

## A Bánság útügyei 1890-től 1914-ig

*Jancsó Árpád*

Temes megyei Út- és Hídépítő Vállalat, Temesvár

A történelmi Bánság a Maros, Tisza, Duna és Erdélyi havasok között fekvő téglalap alakú történelmi-földrajzi tájegység. Szent István királyunk hozta itt létre az első vármegyéket, majd a XVI. század közepétől másfél évszázadon át a félhold uralma alatt állt. Felszabadulása után osztrák koronaterület, a XVIII. század végétől a XX. század elejéig (kivéve az 1849-1860-as időszakot, amikor ismét osztrák koronaterület) Magyarország délvidéke. A trianoni békediktátum nagyobb részét Romániához, másik részét a Szerb-Horvát-Szlovén királysághoz csatolta, csak egy pár község maradt Magyarország kebelében.

Elemzésünk korszakában a Délvidék egységes volt (Temes, Torontál, Krassó-Szörény megyét foglalta magába), úthálózatát is egységesen kell tehát tanulmányoznunk. Természetesen az akkori magyar törvények voltak érvényben a Bánátban is, így ezek mellőzése megengedhetetlen. Az utakról és vámokról szóló törvény megjelenése előtt az országban több rendelet, utasítás szabályozta a utak építését, kezelését és fenntartását. Ezek néha ellentmondtak egymásnak, alkalmazásuk több esetben bonyolult volt. Az útügyek dolgaiban a közutakról és vámokról szóló 1890. I. Törvénycikk teremtett rendet. E törvény volt az első olyan organikus törvény, mely egyidejűleg szabályozta a törvényhatósági közutak költségelőirányzatának szerkesztését, továbbá az útdó kivetésének és behajtásának módozatait is. A törvény kiköszöbölte az előző korszakok hiányait is. A kereskedelemügyi miniszter 1890. május 15-vel léptette érvénybe 21.802/1890 számú rendeletével. A ma már nem egykönnyen beszerezhető törvényről a törvény alapján [12] valamint Barna Bertalan és Hanzély János összefoglalását [1], [2] is felhasználva, bővebben számolok be. Teszem azért, mert eddig nálunk épp hogy csak megemlítették, enélkül pedig nem lehet érdemlegesen a térség útjairól beszélni.

Az 1890-es törvénytől az útügyek fejlődését, az útépitéseknek a korábbiaknál nagyobb ütemben történő folytatását és a fokozottabb útfenntartás biztosítását várták.

A törvény valóban szerkezetében és intézkedéseiben korának egyik legjobb törvénye volt, mely gondoskodott minden útkategóriáról, az úthálózat megállapításáról, az utak építésére és fenntartására szükséges erőforrásokról és a rendszeres közúti igazgatás megszervezéséről. A törvény a közutakat a fenntartók szerint osztályozta. Ez az osztályozás általában követte a közutak közforgalmi

jelentőségét. Eszerint a következő útkategóriákat állapította meg:

- 1.) Államutak. Ezek országos fontossággal bírtak. Építésüket, kezelésüket és fenntartásukat az állami költségvetésből biztosították;
- 2.) Törvényhatósági utak. Ezeket az utakat a törvényhatóságok építették, kezelték és tartották fenn. Mai szóhasználattal ezek voltak a megyei utak.
- 3.) A vasúti állomásokhoz vezető utak azok az utak voltak, melyek a vasúti állomásokat a legközelebbi állami, törvényhatósági vagy községi utakkal vagy községekkel kötötték össze. Ezek létesítésének, kezelésének, fenntartásának költségeit a törvényhatóság, az érdekelt község vagy községek, az érdekelt kereskedelmi és iparvállalatok, végül az illető vasút arányosan viselte. Kezelésükről általában a törvényhatóság gondoskodott.
- 4.) Községi közlekedési (vicinális) utak, melyek több község közlekedésének közvetítésére szükségesek és amelyeknek létesítése, kezelése és fenntartása az e célra csoportosított érdekelt községeket illette.
- 5.) Tisztán községi (közűlő) utak. Ezek csak az illető község érdekeit szolgálták. Létesítésük, kezelésük, fenntartásuk a község hatáskörébe tartozott.
- 6.) Egyes társaságok vagy szövetkezetek által, közforgalom céljaira létesített közutak, melyeknek kezelése és fenntartása a létesítőt vagy azok meghatalmazottjait illette.

Az **állami utak** építési és fenntartási költségeit a törvényhozás az évi állami költségvetésben állapította meg. A törvény nem biztosított külön bevételi forrást, és nem rendelkezett ezek építési üteméről sem. Ezt később rendezték külön törvényes intézkedéssel.

Az állami úthálózatot gyakorlatilag évenként állapították meg, a benyújtott állami költségvetés keretében. A Bánságot 1895-ben a következő államutak érintették:

Száma	Az állami közút neve
5	Debrecen – Fehértemplomi
6	Kiszombor – Aradi
17	Szeged – Temesvár – Szászsebesi
25	Lugos – Orsovai
26	Báziás – Orsovai
35	Versec – Pancsovai

A **törvényhatósági közutak** hálózatát két évenként, később évenként a törvényhatósági közgyűlés állapította meg. Ezen utak építését, kezelését és fenntartását a törvényhatósági útalapok bevételeiből kellett fedezni. Ezek a bevételi források a következők voltak:

- 1.) A törvényhatósági útalapok vámbevételei;
- 2.) A községeknek a törvényhatóság kezelése alatt álló utak átkelési szakaszainak fenntartásához fizetendő hozzájárulásai;
- 3.) A törvényhatóságok közúti kiadásainak fedezésére rendelkezésre álló egyéb alapok jövedelmei vagy követeléseai;
- 4.) Az útdó kötelezettség természetbeni lerovásából várható fedezet;
- 5.) Az útdó;
- 6.) A kereskedelemügyi miniszter által kilátásba helyezett segély.

Sorra véve a fentieket, a következőket foglalhatjuk össze:

A vámszedési jogot a közutakon, közforgalomra szolgáló hidakon, kompokon (réveken) és hajóhidakon a közlekedésügyi miniszter engedélyezte. A közutakon kétféle vámszedési jog volt érvényben. Az egyik a vasúton fel- és leadott áruk után az úgynevezett cumulatív vámszedési jog, amelynek feltétele volt, hogy a vasúti állomásra szállított vagy onnan elszállított áru kiépített vámtárgyat (közutat) vegyen igénybe. Ennek hosszát nem kötötték ki. A vámdíjakat a vasútállomások a fuvardíjakkal együtt rótták ki, majd átutalták a területileg illetékes törvényhatósági útalapba. Másik vámtípus a kövezetvám volt, amelyet a városok és községek szedhettek burkolattal ellátott útjaik használatáért, a kereskedelemügyi miniszter külön engedélye alapján. A kövezetvámot a városok és községek szélén felállított vámsorompóknál szedték be.

A vármegyei útalapok második bevételi forrását a rendezett tanácsú városok és községek által a rajtuk átvonuló törvényhatósági utak városi, illetve községi átkelési szakasza után fizetendő hozzájárulás képezte. A városok és községek kötelesek voltak az átkelési szakaszok és a szomszédos külső szakaszok között mutatkozó fenntartási költségkülönbötet a fenntartó hatóságnak: az államnak, illetve a vármegyének megtéríteni. Ezeket a különböteteket az államépítészeti hivatalok mutatták ki, majd a vármegye közigazgatósági bizottsága állapította meg.

A harmadik bevételi forrást a községek, vasutak és magánérdekeltek útépitési hozzájárulásai, a területhasználati díjak, a késedelmi kamatok és a vasúti utak fenntartásához fizetett hozzájárulások képezték.

A legfontosabb bevételi forrást az útdó képezte, mely a törvény leglényegesebb újítása volt az 1890. év előtti állapotokhoz képest. Az útdó kivetési alapja az állami egyenes adó volt, amely után

legfeljebb 10% útdót állt jogában a törvényhatóságnak a kereskedelemügyi miniszter jóváhagyása után kivetni. Ez az intézkedés azokat is megterhelte az útdóval, akik nem is vették igénybe a közutakat. Az útdó, az addigi közmunkával szemben ténylegesen be is folyt, és ha nem is a szükséges mértékben, de a bevételek emelkedtek. Az útdószázalékot annyira alacsonyan állapították meg, hogy az nem fedezte a fokozottabb mérvű útépitéseket. Ezt a törvény egyik hibájának tekintik. Másik hibája az volt, hogy az útdóminimumokat sok esetben nem lehetett behajtani és a helyette végzett közmunka teljesítménye nagyon gyenge volt.

Habár a törvény az állami utak igazgatását helyesen szervezte meg, a törvényhatósági utak igazgatása viszont nagyon szövevényes volt. Igazgatási hatásköre volt a főispánnak, a törvényhatósági közgyűlésnek, a közigazgatási bizottságnak, a törvényhatóság első tisztviselőjének (vármegyékben az alispán, törvényhatósági joggal felhatalmazott városokban a polgármester) és az államépítészeti hivatalnak. Ennyi hatóság kezében mind az igazgatás, mind a felügyelet elaprózódott, a hatáskörök elmosódtak, az ellenőrzést pedig hatékonyan senki sem gyakorolta. Az ügyek adminisztratív intézője az alispán, szakszerű gondozója pedig az államépítészeti hivatal volt.

A **községi közlekedési (vicinális) közutak** hálózatát az alispán állapította meg, az igazgatási teendők ellátását a vicinális útbizottságok végezték. E bizottságok feladata volt az útépitési és fenntartási munkák évi költségelőirányzatainak megállapítása és a zárszámadások átvizsgálása. Minden útra szervezhető volt egy-egy bizottság és minden út külön kezelés tárgyát képezte, külön költségelőirányzattal, pénzalappal és a hozzájárulások külön kezelésével. Ez az erősen decentralizált eljárás a vicinális utak igazgatását szétfolyóvá tette, viszont az volt az előnye, hogy az érdekelt községek lakói érezték, hogy az út az övék, és érdemes áldozni rá. A vicinális utak műszaki szolgálatáról a törvény nem gondoskodott. Ezért épült annyi szakszerűtlen út, mely a gépkocsiforgalom bevezetésével, majd növekedésével már nem elégítette ki az igényeket, s ma is annyi problémát okoz.

A községi közmunkát a lakóházak és az igavonó állatok után kellett megállapítani. Vályogházak után évi 4, kő és téglaházak után évi 6 és minden emelet után még további 2-2 kézinapszámot, az idegen házban lakókra évenként egy kézinapszámot és minden igavonó állat után évente két igásnapszámot, illetőleg ennek megfelelő váltságárat vetettek ki. A zsellérek és családtagok egy kézinapszámot voltak kötelesek szolgáltatni. A községi közmunkát is pénzzel meg lehetett váltani, vagy más is leróhatta.

A törvény alapján kivethető közmunka a múlthoz viszonyítva előnyös volt, mert nagyobb bevételi forrást jelentett mint a régi országos közmunka. A hiba az volt, hogy a közmunka a községi utak fenntartására is szolgált és a törvény nem szabályozta, hogy azt a kétrendbeli úthálózat között hogyan kell felhasználni. Fokozta a problémát, hogy a közmunkával két külön hatóság; a vicinális útbizottság és a községi elöljáróság is rendelkezett.

**A vasúti állomásokhoz vezető utak** (vagy vasúti hozzájáró utak) igazgatási teendőit rendszerint a törvényhatóság első tisztviselője látta el, de külön megegyezés alapján a kezelést és fenntartást az érdekelt felek bármelyike is elvállalhatta. Ebben az esetben is a felügyeleti jogot az alispán gyakorolta.

A vasúti hozzájáró utak építési és fenntartási költségét a meglévő vasutakhoz vezető utaknál egyharmad részben a törvényhatóság, egyharmad részben a vasút és egyharmad részben az érdekelt községek, kereskedelmi- és iparvállalatok viselték. Új vasút vagy vasúti állomás építésénél a hozzájárulási arányt a közigazgatási bejárásón létrejött egyezség, vagy ennek meghíúsulása esetén a kereskedelemügyi miniszter állapította meg.

**A községi** (vagy közdülő) utak csak egy község érdekeit szolgálták. Létesítésüket és fenntartásukat a község biztosította a községi közmunkából és annak váltságárából. Ezen utak igazgatását a községi elöljáróság intézte az egy évre kijelölt tagjai révén. A községi utak hálózatát a község képviselőtestülete állapította meg, a törvényben megállapított jóváhagyások mellett. Feltette a járási főszolgabíró gyakorolt felügyeletet.

**Az egyesek, társaságok vagy szövetkezetek** által a közforgalom céljára létesített közutakat az építő magánfél, a társaság vagy a szövetkezet volt köteles az engedélyezési feltételeknek megfelelően építeni és fenntartani.

Összefoglalva: a törvény a törvényhatósági és vicinális közutak hálózatának fejlesztését szolgáló feladatát nem oldotta meg, mert nem biztosította az építéshez és fenntartáshoz szükséges fedezetet, másrészt a vicinális utak szakszerű építésének és fenntartásának előfeltételét a műszaki igazgatást nem szervezte meg.

Meg kell említenünk, hogy a törvény a városok és községek belterületi útjait és utcáit nem tekintette közútnak, tehát nem gondoskodott sem építésükről, sem fenntartásukról, sem az igazgatási szolgálat ellátásáról. A XIX. században a községek és városok útburkolata a legolcsóbb burkolat, a makadám vagy a terméskökövezet volt. Ez a rossz helyen alkalmazott takarékoság idővel megbosszulta magát. Kovács Elek szerint a század közepén a „helységek útvonalba eső utcái csak rémképes, leverő epilógusok, kiküzdött korona sárpocséta

fölött, a' vallástalan utas ajkait imára késztetők esős évszakban, kivált ha a' falu egyetlenegy utczája szent Iván énekes hosszú!-Az utcáknak (agyagos földdel birván) minden helységben árok közé magasan felhányva kaviccsal, vagy ha ez nincs, homokkal meghordva lenni kellene; sőt homok teríték elmaradtával is feltöltesség. Eleinte ugyan nagyobb lenne ez esetben a' sár a' voltnál” [5].

A bánáti városok, községek, jó mérnököket alkalmazva, maguk vették kézbe útjaik, utcáik ügyeit, melyekkel a műszaki osztályok foglalkoztak és több esetben saját építési és fenntartási szabályokat alkottak.

A temesvári városi törvényhatósági mérnöki hivatal felállításáról, hatásköréről az 1908. évi 221. közgyűlés (a 250. kgy. által 1909-ben módosított) szervezeti szabályrendelete rendelkezett: „A városi törvényhatósági mérnöki hivatalnak az alább megjelölt különös hatáskörrel személyzetét képezik:

1. Egy főmérnök, aki mint a hivatal vezetésével megbízott főnök a mérnöki hivatal ügyköréhez tartozó teendők helyes és pontos ellátása tekintetében személyesen felelős és az 1890. évi I. T.-cz. 21. §-ának 6-ik bekezdése szerint a törvényhatósági utak és középítkezések műszaki szolgálatát illetőleg a városi polgármesternek közvetlenül alá van rendelve, ahhoz intézi jelentéseit és attól veszi a hatáskörében végzendő teendőkre nézve a rendeleteket, utasításokat stb.

A főmérnök egyszersmind az építészeti bizottság elnöke.

A főmérnöknek akadályoztatása esetére helyettese rendszerint a rangidősebb mérnök, városi műépítkezések tekintetében pedig a műépítész.

2. Két mérnök és egy műépítész, akik mindenben kötelesek a főmérnököt támogatni és a főmérnök által nekik beosztott szakmabeli hivatalos munkát teljesíteni

3. Műszaki személyzet és pedig:

- a) egy segédmérnök,
- b) egy építőmester,
- c) egy földmérő,
- d) egy építészeti rajzoló, aki egyszersmind segédhivatalnok,
- e) egy vízmester,
- f) hét (7) napidíjas műszaki segéderő.

A főmérnök és a két mérnök magánmérnöki gyakorlatot nem folytathatnak...” [6].

A Bánát fővárosának műszaki szempontból fontos eseménye volt a Magyar Mérnök és Építész Egylet temesvári osztályának megalakulása, mely 1910. január 23-án tartotta avató közgyűlését, melyen az ország műszaki tekintélyeinek nagy része vett részt [6].

A temesvári utak, utcák, terek építéséről, burkolásáról külön tanulmányban számolok majd be. Itt csak röviden foglalom össze a Bánát metropolisának útügyeit.

Temesváron 1885-ig csak bazaltkőburkolatot használtak, melyet macskakőnek neveztek. Az utcákat és járdákat is ezzel burkolták. A kőanyagot a sziklási (Sanovicza) kőbányából szerezték be, melyet a város 1885-ben meg is vásárolt. A Magyar Aszfalt Rt. 1895. és 1899. között aszfaltmakadám burkolatot készített. A budapesti Magyar Keramiai Gyár Rt.-től beszerzett 16x16x10 centiméteres keramittéglákkal is burkoltak utcákat, tereket.

Borovszky Samu monográfiája szerint „a talajtisztaságot mozdítják elő az utolsó negyedszázadban közel 6 millió korona költséggel készült nagyfelületű útburkolatok és aszfalt gyalogjárók, melyeken a köztisztaság is gondosabban kezelhető” [7].

A temesvári utcák és terek burkolásának költségei 1885. és 1909. között: kockakő 10,45 kor/m<sup>2</sup>, félkockakő 8 kor/m<sup>2</sup>, terméskő 5 kor/m<sup>2</sup>, hengerelt kavics 3,40 kor/m<sup>2</sup>, aszfalt-makadám 14,80 kor/m<sup>2</sup>, keramit kor/m<sup>2</sup>; az aszfaltgyalogjáró (mely 1890. óta készült a városban) 10,70 kor/m<sup>2</sup>, [6], [7]. A temesvári utak, utcák és terek útburkolási adatait 1887-től 1912-ig [11] az alábbi táblázatban közlöm:

A várfalak lebontásából származó téglatormelékkal is sok utca alapozását oldották meg. A legtöbb burkolat azonban kockakőburkolat volt [6].

Egyes városok, községek utcáik egy részét felvették a törvényhatósági utak kategóriájába, így teremtve meg az építésükhöz, fenntartásukhoz szükséges pénzalapot.

A Temesváron áthaladó törvényhatósági utak karbantartására a XIX. század elején a város három útkaparót alkalmazott. Mivel „Mehala község bekebelezése folytán a törvényhatósági úthálózat lényegesen meghosszabodott, úgy hogy a megszorodott útkaparói teendők végzésére 1910. évi december hónap óta a három rendszeresített

állásban lévő útkaparón kívül egy ideiglenes negyedik útkaparó is van alkalmazásban, -a város közönsége még egy újabb, negyedik útkaparói állást szervez a kereskedelemügyi miniszter által 82.712/912. sz. a. jóváhagyott 432. kgy. 32.657/1912 tan. sz. kgy. határozattal alkotott szabályrendelet szerint járó évi 600 korona bér, 120 korona lakpénz (esetleg természetbeni lakás) és egy kat. hold föld haszonélvezete összilletménnyel” [6].

A törvénynek külön fejezete szabályozta az új közutak és hidak tervezése és engedélyezése esetén követendő eljárást.

A törvény elrendelte a közúti telekkönyveknek, az úgynevezett közúti törzskönyveknek készítését. Ezzel megkönnyítette a közutak területével kapcsolatosan felmerülő vitás kérdések rendezését. Ezek a törzskönyvek a közutak határai tekintetében okirat jelleggel döntő bizonyítékul szolgáltak. A Temes megyén is áthaladó Debrecen-Fehértemplomi út törzskönyve 1905-ben készült el. Ennek egy részletét közlöm (eredetije a Temesvári Tartományi Közúti Igazgatóság közúti gyűjteményében van). Temesvár szab. kir. város 1899. és 1900. között törzskönyveztette a területén lévő törvényhatósági utakat. Mivel a törvényhatósági Mérnöki Hivatal személyzete nem volt elegendő, a városi tanács Krausz Adolf helybéli magánmérnököt bízta meg e munka elvégzésével [6].

A XIX. század végén és a XX. század elején megjelent monográfiák szerzői is figyelemmel kísérték a településeken áthaladó utak, az utcák kiépítettségét és megragadva minden alkalmat be is számoltak ezek kiépítettségéről. Dr. Bodor Antal Délmagyarországot bemutató könyvéből [10] válogattam egy pár leírást:

Versecen, a „Petőfi utcával párhuzamosan s attól keletre húzódik a csaknem egész várost átszelő s fasorokkal szegélyezett széles Fehértemplomi út, melynek aszfaltjárója a verseczi társaság legkedveltebb korzója”.

Burkolat	Felhasznált anyagmennyiség		Burkolt felület m <sup>2</sup>	Anyag- és munkadíj korona
	darab	m <sup>3</sup>		
Kockakő	3.479.426	-	175.964	1.838.323
Félkockakő	993.926	-	38.759	276.668
Terméskő	-	58.052	348.312	1.645.560
Hengerelt út	-	16.012	118.455	402.747
Aszfaltmakadám	-	-	38.368	566.123
Keramit	-	-	4.507	68.936
Összesen	4.473.352	74.064	724.365	4.798.357

„Detta a Délvidék egyik leggazdagabb s legintelligensebb községe. Egyenes aszfaltozott utcái s csinos épületei, villanyvilágítása egyaránt kellemes benyomást gyakorolnak az idegenre.”

„Fehértemplomot keresztül szelő széles Vásár utca aszfalttal, gránittal burkolt, villannyal világított.”

Temeskubinban az Erzsébet térről a „Csikájai úton s egy 4 km hosszú fás soron juthatni a dunaparti hajóállomáshoz, de e homokos út csak jó időben használható.”

Nagykikinda „népesebb utcái” s a „Ferencz József tér aszfaltozva s villannyal vannak kivilágítva.”

Német és Román-Lugost „több fahíd s a Király- és Deák Ferencz utcák között díszes vashíd köti össze.”

Karánsebes „utcái kövezve s részben aszfaltozva vannak, villanyvilágítása Temesvár után az egész országban a legrégibb.”

Resiczabánya „a csinos, emeletes épületekkel szegélyezett, aszfaltozott Főutczából s néhány mellékutczából áll.”

A Bega-parti Nagybecskerek, Torontál vármegye főutcáját is keramittéglákkal burkolták. A Begán az Erzsébet-híd és még egy vashíd vezetett át.

Bodor Antal kiemeli egyes útszakaszok szépségét: az aldunai Széchenyi-útról írván megemlíti a Kalnik-sziklán lévő Széchenyi-emléktáblát, melyet 1885-ben a Magyar Mérnök és Építész Egylet helyezett el (a Duna vize a Vaskapui erőmű és gyűjtő megépülése után elárasztotta), az

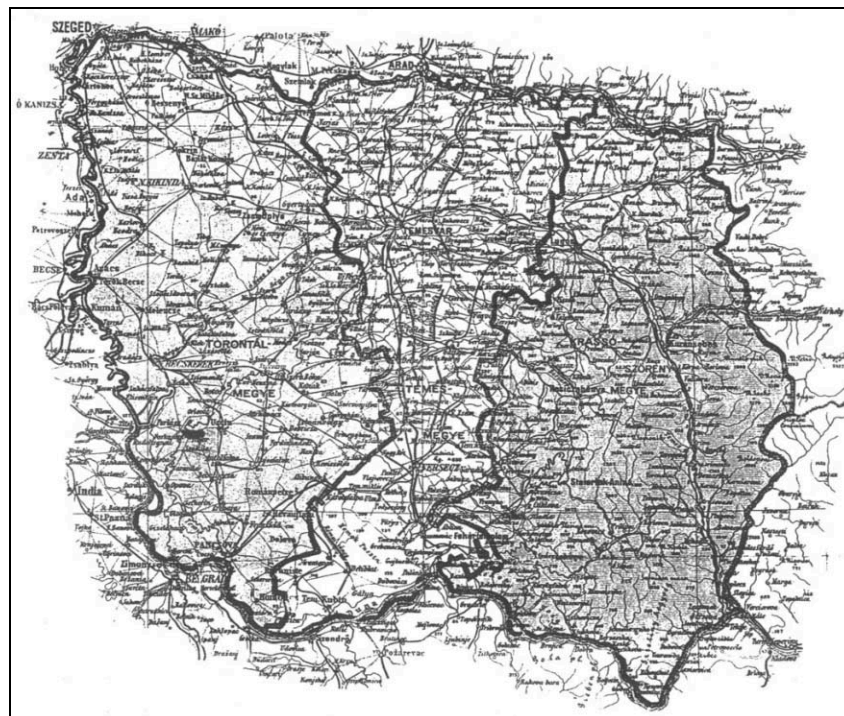
Alibég sziklába vésett Baross emléktáblát, mely még ma is megtekinthető; „regényes képet nyújt az örményesi szoros is, hol a vasút, az országút, és a Temes folyó váltakozva, egymást keresztezve hidak és alagutak közt haladnak előre a sziklák és az erdőkoszorúta hegyoldalak között.” Szintén innen tudjuk meg, hogy Marilláról Stájerlak-Anina községig szintén kitűnő kocsit vezet”, és hogy érdemes a hegyekbe vezető „csigautakon” sétakocsikázást tenni. Herkulesfürdő egyik érdekessége a „jobbparti fürdőtelepre a Csernán” átvezető híd, „melynek befalazott oldalába vannak illesztve a fürdőtelepen talált római feliratú kövek.”

A törvény külön fejezete foglalkozott az úttörőri kihágásokkal és a kihágást elkövetőkre kiróható büntetésekkel.

Az úttörvény a Trianon után Romániához csatolt területeken, így a Bánság Romániához került részében még csaknem egy évtizedig volt érvényben [4].

Az 1890-es úttörvény életbelépésétől az első világháborúig, a törvény szellemében jelentős változásokon ment át a bánsági úthálózat is. Az alábbi táblázat e hálózatot mutatja be a XX. század elején (az utak hossza kilométerekben) [10]:

	Krassó-Szörény	Temes	Torontál	Össz.
Allami közút	333	240	128	701
Törvényhatósági közút	1.114	722	675	2.511
Községi közlekedési közút	1.033	1.038	1.328	3.399
Községi közdülő út	2.314	2.177	1.226	6.317
Összesen	5.394	4.177	3.357	12.928



A Bánság megyéi: Torontál, Temes, Krassó-Szörény

1894-ben kezdték el az első alföldi tranzverzális út építését, 1914-ig kiépült a harmadik is. Habár egyik sem érinti a Temesközt, megépülésük kihatással volt vidékünkre is. Egyrészt azért, mert bebizonyosodott, hogy az alföldön is lehet utat építeni, kell is, érdemes is. Másodsorban megnyitottak, majd állami kezelésbe vettek olyan kőbányákat melyek sok évtizeden keresztül, s ma is kőanyagot szolgáltatnak a bánsági utak építéséhez, fenntartásához is (Csúcs-i kőbánya). A tranzverzális úthálózatához közvetve csatlakozott a bánsági úthálózat is.

A XIX. század utolsó évtizedében újabb lendületet kapott az utak fásítása. Az állami utak fásítása 1897-ben indult olyan tökéletes rendszerességgel és eredménnyel, amire azt hiszem máig nem volt példa. Az utak fásításával kapcsolatban meg kell említenünk, hogy már a Bánság visszafoglalását követő években Mercy kormányzó 1733-ban 143.000 eperfát ültetett el a Temesvárról a Vadászerdőbe vivő út mentén és a környékbeli községekben. Az eperfák megcsonkítóira és pusztítóira halálbüntetést szabott ki [7]. A fásítást 1794-ben is még nemzeti ügynek tekintették. Széchenyi István is nagy szorgalmazója volt az eperfaültetésnek [3].

A korszak utépítési tevékenységét nagymértékben korlátozta, hogy a helyi érdekű vasutak építésére felvett kölcsönökkel is a törvényhatóságok útalapjait terhelték meg. A Bánátban is számos hév. épült ezekben az években. Ennek ellensúlyozására az 1904. XIV. tc. országosan 3.585 km törvényhatósági út kiépítésére 43 millió koronát bocsátott a kereskedelemügyi minisztérium rendelkezésére, hogy ebből a keretből 14.201.300 korona értékű helyi érdekű törzsrészvényt váltson meg az útalapból. Az 1910-1914 években egy kilométer hosszú és a műszaki követelményeket kielégítő vonalvezetésű útnak 4 méter széles kőpályával való építése országos átlagban 15.000 korona volt.

A törvény szellemében, 1905-ben kezdődött el a vasúti hozzájáró utak rendszeres kiépítése.

A községek és városok átkelési szakaszain állandó burkolatok épültek.

A korszak másik nagyfontosságú eseménye volt, hogy a törvényhozás 1907-ben elfogadta a törvényhatósági utak állami kezelésbe vételének javaslatát. Ennek alapján 12 év alatt átlag 280-300 kilométer megyei út vált állami úttá, csökkentve a vármegyék terheit.

Az 1910., 1912. és 1913-as években Krassó-Szörény megyében is (ezenkívül majdnem egész Erdélyben) hatalmas esőzések voltak, óriási károkat okozva a közúthálózatban is. Ezek helyreállítására az 1914. VI. tc. biztosított hatalmas hitelkeretet, melynek felhasználásával a világháború kitöréséig a helyreállítási munkákat legnagyobb részben be is fejezték.

Az 1912-es árvíz nem kímélte Temes megyét sem: a temesvár-buziásfürdői törvényhatósági utat a víz teljesen ellepte. Az árhullám a Parácnál épülő hídnál lévő nagy munkásbarakkot magával ragadta, és nekivitte az újpécsi hídnak. A víz a hidat felemelte és szintén továbbvitte, majd a csebzai hídnak sodorta. A híd jármái feltartóztatták a víz által odaszállított barakk és hídrészeket. A szabad átfolyás teljesen megszűnt. Hirtelen közel egy méteres duzzasztás keletkezett. A nagy nyomás a balparti töltést átszakította [7].

A XIX. század utolsó éveiben jelentek meg közútjainkon az első gépkocsik; lassan az utak az ország gazdasági életének legfontosabb tényezőivé váltak. A kor az utakkal szemben új igényeket támasztott. Ezek kielégítésére az utépítés és fenntartás rendszerét át kellett alakítani. Ezzel az utépítés és fenntartás újabb korszaka kezdődött. E korszak munkáit és a további nagyívű fejlődést a világháború kitörése szakította meg.

A Kereskedelemügyi Minisztérium a fejlődésnek megfelelően 1912-ben átdolgozta az államépítészeti hivatalok szolgálatára vonatkozó, 1887-es utasítást (Ker. Min. 44.327/1912 sz.). Nagyon alapos munka volt, s több vonatkozásban pótolta azokat a hiányokat, amelyeket a közúti törvény végrehajtási utasítása nem rendezett. Hibájaként csak az róható fel, hogy nem hirdették ki, s így jogszabály erejével nem bírt. Az utasítás szerint a hivatalok feladata volt az állam- és vármegyék kezelésében lévő közutak és kisebb közúti hidak tervezése. A házilagos utépítéseknél az államépítészeti hivatali mérnökök az építésvezetői teendőket, a vállalati úton kivitelezett munkáknál pedig az építésellenőri teendőket látták el. Az államépítészeti hivatalok látták el a közutakkal és közúti hidakkal kapcsolatos összes igazgatási teendőket, közreműködtek a révjogok engedélyezési eljárásában és üzembiztonsági szempontból ellenőrizték a kompot.

A vállalati úton végzett munkák végrehajtási módját szabályozó „építési feltételeket”, a közúti szabványterveket, a még sok évtizeden át használt távolsági térképeket is ebben az időszakban adták ki.

Az 1890-1914 közötti korszak a közutak minőségi fejlődésének, főleg az alföldi utak kiépítésének, az ügyi szervezetek kifejlesztésének és a műszaki tudás és munka érvényesülésének kora [2].

Vitruvius a hidakat az út részének tekintette (pons pars viae); azóta is vitáznak a szakemberek a híd az út része-e vagy pedig az út két hidat összekötő másodrangú építmény. Nem a mi tisztünk eldönteni a több évszázados vitát. Ha az út folyóparthoz ért, az utas kompon, gázlón vagy pedig fa, kő, téglá, vas, vasbeton hidakon kelt át a vízen.

A Bánságnak híres hídjai voltak, vannak. A XIX. században Maderspach Károly épített Európa-



szerte ismert vonóvasas vashidakat (karánsebesi Temes-híd, lugosi Csuka-patak hídja, a hercules-fürdői Cserna-híd), a Totth Róbert tervezte első magyarországi közúti folytacélhíd Temesváron, a szintén Totth Róbert-tervezte újaradi Maros-híd, a temesvári vasbeton-hidak, melyek közül a Mihailich Győző-tervezte Liget-úti híd korának legnagyobb vasbeton gerendahídja volt [8], [9], a Zielinsky Szilárd által tervezett vasbeton Bega-hidak Torontál vármegyében, hogy csak a nevezetesebbeket említsem. A század végén és a huszadik század elején egyre-másra épültek a nagy hidak a bánáti nagy folyókon. Természetesen százszámra épültek a kisebb téglá-, kő-, beton-fahidak és átereszek.

Bármennyire szeretnék kitérni az útépitési és fenntartási költségeket nagy részben felemészítő hidakra, a mérnöki tevékenység e nagy alkotásaira, e cikk megszabott terjedelme miatt nem tehetem. Remélem lesz majd alkalom Temesközünk hídjainak történetéről is írni.



Részlet a mai DN 59 (Temesvár-jugoszláv határ) út 1905-ös törzskönyvéből

## Irodalom

1. Hanzély János: Magyarország közútjainak története; Útügyi Kutató Intézet; Budapest; 1960
2. Melléthei és Horkai Barna Bertalan: Közutaink a világháború végéig; in: Technikai fejlődésünk története 1867-1927; Budapest; 1928
3. Úthálózati adatok a közmunka és közlekedésügyi miniszter rendelete alapján; 1887; in: Győr-Sopron megyei utak története; Győr; 1987
4. Dorobanțu Stelian: Din istoria drumurilor în România; in: A VI-a Conferință pe țară a lucrătorilor de drumuri, poduri și cai ferate; Tușnad; 1982
5. Kovács Elek: Mellyek első legsürgősebb teendőink köz- és magánutainkra nézve; in: Társalkodó; Pest; 1847, július 22 (az eredeti cikket közli még a Mélyépítéstudományi Szemle 1967. 12. száma is)
6. Temesvár szabad királyi város közlönye; Temesvár
7. Borovszky Samu szerkesztésében: Magyarország vármegyéi és városai; Temes vármegye és Temesvár monográfiája; Budapest
8. Jancsó Árpád: A temesvári Bega-hidak krónikája; Budapest-Temesvár; 1999
9. Jancsó Árpád: Dokumentumok Temesvár huszadik század elején épített hídjainak történetéhez; Temesvár; 2000
10. Bodor Antal: Temesvár és Délmagyarország múltja, jelen közállapota és turisztikai leírása; Temesvár; é. n. (valószínűleg 1909)
11. Josef Geml: Alt-Temesvar im letzten Halbjahrhundert 1870-1920; Helicon; Temesvár; 1927
12. Dárday Sándor: Közigazgatási törvénytár, VI. rész, 3. kiadás; Budapest; 1903







$$\sigma_{\max} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{E}{\pi l (1-\nu^2)}} \sqrt{\frac{Z}{R}} \quad [\text{kN/mm}^2]$$

A Hertz-féle érintkezési feszültség legnagyobb értékére vonatkozó – a vasútépítés gyakorlatában használatos – összefüggés az

$$\begin{aligned} E &= 2,15 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2, \\ l &= 20 \text{ mm} \\ \nu &= 0,3 \end{aligned}$$

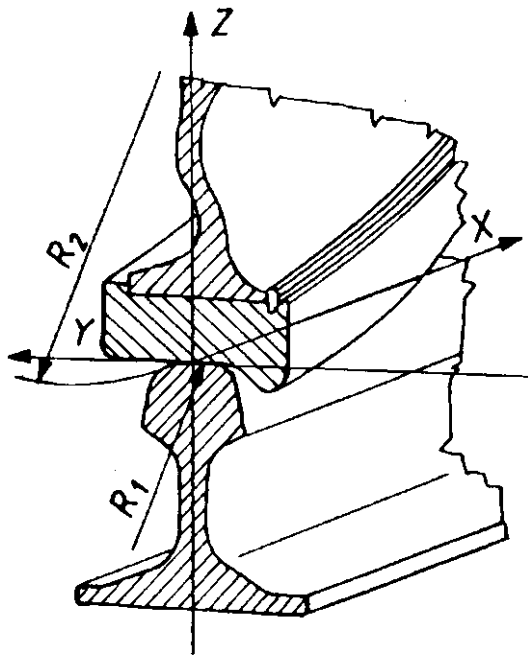
értékek helyettesítésével nyerhető:

$$\sigma_{\max} = 1371 \sqrt{\frac{Z}{R}} \cong 1380 \sqrt{\frac{Z}{R}} \quad [\text{N/mm}^2]$$

A levezetés áttekintése során kitűnik, hogy az a valóságtól távol eső modellt-, valamint túlzottan nagyvonalú közelítést tartalmaz, amennyiben a vasúti sín fejének lekerekítő ívét végtelen nagynek, illetve az érintkezési felület egyik méretét (oldalhosszát) önkényesen felvehető méretnek ( $l = 20 \text{ mm}$ ) tekinti.

### 3. Az érintkezési feszültség javasolt pontos összefüggése

A kerék-sín kapcsolatánál fellépő érintkezési feszültség pontos meghatározásához vasútépítési alkalmazásra – a 4. ábrán látható illeszkedés alapján – a Hertz-féle henger-henger modell felvétele javasolható.



4. ábra

A kerék-sín kapcsolata a Hertz-féle henger-henger modell esetén

Az érintkezési feszültség legnagyobb értéke henger-henger érintkezésének feltételezésével Hertz-szerint:

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{2} \bar{p} = \frac{3}{2} \frac{Z}{A} = \frac{3}{2} \frac{Z}{\pi a b} \quad [\text{kN/mm}^2]$$

ahol

- $\bar{p}$  - az átlagos érintkezési feszültség,  $[\text{N/mm}^2]$
- $Z$  - a kerékterhelés,  $[\text{kN}]$
- $A$  - az érintkezési felület (ellipszis),  $[\text{mm}^2]$
- $2a$  - az érintkezési ellipszis nagytengelye,  $[\text{mm}]$
- $2b$  - az érintkezési ellipszis kistengelye,  $[\text{mm}]$

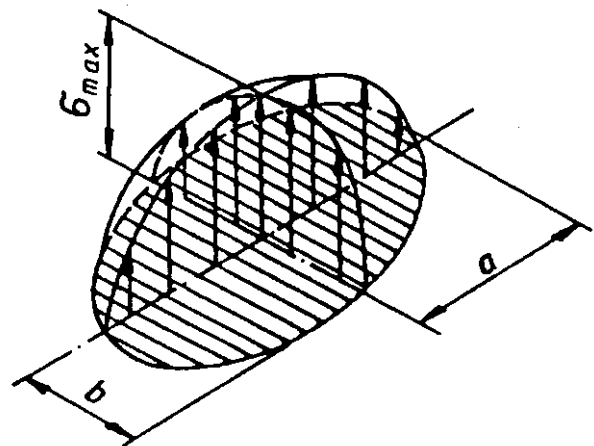
Az 5. ábrán látható érintkezési ellipszis fél-tengelyei általános esetben Hertz szerint:

$$a = \alpha \sqrt[3]{\frac{3 Z (1-\nu^2)}{E (G_1 + G_1' + G_2 + G_2')}} \quad [\text{mm}]$$

$$b = \beta \sqrt[3]{\frac{3 Z (1-\nu^2)}{E (G_1 + G_1' + G_2 + G_2')}} \quad [\text{mm}]$$

ahol az előzőeken kívül

- $\nu$  - Poisson tényező
- $E$  - az érintkező anyagok rugalmassági modulusa,  $[\text{N/mm}^2]$
- $G_i, G_i'$  - az érintkező testek fő görbületei,  $[1/\text{mm}]$ .



5. ábra

A kerék-sín kapcsolatánál értelmezett Hertz-féle feszültségi test

Az érintkezési ellipszis fél-tengelyei henger-henger érintkezésének feltételezett modelljében:

$$a = \alpha \sqrt[3]{\frac{3 Z (1-\nu^2)}{E (G_1 + G_2)}} \quad [\text{mm}]$$

$$b = \beta \sqrt[3]{\frac{3Z(1-\nu^2)}{E(G_1 + G_2)}} \quad [\text{mm}]$$

minthogy

$$G'_1 = \frac{1}{R'_1} = 0 \quad \text{és} \quad G'_2 = \frac{1}{R'_2} = 0$$

ha

$$R'_1 = \infty \quad \text{és} \quad R'_2 = \infty$$

ahol az előzőeken kívül

$R_i$  - az érintkező testek görbületi sugara, [mm]

$\alpha, \beta$  - együtthatók, [-].

Az  $\alpha$  és  $\beta$  együtthatók értéke Hertz nyomán általános esetben a:

$$\cos \tau = \sqrt{\frac{(G_1 - G'_1) + (G_2 - G'_2) + 2(G_1 - G'_1)(G_2 - G'_2) \cos 2\varphi}{G_1 + G'_1 + G_2 + G'_2}}$$

összefüggés segítségével táblázat felhasználása révén határozható meg, ahol az előzőeken kívül

$\varphi$  - az érintkező testek fő görbületi síkjai által bezárt hajlásszög, [°].

A  $\cos \tau$  összefüggése henger-henger érintkezésének feltételezett modelljében

$$\cos \tau = \sqrt{\frac{G_1^2 + G_2^2 - 2G_1G_2}{G_1 + G_2}} = \frac{G_1 - G_2}{G_1 + G_2} = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2}$$

minthogy

$$G'_1 = \frac{1}{R'_1} = 0 \quad \text{és} \quad G'_2 = \frac{1}{R'_2} = 0$$

ha

$$R'_1 = \infty \quad \text{és} \quad R'_2 = \infty$$

valamint

$$\varphi = 0$$

A Hertz-féle feszültség legnagyobb értéke a feszültségi ellipszis féltengelyeire vonatkozó összefüggések helyettesítését követően:

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{\alpha \beta} \sqrt[3]{\frac{3E^2}{8\pi^3(1-\nu^2)^2}} \sqrt[3]{Z \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^2} \quad [\text{kN/mm}^2]$$

A Hertz-féle feszültség maximumára vonatkozó összefüggés az

$$E = 2,15 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

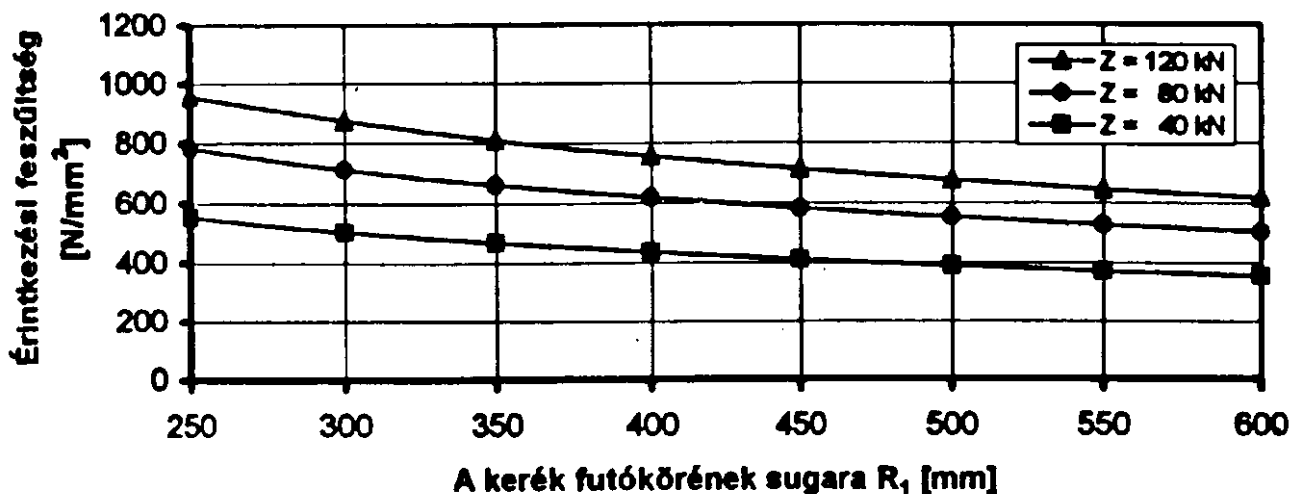
$$\nu = 0,3$$

értékek helyettesítésével nyerhető:

$$\sigma_{\max} = \frac{878}{\alpha \beta} \sqrt[3]{Z \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^2} \quad [\text{kN/mm}^2]$$

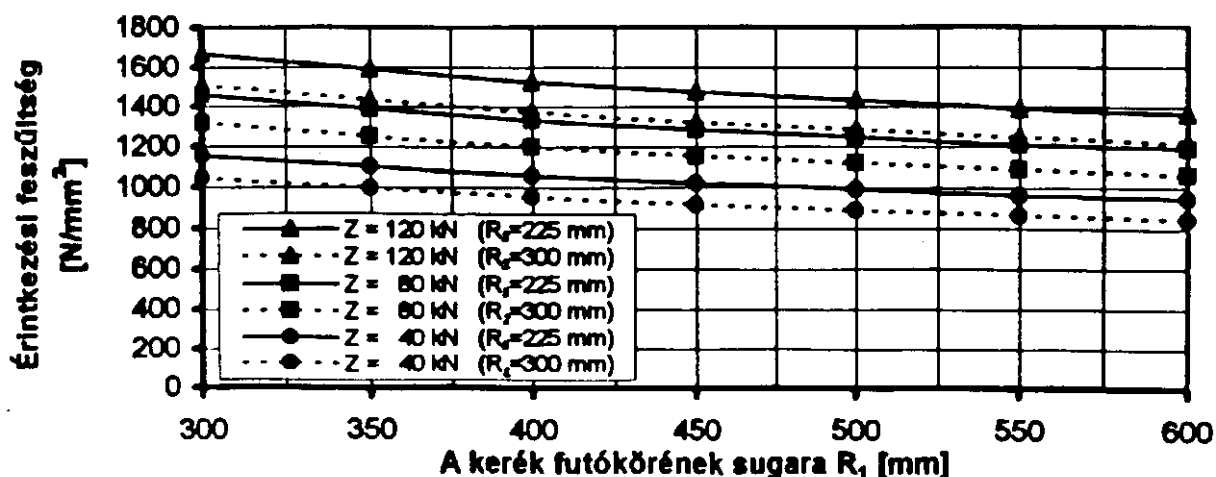
#### 4. Az érintkezési feszültség vizsgálata a közelítő-, és a „pontos” összefüggés alapján

A kerék-sín illeszkedésénél fellépő Hertz-féle érintkezési feszültség meghatározására a 2. pontban egy közelítésen alapuló, a 3. pontban egy közelítést nélkülöző összefüggés került levezetésre. A henger-sík, valamint a henger-henger modell feltételezésével nyert összefüggések a 6. illetve a 7. ábrákon vizsgálhatók, ahol az érintkezési feszültségek alakulása szemlélhető a kerék futókörének sugara ( $R_1$ [mm]), a kerék terhelése ( $Z$ [kN]), és a sínfej függőleges lekerekítő ívének sugara ( $R_2$ [mm]) függvényében.



6. ábra

Hertz-féle feszültség henger-sík érintkezésének feltételezésével



7. ábra

Hertz-féle feszültség henger-henger érintkezésének feltételezésével

Az említett összefüggések, illetve a függvények vizsgálata alapján a következő megállapítások tehetők:

1. A kerék-sín érintkezésének henger-sík kapcsolattal történő modelljében az érintkezési felület téglalapjának egyik önkényesen felvett oldalhossza ( $l = 20$  mm) a henger-henger modellhez képest lényegesen nagyobb érintkezési felületet eredményez.
2. A kerék-sín érintkezésének henger-henger kapcsolattal való modelljében az érintkezési felület méreteit - a valóságnak megfelelő módon - a kerékterhelés, valamint a kapcsolódó elemek anyagi-, és geometriai jellemzői alakítják.
3. A kerék-sín érintkezésének henger-henger kapcsolattal feltételezett modellje ugyanazon kerékterhelés és keréksugár esetén a henger-sík kapcsolati modellhez képest lényegesen nagyobb Hertz-féle feszültséget szolgáltat. A nagyobb érintkezési feszültség elsősorban a kisebb érintkezési felülettel magyarázható.
4. A sínfej függőleges lekerékítő ívében mért sugár érintkezési feszültségre gyakorolt hatása csak a henger-henger modellben vizsgálható.
5. A közúti vasutak burkolt felépítményeinél használatos Phönix sínszelvény a zúzottkőágyazatú, keresztaljas vágányok Vignol sínszelvényéhez képest mintegy 15 %-os érintkezési feszültség többletet okoz, a sínfej kisebb lekerékítőíve következtében, ugyanazon kerékterhelés mellett.
6. A kerékterhelés érintkezési feszültségekre gyakorolt hatása a henger-henger típusú érintkezés esetén kisebb, mint a henger-sík jellegű kapcsolat során.
7. Minthogy az érintkezési feszültségeket alakító geometriai jellemzők tekintetében a közúti vasút pálya-jármű kapcsolata a nagyvasúthoz képest kedvezőtlenebb, ezért a Hertz-féle feszültségek számításakor a városi vasutaknál különös gondot kell eljárni. Az érintkezési feszültségek meghatározásához a henger-henger kapcsolati modell alkalmazása javasolható.

## Együttműködő acél-beton öszvérszerkezetek

**Dr. Köllő Gábor**

a műszaki tudomány doktora  
Kolozsvári Műszaki Egyetem

### Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben az öszvérszerkezeteket egyre nagyobb mértékben alkalmazzák. Sok fejlett országban az újonnan épült hidak nagyrésze öszvérhíd. Eleinte a közúti hidakat építették ebben a rendszerben, majd mind inkább teret nyertek a vasúti hidak építésénél is.

A vasúti sebesség növelése szükségzerűvé teszi a felépítmény ágyazatának átvezetését a kis- és középízületű hidakon. Így szükségessé válnak olyan hídszerkezetek, amelyek megfelelnek az új követelményeknek.

Az öszvérszerkezetek alkalmazása vasúti hidaknál, ágyazatátvezetéses felépítményeknél előnyösebb a klasszikus acél vagy vasbeton és feszített beton szerkezetekkel szemben:

- anyagfelhasználás szempontjából előnyösebbek a klasszikus hídszerkezeteknél (acél vagy beton);
- építésük kevesebb faanyagot (zsaluzatot) igényel és gyorsabb, mint a vasbeton szerkezeteké;
- könnyebbek és szerkezeti magasságuk kisebb, mint a vasbeton meg a feszített betonszerkezeteké;
- az öszvérszerkezetek kisebb szerkezeti magasságúak, mint a szokásos acélszerkezetek, a szerkezet viszont merevebb és a dinamikus hatások szempontjából kedvezőbb;
- a vasúti pálya kisméretű korrekciója (oldalirányú eltolása, emelése stb.) nem ütközik nehézségekbe;
- az ágyazat átvezetése lehetővé teszi a feszített beton keresztaljak használatát a faaljak helyett;
- fáradás szempontjából kedvezőbb viselkedés

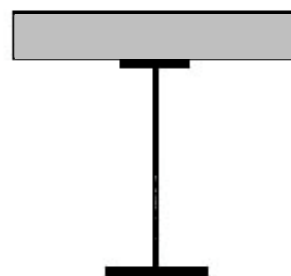
$$\left( \varphi_{össz} = \frac{\varphi_{min.}}{\varphi_{max.}} > \varphi_{acél} \right)$$

az átvezetett ágyazat miatt a környezetre kisebb zajterhelés jut.

### Öszvértartókból kialakított hídszerkezet

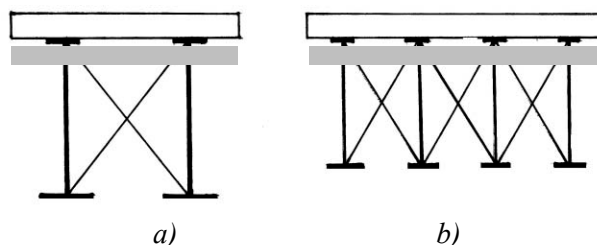
A következőkben az általam megtervezett öszvértartót mutatom be, amelye alkalmas korszerű hídfelépítmény összeszereléséhez

A klasszikus kéttámaszú öszvértartó keresztmetszetét az 1. ábra mutatja be.



1. ábra

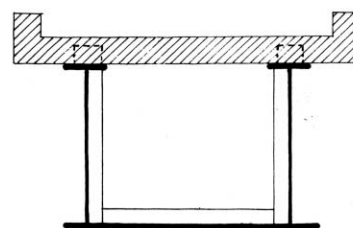
Az ilyen tartókból összeállított hídszerkezetek vázlatát a 2/a, b ábra mutatja be.



2. ábra

A 2/a, b ábrán bemutatott hídszerkezeteknél a beton lemez vastagsága jelentősen ( $\approx 25$  cm) függ a tömör gerinclemezű acéltartók távolságától.

A 3. ábrán egy olyan öszvértartó látható, amelynél az acéltartó a betonlemezzel együtt zártkeresztmetszetű tartót alkot.

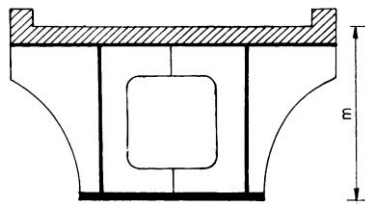


bv $\approx$ 25÷30 cm

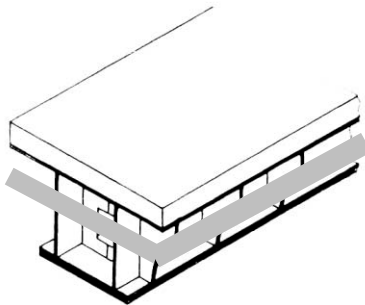
3. ábra

Az ilyen tartók viselkedése csavarással szemben sokkal kedvezőbb, mint az 1. ábrán bemutatott tartóké. A betonlemez ebben az esetben is 25-30 cm vastagságú.

Az általam tervezett tartók abban különböznek az eddig bemutatott tartóktól (1., 3. ábra), hogy a fő alkotóelemük egy gerinclemez zártkeresztmetszetű acéltartó, amelynek az alsó és felső öve különböző szélességű és vastagságú, amellyel egy kis vastagságú beton lemez dolgozik együtt. (4/a,b ábra)

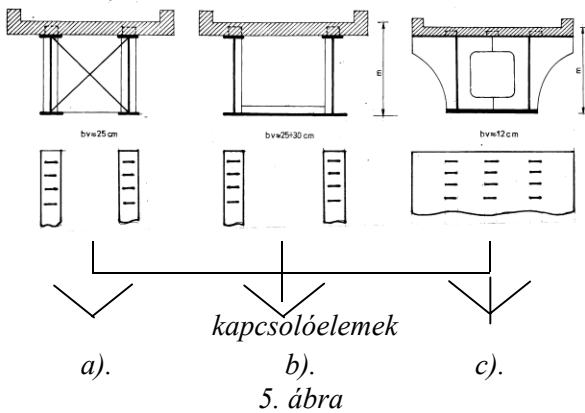


$bv \approx 12 \text{ cm}$   
4/a. ábra



4/b. ábra

Az acéltartó felső öve szélesebb és vékonyabb, mint az alsó öv. Ez a széles felső öv biztosítja az együttlőzést a lemez egész szélességében egy 12...16 cm vastagságú beton lemezzel. Így a kapcsolóelemeket több mint két sorban lehet elhelyezni ellentétben a keskeny felsőív klasszikus tartókkal, ahol a kapcsolóelemek csak egy vagy két sorban helyezhetők el. (5. ábra)



5. ábra

Az együttlőzést idomacélból kialakított rövid konzolok, csapos fogak vagy ún. folytonos kapcsolóelemek biztosítják.

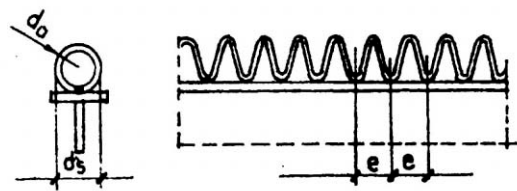
Az 5c. ábrán bemutatott tartó nemcsak merevbb és a csavarónyomatékkal szemben igen ellenálló, hanem a vasbeton lemez kis vastagsága miatt sokkal könnyebb, mint a másik két változat (5a., 5b.).

Az 5c. ábrán bemutatott öszvértartó acéltartóját keresztirányban a belső részben üreges diafragmák teszik merevvé, a külső részben pedig külső merevítő lemezek találhatók. Ezeket a külső merevítő lemezeket hevederekkel összekapcsolva biztosítjuk a főtartók együttműködését. Az acéltartó hegesztett változatban lesz kivitelezve.

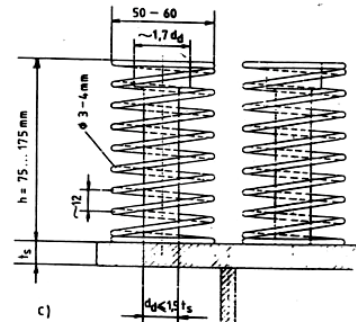
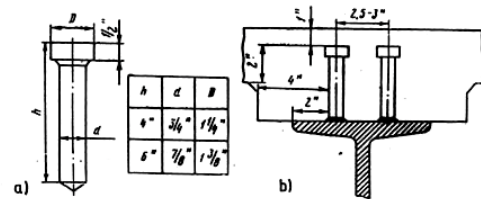
Ugyancsak a hosszartók együttműködését biztosítja a betonlemezek keresztirányú utófeszítése csúszóbetétes kábelekkel.

A hídpálya szélességi méreteit elsősorban a hídhöz csatlakozó vasút (egy- vagy kétvágányú), út illetve autópálya keresztmetsvénye határozza meg és a szükséges szélesség biztosításából következik a hídszerkezetet alkotó hosszartók méreteinek és számának a megválasztása.

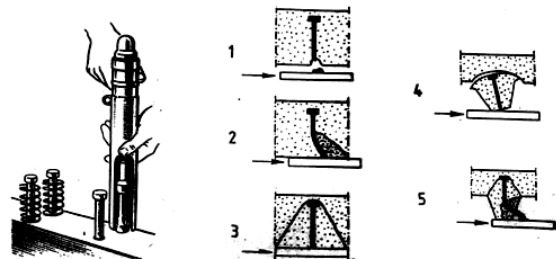
A kapcsolóelemek számát és típusát úgy kell megválasztani, hogy az acéltartó és vasbetonlemez között a kapcsolat folyamatos legyen. Éppen ezért szükségesnek tartom a gyakrabban használt kapcsolóelemek bemutatását. A 6. ábrán bemutatom a rugalmas, majd a 7. ábrán a merev kapcsolóelemeket.



spirál kapcsolóelem



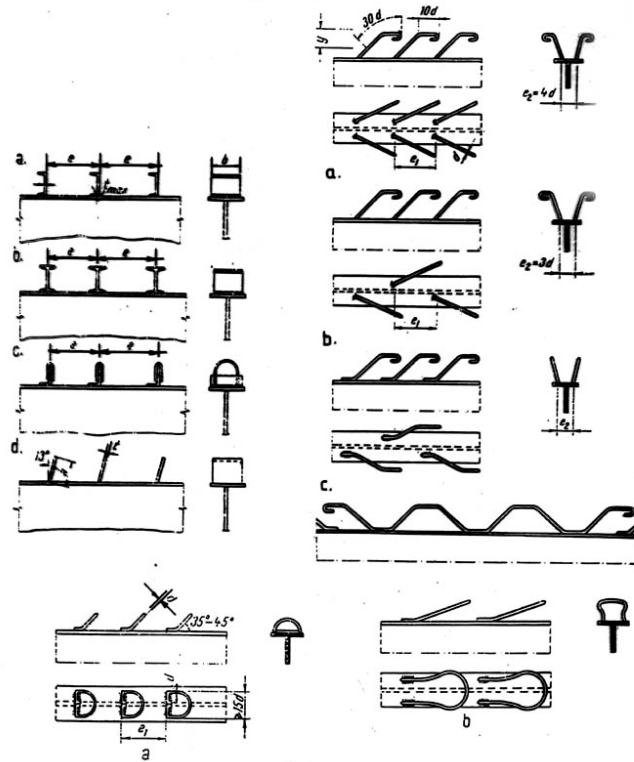
spirálalával ellátott fogak



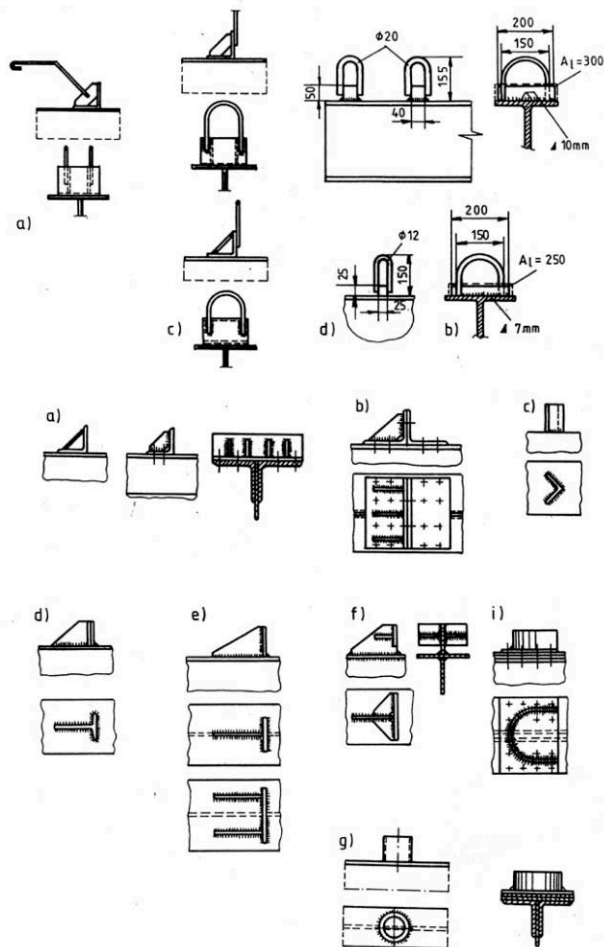
fogak hegesztése

fogak tönkremenetele

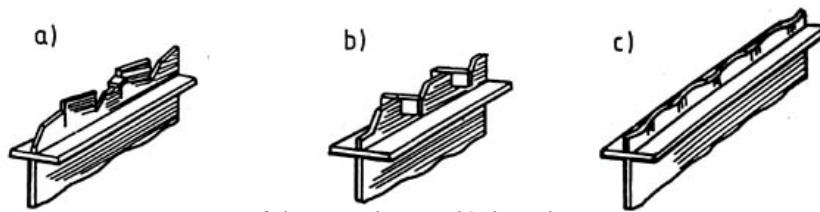




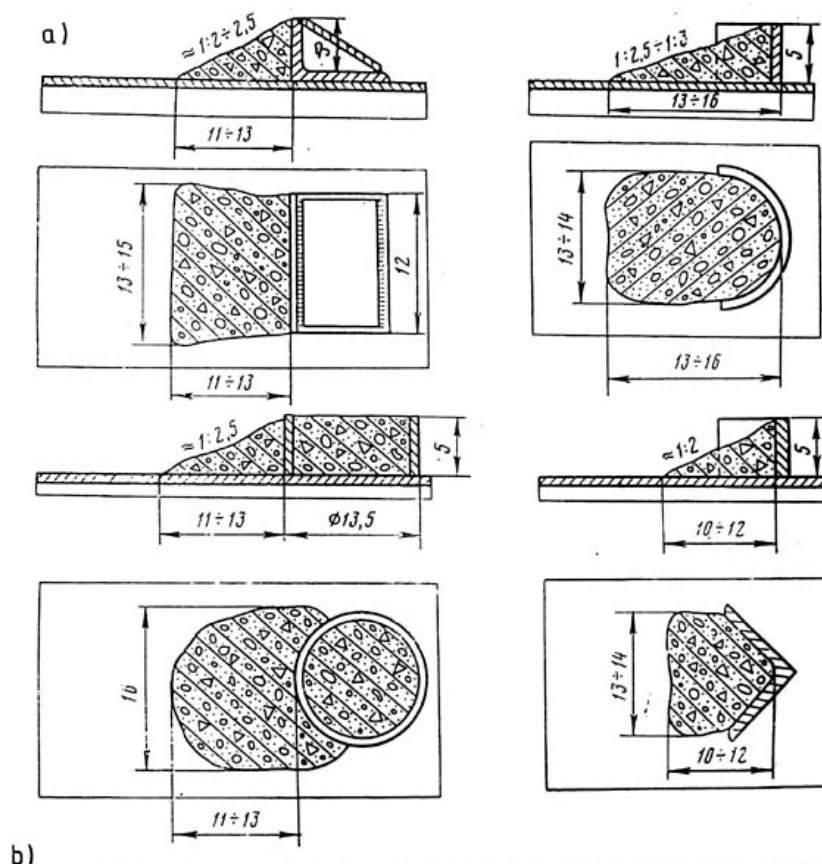
*horgonyvasak  
6. ábra*



*merev kapcsolóelemek*



folytonos kapcsolóelemek



b)

7. ábra

merek kapcsolóelemek környezetében a beton tönkremenetele

A következőkben azokat a képleteket adjuk meg, amelyeket a hídszerkezeteknél használnak. Ezek a relációk a rugalmas tartományban végzett számításoknál érvényesek.

Rugalmas kapcsolóelemek

Spirál kapcsolóelem  $L_e = 575d_s \cdot \sqrt[4]{R_e^c}$  (1)

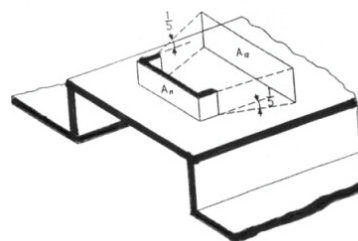
Horgonyvasak  $L_e = m_e \cdot A_a \cdot R_a$ ,  $m_e = 0,65$  (2)

Fogak  $L_e = 0,068 \cdot d^2 \cdot m_d \sqrt{E_b R_e^c}$  (3)

Spirállal ellátott fogak  $L_e = 0,080 \cdot d^2 \cdot m_d \sqrt{E_b R_e^c}$  (4)

U és I idomvas  $L_e = 17b(t_{\max} + 0,5g) \sqrt{R_e^c}$  (5)

$$L_e = m_e \cdot A_{bs} \cdot \sqrt[3]{\frac{A}{A_{bs}}} \cdot R_c \quad (6)$$



8. ábra

Az A és  $A_{bs}$  a 8. ábra szerint kell meghatározni.

$$L_e = m_o \cdot R_c \cdot A_{bs}, \quad \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \Rightarrow m_o \quad (7)$$

$$m_e = 0,80$$

$R_c$  = a beton nyomószilárdsága

$R_c^e$  = a beton karakterisztikus nyomószilárdsága

$d_s$  = spirál átmérője

$A_a$  = a betonvas keresztmetszete

$R_a$  = a betonvas szilárdsága

$E_b$  = a beton rugalmassági modulusza

$t_{\max}$  = az U, vagy I övének a vastagsága (cm)

$g$  = gerinclemez vastagsága (cm)

$b$  = a kapcsolóelem hossza (cm)

$L_{\min}, L_{\max}$  = minimális, illetve maximális csúszóerő

$$\frac{L_{\min}}{L_{\max}} = 0,40 \Rightarrow m_o = 0,34 \text{ ciklusszám}$$

$$N = 2 \cdot 10^6$$

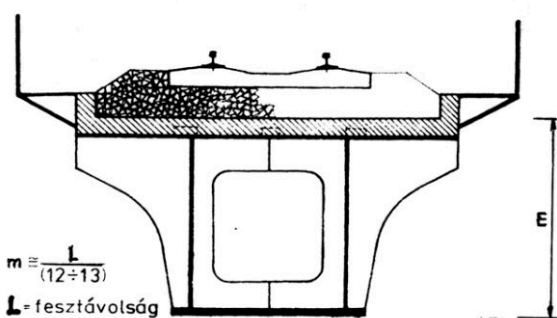
$$\frac{L_{\min}}{L_{\max}} = 0,10 \Rightarrow m_o = 0,25 \text{ ciklusszám}$$

$$N = 2 \cdot 10^6$$

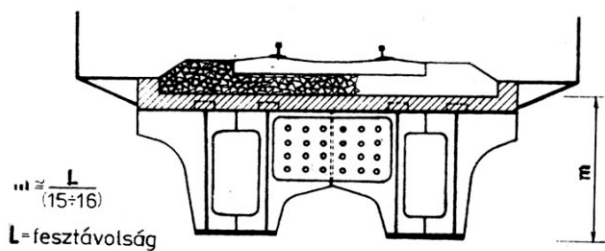
A 4/a, b ábrán bemutatott öszvértartók alkalmasak hídszerkezetek felépítményének az összeszerelésére. A hídszerkezet keresztmetszeti méretei és terhelése, valamint a szükséges szerkezeti magasság határozza meg a tartók számát és keresztmetszeti kialakítását.

A 9. ábrán a hídszerkezet keresztmetszeti kialakítását mutatjuk be. Ezzel a kialakítással ezeket az öszvérszerkezeteket alkalmazni lehet, mint kéttámaszú szerkezetet 50-60-méterig vasúti- és 80 méterig közötti hidaknál.

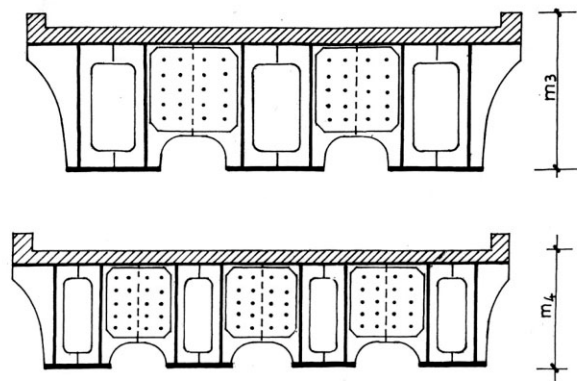
A 9/a, b ábrán vasúti hídszerkezetek keresztmetszetét mutatjuk be (egyvágányú pálya).



9/a. ábra

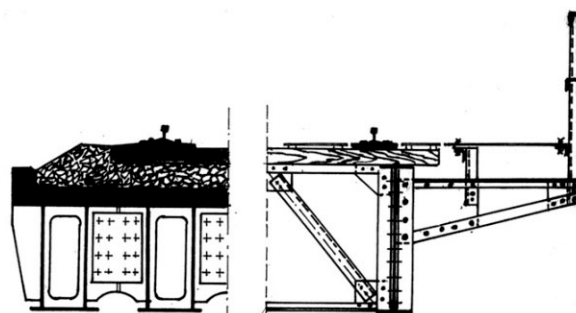


9/b. ábra



9/c. ábra

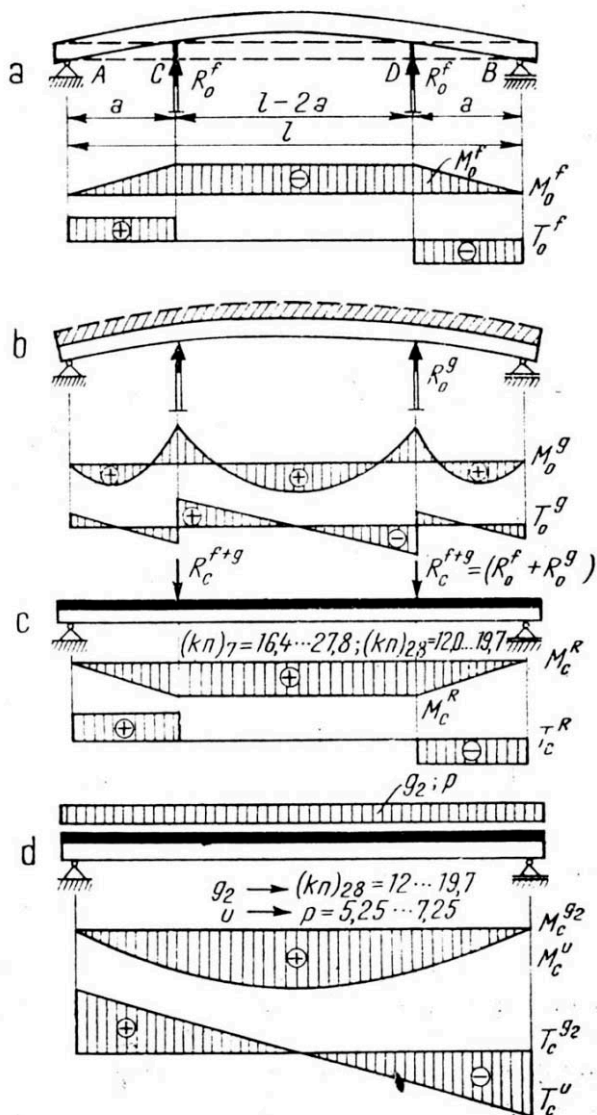
A 9/c. ábrán kétvágányú vasúti híd keresztmetszete látható. 4 kereszttartót akkor használunk, ha kisebb szerkezeti magasságot szeretnénk megvalósítani.



9/d. ábra

Ezeket a hídszerkezeteket jól lehet alkalmazni felsőpályás gerinclemez-es klasszikus vasúti híd ágyazatátvezetéses öszvérszerkezetekkel való kicserélésekor, megőrizve a vasúti pálya magassági vonalvezetését. (9/d ábra)

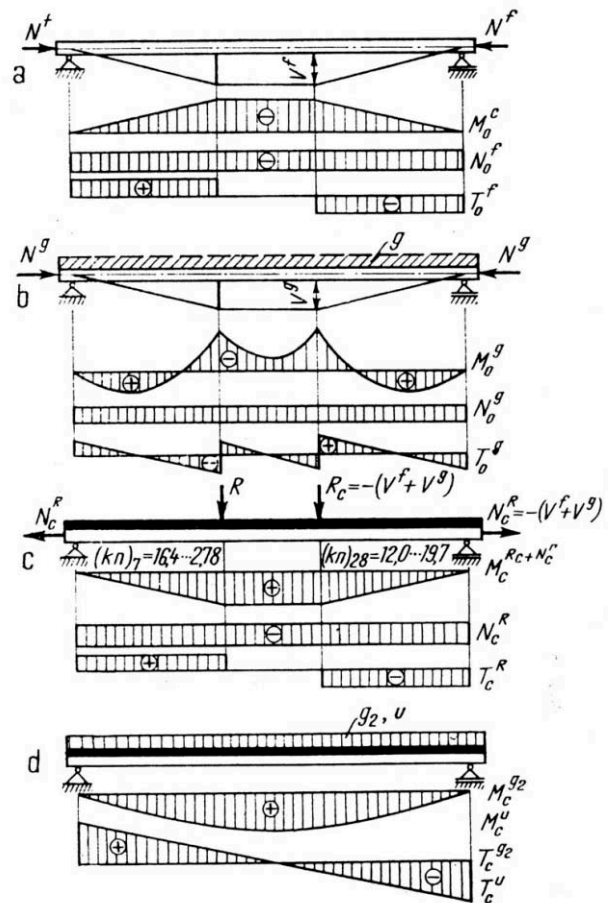
Ha előfeszítést alkalmazunk, a fesztávolság növelhető. Igen jól bevált a kéttámaszú gerendák segédjármós előfeszítése. Az előfeszítést kábelek segítségével is el lehet végezni. A tartók erőjátékát a 10. ábra mutatja be (segédjármós módszer).



10. ábra

Ott, ahol a segédjármós módszer nem alkalmazható (magas költségek miatt), pl. a völgyhidak esetén, alkalmazni lehet a kábeles előfeszítést a 11. ábra szerint. (kn redukáló tényező)

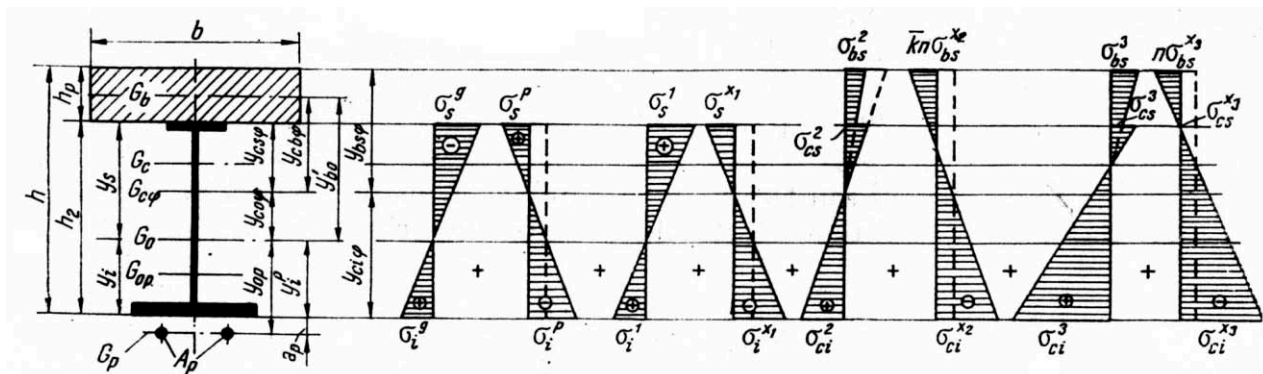
Mind a két bemutatott esetben az előfeszítést az acéltartóra alkalmazták. Ezt a módszert alkalmazva kis- és középtávú hidaknál jelentős acélmegtakarítást lehet elérni ( $\approx 30\%$ ).



11. ábra

Az előfeszített acéltartós öszvértartó számítását, a normál feszültségek kimutatását a különböző lépésekben (fázisokban) a 12. ábra szemlélteti.

- a) az acélgerenda által átvett terhelés  
az acélgerenda összsúlya (g)  
feszítőerő ( $N_p$ )
- b) az előfeszített acélgerenda terhelése  
betonlemez összsúlya  
zsaluzat súlya  
betonozásnál használatos berendezések súlya
- c) az öszvértartó terhelése  
állandó terhelés (vasúti felépítmény; közúti felépítmény, útszerkezetek, stb)  
rövid ideig ható hasznos terhelés



12. ábra



Ismerve a feszítőerőt ( $N_p$ ) a normál feszültségeket a következő képletekkel számíthatjuk:

$$\sigma_{oi} = + \sigma_i^o - \sigma_i^p \quad (8)$$

$$\sigma_{os} = - \sigma_s^o + \sigma_s^p \quad (9)$$

$$\sigma_i^o = \frac{M_o^o}{I_o} y_i; \quad \sigma_s^o = \frac{M_o^o}{I_o} y_s \quad (10)$$

$$\sigma_i^p = - \frac{N_p(r_s + y_{op})}{I_o} y_i \quad (11)$$

$$\sigma_s^p = - \frac{N_p(r_i - y_{op})}{I_o} y_s \quad (12)$$

$$r_s = \frac{I_o}{A_o y_i}; \quad r_i = \frac{I_o}{A_o y_s} \quad (13)$$

$M_o^g$  – Maximális nyomaték az acélgerenda össz-súlyából

A feszítőkábelben létrejött erő a lemez össz-súlyának a hatására  $X_1$

$$X_1 = - \frac{\delta_{1\sigma}}{\delta_{11} + \delta_{1t}} \quad (14)$$

ahol:

$$\delta_{1\sigma} = \int_0^l \frac{1}{EI_o} m_1 M_o^g dx \quad (15)$$

$$\delta_{11} = \int_0^l \frac{1}{EI_o} m_1^2 dx + \int_0^l \frac{1}{EA_o} n_1^2 dx \quad (16)$$

$$\delta_{1t} = \int_0^l \frac{1}{E_p A_p} n_p^2 dx. \quad (17)$$

Ismerve az  $X_1$  és az  $M_o^g$  -t kiszámíthatók:

$$\sigma_i = + \sigma_i^1 + \sigma_i^{X_1} \quad (18)$$

$$\sigma_s = - \sigma_s^1 - \sigma_s^{X_1} \quad (19)$$

$$\sigma_i^1 = \frac{M_o^g}{I_o} y_i; \quad \sigma_s^1 = - \frac{M_o^g}{I_o} y_s \quad (20)$$

$$\sigma_i^{X_1} = - \frac{X_1 (r_s + y_{op})}{I_o} y_i \quad (21)$$

$$\sigma_s^{X_1} = - \frac{X_1 (r_i - y_{op})}{I_o} y_s. \quad (22)$$

A betonlemez megszilárdulása után az állandó és hasznos terheket az együttdolgozó acél-beton keresztmetszet veszi át. A normál feszültségeket a beton lemez és az acél gerenda szélsőöveiben a következő képletekkel számíthatjuk:

$$\sigma_{ci} = + \sigma_{ci}^{2,3} + \sigma_{ci}^{X_{2,3}} \quad (23)$$

$$\sigma_{cs} = - \sigma_{cs}^{2,3} - \sigma_{cs}^{X_{2,3}} \quad (24)$$

$$\sigma_{bs} = - \sigma_{bs}^{2,3} - \sigma_{bs}^{X_{2,3}} \quad (25)$$

$$\sigma_{bi} = - \sigma_{bi}^{2,3} - \sigma_{bi}^{X_{2,3}} \quad (26)$$

$$\sigma_{ci}^2 = \frac{M_c^2}{I_{c\varphi}} y_{ci\varphi}; \quad \sigma_{ci}^3 = \frac{M_c^3}{I_c} y_{ci} \quad (27)$$

$$\sigma_{cs}^2 = \frac{M_c^2}{I_{c\varphi}} y_{cs\varphi}; \quad \sigma_{cs}^3 = \frac{M_c^3}{I_c} y_{cs} \quad (28)$$

$$\sigma_{ci}^{X_2} = - \frac{X_2 (r_{cs\varphi} + y_{c\varphi p})}{I_{c\varphi}} y_{ci\varphi} \quad (29)$$

$$\sigma_{ci}^{X_3} = - \frac{X_3 (r_{cs} + y_{c\varphi p})}{I_c} y_{ci} \quad (30)$$

$$\sigma_{cs}^{X_2} = - \frac{X_2 (r_{ci\varphi} - y_{c\varphi p})}{I_{c\varphi}} y_{cs\varphi} \quad (31)$$

$$\sigma_{cs}^{X_3} = - \frac{X_3 (r_{ci} - y_{c\varphi p})}{I_c} y_{cs} \quad (32)$$

$$\sigma_{bs}^{X_2} = - \frac{X_2 (r_{bs\varphi} - y_{c\varphi p})}{k n I_{c\varphi}} y_{bs\varphi} \quad (33)$$

$$\sigma_{bs}^{X_3} = - \frac{X_3 (r_{bs} - y_{c\varphi p})}{n I_c} y_{bs} \quad (34)$$

$$r_{cs\varphi} = \frac{I_{c\varphi}}{A_{c\varphi} y_{ci\varphi}}; \quad r_{cs} = \frac{I_c}{A_c y_{ci}} \quad (35)$$

$$r_{ci\varphi} = \frac{I_{c\varphi}}{A_{c\varphi} y_{cs\varphi}}; \quad r_{ci} = \frac{I_c}{A_c y_{cs}} \quad (36)$$

$$r_{bs\varphi} = \frac{I_{c\varphi}}{A_{c\varphi} y_{bs\varphi}}; \quad r_{bs} = \frac{I_c}{A_c y_{bs}} \quad (37)$$

$M_c^2, M_c^3$  a hosszú ideig, illetve rövid ideig ható terhek által létrehozott nyomaték;

$X_2, X_3$  feszítőkábelben a hosszú ideig, illetve rövid ideig ható terhelésből létrejött erők.

A normál feszültség az acél alsóövében meghatározható.

A feszítőkábelben létrejövő feszültséget a következő képlet adja.

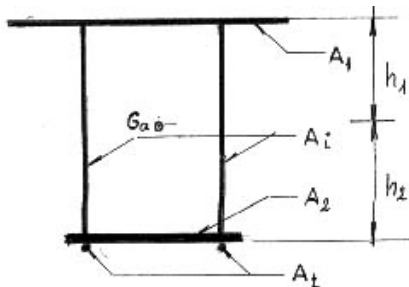
$$\sigma_{cp} = \frac{1}{A_p} (N_p + X_1 + X_2 + X_3) \quad (38)$$

Az eddig elmondottakból láthattuk, hogy a bemutatott módszerek esetén csak az acéltartón végeztünk előfeszítést. Az így előfeszített acéltartóra kerül rá a betonlemez. A betonozás ideje alatt az acéltartó úgy van előfeszítve, hogy felső övében húzás, alsó övében pedig nyomás keletkezik. Ha a beton megszilárdul, és a jármokat eltávolítjuk, az össz-súly hatására a gerenda lehajlik, a vasbeton lemezben nyomás jön létre, míg az acéltartó az előfeszítéssel ellentétes igénybevétel kap.

A következőkben röviden összefoglaljuk a feszített acéltartók optimális tervezésével kapcsolatos tudnivalókat.

### A feszített acéltartók optimális tervezése

A feszített acéltartók optimális tervezésének a legfontosabb elemeit a következőkben mutatom be. Bevezetjük a következő jelöléseket (13. ábra):



13. ábra

$a$  = keresztmetszet aszimmetriája

$$a = \frac{h_2}{h_1} = \frac{W_{z1}}{W_{z2}}$$

$\lambda$  = gerinclemez karcsúsága

$$\lambda = \frac{h_i}{t_i}$$

$h_1 + h_2 = h_i$

$k$  = gerinclemez területének és a keresztmetszet területének aránya

$$k = \frac{A_1}{A}$$

( $A = A_1 + A_3 + A_2$ )

$R_0, R_1, R_2$ , a megengedett feszültség a feszítő kábelek, a keresztmetszet felső és alsó övében.

$X_0$  = a kábeleket megfeszítő erő

$X_1$  = kábelekben keletkező feszítőerő külső terhelés hatására:

$$X_0 + X_1 = X \quad (39)$$

$$\frac{X}{A} + \frac{M_z - X_{k2}}{W_{z1}} = R_1 \quad (40)$$

$$\frac{X}{A} + \frac{M_z - X_{k2}}{W_{z2}} = R_2 \quad (41)$$

A (40), (41) összefüggésekből meghatározható:

$$M_z = \frac{2RW_{z1} \cdot W_{z2}(R_1 + R_2) + Ah_2(W_{z1}R_1 - W_{z2}R_2)}{W_{z1} + W_{z2}} \quad (42)$$

$$X = \frac{A(M_z - R_2 W_{z2})}{W_{z2} + h_2 A} \quad (43)$$

ha  $R_1 = R_2 = R$

$$M_z = \frac{2RW_{z1}W_{z2} + RAh_2(W_{z1} - W_{z2})}{W_{z1} + W_{z2}} \quad (42')$$

$$X = \frac{A(M_z - RW_{z2})}{W_{z2} + h_2 A} \quad (42)$$

$$Ha \left\{ \begin{array}{l} W_{z1} = \frac{6a - k(a+1)^2}{6(a+1)} \cdot \sqrt{k \cdot \lambda \cdot A^3} \\ W_{z2} = \frac{6a - k(a+1)^2}{6a(a+1)} \cdot \sqrt{k \cdot \lambda \cdot A^3} \\ h_2 = \frac{ah}{a+1} = \frac{a \cdot \sqrt{k \cdot \lambda \cdot A}}{a+1} \end{array} \right. \quad (43')$$

a (42') összefüggésben a következő helyettesítéseket végezzük el, akkor  $M_z$  a (44) képlet szerint számítható:

$$M_z = C \cdot R_2 \cdot \sqrt{\lambda A^3} \quad (44)$$

ahol  $C$  egy változó függvény, amely a tartó keresztmetszetét jellemzi.

$$C = \sqrt{k} \cdot \frac{6ar - k(a+1)(r+1)}{6(a+1)} \quad (45)$$

ahol:

$$r = \frac{R_1}{R_2}$$

$$A \text{ keresztmetszet területe } A = \sqrt[3]{\frac{M_z^2}{C^2 R_2^2 \lambda}} \quad (46)$$

Az optimális tervezés minimális keresztmetszeti területet feltételez egy adott ( $M_z$ ) forgatónyomaték mellett.

$$\text{tehát } C \rightarrow C_{\max} \Rightarrow \frac{\delta C}{\delta k} = 0; \quad \frac{\delta C}{\delta a} = 0,$$

$$\text{innen } k = \frac{2ar}{(a+1)(r+1)} \quad (47)$$

$k$  értékét behelyettesítve a "C" összefüggésbe megkapjuk:

$$C_{\max} = \sqrt{\frac{8(ar)^3}{9(a+1)^3(r+1)}} \quad (48)$$

$$A_{\text{szuks.}} = \frac{a+1}{ar} \sqrt[3]{\frac{9 \cdot M_z^2 (r+1)}{8 \cdot \lambda \cdot R_2^2}} \quad (49)$$

A keresztmetszet különböző részeinek (felsőöv, gerinclemez és alsóöv) területe és keresztmetszeti modulusza.

$$\left. \begin{array}{l} A_1 = \frac{2}{r+1} \cdot A_0; \quad A_3 = \frac{2}{r \cdot (r+1)} \cdot A_0; \quad A_2 = \frac{1+r(1-a)}{ar \cdot (r+1)} \cdot A_0; \\ W_{z1} = \frac{M_z}{R_2} \eta a; \quad W_{z2} = \frac{M_z}{R_2} \eta \end{array} \right\} \quad (49')$$

$$\text{ahol } A_0 = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot M_z^2 (r+1)}{8 \cdot \lambda \cdot R_2^2}} \text{ és } \eta = \frac{3+r(2-a)}{2ar(r+1)}$$

$$A \text{ kábeleket megfeszítő erő } X_0 = \frac{R_0(3+2r-ar)}{(a+1)(3+2r)} \cdot A \quad (50)$$

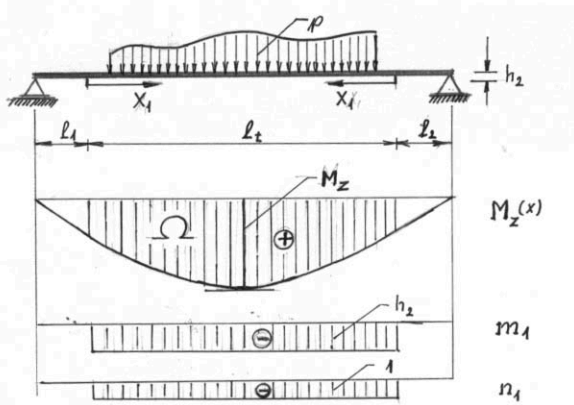


Az üzemi terhelés alatti húzóerő a feszítőkábelekből:

$$X = \frac{R_2(ar-1)}{a+1} \cdot A \quad (51)$$

$$X_1 = X - X_0 = \frac{R_2(ar-1)(3+2r) - (3+2r-ar)R_0}{(a+1)(3+2r)} \cdot A \quad (52)$$

A feszítőkábelek szükséges keresztmetszete  $A_t$



14. ábra

$$A_t = \frac{X}{R_t} = \frac{ar-1}{a+1} \cdot \frac{R_2}{R_t} \cdot A \quad (53)$$

Az  $X_1$  feszítőerő a 14. ábra szerint számítható:

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1p} = \Delta_t \quad (54)$$

$$\delta_{11} = \int_0^{l_1} \frac{m_1^2}{EI_z} dx + \int_0^{l_t} \frac{n_1^2}{EA} dx = \frac{h_2^2}{EI_z} l_1 + \frac{1}{EA} l_t \quad (55)$$

$$\Delta_{1p} = - \int_0^{l_1} \frac{m_1 M_z(x)}{EI_z} dx = - \frac{h_2}{EI_z} \Omega \quad (56)$$

$$\Delta_t = - \frac{X_1 l_t}{E_t A_t} \quad (57)$$

$$X_1 = \frac{\frac{h_2}{EI_z} \Omega}{\frac{h_2^2}{EI_z} l_1 + \frac{1}{EA} l_t + \frac{1}{E_t A_t} l_t} \quad (58)$$

Figyelembe véve (43'), (47), .... (49')

$$X_1 = \frac{2Dar(1+r)(ar-1)R_2}{(a+1)[(ar-1)(3+2r) + \Psi(3+2r-ar)]} \cdot A \quad (59)$$

A  $D$  együttható a nyomatéki ábrától függ:  $D = \frac{\Omega}{M_z \cdot l_t}$ ;  $\Psi = \frac{E \cdot R_t}{E_t \cdot R_2}$

Az (52) és (59) összefüggésekből meghatározható az optimális méretezés egyenlete.

$$2Dar(1+r) \cdot C_1 - (C_1 + \Psi C_2)(C_1 - r_0 C_2) = 0 \quad (60)$$

$$r_0 = \frac{R_0}{R_2}; \quad C_1 = (ar-1) \cdot (3+2r); \quad C_2 = 3+2r-ar \quad (61)$$

A (60) egyenletből meghatározható a keresztmetszet szimmetriája ( $a$ ), amely az optimális keresztmetszetet biztosítja.

## Összefoglalás

Az itt bemutatott zárt szerkezetű öszvértartók főleg vasúti ágyazatvezetéses hidak építésénél lehet használni. Ezeket a hídszerkezeteket jól lehet alkalmazni elavult felsőpályás gerinclemezes hidak korszerű ágyazatátvezetés szerkezetekkel való kicserélésekor, vasútvonalak felújításakor, valamint nagyobb sebességű vonalak építésénél.

## Felhasznált irodalom

13. C. Avram, V. Bota: Strucuti compuse oțel-beton, beton precomprimat-beton aramat. Editura Tehnică, București, 1975
14. Dan Mateescu s.a. Construcții metalice pretensionate, Editura Academiei, București 1989
15. Dr. Köllő Gábor.: Nagy feszítávú közúti öszvérhídszerkezet, Közúti és mélyépítési szemle. Budapest 10 / XLVIII / 1998 október
16. Köllő Gábor: Considerații privind suprastructurile de deschidere mare pentru poduri rutiere din grinzi prefabricate având secțiunea mixtă oțel-beton., A VIII-a Conferință Internațională de Construcții Metalice, 25-28 septembrie 1997, Timișoara

# Szivárgást gátló árvízvédelmi töltések stabilitását biztosító vasalt földtámszerkezetek

**Dr. techn. Dipl. Ing. Mihalik András**

Építmények viselkedésével és diagnosztikájával foglalkozó

Tudományos Társaság Elnöke

Nagyvárad Egyetem

*„A tapasztalat lassan tanít, hibáinknak az árán.”*

Frood

A szerző jelen előadásában egy gátkeresztmetszet szerkezeti felépítését előre gyártott vasbeton elemekkel vasalt földtámszerkezettel mutatja be. Az ilyen típusú építmények különböző alépítményi munkálatoknál több mint harminc éve sikeresen vizsgáznak. Árvízvédelmi töltéseknél még nem kerültek széles gyakorlati alkalmazásra.

A listai gátak rekonstrukciójánál, kísérleti szakaszon, a RO 90514/1986 számmal bejegyzett találmányt alkalmaztuk. Az elért eredmények igen biztatóak.

## 1. Bevezetés

Az árvizek újra meg újra ráirányították a figyelmet az árvíz elleni védekezés műszaki kérdéseire. Az árvízvédelmi munkálatok a Tisza völgyében váltakozó sikerű tendenciát mutattak az idők folyamán. A nyomtatott és elektronikus sajtó a közelmúlt árvizeit mint „az évszázad árvize”, „rendkívüli árvíz”, „katasztrofális árvíz”, „emberpróbáló árvíz” említi meg. Az észlelt jelenségek, tapasztalatok új műszaki problémákat vetnek fel, amelyek szakmailag megoldhatóak, az anyagi fedezetet pedig erre meg kell találni. A jövőben a Tisza-menti ember biztonságban kell érezze magát a gátak árnyékában!

Sok még a teendő a Tisza völgyében, amelynek megoldásába beleszólt a történelem szerencsétlen alakulása és az ország gazdasági erejének gyengesége is. Az árvízvédelmi fővonal hosszúsága meghaladja a 2800 kilométert. De sajnos az eddig tapasztaltak alapján az árvízvédelmi töltések állapota és biztonsági foka több száz kilométer hosszban lényegesen elmarad a feltétlenül szükséges mértéktől. A töltéseken az előírt biztonsághoz mérten magassági hiányok vannak. Elégtelen a töltések keresztmetszeti mérete és az altalajban árvízkor mutatkozó szivárgások okozta veszélyes jelenségek ellen a védvonalak nem nyújtanak kellő biztonságot. Az altalaj és a töltések a gyakori és hosszan tartó árvizek hatására lazává váltak, szivárgási teherbírásuk csökkent. A közepesnél nagyobb árvizek esetén a töltések igénybevétele általában meghaladja műszaki teherbíró-képességüket. Mindezek következtében –

mint ahogy az idei tavaszi árvízkor is kitűnt – a töltésekkel védett városok és községek veszélyeztetettsége sok helyen fokozódott. Ugyanakkor az elmúlt évtizedekben az árvizek előfordulásának gyakorisága is növekedett, az árvízszintek helyenként emelkedtek (1970, 1988, 2000).

Az árvízveszély fokozódása, a fajlagos árvízkárok emelkedése, a fejlesztések elhúzódása miatti kockázatok növekedése, a szakszerű, nagy erővel végrehajtott védekezési munka mellett szükségszerűen megkövetelik a gátkeresztmetszet szerkezetének alaposabb tanulmányozását, szilárdsági elemzését, a talajtömbtől való integritásának függőségét.

Figyelmet érdemel továbbá a gátak közé szorított hatalmas vízmennyiség hordalékmozgásának, lerakódásának a problémája. A gátkorona magassági pontjainak időben és rugalmasan kell állandóan növelniük a hullámterek szintjének magasodása következtében. A hullámterek vízvezető csökkentéséhez nagyban járul hozzá a buja növényzet a lebegtetethordalék lerakódásának az elősegítésével. Következésképpen az árvízvédelmi töltés koronamagassága az idő függvényében az illető vízfolyásszakaszra egy pozitívan változó szám, amelynek a mértékadó árvízszinthez a biztonsági magassága 0,5-1,5 között ingadozik.

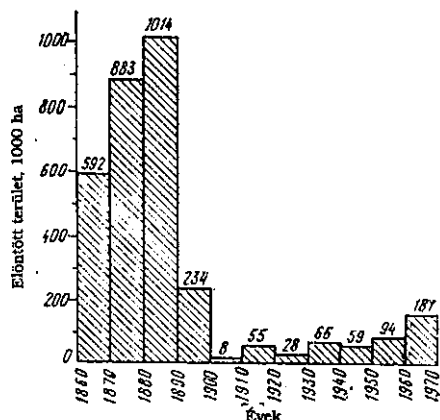
Az eddig elmondottakkal - amelyek mind általánosan ismert műszaki problémák, megfigyelések és tanulmányok eredményeit tükrözik az eltelt 154 év folyamán – még egyszer alá szerettem volna húzni azt a tényt, hogy a biztonság problémája az árvizek alkalmával nem más, mint az árvízvédelmi gátak statikai és hidraulikai stabilitása, a vízáteresztés csökkentése, a vízzálság. Ez azt jelenti – mint feljebb említettem –, hogy hozzá kell nyúlni a gátkeresztmetszet szerkezeti felépítéséhez, statikai és hidraulikai stabilitásának emeléséhez, valamint környezetbarát alapon mérsékelni kell a buzgárveszélyes rétegsorokat.

Ez képezi tárgyát a jelenlegi írásunknak.

## 2. A probléma felvetése

Az ismétlődő árvizek hatalmas anyagi károkat okoztak a településeken, a mezőgazdaságban és sajnos sokszor emberi áldozatokat is követeltek.

Ezzel magyarázható az, hogy a 19. században a folyók mentén több mint 4700 kilométer hosszúságban épültek meg a védelmi gátak. Ennek eredményeképpen az árvíz okozta károk érezhetően mérséklődtek, és maga az árvízprobléma az állami érdeklődés szintjére emelkedett.



1. ábra

Az árvíz által elborított területek 1860-1970

A gátak építésénél még nem használhatták a modern elgondolásokat, elveket, a talajmechanika jelenlegi módszereit. A gátak méreteit tapasztalati úton állapították meg. Ezek a gátak szolgáltak példaként az árvíz elleni védekezésnek.

Meglévő árvédelmi földgátak minden egyes szakaszának, minden egyes részének más és más a védőképessége. Úgy is fogalmazhatunk, hogy minden árvédelmi gátrészhez, amelyet valamilyen módon kialakítottak és megépítettek, tartozik egy olyan – a gátvonal anyagától, alakjától és szerkezeti állapotától függő – kritikus árvízszint és árvíz tartósság (kritikus árhullám), amely mellett a védelmi vonal állékonysága még éppen biztosított. Ez a kritikus árhullám a gát szerkezeti állapotától függ. A gát állékonysága pedig csak akkor

hullámnál kedvezőbb, tehát alacsonyabb és rövidebb ideig tart.

Az eddig elmondottak különös figyelmet követelnek a gát stabilitási problémáinál. Ezenkívül nekünk számolni kell azzal is, hogy egy földből készült építményről van szó, amelynek a kiterjedése több száz kilométerre tehető. Ez a védelmi vonal mint elrendezés és szekezet a leggazdaságosabb eszközökkel és a tudományos kutatás módszereinek az alkalmazásával képzelhető el.

A fentiek értelmében az árvédelmi gátak viselkedésének követése, diagnosztikája „in situ” elsőrendű, állandó jellegű problémaként jelentkezik. Megfontolandó lenne egy tudományos társaság létrehozása, amely a Tisza árvédelmi gátrendszerének viselkedésével és diagnosztikájával foglalkozna „in situ”. Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság megfelelő szakosztálya örömmel kapcsolódna e társaság nemzetközi alapokon történő létrehozásához.

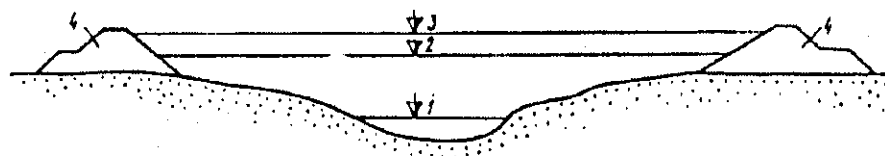
Rendszeressé kéne tenni az árvízvédelmi gátak teljes rekonstrukcióját a különösen veszélyes szakaszokon, a települések biztonságos védelme érdekében – az anyagiaktól függően a kis lépések taktikájával, de konstans intenzitással –, hogy ténylegesen nyugodtak lehessenek az állampolgárok a létező gátak árnyékában.

Az elmúlt 154 év hatalmas fizikai és szellemi munkával kiépített egy árvédelmi rendszert, amely túlhaladta az európai elképzeléseket is. Lényegében már nem kell gátakat építeni a Tiszán, csak a meglévő rendszer szorul a biztonság fokozására.

A múlt eredményei talán megerősítenek abban a tudatban, hogy a jövőben a Tiszatáji embert nem a félelem viszi majd a gátra, homokzsákokat rakva a szivaccsá ázott töltésekre, hanem a hömpölygő ár panorámája, vagy a jégzajlás szimfóniája.

### 2. 1. Az árvédelmi gátak igénybevétele

Az árhullám változó víznyomásának megfelelően a gát testének átnedvesedése a víz felőli rézsű oldaláról az árhullám tartósságától és a gát anyagának áteresztőképességétől függően fokozatosan halad előre. Az átnedvesedés mértékét



2. ábra

A gátak tapasztalati méretei és elhelyezése

1. – a meder vízszintje;
- 2-3. – az árvizek szintje a gátak építése előtt és után;
4. – a megépült gátak

biztosított, ha a tényleges árhullám ennél a kritikus és vízszintes, valamint függőleges kiterjedését a

földgát anyaga, annak szerkezete, valamint szerkezeti inhomogenitása határozza meg. Tekintettel arra, hogy az árvédelmi gátak még csak részben vannak a szükséges védőképességre kiépítve, a gátak fejlesztéséhez és fenntartásához is, de az árvédekezési munkák gyors és határozott végrehajtásához is ismerni kell a gátak árvíz alatti igénybevételét.

Az árhullámok részben mechanikai (ütő, elmosó) hatásai, részben a belső egyensúly bomlását előidéző (szivárgási, átázási, csurgási) hatásai rombolhatják a védőgátakat.

Ezek a hatások általában a következő formában idézhetik elő a gátak tönkremenetelét:

a mentett oldali rézsú, a gátkorona, majd az egész töltés eróziója, a töltést meghágó vizek következtében;

közvetlen víz felőli töltéserózió a hullámverés hatására;

a mentett oldali töltésrézsú megbomlása, és a töltés roskadása a töltésben átszivárgó koncentráltan mozgó víz hatására;

a töltés alatti talajtömb állékonyságának megbomlása a talaj tömbön keresztüli vízmozgások hatására.

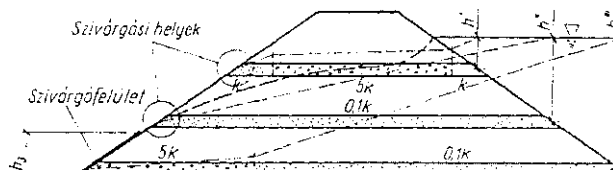
A gátak építésének természetesen jelentkezett az a hátránya. A lebegő hordalék lerakódásának következményeként emelkedett az árvizek. Ez vezetett azután oda, hogy a gátak magasságát periodikusan kellett növelni. A depressziós görbék emelkedése megkövetelte a gátak szélességének is a növelését. Ezek a munkálatok az esetek többségében gyors beavatkozással történtek, és nagyon gyakran nélkülözték a megfelelő hozzáértést.

Az árvizek hatására a gátak állapota mind inkább megrongálódik, s megjelennek a különböző kritikus pontok a gát keresztmetszetében. Az árvédelmi gátak biztonságát vizsgálva megállapítható, hogy az árvízzel borított terület olyan védvonalak védik az esetek többségében, amelyek átlagosan 60 évenként egyszer előforduló árvizek kivédésére voltak alkalmasak. Annak ellenére, hogy az árvízvédelmi töltésekbe elég nagy mennyiségű föld épült be, katasztrófák azt igazolják, hogy ez a munka nem elegendő, mert a

és az árvíz tartósságok növekedése miatt az árvízszint felett szükséges biztonsági magasságnál alacsonyabb. A töltéskeresztmetszet méretei helyenként kisebbek a szükségesnél, esetleg még ott is, ahol a töltés magassági biztonsága megvan. A töltések anyaga és altalaja több helyen nem megfelelő, mert azok átázáskor csúszásra hajlamos szikes anyagból épültek, az altalajuk pedig buzgárképződésre, talajtörésre hajlamos. De nem megfelelő esetleg azért sem, mert a gátak földanyagának szerkezetbe a fizikai, kémiai és mechanikai hatásokra az idők folyamán megváltozott, szivárgási stabilitása csökkent.

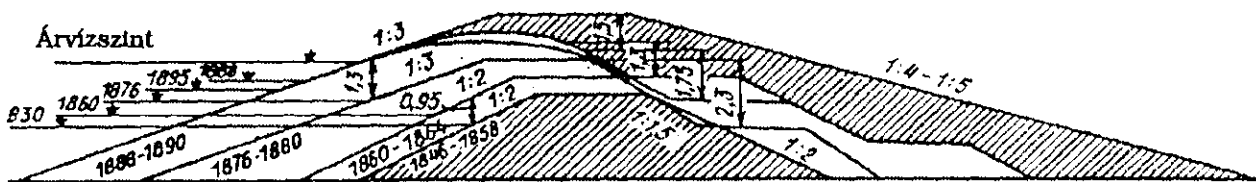
Szükségesnek tartom annak a kérdésnek a felvetését, hogy a gát stabilitása miért jelentkezik mint speciális problémaként, és miért nem használhatjuk mindig az ismert statikai módszereket vagy azoknak csak egy részét. Mint tudjuk, ezekkel a módszerekkel mindig elérhetők a megfelelő eredmények, ha az elterített föld homogén, a létező geometria körvonalai egyszerűek vagy a csúszás szilárdsága nincs kitéve különböző változásoknak. Ez a három követelmény jelen esetben sajnos nem érvényes.

A meglévő árvédelmi gátak anyaga a gyakorlatban nem homogén és nem izotrop, a benne bekövetkező vízmozgás az ismert szilárdsági képletekkel nem írható le, legfeljebb megközelíthető. Az árhullámok ideje alatt nem a permanens szivárgás jellemző, hanem a fokozatos, esetleg részenként elkülönülő, különböző intenzitású átmedvesedés.



4. ábra

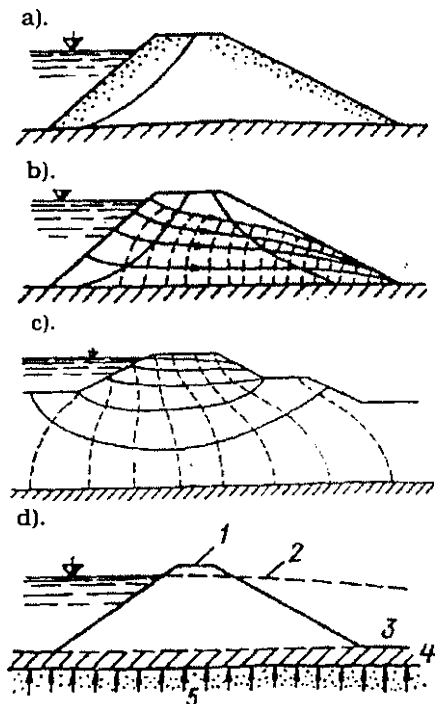
A gát különböző rétegeken keresztüli átmedvesedésének elvi mechanizmusa



3. ábra

A Széchenyi-gát magasságának a növelése az 1845-1890-es években a Tiszadob és Polgár közötti szakaszon

védőtöltéseknek igen nagy százaléka az árvízszintek



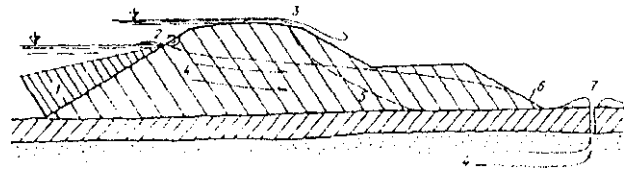
5. ábra

Árvízvédelmi gátak tönkremenetelének formái:

- a. – csúszás a gát koronájánál
- b. – csúszás a szivárgástól
- c. – átnedvesedés a gát testén és az alapon
- d. – víznyomás a kötött talajra

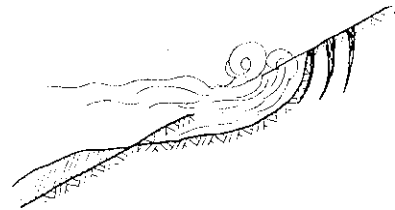
A gát hasznos magasságánál magasabb vizeknek statikai és dinamikai hatása van. Azok az árvizek tehát, melyek a gát hasznos magasságát elérik vagy meghaladják, már veszélyesek lehetnek. Ekkor a töltéskorona alatti szivacsos rétegben meginduló áramlás a mentett oldali rézsűt a felszíne alatt eláztatja, megbontja, anyagát megcsúsztatja, majd kimossa. Ha pedig a víz a gátat meghágja, az

átsurgó víz hatása a mentett oldal felől a víz felé hátráló erózióban nyilvánul meg.



6. ábra. A töltésre kifejett káros hatások:

- 1. – hidrosztatikus nyomás
- 2. – hullámverés
- 3. – a töltés meghágása
- 4. – hidrodinamikai nyomás
- 5. – csúszás
- 6. – kimosás
- 7. – feltörő víz (buzgár)

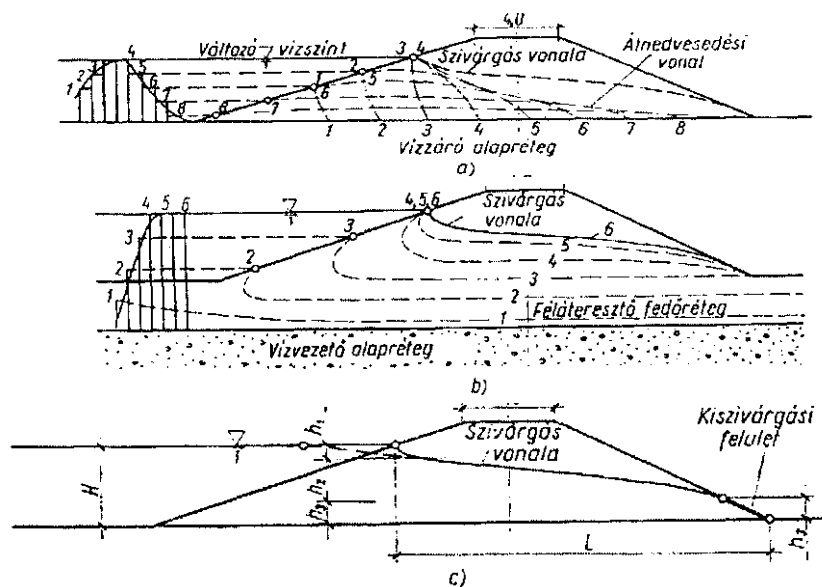


7. ábra

A rézsű elhabolása

Az inhomogén anyagú töltésbe annál hamarabb hatol be a víz és hatol előre az átnedvesedés, minél áteresztőbb rétegek vannak benne, minél mélyebb a gáttestnek a szivacsos, laza része, minél inkább bontják azt meg üregek, repedések, szerkezeti lazulások. De az átnedvesedés a gát alatt megindult szivárgás és vízszintemelkedés következtében alulról is előállhat – esetleg hamarabb, mint a töltésen keresztül.

A töltés testében az áramlási tartománynak olyan helyei is lehetnek, ahol a vízáramlás



8. ábra. A töltésekben keletkező vízmozgás

- a.) és b.) fokozatos átnedvesedés, a töltés átnemeresztő és áteresztő talajon áll
- c.) állandó szivárgás, ha a töltés átnemeresztő talajon áll

csékélyebb ellenállásokba ütközik, és így helyi vízerek keletkezhetnek. Az ilyen vízerekből kifejlődött koncentrált kimosásokon át csurgások keletkeznek. Ilyenek képződésére alkalmas helyek lehetnek a töltésekben a gyengébben tömörített vagy átteresztő rétegek, illetőleg a töltés és az alaptömb, illetve a töltést keresztező építmények érintkezési felületei.

Árvíz esetén a töltés alapi és mögötti talajban meginduló szivárgás a talajvíz eredeti, szabad felszínét megemeli vagy nyomás alá helyezi. Ezért a töltés alatti talaj egyes pontjaiban az áramlási nyomások hely szerint, de idő szerint is változnak. A fedőrétegen felfelé irányuló vízáramlást tehát a töltés mögötti talajban előálló nyomásesés idézi elő. Ez a víz a kilépés után mint fakadó víz jelenik meg. A hidraulikus gradiens kritikus értékénél nagyobb átlagos gradiens mellett pedig már a töltés mögötti talaj megbomlása valószínű, a fedőréteg felszakadhat vagy a járatain buzgárok törhetnek fel.

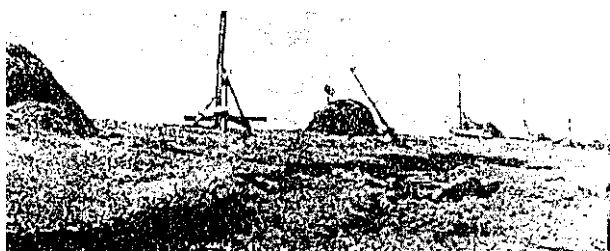


9. ábra

*Buzgárveszélyes rétegsor*

1. – vízzáró fedőréteg; 2. – durvább szemű réteg;
3. – vízáteresztő altalaj; 4. – gyökérjárat;
5. – ellennyomó-medence

Ezek a buzgárok a fedőréteg alapi vízvezető réteget lazítják, kiüregelik, járatossá teszik és fokozatos visszavágódással megindul a töltés alapi talajtömb eróziója, ami a talaj kimosásához és a gát beszakadásához vezet.



10. ábra

*Egy klasszikus példa a gát beszakadására*

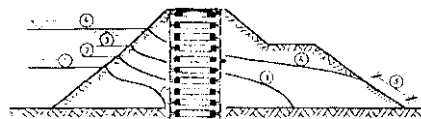
Lényegében az eddig felsorolt gátigény-bevételekhez igazodik a mindenkori árvédekezés szervezése és végrehajtása.

Úgy a bevezetésben, mint a probléma felvetésében a műszakiak számára általában ismert jelenségekről, károsodásokról vagy adatokról számoltunk be. Egyedüli célunk ezzel az ismertetéssel arra irányult, hogy a bemutatandó, ajánlott szerkezeti védgátkeresztmetszet hogyan oldja meg és küszöböli ki azokat a műszaki

hátrányokat, amelyekkel – sajnos – a jelen védgátak keresztmetszetei, szerkezetei rendelkeznek és végső soron az árvízi katasztrófák szinte egyedüli okozói.

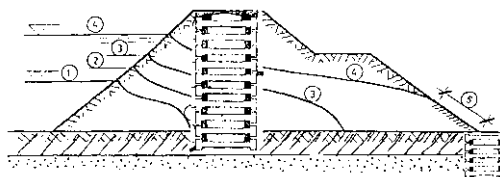
### 3. Helyszíni, üzemi kísérletekre ajánlott vasalt földtámszerkezet mint védgát keresztmetszeti struktúra.

Nem bocsátkozva részletes ismertetésbe, vázlatosan mutatjuk be az érthetőség kedvéért az ajánlott gátszerkezet keresztmetszetét.



11. ábra

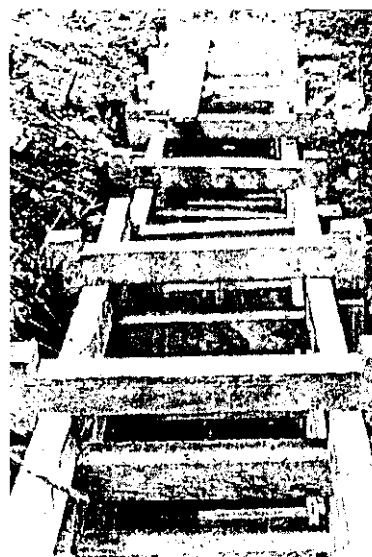
*A töltésbe beépített földtámszerkezet előre gyártott vasbeton elemekkel*



12. ábra

*A védett oldalon a töltés talpvonalánál beépített buzgár jelenlétét ellenőrző szerkezet*

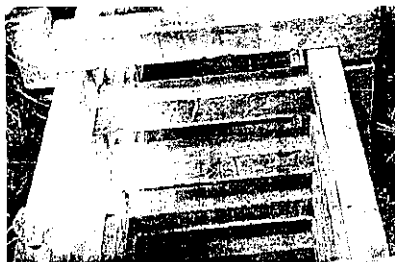
- 1., 2., 3., 4. - szivárgási vonalváltozás az emelkedő vízszint függvényében;
5. - áztatott töltésrészúhossz a beépített földtámszerkezet előtt



13. ábra

*A védgát koronája előre gyártott vasbeton elemekből a vasalt földtámszerkezet beépítésénél*





14. ábra  
Az elemek szerelése csuklós szerkezetként



15. ábra  
A gát magasságának növelése homokzsákokkal a védekezés „hevében”. A földtámszerkezetnél ez a munkafolyamat a vasbeton elemek magassági „hozzáadásával” történik mint egyszerű szerelés



16. ábra  
Az átmedvesedés utáni csurgás a védett oldal rézsűjének talppontján, a homokzsákokkal kivitelezett támbordák között. A vasalt földtámszerkezet ezt kiküszöböli

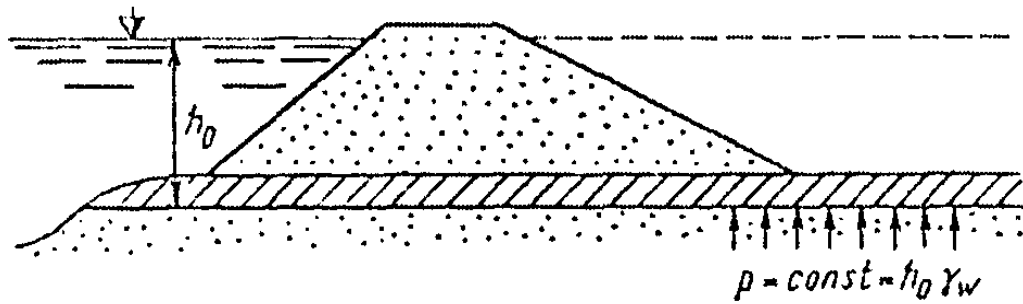


17. ábra  
A védett oldal támbordái homokzsákokkal. A csúszás megelőzése. A vasalt földtámszerkezeteknél nincs szükség az ilyen jellegű megtámasztásokra

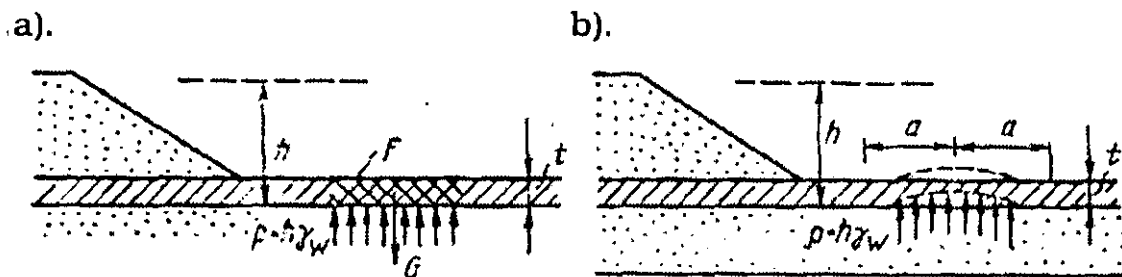
Az előre gyártott vasbeton elemekkel vasalt földtámszerkezet érezhetően növeli a gátszerkezet merevségét, és mivel a vasalt föld lényegében plasztikus, homokos agyag (50-60% homok) gyakorlatilag megszünteti a védett oldali töltés átmedvesedését, átázott rézsűhosszról már nem lehet beszélni. A homokos agyag nem duzzad és nem repedezik meg. A merev vasbeton szerkezet egy tixotropikus közegbe van beágyazva, csuklós építményként van kiképezve a töltés teljes magasságában és hosszában, ezért rugalmasan követi az esetleges mozgásokat, süllyedéseket, az esetleges gátmagasságok növelésénél szintén rugalmasan követhető az árvízszint által követelt biztonsági magasság az előre gyártott elemek tetszés szerinti beépítésével. Az ilyen jellegű környezetbarát építmény – a résfalakkal ellenlétben – nem befolyásolja a talajvíz természetes mozgását, a közeli települések kútjainak vízszintje nem csökken 3-5 méterre, mint ez a nagyváradi töltéseknél történt.

A földtámszerkezet stabilitása – ha esetleg felmerülne – a struktúra vízszintes növelésével megoldható, habár a tiszai töltések magassága nem szolgáltat erre okot. A fentiek alapján a védett oldalon nem merülhetnek fel csúszási, alakváltozási problémák.

A víz felőli oldal tipikus mérnök-biológiai technológiákkal, humuszos fűmagbelövással az elhabolás ma kevés problémát vethet fel. Természetesen ezeket a technológiákat az árvizek közötti periódusban kell alkalmazni, és nem akkor, amikor a veszély a „kapukat döngeti”, mert ilyen esetekben az „improvizáció” dominál, a tanácstalanság, kapkodás eredményeképpen. A részlegesen megoldott, az „empirizmus”, a rutin kategóriájába tartozik a talajtömb problémája. Különösen a buzgárok „anatómiájára” szeretnék kitérni. Nem mindig lehet tudni – különösen, ha a talajmechanikai problémák egyes szakaszokon nincsenek tisztázva –, hol és mikor veszélyeztetni a töltés megrogyását ez a jelenség. Rövidesen elérkezik majd az az idő – ha „in situ” a töltések viselkedésének követése rendszeresítve lesz –, amikor ez a probléma nem okoz majd annyi gondot, mint a jelenkori védekezéseknél.

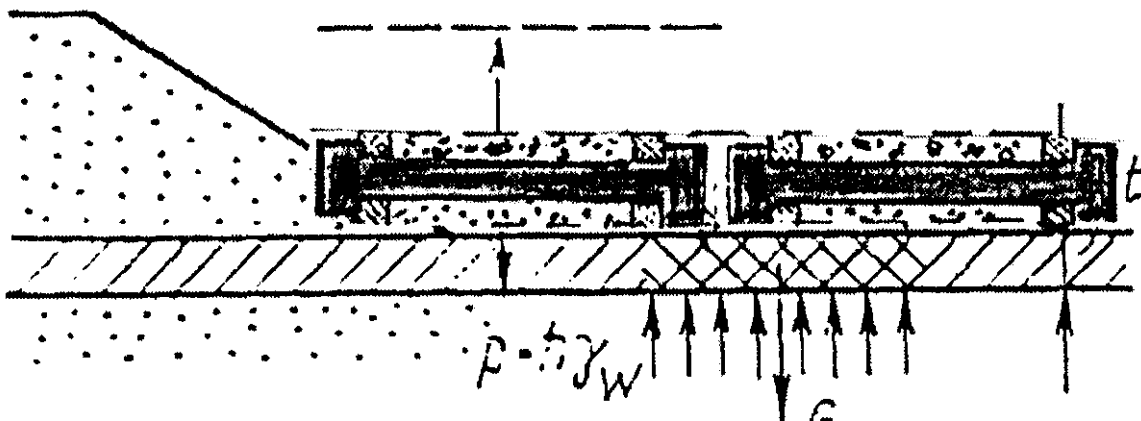


18. ábra  
A stabilitás meghatározásánál alkalmazott feszültségek



19. ábra  
A felső, kötött talaj felszakadása

- a.) - a gyenge pont
- b.) - a meghajlás nyílmagassága



20. ábra

A buzgárképződés megakadályozása előre gyártott vasbeton elemekkel kialakított szűrőpaplannal, a védett rézsű talppontjából kiindulva. A szűrőpaplan szemszerkezete a talajtól kezdődően változó (3-7, 7-15, 50-60) és a kötött talajt lefedő geotextiliára támaszkodik. Környezetbarát szerkezet nem készíti ellenállásra e természeti erőt, kiküszöbölő- szerintünk – véglegesen a buzgárképződés fogalmát mint veszélyes stabilitási jelenséget

A töltés geometriáján történt elemzések eredményeképpen – úgy tűnik –, hogy a földtámrendszer mint előre gyártott vasbeton elemekkel vasalt talaj, megfelelő feleletet ad a rézsűkön, gátkoronán és a földtömbön adódó problémákra, de a végső szót a szerkezet kipróbálása, viselkedése és az elért pozitív vagy negatív eredmények fogják majd szolgáltatni.

#### 4. Következtetés.

A földlámrendszer szilárd váza, de ugyanakkor mint rugalmas építmény, megérdemli a megfelelő figyelmet mind tudományos, mind műszaki szempontból. Mint általában ismeretes, a földből készült építményeknél az odafigyelés az építkezés alatt, és különösen a tapasztalat az, amely döntően befolyásolhatja az építmény biztonságát. Találónan jegyezte meg K. Teszaghi a talajmechanika kiemelkedő egyénisége, hogy egy liter tapasztalathoz csak egy csepp elmélet szükségesnek tartom.

És még valami. Szükségesnek tartom ez alklommal is aláhúzni a mérnöki biológia fontosságát. Már nem lehet alábecsülni a mérnöki biológiát sem romantikus, sem esztétikai szempontból, mint ahogy a múltban történt. Ez az új tudományosan megalapozott aktivitás az általános mérnöki munka szerves részét kell hogy képezze, különösen a földépítmények kivitelezésénél.

Sajnos a mérnöki biológia az egyetemi műszaki oktatásban még nem jelent meg önálló oktatási tantárgyként. Éppen ezért itt szeretném megjegyezni, mint egy pozitív lépést, hogy a Nagyváradi Egyetemen, a Környezetvédelmi Fakultáson a mérnöki biológia önálló műszaki tantárgyként jelenik meg a következő tanév tanulmányi tervében.

#### Irodalom.

17. R. A. Javel, G. W. Milligan: Deformation calculations for reinforced soil walls. Proc. of sym. On reinforced embankments - theory and practice, Cambridge. Thomas Telford, 1990.
18. Mihalik, A. : Pământ armat cu elemente de beton armat prefabricate, la impermeabilizarea digurilor de apărare la inundații catastrofale. Sesiunea Anuală de Comunicări Științifice , Universitatea Oradea.
19. Mihalik, A.: Brevet de Inventie „RO” 99469 OSIM București, 1988.

## A főbb erdélyi agyagásványok

Dr. Szőcs Katalin, Bengeanu Monica

Kolozsvár

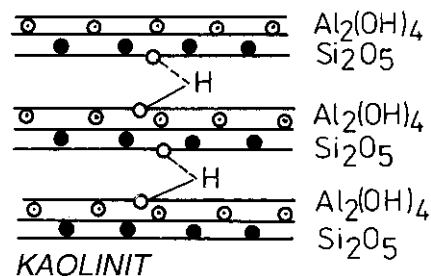
The study is concerned with argyle materials obtained from continuously mining and grinding procedure and a part of them prepared as binding materials. We studied the chemical composition, the mineral structure and the thermo-physical properties of them. The argyle from Sonkolyos (Șuncuiuș – Kolozs megye) has higher kaolinite and iron content, also higher thermal stability as the argyle from Halmagy (Halmagiu – Kovászna megye). As for their properties like plasticity, softening point and refractoriness, there is no major difference among the studied argyles.

The most important bentone mining places in Transylvania are: Avasújváros (Orașul Nou – Szatmár), Csögöd (Oarda Ciugud – Fehér), Kővargara (Valea Chioarului – Măramaros), Guraszáda (Gurasada – Hunyad), and Borév (Buru – Kolozs). According to the 50–65% content of montmorillonite of the bentones, they can be categorised as medium quality bentones. We studied the thermal behavior of the bentones through the thermal analysis performed on Derivatograph and the mineral composition on a Roentgen diffraction instrument. The bentone from Kővárpara is a Na-bentonite one and has higher thermal stability losing his binding capacity at 710°C. The others are Ca-bentones with weightloss between 530 and 690°C.

Az agyagok a földkéreg igen elterjedt anyagai, és sok iparág fontos alapanyagai. Kolloidális, plasztikus és kötőkéességük folytán a kerámiai termékek és öntőformák készítésénél nélkülözhetetlenek.

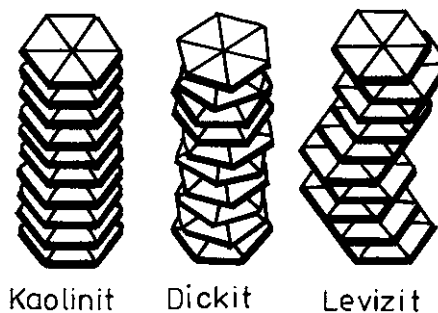
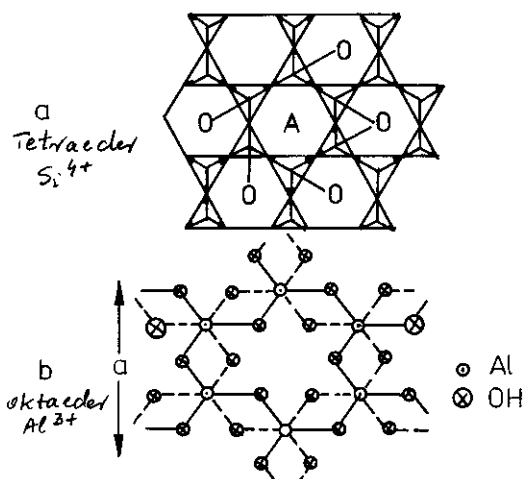
Az agyagásványok üledékes kőzetek között találhatóak, szerkezetükben rétegesek. Mint hidratált alumino-szilikátok, rendszerint két rétegből tevődnek össze: tetraédes alumino-szilikáttól tércentrált szilíciummal ( $\text{Si}^{4+}$ ) és oktaédes alumino-szilikáttól tércentrált  $\text{Al}^{3+}$ -ronnal (1. ábra). A  $\text{Si}^{4+}$  tetraéderek (a) és az  $\text{Al}^{3+}$  oktaéderek (b) egymáshoz viszonyított elhelyezkedési módjától függően különböző szerkezetű és tulajdonságú agyagféle létezik: kaolinit, halloizit, illit, montmorillonit, klorit stb. Az agyagfélék nem találhatóak meg a természetben tisztán külön rétegekben, hanem keverve kvarccal, földpáttal, pirittel, muszkovittal, kalcittal.

A porcelán alapanyaga a kaolin, mely lényegében többféle kaolinitből áll. A kaolinit egy rendezett rétegű alumino-szilikát (2. ábra). Rokon ásványok a dickit és a levizit, melyek rétegei nem annyira rendezettek mint a kaolinité (3. ábra). A többnyire ezen összetevőket tartalmazó kaolinos ásvány plasztikussága nagy, könnyen modellálható és szárítással más agyagásványnál kisebb repedési hajlammal rendelkezik.



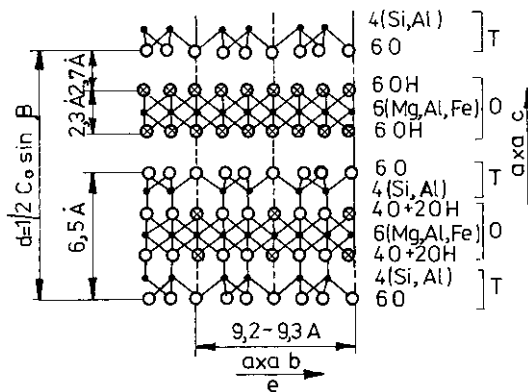
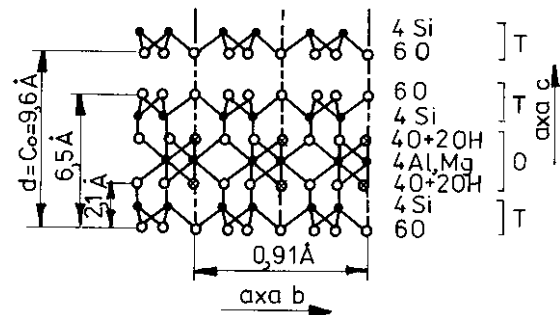
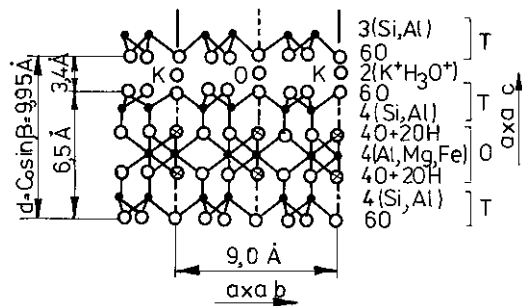
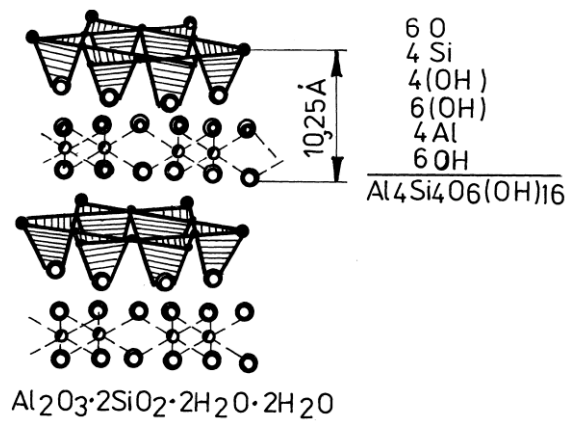
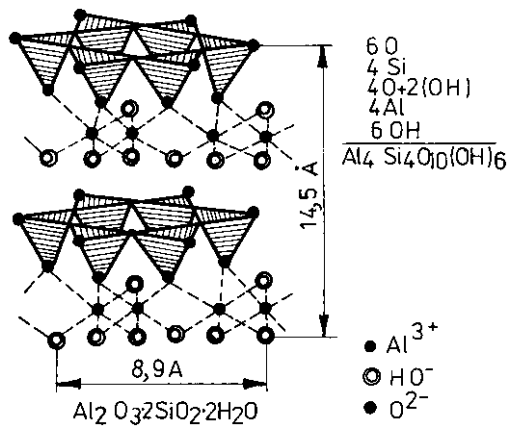
2. ábra

A kaolinit rétegződött szerkezete



3. ábra

A kaolinit, dickit és levizit rendezettségi foka



4. ábra. Az agyagfélék kristályszerkezete

- a. Kaolinit
- b. Halloizit
- c. Illit
- d. Montmorillonit
- e. Klorit

A 4. ábra az agyagfélékben található ásványi összetevők szerkezetét szemlélteti. A *halloizit* kristályszerkezete hasonlít a kaolinitéhez, de zeolitikus vizet tartalmaz, mely víz szárításkor repedési gondot okoz. Az *illit* akácresak a muszkovit és a *klorit* monoklinikusan kristályosodik. A kontúrja sem olyan sima, mint a kaolinité, ezért a kaolinban való jelenlétük a porcelán minőségét rontja. Az illit, muszkovit és klorit tartalmú kaolinos ásványok a fürdőedények, csempék készítésénél sikerrel alkalmazhatók.

A *montmorillonit* rétegei között levő lazább kötések miatt könnyen behatolhat a víz és más poláris anyag. Ezért a több montmorillonitot tartalmazó ásványok könnyen aktiválhatók, nagy a gélképző hajlamuk. Nedves közegben nagy a kötőkéességük, de szárítással repednek. A magas montmorillonit tartalmú ásványokat bentonit néven ismerjük, a kőolaj fűrdőberendezéseinek és a fémek öntésénél nélkülözhetetlen agyagok.

Az agyagfélék tulajdonsága és felhasználási módja az alkotó ásványok részarányától és az azokat kísérő elemek – Fe, Mg, Na, K, Ti – koncentrációjától függ. Az agyagfélék egyik gyakran alkalmazott osztályozása az összetételükben fellelhető SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arány szerint történik. A legkisebb arány értéke SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2, mely a többnyire kaolinitot tartalmazó agyagokra jellemző. Az ilyen típusú ásványt kaolinnak nevezzük. Porcelán gyártásához felhasználják azon kaolinokat is, melyeknél ez az arány SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2–2,5. Amikor az agyag jelentős hányadát halloizit, illit és klorit képezi, akkor a SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 4–10 között mozog, mely agyagféle csempe és agyagedények készítésénél használható. Ez utóbbinak nagy a repedési hajlama, valamint szárítással való zsugorodása. Rendszerint muszkovit és kvarc is kíséri. A közepes vagy alacsony kaolintartalmú agyagokat a fémgyártó ipar is széles körben használja.

## Agyagok vizsgálata

Az erdélyi üledékes kőzetek között többféle agyag lelhető fel. Ezek közül a kibányászott és mikronizált agyagokat vizsgáltuk. Az 1. táblázat a csempe és edénygyártásnál használt agyagok vegyi összetételét szemlélteti. A sonkolyosi (1) agyag nagyobb kaolintartalmú ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 2-2,5$ ) és hőállóbb mint a halmágyi, de nagyobb a vastartalma is. A botházai (Boteni – Kolozs), a boklyai (Bochia – Arad), az almaszegi (Voievozi – Bihar) agyag vegyi összetétele a sonkolyoséhoz hasonló. A népi kerámia készítésénél sikeresen hasznosíthatóak, akárcsak a fémek öntésénél való felhasználásukat illetően nincs lényeges különbség köztük.

A 2. táblázat az agyagok termofizikai jellemzőit szemlélteti. Vársonkolyoson dolgozzák fel a récei (1) és a bánlaki (2) bányából származó agyagásványokat. A bánlaki (2) agyag nagyobb illittartalmú, és a fémöntődék hasznosítják kötőanyagként szárított formázókeverékekbe. A récei agyag kiváló hőálló agyag, és a Királyerdő egyik fontos kincse. Hőálló agyag alatt azokat az agyagásványokat értjük, amelyek pirometriai jellemzője (IP) legalább 169 és alumíniumoxid tartalma min. 28%. A vársonkolyosi agyag kiváló tűzálló agyag és a fémiparban nélkülözhetetlen az öntőcsatornák és az öntőüstök előkészítésénél. A vársonkolyosi agyaghoz hasonló kőzet ismert Feketehalomról és Anináról is. Nagyobb különbség a térfogatcsökkenésükénél van szárításnál vagy égetésnél. Ez a különbség ásványtani szerkezetükből ered. Diffraktométerrel végzett vizsgálataink szerint a vársonkolyosi agyag ásványtartalma a következő: 15–18% kvarcit, 10–

16% illit, 58–70% kaolinit. A halmágyi agyag: 20–40% kvarcitot, 8–12% illitet és 40–60% kaolinitet tartalmaz. A halmágyi agyag jó gélképző, jobb öntött kerámiai termékek gyártására, ugyanakkor a vársonkolyosi agyag nagyobb illittartalma és vastartalma miatt csempék készítésére alkalmasabb. A vársonkolyosi agyag összetételéhez és fizikai tulajdonságaihoz hasonlít a boklyai, az almaszegi és a botházai agyag is. Nagyobb részük rétegeiben elég sok vas található. Illitet és haloizitet tartalmaz, jó gélképző képességgel rendelkezik és sikerrel alkalmazható az öntött kerámiai termékek gyártásánál. Ugyancsak ezen típusú agyagokat használják az öntődékben a formázó keverékek készítésénél. A nagyobb kaolinit-tartalmú agyagokat a sajtolt kerámiai termékek és öntőüstök készítésénél használják. Mind a kerámia- mind a fémiparban az agyagos kötésű keverékek igen jól száríthatók mikrohullám segítségével. Az 5. ábra egy ilyen mikrohullámmal szárító konvejtort mutat be.



5. ábra. Mikrohullámmal működő szárító

1. táblázat. Az agyagok kémiai összetétele

Összetevők	Vársonkolyos		Halmágy	Boklya	Almaszeg	Botháza
$\text{SiO}_2$	<sup>(1)</sup> 61-62	<sup>(2)</sup> 55-58	54-57	55-60	56-61	58-62
$\text{Al}_2\text{O}_3$	25-33	22-31	26-27	22-29	23-32	25-30
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2-7	6-8	1-3	3-5	2-6	2-8
$\text{CaO}$	1-1,5	0,5-1	0,3-0,6	0,6-1,1	0,5-1	0,5-1,2
$\text{MgO}$	0,6-0,8	0,5-0,7	0,6-0,9	0,6-0,7	0,5-0,7	0,5-0,8
$\text{Na}_2\text{O}$	0,1-0,2	0,4-0,7	0,7-1,1	0,2-0,5	0,3-0,7	0,2-0,6
$\text{K}_2\text{O}$	0,6-0,8	1,4-1,8	2,0-2,8	0,8-1,8	0,8-1,2	0,6-1,8
i.m.	8-9	7-8	8-9	8-9	8-9	8-9



## Bentonitok vizsgálata

A nagy montmorillonit tartalmú agyagféléket bentonitnak hívjuk. Ásványtani szerkezetükből eredően nagy a gélképző hajlamuk és kationcserélő képességük. Kiváló kötőanyagok a fémöntésnél használt formázó keverékekben és jó kenőanyagok a kőolaj fűróberendezésekben.

Az erdélyi medencében a legfontosabb bentonitlelőhelyek és egyben ásványkészítő berendezések a következők: Avasújváros (Oraşul Nou – Szatmár), Csögöd (Oarda Ciugud – Alba), Kővárgara (Valea Chioarului – Máramaros), Guraszáda (Gurasada – Hunyad). Ezeken kívül még több bentonitlelőhely található, de bányászásuk és feldolgozásuk még nem kezdődött el.

A bentonitok vegyi összetételét a 3. táblázat szemlélteti. A 3. táblázat az iparilag mikronizált bentonitokat mutatja be. Kémiai összetételük hasonló; nagyobb különbség a  $\text{Ca}^{2+}$  és a  $\text{Na}^+$  koncentrációjánál észlelhető. A Kővárgarán kibányászott ásvány Na-bentonit, a többi pedig Ca-bentonit. A nagyobb nátriumtartalom a Na-bentonitoknak jobb gélképző hajlamot biztosít. A Ca-bentonitokat minőségük javítása érdekében szódával kezelve aktiválják.

A 4. táblázat a bentonitok minőségi jellemzőit tartalmazza. Az 50–60% montmorillonit-tartalom szerint az erdélyi bentonitok közepes minőségűek. A feldolgozási technológia javításával minőségük tovább növelhető.

2. táblázat. Az agyakok termofizikai jellemzői

Jellemzők	Vársonkolyos		Halmágy	Boklya	Almaszeg	Botháza
Plasztikusság, %	(1) 26-30	(2) 35-38	24-28	26-32	25-30	25-32
Térfogat-csökkenés, %	5-7	3-4	2-4	3-6	4-7	4-7
Olvadáspont, C	1400	1260	1300	1300	1400	1300
Hőállóság: I.P.	167-175		166-167	167	175	167
C.S.	30-34		28-30	30-34	30-34	30-34
<b>Granuláció:</b>	maradék a 0,1 mm szitán		max. 10%			
	maradék a 0,063 mm szitán		max. 15%			

3. táblázat. A bentonitok vegyi összetétele

Alkotók, %-ban	Kővárgara	Avasújváros	Csögöd	Guraszáda	Borév	Marosújvár
$\text{SiO}_2$	71,1	66,6	63,1	61,0	64,2	64,87
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13,4	16,5	14,6	14,6	15,3	14,15
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1,4	2,7	3,2	3,2	2,9	3,25
$\text{CaO}$	0,8	1,5	3,6	3,6	3,2	4,49
$\text{MgO}$	2,3	1,7	3,3	2,3	2,6	2,82
$\text{K}_2\text{O}$	0,6	1,0	1,1	1,6	1,0	0,48
$\text{Na}_2\text{O}$	2,3	0,8	1,0	1,0	0,8	1,69
$\text{TiO}_2$	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,52
I.v.	7,5	9,6	9,7	10,5	9,8	1,86

4. táblázat. A bentonitfélék minőségi jellemzői

Jellemzők	Kővágara	Avasújváros	Csögöd	Guraszáda	Borév
Higroszkópos nedvesség, %-ban	5-6	5-9	5-7	5-7	5-8
Montmorillonit, %	55-65	55-65	60-65	50-60	50-60
Bentonitszám, %	0,8-1	0,8-0,9	0,8-0,9	0,6-0,7	0,9-1

Granuláció: Maradék a 0,063 mm szitán max. 25%

Külön említésre méltó a marosújvári bentonit, mely a Bánca-patak (Banța, Ocna Mureș) völgyében található. A környék lakói régóta mint szappanföldet ismerik, de ipari mikronizálására még nem került sor. A hadrévi tufában található és ásványtani összetevői a következők [10]: kvarc 10%, földpát 8%, csillám 15%, klinoptilolit 20%, montmorillonit 31%, üveg 15%.

A világpiacon forgalomban levő jó minőségű bentonit 70–90% montmorillonitot tartalmaz: így a Claymax kb. 92%-ot, a GEKO 70–96%-ot. A bentonit ezerarcú nyersanyag. Fontos derítőanyag a borászatban és nélkülözhetetlen a kozmetikai iparban. A kőolaj- és gázfűrésoknál kenőanyagként aktívatlan állapotban használják. Ugyancsak szükséges adalékanyag a kőolaj derítésére a lepárlásnál, szintelenítésre, a gumiiparban a kaucsuk merevségének szabályozására és a papírparban az írópapír minőségének javítására.

A bentonitokat nagyobb mennyiségben a fémipar használja fel. Az öntési üregek kiképzésére használt formázó keverékben nélkülözhetetlen. Ezen nyersformázó keverékek igen gazdaságosak, mert teljesen újra felhasználhatók és a formázásuk könnyen automatizálható. Öntésnél a formázó keverékkel együtt a bentonit is hőhatást szenved, a száradástól a kiégésig. Újrafelhasználáskor a kiégett bentonitot frissel pótolják, hogy a keverék kötőereje optimális maradjon. A bentonitok hőokozta tulajdonságváltozása határozza meg mind a frissítési technológiát, mind a formázás többi paramétereit, melyek végül is a termékek minőségében és a termelés gazdaságosságában játszanak jelentős szerepet.

A bentonitok tulajdonságai a hő hatására megváltoznak. Ezen változások ismerete fontos a gyártási eljárások tervezésénél és beindításánál. A továbbiakban az egyes bentonitok tulajdonságainak változását vizsgáltuk a kalcinálási hőmérséklet növelésével. A vizsgálati módokat is tárgyaljuk, mivel ezek többnyire nem szabványosított eljárások.

A hőmérsékletet 100 °C és 1100 °C között százfokonként emeltük. Minden adott hőfokra más és más bentonitadagot tettünk és két órán át kalcináltuk. A kötőképeség változásának a

becslésére minden esetben mértük a montmorillonit tartalmat, a gélképzési hajlamot, a bentonitszámot, a mechanikai szilárdságot és a szükséges duzzadási időt.

A bentonitok alapvető tulajdonságait a benne található montmorillonit szerkezete és ioncserélő képessége határozza meg. A montmorillonit hőállóságát és kötőképeségét még befolyásolják a kísérő ásványok is, mint a krisztobalit, kvarc, földpát, karbonátok, zeolitok. Egyes kísérő ásványok szekunder hőhatást gyakorolhatnak, megnehezítve a termoanalízis eredményeinek a kiértékelését. A montmorillonit jellegzetes tulajdonságai változhatnak egyik ércfelértől a másikig a benne található szerkezetiileg beépült kationoktól (Al, Fe, Mg), az ioncserélő kationoktól ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), a kristályrács méretétől, a rácshibáktól, az abszorbeált víz mennyiségétől függően. A hőhatással szembeni viselkedését illetően montmorillonit típustól függetlenül minden bentonit hasonlóan veszíti el egyszer a higroszkopikus vizet majd a kristályvizet, különbség csak az adott hőmérsékletnél, a hőintervallumnál és a hőhatás intenzitásánál észlelhető.

Derivatográfákkal és röntgendifraktométerrel végzett méréseink eredményeit a 6, 7 és a 8. ábra szemlélteti. A 100–300 °C közti intervallumban a montmorillonit elveszíti a higroszkópos víztartalmat az aluminoszilikát rétegei közül. Ezzel súlycsökkenés áll be és jelentős mennyiségű hőt nyel el. Az abszorpciós víz eltávolítása megfigyelhető a görbék első felében.

A hőhatás intenzitása és a megfelelő hőmérséklet értéke függ a cserélt kation természetétől, illetve a kation hidratálási energiájától. Amikor többnyire egy-vegyértékű kation van jelen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ) a hőhatás egy egyszerű ívben rajzolódik ki és felülete viszonylag kicsi. Ez látható a 6. ábrán a Kővágara (Valea Chioarului) kitermelt bentonitnál. A két-vegyértékű csereionokat tartalmazó montmorillonitnál az abszorpciós víz elpárologásával kettős vagy hármas ív rajzolódik fel, amint az avasújvárosi (7. ábra) és a borévi (8. ábra) bentonitnál látható. Hasonló rajzolatot kapunk a 3. és a 4. táblázatban felsorolt

többi bentonitnál is. A termoanalízis így egy primer információval szolgál az abszorbált kation természetéről. Ez az információ a vegyi összetétellel és az ioncserélő képességgel együtt alapul szolgál a bentonit előkészítő és feldolgozó technológiájának a megválasztásánál.

A másik endoterm hatás, melynek hőintervalluma a montmorillonit egy-egy típusára jellemző, az a súlycsökkenéssel járó folyamat, amikor a hidroxil-csoportokban található víz is eltávozik. Ez a hőmérséklet-határ 500–800 °C azon bentonitoknál, amelyeknél a hidroxil csoport alumíniumszerkezethez kapcsolódik. Ilyenek az erdélyi bentonitok, valamint a Cheto vagy Wyoming bentonit. Az alumínium szubsztituensei ezt a hőfektust más intervallumba helyezik át. Így ha az alumíniumot részben magnézium helyettesíti a második súlyvesztés 800–980 °C között történik. Ha pedig vas a helyettesítő, a hidroxil csoportokból a víz 400–500 °C között távozik el.

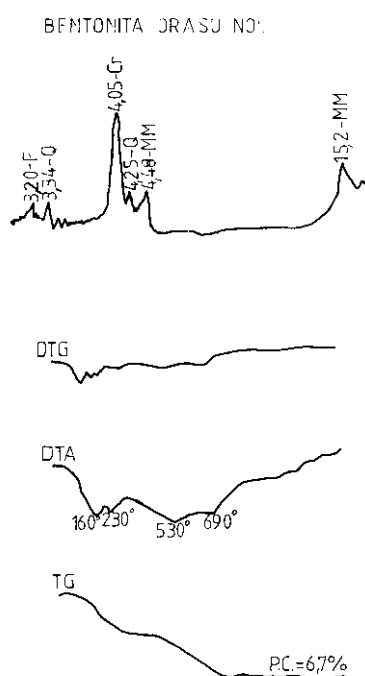
Amikor a bentonit kisebb hőmérséklete hevítődik mint a hidroxil csoport bomlási hője, hőhatás után vizes közegben a bentonit újr hidratálódik és a kötőképességét visszanyeri. Ha ennél nagyobb hőmérséklet érte, akkor elveszíti véglegesen a kötőképességét, kiégett bentonitá alakul át, mely mint kísérő por jelenik meg a visszatérő formázó keverékben.

A Ca-bentonitok hidroxil csoportjukat és egyben

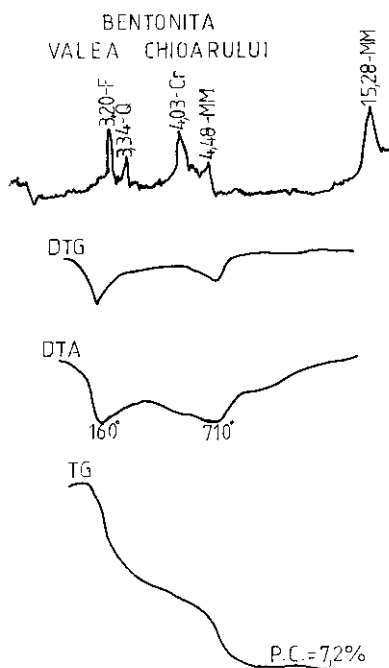
kötőképességüket kisebb hőmérsékleten veszítik el, mint a Na-bentonitok. Az avasúvjárosi bentonitnál ez a hőmérséklet 530 °C ill. 690 °C (7. ábra), a borévi bentonitnál 680 °C, a többi Ca-bentonit pedig 680 és 690 °C között található. A kövágarai Na-bentonit 710 °C-on veszíti el kötőképességét. Az Erdélyben feldolgozott bentonitok közül ez a leghőállóbb bentonit.

A vizsgált bentonitok szerkezetében található más ásványokat röntgen-difraktométerrel vizsgáltuk. A kapott ásványtani összetételt az 5. táblázat szemlélteti.

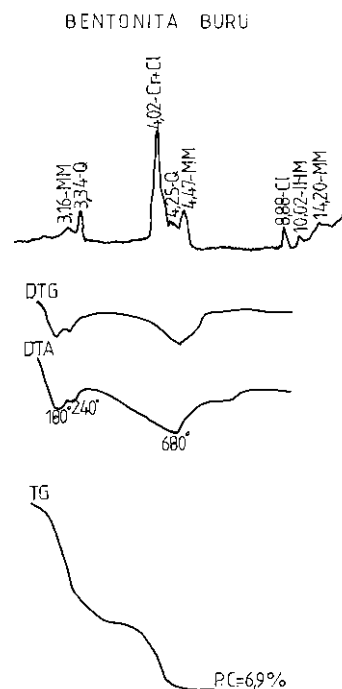
A bentonit montmorillonit tartalmára utaló metilénkékabszorpció meghatározását a következőképpen végeztük: 4,5 gramm mosott homokhoz hozzámértünk 0,5 g bentonitot, hozzáadtunk 50 ml desztillált vizet, 2 ml 4 n-os kénsav oldatot, melegen kevertük 5 percig. Egy 0,00374 g/ml koncentrációjú metilénkék oldattal titráltuk. Minden 1 ml oldat hozzáadása után egy üvegbottal egy-egy cseppet egy szűrőpapírra tettünk ki. A titrálás végpontját a csepp körül megjelenítő aura jelzi. Ezt a próbát minden bentonittípusnál és minden egyéb, kalcinált bentonit próbánál elvégeztük. A 9. ábra a kapott eredményeket szemlélteti. A kövágarai bentonitnál a metilénkék abszorpció 500 °C felett kezd csökkenni, a csögödi bentonitnál 400 °C felett, míg az avasúvjárosinál 350 °C felett.



6. ábra  
A kövágarai (Valea Chioarului) bentonit termoanalízise és ásvány szerkezete



7. ábra  
Az avasúvjárosi (Oraşul Nou) bentonit termoanalízise és ásványszerkezete



8. ábra  
Az borévi (Buru) bentonit termoanalízise és ásványszerkezete

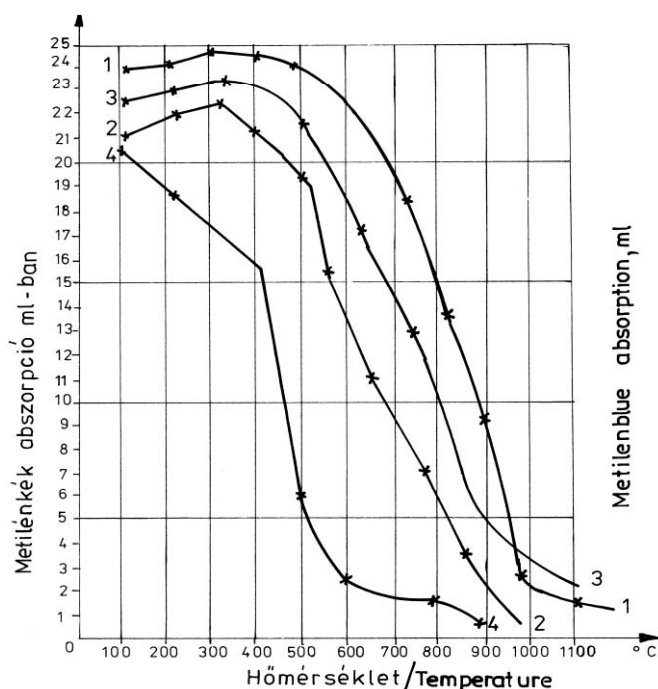
5. táblázat. A bentonitok ásványtani összetevői

Összetevők	Kővágara	Avasújváros	Csögöd	Guraszáda	Borév
Illit, csillám %	5	-	7	5	5
Montmorillonit	63	65	61	58	51
Krisztobalit	26	30	5	22	25
Kvarc	6	-	5	2	7
Más összetevők	-	-	Földpát 5%	Földpát 7% Kalcit 5% Klinoptilolit	Klorit 11%
Átalakulási hőmérsékletek °C	160 710	160, 530 690	180 690	160 680	180 680

A géllépzési hajlam változását hevítés után a 10. ábra szemlélteti. A kővágari és a csögödi ásványok örleménye jobban bírja a hevítést mint a többi. A meghatározáshoz kis adagokban 5 g bentonitot 50 ml vízbe adagoltunk. Jelig töltöttük vízzel és 24 óra múlva leolvastuk a gél mennyiségét.

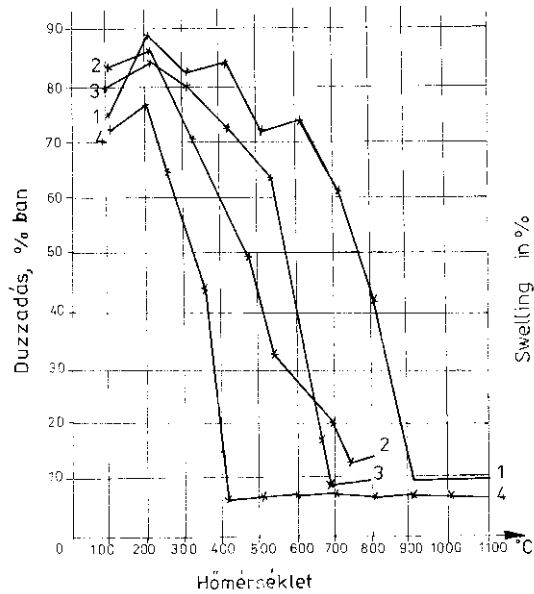
A bentonitszám meghatározásához egy 25 ml-es mérőhengerbe 1 g bentonitot mértünk be,

hozzáadtunk 25 ml desztillált vizet és 0,1 g MgO-ot, majd homogenizáltuk. 24 óra múlva leolvastuk a gélmennyiséget. A bentonitszám erőteljesen csökken 400 °C felett a kővágari (1) bentonitnál, 300 °C felett a csögödi és a borévi bentonitnál, végül 200–250 °C felett az újvárosi és a guraszádi bentonitnál (11. ábra).



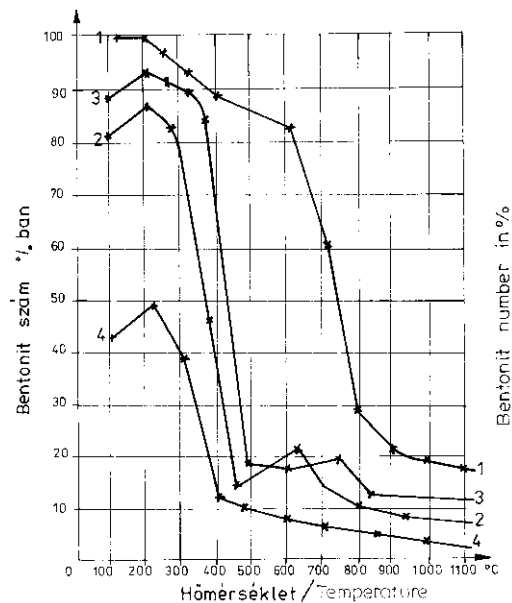
9. ábra A hőkezelt bentonitok metilénkék abszorpciója:

1. Kővágara
2. Avasújváros
3. Csögöd, Borév
4. Guraszáda



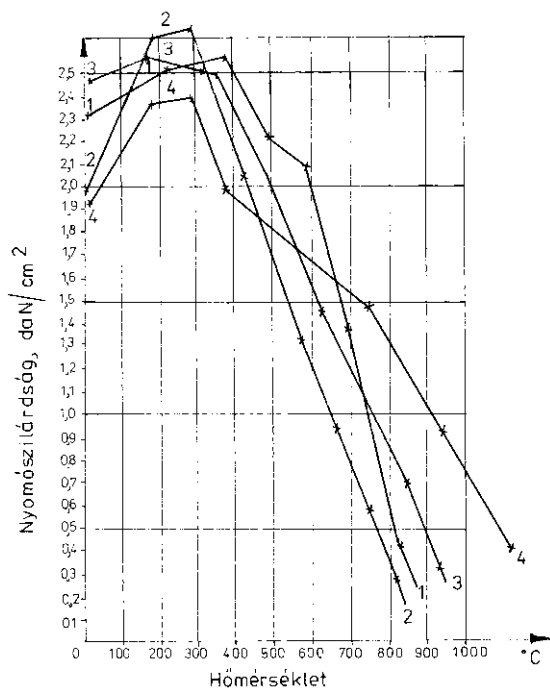
10. ábra. A bentonitok gélképzési hajlama:

1. Kővágara
2. Avasújváros
3. Csögöd, Borév
4. Guraszáda



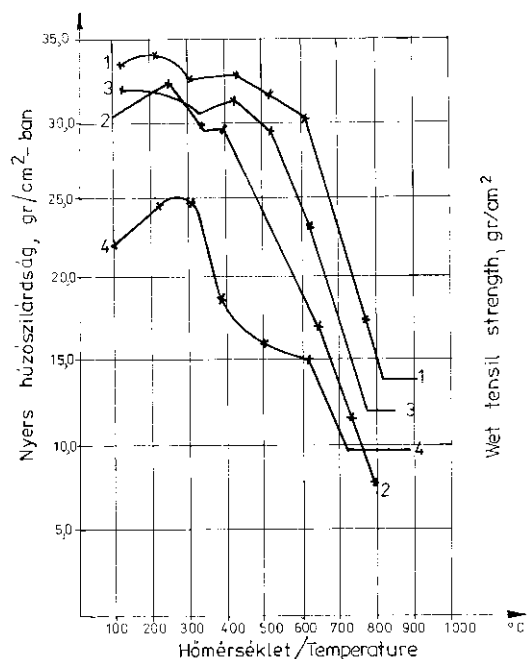
11. ábra. A bentonitszám változása a hőmérséklettel:

1. Kővágara
2. Avasújváros
3. Csögöd, Borév
4. Guraszáda



12. ábra. A 10% bentonitot és 90% kvarchomokot tartalmazó keverék nyomószilárdsága

1. Kővágara
2. Avasújváros
3. Csögöd, Borév
4. Guraszáda



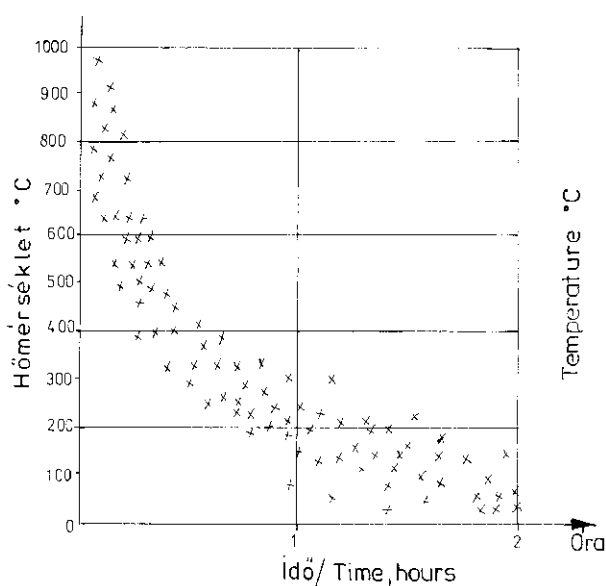
13. ábra. A reveképzési hajlam illetve a nedves húzószilárdság értékének változása:

1. Kővágara
2. Avasújváros
3. Csögöd, Borév
4. Guraszáda

A bentonitot az öntőipar homokkal keverve használja fel. A keverék mechanikai szilárdsága függ a bentonit kötőképességétől. A bentonit hőállósága jelentős mértékben befolyásolja a körforgásban levő keverék szilárdsági mutatóit, egyben a bentonit fajlagos fogyasztását is. Mindez nagy hatással van az öntvények minőségére.

A hevítés után kapott bentonittal formázó keveréket készítettünk M50015-ös kvarchomokkal, 5 perc keverési idővel. Annyi vizet adagoltunk hozzá, amíg 45%-os sajtolhatóságot kaptunk. Minden keverékbe 10% bentonitot adagoltunk. A kapott keverékek nyomószilárdsága a 12. ábrán látható. Látható a Ca-bentonit nagyobb szilárdsága 200–300 °C-on való hevítéssel, de a korábbi szilárdságcsökkenés is nagyobb hőmérséklet után. A Na-bentonittal kapott keverék nyers nyomószilárdsága kisebb 100–200 °C-on hevített bentonitnál, de nagyobb hőállóságánál fogva 500 °C felett észlelhető nagyobb szilárdságcsökkenés.

A reveképzési hajlam az öntvények minőségét nagyon befolyásolja. A keverék reveképző hajlamát legjobban a nedves-meleg zónában mért húzószilárdság mérésével lehet megállapítani (13. ábra). A Na-bentonit kisebb reveképzési hajlamot kölcsönöz a keveréknek, mert csak 500 °C feletti hevítésnél kezd csökkenni ez a szilárdság. A Ca-bentonitoknál a húzószilárdság már 300 °C felett jelentősen csökken. A kapott eredmények alapján a guraszádi bentonitot kőolaj-berendezéseknél fűrésár készítésére javasoljuk. A 12. és 13. ábrán szemléltetett eredményeket mind a 45%-os sajtolhatóságnak megfelelő nedvességen mértük. A C45-nek megfelelő nedvesség minden bentonit esetében nő a hevítési hőmérséklettel (14. ábra).



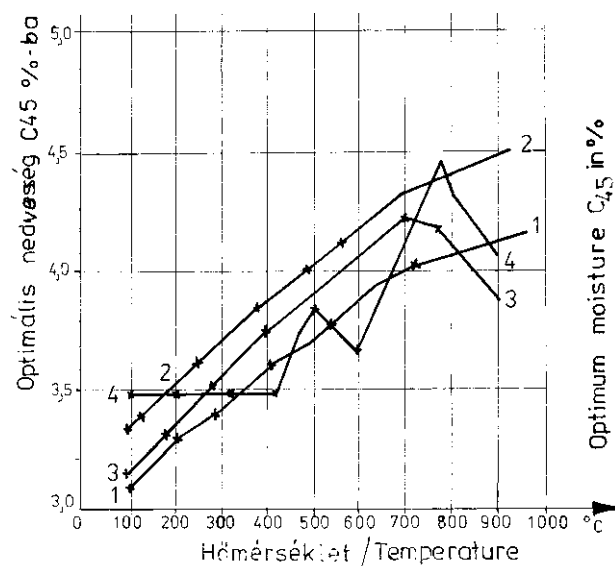
14. ábra

A bentonit maximális kötőképességéhez,

duzzadásához szükséges idő:  
a kezelési hőmérséklet függvénye

Így a körforgásban használt keverékek esetében a kiégett kötőanyag jelentős mértékben növeli a formázáshoz szükséges nedvességet. Ezzel egyidőben csökken a keverék szilárdsága, nő a reveképzési hajlama és nő az öntödei selejt. A gyártás minőségének növeléséhez szükséges a kiégett kötőanyagok folyamatos eltávolítása, a keverék frissítése új bentonittal. A termelési körforgásba visszavitt keveréknek különben több előnye van mint hátránya. A nagy anyagmegtakarításon kívül a formázás jobban megy, az öntvények felülete szebb, méretük pontosabb lesz. Mindez azért, mert a 200–300 °C-ra hevített kötőanyag jelenléte növeli a keverék szilárdságát, képlékenységét.

Kristályszerkezetéből adódóan a montmorillonitra jellemző a gélképzési hajlam. A víz abszorbálásával térfogat-növekedés áll elő, mely abszorpció időt igényel. Az abszorpciós idő meghatározásáért keveréket készítettünk hőkezeletlen bentonittal és a különböző hőmérsékletre hevített bentonittal is. A keverékhez M50015-ös kvarchomokot és 10% bentonitot használtunk, annyi vizet adagoltunk hozzá amennyi a 45%-os sajtolhatóságnak megfelel. Negyedóraként mértük a kapott keverék nyomószilárdságát. A vizsgálat alatt a keveréket zárt edényben tartottuk. A keverék szilárdsága egy bizonyos ideig nő, majd alig változik. A kapott szilárdsági értékeket a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra

A kiégett bentonit jelenléte a keverék kötéséhez szükséges nedvesség növekedéséhez vezet

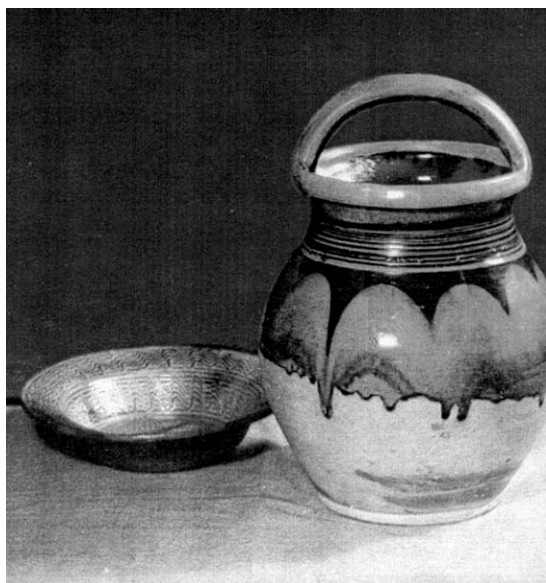
1. Kővárgara
2. Avasújváros
3. Csögöd
4. Guraszáda



A hőkezeletlen bentonitnak van legtöbb időre szüksége ahhoz, hogy vizet abszorbeáljon és a kötőképessege elérje a legnagyobb értéket. A vizsgált bentonitnál ez az idő 1,5–2 óra. A hevített bentonitoknál a duzzadáshoz szükséges idő csökken a kezelési hőmérséklettel. Például a 300 °C-ra hevített bentonitnál ez az idő már 1 óra alá csökken. E tulajdonság ismerete gyakorlati szempontból igen fontos. Frissen elkészített keverékkel dolgozva nagyobb az öntödei selejt, és jóval kisebb a termelékenység. Ha nagy a bentonit kiégése, mert épp melegebb vastípust öntenek, nagyobb bentonit-frissítéssel kell dolgozni, de egyben többet kell állni hagyni a frissen készített formázó keveréket. A szükséges duzzadási idő után nő a keverék szilárdsága, folyékonysága, képlékenysége, gyorsabban és könnyebben megy a formázás, az öntvények minősége nő. A használt keverék újrafelhasználásával jelentős anyagmegtakarításhoz is jutunk. Mindezt összegezve a körforgásban levő bentonitos formázó keverékek gazdaságosak és alapját képezik a nagy termelékenységű automatikus formázó-öntő gépsoroknak.



16. ábra Bentonitos keverékbe öntött alkatrészek



Az agyagfélék termo-fizikai és mechanikai tulajdonságainak ismeretében több bejegyzett formázási technológiát dolgoztunk ki és alkalmaztunk jó minőségű öntvények előállításához.

E tanulmányban a főbb agyagfélékkel foglalkoztunk, melyek bányászása folyamatosan történik és megfelelő őrlőberendezéssel ellátott termék-előkészítéssel dolgoznak. Az Erdélyben található agyagfélék száma jóval nagyobb, feldolgozásuk és tanulmányozásuk a jövő feladata.

## Irodalom

1. Teodoreanu, I., Coicea, N., Nicolaescu, L., Moldovan, V., *Introducere în știința materialelor organice*, Editura Tehnică, București, 1987, p. 318
2. Todor, D., *Analiza termică a mineralelor*, Editura Tehnică, București, 1987, p. 318
3. Fahn, R., *Keramische Zeitung*, 17, 1965, nr. 9, p. 596–598
4. Rogovina, O. O., Tumanova, L. O., *Liteinoe Proizvodstve*, 1980, nr. 4, p. 11–12
5. Sinchogov, YU., *Russ. Cast. Prod.*, 1975, nr. 7, p. 280–81
6. Rochier, M., *Fonderie*, nr. 340, 1974, p. 443–450, nr. 355, p. 227–240
7. Troy, E. C., Ferency, D. L., *Trans. American Foundrym. Soc.*, 80, 1972, p. 45–50
8. Rochier, M., Defert, F., *Fonderie*, nr. 28, 1973, nr. 324, p. 217–23, nr. 325, p. 243–52
9. Doc. Transgex: 2150/1986. Evaluarea rezervelor de argile refractare din perimetrul Balnaca-Șuncuiuș, jud. Bihor.
10. Mészáros, N., Ghergari, L., Strusievici, E., Contribution of the knowledge of the lithology and stratigraphy of the miocene deposits from the Ocna Mureș, zona Transylvania Basins, *Studia Univ. „Babeș-Bolyai”*, Geologia 2, XXXVII, Cluj, 1992.
11. Krautner, Th., *Etudes geologicues dans la Pădurea Craiului CR*. Inst. geol. Roum. 1941.



# A felfutó folyadékfilmű csöves kémiai reaktorok és abszorberek hidrodinamikai és matematikai jellemzése

Dr. Vodnár János, Dr. Kolozsi Jenő  
Kolozsvár

## Bevezető

A gáz-folyadék és gáz-folyadék-szilárd (por) típusú heterogén kémiai reakcióknak igen nagy jelentőségük van a kémiai iparban a hasznos termékek gyártásában, az ugyanilyen jellegű rendszerek esetében pedig az abszorpciónak az ipar egész sor más ágazatában is nagy szerepe van, többek között, a különböző környezetszennyező anyagoknak, kémiai természetű szennyeződéseknek az ipari gázokból való eltávolításában.

A vegyipari és általában az ipari készülékek (reaktorok, abszorberek stb.) kiválasztásánál egyre parancsolóbb szempontként kell figyelembe venni a fajlagos energiafogyasztást. Az itt jellemzett készülékek kitűnnek kis energiaigényükkel és új belső szerkezetükkel, ami lehetővé teszi a készülékbe juttatott gáznak és folyadéknak az egyenletes és önmagától való elosztását a készülék teljes keresztmetszetére nézve, a függőleges helyzetű filmképző csövekbe, anélkül, hogy erre a célra különféle elosztó készülékeket (turbínakerék, gázfúvó stb.), szerkezeti elemeket kellene használni. Az ilyen típusú készülékek előnyeit laboratóriumi, pilot és ipari viszonyok között is ellenőriztük ill. igazoltuk [1-8].

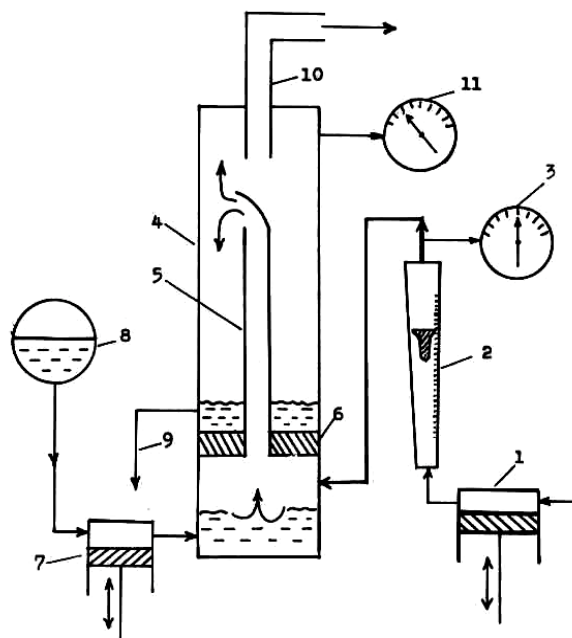
Ebben a közleményben azokat a kísérleti eredményeket írjuk le és egyben értékeljük, amelyeket a felfutó folyadékfilmű készülékek hidrodinamikai tanulmányozásánál és matematikai modellezésénél nyertünk. E készülékek sem belső, sem külső recirkulációs csővel nem rendelkeztek.

## A használt berendezés és a kísérleti körülmények leírása

A használt készülék csöves belső szerkezettel rendelkezett. A csövek alul, máskor alul és felül is csőkötegfalba vannak rögzítve, attól függően, hogy kell-e hőt elvonni vagy közölni a rendszerrel. A használt laboratóriumi berendezést az 1. ábra szemlélteti. Kísérleti méréseink során a gáz nyomásesését (DP) vizsgáltuk a készüléken való áthaladásakor. Független változóként szerepelt a Reynolds-szám ( $Re$ ), a filmképző cső hossza ( $H$ ) és a folyadékfázisként használt víz hozama ( $Q_v$ ), amelynek a számszerű értéke 10 és 60  $dm^3/h$  között változott. A kísérleti gáz szerepét a levegő játszotta, a hozama ( $Q_1$ ) 19 és 44  $m^3/h$  között változott [1-4]. A filmképző cső belső átmérője 30 mm, a hossza pedig 20 és 60,2 cm közötti értékekkel szerepelt. A be- és kilépő levegő nyomását nyitott végű

folyadékos manométerrel mértük. A filmképző csöveket tömszelencével rögzítettük a textolitból készült csőkötegfalakba.

Az 1. ábrán látható berendezés üzemelése a következőképpen történik. A kísérletekhez szükséges levegőt a légsűrítő (1) szolgáltatja, hozamát a rotaméterrel (2), nyomását pedig a nyomásmérővel (3) mérjük, majd bevezetjük a készülék (4) alsó részébe a csőkötegfal (6) alá, ahol az filmképző csőbe (5) hatol és felhajtóerejénél fogva magával viszi a víztartályból (8) származó és az adagolószivattyúval (7) betáplált vizet is, amiből a cső (5) belső falán egy felfelé futó folyadékfilm képződik. Miután a gáz-folyadék keverék kijut a csőből (5), a fázisok elválnak egymástól, a levegő a elvezetőn (10) keresztül távozik a rendszerből a nyomásmérővel (11) mért nyomáson, míg a víz a csőkötegfalon (6) gyűl össze, ahonnan a vezetéken (9) keresztül távozik a rendszerből. Valamennyi gáz- és folyadékhozamánál leolvastuk a készülékbe belépő és az onnan távozó levegő nyomását a nyomásmérőkről (3 ill. 11).



1. ábra

A hidrodinamikai mérésekhez használt laboratóriumi berendezés

1-légsűrítő, 2-rotaméter, 3-nyomásmérő,  
4-készüléktest, 5-filmképző cső, 6-csőkötegfal  
7-vízszivattyú, 8-víztartály, 9-vízlevezető cső,  
10-levegőelvezető cső, 11-nyomásmérő

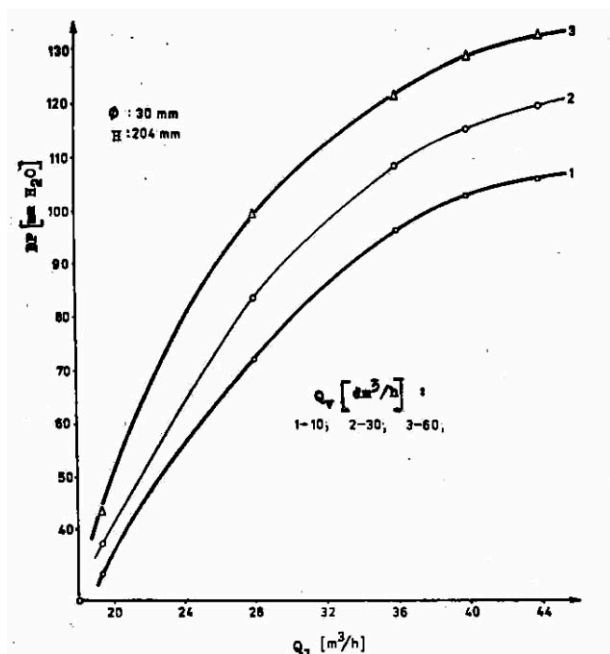
## A kísérleti eredmények leírása és kiértékelése

A hidrodinamikai mérések alkalmával kapott számszerű eredményeket feldolgoztuk grafikusán, amivel a matematikai modellezés céljára is értékes információkat nyertünk. A 2. ábra a készüléken belül bekövetkező nyomásesés (DP) változását szemlélteti a levegőhozam ( $Q_1$ ) függvényében. A filmképző cső hossza (H) 0,204 m, belső átmérője ( $\varnothing$ ) pedig 0,030 m. A vízhozam ( $Q_v$ ) 10, 30 és 60  $\text{dm}^3/\text{h}$  volt. Látható, hogy  $Q_1$  növekedésével DP értéke is fokozatosan növekszik, de nem lineárisan, hanem a következő egyenletnek megfelelően:

$$DP = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \quad (1)$$

ahol  $x$  a levegőhozamot jelenti  $\text{m}^3/\text{h}$ -ban kifejezve;

$a$ ,  $b$  és  $c$  állandók, melyeknek értéke egy előző közleményünkben [5] szerepel.

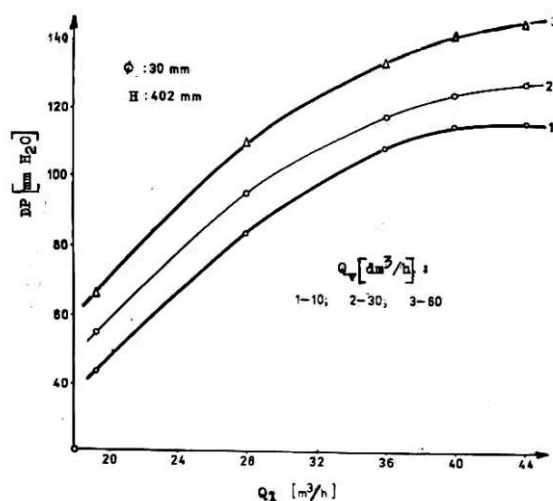


2. ábra

A nyomásesés változása (DP),  
a levegőhozam ( $Q_1$ ) függvényében

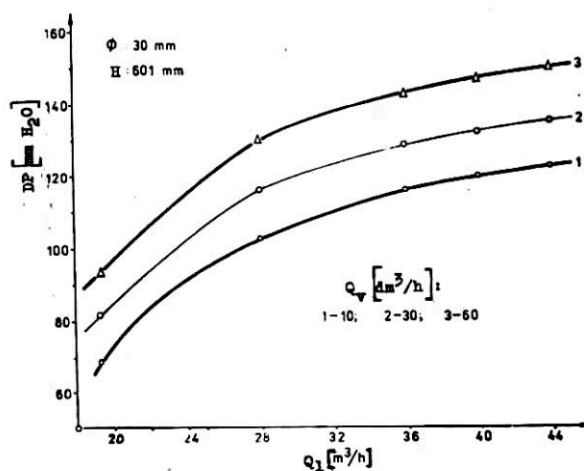
Ugyanilyen értelemben szerkesztettük meg a 3. és 4. ábrán szemléltetett grafikonokat is. A különbség közöttük csupán annyiból áll, hogy míg az 1. ábra a 0,204 m hosszú filmképző csővel kapott eredményekre épül, a 3 és 4. ábra megszerkesztéséhez a 0,402 és a 0,601 m-es csövekkel végzett kísérleti eredményeket használtuk fel. Jól látható, hogy DP értéke valamennyi esetben növekedést mutat  $Q_1$  értékének a növelésével. Ugyanolyan  $Q_v$  érték mellett a nyomásesés nem sokat változik a filmképző cső hosszának a növelésével. Így pl. 30  $\text{dm}^3/\text{h}$  vízhozam és 40  $\text{m}^3/\text{h}$  levegőhozam esetén DP

értéke csupán 16 mm vízszlop nyomásértékkel emelkedik, miközben a filmképző cső hossza 0,204 m-ről 0,601 m-re növekszik, ami megfelel 0,0403 mm vízszlop/mm csőhossz értéknek.



3. ábra

A nyomásesés változása (DP),  
a levegőhozam ( $Q_1$ ) függvényében



4. ábra

A nyomásesés változása (DP),  
a levegőhozam ( $Q_1$ ) függvényében

## A készülék matematikai modellezése

A matematikai modellek levezetéséhez a következő adatokat használtuk fel:

- DP – nyomásesés, mm vízszlop;  $Q_1$  – levegőhozam,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_v$  – vízhozam,  $\text{dm}^3/\text{h}$ ; H – a filmképző cső hossza, m;
- $W_g$  – a levegő lineáris sebessége, m/s;
- $\varnothing$  – a filmképző cső belső átmérője, m;
- Re – Reynolds-féle szám (a levegőre nézve).

f) A készülék matematikai jellemzése céljából két többszöri regressziós típusú modellt választottunk. Az egyik egy lineáris (1), a másik pedig exponenciális jellegű modell (2):

$$DP = a \cdot Re + b \cdot Q_v + c \cdot H + d \quad (1)$$

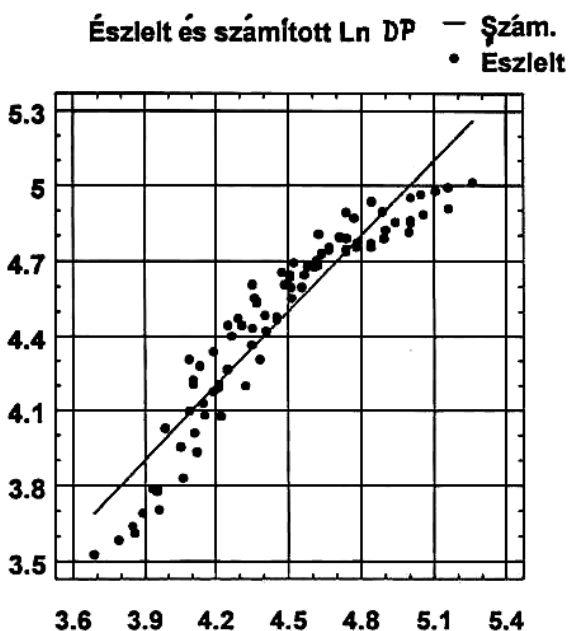
$$DP = a \cdot Re \cdot Q_v \cdot H \quad (2)$$

Az (1) modellben szereplő állandókra nézve a következő értékeket kaptuk:

$$a = 0,003555; \quad b = 0,485551; \\ c = 82,213048; \quad d = -43,81559.$$

A korrelációs tényező értéke: 0,9247 ami azt jelenti, hogy a DP változása ill. értéke 92,47%-os arányban függ az előzőekben felsorolt független változóktól (Re, Q<sub>v</sub>, H).

Ezzel a matematikai modellel számított lnDP értékek és a méréseknél észlelt lnDP értékek igen jól egyeznek egymással. Ezt szemlélteti az 5. ábra.



5. ábra

Az észlelt és a számított ln DP értékek egybevetése

A (2) exponenciális modell állandóinak számértékei a következők:

$$a = 1,080893; \quad b = 0,147361; \\ c = 0,386826; \quad d = 0,001469.$$

A korrelációs tényező értéke ebben az esetben: 0,8893, tehát DP értékeit 88,93%-os arányban határozzák meg a már jelzett független változók. A számított és az észlelt DP értékek jól egyeznek egymással. Következésképpen megállapítható, hogy az itt leírt mindkét matematikai modell jól közelíti meg a vizsgált készülékben lejátszódó hidrodinamikai jelenségeket.

## Irodalom

1. Vodnár J., *RO Szabadalom*, 81.993 (1983)
2. Vodnár J., *RO Szabadalom*, 89.508 (1985)
3. Vodnár J., *RO Szabadalom*, 96.372 (1987)
4. Vodnár J., *RO Szabadalom*, 82.382 (1983)
5. Vodnár J., *Rev. Chim. (București)*, 38 (11), 996 (1987)
6. Vodnár J., *Rev. Chim. (București)*, 39 (8), 719 (1988)
7. Vodnár J., *Rev. Chim. (București)*, 43 (1-2), 60 (1992)
8. Vodnár J., Enyedi, I., *Múzeumi Füzetek (Kolozsvar)*, 6 sz., 107 (1997)