történelmi utcaképébe. Tartókonzolja, fedlapjai, pántjai a tűzi kovácsolás alapműveletével egyetlen anyag (a vas) felhasználásával készültek.

Stilizált óraszerkezetet ábrázol a 9.11*a*, *b* ábrán látható cégér, amely a székesfehérvári Óra- és Ékszerkereskedelmi Vállalat részére készült. A konzol és a gyűrű kovácsoltvasból, a belső szerkezet rézből készült. A fekete keret kiemeli a világossárga színű – lényeget ábrázoló – óraszerkezetet.

A tihanyi rév melletti Éneklő Kakas vendéglő cégére önmaga helyett beszél (ill. kukorékol). A dinamikus könnyedséggel ábrázolt figura szinte él, és ország-világnak hírül kívánja adni mondanivalóját. A kovácsoltvas elemek a konzoltartón mutatkoznak leginkább. Ez a klasszikus elemeket tartalmazó alsó rész kissé ellentéte a kakas humoros megfogalmazásának. A két különböző stílusú egység nem gyengíti, hanem erősíti egymást (9.12. ábra). Hasonló formaképzési elvek fedezhetők fel a budapesti Bagolyvár étterem cégérén. Az éneklő kakast jelképező szárnyas helyett itt a bagoly adja a főmotívumot. A lemezekből kialakított madár igazi térplasztikai igénnyel megformált alak. A konzol, a felfüggesztőláncok, valamint a feliratok váza egyszerű, sima vonalú kovácsoltvas elemekből készült. A felirat míves betűi a fekete háttérből emelkednek ki (9.13. ábra).

Szinte már klasszikussá vált az a számos publikációban megjelent cégér, amely a Garabonciás Ifjúsági Klubot hirdeti Kőszegen [13], [36]. A cégér síkbeli külső gyűrűje kovácsoltvas szegmensekből áll, és keretezi az aranyozott belső térplasztikát. A gömb formájú, áttört elemekből kialakított belső rész kiemelkedik a fekete keretből, amelynek alsó ívére került a leegyszerűsített cégjelzésű GARABONCIÁS felirat. A külső gyűrű felső és alsó ívein elhelyezett elemek modern kovácsolási stílussal készültek. Az egymás felé forduló félkörívek megmunkálásának nyomai, kitüremkedései az elemeken jól láthatók, teljes kört alkotva pedig szép mintázatot adnak a külső gyűrűnek. A kőszegi tornyok között ezt a cégért azzal az érzéssel szemléljük, mintha évszázadok óta a városképhez tartozna. Belső, gömb alakú formájának köszönhetően fő mondanivalója bármely nézőpontból jól felismerhető (9.14. ábra).

Találó, játékos hangulatú a Vörösmarty Színház cégére Székesfehérvárott. Tartókonzolja három, lépcsősen bekötött, változó keresztmetszetű laposvasból áll, amelyek szépen kivitelezett kovácskötésekkel vannak összefogva. Maga a cégér egyszerű, kifejező: a fellebbenő színházi függönyt ábrázolja a súgólyukkal. Ez utóbbi fényes, rozsdamentes acélból készült, így kiemelkedik a sötétebb keretből. Nem valószínű, hogy bárki is vitatná, a cégér színházépületet jelez (9.15. ábra).

Hosszú láncon függ a szobi Börzsöny Múzeum cégére. A szemlélő már messziről érzékeli (talán a felirat nélkül is), hogy itt múzeumépület található. A klasszicista múzeum stilizált oszlopai, timpanonjának részlete és oromzata adják a cégér felépítését. A felirat kovácsoltvas, aranyozott betűi pedig félreérthetetlenné teszik a tájékoztatást. Közelebbről szemlélve a cégéren és a betűkön felismerhetők a kalapácsütések nyomai, a vasmunkák jellegzetes hajlításai, alakításai. Az egyedi felfüggesztőlánc szintén kovácsoltvas. Formája régi korokra emlékeztet. Kivitele azonban modern felfogású (9.16. ábra).

A cégérek mellett a feliratok is a tájékoztatást szolgálják. Az iparművészek a legkülönbözőbb stílusú és formájú feliratokat, betűket is el tudják készíteni kovácsolási technológiával. Egy ilyen csokrot mutat a 9.17. ábra. A kovácsoltvas betűk vastagságuk révén plasztikusak, a háttérből kidom-

9.16. ábra. A szobi Börzsöny Múzeum cégére
Seregi György alkotása, 1994

9.17. ábra. Seregi György különféle feliratai, betűtípusai

borodnak. A kalapácsütések nyomai a betűkön még messziről is jól láthatók. Még a modern formájú betűk is régies hatást keltenek.

Meg kellene emlékezni azokról az épületekkel összefüggő további alkotásokról, mint például a kovácsoltvas előtetőkről, a templomokon elhelyezett keresztekről, zászlótartókról, szélkakasokról és egyéb díszítésekről. A kortárs kovács iparművészek ezeken a területeken is élnek az új stílusjegyek adta lehetőségekkel. Ezek aprólékos, részletes tárgyalása nem tartozik könyvünk témakörébe.

„ÉS A KEMENCÉKNÉL HÚSZ FÚVÓ FÚTT SZAKADATLAN,

FÜRGÉN ÁRASZTOTTÁK SZÉT SOKFÉLE FUVALMUK,

EGYSZER A GYORS MUNKÁT SEGITETTÉK, MÁSSZOR ELÜLTEK,

ÚGY, AHOGYAN HÉPHAISZTOSZ AKARTA, S A MUNKA KIVÁNTA.

LÁNGRA VETETTE A NEMPUHULÓ REZET IS, MEG AZ ÓNT IS,

ÉS A NAGYÉRTÉKŰ ARANYAT S AZ EZÜSTÖT; UTÁNA

ÜLLŐTALPRA NAGY ÜLLŐT TETT, A KEZÉBE RAGADTA

JÓ KALAPÁCSÁT, MÍG A FOGÓT MÁSIK KEZE FOGTA.

ÉS LEGELŐSZÖR ERŐS PAJZSOT KALAPÁLT KI AZ ÜLLŐN,

DÚSAN DÍSZÍTETTE, REÁ HÁRMAS KARIMÁT TETT,

FÉNYESET ÉS RAGYOGÓT, S RÁFŰZTE A SZÍJAT EZÜSTBŐL.

ÖTRÉTŰ LETT VÉGÜL A PAJZS, ÉS JÁRTAS ESZÉVEL

HÉPHAISZTOSZ SOK-SOK GYÖNYÖRŰ KÉPET KALAPÁLT RÁ.”

...

„MAJD, MIKOR ELKÉSZÜLT MINDEZZEL A NAGYNEVŰ SÁNTA,

FOGTA, S A BAJNOK AKHILLEUSZ ANYJA ELÉ ODATETTE.

HÓBORITOTTA OLÜMPOSZRÓL ÖLYVKÉNT LECSAPOTT AZ,

S HÉPHAISZTOSZ RAGYOGÓ MUNKÁJÁT VITTE MAGÁVAL.”

10

HOMÉROSZ: ILIÁSZ. 18. ÉNEK,

AKHILLEUSZ PAJZSA

# BERENDEZÉSI TÁRGYAK

Az eddigi fejezetek bemutatták az építészethez kapcsolódó kovácsoltvas-alkotásokat. Az épület elsősorban az építőművész alkotása. Ő adja meg a formáját, tömegét, és nem utolsósorban homlokzati kiképzésének stílusát. A kovácsoltvas alkotásnak, ha az az épület homlokzatára vagy közvetlen környezetébe kerül, alkalmazkodnia kell ehhez a stílushoz, amennyiben az iparművész egyenrangú társalkotója kíván lenni az építőművésznek. A homlokzat egységes megjelenése érdekében tehát a kovács iparművésznek már van támpontja műve megvalósításához. Ha a kovácsoltvas kapu, rács, korlát stb. művészi kivitelű, akkor várhatóan – az épülettel együtt – több száz évig is fennmaradhat. Ezt számos példa igazolja.

Nem ilyen egyértelmű a gyakorlat az épületek belsejében elhelyezett berendezési tárgyak esetén. Az épület belső kialakítása – rendeltetésének változása miatt – gyakran átalakul, a belsőépítészeti igényeket a kor követelményei, a divat, a tulajdonos egyéni ízlése motiválja. Ezeknél az alkotásoknál általában a kovács iparművész egyéni – csak rá jellemző – stílust igyekszik kialakítani, mert tárgya megalkotásánál még nem is ismeri az elhelyezési, beépítési környezetet. Itt tehát gyakran – az építészethez kapcsolódó alkotásokkal ellentétben – a belsőépítész választja ki a kész alkotások közül az elképzelésébe illő tárgyat. Természetesen a kovács iparművészek egy része megrendelésre is készít meghatározott stílusú berendezési tárgyat.

A művészi kivitelű berendezési-, használati tárgyak nemcsak a célszerűséget, hanem az ember díszítési vágyának, esztétikai igényének kielégítését is szolgálják. A kovácsoltvas lakberendezési tárgyaknak – csillároknak, falikaroknak, bútoroknak, gyertyatartóknak, hamutartóknak, virágtartóknak stb. – nagy hagyományai vannak a magyar lakáskultúrában is. Bár a közízlés még mindig a hagyományos – csavart mintázatú vázat alkalmazó, szőlőlevelekkel díszített, hegesztett – tárgyakat helyezi előtérbe, már van egy olyan vásárlóréteg, amely a modern művészeti alkotásokat értékeli.

A piacon az ipari módszerekkel készült – esetenként kontármunkának minősíthető – termékekkel kell megküzdenie a kovácsműves alkotásoknak. Alapvető különbség a kézművesség és a modern ipari tevékenység között abban áll, hogy az előbbieknél a művészi elgondolást megalkotó munkafázis a megvalósítás utolsó szakaszában történik, míg az utóbbiaknál ilyenre többnyire nem kerül sor.

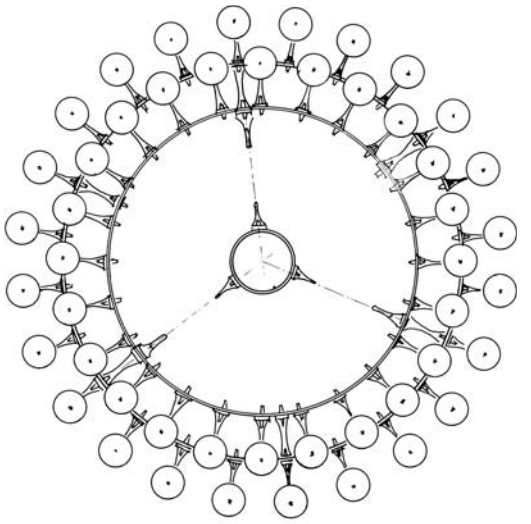
Egyértelmű szabályokat nem lehet felállítani a tekintetben, hogy a modern vonalú kovácsoltvas lakberendezési tárgyakat milyen környezetben – stíl- vagy modern bútorokkal berendezett helyiségbe – célszerű elhelyezni. Sok esetben ugyanis antik környezetben is jól mutat egy sima vonalú gyertyatartó, a kandalló előtti tűziszerszám-készlet, vagy egyéb kovácsolt iparművészeti alkotás. Azok a tárgyak azonban, amelyek a művészi jelzőt megcsúfolják, semmiféle igényes környezetben nem helyezhetők el.

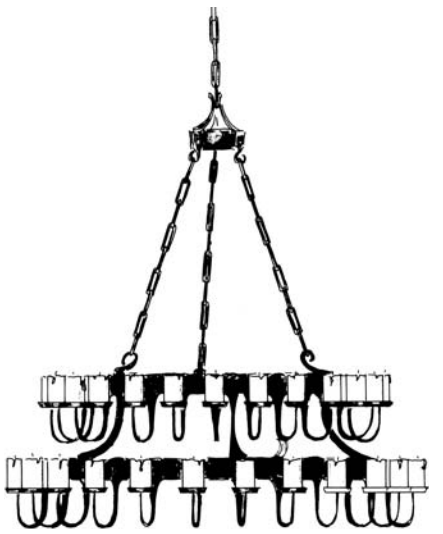
## CSILLÁROK, FALIKAROK, LÁMPATESTEK

A kovácsoltvas csillárokat a különböző történeti korszakokban a templomokban, középületekben, jómódú polgári lakások ebédlőiben, közös helyiségekben helyezték el. Kialakításuk, díszítésük a kor stílusára jellemző motívumokkal történt. A csillár váza és díszítése egymástól elkülönült, az utóbbit az előbbi elkészülte után helyezték fel sok esetben oly sűrűn és gazdagon, hogy az alkotás szerkezeti felépítése már szinte felismerhetetlenné vált. A gótikus koronacsillár a barokk, a klasszicista korban csak díszítésében, a formajegyek kialakításában változott.

Három egyedi kialakítású lánccal függesztették fel a 10.1. ábrán látható csillárt. Ennél a megoldásnál a 2×24 db gyertyatartót felfüggesztő abroncsot két szinten helyezték el. Ezeknek a különböző átmérőjű gyűrűknek az összekötése változó keresztmetszetű, átkovácsolt, íves elemekkel történt. A láncok felül vaskos, sima vonalú gyűrűbe kötnek be. Átlátható, egyszerű felépítésű, modern konstrukció, amely a kovácsolási technológia alapelemeinek felhasználásával készült.

A Pannonhalmi Bencések Bp. XI., Péterhegyi úti templomában levő koronacsilláron a lendületes, íves felfüggesztők egy felső tárcsából indulnak a 12 db lámpatestet tartó gyűrűhöz, majd ott megtörve, szép vonalú ellenívben folytatódnak, és a felfüggesztés tengelyében levő összefogó tárcsában sűrűsödnek. A középső gyűrűre kerültek azok a kovácsolt konzoltartók, amelyek a lámpaburákat alul-felül megtámasztják (10.2*a* ábra). Külön figyelmet érdemel az alsó-felső tárcsák egységes kompozíciója, valamint a térbeli lépcsős eltolásokkal kialakított felfüggesztés és a mennyezeti takarótárcsa (10.2*b* ábra). A lámpatesteket tartó gyűrű íves felfüggesztése, valamint





10.1. ábra. Kétszintes kovácsoltvas csillár. Tel-Aviv-i megrendelő tulajdona. Seregi György alkotása, 1998, (60×180 cm)

a részletek egységes tűzi kovácsolási stílusjegyekkel való kialakítása határozza meg a csillár esztétikumát.

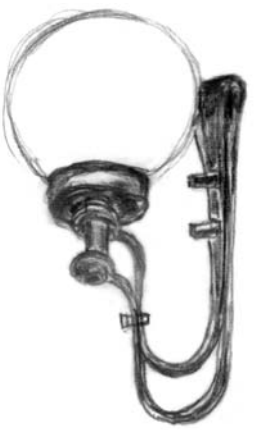
A tartalom és forma összhangját mutatja a 10.3. ábrán látható, hosszanti elrendezésű csillár. A keskeny, de hosszú dongaboltozatos, rusztikus nyerstéglából megépített – egykori pincehelyiségből átalakított – terembe kellett az alkotónak megvilágítást biztosítania. A horizontálisan futó laposvasak az 5×2 db lámpatest között félkörívben kiöblösödnek, majd a végeken szétnyílnak. A szimmetrikus elrendezésű mű egységes hatást kelt, a páros égők, valamint az azok közeiben elhelyezett, ismétlődő motívumok jól illeszkednek a belső térhez. A csillár szép példája a laposvasakból melegen alakított kompozíciónak.

10.2*a* ábra. A Pannonhalmi Bencések, Budapest XI., Péterhegyi utcai templomának koronacsillárja
Seregi György alkotása, 1995. Fotó: Gvadányi György
10.2*b,c* ábra. Részlet

10.3. ábra. A Magyar Tudományos Akadémia veszprémi vendégházának csillára. Kovács József alkotása, 1978

10.4. ábra. A budapesti Hilton Szálló Tower-termében látható csillár. Kovács József alkotása, 1976

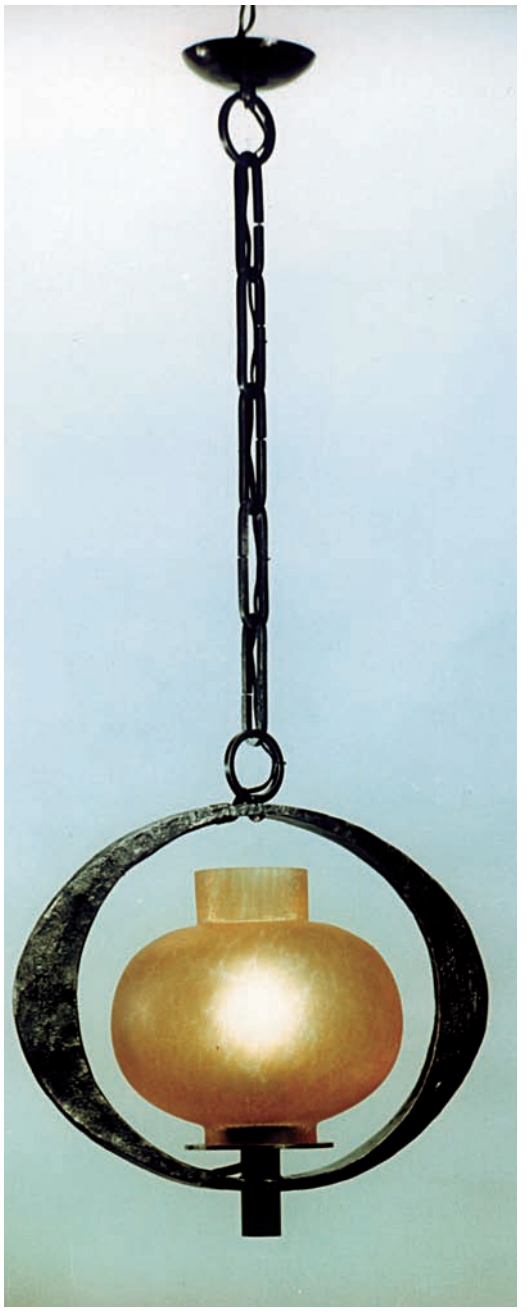
10.6. ábra. Falikar a budapesti Nádor utcai Nimród étteremben. Seregi György alkotása, 1989



10.6b ábra. Vázlat

10.5. ábra. A Budapesti Kongresszusi Központ csillárai. Bíró Tamás alkotása

10.7. ábra. Csillár a budapesti Nádor utcai Nimród étteremben. Seregi György alkotása, 1989



10.8. ábra. Kovácsoltvas falikarok
Lehoczky János alkotása, 1970–80-as évek

10.9. ábra. „Saturnus" nevű függőlámpa
Lehoczky János alkotása, 1970–80-as évek

Reprezentatív, de egyben rusztikus környezetben – a Hilton Szálló Tower-termében – található a 10.4. ábrán bemutatott csillár. A csillár tartókonzoljait a mester a lámpatestek egyedi formájához alakította. A konzolok félköríves formáját vastag lemezből, *autogénnel vágták ki*. Ez a technológia – a vas kissé egyenlőtlen vágási felülete miatt – rusztikus hatást kelt. Ezt az eljárást a vaslemezből készült, modern alkotások esetében másutt is felfedezhetjük.

Az üvegburák csillogása visszatükröződik a kovácsoltvas tartókonzolokon, a 10.5. ábrán látható csillárokon. Ezeket a Budapesti Kongresszusi Központban helyezték el. A fatartókkal kombinált vaskonzolok jól illeszkednek a reprezentatív, modern belső környezetbe. Érdemes a hangsúlyos – nyitott gúlára emlékeztető – szegecsfejekre odafigyelni! Ezek adják ugyanis az egész csillár kovácsoltvas jellegét, és határozzák meg stílusát.

A *falikarok* a kiegészítő vagy helyi megvilágítást hivatottak biztosítani. Ha a csillárokkal egy helyiségbe kerülnek, követik azok stílusát, biztosítva a világítótestek egységes megjelenését. Önállóan elhelyezve ilyen igény már ritkán jelenik meg. Az előbbire példa a budapesti Nimród étterem csillárja és falikarjai (10.6. és 10.7. ábra), az utóbbira a modern stílusjegyeket felmutató

10.10*a* ábra. Kovácsoltvas állólámpa
Seregi György alkotása, 1989, (25×115 cm)

10.10*b* ábra. Részlet (talpkialakítás)

különféle alkotások a 10.8. ábrán láthatók. Ezek mindegyikén látható és messziről felismerhető mesterének kezenyoma.

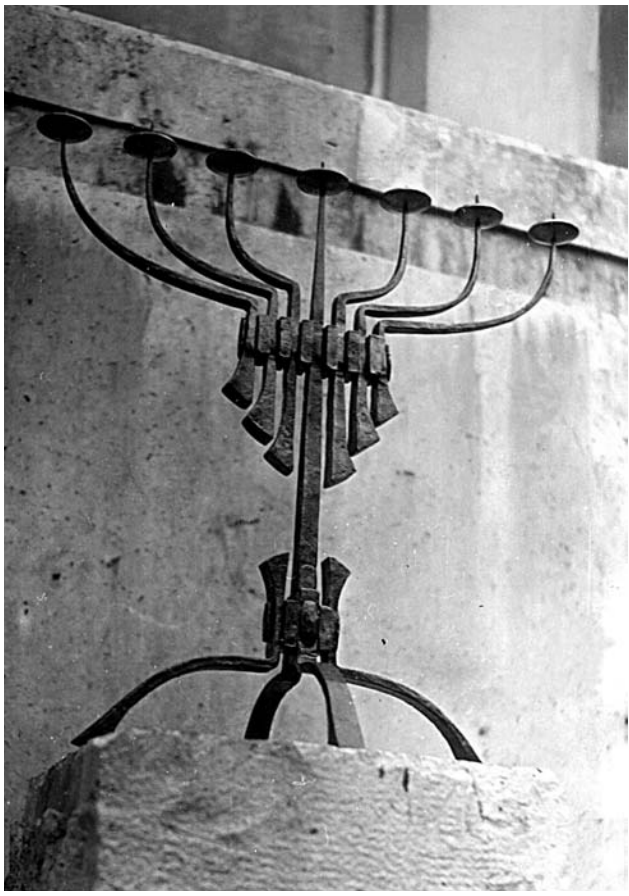
Egységes *függőlámpát* mutat a 10.9. ábra. Méltán érdemelte ki a „Saturnus" elnevezést, mert a bolygóhoz hasonlóan gyűrű fogja körbe a gömb alakú belső magot. A kovácsolt gyűrű hol a széles oldalát, hol az élét mutatja a szemlélőnek, így tud a belső kör ellipszissé változni.

Gömb alakú burát kapott a 10.10*a* ábrán látható *állólámpa*. Talpát a törzsét alkotó laposvasak íves szétnyitásával oldotta meg tervezője (10.10*b* ábra). Hasonló elvek alapján készült a fejrész is, amely egy buratartó tárcsát tart. Így a fej, a törzs és a talp elemei egyetlen szálanyagból, melegalakítással készültek. Ezen elemek vonalvezetése adja meg az állólámpa karcsúsodó, szélesedő formáját.

## GYERTYATARTÓK

Nincs kovács iparművész, aki ne alkotott volna *gyertyatartót* vagy *tűziszerszám-készletet*. E kétféle tárgyat ugyanis – a kor divatirányzatától függetlenül – mindig keresték és szívesen helyezték el a lakásokban, éttermekben és szállodákban.

10.11. ábra. Hétágú gyertyatartó (menóra)
Kovács József alkotása, 1991



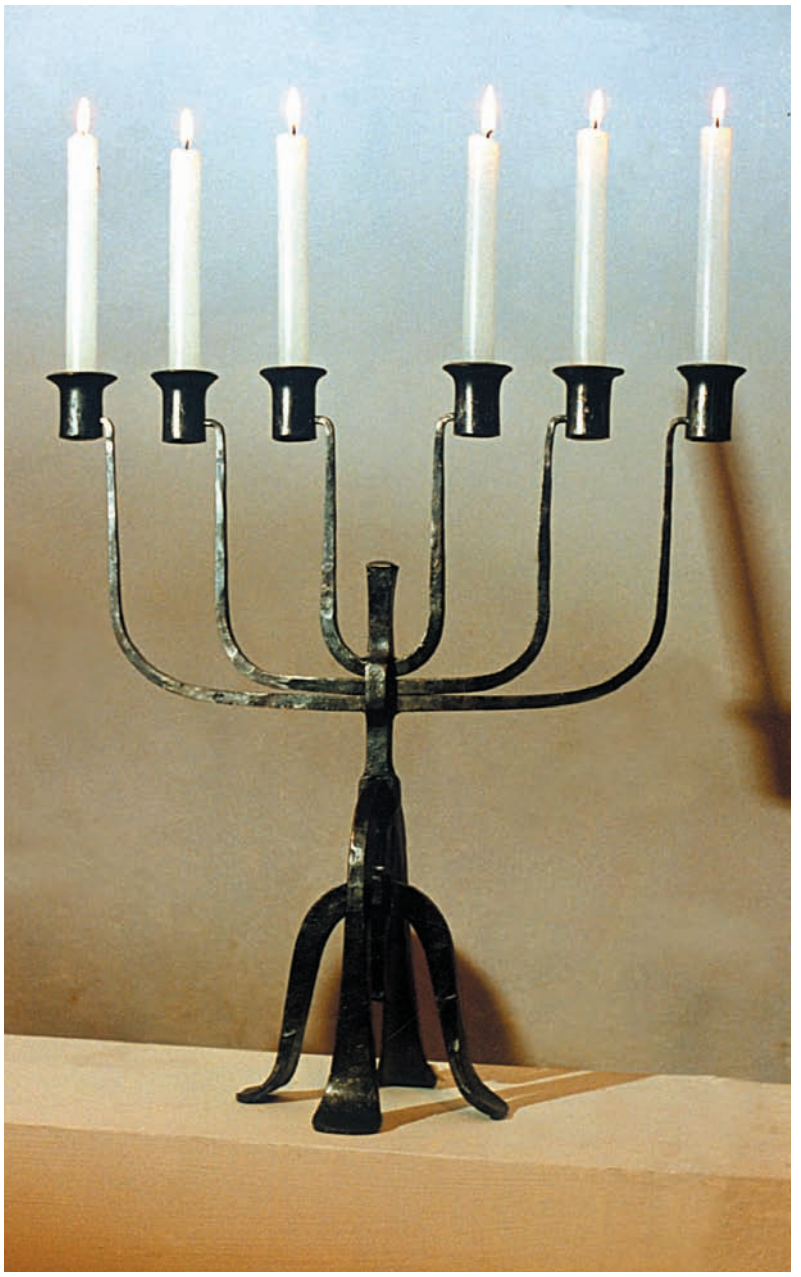
10.12. ábra. Hétágú gyertyatartó (menóra)
Bíró Tamás alkotása

A gyertyatartók közül elsőként érdemes megemlíteni a 10.11. ábrán látható *menórát*. A csökkenő vastagságú törzshöz – amely egyben a középső gyertyát tartja – jellegzetes gyűrűs kovácskötésmóddal (bundolással) kapcsolódnak két-két oldalról a lépcsősen bekötött, íves oldalágak. A gyűrűk az oldalágakon is – díszítő jelleggel – megtalálhatók. A szétnyitott talp az ágakhoz hasonlóan kapcsolódik a törzshöz, megfelelő stabilitást biztosítva a hétágú gyertyatartó számára. A gyertyatartó arányos, egységes stílusú alkotás.

Jellegzetesen modern felfogásban készült a 10.12. ábrán levő *hétágú gyertyatartó* (menóra). Sajnos a megmaradt szürke fotó csak részben adja vissza szépségét, ágainak lendületes vonalait. Az oldalágak bekötése a törzshöz itt egyedileg kialakított kovácsoltvassal történt. Hasonló megoldás látható a négyágú talp kötésmódjánál is. A gyertyatartó hangsúlyos része közepén található. Itt sűrűsödnek az oldalágak vaskos alsó szárai és ezek bekötései. A gyertyatartó művészi megformálása mesterének tehetségét dicséri.

Egységes elvek alapján alakította ki alkotója azon berendezési tárgyak családját, amely *négy-, öt-, hatágú gyertyatartóból* és *tűziszerszám-készletből* áll. Az azonos stílus mellett a tárgyak közös vonása, hogy hasonló talpkiképzéssel készültek. A 10.13*a* ábrán levő ötágú gyertyatartó egymásra merőlegesen elhelyezett, kétlábú, íves talpai bujtatással – különböző magasságokban – kapcsolódnak a törzshöz. A talpak végei a biztonságos feltámaszkodás érdekében szétlapulnak (10.13*b* ábra). A gyertyákat tartó oldalágak

10.13a ábra. Ötágú gyertyatartó
Seregi György alkotása, 2000, (120 cm)
10.13b ábra. Részlet (talpkiképzés)
10.13c ábra. Részlet



10.14*a* ábra. Négyágú gyertyatartó
Seregi György alkotása, 1986, (45×30 cm)
10.14*b* ábra. Hatágú gyertyatartó
Seregi György alkotása, 1986, (48×50 cm)

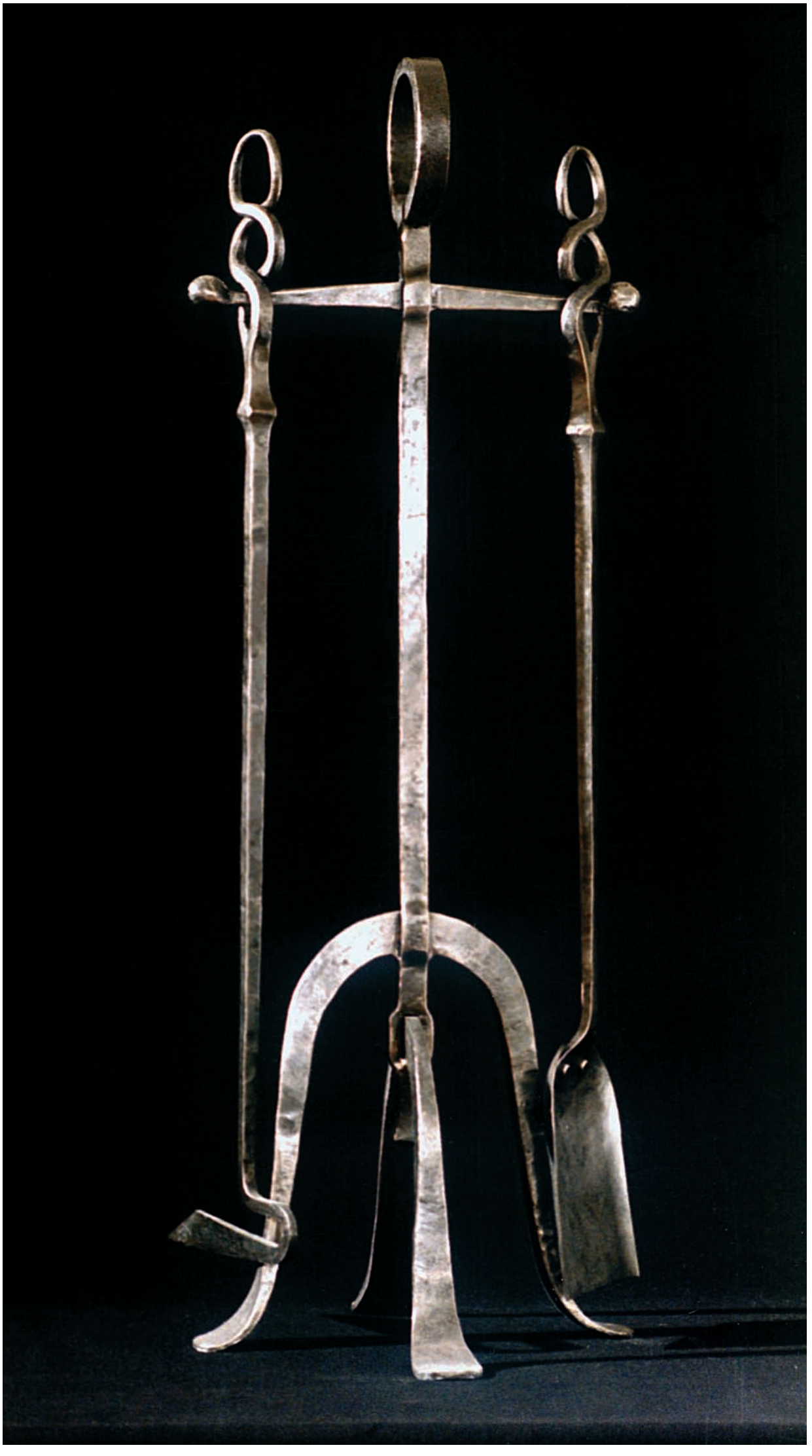
szintén szintbeli és derékszögű eltolódásokkal kapcsolódnak a főághoz (10.13*c* ábra). Ettől a kialakítástól vált a tárgy térbeli alkotássá, amely bármely nézőpontból hasonló látványt nyújt a szemlélőnek, és ezáltal megkönnyíti elhelyezését egy adott enteriőrben.

A négy- és hatkaros gyertyatartó talpa hasonló a 10.10*a* ábrán látható ötkarúéval. Felső kiképzése azonban már a síkban helyezkedik el. A karok itt – talán népies hatásra – a tulipánok rajzolatát követik, elvékonyodó szárain állnak a gyertyatartó kelyhek (10.14*a, b* ábra).

A családhoz tartozik a 10.15. ábrán látható *tűziszerszám-készlet* is. A stílusbeli hasonlóságot, az azonos mester kezenyomát könnyű felfedezni. Említésre méltó a szerszámok fogantyújának finoman elvékonyodó, csigavonalba font kialakítása. Ez a részlet a kovácsolási tedchnológia alkalmazásának magas színvonalát jelzi.

Mesterének kilétét a 10.16. ábrán levő egyágú gyertyatartó is elárulja. Egyszerű, szép kivitelű, karcsúsodó sima vonalai ezt a tárgyat a modern kovács-iparművészet jellegzetes alkotásává teszik.

Hasonlóan egyazon alkotó készítette azokat a vaskos kovácsoltvas gyertyatartókat, amelyek a 10.17–10.20. ábrán láthatók. A tárgyak készítője művészien alkalmazta a kovácsolási technológia alapelemeit. A 10.17. ábrán levő gyertyatartó lába-

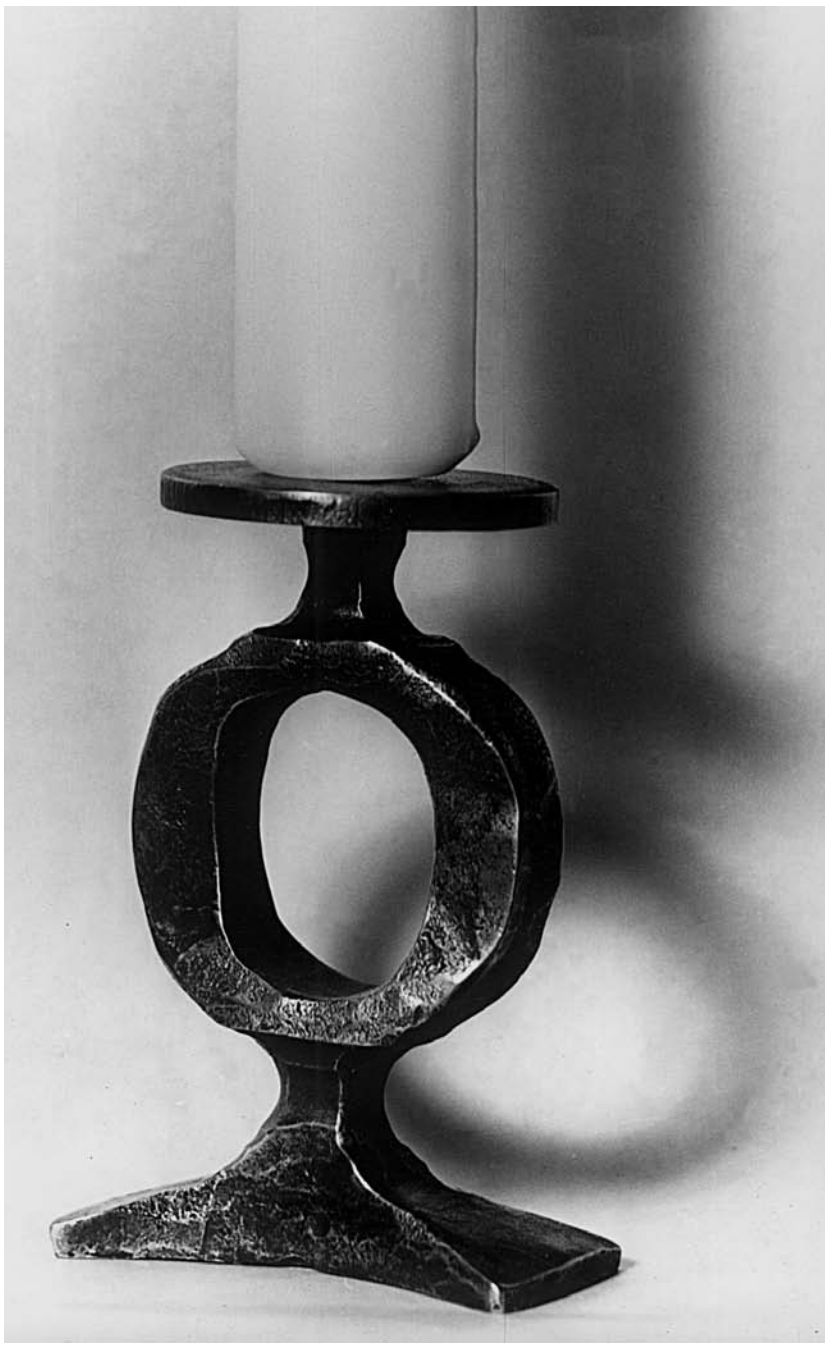


10.15. ábra
Tűziszerszám-készlet
Seregi György alkotása,
1987, (24×83 cm)

10.16. ábra. Egyágú gyertyatartó
Lehoczky János alkotása

10.17. ábra. Kétlábú gyertyatartó
Nausch Géza alkotása

10.18. ábra. Kétágú gyertyatartó
Nausch Géza alkotása



10.19. ábra. Egyágú gyertyatartó
Nausch Géza alkotása

inak állása biztosítja a tárgy stabilitását. Az egyik lapjával, a másik élével támaszkodik a felületre. Az átváltozást a teljes anyag tűzi átkovácsolásával lehetett megoldani. A terpesztett lábak egyszerű konstrukciója szép megoldást eredményezett. A 10.18. és 10.19. ábrán a lyukasztások hangsúlyos kialakítására érdemes figyelni. A 10.20. ábrán levő gyertyatartó zömök kialakításával mestere a vas tartósságát, szilárdságát is kifejezi.

A gyertyatartókat készítő mester alkotta a 10.21. ábrán látható *hamutartót* is, amely egyszerűségével, kedvességével nemcsak hasznos tárgya, hanem dísze is lesz annak a lakásnak, ahol elhelyezik. Egyetlen anyagból készült egyszerű, de kifejezőerejű tárgy (10.21. ábra).

Kétágú fali gyertyatartót ábrázol a 10.22. ábra. Finoman hajló oldalágait – mint egy hajlékony kenderkötelet – fonta össze alkotója egy függőleges támasztószárba.

Embernagyságú, falra szerelt gyertyatartó látható a 10.23. ábrán. A tartó a háttérbe húzódik, és finom karjaival csak helyenként öleli át az óriási gyertyát.

10.20. ábra. Egyágú, háromlábú gyertyatartó Nausch Géza alkotása, 1973, (17,5×11,5 cm)

10.21. ábra. Hamutartó Nausch Géza alkotása, 1975, (0,3×13×5,5 cm) Fotó: Andrea Takács

10.22. ábra. Kétágú fali gyertyatartó (40×30 cm). Szombathy Gábor alkotása, 1986

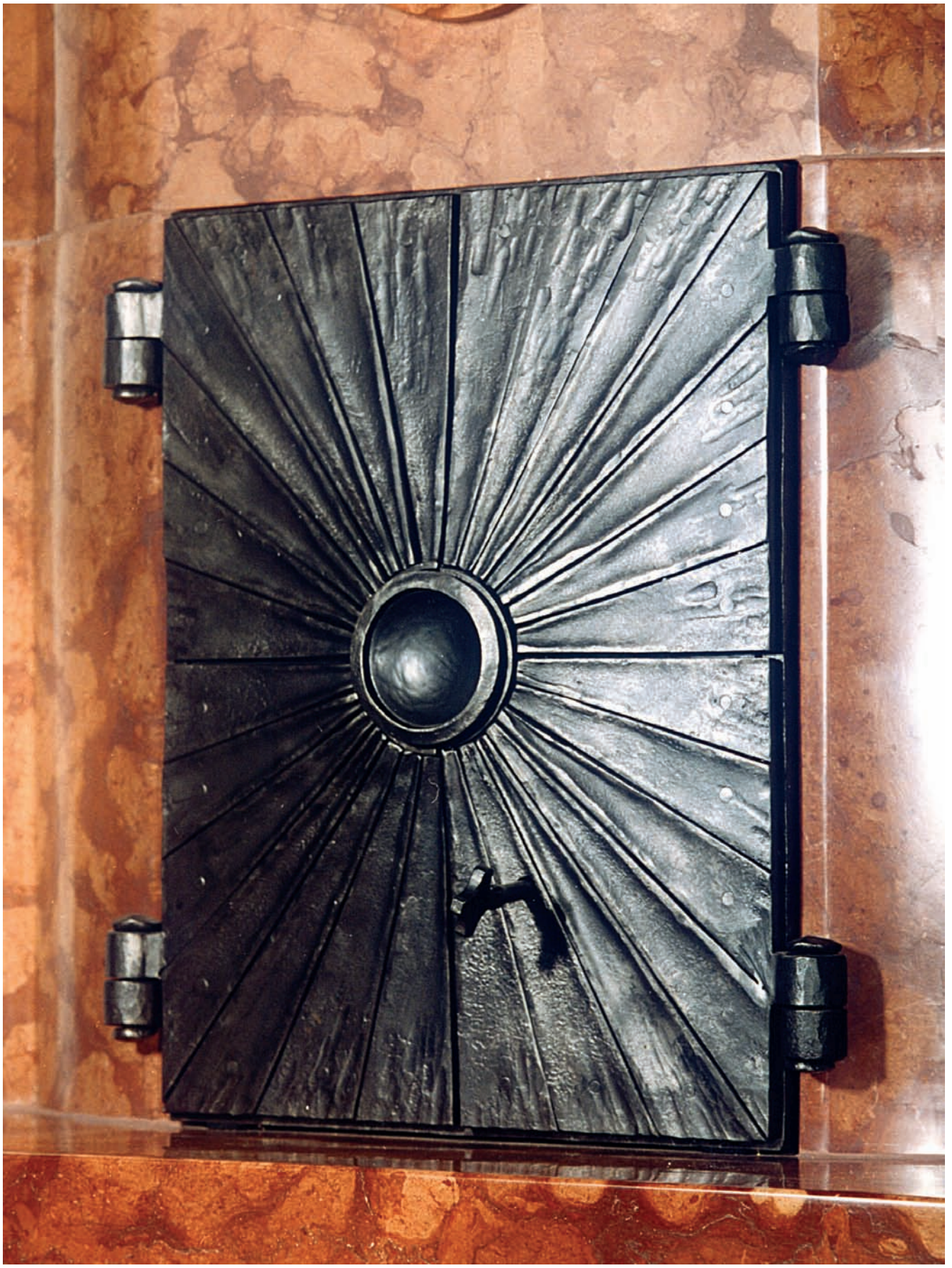
10.23. ábra. Fali gyertyatartó a kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorában. Készítette: Seregi György, 1996, (200 cm)

## EGYÉB BERENDEZÉSI TÁRGYAK

Összetartozó alkotás az a *tabernákulumajtó* és *örökmécses*, amely a kismarosi Cisztercita Nővérek Monostorába készült. A márványtabernákulum kovácsoltvas ajtajánál a művész a központi magból kiinduló, mívesen megmunkált fénysugarakkal kívánta kiemelni a szekrény egyházi rendeltetését (10.24. ábra). Az ajtón csak annyi a megmunkálás, amennyire a mondanivaló megértéséhez feltétlenül szükség van. Az örökmécsest tartó vasból kimunkált tányéros konzol egyszerűségével, sima vonalaival kelt megnyugtató hatást (10.25. ábra).

Mindkét alkotásra igaz, hogy a nemes vörös márványhoz jól illik a sokszor ridegnek látszó fekete vas.

Készülnek *újságtartók, virágtartók* is kovácsoltvasból. A nagy választékból a 10.26. ábrán látható megoldásnál a változó keresztmetszetű függőleges elemek a felül levő vízszintes tartóra szinte rácsavarodnak, alsó visszahajtott végük pedig a megtámasztást biztosítja. A kétoldali lábakat alul kovácsoltvas gyűrű fogja össze. A háromágú *virágtartó* szerkezetileg szintén egyszerű felépítésű. A tárgyon



10.24. ábra. Kovácsoltvas tabernákulumajtó a kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorában
Seregi György alkotása, 1996, (40×30 cm)

10.25. ábra
Örökmécses a kismarosi Ciszterci Nővérek Monostorában
Seregi György alkotása, 1996, (10×12 cm)

10.26. ábra. Kovácsoltvas újságtartó. Piller György alkotása

10.28 ábra.
Álló hamutartó
Seregi György
alkotása, 1986
(24×75 cm)

10.27. ábra
Kovácsoltvas virágtartó
Piller György alkotása

10.29. ábra
Álló hamutartó.
Lehoczky János
alkotása

10.30. ábra
Kandallóajtó. Bíró
Tamás alkotása,
(50×50 cm)

10.31. ábra. Kovácsoltvas kanalak és hajtű
Készítette: Kovács László

10.32. ábra. Díszdoboz
Készítette: Szombathy Gábor, 1995, (9×7 cm)

10.33. ábra. Tűzi kutya
Készítette: Gergely István, 1996, (45×60 cm)

10.34. ábra. Sakk-készlet
Készítette: Gergely István, 1996, (52×52 cm, figurák: 8,5–13 cm)

10.36. ábra. Függőlámpa
Németh Gábor alkotása

kovácsoltvas hajlítások és szépen kivitelezett fejű szegecskötések láthatók (10.27. ábra).

Az *álló, hordozható hamutartók* praktikus kiegészítő berendezési tárgyai a lakásoknak, középületek termeinek, szállodák folyosóinak, várakozóhelyiségeinek. Ha vasból készülnek, nemcsak szilárdságukkal, tartósságukkal, hasznosságukkal, hanem szép kivitelükkel is emelhetik környezetük hangulatát. A 10.28. ábrán látható álló hamutartó törzsének karcsúsított vonalával, felhasított és ívekben kanyarított talpával és a szépen kivitelezett kötésmódokkal hívja fel magára a figyelmet. Egyedi kivitele miatt kiemelkedik a hasonló tömeggyártmányok közül.

Gyűrű formájú fogantyúval és lemezből kovácsolt talppal készült a 10.29. ábrán levő hamutartó. Törzse változó keresztmetszetű négyzetvas, amely arányosan fogja össze a fejet és a talpat. szépsége egyszerűségében rejlik.

Neogótikus stílusjegyeket hordozó, modern alkotás a 10.30. ábrán látható kandallóajtó. A halmozott díszítések alatt álló faragott szobrok a négy évszakot jelképezik. Az alkotás kézzel fogható bizonyíték, hogy ez a történeti stílusoknál alkalmazott technológia napjainkban képes megújulni.

A kovácsoltvas tárgyak sokféleségét bizonyítja, hogy a mai mesterek finom veretű, a népművészeti hagyományokra támaszkodó *kanalakat, hajtűket* (10.31. ábra), sőt díszdobozokat, szelencéket is készítenek (10.32. ábra). Népi elemek fedezhetők fel a 10.33. ábrán látható *tűzi kutyán* is. Figyelemre méltó alkotás az a sakk-készlet, amelynek minden egyes figurája művészi kivitelű kisplasztikának is felfogható (10.34. ábra).

## BÚTOROK

A kovácsoltvas bútorok létjogosultságát sokan vitatják, mert ridegnek tartják. Ez a megállapítás azonban csak részben igaz, és főleg nem általánosítható. Megfelelő anyagokkal kombinálva,

10.35a ábra
Kovácsoltvas vázas ágy
Németh Gábor alkotása

10.35c ábra. Részlet
(oszlop a bojtokkal)

10.35b ábra. Részlet
(középső díszítés)

10.37. ábra. Ovális kovácsoltvas asztal
Seregi György alkotása, 1986, (76×116 cm)

10.38a ábra. Kovácsoltvas polc. Seregi György alkotása,
1985, (120×210 cm)
10.38b ábra. Az a) ábra közbenső részlete
10.38c ábra. Az a) ábra felső részlete

10.39. ábra. Ágytámla. Takács Zoltán alkotása, 1996, (180×90 cm)

vagy adott, hozzá illő környezetbe helyezve egyes bútortípusok nemcsak tartósságuk, hanem szép kivitelük miatt is kedveltek lehetnek. Remélhető, hogy néhány kiragadott példa ezt igazolja.

Kovácsoltvas vázzal készült duplaágyat mutat a 10.35*a* ábra. A váz oszlopai négyzetacélból, fejtámlájának íves elemei köracélból készültek. A díszítések korábbi stílusok átvételét mutatják, így a felső-középső levéldíszeken barokk, a vasból sodrott zsinóron és bojton szecessziós hatás érződik (10.35*b, c* ábra). Az oszlopvégződés csigavonalú díszítése sem volt ismeretlen a korábbi századokban. A neoeklektikus stílusú ágy egyéni, egységes kompozíciót eredményezett. Ezt még fokozza az ágyhoz illeszkedő és a 10.36. ábrán látható fali függőlámpa, ahol a köracél váz és a tekeredő zsinór szintén megjelenik. A falilámpa konzoljára egyedi lámpatestet függesztettek. Érdekes, buja hatást kelt a finomacél szálakból összefont pászma és bojt.

Ovális *kovácsoltvas asztalt* mutat a 10.37. ábra. A vázra helyezett üveglap alatt jól látható a lábak között kialakított gyűrűbe helyezett cserepes virág. A szétnyíló kovácsolt lábak alul feltámaszkodnak, a gyűrű felett széttárt karokkal tartják az üveglapot hordozó abroncsot. Az étkezőben elhelyezett virággal díszített asztal kellemes színvoltja lehet a lakásnak.

Készülnek *dohányzóasztalok, székek* is kovácsoltvasból, különösen vendéglátóipari egységek részére. Sajnos ritka közöttük a művészi színvonalú.

Számos felhasználási területe lehet annak a polcrendszernek, amely a 10.38*a* ábrán látható. Kovácsoltvas váza átbújtatott kötésekkel készült. A vázra különböző magasságokban helyezhetők el a fehér márványlapok. A fekete váz kiemeli a fehér márványból készült polcokat (10.38*b* ábra). A szerkezetet a szélső oszlopokból ívesen kialakított díszítés koronázza. Ez az egyetlen díszítés töri meg a függőlegesek és vízszintesek vonalát (10.38*c* ábra). Az itt összefutó három elem egyedi, kovácsolt csappal történt összekötése adja meg a polc jellegét és szépségét. A polcrendszer különböző szélességű és magasságú egységekből is elkészíthető.

Népi szecessziós stílusú ágytámla látható a 10.39. ábrán. A legyezőszerűen kialakított növénymotívumok lendületesen töltik ki a félköríves felületet. Íves lezárású felülvilágító rács is készülhetne belőle.

„UGYAN KI VAGY TE, EMBER,

HOGY PERBE SZÁLLSZ AZ ISTENNEL?

MONDHATJA-E ALKOTÓJÁNAK AZ ALKOTÁS:

MIÉRT FORMÁLTÁL ENGEM ILYENRE?”

# 11

(RÓM. 9.20)

# KÉPZŐMŰVÉSZETI ALKOTÁSOK

A mai magyar iparművészek a hagyományos kovácsolt kapuk, rácsok, lakberendezési tárgyak mellett fémszobrokat, kisplasztikai alkotásokat is szívesen készítenek. A határt a képzőművészeti és az iparművészeti alkotások között talán ezen a területen a legnehezebb meghúzni. Mindenesetre előre kell bocsátani, hogy az itt bemutatott művek alkotói – még az esetben is, ha szobrot készítenek – iparművésznek és nem szobrásznak tartják magukat. Tovább szűkítve e művészeti ág rendkívül széles körű területét, itt – a könyv tematikájának megfelelően – csak a *tűzi kovácsolással* készített mai alkotások szerepelnek.

A könyv szerzői a kortárs magyar kovácsok alkotásait ezen a területen sem rangsorolni, sem művészileg értékelni nem hivatottak. Az alkotások nagy száma és kvalitása – amelyből a teljességre való törekvés nélkül csak szemelvények felvillantására van mód – azonban igazolja, hogy a fémművesség ezen ága művészettörténetileg sem elhanyagolható.

A művek megítélésénél – mint alapvető szempontot – figyelembe kell venni, hogy a tárgy tűzben kilágyított fémből, üllőn, kalapácsütések hatására veszi fel végleges alakját. Ez a technológia merőben különbözik más szobrászati és kisplasztikai eljárásoktól. A kovácsolással készült tárgyaknál a finom részletek a durva kalapáccsal nem alakíthatók ki, ezért a művésznek sokszor leegyszerűsített formában lényegre törő alkotásra kell törekednie.

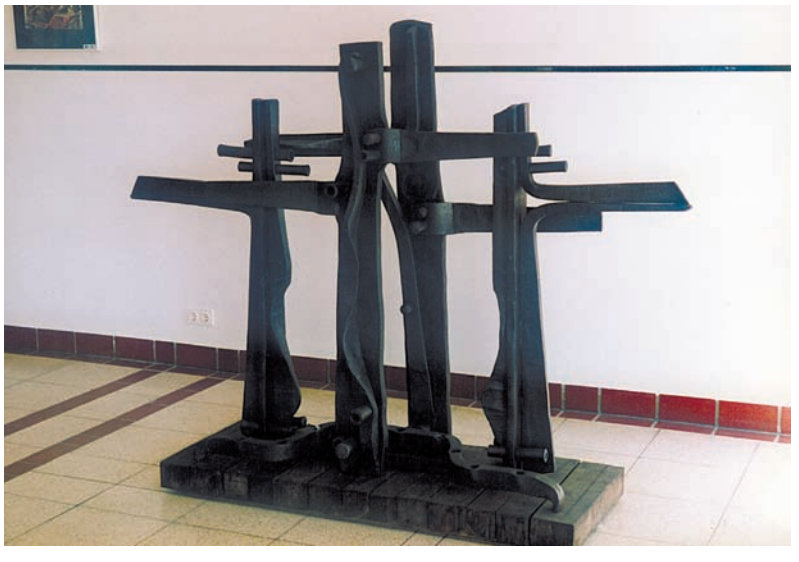
A korábbi történeti korszakokban is készítettek mesterek szobrokat, kisplasztikai alkotásokat. Ezeknél a műveknél a durva kovácsolás után a vas faragásával (vésésével), glavírozásával finomították, illetve díszítették alkotásukat, bizonyítva, hogy ez a művészeti ág szoros rokonságban van az ötvösséggel.

A plasztikai művet készítő mesternek nemcsak a kovácsolási technikát (technológiát) kell

11.1*a* ábra
II. világháborús emlékmű,
Tatabánya-Bánhida
Nausch Géza alkotása,
1992, (7,5 m)
11.1*b* ábra. Részlet

11.2. ábra. A Vereckei-hágón felállítandó, millecentenáriumi emlékműpályázatra készült makett

Seregi György alkotása, 1996, (70 cm)

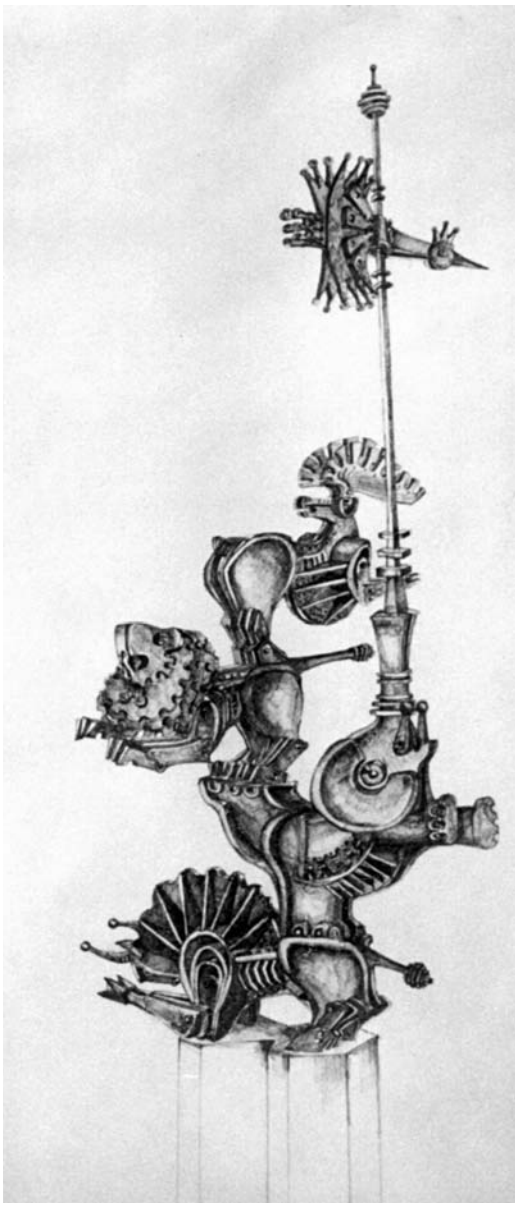


11.3 ábra. „Kálvária"
Antoni Doncsev alkotása

magas szinten művelnie, hanem képzőművészeti vonalon is adottságra, tehetségre, megfelelő előtanulmányokra van szüksége. Figyelembe kell venni, hogy a mű körbejárható térbeli alkotás, tehát a mondanivalónak minden oldalról érvényesülnie kell.

A kovácsolással készült *fémszobroknál* gyakori, hogy jelképek formájában ölt testet a mondanivaló. Ilyen a 11.1. ábrán látható – a Tatabánya-Bánhidán felállított – II. világháborús emlékmű, amelyen két álló kard fejezi ki a szobor alapgondolatát. A magasabbik kard szinte oltalmazza, védelmezi az alacsonyabbat.

A Vereckei-hágón felállítandó, millecentenáriumi emlékműpályázatra készült a 11.2. ábrán látható kovácsoltvas szobor, amelynél a térben csavarodó



11.4*a* ábra. „Égtájjelző”, Győr, Marcalli lakótelep
Bíró Tamás alkotása, 1985
11.4*b* ábra. Az „Égtájjelző” állatfigurái a felállítás előtt.
Oroszlán

íjak sorozata utal a honfoglaláskori, fergeteges lovasrohamokra. Anyaga rozsdamentes acél, amely az íjak külső élén fényesre van polírozva.

Jelképes keresztekből kovácsolta alkotója a „Kálvária” c. kompozíciót (11.3. ábra). A vastag anyagokból, csapokkal összeerősített elemekből készült mű erőt, egyben szenvedést is sugároz. A robusztus alkotást csak gépi kovácsolással lehetett megoldani, ezért a finomabb részletek bemutatását nem is várhatjuk a szerzőtől.

*Köztéri alkotás* a 11.4*a* ábrán látható „Égtájjelző” c. szobor. Az égtájak irányát egy-egy állatfigura jelzi. Az egyéni, sajátos stílusú állatfigurák közül az oroszlán különösen kifejező – önállóan is helytálló – kompozíció. Vastag lemezből kivágott alkotóelemekből készült a sörény, a bordázat, de még az első-hátsó láb is. A lemezek egymás mellé sorolása és erős szegecsekkel való összefogása jellemzi a szobor szerkezetét. Felállítása 1985-ben, a győri Marcalli lakótelepen történt. A konstruktív megoldások kiemelése elősegíti, hogy a szemlélő belelásson az állatfigurák csontvázába is. Stílusa rokonságot mutat a 11.3. ábrán látható „Kálvária” stílusával.

Szintén jelképes mondanivalója van a 11.5*a* ábrán bemutatott rozsdamentes acélból készült nagymarosi „Milleniumi életfa” c. alkotásnak. A történelem során – a török időktől, a világháborúkon, kitelepítéseken, gátépítésen keresztül napjainkig – sokat szenvedett kisváros múltjára és bizakodó jövőjére utal az a lendületes, fiatal hajtásokat hozó életfa, amely a millenium évében jelezni kívánja, hogy a város a következő ezer évben is élni és fejlődni kíván. A csobogó vízzel táplált fa törzse hét elemből áll, ezek kibontakozó ága szinte szárnyakká válik. Ezt a látványt fokozza az életfába komponált madárfej motívuma is (11-5*b* ábra).

A *kisplasztikai alkotások* között már találhatók figurális ábrázolások is. Ilyen a 11.6. ábrán látható „Szigeti emlék” c. mű. Itt a stégen álló és a nap felé forduló sudár nőalak formálásával a szerző egy nyári nap emlékét rögzítette. Pereházy Károly írja a Kovács Józsefről írt könyvében [38]: „A vágóval és kalapáccsal elnagyoltan megmunkált, merészen egyszerűsített formálásával – kihasználva a vas anyagszerűségében rejlő lehetőségeket – határozott jelleget adott művének, és próbálta tapasztalati megfigyelésekre alapozva konkrét képpel

11.5a ábra. Milleniumi életfa. Nagymaros
Seregi György alkotása, 2001

11.5b ábra
A 11.5a ábra részlete

11.6. ábra. „Szigeti emlék" Kovács József alkotása, 1994, (60 cm)

kifejezni a napot „imádó" embert". A vizet a stég alatti, lemezekből kovácsolt hullámzó motívumok jelképezik.

25×25 mm-es négyzetvasból kovácsolta alkotója a „Töprengő" c. kisplasztikát (11.7. ábra). Első látásra a mű a nézőben az egyszerű, lemezből készült munka benyomását kelti. A lehajtott stilizált fej, a domboruló, változó vastagságú köpeny és ezek átmenetét képező váll megformálása és homogenitása azonban egyértelművé teszi, hogy a mű egyetlen rúdanyagból készült. A leegyszerűsített, lényegre törő forma az alkotás legfőbb erénye.

Hasonlóan egy darab, 10×100 mm méretű laposvasból készült a „Korpusz" c. alkotás (11.8. ábra). A forma itt is a lehető legegyszerűbb, mégis kifejező erejű. A kovácsolási technológiával alkotója igen szemléletesen ábrázolta a testet felfüggesztő, kicsavarodó karokat és az egyszerű, hasítással képzett megtámasztó lábakat. A lehajtott fej a szenvedést és az elmúlást jelképezi. A részletek kidolgozására szinte már nincs is szükség.

A kovácsolási kisplasztika kedvenc témaköre az *állatok alakos ábrázolása* is. Láthatóan azonos kéz munkája a 11.9. ábrán látható „Madár" és a 11.10. ábrán bemutatott „Szöcske" c. kompozíció. A vastag lemezből kovácsolt, csapokkal összefogott konstruktív alkotásokról a szépen megszerkesztett gépelemek jutnak a néző eszébe. A vaskos anyagokon a kovácsolási nyomok jól érzékelhetők. A kubista stílusvonásokat hordozó műveken kecses vonalak is felfedezhetők.

Rozsdamentes acélból kovácsolták a 11.11. ábrán látható „Sasfej"-et. Az állat csőrét és tollazatának végeit készítője felpolírozta, fokozva és hangsúlyozva ezzel a fej jellegzetes részeit. A nyitott száj és a felborzolt tollazat jól kifejezi a félelmetes ragadozó jellemvonásait. A nyak durva izomzatának megmutatása anatómiai tanulmánynak is megfelel.

11.7. ábra. „Töprengő”
Seregi György alkotása,
1976, (20 cm)

11.8. ábra. „Korpusz”
Seregi György alkotása,
1997, (22×70 cm)

11.9. ábra. „Madár”
Anton Doncsev alkotása,
1980, (80 cm)

11.10. ábra. „Szöcske"
Anton Doncsev alkotása

Az oroszlán mellett a bika is az erőt, a hatalmat fejezi ki az állatvilágban. A vasszobrászok a bikát különféle felfogás szerint formálták meg. Egy ilyen jellegzetes alkotást mutat a 11.12. ábra. Ennél a bikánál a fej többrétegű, emeletes kialakítása adja az állat jellegét, félelmetes erejét. A fej faragott díszítése és formája mellett érdekessé, meseszerűvé teszi a hatalmas állatot. A terpesztett, felhasított lábak is ezt sugározzák.

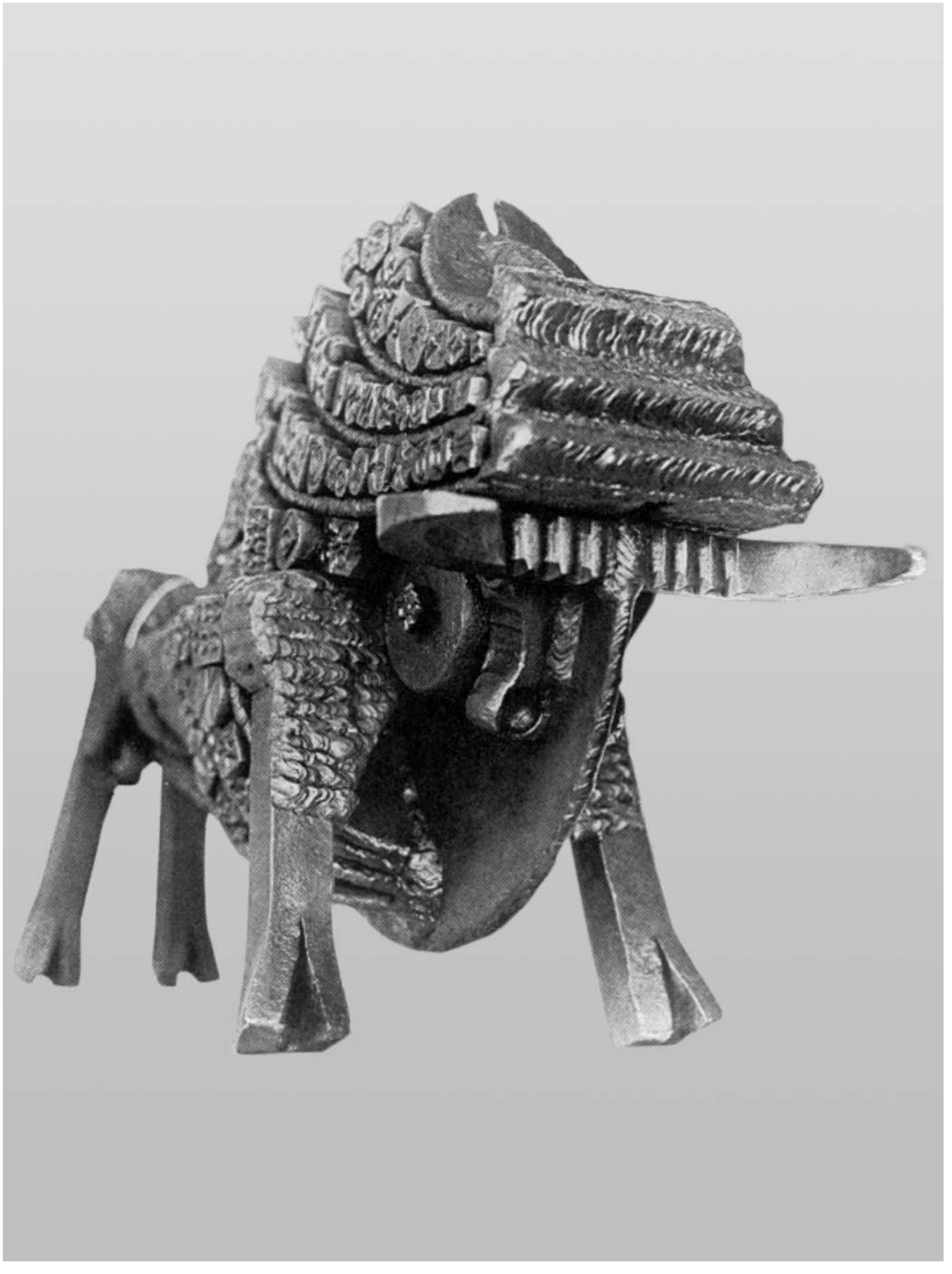
*Térkompozíciónak* nevezte alkotója a 11.13. ábrán látható művet. Ezen a munkán az Iparművészeti Főiskolán a múlt század 70-es éveiben kialakult kovácsolási stílus jellegzetes vonásai fedezhetők fel (l. még a 11.3*a*, 11.4*a*, 11.9. és a 11.10. ábrát). A vastag, autogénnel kivágott lemezeket gépi úton kovácsolták a kívánt formára. A szárnyak gyűrűkhöz, a gyűrűk egy törzshöz kapcsolódnak. Hogy pontosan mit is jelenítenek meg a szépen ívelő, bordázott szárnyak, azt az alkotó a szemlélőre bízta.

*Térbeli láncok* láthatók a 11.14. és a 11.15. ábrán. A tipikus kovácsolási technológiákat alkalmazó megoldásoknál az első esetben egymás mögötti síkokban, a másodikban különböző, egymásra merőleges síkban kapcsolódnak egymáshoz a láncszemek. Az utóbbi hatása szinte áttört oszlop benyomását kelti.

Valóságos oszlopot mutat a 11.16. ábra. A felhasított és elforgatott motívumokkal alkotója plasztikus, igen markáns díszítést adott az oszlopfőnek. Eredetiségével, a tűzi kovácsolást reprezentáló megoldásaival tűnik ki, akár a 11.17. ábrán látható „Plasztika" c. alkotás.

A budapesti Városligeti fasor 47–49. számú villát eredeti szecessziós stílusban újították fel. Ebbe készült az a hasonló stílusú folyondár, amely a 11.18*a* ábrán látható. A folyondár háromdimenziós kialakítású. A gyökerek (11.18*b* ábra), a bimbók, a sarjadó hajtások térben helyezkednek el. Az indák tekeredésének, szélesedésének, vékonyodásának és csavarodásának

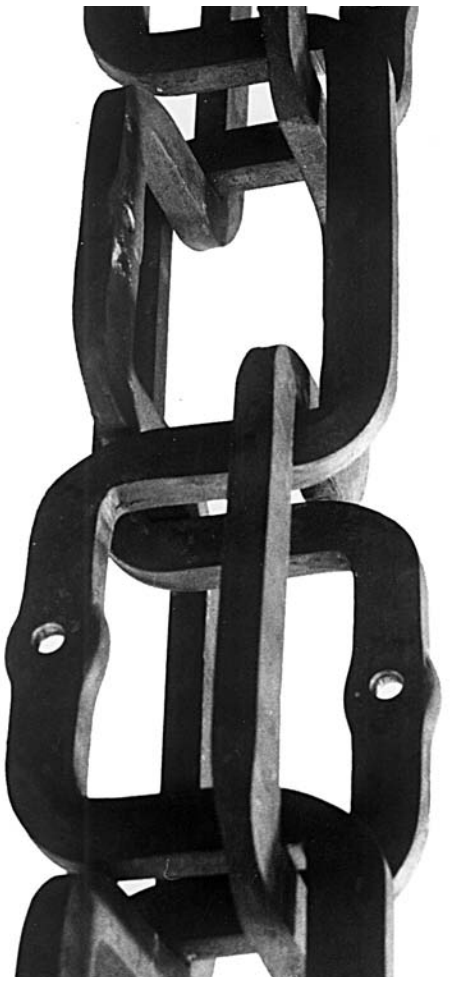
11.11. ábra. „Sasfej”
Seregi György alkotása,
1999, (23×48 cm)



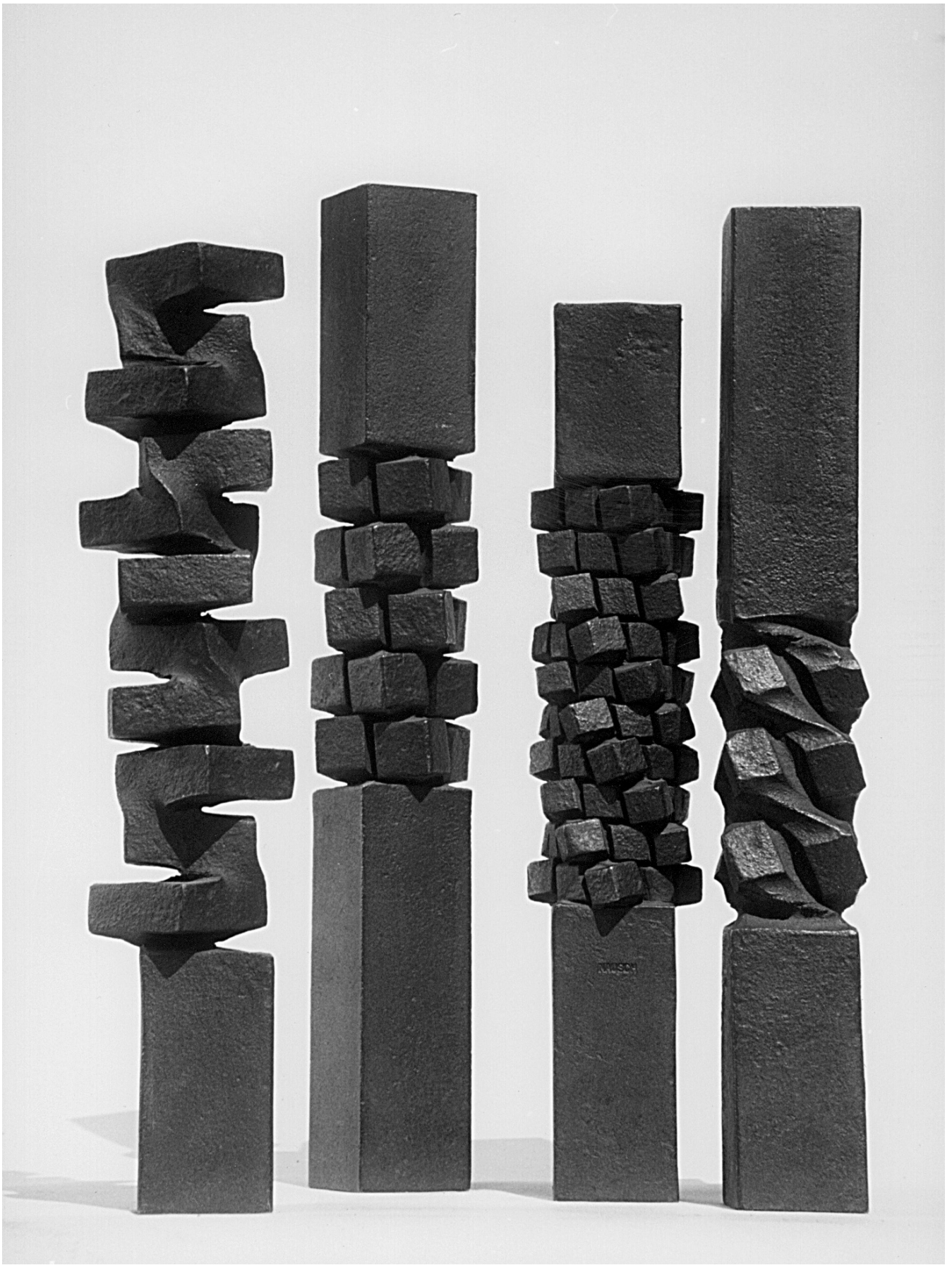
11.12. ábra. „Bika”
Pölöskei József alkotása

11.13. ábra. Térkompozíció
Anton Doncsev alkotása,
1983

11.14. ábra.Többrétegű
láncszem. Kovács József
alkotása



11.15. ábra. Tanulmány
Nausch Géza alkotása,
1975., 140 cm



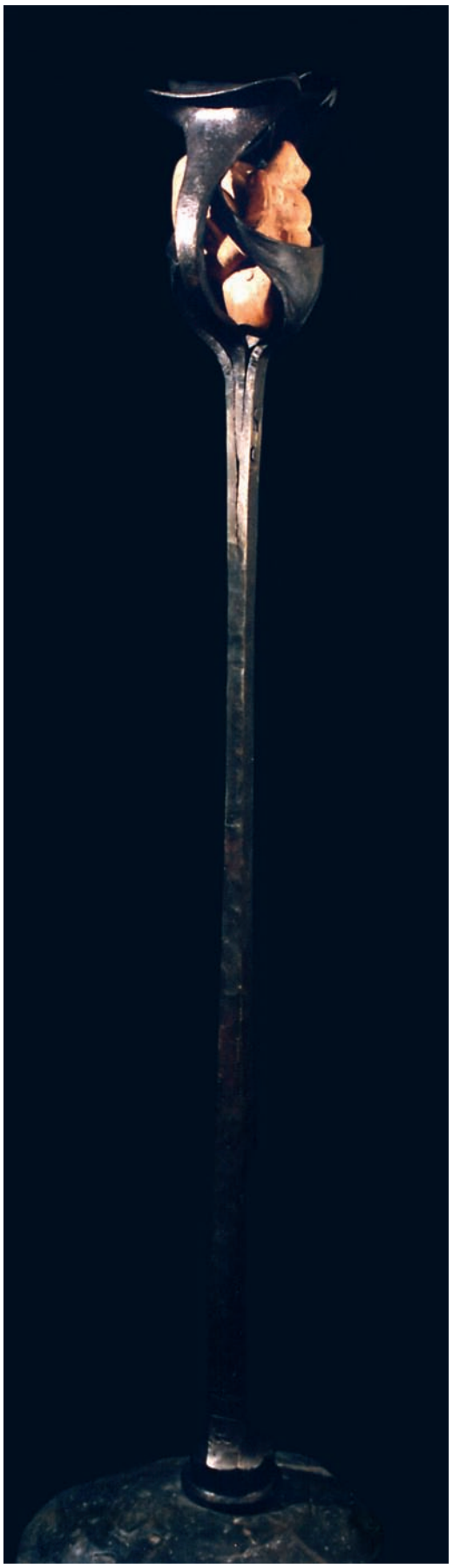
11.16. ábra. Oszlop. Nausch Géza alkotása, 1980, (6×6 cm, magassága: 40 cm)

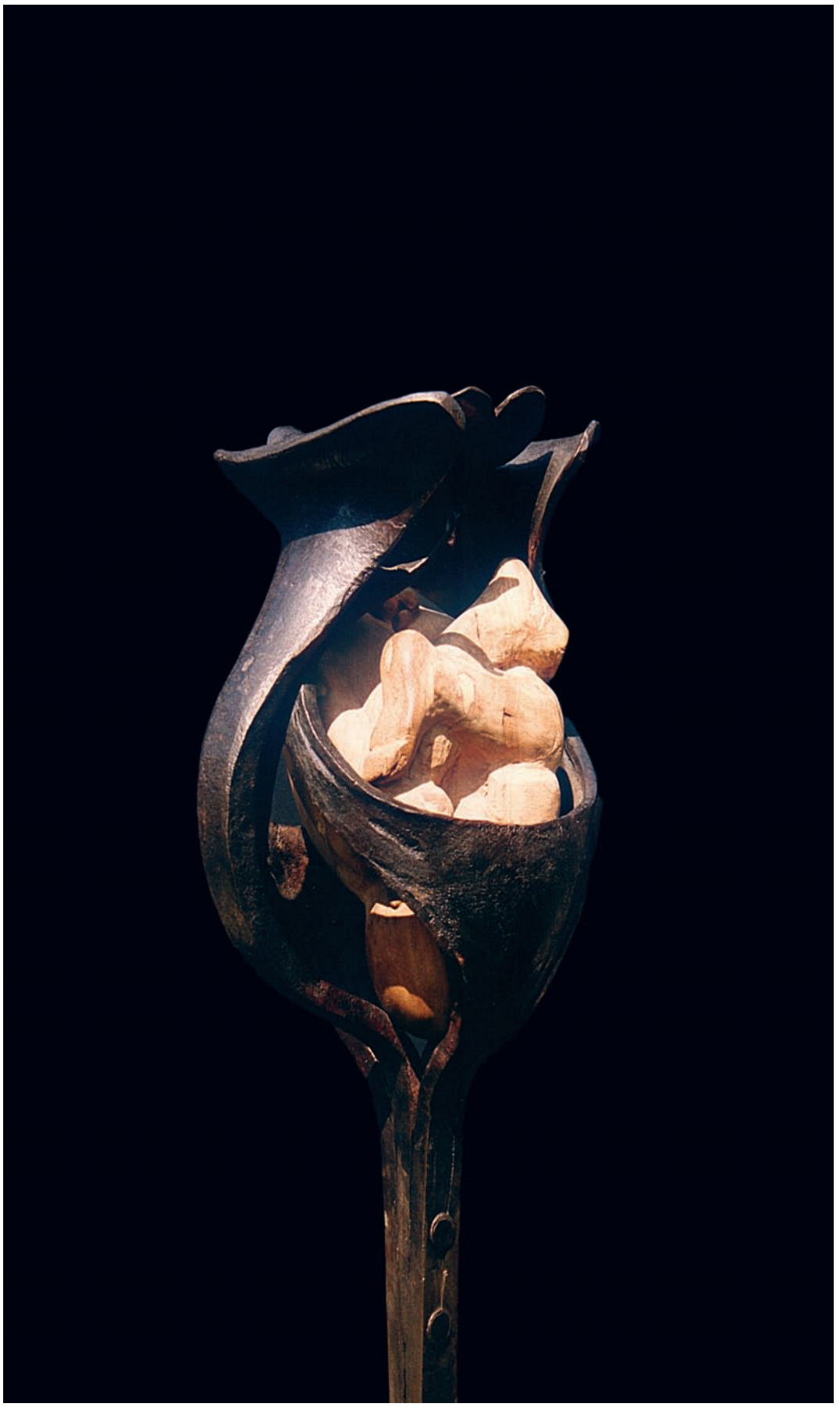
11.17. ábra. „Plasztika"
Kovács László alkotása

11.18a ábra. Szecessziós folyondár, Resonator Kft. Budapest, Városligeti fasor 47.
Seregi György alkotása, 1997, (420×480 cm)

11.18b ábra. Részlet (alsó csomópont)

11.19. ábra
Latinovics Zoltán sírkeresztje
Lehoczky János alkotása





11.20*c* ábra. Részlet (felülnézet)

11.20*a* ábra. „Védettségben"
Seregi György alkotása, 1985, (18×130 cm)
11.20*b* ábra. Részlet (fejkiképzés)

csak a lendülete ragadja meg a szemlélőt, nem gondolva arra, hogy mindezt nagy szilárdságú acélból kovácsolták.

A Latinovics Zoltán *sírkövéhez* készült, vasból kovácsolt kereszt önmagában ugyan síkbeli alkotás, elhelyezése következtében azonban körbejárható, és a tér bármely pontjából szemlélhető. Ezért lehetséges a plasztikus művek között említeni. A cikornyás, csavartmintás, túldíszített barokk temetői keresztektől eltérően ez a mű is modern felfogásban készült. A négy elemből kovácsolt kereszt úgy van összeállítva, hogy a motívum az illesztési hézagok által belül ismét megjelenik. A végigkovácsolt elemek hol szélesednek, hol karcsúsodnak (11.19. ábra).

A 11.20*a* ábrán levő alkotáson az anyaméhben fejlődő embrió még védettségben, biztonságban érezheti magát. Az erős vasból készült burok szinte abroncsszerűen védi a puhább, lágyabb anyagú, fából megformált embriót (11.20*b* ábra). Az abroncsok azonban felül kitárulnak, szétnyílnak, utat engedve a közelgő szülés aktusának (11.20*c* ábra). Csak az alkotás mestere tudná megmondani, hogy a gyúlékony fából készült figurát a tüzes vasból megmunkált burokba milyen módon tudta bezárni.

„...NINCS MIT TENNI, ORDÍTSON, ÁLLJON A FEJE TETEJÉRE,

EL KELL KEZDENI A KOVÁCSOLÁST.

HÓHÉRPALLOS VAGY KATANA, WILKINSON VAGY PATKÓSZEG;

MINDEGY, MOST MÁR CSAK SZÓLALJON MEG AZ ÜLLŐ

S EMELGETNI LEHESSEN A PÖRÖLYT.

MINT AZELŐTT. MINT MINDIG.

...HÁTHA AZZAL, HOGY ÚJRA MEGKAPASZKODUNK

A KALAPÁCS NYELÉBEN, A RÉGI RENDBŐL

IS VISSZAHOZUNK VALAMIT."

12

SZILÁGYI ISTVÁN: I.M.; 317. OLD.

# RESTAURÁCIÓS MUNKÁK

A mai magyar iparművészeknek igen széles körű, szerteágazó feladatokkal kell megküzdeniük. Hasonlóan más szakmákhoz, a kovács-iparművész hivatás terén is szakosodás tapasztalható. A különböző ágak összetartó, kohéziós ereje a kovácsszakma és az anyag hagyománytisztelő szeretete. Régebben a szépen megalkotott kovácsoltvas tárgyak javítását, átalakítását olyan „mesterekre" bízták, akik – nem ismerve a történeti stílusok formavilágát, technológiáját – a saját ízlésüknek, tudásuknak megfelelően sokszor szakszerűtlen munkát végeztek.

Napjaink igényeinek megfelelően az arra „érett" műtárgyakat az utókornak – mint nemzeti kulturális örökséget – kötelességünk megőrizni. A restaurálás sokoldalú szellemi és manuális tudást igénylő hivatás. A restaurátornak jól kell ismernie a művészettörténetet, azon belül a (6. fejezetben taglalt) kovácsoltvas tárgyakra jellemző stílusjegyeket. A különböző stílusú alkotásokat lehetőleg az adott kor technikájával kell elkészíteni. A szakma ismeretén kívül jó rajz-, ábrázoló-, mintázókészség is nélkülözhetetlen. A restaurátorra komoly felelősség nehezedik egy-egy értékes kovácsoltvas tárgy kezelésekor. A restaurálásnak vannak elvi szempontjai, amelyeket a gyakorlatban a lehetőségek szerint be kell tartani, de nem szabad őket dogmatikusan alkalmazni. A különböző állagú restaurálandó tárgy sokféle gyakorlati kezelést, eljárást igényel. Ha ezeket a tárgyakat egyetlen, általános „örökérvényű" recept szerint kezelnék, jóvátehetetlen károkat okoznának. Ezért néha a szakemberek véleménye sem egységes az elvi szempontok betartásának tekintetében. Nagyon gyakori, amikor egy nemzetközileg ismert értékes műtárgy restaurálása előtt elismert szakemberek „konzíliumot" tartanak a lehetséges technológiai műveletekről, azok sorrendjéről, a kezelési módokról, az elvi és etikai szempontokról. Az ilyen hosszas megbeszéléseken általában kompromisszumos megoldások születnek. A jó szakember mindenkor el tudja dönteni, hogy melyik tárgyhoz milyen módszerrel nyúljon hozzá, milyen mértékig avatkozzon be, és mikor tekintse a tárgy kezelését befejezettnek.

Általában elfogadott szempont, hogy – a művészeti és történeti értékek lehetőleg maximális megmentése mellett – adják vissza a kovácsoltvas tárgynak az eredetit legjobban megközelítő formáját, annak figyelembevételével, hogy korabeli funkcióját, használhatóságát megtartsa, és restaurálás után időt álló maradjon [28].

12.1. ábra. Tobakosok keresztje Szentendrén
Restaurálás előtti állapot
Fotó: Jeges András

Felületkezeléskor figyelembe kell venni, hogy a tárgy külső térbe savas esőnek, UV-sugárzásnak kitett környezetbe kerül vissza, vagy múzeumi körülmények között tárolják. Mivel minden tárgy más és más, kezelésük is minden esetben egyedi feladat elé állítja a szakembert. A restaurálandó alkotás alapos, minden részletre kiterjedő vizsgálata után jól átgondolt *restaurálási tervet* kell készíteni. A tervnek az alábbi főbb fejezetekre kell kitérnie:

– A kezelendő tárgy meghatározása.
– A tárgy állapotának leírása, dokumentálása.
– A jelenlegi állapot összevetése a korábbi dokumentációkkal.
– A technológiai vizsgálatok elvégzése, kiértékelése.
– Az elvégzendő munkafolyamatok, pótlások, kezelések meghatározása.
– A munkafolyamatok dokumentálása fotózással, rajzokkal.
– Tanácsadás a mű gondozására és tárolására vonatkozóan.

A kovácsoltvas-restaurálás szép példája a Szentendrén található „Tobakosok keresztje".

12.2. ábra. Pajzs részlet
Fotó: Jeges András

12.3. ábra. Díszek egyengetés és konzerválás után
Fotó: Jeges András

12.4. ábra. Levéldíszek pótlása
és korhű szegecskötéssel rögzítése
Fotó: Jeges András

12.5. ábra. Aranyozás előkészítése
Fotó: Jeges András

12.6. ábra. A restaurált kereszt
Restaurátor: Jeges András
Fotó: Jeges András

Ez a hosszadalmas, türelmet próbáló munka Jeges András restaurátor vezetésével készült 1993-ban. A kereszt erősen lepusztult, hiányos és korrodált állapotából ítélve e szép barokk alkotás gazdátlanul, évszázadokon át állta az időjárás és a politika viharait (12.1. ábra). A gyakorlati munkafolyamatok első lépéseként óvatos körbefúrással és véséssel, sérülésmentesen kiemelték a keresztet a kőlábazatból. A továbbiakban a kereszt fő vázát meghagyva a szegecskötéseket bontották szét. A régi festékrétegeket szemcseszórással tisztították (l. a 4.2.1. pontot). A rozettákat, csigákat lágyítás után foszforsavval tisztították. A kereszt pajzslemezét és felső lemezkeresztjét így sem tudták megmenteni. Itt, a festékréteg alatt a korrózió szinte teljesen „elrágta” a lemezt (12.2. ábra). A szétbontott kereszt vázát és „alkatrészeit” lágyítva, melegen egyengették ki (12.3. ábra). A levéldíszeket a 12.4. ábra szerint pótolták, majd négyzet keresztmetszetű szegecsekkel rögzítették a vázra. A kiegészítéseket 2 mm-es lemezből kovácsolták. A kereszt felső ívét dokumentumok, régi fényképek alapján újra elkészítették. A kereszt szétbontása során aranyozási nyomokat találtak. Összeszerelés után a kereszt egész felületét foszforsavval passziválták, majd korhű módon ólommíniumos festékkel alapozták. Fedőrétegként hagyományos olajfestéket hordtak fel. Az aranyozási felületeket mixtionrétegekkel alapozták, majd 23 karátos aranyfüst lemezt

12.7*a* ábra
A mosonmagyaróvári „Segítő Máriához" patika eredeti cégére 1690-ből
Fotó: Lenzsöl Péter

helyeztek rá (12.5. ábra). Végső lépésként a keresztet korhűen, ólomkiöntéssel az eredeti helyén rögzítették (12.6. ábra).

Gyakran előfordul, hogy olyan kovácsoltvas tárgyat kell restaurálni, amely nagymértékben hiányos, vagy csak néhány megmaradt darabjából kell az eredetit elkészíteni. Ilyenkor már *rekonstrukcióról* van szó. A pótlásokat, kiegészítéseket főleg a tárgy eredeti funkciójának és esztétikai megjelenésének érdekében végzik. Mindenkor ügyelnek arra, hogy a pótolt rész ne legyen feltűnő sem anyagában, sem kidolgozásában. Ezért a tárgyat összességében tekintve végzik a javítást. Nem szabad, hogy a részletek túlzott vagy elégtelen kidolgozása a tárgy összbenyomásának rovására menjen. A kiegészítések, pótlások elvégzése előtt – hogy minél hűebben tudják a pótlást megformálni – a hasonló, korabeli kovácsolt tárgyak azonos alkatrészeit mind a formai, mind a technikai megoldások szemszögéből tanulmányozzák. Bizonyos nézetek szerint, ha a hiányos alkatrészeket idegen anyagokkal kell pótolni, akkor a kiegészítéseknek határozottan látszaniuk, és az eredetitől elütniük kell, különben a tárgy hamisításnak tekinthető. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a kovácsműves alkotásoknál bármely pótlás vagy kiegészítés – még ha tökéletesnek is látszik és korabeli technológiát alkalmazva készült – tüzetesebb vizsgálódás után a jó szakember számára kiderül. Ugyanúgy,

12.7*b* ábra. A patikacégér másolata 1999-ből
Készítették: Seregi György kovács iparművész és Dusanek János festőművész

mint minden kézírás, a kézzel készített kovácsolt „alkatrész” is magán viseli a mester apró, egyéni kézjegyét és annak jellemző nyomait.

A kiegészítések mértéke egy tárgyon belül az ésszerűség határait nem haladhatja meg. Például, ha egy-két korabeli „töredékből” kell felépíteni egy kovácsolt kaput, korántsem beszélhetünk restaurálásról, legfeljebb rekonstrukcióról. Ilyen esetekben a pótolt részekbe beütik a „kiegészítés” (kópia) feliratot [28].

Kivételes esetekben a restaurátor és a különböző hatóságok (például a Műemlékvédelmi Felügyelőség) kompromisszumos megoldásként úgy döntenek, hogy az eredeti tárgyat a megtalált állapotban kell konzerválni, s azt mint értékes kulturális örökséget megóvni és múzeumba elhelyezni. Ebben az esetben a tárgyról készülhet korhű másolat bemutatás céljából, amelyet a *múzeumi másolat szabályai* szerint kell elkészíteni. Ilyenkor

– a másolat méretét néhányszázalékosan megváltoztatják;
– beleütik a másolat vagy „kópia” feliratot;
– feltüntetik készítésének időpontját, alkotójának nevét, szignóját.

Ez a „replika” láthatja el ismét a műtárgy további funkcióját. Erre mutat példát a 12.7*a, b* ábrán látható mosonmagyaróvári „Segítő Máriához Patika” cégére, amely eredetileg 1690-ben, a másolat pedig 1999-ben készült.

„AZ ARANYNAK, EZÜSTNEK,

RÉZNEK ÉS VASNAK

SE SZERI, SE SZÁMA.

FOGJ MUNKÁHOZ, AZ ÚR LEGYEN VELED.”

---

(1. KRÓN. 22. 16)

# IRODALOMJEGYZÉK


[1] *Dr. Koós Károly–Szabó Tamás:* A vas ízei. Bukarest, Kriterion Könyvkiadó, 1988.
[2] *Catherine Prade:* L'histoire du fer des origines au XVIII[e] si cle. METIERS d'ART, avril, 1982., 8–18. old.
[3] *Andai Pál:* A mérnöki alkotás története. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1959.
[4] *Pereházy Károly:* Stílus és technika a kovácsoltvas-művességben.
[5] *Pereházy Károly*: Az európai kovácsoltvas-művesség története. Budapest, Képzőművészeti Kiadó, 1984.
[6] *Margarete Baur–Heinhold*: Schmiedeeisen Gitter, Tore und Gelander. München, Verlag Georg D. W. Callwey, 1977.
[7] *J. Julier*: Schmiedeeisen. München, Schuler Verlagsgesellschaft mbH, 1973.
[8] *Albert France-Lanord*: L'art de la serrurerie au XVIII[e] si cle et Jean Lamour. Metiers d'Art, avril, 1982., 32–42. old.
[9] *Edvi Illés Aladár*: A középkor vasművessége. I. rész. Román stílus. Iparosok olvasótára 2. és 7. szám. II. rész. Csúcsíves (Góth) stílus. Budapest, 1896. Lampel Róbert cs. és kir. udv. könyvkereskedés kiadása. A reneszánsz korszakának vasművessége. Iparosok olvasótára 8. sz., Bpest, 1897. Lampel Róbert cs. és kir. udv. könyvkereskedés kiadása. A 17., 18. és 19. század vasművessége. Iparosok olvasótára 2–3. szám. Bpest, 1898. Lampel Róbert cs. és kir. udv. könyvkereskedés kiadása
[10] *Pereházy Károly–Koltai Sándor:* Mesterség, Művészet, Ipar. A „Fémmunkás" Vállalat Ferencvárosi Gyárának monográfiája. Budapest, ÉTK, 1986.
[11] *Pereházy Károly*: Kovácsoltvas-művességünk története, kutatásának és művelésének jelenlegi helyzete. PAVILLON Építészet; Művészet; Történet. 1993. 8. szám, 94. szám, 94–101. old.
[12] *Ozdobné Kovové*: PLOTY A MŘÍŽE. Grada Publishing, 1999.
[13] *Koczog Ákos*: Mai magyar iparművészet. Fémművesség. Budapest, Képzőművészeti Alap Kiadóvállalat, 1977.
[14] *Fritz Kühn–Ernst Schindler–M. L. di Michiel*: Gittertüren, Gittertore. Lübeck, Charles Coleman Buch- und Zeitschriften Verlag KG., 1967.
[15] *Fritz Kühn:* Sehen und Gestalten. Lipcse, 1962., 6. kiadás.
[16] *Fritz Kühn*: Schmiedeeisen. Leipzig, Im Prisma-Verlag, 1967.
[17] *Stahl und Form*: Kunst der Gestaltung bei Fritz Kühn. Düsseldorf, Verlag Stahleisen gmbH., 1967.
[18] *Bieber Károly*: A díszműkovács. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, Ipari szakkönyvtár, 104–106. old.
[19] *Pereházy Károly*: Bieber Károly. Budapest, Képzőművészeti Kiadóvállalat, 1975.
[20] *Kövesi András*: Pest-Buda utolsó klasszikus és első modern kovácsművésze: Bieber Károly. Élet és tudomány, 1972. jan. 7.
[21] *Osztatni Mihály*: Konverteracél-gyártás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1982.
[22] *Dr. Halász Ottó–Dr. Platthy Pál*: Acélszerkezetek. Budapest, Tankönyvkiadó, 1989.
[23] *Dr. Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Budapest, Tankönyvkiadó, 1984.
[24] *Latinák István*: Kovácsolás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1977.
[25] *Dr. Seregi György*: Magasépítési alumíniumszerkezetek. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1992.
[26] *Dr. Domony András*: Alumínium-kézikönyv. Budapest, Műszaki Könyvkiadó
[27] *Fritz Kühn*: Geschmiedetes Eisen. Tübingen, Verlag Ernst Wasmuth, 1977.
[28] *Halmágyi Szabolcs–Riedel Lóránt*: Régi fegyverekről. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1986.
[29] *Sárádi Kálmán:* Művészi kovácsolás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1975.
[30] *Dr. Németh Ferenc*: Statika. Budapest, Panem–McGraw-Hill, 1996.
[31] Magyar Iparművészet. III. évf. 6. szám, 1900. november. Magyar Iparművészeti Társulat kiadványa.
[32] *Otfried Kastner*: Schmiedehandwerk im Barock. Linz/Donau, Verlag J. Wimmer, 1971.
[33] *Pallai Sándor*: Fémdíszmű. 2. kiadás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1976.
[34] Fémfelületek ipari festése. Tikkurila Cootings Kft., 1999.
[35] *Pereházy Károly*: Kovácsoltvas kerítések-kapuk. Családi ház, 1999/1.
[36] *Pereházy Károly*: Művészi kovácsoltvas munkák a Magyar Külkereskedelmi Bank székházán. Alpár Ede és Lehoczky János alkotásai. Rekont Bt., Budapest, 1999.
[37] *Kristina von Wieland*: Vom Zauber alten Schmiedeeisens. Freiburg im Breisgau, Rombach+Co GmbH, 1981.

[38] *Pereházy Károly*: Kovács József, 1945–1994. Budapest, Körmendi Galéria, 1997.
[39] *Nikolaus Pevsner*: Az európai építészet története. Budapest, Corvina, 3. kiadás, 1983.
[40] *Pereházy Károly*: Magyarországi kovácsoltvas-művesség. Budapest, Corvina Kiadó, 1982.
[41] *Pereházy Károly*: A kovácsoltvas-művességről. Öntödei Múzeumi füzetek, 2000. Budapest, In detail. Építészeti részletek 6 Bt. Kiadó, Budapest, 1999.
[42] *Otto Hőver:* Das Eisenwerk. Die Kunstformen des Schmiedeeisen vom Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts.
[43] *Franz Sales Meyer*: Handbuch der Schmiedekunst. Az 1888-as Leipzig-i kiadás reprint kiadása. Thomas Hoof Kg. Waltrop und Leipzig, 1998.
[44] *O. Arnheim*: Moderne Schmiede-arbeiten. Leipzig, Verlag von Bernh., Friedr. Voigt, 1903.
[45] *Günter Hanisch:* Fritz Kühn in Memoriam 1910–1967. Berlin, Evangelische Verlagsantalt, 1970.
[46] *Paul Artaria*: Kunstschmiedearbeiten. Basel, WEPE & Co. Verlag, 1960.
[47] *Paul Bridge and Desings in Metal.* Austin Crossland William Clowes & Sons Ltd. London, 1974.
[48] *Hans Scheel*: Schmiede- und Schlosserarbeiten. Stuttgart, Julius Hoffmann Verlag, 1965.
[49] *Fridolin Wolf*: Kunstschmiedepraxis. Charles Coleman. Buch- und Zeitschriffen-Verlag Kg., Lübeck, 1974.
[50] Stahl und Form: Schmiedearbeiten von Franz J. Peters. Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf, 1967.
[51] Stahl und Form: Geschmiedete skulpturen von Paul Ashenbach. Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf, 1964.
[52] *Ernyei Gyula*: Seregi György kovács. Magyar Iparművészet, 1994/I., 42–43. old.
[53] *Pereházy Károly*: Az otthonok művészi kovácsoltvas-művessége. Családi Ház X. évf., 1998/5., 66–67. old.
[54] *Issekutz Erzsébet*: A vasvirágok lelke. Vasárnapi Magazin III. évf., 48. sz., 1995.
[55] *Dr. Seregi György*: Acél épületszerkezetek. Budapest, Gyorsjelentés Kiadó, 1995.
[56] *H vard Bergland:* Kunsten (Teknikk og tradisjon) Gylendal Norks Forlag; AS 2000 Norskog