

Első folytvasból épült közúti hidunk

Nyolcvanöt éve halt meg Totth Róbert

Jancsó Árpád

Temes megyei Út- és Hidépítő Vállalat

Jancsó Árpád ebben a tudománytörténeti tanulmányában folytatja a temesvári hidak bemutatását az első folytvasból épült közúti híd, az Aranyhorgony-híd történetével, az építésétől a lebontásáig, bemutatva a műtárgy tervezőjét és annak munkásságát.

Aranyhorgony-híd

A múlt század végén Temesvárnak öt nagy közúti vashídja volt: Bem-híd, Horgony-híd, Hunyadi-híd, Tigris utcai híd, Napóleon-híd. Ezek az 1870-es évek elején épültek. Borovszky Samu megemlíti monográfiájában, hogy „Török János polgármester ... a vashidak építését a Hunyadi-híddal vezette be” [1]. Itt emlékeztetek arra, hogy szintén Török Jánosnak köszönhető, hogy 1884-ben, elsőként Európában, a Bega-parti városba bevezették az utcai villanyvilágítást.

E vashidak némelyikét a századfordulón megerősítették, másokat pedig új híddal cserélték fel.

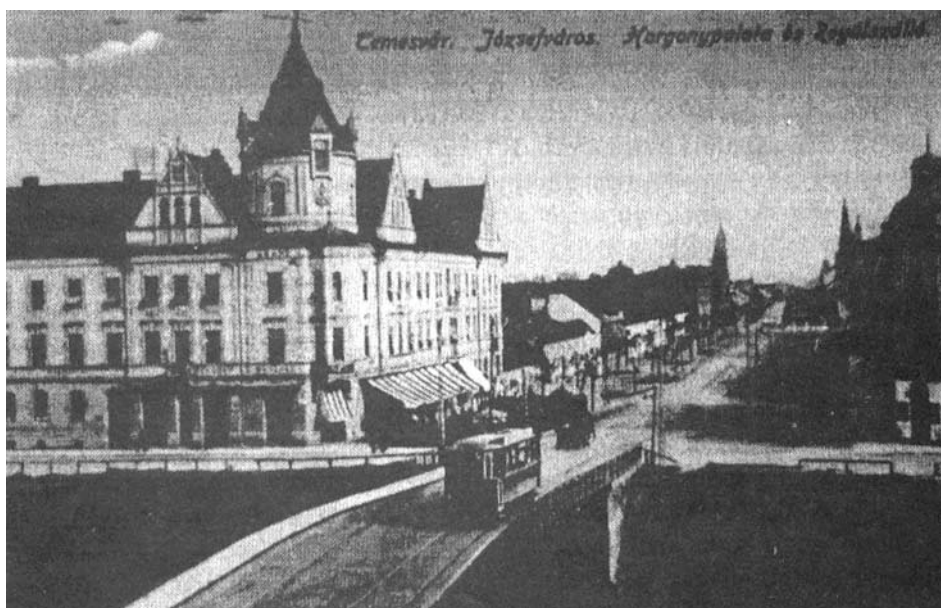
A régi (Arany) Horgony hidat 1891-ben helyettesítették egy új, kecses felépítésű acélhíddal, mely hosszú életet élt, s aggastyánként, recsegve-ropogva is híven szolgálta a várost, míg 1956-ban ő is átadta helyét új, vasbetonból épült utódjának.

Az Aranyhorgony-híd Temesvár egyik leghíresebb hídja volt. Nemcsak azért, mert a Józsefvárosi Pályaudvar, a régi Indóház felé vezető Bonnáz

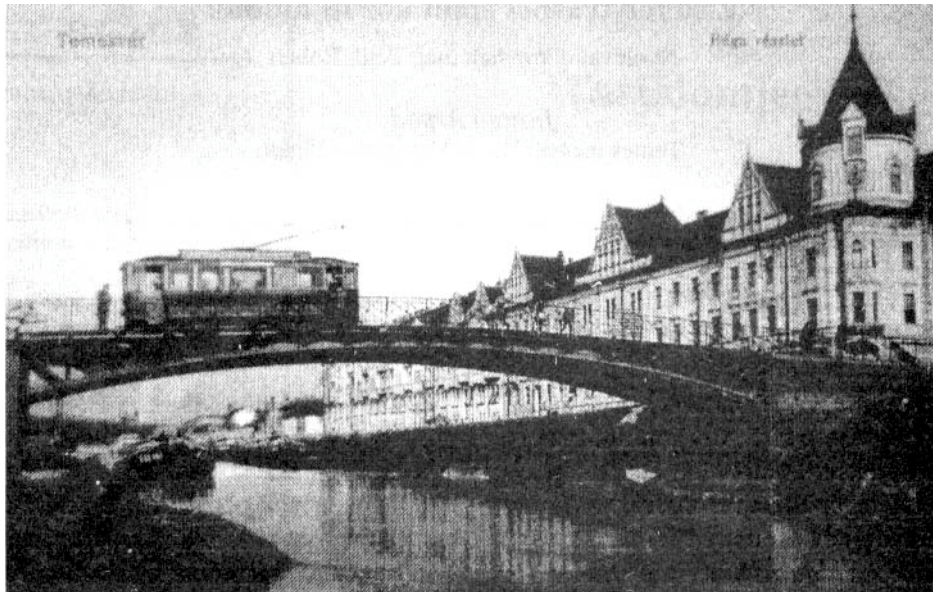
és Úri utcát kötötte össze a Bega felett, hanem azért is, mert ez a híd is matuzsálemi kort ért meg, mert kecses, igaz a közlekedés szempontjából nem oly előnyös szamar-hátú íve, mesterien megmunkált korlátja szép volt, hanem mert a hagyomány a nagy toronyépítő hídmérnök, Gustave Eiffel művének tulajdonítja. Ezt sulykolják a kedves turisták fejébe a Temesvárról szóló prospektusok is. Franz Engelmann csak ennyit mond a temesvári hidakról szóló írásában: „Nach dem System des berühmten pariser Turmbauers Ing Gustave Eiffel errichtet” [2].

Nem leltem nyomát annak, hogy a nagy francia, vagy annak legalábbis tervezőirodája készítette volna a terveket. Nem is találhattam volna ilyen dokumentumokat, mert nincsenek.

A nevezetes hidat valójában Totth Róbert, a szabadalmazott osztrák-magyar állami vasúttársaság resicai vasműhid-osztályának tehetséges főnöke tervezte. A századvégi nagy gazdasági fejlődés, a sok hídrendelés lehetőséget adott a fiatalon Resica-



Aranyhorgony-híd



bányára került mérnöknek, hogy elméleti tudását a gyakorlatban kamatoztassa. Ugyanakkor újszerű elgondolásait, a kor műszaki újdonságait is kivitelezhette. Nagy szerepe volt a folytvás alkalmazásának meghonosításában az addig használatos kavartvas helyett. Terve szerint épült meg 1891-ben a temesvári Horgony-híd, melyet nemsokára Ferencz Józsefről neveztek el. Ez volt a történelmi Magyarország első folytvás szerkezetű közúti hídja [3, 4]. Elméleti kérdésekkel is foglalkozott. Ezeket a Magyar Mérnök és Építész Egylet folyóiratában közölte. Fő tevékenysége azonban a tervezés és a hídosztály irányítása volt. Igazságossága közmondássá vált - írta róla a Temesvári hírlap [5]. Tervei alapján épült az Aradot Újaraddal összekötő Maroshíd (1891), valamint az 1919-ben és 1945-ben felrobbantott tokaji Erzsébet-híd a Tiszán (1896). Egy, Szentpéterváron, a Néván építendő hídra kiírt pályázaton, 1903-ban, 2000 rubelért vették meg második díjas pályamunkáját. Az 1894-es nemzetközi pályázaton, melyet a budapesti Fővám téri híd (ma Szabadság-híd) tervezésére írtak ki, benyújtott terve harmadik díjat nyert. Szintén ő tervezte a nagyváradi gyalogoshídat a Sebes-Körösön [3, 4, 5]. Tapasztalatait megosztotta Resicán dolgozó munkatársaival. Hídepítési ügyekben gyakran kértek ki véleményét, például tagja volt a temesvári Hunyadi-hídra érkezett pályázatok bírálóbizottságának is. Ötvenhét éves korában kellett átkeljen a Styxen. Temetésének napján szünetelt a munka, elnémultak a kalapácsütésektől mindig hangos csarnokok [5]. Az egyetlen eredeti aláírtas tervrajz, melyet fel tudtam kutatni a híd korlátjának rajza. A rajzot a szabadalmazott osztrák-magyar vasúttársaság resicai hídgárájában készítették 1891. III. 1.-én. Aláírás: Totth Róbert [7].

A városi tanács 1889-ben határozta el a régi Aranyhorgony-híd lebontását és egy új vashíd épí-

tését. A mérnöki hivatal elkészítette a híd vázlatos tervét és kiírta a versenytárgyalást. Az 1890. július hó 21-én keltezett műleírásban a mérnöki hivatal részletesen leírja a hídfők szerkezetét.

Az alépitményre kerülő vasszerkezetről a műleírás a következőket állapítja meg:

„A vasszerkezet fesztávolsága 31,7 m. A hídfők, talpkövek külső lapját véve - egymástól távolsága 30,8 m.

A vasszerkezet alsó élének magassága a 0 víztől, a híd közepén 4,9 m-nyire szerkeztetett, mint azt a temesvári m. kir. folyammérnökség előírta; a 0 víz függője 85.378, hozzáadva 4,9 m-t, lesz 90,278 függő a vasszerkezet alsó élének kottája (szintje).

A vasszerkezet elkészítésével az osztr. magy. állami vasúttársaság resicai gépgyára bízott meg" [7].

A műleírást Reiber Henrik, városi főmérnök írta alá. Reiber Henrik (Szabadka, 1834 - Temesvár, 1908) ősei Erfurt környékéről származtak. A múlt század közepén ők építették többek között a temesvári kormányzósági palotát (Dicasterium), a város máig legnagyobb épületét. Szívvel-lélekkel dolgoztak az új hazában, magukat büszkén vallva magyarnak (lásd még Kováts István - Egy szegény porfiú önéletrajza, Magvető Könyvkiadó; Budapest).

Az 1891. május 31-én keltezett „Versenyfeltetelek" szerint az ajánlatokat 1891. június 4-én de. 11 óráig kellett leadni a városi tanácsnál [7].

A Kereskedelemügyi Minisztérium hídosztálya nem sietett a tervek jóváhagyásával. Ezért Telbisz Károly, Temesvár legendás polgármestere sürgető levelet küldött a belügyminiszternek. Ez heves levelezést váltott ki a Belügyminisztérium és a Kereskedelemügyi Minisztérium között [6].

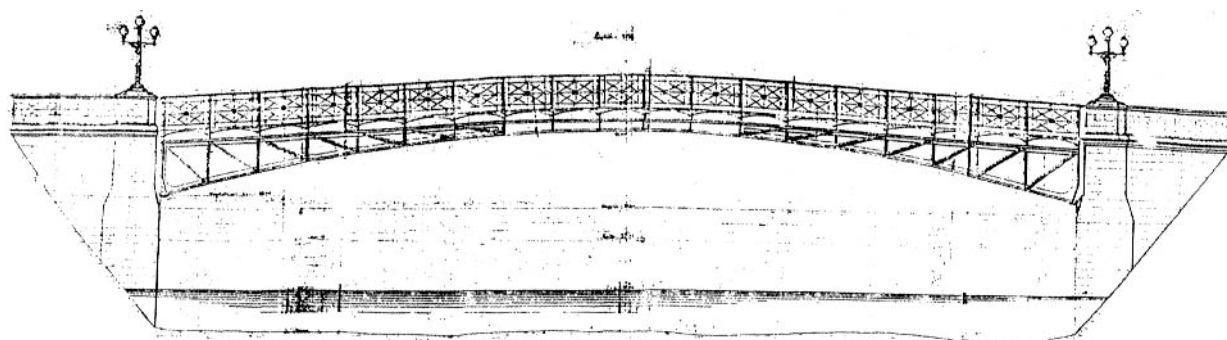
Az engedély végül is megérkezett s azonnal hozzáláttak a híd építéséhez.

A harmincméteres fesztávolságú új hidat még 1891-ben adták át a forgalomnak. A felszerkezetet öt parabolikus ívtartóból alakították ki, melyet Resicán gyártottak. Az útpályát faburkolattal látták el. A hídfőket téglából építették, belsejükben betonmaggal.

A híd nevééről annyit, hogy a mellette épült Aranyhorgony palotáról kapta. Később az „arany” elkopott, maradván a Horgonyhíd elnevezés. Aztán „ő császári és királyi fensége” tiszteletére ráruházták a Ferencz József-híd nevet. A Trianon utáni

nagy átkeresztelések idején pedig a Stefan cel Mare híd nevet aggatták rá.

1956-ban, amikor lebontásra ítélték a mind nehezebb gépjárművek és villamosok növekvő terhelését már nem bíró hidat, az új híd bukaresti tervezői meg akarták menteni a híd jellegzetes, még felhasználható elemeit (hossztartók, hídkorlát) egy gyalogoshíd építését javasolva, de a helyi hatóságok nem hagyták jóvá. Ezért, szép és híres hidunkról nem maradt ránk semmi más, csak egy pár fénykép. Legyen e rövid írás szerény virágcsokor a híd és tervezője képzeletbeli emléktábláján.



Irodalom

1. Borovszky Samu dr. szerkesztésében: Magyarország vármegyéi és városai, Temes vármegye és Temesvár monográfiája, Budapest
2. Franz Engelmann: Temesvar und seine Brücken, Neuer Weg Kalender, Bukarest, 1972.
3. Mihailich Győző: A XIX. és XX. századbeli magyar hídépítés története. Akadémiai könyvkiadó, Budapest, 1960. 4. Technikai fejlődésünk története 1867-1927. Kiadja a Magyar Mérnök és Építész-Egylet, Budapest, 1929.
4. Egy híres hídépítő halála, in: Temesvári hírlap, 1913. június 3.
5. Magyar Országos Levéltár, Budapest.
6. Arhiva R.A. Drumuri Municipale, Timisoara,- Temesvári Városi Útigazgatóság Archívuma, Temesvár.
7. Jancsó Árpád: Temesvári hidak krónikája, Temesvár (kézirat)
8. Jancsó Árpád: Temesvár hídjai, Közlekedés- és mélyépítés-tudományi Szemle, Budapest, 1995. szeptember.
9. Jancsó Árpád: Temesvári hidak, Ezredvég 4. szám, Temesvár, 1998.

Előregyártott körgyűrű keresztmetszetű oszlopokból kialakított többszintes vázszerkezet csomópontjainak vizsgálata

Dr. Kiss Zoltán, Becski Álmos
Kolozsvári Műszaki Egyetem

Ebben a munkában a két szerző a körkeresztmetszetű oszlopok felhasználásával kialakított vázszerkezetek csomópontjainak vizsgálatával foglalkozik.

Az oszlopok gazdaságos kivitelezése, valamint a szerkezetnek az oszlopokhoz való kapcsolódása kérdéseire próbálnak megfelelő választ adni.

1. Bevezető

A hagyományosan előregyártott vasbeton szerkezetek használata ma már egy jól bejáratott rendszer. Ha viszont, a napjainkban oly divatos kör keresztmetszetű oszlopokból szeretnénk többszintes, előregyártott vázszerkezetet kialakítani, akkor egész sor legyőzhetetlennek tűnő technikai nehézséggel találjuk magunkat szemben. Az első kérdés, hogyan tudjuk ezen oszlopokat gazdaságosan előregyártani, a második pedig, hogy ha ezek valamilyen módon elkészültek, akkor hogyan kapcsoljuk össze őket.

A jelen tanulmány ezekre a kérdésekre szeretne választ adni.

A körgyűrű keresztmetszetű oszlopok előállítására egy igen hatékony módszer a pörgetés. A pörgetés- mint tömörítési mód - nagy fordulatszámú forgatás centrifugális erőhatása útján hozza létre az összefüggő betonállományt. A tömörítéstől nagymértékben függenek a beton fizikai és mechanikai jellemzői (pl. szilárdsága), valamint az elem felületének finomsága, kopásállósága és zártsága.

A tömörítés hatékonysága mellett, fontos szerepet játszik ennek a műveletnek a gazdaságossága,

az előregyártási idő csökkentése és ebből kifolyólag a termelékenység növekedése.

Egy új típusú kapcsolati megoldást mutatunk be, ahol a kapcsolati elem is körgyűrű keresztmetszetű és szintén pörgetéssel állítják elő. (1. ábra)

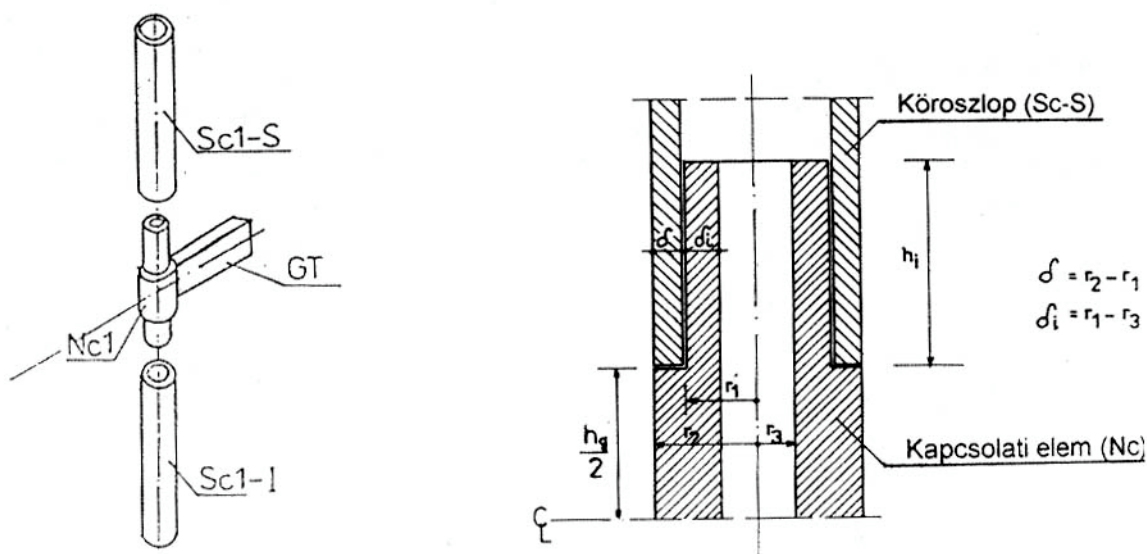
Az Nc-nek elnevezett csomóponti elem segítségével az előregyártott keretszerkezet egyszerűen és könnyen állítható össze. A kapcsolati elem különböző terhelési stádiumokban történő viselkedését analitikusan és kísérleti úton is tanulmányoztuk.

2. Numerikus vizsgálat

A végeelem módszeren alapuló számítási modell a kísérleti tesztelésnek alávetett próbaelem mintájára készült el. A kapcsolati elem geometriai jellemzői:

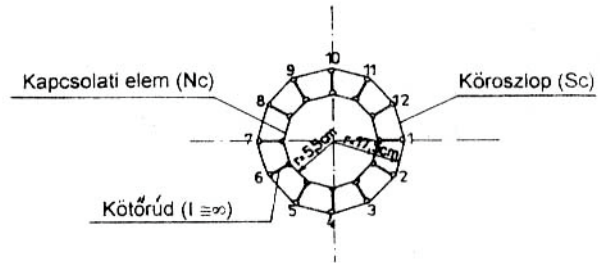
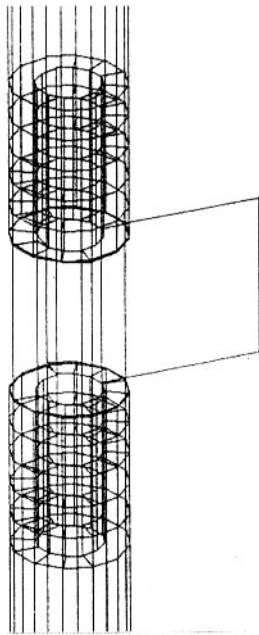
$$\left. \begin{array}{l} r_2 = 10,0 \text{ cm} \\ r_1 = 7,5 \text{ cm} \\ r_3 = 3,5 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \delta = 2,5 \text{ cm} ; \quad h_i = 20 \text{ cm} \\ \delta_i = 4,0 \text{ cm} ; \quad h_g = 20 \text{ cm} \end{array}$$

A számítási modellt a következőképpen alakítottuk ki:



1. ábra

Körgyűrű keresztmetszetű oszlopok kapcsolódása



2. ábra

Az egymásra csúsztatott részek felosztása és modellezése

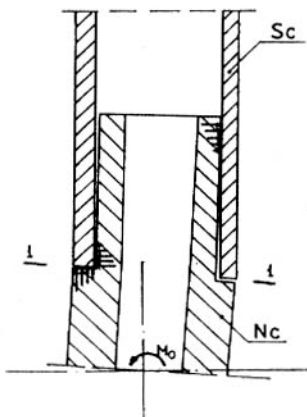
A csatlakozás hosszán az oszlopot (Sc) és a kapcsolati elemet (Nc) vízszintes síkokkal 5 egyforma gyűrűszakaszra osztottuk.

A gyűrűszakaszok szerepét egy-egy sokszög keresztmetszet (poligon) veszi át (2. ábra).

A poligon oldalai egyenes tengelyű, állandó keresztmetszetű rúdelemek, melyeknek keresztmetszeti jellemzőit (felület, nyírási felület, tehetlenségi nyomaték) a felosztás függvényében határoztuk meg.

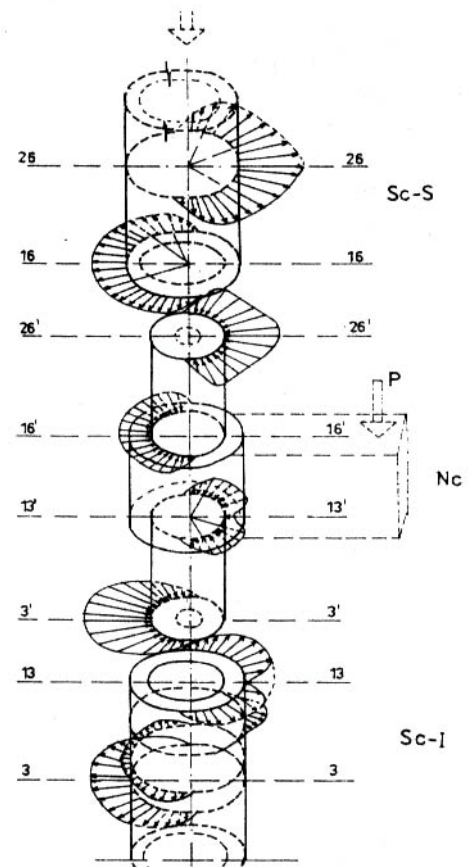
A számítási és kísérleti modell megtámasztási viszonyai és terhelése azonos.

A két csatolandó elemet modellező poligon csúcsai közé nagy merevségű, sugárirányú kötőelemeket iktattunk úgy, hogy ezek csatlakozása a poligon csúcsaihoz gömbcsuklóban történik.



3. ábra

A kapcsolatra jellemző igénybevételek

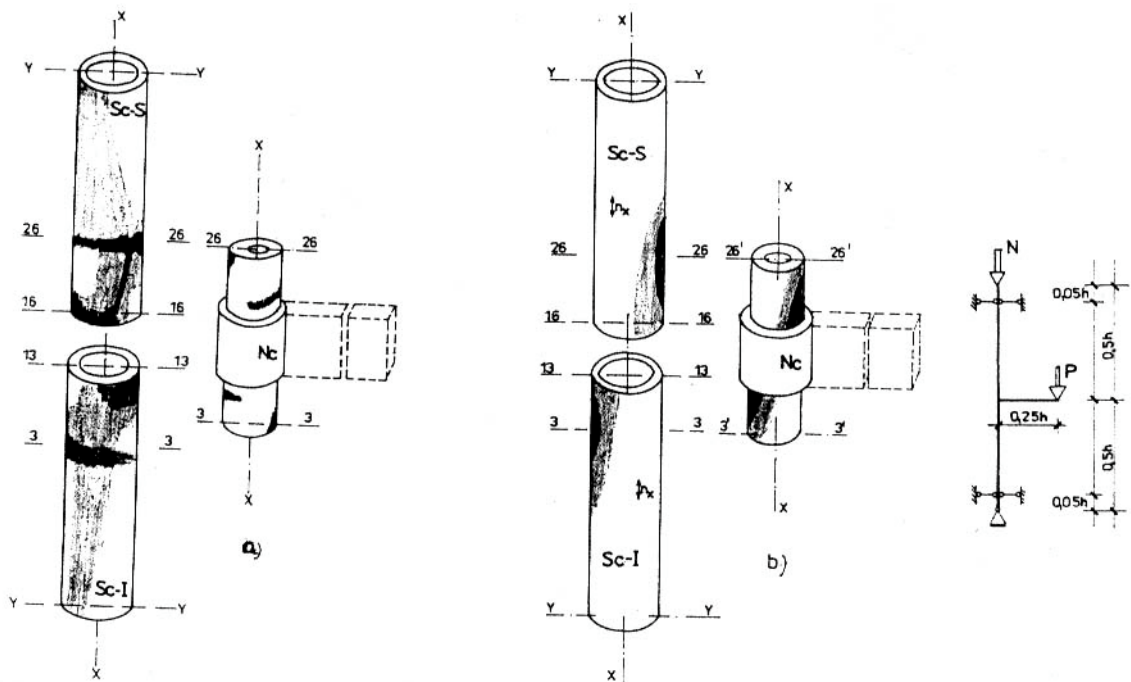


4. ábra

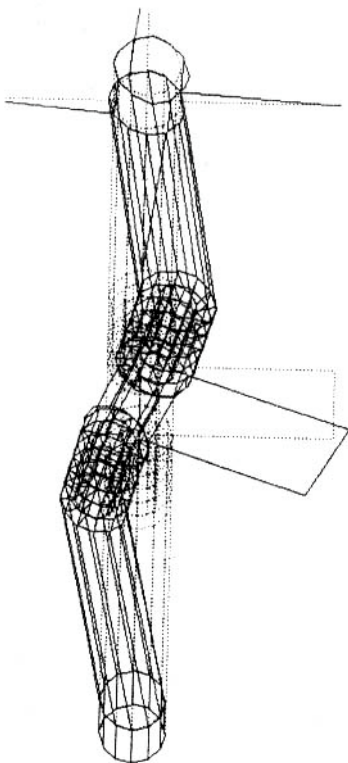
A kontaktfeszültségek elhelyezkedése a kapcsolatban

Mivel az oszlop (Sc) és a kapcsolati elem (Nc) között csak nyomóerők jöhetnek létre (3. ábra), azokat a kötőrudakat amelyekben húzás jelent meg egy első számítási ciklus után kiiktattuk.

A számítás iteratív volt, valahányszor húzás jelent meg valamelyik kötőrudban, azt kiküszöböltük, addig, amíg mindenik kötőelemben nyomóerőt kaptunk.



5. ábra
 n_ϕ vízszintes húzóerők (a) és n_x függőleges húzóerők



6. ábra
A számítási modell alakváltozása

A 4. ábrán az igénybevétel során ébredő sugárirányú kontaktfeszültségek láthatók az alsó (Sc-I) és felső (Sc-S) oszlopvégeken illetve a kapcsolati elemen (Nc). Az 5. ábra a kapcsolatban keletkező vízszintes (n_ϕ) valamint függőleges (n_x) húzóerőket szemlélteti, a sötétebb árnyalattal a nagyobb feszültségeket jelöltük.

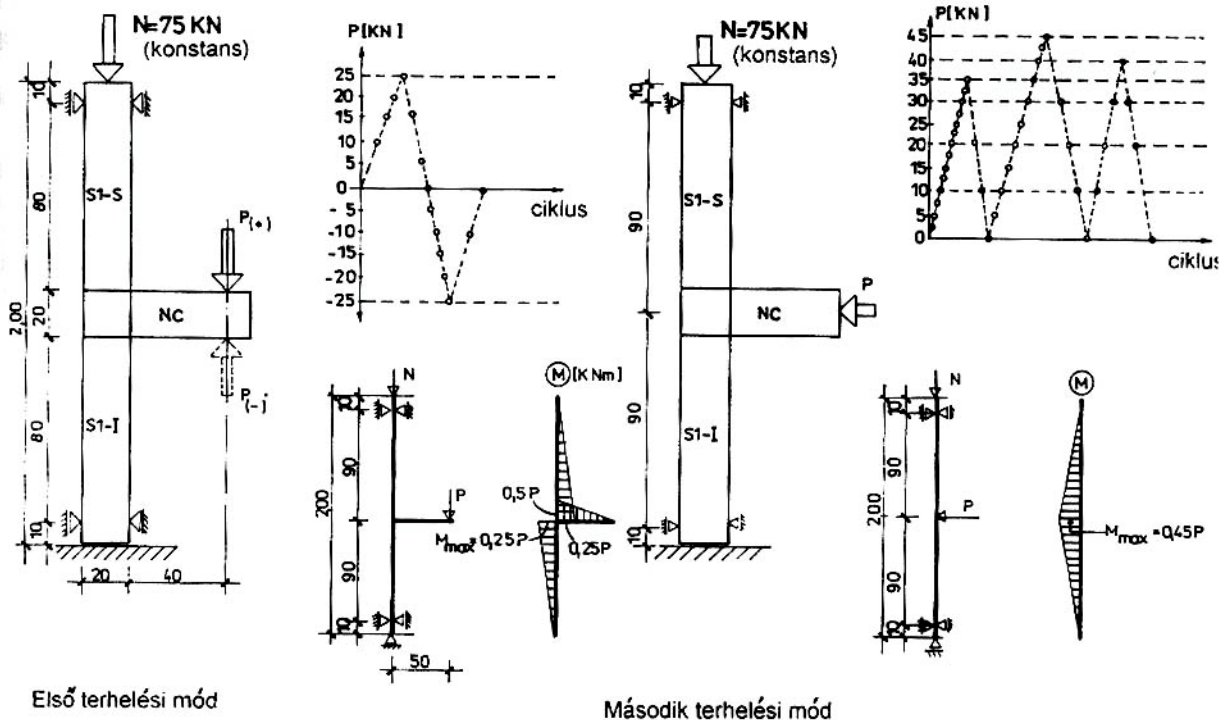
A kapcsolási elem számítási modelljének alakváltozása a 6. ábrán látható.

3. Kísérleti vizsgálat

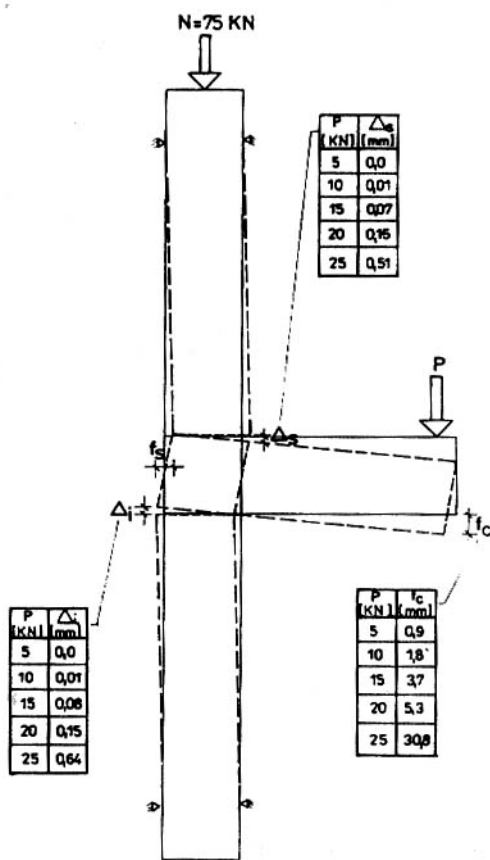
A kísérleti program egy háromszintes ($H=3 \times 3,3$ m), egynyílású ($L=6,0$ m) keret és egy különálló csomópont vizsgálatára terjedt ki. A kísérleti modellek 1:3-as arányban készültek el.

A kísérleti tesztelésben figyelemmel kísértük a keretet, mint egységet, valamint a vázat alkotó elemek különálló viselkedését is a használati (alakváltozási és repedéstágassági) illetve teherbírási határállapotban.

A csomópontot függőleges helyzetben próbáltuk egy merev acél terhelőkeretben. A különböző igénybevételek tanulmányozása érdekében a csomópontot két erővel (N és P) terheltek két különböző módon.

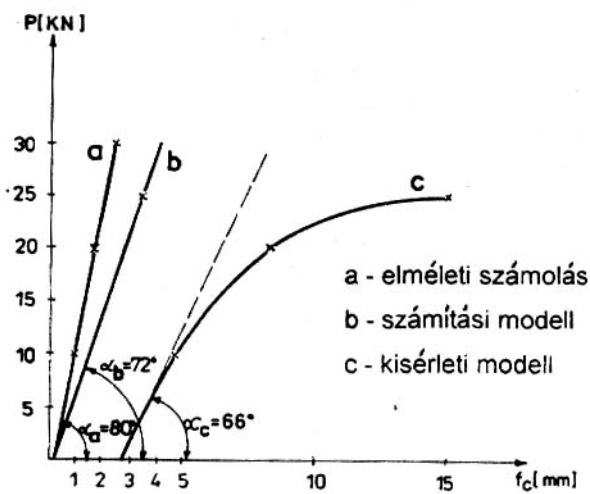


7. ábra
A kísérleti modell



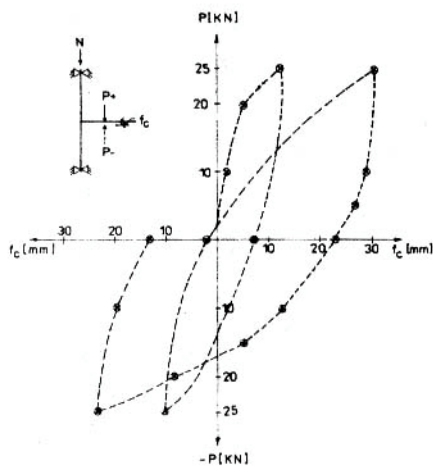
8. ábra
A kapcsolat elemeinek kihajlása

Az első terhelési módban a kapcsolati elem viselkedését követtük a használati igénybevétel szintjéig, míg a másodikban a törésig. (7. ábra) A 8. ábra a kapcsolat komponenseinek a kihajlását szemlélteti az első terhelési módban, a 9. ábra pedig a konzol lehajlását mutatja be az oldalsó P erő növekedésének függvényében. A kísérleti eredmények (C görbe) figyelembe veszik a képlékeny alakváltozásokat is.



9. ábra
A konzol lehajlása a P erő függvényében

A P oldalero hatására a konzol csúcsa kb. 2,5 mm-es azonnali lehajlást szenvedett, ami a kapcsolt elemek egymáshoz viszonyított helyzetváltozásának következménye.



10. ábra

Erő-lehajlás diagramm az első terhelési módban

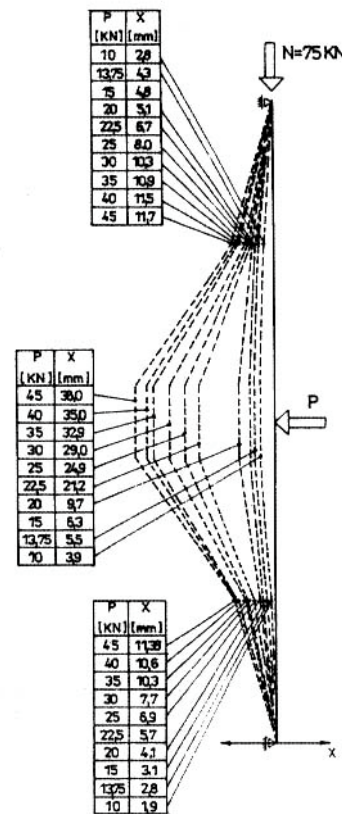
A 10-es ábrán egy erő-lehajlás diagramm látható az első terhelési szakaszra vonatkozóan. A diagrammok allűrjének összehasonlítása hasonló viselkedésre enged következtetni a csúsztatott és monolit csomópontok között. A 10 kN-os oldalero hatására a kapcsolati hézagok a nyújtott ívben megnyíltak $\Delta=0,01$ mm-el. Ebben a terhelési fázisban nem jelentek meg egyéb repedések.

A 11. ábra a csomópont alakváltozását mutatja be a második igénybevételi módban. A 22,5 kN nagyságú oldalero hatására hirtelen növekedés állt be a kihajlásban, mivel a 13' illetve 16'-os metszetekben jelentkező repedések maguk után vonták a kapcsolat merevségének csökkenését. A törés pillanatában a hézagok maximális tágassága elérte a 12 mm-t. Az oszlopokban az első repedések 30 kN-os oldalsó igénybevételnél jelentkeztek. A 12. ábrán a maximális repedéstágasságok láthatók az oszlopvégen (palástfelszín) illetve a kapcsolati elemen.

A 26-os metszetben mért legnagyobb vízszintes feszültség értéke megközelítőleg megegyezik a számítási modell eredményével.

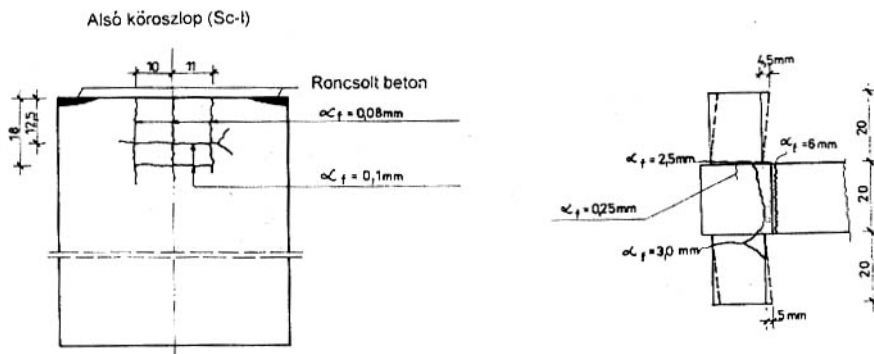
4. A kapcsolat gyakorlati számítása

A kapcsolatot két lépésben számoljuk:
- először az oszlopokat és tartókat méretezzük a statikai számolás során kapott igénybevételekre;



11. ábra

A csomópont alakváltozása a második terhelési módban



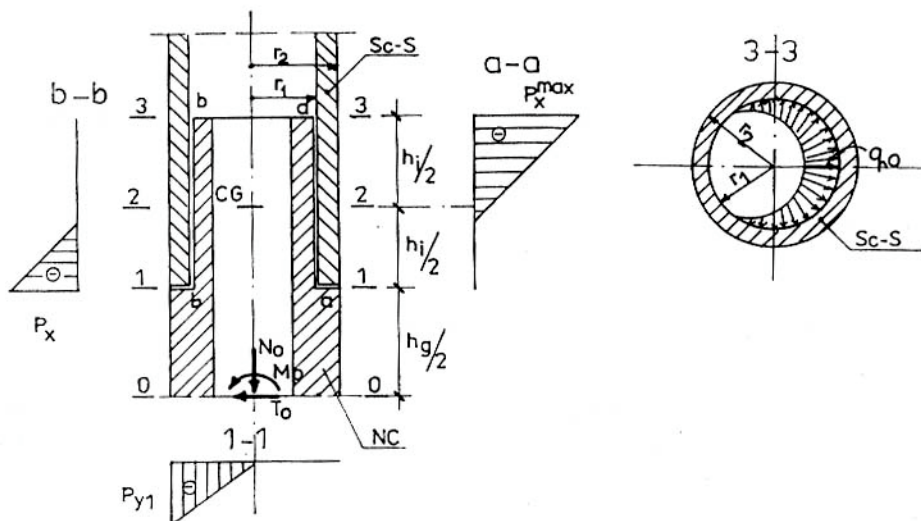
12. ábra

A maximális repedéstágasságok a kapcsolt elemeken

- másodsor a kapcsolódó elemek egymásra csúsztatott részeit méretezzük.

A kapcsolódó elemek méretezése a következőképpen történik:

a) az oszlopvég és a kapcsolati elem összedugási hosszának h_i meghatározása (ez abból a feltételből történik, hogy az oszlopban ébredő n_ϕ gyűrűirányú húzófeszültségeket a beton keresztmetszet vegye át).



13. ábra

A kontaktfeszültségek változása a kapcsolatban

$$p_x^{\max} = \frac{6}{h_i^2} \left(M_0 - \frac{2r_2}{3} N_0 + T_0 \frac{4h_i + 3h_g}{6} \right)$$

d.) A gyűrűirányú húzóerők maximális értékének megállapítása a p_x^{\max} függvényében:

$$n_\phi = 0,617 p_x^{\max}$$

e) Az n_ϕ húzóerők átvételére szükséges húzott acél mennyiségének kiszámítása, amit egy vagy két acélgyűrű (abroncs) formájában az oszlopvégeken helyezünk el:

$$A_a = 0,04 \pi \frac{h_i p_x}{R_a}$$

f) A csavarvonal alakú keresztvasalás meghatározása:

$$A_s = \frac{p_x^{\max} \cdot s}{2 \pi R_{as}}$$

ahol: R_a - a betonacél határfeszültsége

s - a csavar alakú kengyel menetmagassága

R_{as} - a kengyelacél határfeszültsége

Az ily módon kiszámított keresztvasalást legalább $2h_i$ -nak megfelelő szakaszon kell elhelyezni.

b) A kapcsolat jó működéséhez egy minimális normálerő szükséges, amit abból a feltételből állapítunk meg, hogy a kapcsolati elem alapján várható repesztő nyomaték értéke nagyobb vagy egyenlő legyen a külső terhelésekből származó használati nyomaték értékénél.

c.) A kontaktfeszültségek szélső értékének meghatározása (13. ábra).

5. Következtetések

A kísérleti kutatások kimutatták a kapcsolati elemek jó viselkedését úgy használati, mint teherbírási határállapotban. A kísérleti eredmények bebizonyították, hogy a tanulmányban bemutatott kísérleti elemek viselkedése hasonló a hagyományos úton előállított csomópontokéval.

Irodalom

1. Kiss Z.: Elemente centrifugate din beton armat pentru structuri - Doktori disszertáció. Kolozsvár, 1997. december.
2. Kiss Z., Onet T., Becski Á: Theoretical and Experimental Studies on Stress-strain State of Multistorey Frame Connections, Kosice, Slovakia. 20-22. 1998.

Vasúti együttdolgozó acél-beton hídszerkezetek

Dr. Köllő Gábor

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Ez a tanulmány röviden összefoglalja az elmúlt évtized kutatási és tervezési tevékenységének eredményét a vasúti öszvérhídszerkezetek kifejlesztésének terén. Bemutatja azokat a lemez és zártkeresztmetszetű tartóelemekből kialakított szerkezeteket, amelyeket elsősorban képzeltek el és alkottak meg.

Utalásokat tartalmaz a tanulmány az alkalmazott számítási modellekre és bemutatja azokat a főbb összefüggéseket, amelyek segítségével elvégezhető a méretezési és ellenőrzési számítások.

A megépített és üzemben levő szerkezetek mérési eredményeiből bemutatja egy lemezszerkezet dinamikus tényezőjének a meghatározását.

I. Előszó

A nagy sebességű vasúti közlekedés most az ezredforduló küszöbén amilyen elérhető valóság Nyugat Európában, éppen olyan távoli megvalósításnak tűnik a közép-kelet európai országok számára. Figyelemben véve a Nemzetközi Vasúti Egylet (UIC) fejlesztési tervét, amely bekapcsolná ezt a régiót is az európai modern közlekedési hálózatba, megteremtve egy nagysebességű modern európai vasúti közlekedési rendszert, elmondhatjuk, hogy ez a nemes terv komoly nehézségekbe fog ütközni, a Közép-Kelet-Európai országokban, éppen a gazdasági helyzet miatt.

Itt régióinkban egy modern nagysebességű vasúti hálózat kialakítása szükségessé teszi a jelenlegi vasúti pályák átépítését, vagy ahol a vasúti pályák átépítése nem gazdaságos és ott ahol semmilyen számottevő menet, illetve szállítási időmegtakarítás nem lehetséges, azokon a területeken új vasútvonal építése indokolt.

Figyelemben véve a közép- és kelet-európai vasúthálózat jelenlegi helyzetét, annak a lehetőségnek függvényében, hogy legalább a fővonalakon a közlekedés nagyobb sebességgel történjen, beilleszkedve az európai tendenciákba, szükségszerűen következik a vasúti felépítmény korszerűsítése, geometriai állapotának a megváltoztatása és a vasúti infrastruktúra felújítása.

A vasúti sebesség növelése szükségszerűvé teszi a felépítmény ágyazatát átvezetni a kis és középfesztávú hidakon. Így szükségessé válnak olyan hídszerkezetek, amelyek megfelelnek az új követelményeknek.

Ebből a felismerésből kiindulva az elmúlt tíz évben olyan együttdolgozó acél-beton hídszerkezeteket igyekeztem megalkotni, amelyek

lehetővé teszik a vasútvonalak korszerűsítésekor a kis és középfesztávú hidak korszerű ágyazatátvezetéses hídszerkezetekkel való kicserélését.

Az ilyen szerkezetek legfontosabb előnye a hagyományos acél és vasbeton vagy feszítettbeton szerkezetekkel szemben a következők:

- a vasúti pálya kisméretű korrekciója (oldalirányú eltolása, emelése stb.) nem ütközik nehézségekben.

- a hidakon történő kisiklás általában nem jár súlyosabb következményekkel, mint folyópályán

- a hídszerkezetek kisebb szerkezeti magasságúak a szokásos acélszerkezeteknél, a szerkezet viszont merevebb és dinamikus hatások szempontjából kedvezőbb

- könnyebbek és a szerkezeti magasságuk kisebb, mint a vasbeton és feszítettbeton szerkezeteké.

- építésük kevesebb faanyagot igényel és gyorsabb, mint a vasbeton szerkezeteké

- az ágyazat átvezetése lehetővé teszi a feszített beton keresztaljak használatát a faaljak helyett

- az ilyen típusú felépítmény lehetővé teszi nagyteljesítményű vasúti felépítmény karbantartó géplánc folyamatos használatát

- fáradás szempontjából kedvezőbb viselkedés

$$\left(\varphi_{\text{össz}} = \frac{\sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{max}}} > \varphi_{\text{acél}} \right)$$

- az átvezetett ágyazat miatt a környezet-re kisebb zajterhelés jut

A következőkben az utóbbi 10 évben az általam megalkotott (megtervezett) és megvalósított vasúti hídszerkezeteket fogom bemutatni, ezeket két nagy csoportra osztva:

a) lemezszerkezetek, b) együttdolgozó tartógerendákból kialakított hídszerkezetek.

II. Öszvérhídszerkezetek

II.1. A szerkezet méretezésével kapcsolatos egyszerűsítő feltevések.

A rugalmasságtani alapon készülő feszültségszámítás alkalmával általánosan elfogadott feltevések a következők:

- az anyagok rugalmasak és követik a Hooke törvényt

- az eredetileg sík együttdolgozó keresztmetszetek a hajlítás után is síkon maradnak (Bernoulli-Navier)

- a kapcsolat az acéltartó és a vasbeton lemez között folytonos

- a tartót a vasbeton lemez jelentős keresztirányú kiterjedése ellenére is síkbeli tartóként lehet kezelni

E feltevésekkel az öszvértartó keresztmetszeteiben ébredő feszültségeket formailag az alábbi kétféle módon lehet kimutatni:

1. A vasbeton lemez redukálásával
2. Az igénybevételek szétosztásával

A következő feszültség számításoknál a vasbeton keresztmetszet redukálásának a módszereit fogjuk használni. A számításokban az együttdolgozó tartó inhomogén keresztmetszetét az acélra redukált ún. ideális keresztmetszettel kell helyettesíteni. Ennek meghatározása során a beton keresztmetszeti részek geometria jellemzőit "n" tényezővel csökkentve vesszük figyelembe:

$$n = \frac{E_{acél}}{E_{beton}} = \frac{E_a}{E_b} \quad (1)$$

Az esetleg húzottnak adódó vasbeton lemezrész nem vehető számításba. Az n redukáló tényezőt differenciálva kell alkalmazni, figyelembe véve a lassú alakváltoztatást, valamint a rövid ideig ható terheket és ezek frekvenciáját (tartós terhek, rövid ideig tartó terhek, fáradást előidéző terhek).

Figyelembe véve, hogy az öszvértartókban a beton alakváltozása majdnem olyan feszültségátrendezést eredményez, mintha a beton rugalmasságú tényezője csökkenne (Fritz eljárás).

Ezen az alapon a lassú alakváltozást szenvedett tartókat, a lassú alakváltozás nélküli állapotra vonatkozó képletekkel számíthatók csak valóságos E_b helyett egy kisebb E_{bt} rugalmasságú tényezővel kell dolgozni.

$$E_{bt} = \frac{E_b}{1 + \psi \cdot \varphi(t)} \quad (2)$$

$$\varphi(t) = \varphi_{\infty} \cdot (1 - e^{-t})$$

ahol $\varphi(t)$ a kúszás lefolyását leíró függvény:

ψ - korrekciós tényező; a keresztmetszet adatainak és az igénybevételi számnak a függvénye.

Tervezésnél, tehát az állandó tehernél:

$$E_{bt} = \frac{E_b}{k}; k > 1 \quad (3)$$

Az EUROCODE 4 szerint $k=3 \Rightarrow n_t=3n$

ahol n a rövid ideig ható terhelés redukáló tényezője (1).

Ha a rövid ideig ható terhek nagy frekvenciával ismétlődnek (tehát a fáradás jelenségével állunk szemben), akkor ebben az esetben is csökkentett rugalmassági moduluszt alkalmazunk a betonnál:

$$E_{bf} = \frac{E_b}{k_f}$$

A k_f értékének a meghatározása még nem egy eldöntött tény.

Sok kutató javasolja $k_f=2$.

II.2. Lemezszerkezetek

Vasútvonalainkon, különösképpen a domb és hegyvidéki vonalainkon gyakran alkalmazhatók az ún. teknőhidak 1. ..10 m nyílásig.

Nagy előnyük, hogy az ágyazatot rajtuk átvezetik és így a vasúti felépítmény szerkezetében nem igényelnek változtatást.

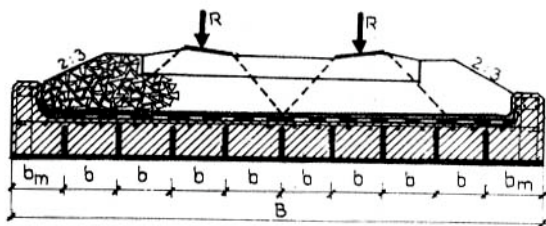
E hídszerkezetek előnye a hagyományos vasbeton teknőhidakkal szemben - a kisebb szerkezeti magasság, a nagyobb teherbíró-képesség és a szerkezet merevsége miatt - a dinamikus hatások szempontjából kedvezőbb viselkedés.

A következőkben két együttdolgozó acélbeton lemezszerkezetet mutatok be, egy tömör keresztmetszetű (A) és egy üreges keresztmetszetű lemezt (B), mindkét típus a Kolozsvá-

ri Műszaki Egyetem vasútépítő tanszéken fejlesztettem ki, megtervezve az 1-es ábrán látható (A) típust, amelyet először a Kolozsvári Vasátigazgatóság vonalain építettek be.

(A) Tömör keresztmetszetű acél-beton lemezek

Az acél-beton öszvérlémezhiód keresztmetszeti elrendezését az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

A lemezszerkezet egy vízszintes folytonos 8...12 mm vastag acéllemezéből áll, amelyre 400...600 mm távolságra merevítő acéllemezek (12 mm vastag) vannak hegesztve, amelyek hossza megegyezik a vízszintes lemez hosszával.

Ezeknek a függőleges hosszlemeznek az oldalára vannak felhegesztve a kapcsolóelemek, amelyek biztosítják az együttlalozást az acélszerkezet és a beton között. (2. ábra)

Bizonyos távolságra ezek a kapcsolóelemek (szögvas) nagyobb keresztmetszetűek és összekapcsolják a hosszlemezeket.



2. ábra

Az együttlalozást biztosítani lehet az acéllemezén átvezethető betonvasak segítségével is. (3. ábra)



3. ábra

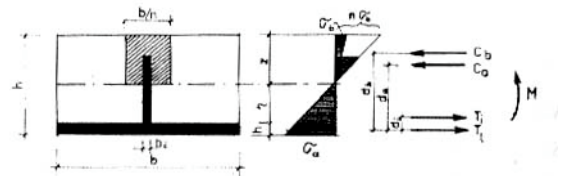
A 2. és 3.-as ábrán bemutatott együttlalozást együtt is lehet alkalmazni.

Jobb együttlalozás biztosítása érdekében a lemez felfekvése közelében üreges, függőleges merevítő lemezek alkalmazhatók. (4. ábra)



4. ábra

A lemez méretezésére a következő számítási modellt használjuk. (5. ábra), megállapítva a lemez méreteit, majd számítással ellenőrizzük a maximális feszültségeket.



5. ábra

Az egyensúlyi feltételekből felírható egyenletek:

$$C_b + C_a = T_i + T_t \quad (4)$$

$$C_b \cdot d_b + C_a \cdot d_a - T_i \cdot d_i + M = 0 \quad (5)$$

A (4) egyensúlyú feltételt kifejtve, egy z-ben másodfokú egyenletet kapunk (6) amelynek a megoldása éppen a súlyvonal helyzetét adja meg (7):

$$(b - b_i)z^2 + 2[b_i(n-1)(h_0 - h) + nb_i(h - h_0) + nbh_p]z + [b_i(n-1)(h - h_0)^2 - nb_i(h - h_p)^2 - nbh_p(2h - h_p)] = 0$$

↓

$$\alpha \cdot z^2 + \beta \cdot z + \gamma = 0 \quad (6)$$

$$z = \frac{1}{2\alpha} \cdot \left[\sqrt{\beta^2 - 4\alpha\gamma} - \beta \right] \quad (7)$$

Ismerve a súlyvonal helyzetét "z-t", és kiszámítva (I_c) a redukált ideális keresztmetszetű tehetetlenségi nyomatékát, a beton és az acél legjobban igénybevett szintjén a normál feszültség a következő képletekkel számítható:

$$\sigma_b = \frac{M \cdot z}{n \cdot I_c} \begin{cases} \sigma_b(n_t) \\ \sigma_b(n_r) \\ \sigma_b(n_f) \end{cases} \quad (8)$$

$$\sigma_a = \frac{M \cdot (h - z)}{I_c} \begin{cases} \sigma_a(n_t) \\ \sigma_a(n_r) \\ \sigma_a(n_f) \end{cases} \quad (9)$$

A nyíróerőből származó feszültségek

$$\tau = \frac{T \cdot S_c}{b \cdot I_c} \quad (10)$$

a Zsuravski képlettel számíthatók.

Ahol M a keresztmetszetet igénybevevő nyomaték.

Ahol a T a keresztmetszetet igénybevevő nyíróerő.

A (8),(9), és (10) képletben a Z, I_c és S_c a keresztmetszet geometriai adatain kívül függenek a redukálási tényezőtől (n).

$$n = \begin{cases} n_t \\ n_r \\ n_f \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \{ z(n_t); z(n_r); z(n_f) \} \\ \{ I_c(n_t); I_c(n_r); I_c(n_f) \} \\ \{ S_c(n_t); S_c(n_r); S_c(n_f) \} \end{cases} \quad (11)$$

A beton felső övében a normál feszültség meghatározható a következő képlettel:

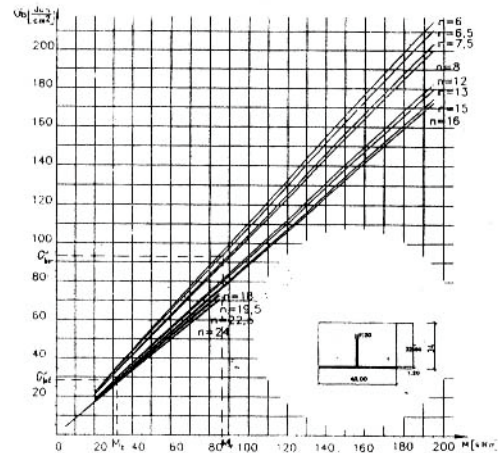
$$\sigma_b = \frac{2zM}{nb_f \eta^2 \left(\frac{1}{3} \eta + 0.5 h_f \right) + bz^2 \left(\eta + 0.5 h_f + \frac{2}{3} z \right)} \quad (12)$$

ahol $\eta = k - z - k_f$, $h_f = h_p$

A 6. ábrán levő diagramok segítségével különböző osztályú betonok esetén (n) leolvasható a különböző értékű forgatónyomaték M(kNm), által létrehozott normál feszültség (σ_b) a keresztmetszet legjobban igénybevett beton övében.

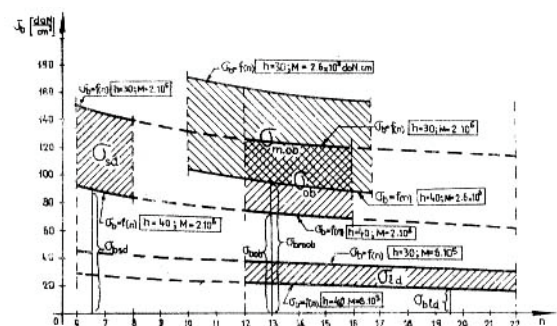
Figyelembe véve a tartós teher, valamint a rövid ideig ható teher által létrehozott nyomatékot egy megválasztott lemezvastagság (h) mellett a 7. ábra a beton osztálya (n) és a leg-

jobb igénybevett betonövben létrehozott normál feszültség összefüggését szemlélteti.



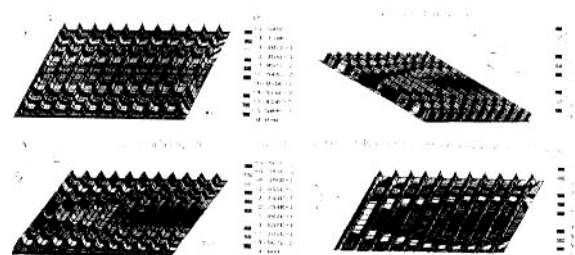
6. ábra

$\sigma_b = f(n)$ egy üreges merevítő lemezzel rendelkező lemezelemnél (4. ábra) ahol $\{h = \{30; 40\}; b = 75\}$



7. ábra

A 8. ábra egy 5,40 nyílás lemez asszimmetrikusan terhelt (5 x 250 kN + centrifugális erő R=400m) számítását szemlélteti AZ IMAGES számítógépes program segítségével bemutató a lemez felső síkjában a feszültségek, valamint a lehajlások eloszlását.

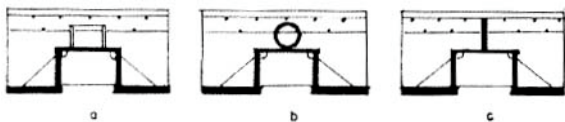


8. ábra

Mivel a húzott betonrészt nem vettük figyelembe a számításainkban olyan elképzelést próbáltunk megvalósítani, hogy a húzott betonrészbe üregeket alakítottunk ki, csökkentve így a szerkezet önsúlyát. Így alakultak ki az üregek együttdolgozó elemek.

(B) Üreges együttdolgozó lemezek.

Az acélszerkezet hegesztet acéllemezekből állítja elő. Az alsó és a gerinclemezek vastagabbak (≈ 12 mm) a felső vízszintes lemez vékonyabb ($\approx 6-8$ mm), ennek a fő szerepe, hogy rá lehessen hegesztetni a kapcsolóelemeket, amelyek lehetnek merev vagy rugalmas kapcsolóelemek. (9. ábra)



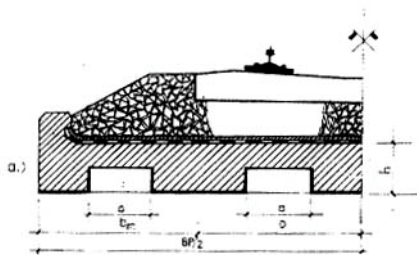
9. ábra

9/a ábra merev kapcsoló elemek □ idomacél

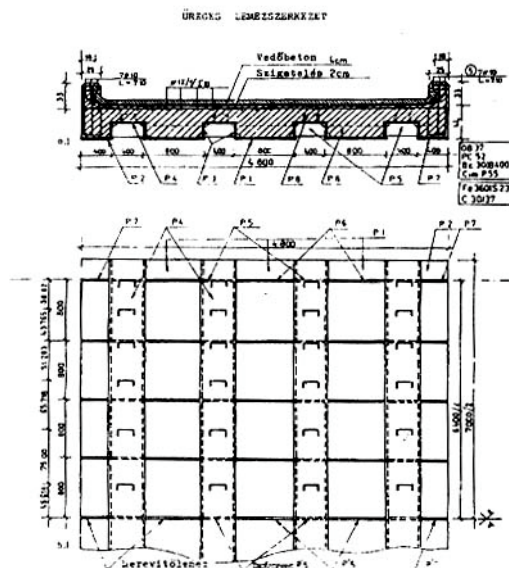
9/b ábra rugalmas kapcsoló elemek, spirál kapcsolóelem

9/c ábra rugalmas kapcsoló elemek, folytonos acéllemez amelyen betonacél van átvezetve

A hídszerkezet keresztmetszeti elrendezése a 10. ábrán látható, majd a hídszerkezet keresztmetszete és az acélszerkezet, merev kapcsolóelemekkel a 11. ábrán van feltüntetve.

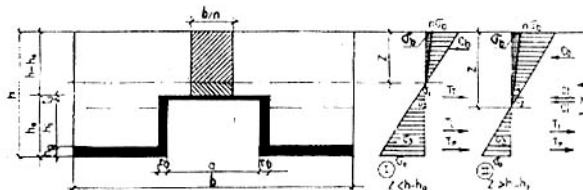


10. ábra



11. ábra

Az itt bemutatott öszvérlemez-szerkezet számítási modelljét a 11. ábra szemlélteti.



12. ábra

Az I. és II. egyensúlyi egyenletből meghatározható a súlyvonal helyzete "z".

$$I. C_b = T_t + T_i + T_p \Rightarrow Z_I \quad (13)$$

$$II. C_b + C_t + C_i = T_t + T_p \Rightarrow Z_{II} \quad (14)$$

A súlyvonal helyzetét meghatározó egyenletek (15), (18) :

$$bz^2 + 2n[t_i(a + 2t_b) + 2h_i t_b + h_p(b - a)]z - n[t_i(a + 2t_b)(2h - 2h_p - 2h_i - t_i) + 2h_i t_i(2h - 2h_p - h_i) + h_p(b - a)(2h - h_p)] = 0 \quad (15)$$

Jelölve

$$\beta = 2n[t_i(a + 2t_b) + 2h_i t_b + h_p(b - a)]$$

$$\gamma = n[t_i(a + 2t_b)(2h - 2h_p - 2h_i - t_i) + 2h_i t_i(2h - 2h_p - h_i) + h_p(b - a)(2h - h_p)] \quad (16)$$

$$\Delta = \beta^2 + 4b\gamma \Rightarrow z = 0,5(\sqrt{\Delta} - \beta)/b \quad (17)$$

$$z = \frac{b(h-h_0)^2 + 2nt_b(2h-h_0-h_p+t_i)(h_0-h_p-t_i) + nh_p(b-a)(2h-h_p) + nt_i(a+2t_b)(2h-2h_0+t_i)}{2b(h-h_0) + 2mt_i(a+2t_b) + 4nt_b(h_0-h_p-t_i) + 2nh_p(b-a)} \quad (18)$$

A méretezési számítások megkönnyítése érdekében a 12 ábrán bemutatott két esetre és a 13/a. ábrán látható jelölésekkel egy program segítségével (13/b ábra) meghatározhatjuk azokat az elemeket, amelyekre a méretezési és feszültségek ellenőrzési számításainak elvégzésekor szükségünk van:

AC = az "ideális" homogén keresztmetszet területe [cm²]

IC = az "ideális" keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka [cm⁴]

WI, WS = az ideális keresztmetszet keresztmetszeti modulusza [cm³]

AB = a nyomtatott beton keresztmetszet területe [cm²]

AO = acélkeresztmetszet területe [cm²]

IO = acélkeresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka [cm⁴]

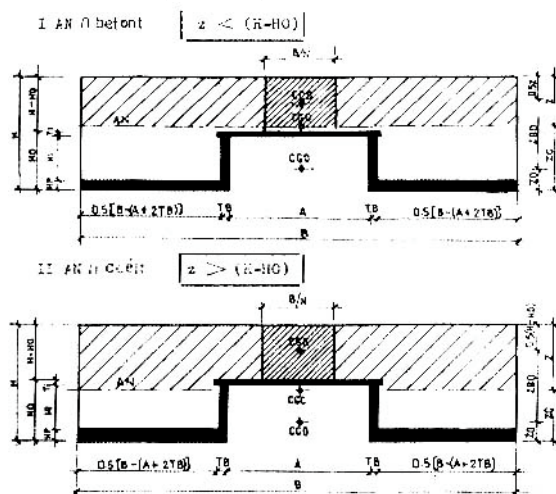
SM = a nyomott betonkeresztmetszet statikai nyomatéka [cm³]

ICT = a keresztmetszet csavarási másodrendű nyomatéka [cm⁴]

AN = semleges vonal

CGC / az ideális keresztmetszet súlypontja

Ezen elemek kiszámítása a következő logikai séma szerint történik 13/b ábra, az eredményeket pedig a 14. ábrán látható táblázatban (T1) adjuk meg.



13/a ábra

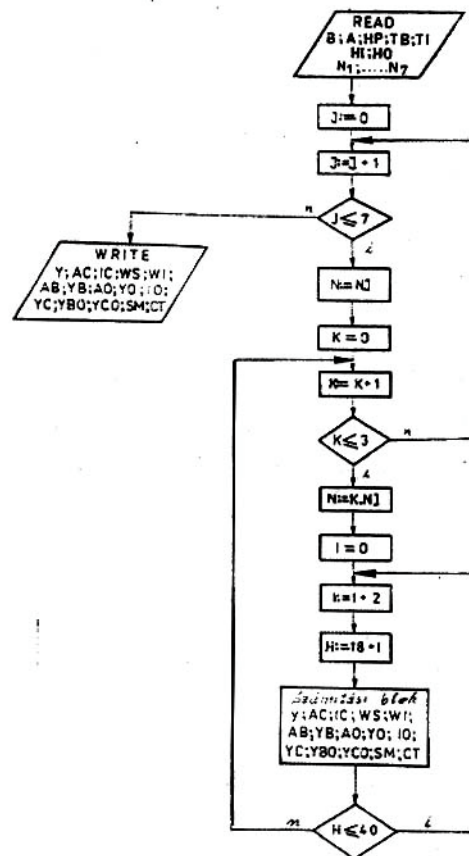
A feszültségeket a 8, 9, 10 képletek segítségével határozzuk meg, figyelembe véve

a tartósterhek, rövid ideig ható terhek, valamint fáradásra használt redukáló tényezőt.

$$\sigma_{bmax} = \max\{(\sigma_b(n_t) + \sigma_b(n_r)); (\sigma_b(n_t) + \sigma_b(n_f))\} \quad (19)$$

$$\sigma_{amax} = \max\{(\sigma_a(n_t) + \sigma_a(n_r)); (\sigma_a(n_t) + \sigma_a(n_f))\}$$

A (19) képletek segítségével határozzuk meg a legnagyobb feszültségeket a beton és az acél legjobban igénybevett öveiben.



13/b ábra

A 8/a ábrán látható lemezelem kapcsoló-elemeinek a számítását mutatjuk be a következő példánkban.

Tolóerő (csúszóerő) számítását a következő képlettel végeztük el:

E1/1 AKF betoni
■ A (H-RO)

■	AC	IC	95	93
■	2C	2CD	2D	2D
■	2C	2CD	2D	2D

N= 30 cm	B= 120 cm	A= 20 cm	T ₁ = 6 cm	N= 6.5
14.73833	497.238	47950.75	3269.24	2121.256
1768.127	32.63284	165.32	3.32927	322.795
15.28565	30974.24	17.13048	2603.997	2.273727

N= 32 cm	B= 120 cm	A= 20 cm	T ₁ = 6 cm	N= 6.5
15.45702	452.8851	54140.32	3630.876	3192.501
1854.847	24.27145	167.82	3.327012	4396.718
16.54298	37468.2	13.16965	2326.482	2.121841

N= 35 cm	B= 120 cm	A= 20 cm	T ₁ = 6 cm	N= 6.5

14. ábra

$$V_{lr} = \frac{V_{\max} \cdot Sc}{I_c} \quad (20)$$

ahol V_{\max} = maximális nyíróerő.

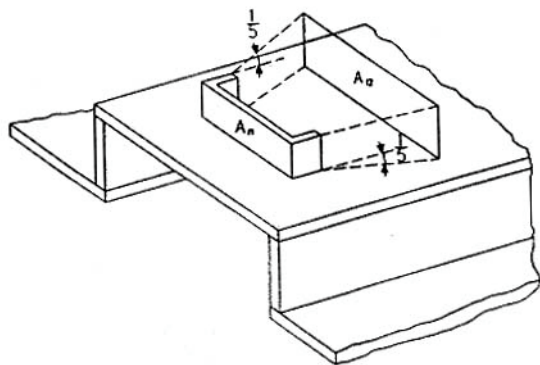
A legnagyobb tolóerőt meg kell határozni az alátámasztásnál is a lemezelem közepén $\{V_{lr}, V_{lm}\}$.

A tolóerőt, amire a kapcsolóelemet méretezzük a következő képlettel számítjuk ki (EUROCODE4 szerint):

$$P_{Rd} = \frac{1}{\gamma_c} A_{f1} \sqrt{\frac{A_{f2}}{A_{f1}}} \cdot f_{ck} \quad (21)$$

Az A_{f1} ; A_{f2} a 15. ábra jelölései szerint határozzuk meg.

$$\gamma = 1.5$$



15. ábra

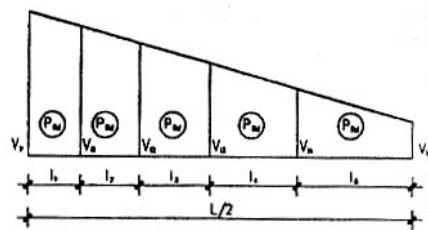
$$V_T^* = \frac{V_{lr} + V_{lm}}{2} \cdot \frac{1}{2} \quad (22)$$

A fél lemezre jutó teljes tolóerő l = a lemez hossza.

a kapcsolóelemek száma:

$$N = \frac{V_T^*}{P_{Rd}} \quad (23)$$

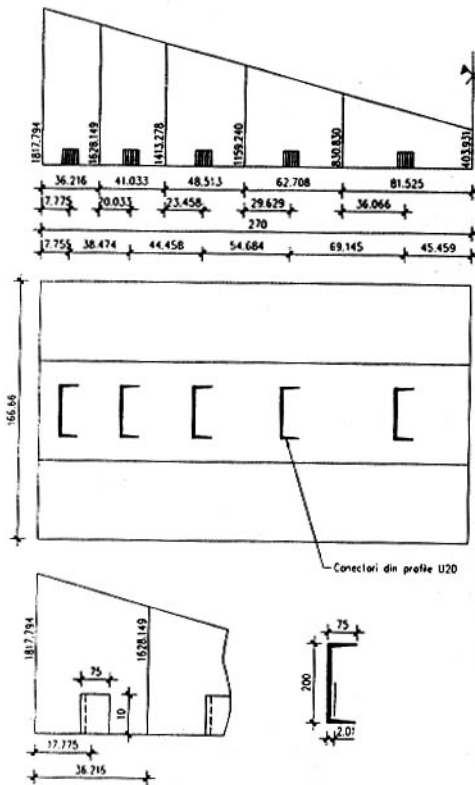
A merev kapcsolóelemek elosztását a lemez hosszában a 15. ábra szerint végezzük a következő összefüggés segítségével.



16. ábra

$$2 \frac{V_{lr} - V_{lm}}{l} I_m \cdot l_i^2 - 2V_{lr} l_i + 2P_{Rd} = 0 \Rightarrow l_i \quad (24)$$

A számításokat egy számpéldával szemléltetjük: $l=5.40$ m vonatterhelés EUROCODE1 MODEL 71; $V_{tmax}=94,50$ kN; $V_{rmax}=470,037$ kN; $V_{rl/2}=125,626$ kN} (17.ábra).



17. ábra

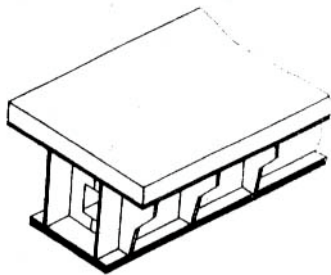
II.3. Együttműködő acél-beton tartókból kialakított hídszerkezetek

Ezek a hídszerkezetek alkalmasak új hidak építéséhez ($l = 15 \dots 50$ m), de jól fel lehet használni ezeket a hídszerkezeteket elavult felső pályás acélhidak kicserélésére ($L=10 \dots 25$ m).

E hídszerkezetek alkotóeleme egy zárt keresztmetszetű acéltartóból és egy vele együttműködő betonlemezről állnak. Az együttműködést merev (rövid konzolok), vagy

rugalmas (spirál, hengeres csapok) kapcsolóelemek biztosítják.

A 18. ábrán bemutatjuk a hídszerkezet tartógerendáját.



18. ábra

A zárt keresztmetszetű acéltartó felső öve szélesebb és vékonyabb (6...10 mm), mint az alsó öv (25...30 mm), ami lehetővé teszi, hogy az acéltartó egész szélességében együtt dolgozzon egy kisebb vastagságú betonlemezrel (12...16 cm). (18. ábra)

Az így kialakított hídszerkezetek betonlemezre sokkal kisebb vastagságú, mint az eddig ismert öszvérszerkezeteké (25...30 cm) helyett (12...16 cm).

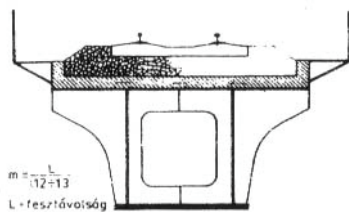
A hídszerkezet önsúlya tehát sokkal kisebb, mint a klasszikus együttdolgozó felépítményeké.

A tartószerkezetek keresztmetszetétől, valamint a hídszerkezet szükséges szélességétől függ a tartóelemek keresztmetszeti mérete és száma.

A hídszerkezet kialakítható egy tartóelemekből és egy vágány számára (19. ábra), így a szerkezeti magasság:

$$m = \frac{L}{12 - 13}$$

ahol L= fesztávolság.

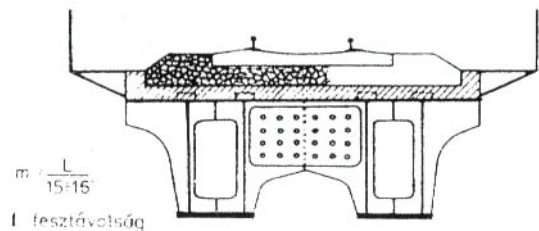


19. ábra

Ha a szerkezeti magasságot csökkenteni szeretnénk a híd felépítmény kialakításánál használhatunk két esetleg több együttdolgozó tartóelemet (20. ábra)

A szerkezeti magasság :

$$m = \frac{L}{15 - 16}$$



20. ábra

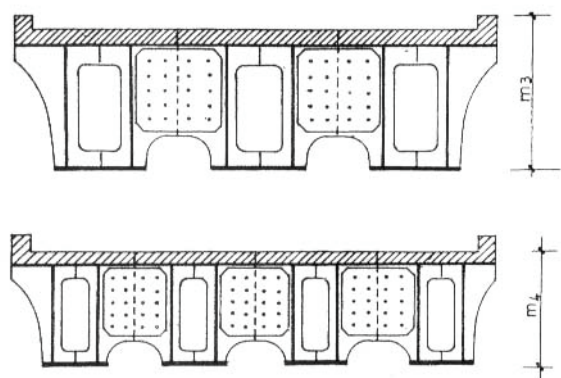
A két együttdolgozó tartóelemből kialakított hídszerkezet, amely keresztmetszeti kialakítását a 19. ábrán láthatjuk, szerkezeti magassága tovább csökkenthető az acéltartó feszítésével, így is elérhető egy

$$m = \frac{L}{18 - 19}$$

sokkal kisebb szerkezeti magasság.

Ezeket a hídszerkezeteket jól lehet alkalmazni 30...50 m fesztávsnál.

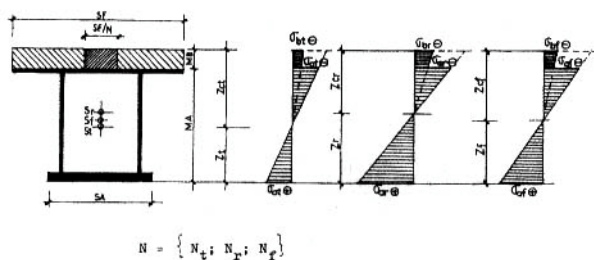
Ha dupla vágány számára tervezzük a hídszerkezeteket akkor a 18. ábrán látható tartóelemből a 21. ábrán bemutatott módon lehet a híd felépítményeit kialakítani. A tartóelemek együttműködését a merevítő lemezeket összekapcsoló hevederek biztosítják, feszített csavaros illesztéssel.. (21. ábra)



21. ábra

A normál feszültség keresztmetszeti eloszlását a 22. ábrán mutatjuk be

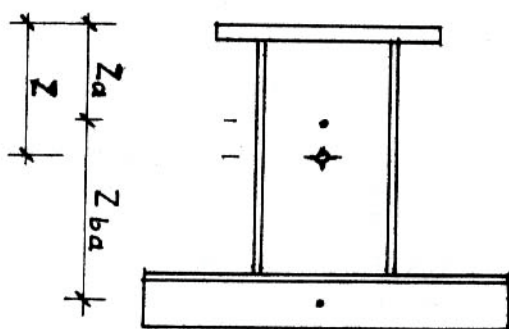
A három feszültség eloszlási diagram megfelel a redukáló tényező három értékének $\{n_t, n_f, n_f\}$.



22. ábra

A normál feszültségek a 8,9 képletek segítségével számíthatók, ahol a semleges vonal helyzetét a következő képlet adja:

$$Z = Z_a + \frac{1}{A_c} \cdot \frac{A_n}{n} Z_{ba} \quad (25)$$



23. ábra

A normál feszültségek maximális értékét a következő összefüggések segítségével határozhatók meg. (21. ábra)

$$\sigma_{\beta(t+r)} = \sigma_{bt} + \sigma_{br} \quad (26)$$

$$\sigma_{\beta(t+f)} = \sigma_{bt} + \sigma_{bf} \quad (27)$$

$$\sigma_{b_{\max}} = \max \left\{ \sigma_{b(t+r)}; \sigma_{b(t+f)} \right\} \leq \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c} \quad (28)$$

$$\gamma_c = 1.5$$

f_{ck} = megengedett normál feszültség az betonban az EUROCODE 4 szerint:

$$\sigma_{a(t+r)} = \sigma_{at} + \sigma_{ar} \quad (29)$$

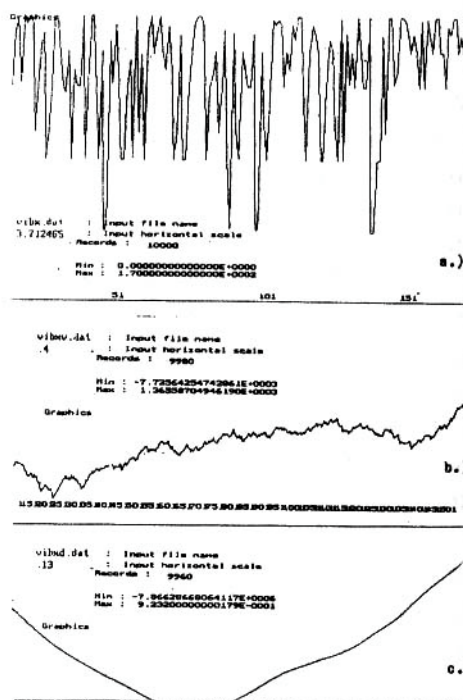
$$\sigma_{a(t+f)} = \sigma_{at} + \sigma_{af} \quad (30)$$

$$\sigma_{a_{\max}} = \max \left\{ \sigma_{a(t+r)}; \sigma_{a(t+f)} \right\} \leq \frac{f_y}{\gamma_a} \quad (31)$$

$$\gamma_a = 1.10$$

f_y = megengedett normál feszültség az acélban az EUROCODE 4 szerint.

Az itt bemutatott öszvértartóelemekből kialakított hídszerkezetek különböző változatai jól alkalmazhatók íves pályaszakaszokon is, mivel nagyon jól viselik a csavaró igénybevételeket.



24. ábra

III. Összefoglalás

Ebben a tanulmányban bemutatott hídszerkezetek lemez és tartógerenda 10 éves kutatási és tervezési munka eredménye. Úgy a bemutatott lemez és tartóelem szerkezetek itt voltak először megtervezve, és a lemezszerkezetek pedig első ízben a Kolozsvári Vasútigazgatóság területén megépítve. Mivel egyedi jellegűek megfigyelésük folyamatos és különböző vonatterhelés alatt méréseket végeztek. A 24. ábrán a dinamikus jellemzők (lemez közepén a gyorsulás, sebesség és lehajlás), kísérleti meghatározását szemléltetem egy 5.40 m nyílású lemez esetében, egy 60

km/h sebességgel haladó 4x175 kN tengelyű mozdony alatt.

A mért dinamikus tényező $\psi = 1,065$ volt.

Ezeket az itt bemutatott hídszerkezeteket olyan vasútvonalakra terveztük, ahol felújítási, vagy korszerűsítési munkákat végeznek; és ezért sebesség növekedésre kerül sor.

Ezek a szerkezetek alkalmasak 250-300 km/h sebességgel való közlekedésre.

Felhasznált szakirodalom

1. Design of Composite Steel and Concrete Structures, EUROCODE4, V. Pacurar, J.M.Aribert, G. Köllő, Tempus Phare Complementary Measures Project 01198, 1997.
2. Köllő G.: Design of the Composite Steel-Concrete Girders Small Webs Depth. International Symposium Constructions, 2000 Cluj-Napoca, 1993.
3. Köllő G.: Együttműködő acél-beton lemezhidak tervezése; Sínek világa 95/2 Budapest.

Hídszerkezetek károsodása az alépitmény stabilitásának függvényében

Dr. Mihalik András

Nagyvárad egyetem

A szerző a tanulmányában gyakorlati példákra támaszkodva bemutatja azokat a sokszor katasztrófális következményeket, amelyeket az alapépitmény nem megfelelő tervezése és kivitelezése okoz, levonva a tervező mérnökök számára a megfelelő következményeket. A bemutatott károsodások kiemelik a karbantartás és a folytonos megfigyelés fontosságát is.

„A tapasztalat lassan tanít, hibáinknak az árán.”

Frood

1. Bevezetés

Az építés az egyik legrégebb emberi tevékenység. Fejlődése, technológiája és méretezési módszereinek kialakulása, mindig sokat köszönhető az építmények viselkedésének megfigyeléséből fakadó ismereteknek. Ezek a megfigyelések alkalmasak az elméleti úton levezetett tételek igazolására és ellenőrzésére, ugyanakkor arra is, hogy figyelmünket azokra a problémákra irányítsa, amelyek gyakorlati vonatkozásban meghatározó jelentőségűek.

Babilónia nagy királya, Hammurabi már időszámításunk előtt mintegy 2200 évvel szükségesnek látta, hogy az építés megfelelő minőségét, rendkívül szigorú törvényekkel biztosítsa. A régészeti feltárások is bizonyítják, hogy egy-egy építmény összeomlása nem ment ritkaságszámba, ehhez hasonló intézkedésekre valóban szükség volt. Ugyanakkor bizonyosra vehetjük, hogy a katasztrófális károkból levonják a tanulságokat is, hiszen a szerkezeti megoldások az évszázadok során egyre merészebbek és biztonságosabbak lettek.

A XIX. században, építőmérnöki vonalon is megindul a kész építmények rendszeres megfigyelése, a károsodások szakszerű elemzése. Az adatok számának fokozatos növekedése lassan lehetővé teszi a tapasztalatok átfogó értékelését, amit számos kiadvány és szakkönyv (Hammond 1956, Champion 1962, Mall 1963, S. M. Johnson 1965, Feld 1968) tesz közzé.

Romániában az építmények megfigyelésének, viselkedésének az intézményesítése 1964-ben kezdődik az I. N. C. E. R. C. (Központi Kutatóintézet) kezdeményezésére, amikor is egy országos előírásnak a tervezetét közlik, minden létező építményre.

1976-ban egy Nagyváradon rendezett „Építmények viselkedése in situ” országos találkozó eredményeképpen, 1977-ben megjelenik az első hivatalos előírás, amely tükrözi a 8/1977 törvény építményekre érvényes előírásait.

A rendszer 10 éves tapasztalatai alapján, 1988-ban jelenik meg az egységes, országos előírás, mint P130/1988.

Jelenleg a 2/1994 Kormányhatározat, valamint a 10/1995 törvény határozza meg ezen a téren, a fent említett tevékenységet.

2. Rácsos fém szerkezeti, városi híd pillérének az alámosása

A Sebes-Körös két partját összekötő híd 1913-ban épült Nagyváradon. Ez a híd nagyon sok hasonlóságot mutatott a budapesti Ferenc József híddal.

A 74 m hosszú, 3 nyílású (21,20 + 31,60 + 21,20) fém szerkezetű, rácsos híd, 9 m-es közlekedési útszélességgel, 2 m-es konzolos járdákkal és egy 1435 mm villamos vágánnyal rendelkezett.

A károsodás, forgalom alatt, 1981 márciusában következett be, amikor is a Sebes-Körösön egy nagyvizekre jellemző árhullám volt levonulóban.

A híd jobb parti pillére az alámosások következtében, a folyásirány felőli oldalon valósággal a „levegőben” maradt, mint egy konzol, majd a saját súlyától és a forgalomból adódó terhelés hatására, a pillér egész magasságában megrepedt, elvesztette stabilitását, és elfordulva oldalra dőlt.



1. ábra

Az alakváltoztatást szenvedett rácsos fém szerkezetű híd

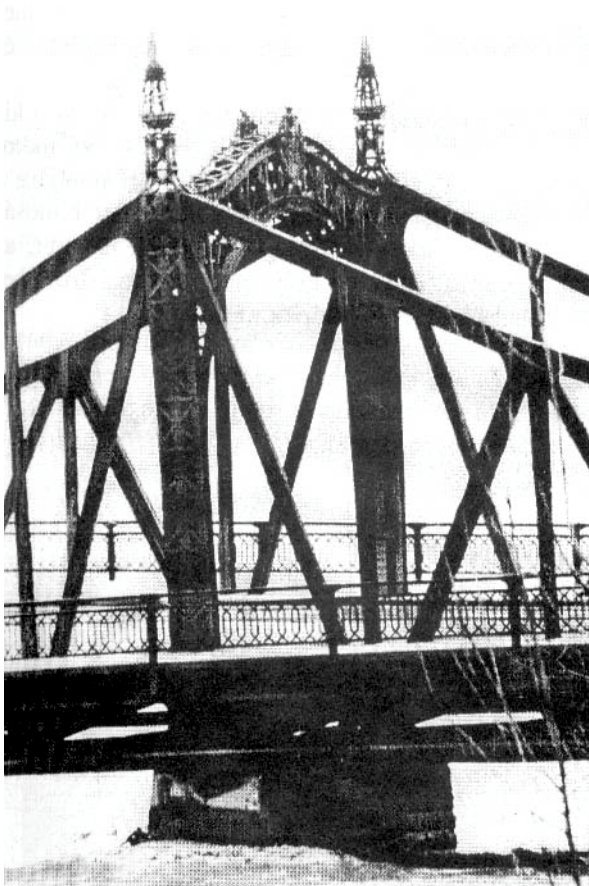
A beton-alapozású sík alatti sárga agyagtalajból, a helyi kimosásnak, a tölcser mélysége több mint 50 cm volt.

A katasztrófa következtében több mint két évig szünetelt a forgalom, amíg föl nem épült az új utófesztített vasbeton hídszerkezet.



2. ábra

Az alakváltoztatást szenvedett hídszerkezet



3. ábra

A híd pillére a stabilitás elvesztése után

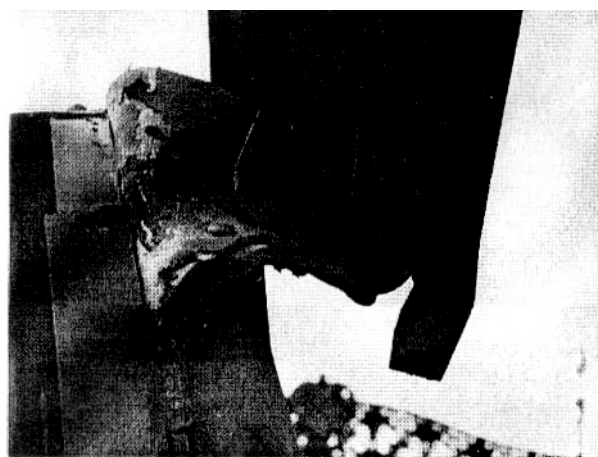
3. Tanulságok, levont következtetések

A vízfolyások hidrológiája-hidraulikája egy komplex jelenség, változó paraméterekkel a műtárgyak tengelyében, valamint a szabadfolyás keresztmetszetében. A fentiekből kötelezően adódik a mederfenék keresztmetszetének méréssel történő ellenőrzése a híd tengelyében.

A periodikus mérések összehasonlításából megállapíthatók az alakváltozások irányai és nagyságai, a helyi kimosások értékére vonatkozóan. A pilléreknel ez annál is inkább szükséges lett volna, mivel az alapozás abszolút magassági pontja a 114,78, a mederfenék 116,05 magassági pontjához viszonyítva egy felületes tervezési alapozásra utal. A híd műszaki életrajza hiányában nem lehet tudni, hogy nézett ki a mederfenék keresztmetszete 1913-ban, az átadásnál, és mit mértek utána (ha egyáltalán mértek!). Az első világháború, a háromszoros rezsimváltozás biztosan rányomta bélyegét ezekre a technikai kérdésekre is.

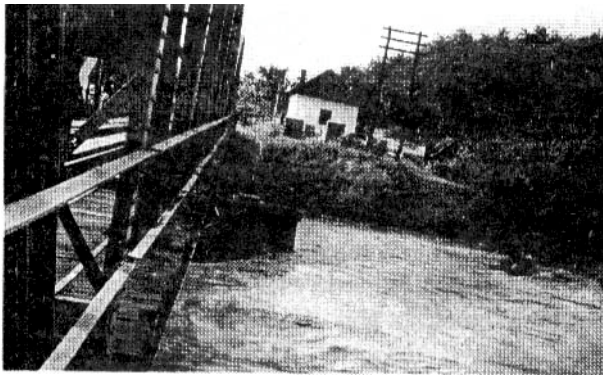
Mivel a helyi, lokális kimosások az áramlás szerkezeti változásaiból adódnak (a víztömeg és a pillér hegy felőli oldalának érintkezéséből), tehát áramlási paraméterekből állapítható meg kimosás nagysága. A helyi kimosásokat mindig függetlenül kell megállapítani a medermosás általános nagyságától.

A víztömeg nekiütközve a pillérnek a hegy felőli oldalon, egy vertikálisan változó V_0 középsebességgel, a folyadék mozgási energiája átalakul nyomási energiává. Mivel a frontális találkozás nyomásvesztéssel jár, a pillér mellett tovaflowó áramláshoz viszonyítva, a nyomási energia visszaalakul mozgási energiává a keresztmetszeti áramlásban.



4. ábra

A nagy húzó-igénybevételek következtében a fém-szerkezet egyes elemei meghaladták a fém folyási határát, és így deformálódtak a csomópont tönkremenetelei



5. ábra.

A víztömeg nekiütközve a pillérnek egy vasúti hídnál. Az áramlás hidraulikáját klasszikusan szemlélteti az ábra.



6. ábra.

A pillér hidraulikája. A víznyomás átalakulása mozgási energiává a pillér alamosását eredményezi.

Ez az áramlás a pillér két hosszanti oldalán, felületén, a mederfenék irányába orientálódik. Az így orientált áramlás nekiütközve a mederfenéknek magával ragadja a talaj részecskéit. Ennek a keresztmetszeti áramlásnak a következtében (lásd az

ábrákat) megjelenik egy sajátságos tölcsér, ami jellemzi a helyi kimosásokat.

A tölcsér növekedésének függvényében a kimosás értéke csökkenő tendenciát mutat, majd teljesen megszűnik, amikor is az áramlás energiája képtelen szállítani a talajrészecskéket.

A kimosás mértéke, mélysége, tehát összefüggésben van a talajszemcsék nagyságával $f(d)$. Minél durvább a talaj, annál hamarabb szűnik meg a helyi kimosás. A kimosás maximális értékének, a katasztrófa utáni megállapítása a következő képlettel történik:

$$h_a = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot V_0^2 - 30d \quad (1)$$

ahol:

h_a = a helyi kimosás maximális értéke

K_1 = egy táblázati együttható, függ a pillér alakjától

K_2 = egy táblázati együttható, a pillér szélességének és a V_0 függvényében

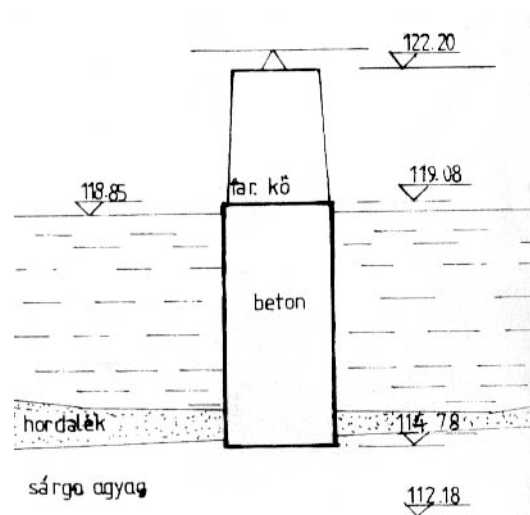
K_3 = egy táblázati együttható az áramlás mélységének a függvényében

V_0 = a középsebesség az áramlás magasságában m/s

d = a talajszemcsék átmérője a kimosás zónájában

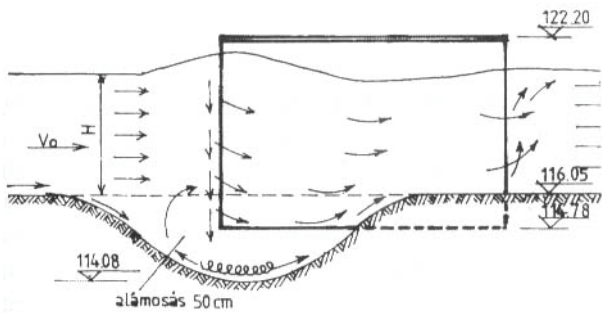
A fenti képlet (1) a mederben lejátszódó mechanizmusokra támaszkodik, a megfigyelések és kísérletek alapján.

A fenti képlettel ellenőrzött, maximális kimosás (a katasztrófa okozója) $h_a = 1,40$ m, akkor amikor az alapozás abszolút magassági pontjáig a talaj vastagsága csak kb. 1 m volt. Így a kimosás tölcsérének a mélysége meghaladta az 50 cm-t, az alapozás alatt. Ebben a helyzetben a katasztrófa bekövetkezése nyilvánvalónak mutatkozik.



7. ábra.

A pillér befogásának keresztmetszete – feltüntetve a talajrétegződést is.



8. ábra.

*Az alámosás mechanizmusa a tárgyalt pilléernél.
A konzol a katasztrófa pillanatában.*

A helyi kimosás maximális értékét (a számításából is következik) az áramlás energiájának a nagyságát, aktivitását egyszerű kötömbök bedobásával is meg lehetett volna akadályozni, a pillér hegy felőli oldalán. Utólagosan pedig, az árhullám levonulása után, szádfalazással a végleges megerősítés is megtörténhetett volna. Sajnos a helyi illetékesek nem tettek semmit ennek érdekében, és Nagyvárad elvesztette egyedüli, műemléknek is beillő fém szerkezetes rácsos közúti hidját, csorbítva ezáltal a város építészeti értékét.

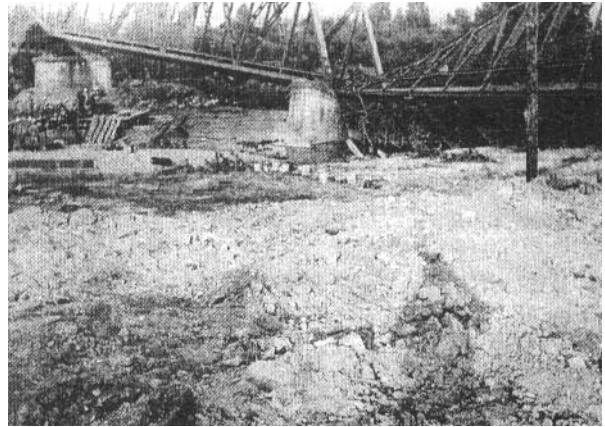
4. Fémszerkezetű, vasúti híd pillérének alámosása

A nagyvárad városi híd katasztrófája után 1985-ben a Nagyvárad-Vaskoh vonalon, Belényes állomás közelében a Fekete Köröst áthidaló vasúti híd katasztrófája következett be, szintén forgalom alatt, és szerencsére ez sem követelt emberáldozatokat.

A katasztrófa, valóságos tükörképe a nagyvárad városi híd katasztrófájának, szintén a pillér helyi kimosása jelenik meg, mint tervezési hiba. A különbség talán csak annyi, hogy a vasszerkezet itt a mederbe zuhant, amely a vasúti hidak aléptípusának a kar-



9. ábra



10. ábra.

Nagyvárad-Vaskoh vonalon, egy vasúti híd katasztrófája.

csúságára vezethető vissza. Ennek a hídnak is a helyreállítása több mint másfél évet vett igénybe, egy új pillér és egy új hídszerkezet kivitelezése következtében.

5. Egy közúti vasbeton híd katasztrófája

A hidak mederhez viszonyított elhelyezésének és nyílásának a meghatározása történelmi szempontból is egy komplex jelenségre utal.

A XIX. század közepéig (1840-1845) a hidak nyílásának számítása, meghatározása a helyzeti kötődöttségekhez igazolódott, hidrológiai számításokkal nem foglalkoztak. Lehet, hogy léteztek más elképzelések is, de sajnos ezekről nincs tudomásunk.

Ezt a periódust követte egy olyan történelmi szakasz, amikor próbálkoztak a maximális vízhozamok számításával, vízgyűjtő medencék felületeiről, úgy empirikus, mint elméleti alapon.

Az első matematikai képlete a maximális vízhozamnak, empirikusan kifejezve 1857-ben, míg az elméleti képlet 1882-ben jelenik meg.



11. ábra.

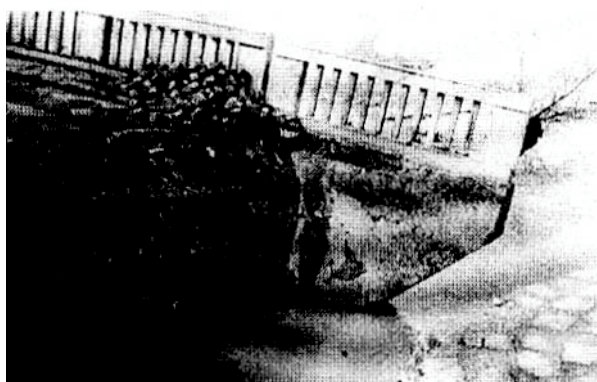
A károsodott híd hegy felőli része. Jól kivehető a csatlakozó töltés, amely egy gátnak a szerepét játszotta a műtárgynál egy árvíz alkalmával.

Jelenleg ismerünk 41 empirikus képletet (az utolsót 1953-ból) és több mint 39 elméleti képletet (az utolsót 1955-ből). Mindezeket a képleteket különböző szerzők és intézetek használati ajánlásaikban szerepeltetik.



12. ábra.
A károsodott híd, az út tengelyében.

Ennek alapján az a véleményünk, hogy a létező elméleti és empirikus képletek a maximális vízhozam számításánál, elég biztonságot jelentenek a hidak és átvezetők nyílásainak meghatározásánál.



13. ábra.
Az alámosott és eldőlt jobboldali hídfő.

A jelenlegi gyakorlat azonban mégis figyelmeztet – több mint 100 év után is – hogy ezeknek az empirikus és elméleti képleteknek a használatánál nem lehet szem elől téveszteni a terepi elhelyezést és vonalvezetést, valamint azokat a megváltozott körülményeket, amelyek a vízgyűjtő medence területén létrejöttek. A vízgyűjtők klimatológiájában és hidrológiájában ellentétes jelenségeket találunk, amelyek pontosan a maximális vízhozam mennyiségében tükröződnek.

Az ábrákon feltüntetett közúti, vasbeton híd katasztrófája is megerősíti a fent elmondottakat.

A Nagyvárad-Belényes útszakasz modernizálása alkalmával, a Hollód patak áthidalásánál, a részletes hosszelvény megváltoztatása maga után vonta a magassági vonalvezetés korrekcióját is. Ennek következtében a töltés csatlakozása az új vasbetonhídhöz (ismert fesztávolság), a vízfolyás árterületének hosszában kb. 250 m távolságon – a régi szubmerszibilis töltéshez viszonyítva – megemelkedett.

Két hónappal a híd átadása után, egy nagy árhullám vonult le a vízgyűjtő medencén, hosszantartó esőzések után. A helyzetet súlyosbította a hirtelen felmelegedés is, február hónap folyamán, amikor is a hegyvidék hótakarója hirtelen olvadásnak indult.

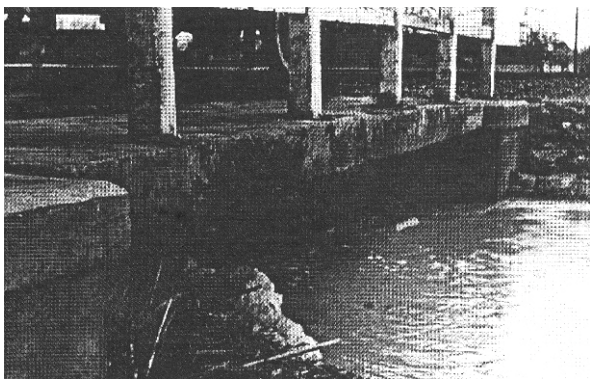
A legyező formájú vízgyűjtő medencéről alázúduló vízhozam, oldalról is a híd felé irányította az áramlást a töltés hosszában, mindamelllett, hogy nagy nyomás nehezedett magukra a töltésekre is. A híd nyílása úgy dolgozott, mint egy nyomás alatt álló vezeték, és egy pár órán belül alámosott és elmozdította a jobboldali hídfőt, amelye eldőlt, majd utána az ár átszakította a hídfő közelében az út töltését is.



14. ábra.
Az átszakított közúti töltés, a hídfő ellenfala közelében.

6. Tanulságok, levont következtetések a közúti vasbeton híd károsodásáról

A híd síkbeli elhelyezése, a völgy irányának a függvényében egy kb. 35°-os szög alatt történt, úgy hogy az áramlás iránya a jobb hídfőre esett. Az így keletkezett örvénylés órák alatt elmosta a jobb hídfőt. Ez szintén egy tervezési hiba, de csak másodlagosan járult hozzá a híd katasztrófájához.



15. ábra.

Egy klasszikus példa: a vasúti hídnek nem megfelelő a nyílása. Az árvíz csak ezután tetőzik, elmosván a vasúti vonalat is.

Az út magassági vonalvezetése hozzájárult, egy hatalmas vízmennyiség felhalmozódásához, amely a meglévő hídnyíláson úgy hatolt át, mint egy nyomás alatt álló vezeték, a híd után több méterre kimosva a medret a töltés átszakadásáig. A tervezés ezt a lehetséges felhalmozódást se vette figyelembe, ugyanis a vonalvezetés sajátos helyzetében az árterületen levonuló vízmennyiséget a híd két oldalán elhelyezett átereszekkel kellett volna biztosítani, a vízhozam arányos eloszlásával. Sajnos erre nem is gondoltak.

A katasztrófa fő okozója a híd nyílásának a megállapítása a vízhozam függvényében. egyszerűen a régi fahíd fesztávolságát vették alapul, figyelmen kívül hagyva az esetleg megváltozott vagy megváltoztatott körülményeket.

A tervezés nem vette megfelelően figyelembe a vízgyűjtő terület által szolgáltatott vízmennyiséget. A vízgyűjtő medencében a klimatológiai, hidrológiai körülmények (felmelegedés, eső-hó kombináció, erdőirtások, bányászati tevékenység, a vízgyűjtő medence legyezőszerű formája, ami a vízhozam gyors felhalmozódásához vezet a műtárgy előtt) megváltozása kizárja azt, hogy felveszük a régi híd fesztávolságát, még akkor is, ha nem nagy műtárgyról van szó. Annál is inkább elítélendő a tervezés, mert a hidrológiai megfigyelés az illető vízfolyás völgyében már 1903-ban létezett.

A meghatározott vízhozam Iskovski, Korbély és Bogdánfy képleteivel, a hídnyílás megduplázását

vonta maga után, és a vízhozam arányos elosztása érdekében két szimmetrikus csőáteresz is megépült, a vízfolyás árterületén.

Máskülönben az árvíz, mint egy jó "műszaki ellenőr" világosan utalt a hídnyílás megduplázásának szükségességére.

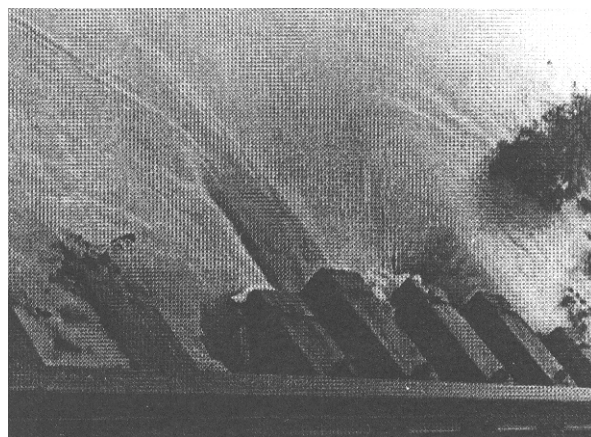
7. Gyakorlati következtetések és hasznosítás

A fenti példákban és megállapításokban hasznos tanulságokat vonhatunk le, az új létesítmények tervezésével, karbantartásával szemben támasztandó követelményeket illetően. Elengedhetetlen követelmény az üzemeltetés alatti építmények viselkedésének a megfigyelése. Minél több károsodással találkozunk ismerkedünk meg a diagnosztikájával, a számszerű katasztrófák, károsodások csökkenő tendenciát fognak mutatni, a megfelelő műszaki területeken.

Az építmények történetében a hidak károsodása, stabilitásuk elvesztése, egyike a legkatasztrófálisabb jelenségeknek. Éppen ezért a károsodások okainak a megállapítása, a tanulságok levonása, a jövő tervezése, a kivitelezés és a karbantartás szempontjából nagyon fontosak és megszívlelendők a mérnökök részéről.

A bemutatott károsodások példái (habár nem nagy műtárgyról van szó, de mennyiségileg uralják a nemzetgazdaságot) különösen kiemelik a karbantartás fontosságát, amelyek az építmények viselkedésének megfigyeléséből adódnak.

A bemutatott hidak több mint 50-70 évig megfeleltek az üzemeltetés alatti követelményeknek és csak a nem megfelelő karbantartás hiánya, az üzemeltetés alatti viselkedés megfigyelésének az elhanyagolása vezetett a katasztrófa következményeihez, szerencsére emberi áldozatok nélkül.



16. ábra.

A pályatest elmosása, a nem megfelelő hídnyílás következtében.

A pillérek folyammederbeli megerősítése, időben történő kivitelezése, a megfelelő megfigyelések alapján, biztosan kiküszöbölhette volna a hatalmas anyagi károkat, nem is beszélve a forgalom megszakításának a hátrányairól. egy város vérkeringésében, vagy lakótelepek normális működésének befolyásolásában.

Találón jegyezte meg, több mint 130 éve Robert Stephenson, akkor, mint egy mérnöki intézet elnöke:

„Fiatal mérnökök részére nincs nagyobb tanulság, mint megismerkedni az építmények katasztrófáinak a leírásával, az okok kiküszöbölésével. Sokkal többet nyer így a mérnök, mintha megismerkedne egy jól sikerült nagy építmény leírásával.”

Szakirodalom:

1. Andrejev O. V.: Projektirovania mosztovih perehodov, Autotranszizdat, 1953 Moszkva
2. Lehr H.: Fundații II., Editura Tehnică, București 1957.
3. Szechy K.: Alapozás I.-II., Budapest, 1954.
4. Mihalik A.: Determinarea debitilor de apă la podurile de cale ferată, Revista Căilor Ferate Nr. 6, București 1966.
5. Mihalik A.: Transformarea podețelor de cale ferată în ramblee filtrante, Revista Căilor Ferate Nr. 2, București 1970.
6. Hammond R.: Engineering Structural Failures, London 1956.

Gyógyszertervezés és gyártás a Kolozsvári Rákkutató Intézetben 1963 '95 évek között

Dr. Györfi Zoltán

Kolozsvári Rákkutató Intézet

A Kolozsvári Rákkutató Intézet kutatócsoportja 1963-óta foglalkozik különböző citosztatikumok előállításával és vizsgálatával.

Jelen dolgozat célja bemutatni azokat a legfontosabb gyógyszerkészítményeket, valamint azok hatásmechanizmusát, melyeket a Kolozsvári Rákkutató Intézetben állítottak elő.

Bevezetés

A Kolozsvári Rákkutató Intézet mai épülete 1963-ban épült fel a Majális utca 34-36. szám (ma Bilaşcu utca) alatt. Az új épület nagyon sok új részlegnek (laboratóriumnak) adott hajlékot, többek között a Szerves Szintézisek laboratóriumának is. Az új laboratórium kezdeti célkitűzései között szerepelt új, potenciálisan aktív citosztatikumok előállítása, fizikai-kémiai vizsgálata, biológiai aktiválásának a tesztelése.

Citosztatikumnak nevezünk minden olyan vegyületet, amely gátolja a rákos megbetegedés folyamatát és egyes esetekben teljes gyógyuláshoz vezet, de általában önmagában, tehát sugárterápia és sebészeti beavatkozás nélkül alkalmazva, nem tudja véglegesen megállítani a rosszindulatú daganatok fejlődési folyamatait.

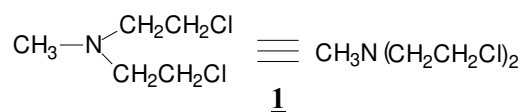
A rákellenes hatású anyagok kutatásának nehézségei már magának a betegségnek a meghatározásával kezdődnek. A rákos megbetegedés ui. egy gyűjtőfogalom, amely alatt sejtburjánzással járó folyamatokat értünk, a rosszindulatú daganatoktól kezdve a vérképző vagy nyirokrendszer megbetegedéséig. Jellemző a rákos sejtekre, hogy elárasztják a környező szöveteket - kicsi a tapadóképeségük - és az élő test különböző részeibe jutva áttéteket (úgynevezett: metasztázisokat) képeznek.

Az újonnan megalakult kutatócsoport célül tűzte ki az akkor teljesen új a „szerkezet-aktivitás”, valamint a „szállított forma - ható forma” elméletek alapján új potenciálisan aktív citosztatikumok (jövőbeli gyógyszerek) előállítását, azokat fizikai-kémiai vizsgálatát és tesztelését.

Ami az alapkutatási tematikát illeti, két irányvonal érvényesült (a későbbiek során gyakorlatilag két csoport tevékenykedet egyik az 1,3-tiazol, a

másik az 1,3,4-tiadiazol öttagú heterociklusos vegyületek szintézisét és vizsgálatát végezte. Induláskor csupán az alapkutató volt a kitűzött cél, az alkalmazott kutatás még nem került előtérbe. A rákos betegség gyógyszeres kezelése az 1960-as években mindössze mégcsak 20-25 éves múltra tekintett vissza.

A citosztatikumok előállítása és vizsgálata az 1940-es évek végén kezdődött az un. nitrogén mustár 1 felfedezésével, amikor is a második világháború alatt harci méregként alkalmazható anyagok után kutatva, felfedezték a Mechlorethamine-t. (1):



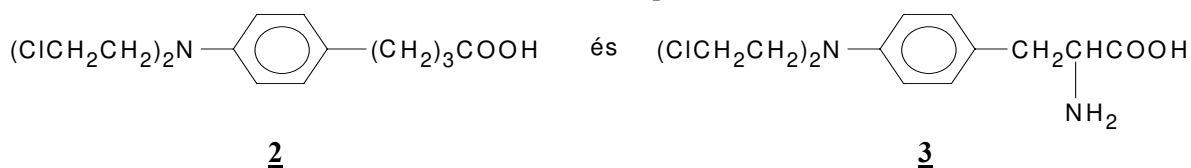
A citosztatikumok ezen csoportjába soroljuk mindazokat a vegyületeket, amelyek R-CH₂CH₂Cl vagy R-CH₂Cl csoportokat tartalmaznak és amelyek biológiai (fiziológiai) körülmények között, tehát vizes oldatban, közel semleges pH viszonyok mellett és 37 °C -on alkilezni képesek.

A biológiai alkilezőszerek támadási pontjaként elvben minden, a szervezetben előforduló és nukleofil csoportokkal rendelkező vegyület szóba jöhet. (pirimidin és purinbázisok amelyek a dezoxi-, illetve a ribonukleinsavakban fordulnak elő).

A későbbi évek során Haddow és Ross valamint munkatársaik további, vízben jobban oldódó biológiai aromás alkilezőszereket állítottak elő.

Ilyenek például a Chlorambucil (2) vagy a Melphalan (3), ezek ma már általános klinikai alkalmazást nyertek.

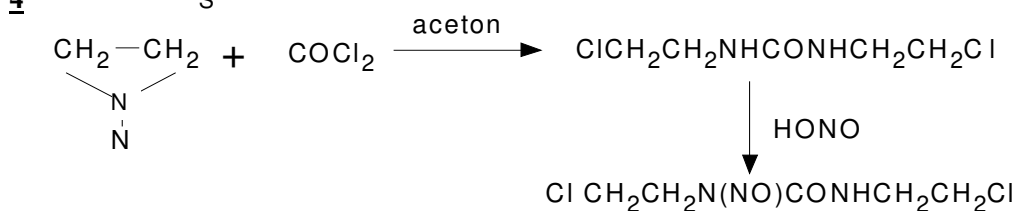
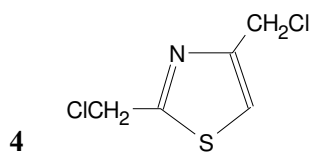
Az ötvenes években a kutatás kiterjedt más típusú citosztatikumokra is ezért az azóta számtalan



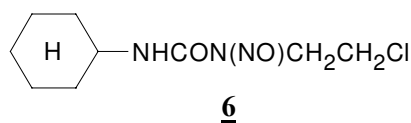
szintetizált és izolált vegyületet, a kémiai szerkezet és a hatásmechanizmus alapján a következő csoportokba lehet besorolni:

- I. Biológia alkilezők
- II. Antimetabolitok
- III. Antibiotikumok
- IV. Hormonhatású anyagok
- V. Vegyeshatású anyagok (különböző szerkezetű sejtosztódást gátló anyagok)

Ami a kutatásainkat illeti, az első lépésektől kezdve az alkilezőszerek előállítására összpontosítottunk. A már említett 1,3-tiazol és 1,3,4-tiadiazol heterociklusokra mint alapvegyületekre próbáltunk különböző aktív csoportokat (alkil és acil) rávinni. Ilyenek voltak például a metil-, a klór-, diklór-, triklóracetil, jódiacetil, bromacetil és triflouracetil csoportok. Az évek során sikerült a kutatási területünket kibővíteni a heterociklusos szeroidok előállítására is.



A gyakorlati problémák csupán az etilénimin és a foszgén szintézisének merültek fel. Az előbbi rendkívül karcinogén hatású, az utóbbi meg harci gázként használt szer volt az első világháborúban. Végül sikerült mindkettőt előállítanunk, sőt a közbelső karbamidot is nitrozálni. Az anyag alacsony olvadáspontja (30-32 °C) miatt szilárd halmazállapotú izolálása nem volt könnyű feladat, de végül sikerült rendkívül tiszta gyógyszert előállítani. A gyógyszer kipróbálása és alkalmazása az Intézet Kemoterápiás Részlegén történt. A BCNU-t sok éven át alkalmazták egészen a kevésbé toxikus nitrozovegyület bevezetéséig, a CCNU, (1-2-klóretil)-1-nitroso-3-ciclohexilkarbamid (6) szintéziséig.



Ez a siker nagy lendületet adott a laboratórium további nem kevés veszéllyel járó szintetikus munkához. Azóta kiderült, hogy a BCNU-hoz ha-

Az összes szintetizált vegyület közül (kb. 500) a legaktívabbnak a 2,4-bisz-klóretil-1,3-tiazol (4) bizonyult:

Ez a vegyület jutott a legtovább azon a szigorú tesztelési sorozaton, amin mindegyik alkalmazott gyógyszernek át kell esnie.

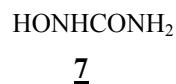
Az akkori körülmények (gyógyszerhiány, pénz - valutahiány) miatt arra a következtetésre jutottunk, hogy indokolt lenne párhuzamosan alkalmazott kutatással is foglalkozni.

Ekkor került kezünkben, egy klinikai jelentés a 1963-ban bevezetésre került új alkilezőszerről, a BCNU-ról (1,3-bisz-klóretil-1-nitrozokarbamid(5)), amit az Egyesült Államokban vezettek be klinikai alkalmazásra. Ez a vegyület volt az első gyógyszer, amelyet agydaganatok kezelésére alkalmaztak, mert képes volt áthatolni a vér-agy gáton.

Irodalmi adatok alapján kiderült, hogy a közbelső termék, a 1,3-bisz -klóretilkarbamid, nem új vegyület, szintézisének német vegyészek már régen megvalósították az etilénimin és a foszgén reakciójával acetóban.

sonlóan más, nagyon sok szintetikus alkilezőszer karcinogén (rákkeltő) tulajdonsággal is rendelkezik.

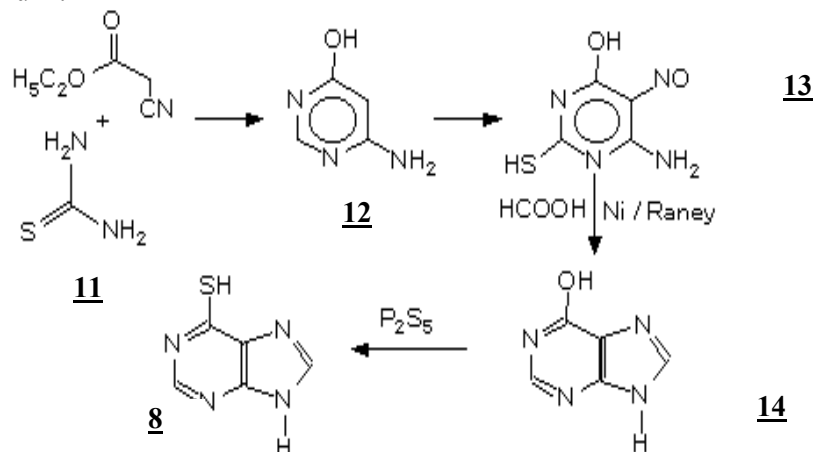
Az 1960-as évek végén egy másik gyógyszert, a Hidroxikarbamidot (7) (Hydrea) sikerült előállítani. Ezt a vegyület, amelyik a vegyeshatású csoportba (V.) tartozik, az akut mieloid leukémiában használják azóta is, mert specifikusan és reverzibilisen gátolja a dezoxinukleinsav szintézisének anélkül, hogy a ribonukleinsav szintézisének befolyásolná.



Az alkalmazott kutatás gyakorlati eredményei alapján felfigyelt munkánkra az Egészségügyi Minisztérium és elismerés és segítségképpen, egy teljesen új épületet (különálló), valamint a hozzátartozó felszerelést ajándékozott az Intézetnek. Ez nagyon nagy segítség és ösztönzés volt újabb gyakorlati eredmények felé. Az új laboratóriumok és egy tesztelési laboratórium teljesen új felszerelése valamint vegyszerekkel való folyamatos ellátása, lehetővé tette, hogy rövidesen két új gyógyszerrel rendelkezzen az Intézet: a 6-Merkaptopurin

(Purinethol)(**8**) -6MP és a 6-(1-Metil-4-nitro-5-imidazolil) tiopurin (Imuran, Azothiopurin) (**9**).

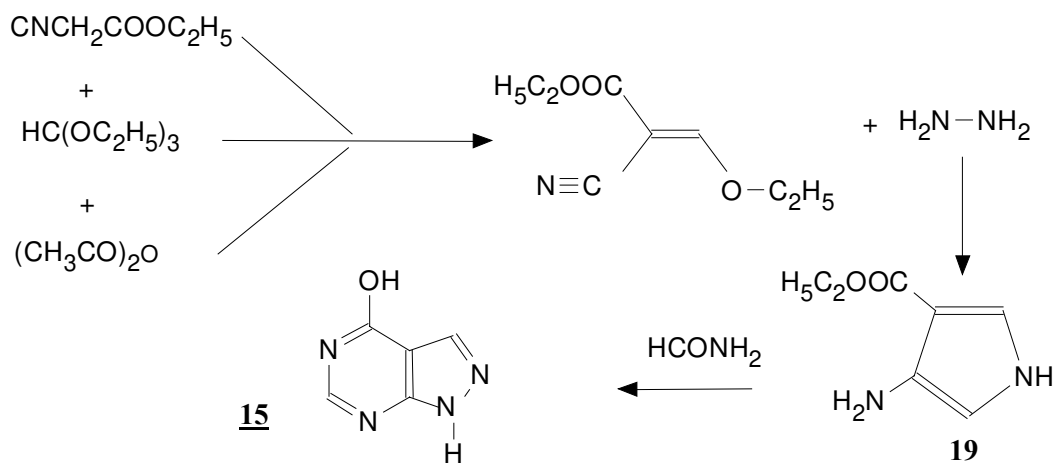
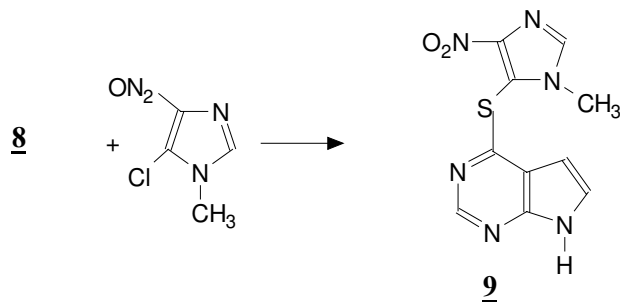
Ebből a 6-MP szintéziséhez a ciánecetsav-etilésztert **10** kondenzáltunk tioureeával **11**, amikor is 4-amino-6-hidroxi-2-merkaptopirimidinhez **12** jutottunk. Ezt nitrozálva salétromsavval a megfelelő 5-nitrozoszarmazékot **13** kaptuk, amit hangyasavval Raney-nikkel jelenlétében sikerült megfelelő reakciókörülmények között egy lépésben hipoxantinná **14** ciklizálnunk.



A 6-MP-tól csak egyetlen lépés volt az újabb vegyület az Imuran (Azathioprin) (**9**) szintézisének a megvalósítása. A **9** nem is rákellenes szerként, hanem mint immunzupperesszív hatású vegyület hívta magára a figyelmet:

Ezek a reakciók; a nitrozocsoport redukciója, formilezése, a merkapto csoport eltávolítása, valamint az N-formil származék dehidratációja egyetlen lépés alatt teljesen ismeretlen példa volt az irodalomban.

Végül a merkaptocsoport bevitele a foszforpentaszulfiddal, már a végterméket, a 6-MP-t **8** szolgáltatta:



Irodalmi utalást találtunk arra vonatkozóan, hogy a 6-PM-el való kezelés dózisadagját le lehet csökkenteni, ha Allopurinollal (**15**) adagolják, amit addig csak mint köszvényellenes szer került alkalmazásra, mint xantin-oxidáz inhibitor enzim.

Ezért a ciánecetsavetilésztert **10**, az ortohangyasav-etilésztert **16** valamint az ecetsavetilésztert **17** sikerült kondenzálni etoximetilén-ciánecetsavetilészter-ré **18**, amely hidrazinnal 3-amino-4-karboxipirazolt **19** szolgáltat. Ez utóbbi formamiddal melegítve 4-Hidroxi-1-pirazolo[3,4-d]

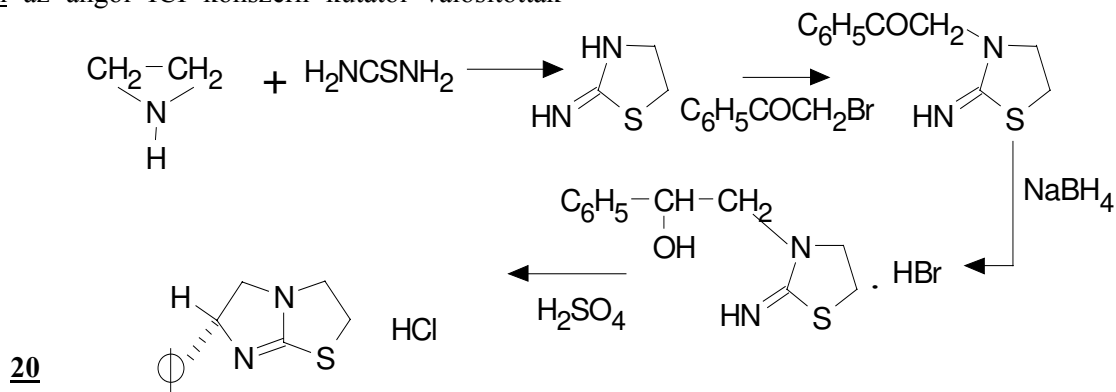
pirimidinné (Allopurinol) ciclizálódik:

Az eddig előállított citosztatikumok akár csak a többi rákellenes szer a kifejtett daganatgátlás mellett nagyon sok nem kívánt mellékhatással is rendelkeznek. Többek között a szervezet immunrendszerének gyengítésében is közrejátszanak. Ennek a nemkívánatos mellékhatásnak a kivédésére nagyon sok veggületet kipróbáltak, többek között a Tetramizolt (**20**) d,1,2,3,5,6-tetrahidro-6-fenilimidazo[2,1-b] tiazolt is.

Ezt a gyógyszert, amit eredetileg feregűző hatása miatt alkalmaztak, sikerült a hetvenes évek közepén előállítani és alkalmazni.

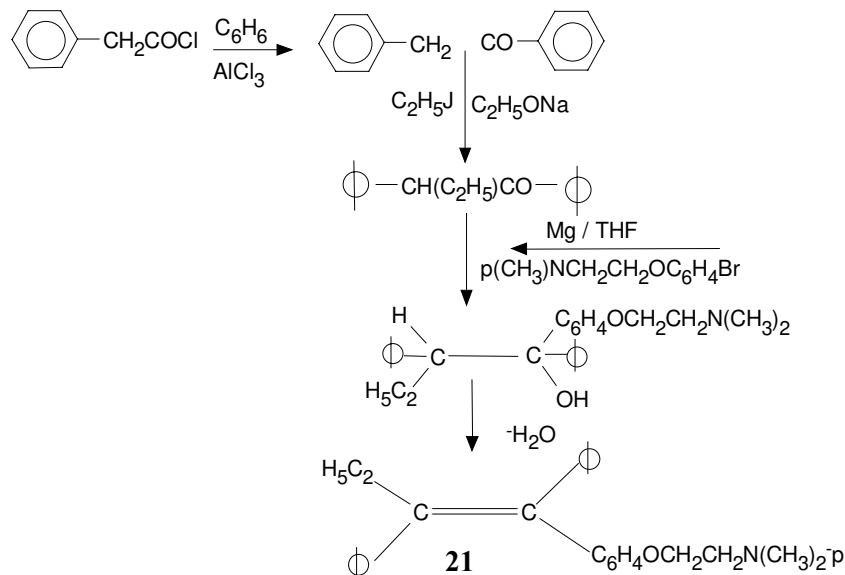
A hetvenes évek közepére esik a női emlőrák kezelésére alkalmas legnagyobb felfedezés, amit valaha is a szintetikus gyógyszerkémia elért.

A **Tamoxifén (21)**, nem más mint a transz-2[4-1(,2-difenil-1-butenil)fenoxi-N,N-dimetiletetil-amin az angol ICI konzern kutatói valósították



A Tamoxifén szintéziséhez a fenilacetilkloridot **22** Friedel-Crafts reakcióba visszük benzollal, ami ezáltal dezoxibenzoint **23** eredményez.

A dezoxibenzoinban **23** a fenil és a benzoil csoportok jelenléte miatt a metilén csoport bázis hatására deprotonálódik és ezért etiljodiddal vízmentes körülmények között alkilezhető. A keletkezett α -etil-dezoxibenzoin **24** Grignard reakcióban p-dimetilaminoetoxifenolromiddal tetrahydrofurános közegben 1-(p- β -dimetilaminoetoxifenil)-1,2-difenilb-tanolt **25** képez.



Az eddig előállított és leírt citosztatikumok közös jellemzője, hogy hatásuk sajnos nem eléggé szelektív, a mellékhatásokról nem is beszélve, ezért az elkövetkező időben előtérben fog kerülni olya vegyületek előállítása, amelyek fokozzák a szervezet saját immunrendszerének reakcióit.

meg először. Ezt a gyógyszert fejlesztették ki egészen a kiserelési fázisig az 1976 és '77-es években. Azóta is a legszélesebben használt antiösztrogén hatású, nem szteroid szerkezetű készítmény, amit a hormonálisan függő női emlődaganatok kezelésére használnak.

Az így nyert tercier alkoholból savas közegben dehidratálva képződik egy E- és Z-izomer elegyből frakcionált kristályosítással elválasztható aktív Z-izomer. Ez a tetraszubsztituált olefin, illetve a transz izomer citromsavas sója képezte 20 éven át a legnagyobb volumenben gyártott citosztatikumot:

A kezdeti eredmények (Interferonok, Interleukinek stb.) biztatóak és valószínűnek látszik egy molekulabiológiai alapokon továbbfejlődő biokémiai, genetikai és szintetikus kémia ami végül is az eddigieknél sokkal szelektívebb citosztatikumokat fog szolgáltatni.

Irodalom

1. Tőke, L., Szeghy, L.:
Gyógyszerkémia II. kötet, 1112-1115 o.,
Tankönyvkiadó, Budapest 1992.
2. Prejean, J. D., Montgomery, J. A.:
Structure-Activity Relationships in the
Carcinogenicity of Anticancer Agents;
Drug Metabolism Reviews 15 , 613-646
(1984.)
3. Denny, W.A.:
DNA-intercalating Ligands as Anti-cancer
Drugs:Prospects for Future Design, Anti-
cancer Drug Design 4 , 241-263 (1989.)
4. Pezzuto, J.M.:
Plant-Derived Anticancer Agents, Biochemi-
cal Pharmacology 53 , 121-133 (1997.)
5. Liotta, L. A.:
A daganatsejtek terjedése és az áttétképző-
dés, Tudomány 1992. április, 32-39 o.

Szintetikus gyógyszerek és kutatási irányok a Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézetben

Dr. Majdik Kornélia, Mioara Butan

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézet

Az 1951-ben alakult Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézet fő kutatási iránya az alkalmazott kutatás, melynek célja új technológiai eljárások kidolgozása, gyógyszerhatóanyagok előállítására. Az elmúlt majdnem 50 év alatt a gyógyszerhatóanyagok széles skálájára született technológiai eljárás; a szerves vegyületek különböző osztályaiban folyt kutatás. Jelen dolgozat célja összefoglalva bemutatni az intézetben elért legfontosabb eredményeket, valamint a gyógyszerkutatás új irányait és lehetőségeit.

Bevezető

Bár a gyógyszeres terápia messze visszanyúl a történelem előtti időkbe, gyógyszergyártásról és gyógyszerkutatásról csak az utóbbi 150 évben beszélhetünk.

A gyógyítás alapja évezredek óta kizárólag a tapasztalat volt. Az ember megismerte egyes ásványi anyagok és növények valamilyen hatását, és ezen az úton igyekezett a betegségek gyógyításának módját megtalálni.

A mai értelemben vett gyógyszeripar megindulása a múlt század közepére tehető, amikor 1847-ben a kloroformot narkózis céljaira, a klorál-hidrátot altatónak, a szalicilsavat pedig antireumatikumként kezdték iparszerűen, szintézis útján előállítani. A természettudományok fejlődése, különösen az orvostudományok, biológiai tudományok, szerves kémia és szerves kémiai ipar nagymértékű fejlődése az elmúlt száz évben lehetővé tette a mai méretű gyógyszergyártás kialakulását. Századunkban a gyógyszer és a gyógyszerkutatás nagyon nagy ipari, társadalmi és tudományos jelentőségre tett szert, hiszen a mai ember életét születéstől haláláig végigkísérik a gyógyszeres készítmények.

Kolozsváron a gyógyszerkutatás kezdetei természetesen az Egyetem Szerves katedráin, valamint a Gyógyszerészeti Egyetem keretén belül indul, s innen kiválva alakul meg 1951-ben a Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézet. Ez az intézet úgy jött létre, mint a pár évvel hamarabb megalakult Bukaresti Gyógyszerkutató Intézet kolozsvári centruma. A Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézetben két fő irányban indul meg a kutatás, mégpedig egy alkalmazott kutatás, melynek célja új technológiai eljárások kidolgozása gyógyszerhatóanyagok előállítására, valamint ezzel párhuzamosan alapkutatás, mely főleg új szerves vegyületek szintézisére, és szerkezetkutatására irányul. Fő kutatási irány az alkalmazott kutatás, hiszen a kutatóintézet új épülete a "Terápia" gyógyszergyár területén épül. A kutatómunka célja a hazai lehetőségeken alapuló technológiai eljárások kidolgozása a külföldön megjelent gyógyszerhatóanyagok szintézisére. Természetesen a hatóanyag előállítására irányuló kutatással párhuzamosan, gyógyszerkikészítéssel és

kiszerezéssel is foglalkoztak az intézet gyógyszerészei.

Az elmúlt majdnem 50 év alatt a Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézetben a gyógyszerhatóanyagok széles skálájára született technológiai eljárás.

Az előállított gyógyszerhatóanyagokat hatásmechanizmusuk alapján a következő csoportokba sorolhatjuk:

- központi idegrendszerre ható gyógyszerek
- környéki idegrendszerre ható gyógyszerek
- vérkeringési és légzési rendszer gyógyszerei
- gyulladásra ható gyógyszerek
- vese és húgyutakra ható gyógyszerek
- emésztési rendszer gyógyszerei
- vérre ható gyógyszerek
- anyagcserére ható gyógyszerek

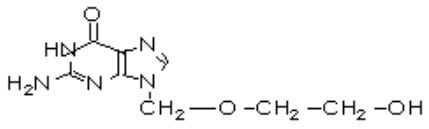
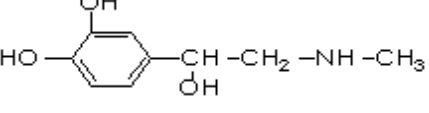
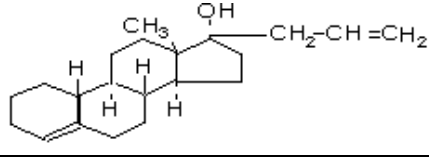
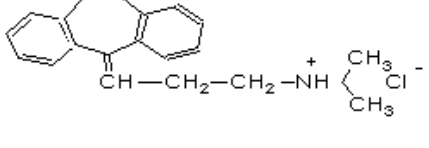
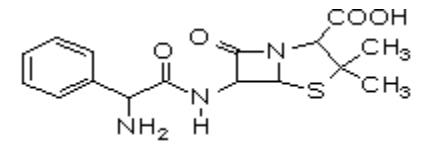
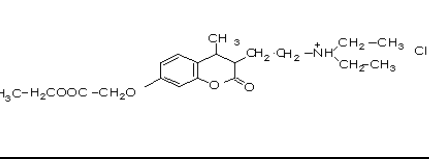
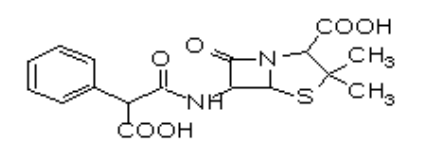
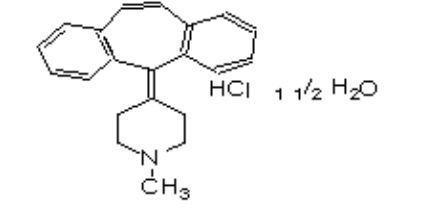
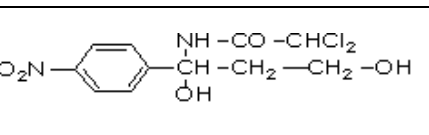
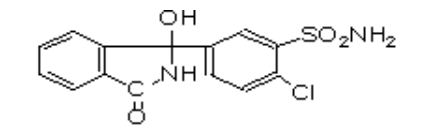
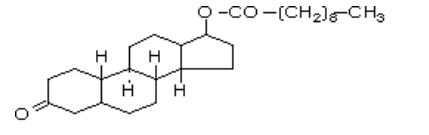
Ezen csoportokon belül az előállított gyógyszerkészítmények között találunk idegnyugtatókat, fájdalomcsillapítókat, altatókat, tranchilizánsokat, antidepresszívumokat, véralvadást befolyásoló gyógyszereket, vizelethajtókat, antihisztaminokat, antireumatikumokat, vitamin- és hormonkészítményeket, antidiabetikus készítményeket és természetesen szulfamidokat és antibiotikumokat.

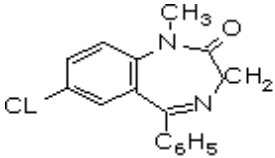
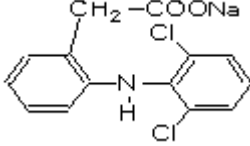
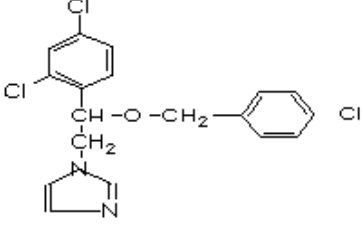
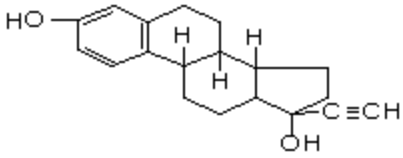
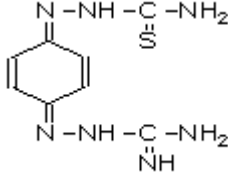
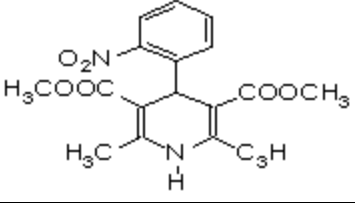
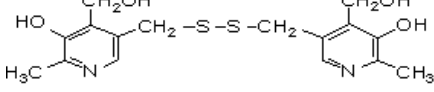
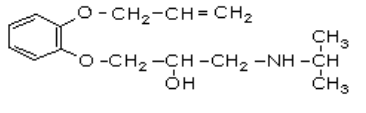
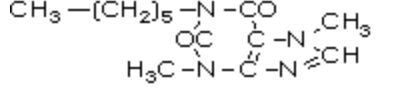
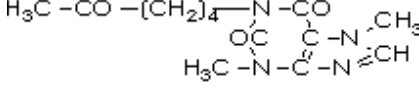
A kidolgozott technológiai eljárások legnagyobb részét a kolozsvári Terápia gyógyszergyár alkalmazta, melyek a termelés alapját képezték hosszú éveken át, s még napjainkban is. Intézetünk a bukaresti „Sicomed” gyógyszergyárral, a szintén bukaresti „Sintofarm” és „Biofarm”, valamint a Jászvárosi „Antibiotice” gyárral szoros együttműködött.

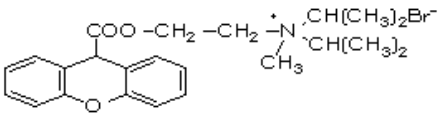
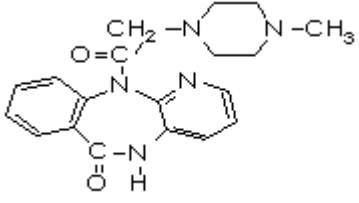
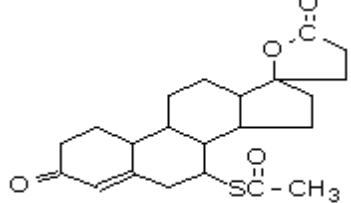
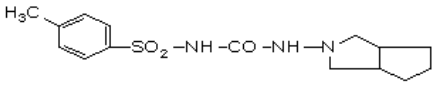
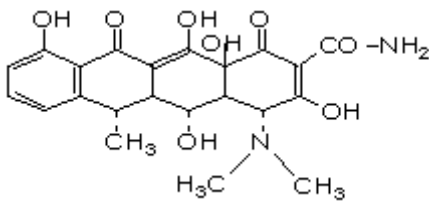
A gyógyszerhatóanyagok, melyeknek előállítására technológiai eljárást dolgoztak ki, mint szerves vegyületek a legkülönbözőbb kémiai szerkezettel rendelkeznek (hormonok, szénhidrátok, különböző szubsztituált heterociklikus vegyületek).

Az előállított fontosabb hatóanyagok szerkezetét, valamint fiziológiás hatásukat a következő táblázat tartalmazza. A szerkezet mellett szerepel a kémiai elnevezés, valamint a gyógyszer nemzetközileg elfogadott INN neve [1], amelynek hatóanyaga.

INN = *International Nonproprietary Name*

<i>INN</i>	<i>Szerkezet</i>	<i>Kémiai elnevezés</i>	<i>Fiziológiai hatás</i>
Aciclovir		2-amino-1,9-dihidro-9-[(2-hidroxi-etoxi)-metil]-6H-purin-6-on	antivirális hatás
Epinephrine		1-(3',4'-dihidroxi-fenil)-2-metil-aminoetanol	glaukoma (szürkehályog)
Allylestrenol		17-alfa-allyl-4estren-17-beta-ol	progestativ sexualis hormon
Amitriptyline		5-(3'-dimetilamono-propiliden)dibenzo[a,d]ciclohepta-1,4-dienklorhidrat	antihisztamin hatás antidepresszív
Ampicillin		D(-)-α-aminobenzilpenicilina	antibiotikum (antibakteriális hatás)
Carbocromen		3-(beta-dietilaminoetil)-4-metil-7-(karbelloxi-metoxi)-2-oxo-(1,2 kromen)-klorhidrat	értágító, antiischémiás hatás
Carbenicillin		α-carboxibenzilpenicilina	antibiotikum (antibakteriális hatás)
Cyproheptadine		4-(5H-dibenzo[a,d]ciclohepten 5-iliden)-1 metilpiperidin sesquhidrat	antihisztamin hatás
Cloramfenicol		1-(β-nitrofenil)-2 dikloracetamido-1,3-propandiól	széles spektrumú antibiotikum
Chlortalidone		3-(4-klor-3 szulfamoil-fenil)-3 hidroxiindolil-1-on	vízajtó
Nandrolone Decanote		17-beta-hidroxi-19-norandrost-4-en-3on-17 dekanóát	anabolikum

Diazepam		7-klor-2,3-dihidro-1-metil-5-fenil-1H-1,4-benzodiazepin-2on	altató
Diclofenac		2-[(2,6-diklorfenil)-amino]-fenil-ecetsav-nartrium soja	gyulladásgátló antireumatikum
Econazole		1-[2-(2,4 diclorofenil)-2-[(4-clorofenil)metoxi]etil] 1H-imidazol	antifungicid gombaölő
Ethinylestradiol		17-alfa-etinil-3,17+beta-dihidroxi-1,3,5(10)estratrien	ösztrogén hormon
Ambazone		1,4-benzokinon-amidino-hidrazonsemibarbazon	fertőtlenítő antibakteriális
Nifedipine		4-(2'-nitrofenil)-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridin-3,5-dikarbonsav dimetil észtere	vérnyomáscsökkentő
Pyritinol		3,3'-(ditiometilen)-bis-(5-hidroxi-6-metil-4-piridilmetanol)diklorhidratja	neurotonikus, antidepresszív
Ibuprofen	$(\text{CH}_3)_2\text{-CH-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$	2-(4-izobutilfenil)propain sav	gyulladásgátló, fájdalomcsillapító
DL Calcium Pantothenate	$(\text{CH}_2\text{-C}(\text{Cl}_3)\text{-CH}(\text{OH})\text{-C}(\text{OH})\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO})_2\text{Ca}$	Kalcium-D,L-pantotenat	biostimulátor
Oxprenolol		1-(O-aliloxi-penoxi)-3-izopropil-amino-2-propanol-klorhidraz	arteriális hipertensor, aritmiás zavarok ellen
Pentifylline		1-hexil-3,7 dimetilxantin	agyi és periférikus vértágító
Pentoxifylline		1-(5-oxohexil)-3,7 dimetil xantin	periférikus értágító

Propantheline Bromide		N,N-diizopropil N-metil-2-(xanten-9-karboniloxi)-etil-ammonium-bromid	gyomorfekély savtúltengés
Pirenzepine		5,11-dihidro-11[(4-metil-1-piperazinil)acetil]-6H-pirido[2,3b][1,4]-benzodiazepin-6-on	hiperaciditás elleni hatóanyag
Spironolactone		3-(7-acetiltio-17-hidroxi-3-oxo-androst-4-en-17-il) propánsav-laktonja	vízajtó hatás
Gluclazide		N-(3-azabicyclo[3,3,0]-oct-3-il)-N'-toluie-p-sulfonilurea	hipoglicemiás hatás
Doxycycline		2-naphthacene-carboxamid,4-dimethyl-amino(-1,4,4a,5,5a,6,11,12a-octahydro-3,5,10,12,12a-6methyl-1,11-dioxo-pentahydroxi	antibakteriális hatás

A bemutatott gyógyszerhatóanyagok és még sok más hatóanyag előállítására a kutatóintézetben technológiai eljárásokat dolgoztak ki, melyek lehetővé tették a kutatási eredmények ipari átültetését.

Bár a táblázatban bemutatott gyógyszerek szerkezete nagyon különböző, voltak olyan gyógyszer-csoportok, melyek hosszú éveken át kutatóintézetünk fő kutatási területét jelentették (szteroid-hormonok, antibiotikumok vagy dibenzo-heptadienon különböző származékai).

Egy-egy gyógyszerhatóanyag előállítása és szintézise nagyon komplex, többlépéses szerves szintézist jelentett. Példaként említhetnék az Amitriptilin, Nortriptilin és Cyproheptadin szintézisét, melyek a dibenzo-heptadienon osztályához tartoznak szerkezeti szempontból és mindmáig gyógyszeriparunk fontos termékei [2,7].

Csupán ezen három gyógyszerhatóanyag technológiai eljárásának kidolgozását 5 publikáció, valamint 15 szabadalom kísérte.

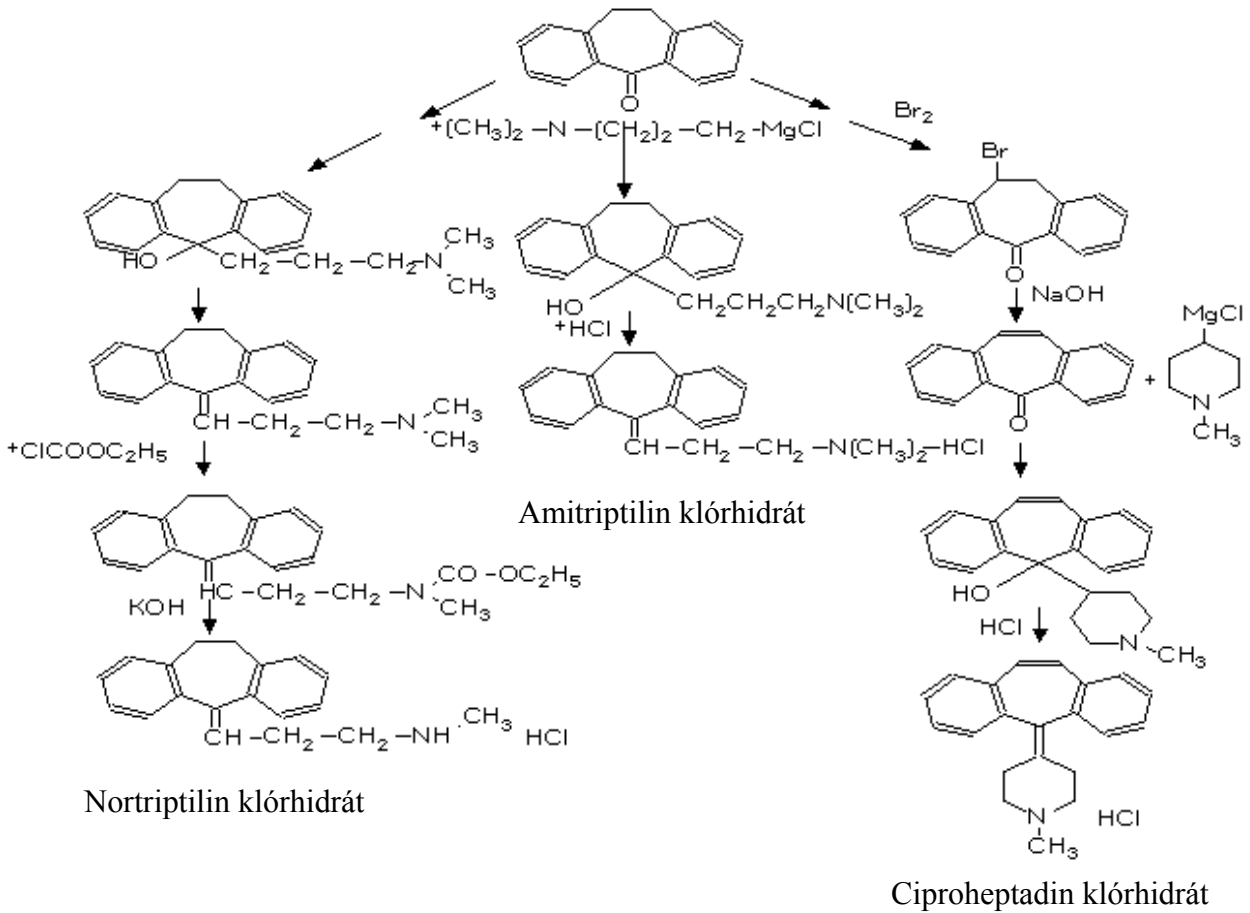
Talán ennek a rövid és semmiképpen sem teljes beszámolóknak sikerült bemutatni azt az ön-feláldozó kutatói tevékenységet, melyet vegyész-

ink, gyógyszerészeink az elmúlt ötven évben végeztek a Kolozsvári Gyógyszerészeti Intézetben.

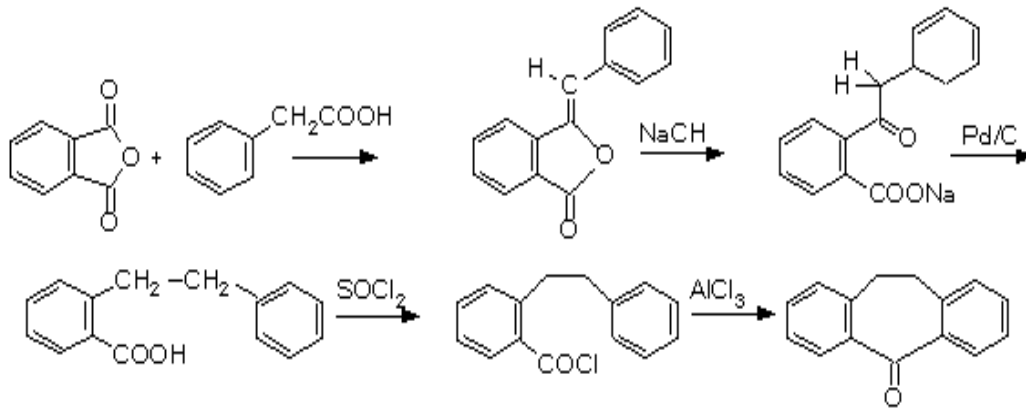
Hogyan tovább? - vetődik fel önkéntelenül is a kérdés, hiszen az új gazdasági rendszer, a nyugati vezető gyógyszercégek betörése a hazai piacra lényegesen megváltoztatta lehetőségeinket, munkánk irányát. Hiszen a gyógyszerkutatásban is, mint minden területen, a fő cél a bűvös szó elérése "rentabilitás", ez pedig azt jelenti, hogy technológiai eljárásaink versenyképesek legyenek, mind kutatás, mind ipari megvalósítás szempontjából a nyugati termékek piacán.

Van-e lehetőségünk új hatóanyagok kidolgozására, megtervezésére, kutatására - ezt majd a következő ötven év lehetőségei döntenek el, s főleg a beruházások, a gazdaság alakulása, az anyagi lehetőségek.

Pillanatnyilag a kutatás súlya a kiserelés irányába tolódik el, hiszen a gyógyszergyárak is ebbe az irányba fektetnek be legtöbbet. A hatóanyag beszerzése sokszor gazdaságosabb a külföldi cégek révén, mint a hazai gyártás, így a Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézet főleg kiserelési kutatásokkal foglalkozik, s talán már jövőre mint a Terá-



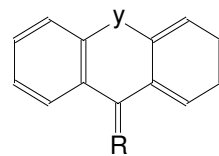
pia gyógyszerészeti részlege és nem mint önálló kutatóintézet működne.



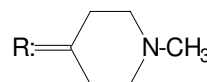
Ez lesz talán a Kutatóintézet sorsa, de merre tart az ezredfordulón a gyógyszerkutatás?

A XXI. század elejének kémiai kihívásai között az Amerika Kémiai Társaság (ACS) elnöke Ronald Bresow – véleménye szerint a gyógyszeripar és gyógyászat az első helyen szerepel. A cél a víruselleni szerek, rezistens baktériumfajtákkal szemben új antibiotikumok kutatása. A leküzdendő humán kórokként a következők voltak kiemelve: rák, hűdés (stroke) szívbetegségek, Alzheimer-kór, csontritkulás, elhízás, genetikai hibák, szkizofrénia, cukorbetegség, arthritisz.

Céltott hatóanyag – jutattás által a szervezeten belül a fő irányvonalak: inzulintermelő műhas-



Amitriptilina
Y: -CH₂-CH₂-
R: -CH-CH₂-CH₂-N(CH₃)₂
Nortriptilina
Y: -CH₂-CH₂-
R: -CH-CH₂-CH₂-NHCH₃
Ciproheptadina
Y: -CH=CH-



nyálmirigy, biokompatibilis szervpótlás, műcsont, műfog, bakteriális fertőzések gyors diagnosztika.[8]

A gyógyszerkutatásban az ezredfordulón egyre nagyobb hangsúlyt kap a gyógyszerek hatásmechanizmusának ismerete a gyógyszer-receptor kapcsolat tisztázása, az életfolyamatok molekuláris szintű megismerése. [9]

A cél ultraszelektívitasu gyógyszerhatóanyagok kutatása, amelyek csak bizonyos receptor-szubsztrátumhoz kapcsolódhatnak [10] A jövő gyógyszerhatóanyag kutatásának célja a fiziológias hatás növelése a hatóanyag növelése a hatóanyag dózisének csökkentésével párhuzamosan. Fontos szerepet kap az optikai izomérek előállítás, racem elem szétválasztása, vagy sztereospecifikus szintézisek útján [11]

Új irány a retrometabolikus gyógyszerkutatás, mely kevésbé toxikus gyógyszerek bevezetését jelenti, mely nemcsak a gyógyszer hatóanyagai nak toxicitását vizsgálja, hanem annak biológiai -

bomlástermékeinek lehetséges toxicitását [12] S talán mindezek között a legfontosabb a biotechnológia megjelenése, a mikroorganizmusok által termeltetett, esetleg már módosított fehérjék gyógyászati célra való alkalmazása [13].

A biokémia, genetika, biotechnológia napjainkban jelentkező határtalan fejlődése etikai, jogi és szociális problémákat vet fel, így már több államban törvényekkel korlátozzák a genetikai információ felhasználását az egészségbiztosítás területén.

Hogyan fog a Kolozsvári Gyógyszerkutató Intézet az ezredfordulón a gyógyszerkutatáshoz kapcsolódni? Erre a bonyolult kérdésre a választ a következő évek jelentik majd, mindenképpen a jelenlegi kutatásban csak az egyes tudományágakban dolgozók nemzetközi együttműködése révén várható újabb, az emberiség számára legfontosabb eredmények.

Irodalom

1. USAN and the USP-Dictionary of Drugs Names.
2. A.Miodownik, J. Kreisberger, Synth.commun., 11 (3), 241 (1981.)
3. W.Wysocka, Bull.Acad.Pol.Sci.Ser.Sci.Chim. 28 (4), 263 (1980.)
4. J. Vejdelek, M.Protiva, Ceskoslov. Farm., 11, 3 (1962.)
5. British Pharmacopeia 1980, The Pharm. Press London 1980., p.134.
6. J.Colinski, M. Makosza-Synthesis 1970., 823.
7. Joukzuk, M. Fedorynski, M. Makosza-Tetrahedron Letters, 23, 1972., p.23-95.
8. Chemical and Engineering News 74, no 28 p. 42. 1996.
9. QSAR and Molecular Modelling Concepts, Computational Tools and Biological Applications PROUS SCIENCE, 1994.
10. Price, B, J, and Roberts, S.M. „Medicinal Chemistry: The Role of the Organic Chemist in Drug Research” Academic Press , Orlando, 1985.
11. Roberts, S, M, Turner N, J, Willetts A, J, „Introduction to Biocatalysis using Enzymes and Microorganism” Cambridge Univ., Press New York 1995.
12. Chemtech 25, No. 10., p. 22. 1995.
13. Olsen O, Boriss R, U, Engyneering Thermostable Enzymes by Construction of Hybrid genes. Mol. Gen. Genet. 225. 177-85, 1991.

Egy régi kémiai elem új formái

Dr. Szabadai Zoltán

Temesvári Orvostudományi és Gyógyszerészeti Egyetem

A szén az egyik legrégebben ismert kémiai elem. Szerepe nemcsak Földi viszonylatban fontos, hanem a Világegyetem mércéjével kifejezve is egyedülálló. Földi szerepével kapcsolatban elég azt megemlíteni, hogy az élet primitív vagy magasabbredű fokán egyaránt kulcsfontosságú. 1985 előtt a szénnek két elemi formáját ismertük: a grafitot és a gyémántot. A két forma a szénatomok kapcsolódási módjában tér el. Ez a különbség elegendő ahhoz, hogy fizikai tulajdonságaik között óriási eltérés mutatkozzon.

Alig másfél évtizede bizonyosodott be, hogy a szén korántsem olyan egyszerű elem, amint azt hittük. A fullerének és a fulleritek felfedezése gyökeresen átalakította nemcsak a szénről alkotott felfogásunkat, hanem nyitányát jelentette egy alapjaiban új szemléletnek a kémiában. Jelen dolgozat célja rövid betekintést nyújtani a fullerének felfedezésének néhány részletébe, összefoglalni a kutatások jelenlegi állását és rámutatni azokra a kérdésekre, amelyek a fullerének kémiája számára még nyitott kutatási területet jelentenek.

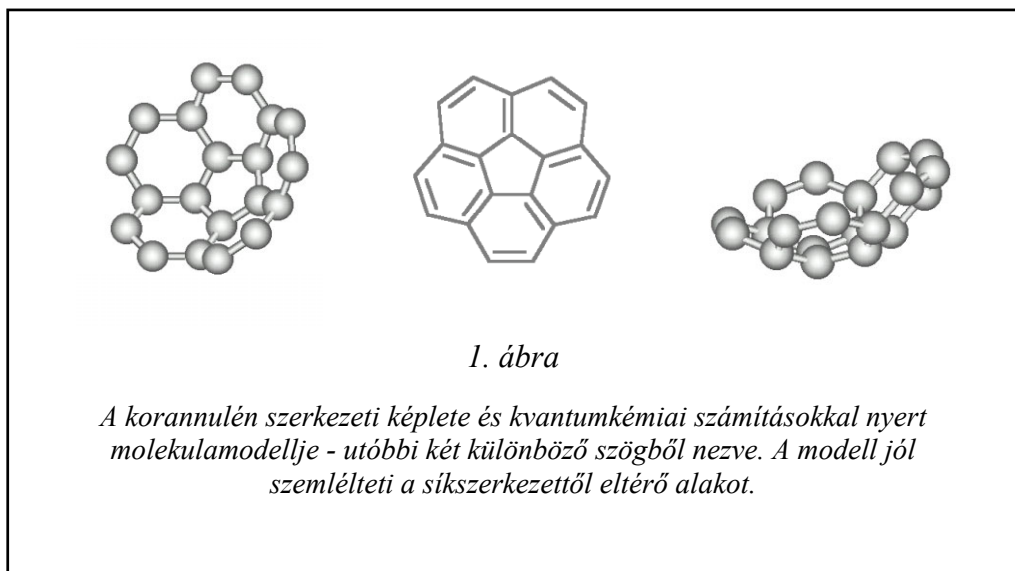
Előzmények

1970-ben E. ŌSAWA és munkatársai a három dimenziós π -delokalizációt mutató szuperaromatikus molekulák létezésének lehetőségét vizsgálva, elképzelték egy labdaszerű, C_{60} molekulaképlettel leírható szerkezetet [1]. Elképzelésük alapját az 1966-ban W. E. BARTH és R. G. LAWTON által szintetizált [2] korannulén molekulája képezte (1. ábra).

Régi előítéletként uralkodott a vegyészek körében az a nézet miszerint az aromás jellegű π -delokalizáció feltétele a molekulaváz sík szerkezete.

Ezt a nézetet a benzol, valamint az ebből származtatott, π -delokalizációra képes molekulák, bizonyítottan sík molekula-szerkezete igazolni látszott. A kutatók fantáziája meglódult: a π -delokalizációt mutató korannulén homorú szerkezete adta az ŌSAWA-vezette csoportnak azt az ötletet, hogy ezt a szerkezetet továbbépítve, a molekula egy önmagába bezáruló felületet alkot.

A π -delokalizáció várhatóan az egész zárt felületre kiterjedne, tehát megvalósulna egy olyan aromás szerkezet amelynek π -elektronjai kilépnének a síkból.



A modellezés eredményeként megszületett egy futballabdalakzat, amelynek felületét szabályos ötszögek és hatszögek alkották. Azt is felismerték, hogy a nyert alakzat tulajdonképpen egy csonka ikoszaédernek felel meg, tehát I_h típusú szimmetriát mutat. Ezt a megálmodott molekula szerkezetet 1971-ben írta le Z. YOSHIDA és E.

ŌSAWA [3]. Mivel eredményeiket japán nyelven közzétették, nem kerültek a kutatók érdeklődésének gyújtópontjába és a tudományos világ nem reagált rá. Azt ezt követő években az ŌSAWA-csoport érdeklődése elfordult az aromás jelleg problémájától. Valamivel később, 1985-ben KROTO és munkatársai közzétették a C_{60} molekula fel-

fedezését közlő dolgozatukat [4].

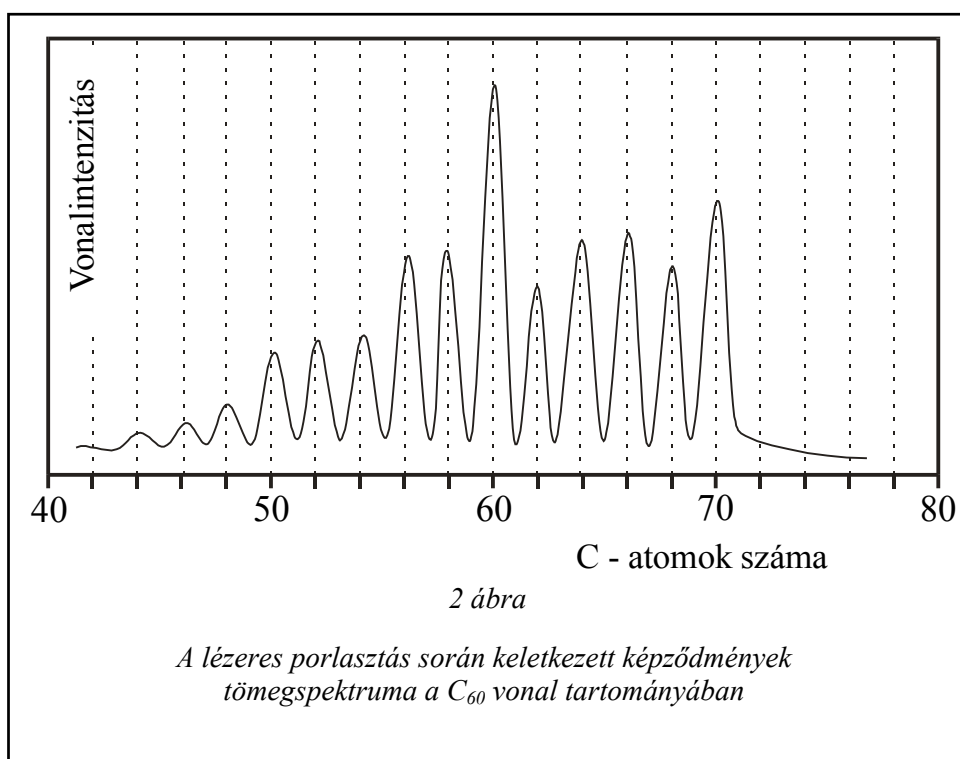
Ami a C_{60} gyakorlati előállítását illeti, az ŌSAWA-csoport helyesen jósolta meg, még KROTO felfedezése előtt, hogy a koranuléből származtatott zárt gömbfelület képződése csakis spontán folyamat lehet, amely csak bizonyos kísérleti körülmények között megy végbe. Lépésekre lebontott szintézisére több sikertelen kísérletet végeztek.

Felfedezés / izolálás

A C_{60} -as molekulaképződmények létét 1985-ben bizonyították be KROTO és munkatársai [4]. Eredményüket nagymértékben a véletlennek köszönhatték. Eredetileg bizonyos csillagokban

(széntartamú vörös óriások) zajló folyamatokat próbáltak szimulálni. E célból 15 mJ/cm^2 teljesítményű ArF lézerrel grafitot porlasztottak in-differens gázáramban, a porlasztott terméket pedig tömegspektroszkóppal elemezték.

A tömegspektrumban számos ion vonala jelent meg és ezek három csoportra tagozódtak. Az első csoportban található vonalak páros- és páratlan számú szénatomot tartalmazó ionoknak feleltek meg, amelyek maximálisan 6 szénatomból épültek fel. A második csoport szintén páros- és páratlan szénatomszámú, 22 - 36 szénatomból képződött, ionok vonalait tartalmazták, a harmadik csoport pedig kizárólag páros számú szénatomot tartalmazó ionoknak feleltek meg. Ez utóbbi csoportban különös intenzitással tűnt ki a C_{60} összetételhez rendelhető vonal (2. ábra).



A három csoport között vonalmentes zónák voltak; ezen tömegértékekhez tartozó ionok valószínűleg túl reakcióképesek voltak semhogy elérjék a detektort és spektrumvonalakat képezzenek. Feltehető továbbá, hogy a csak páros számú szénatomot tartalmazó ionok kizárólagos megjelenése annak tulajdonítható, hogy ebben a tömegtartományban csak ezek mutatnak számottevő stabilitást. A spektrumnak ez a része akkor sem változott meg, ha az ionokat nitrogénmonoxid molekulákkal ütköztették.

Részletes kutatómunka árán kiderítették [5,6,7], hogy az első vonalcsoporthoz lineáris szénatom képződményeknek, a második vonalcsoporthoz gyűrűs szerkezeteknek, míg a harmadik fullerénstruktúráknak felel meg.

Mivel a zárt felülettel rendelkező molekulaszerkezetben a szénatom nem rendelkezik további kapcsolódásra képes vegyértékkel, érthető ezen szerkezetek kiemelt stabilitása. A C_{60} molekula képződésének mechanizmusára J. R. HEATH [8] próbált magyarázatot találni.

A C_{60} makroszkópikus mennyiségének előállítására már a KROTO csoport is tett kísérletet. Munkájukat megnehezítette az a tény, hogy még azt sem tudták, szilárd anyagként jelentkezike normális hőmérsékleten. Elvileg az sem látszott lehetetlennel, hogy gáznemű anyagot keresnek, hiszen elméleti jóslások szerint a molekulák között ható erők igen gyengék.

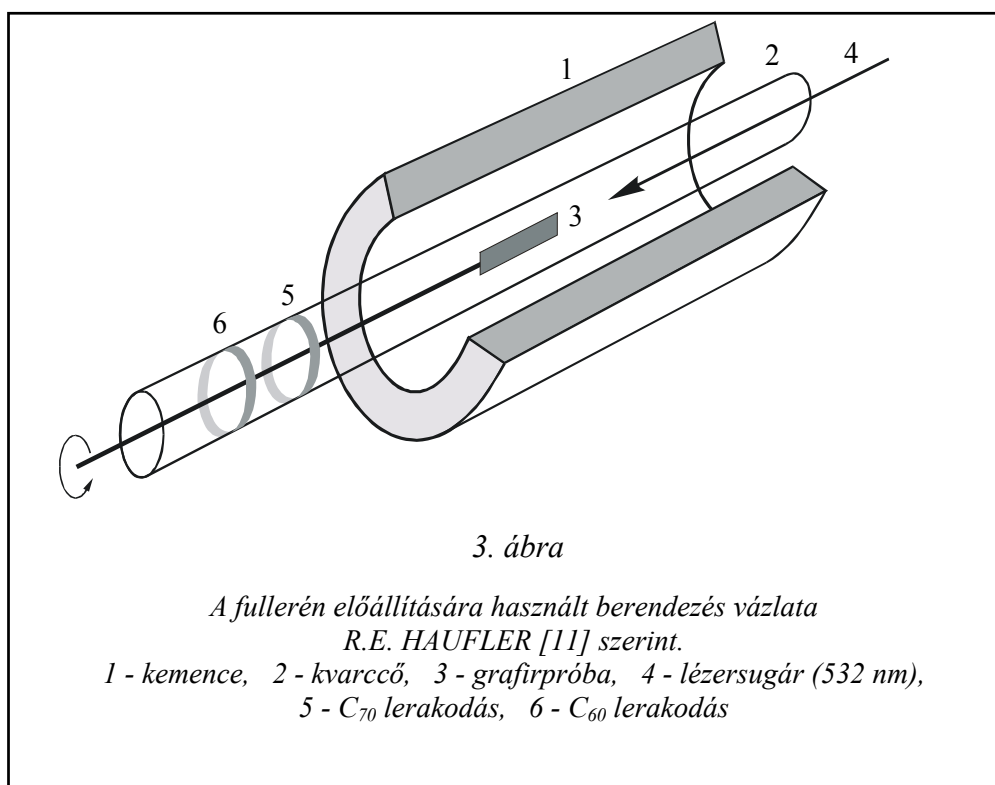
A C_{60} preparatív előállítását végül W. KRÄTSCHMER valósította meg 1990-ben [9,10].

Az általa vezetett kutatócsoport a világűrben 217 nm-nél észlelt ultraibolya abszorpcióra keresett magyarázatot. Vizsgálataik alapján feltételezték, hogy a világűrben nanoméretű szénatom-konglomerátumok találhatóak és ezek okozzák az említett abszorpciót. Hipotézisük tisztázása érdekében ők is a grafit hélium atmoszférában megvalósított párologtatásával kísérleteztek.

A C_{60} előállítását jó hozammal R.E. HAUFLEER valósította meg 1991-ben [11]. Az előállításához használt kísérleti berendezés vázlata a 3. ábrán látható. A grafitpróbát egy kvarccső belsejében forgó tengelyre erősítették és egy 5 ns-os im-

pulzus üzemmódban működő, 300 mJ/impulzus teljesítményű, Nd-YAG lézerrel sugározták be.

A leszakadt szénrészecskéket indifferens vívőgázáram mosta ki a csőből. Ha a cső fala szobahőmérsékleten volt, nem képződött fullerén, ha azonban a cső falát 1200 °C-ra hevítették, a termékek 20 % - a C_{60} és C_{70} volt. Ezek az anyagok a kvarccső hideg részén csapódtak le. 1000 °C hőmérséklet mellett is észleltek fullerénképződést, de gyengébb volt a hozam. A kísérlet tanulsága az volt, hogy a C_{60} képződés olyan folyamat, amely aktivációs energiát igényel.



A lerakódást benzolban toluolban vagy más nem poláros oldószerben oldották. Ezzel lehetőség nyílt a C_{60} előállítására makroszkópikus mennyiségben és megindulhatott tulajdonságainak behatóbb vizsgálata. Egy csepp benzolos oldatot mikroszkóp tárgylemezről elpárologtatva, megjelentek a mikroszkóp látómezejében az első C_{60} kristályok. Első alkalommal jelent meg a kutatók szeme előtt a tiszta szén új, addig ismeretlen, allotróp módosulata. Röntgensugár diffrakciós mérések igazolták, hogy ez a szénmódosulat C_{60} -ból felépített molekula-kristályráccsal rendelkezik. A szomszédos C_{60} molekulák a kristályrácsban egymástól 1 nm távolságra helyezkednek el. Az új kristályos formára W. KRÄTSCHMER és munkatársai a "fullerit" nevet javasolták [10].

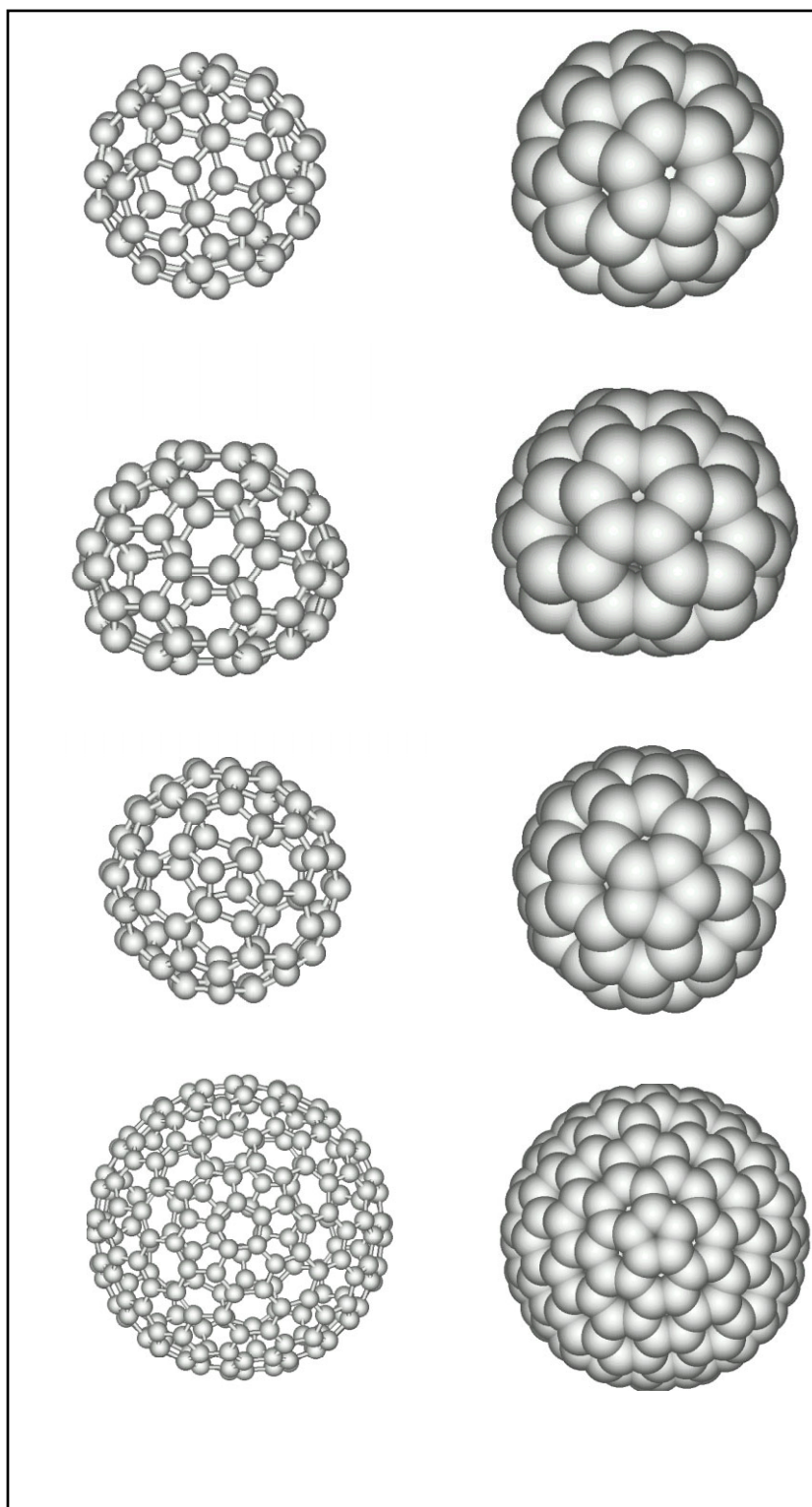
Végezetül, ezen alfejezet záróakkordjaként érdemes megemlíteni KROTO és WALTON

érdekes feltételezését amely szerint a C_{60} képződése megvalósulhat az aciklusos poliinek $-(C\equiv C)_n$ cikloaddíciója révén is.

Tulajdonságok / perspektívák

Miután a C_{60} molekula léte bizonyítást nyert és igazolódtak a szerkezetre vonatkozó előrelátások, a következőizgalmas kérdések mindenekelőtt azt firtatták, hogy lehetségesek-e más szénatomszámú fullerén szerkezetek is. A C_{70} létehez nem fért kétség, hiszen képződését a C_{60} -nal egyidejűleg észlelték.

Elméletileg a különböző számú szénatomból felépített fullerének egész seregét képzeltek el és indokolták meg elméletileg, egyrészt geometriai, másrészt elektronelméleti megfontolások alapján.

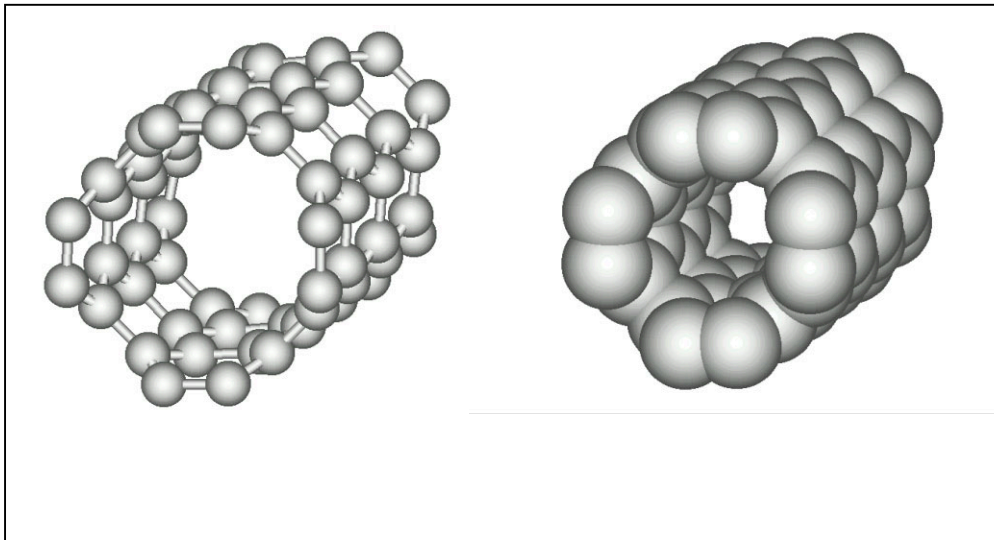


4. ábra
A C_{60} , C_{70} , C_{80} és C_{240} molekula modellje

A 4. ábra ízelítőként mutatja be a C_{60} és a C_{70} molekulamodellje mellett a C_{80} és a C_{240} molekulákat, kétféle ábrázolásban. A lehetséges struktúrákat megálmodó fantázia igen termékenynek bizonyult. Nemcsak gömbfelületté záródó molekuláris alakzatokat képzeltek el és írtak le mint le-

hetséges molekulákat, hanem csőszerű kepződményeket is [13] (5. ábra).

A csőalakú molekulák léte később igazolódott: S. IJIMA [14] szénelektrodok között létrehozott ívfénnyel kapott porlasztási termék elektronmikroszkópos felvételén észlelte ezeket.



5. ábra
Csőalakú molekulaképződmény modellje

Makroszkopikus méretű, kontrolált szintézisük azonban még nem valósult meg.

A fullerén típusú molekulák lehetséges szénatomszámának előrejelzésére valóságos matematikai elméletet dolgoztak ki. Jelen dolgozatba ennek a problémának a tárgyalása nem fér bele.

Érdekes megemlíteni, hogy a nagyszámú rezgési szabadságfok ellenére, a C_{60} molekula infravörös spektrumában, elméleti megfontolások szerint mindössze 4 abszorpciós sávot jósoltak meg. A gyakorlat ezt fényesen igazolta: a C_{60} infravörös szinképében az abszorpciós sávok 1429, 1183, 577 és 528 cm^{-1} -nél találhatók.

A fulleréneket egyelőre csak tudományos kuriózumnak lehet tekinteni, de kiterjedt kutatások folynak számos ígéretes alkalmazás gyakorlatba ültetésére.

A lehetséges alkalmazások terén nagy reményekre jogosít azon észrevétel, hogy a C_{60} és a C_{70} molekula elektron akceptor tulajdonságot mutat. A C_{60} molekula elektronaffinitására $2,62 \pm 0,05\text{ eV}$ adódott [15]. Bizonyítást nyert, hogy a C_{60} és a C_{70}

molekula 2 elektront képes megkötni és C_{60}^{2-} illetve C_{70}^{2-} iont képezni [16].

C_{60} vékonyrétegek közé alkáli fématomokat zárva, az alkálifém mérete és bevitt mennyisége függvényében szigetelő, vezető, vagy szupravezető anyagokat állítottak elő [17 - 20]. Például kálium vagy rubidium adalékkal ($A = K, Rb$), az A_3C_{60} összetétel mellett szupravezető fázist, az A_3C_{60} összetételnél pedig szigetelő anyag képződött. Alkáli földfémek adalékával is sikerült szupravezető fázist előállítani; ilyen értelemben megemlíthető például a Ca_5C_{60} összetétel [21].

Egy rövid dolgozat keretén belül lehetetlen akár csak felsorolni is azt a számos területet, amelyen a fullerének vagy más, tisztán szén alapú anyagok, a közeljövőben minden bizonnyal alkalmazást nyernek. A tudományos kutatások felgyorsult ritmusára jellemző, hogy nem egészen tíz év alatt megszületett, szinte "a semmiből", a szén gyökerezen új kémiája és fizikája. Az alkalmazások tárháza pedig elkápráztatónak ígérkezik, várhatóan nem is nagyon hosszú idő múlva.

Irodalom

- [1] ŌSAWA, E. Superaromaticity, *Kagaku* **25**, (1970) 854 - 863
- [2] BARTH, W.E., LAWTON, R.G. The synthesis of corannulene, *J. Am. Chem. Soc.* **93** (1971) 1730 - 1745
- [3] YOSHIDA, Z., ŌSAWA, E. Aromaticity, *Kyoto: Kagaku Dojin* (1971)
- [4] KROTO, H.W., HEATH, J.R., O'Brien, S., CURL, R.F., SMALLEY, R.E. C₆₀: Buckminsterfullerene, *Nature, London* **318** (1985) 162 - 163
- [5] ZHANG, Q-L Reactivity of large carbon clusters: spheroidal carbon shells and their possible relevance to the formation and morphology of soot. *J. Phys. Chem.* **90** (1986) 525 - 528
- [6] von HELDEN, G., HSU, M-T., KEMPER, P.R., BOWERS, M.T. Structures of carbon cluster ions from 3 to 60 atoms. Linears to rings to fullerenes. *J. Chem. Phys.* **95** (1991) 3835 - 3837
- [7] O'BRIEN, S.C., HEATH, J.R., KROTO, H.W., CURL, R.F., SMALLEY, R.E. A reply to Magic numbers in C_n⁺ and C_n distributions based on experimental observations. *Chem. Phys. Lett.* **132** (1986) 99 - 102
- [8] HEATH, J.R. Synthesis of C₆₀ from small carbon clusters: a model based on experiment and theory. *Fullerenes: synthesis, properties and chemistry of large carbon clusters (ACS szimpózium, 1991, 1 - 23)*.
- [9] KRÄTSCHMER, W., FOSTIROPOULOS, HUFFMAN, D.R. The infrared and ultraviolet absorption spectra of laboratory-produced carbon dust: evidence for the presence of the C₆₀ molecule. *Chem Phys. Lett.* **170** (1990) 167
- [10] KRÄTSCHMER, W., LAMB, L.D., FOSTIROPOULOS, HUFFMAN, D.R. Solid C₆₀: a new form of carbon. *Nature, London* **347** (1990) 354 - 358
- [11] HAUFLER, R.E. és munkatársai Carbon arc generation of C₆₀. *Mater. Res. Soc. Proc.* **206** (1991) 627 - 638
- [12] KROTO, H.W., WALTON, D.R.M. Polyynes and the formation of fullerenes. The fullerenes. *New horizons for the chemistry, physics and astrophysics of carbon*. Cambridge Univ. Press 1993, 103 - 112
- [13] JONES D.E.H. *New Scientist* **110** (1986) (1505) 88 ; (1505) 80
- [14] IJIMA, S. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature, London* **354** (1991) 56
- [15] WANG, L.S., CONCEICAO, J., JIN, C., SMALLEY, R.E. Threshold photodetachment of cold C₆₀. *Chem. Phys. Lett.* **182** (1991) 5 - 11
- [16] LIMBACH, P.A., SCHWEIKHARD, L., COWEN, K.A., McDERMOTT, M.T., MARSHALL, A.G., COE, J.V. Observation on the doubly charged, gasphase fullerene anions C₆₀²⁻ and C₇₀²⁻. *J. Am. Chem. Soc.* **113** (1991) 6795 - 6798
- [17] KOCHANSKY, G.P., HEBARD, A.F., HADDON, R.C., FIORY, A.T. Electrical resistivity and stoichiometry of K_xC₆₀ films. *Science, Wash.* **255** (1992) 184 - 186
- [18] FISHER, J.E., HEINEY, P.A., SMITH, A.B. Solid state chemistry of fullerenebased materials. *Acc. Chem. Res.* **25** (1992) 112 - 118
- [19] WEAVER, J.H. Fullerenes and fullerides: photoemission and scanning tunneling microscopy studies. *Acc. Chem. Res.* **25** (1992) 143 - 149
- [20] HADDON, R.C., KOCHANSKY, G.P., HEBARD, A.F., FIORY, A.T., MORRIS, R.C. Electrical resistivity and stoichiometry of Ca_xC₆₀ and Sr_xC₆₀films. *Science, Wash.* **258** (1992) 1636 - 1638
- [21] KORTAN, A.R., KOPYLOV, N., GLARUM, S.H., GYÖRGY, E.M., RAMIREZ, A.P., FLEMING, R.M., THIEL, F.A., HADDON, R.C. Superconductivity at 8.4 K in calcium-doped C₆₀. *Nature, London* **355** (1992) 529 - 532

Kémiai reakciók, abszorpció és extrakció tanulmányozása spirálcöves filmképző-buborékoltató készülékekben. XVI.

Dr. Vodnár János, Kolozsi Jenő

Jelen dolgozat célja bemutatni a spirálcöves filmképző-buborékoltató önkeverő típusú készülék hidrodinamikai viselkedését, valamint matematikai modellezését.

A tanulmány az előzőeknél néhányszor nagyobb méretű készülék egyedi jellemzése. A kísérleti eredmények alapján az ilyen típusú spirálcöves-buborékoltató készülék eredményesen használható olyan félüzemi és ipari méretekben is, amikor a használt gáz minél teljesebb elnyelése, vagy vegyi átalakítása a cél.

Bevezető

Néhány előző közleményben [1-5] beszámoltunk azokról az eredményekről, amelyeket a spirálcövel ellátott, önkeverő típusú Vodnár-féle készülékek hidrodinamikai jellemzése és matematikai modellezése során nyertünk. Ezek a készülékek aránylag kis befogadóképességűek. Hasznos űrtartalmuk nem haladja meg a 85 cm^3 -t. Ilyen esetben a használt gázhozam legfeljebb $80 \text{ dm}^3/\text{h}$ szokott lenni. Ellenkező esetben a készülék hatékonysága csökken. Az ilyen körülményekre megadott matematikai modellekkel jól reprodukálhatók a kísérleti eredmények, amelyek a folyadékrecirkuláció hozamára és a készülékben bekövetkező nyomásesésre vonatkoznak.

Ebben a kísérlet-sorozatunkban egy olyan spirálcövel ellátott önkeverő típusú készülék hidrodinamikai viselkedését és matematikai modellezését írjuk le, melynek a hasznos űrtartalma 5-ször nagyobb, mint a fent jelzett körülményekben szereplő készülékeké.

E tanulmánnyal meg szeretnénk állapítani, hogy az eddigi, aránylag kis űrtartalmú készülékek jellemzése során kapott matematikai modellek, milyen mértékben, illetve egyáltalán alkalmazhatók-e néhányszor nagyobb méretek esetében.

E készülékekkel elért kísérleti eredmények igen figyelemreméltók. Így például, a kénhidrogénnek N-metil-pirrolidonban, a sósavnak vízben, a szén-dioxidnak kálium-hidroxid vizes oldataiban való abszorpciójához elért abszorpciós fok $90\text{-}94\%$ -os növekedést mutat (összehasonlítva egy spirálcső nélküli, de azonos töltési térfogatú készülékkel). Alkil-benzoloknak gáznemű kéntrioxiddal végzett szulfonálásánál az összkonverzió növekedése $97,8\%$ -os, míg a toluol folyamatos klórozásánál 195% -os.

E készülékek mindenekelőtt laboratóriumi kísérletezéseknél tesznek jó szolgálatot, de eredményesen használhatók félüzemi és ipari méretű készülékek gyanánt is, különösen olyan esetekben, amikor a használt gáz minél teljesebb elnyelése, vagy vegyi átalakítása a cél.

A készülékek technikai-gazdasági előnyei

A Vodnár-féle készülékek számos előnnyel rendelkeznek az ugyanarra a célra használt, megszokott készülékekkel szemben.

Ezek közül említésre méltók a következők:

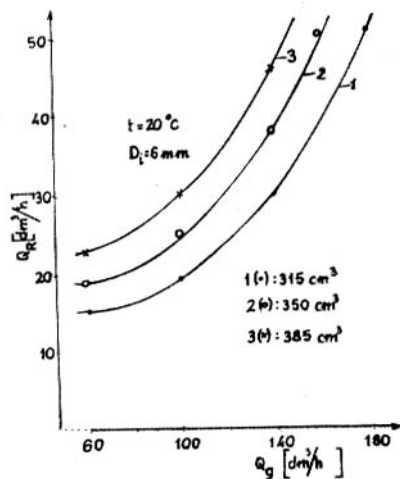
- a folyadékok (szuszpenziók) és gázok közötti érintkeztetés igen jó körülmények között valósul meg, aminek eredményeként az elérhető abszorpciós fok-értékek általában 90% , az összkonverzió-értékek pedig 190% körüli növekedést mutatnak;
- rugalmasak a gázhozam változással szemben;
- megvalósul a bennük levő folyadék önkeverése;
- használhatók mind folyadékfilm-rendszerű, mind buborékoltató készülékeként;
- a működésükkor fellépő nyomáscsökkenés nem nagy;
- nem reagálnak érzékenyen a bevitt, vagy a használatuk ideje alatt keletkező diszpergált szilárd fázissal szemben, amikor porózus üveglemezzel ellátott készülékek használhatatlanokká válnak;
- felhasználhatók gázok nagyfokú tisztítására;
- jól használhatók bizonyos gázok teljes abszorpciójára (gázok oldatainak előállítására) stb.

A használt készülék és a kísérleti módszer leírása

A használt készülék Pyrex üvegből készült. Űrtartalma 500 cm^3 , hasznos térfogata pedig 400 cm^3 . A gáznak a folyadékkal való érintkeztetésére egy 6 mm belső átmérőjű üvegszövből készült csővel, a folyadék-recirkuláció számára egy 8 mm belső átmérőjű csővel van ellátva. Szakirodalombeli megnevezése a Vodnár-2 készülék [1,2].

A készülék tartályrészének az alján található elzáró-ürítő csap teflonból készült.

A kísérletekhez gázfázisként levegőt, folyadékként pedig desztillált vizet használtunk. A levegőhozamot rotaméterrel mértük és értéke $60\text{-}180 \text{ dm}^3/\text{h}$ között változott. A készülékbe $285\text{-}385 \text{ cm}^3$

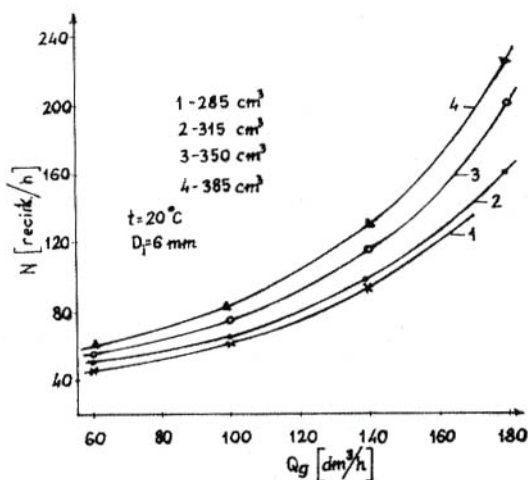


1. ábra

A folyadék recirkulációs hozamának (Q_R) a változás, a gázhozam (Q_g) függvényében

vizet töltöttünk. A víz szempontjából a mérések szakaszosak voltak (csak a levegőáram volt folyamatos).

A hidrodinamikai mérések során a készülékbe vitt víz recirkulációs hozamát (Q_R) követtük a levegőhozam (Q_g), a készülékbe betöltött víz (V) mennyisége és a készülék üzemelése közben, a benne megvalósuló folyadékoszlop magasságának (H) a függvényében. A víz, készüléken belüli, recirkulációs hozamának a mérésére kolorimetriás módszert használtunk. Mégpedig, a recirkulációs csőben lefelé áramló vízbe megfelelő mennyiségű festékanyagot vittünk be, és mértük azt az időt, ami eltelik miközben a festett folyadék eljut egyik jeltől a másikig. Előzőleg a cső két jel közötti térfogatát megmértük.

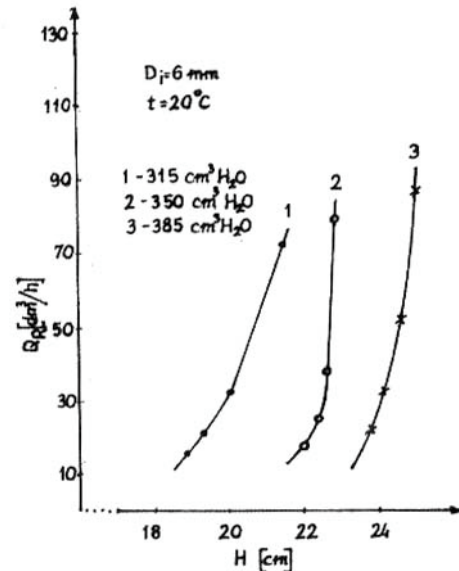


2. ábra

A recirkulációs folyadékhozam (Q_R) változása, a folyadékoszlop magasságának (H) függvényében

A kísérleti eredmények és azok kiértékelése

A hidrodinamikai mérések első részében a Q_R értékének a változását vizsgáltuk, a gázhozam (Q_g) függvényében, a készülék változó folyadékterhelése mellett, 20°C -on, 6 mm-es spirálcső átmérő (D_i) mellett. Ezeket az eredményeket szemlélteti az 1. ábra. Látható, hogy miközben a levegőhozam 60-tól $140\text{ dm}^3/\text{h}$ -ig növekszik, Q_R (a



3. ábra

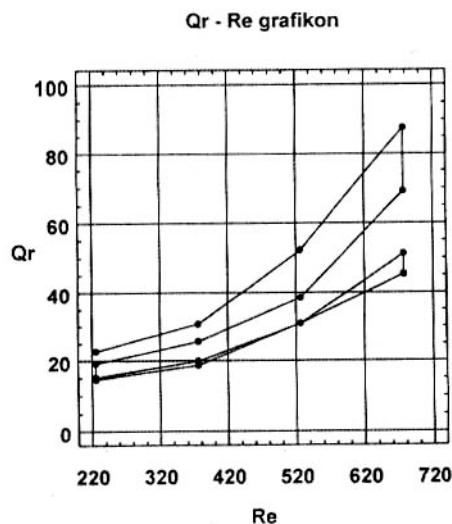
A teljes folyadékrecirkuláció számának (N) a változása, a gázhozam (Q_g) függvényében

folyadék recirkulációs hozama) értéke csaknem megkétszereződik, s ezáltal a folyadék keverésének az intenzitása lényegesen megnő, ez pedig elsőrendű feltétele annak, hogy a készülék betölthesse az ideális reaktor szerepét.

A 2. ábra a fentiekkel azonos körülmények között végzett kísérletek eredményeit szemlélteti, ahol a független változó nem a gázhozam, hanem a folyadékoszlop magassága (H) volt. Jól látható, hogy H -nak az értéke igen nagy mértékben befolyásolja a recirkulált folyadék mennyiségét (Q_R).

Így például, a készülék 385 cm^3 -es folyadékterhelése mellett, miközben H értéke 23,8-ről 24,5-re növekszik, Q_R értéke 16-ról kb. $88\text{ dm}^3/\text{h}$ -ra növekszik. Ez egyben azt is jelenti, hogy a lehetőségekhez mérten, minél magasabb készüléket kell használni.

Végül a 3. ábrával szemléltetjük a folyadék, készüléken belüli teljes recirkulációjának számát (N), a gázhozam függvényében. Azt találjuk, hogy miközben Q_g értéke 60-ról $180\text{ dm}^3/\text{h}$ -ra emelkedik, a teljes folyadékrecirkuláció száma 65-ről 230-ra növekszik. Ez más szóval azt jelenti, hogy például a készülék 385 cm^3 -es folyadékterhelése mellett, ez az egész folyadékmennyiség egy óra alatt 230-szor halad át a recirkulációs csövön.



5. ábra

Q_r folyadékrecirkulációs hozam (dm^3/h) változása a Re értékének függvényében

Ilyen nagy recirkulációs szám esetén a készülék a legtöbb reakciófajta, illetve abszorpció szempontjából kielégíti az ideális készülékkel szemben támasztott követelményeket.

A készülék matematikai modellezése

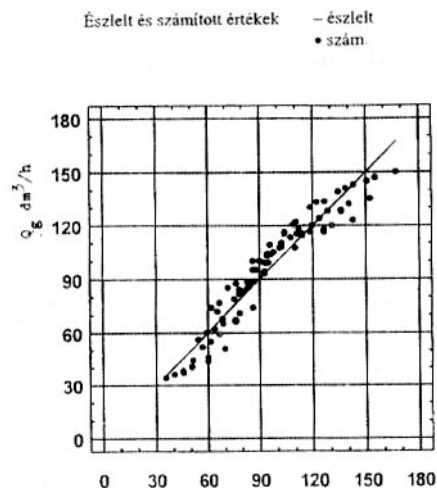
A fenti kísérleti eredmények birtokában lehetővé vált a szükséges matematikai modellek leírása, amelyek lehetővé teszik a folyadék recirkulációs hozamának (Q_R) a kiszámítását a Reynolds-szám (Re) függvényében, ami magába foglalja a gázhozammal (Q_g), a gáz sűrűségével és viszkozitásával, valamint a készülék spirálcsővének belső átmérőjével (D_i) szembeni függőséget is. Az egyik ilyen modell exponenciális jellegű és a korrelációs tényező értéke 0,903137: $Q_R = \exp(a + b \cdot Re)$, ahol $a = 2,17714$, míg $b = 2,7923 \cdot 10^{-3}$.

Az (1) modellel számított Q_R értékek jól egyeznek a mért értékekkel, ami a modell érvényességét igazolja. Ezt szemlélteti a 4. ábra is, ahol a modell alapján számított és a kísérletek alatt gyakorlatilag észlelt Q_R értékek szerepelnek, különböző gázhozamok (Q_g) mellett.

A második egy reciprok típusú modell, ahol a korrelációs tényező értéke 0,899379:

$$1/Q_R = a + b \cdot Re, \text{ ahol } a = 0,0779374, \text{ míg } b = -9,19641 \cdot 10^{-5}$$

Ezzel a modellel is, az észleltekkel igen jól egyező számított értékeket lehet nyerni.



4. ábra

A különböző Q_g érték esetében számított és észlelt Q_R érték

Mindkét modellben, (1) és (2), szereplő Re értékek a független változó szerepét töltik be. A recirkulációs folyadékhozam (Q_R) változását, a Re függvényében, az 5. ábra szemlélteti. Azt tapasztaljuk, hogy miközben Re értéke 220-ról 440-re növekszik, Q_R közel megkétszereződik, míg amikor Re értéke a háromszorosára növekszik, 220-ról 660-ra, Q_R értéke kb. a négyszeresére emelkedik, 20-ról 80-ra.

Az itt leírt kísérletek és a kapott eredmények azt bizonyítják, hogy az önkeverő típusú, spirálcsővel ellátott készülékek matematikai modellezését újból el kell végezni, valahányszor a használatra szánt készülék méretei 5-6-szor nagyobbak az előzőekben leírt és használt készülékekénél.

Irodalom

1. Vodnár, J., Magy. Kém. Lapja (Budapest), XLVIII, 3 sz., 125(1993).
2. Vodnár, J., Rev.Chim. (Bukarest), 43(1-2), 60(1992).
3. Vodnár, J., Kolozsi, J., Volum of CERECO'97-Karpat Euroregion Conference, Miskolc-Lillafüred (Hungary), 1997 június 1-4.
4. Vodnár, J., Enyedi, I., Múzeumi Füzetek (Kolozsvár), 6 sz., 107(1997)
5. Vodnár, J., Kolozsi, J., Múzeumi Füzetek (Kolozsvár), 7 sz., (1998)

EMT TUDOMÁNYOS SZAKKONFERENCIÁK

1999.		
Időpont	Rendezvény neve	Helyszín
február 19–21.	Bányász–kohász–földtan konferencia	Szovátafürdő
március 26–28.	SzámOkt '99	Marosvásárhely
április 23–25.	Országos Gépész Találkozó, OGÉT '99	Félixfürdő
április 23–24.	Faipari szaktalálkozó	Székelyudvarhely
május 6–9.	Sepsiszentgyörgyi EMT napok	Sepsiszentgyörgy
június 4–6.	Építészkonferencia, ÉPKO '99	Székelyudvarhely
szeptember 17–19.	Körmöczy János Fizikus Napok	Szovátafürdő
október 15–17.	Országos Szakmai Napok, OSZN '99	Szatmárnémeti
november	CompNews '99	Kolozsvár
november 26–28.	Vegyészkonferencia	Kolozsvár