

**M. ZEMPLÉN JOLÁN (1911–1974):**  
**A MŰSZAKI OKTATÁS ÉS A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK NÉHÁNY**  
**KIVÁLÓ FELVIDÉKI MŰVELŐJE**

**A szöveget sajtó alá rendezték a Magyar Tudománytörténeti Intézet munkatársai,**  
**Gazda István vezetésével.**

Az előzőekben vizsgált fizikatankönyvekből láttuk, hogy azok még a XIX. században is úgyszólván minden természettudományt: a műszaki tudományok egy részét és – elég terjedelmesen – a csillagászatot is tárgyalták. Ez visszatükröződik az oktatásban is, amennyiben a mechanika, a géptan, a vízépítészettan stb. oktatása vagy a fizika, vagy a „felsőbb mennyiségtan” tanárának feladata volt.

Következik ez egyrészt a tudományok differenciálatlanságából, másrészt a technika fejletlenségéből.

A technika mind ez ideig – kezdve a piramisok építésétől, vagy még régebbtől – ösztönösen, empirikusan, a tudomány eredményeitől szinte függetlenül, azzal párhuzamosan fejlődött. A természettudomány és technika közötti kapcsolatot lényegében a közös bázis, a társadalmi szükséglet jelentette, de erre egészen a XVII. századig csak egy párhuzamos, egymással csak laza kölcsönhatásban álló haladás épült.

A végleges összehaladás nem is következik be a XIX. század előtt.

A XVIII. században a Felvidék még feltáratlan, ismeretlen terület volt. A tudomány leghaladóbb képviselői már a XVII. században elkezdték ennek az ismeretlen területnek a fokozatos felderítését: Frölich Dávid és ifj. Buchholtz György munkásságához csatlakozott Bél Mátyás hatalmas életműve, akinek fontos segítőtársa volt Mikoviny Sámuel (1700–?), a kiváló térképrajzoló mérnök, a selmeci bányászati iskola tanára.

A térképkészítés mint fontos feladat jelentkezik az ország vízügyeinek rendezésével kapcsolatban is. Folyószabályozás, mocsárlecsapolás elképzelhetetlen jó térképek nélkül. Az ilyen irányú úttörő munka is a XVIII. században indul meg a megyei „hites mérnökök” részéről.

Kétségtelen azonban, hogy a technikának a Felvidéken is nemzetközileg jelentős színvonalon művelt területe a bányászat és kohászat, valamint az ezekkel kapcsolatos gépi berendezések voltak.

A Felvidék bányáinak gazdag arany- és ezüstkészletére az uralkodóháznak is egyre inkább szüksége volt, ezért ezen a területen szerveződik meg leghamarabb a rendszeres műszaki oktatás is.

A Selmeci Bányászati Akadémia történetének, tanárai munkásságának részletes ismertetése természetesen éppoly kevésbé lehet célunk, mint teljességre törekedni a Felvidék XVIII–XIX. századi technikájának ismertetésében. Egyrészt azonban e korszakhoz feltétlenül hozzátartozik a műszaki oktatás megindulása, és nem hagyhatjuk figyelmen kívül néhány kiváló, főleg külföldön dolgozó felvidéki tudós munkásságát, különösen akkor, ha az szorosan kapcsolódik a fizikához (Segner).

## A selmeci bányatisztképző iskola és bányászati akadémia

1824-ben Szentpéteri Imre a selmeci akadémiaival, általában a felvidéki bányákkal foglalkozik, és azt írja, hogy az ezer éve működő világhírű felvidéki bányákról alig tudnak az országban valamit. Ennek okát abban látja, hogy mindig idegenek művelték azokat, idegen, Habsburg érdekek szolgálatában: „kivált az utolsó időkben, amidőn a luxus és hadi viszontagságaink minden volt pénzünket hazánkból kivívén, nyilván romlást ért volna nagy birodalmok, ha bányáink az ebbeli sebeket nem orvosolnák ...”

A XVIII. század folyamán a bányák művelésével kapcsolatban legégetőbb problémaként jelentkezett a szakember-utánpótlás kérdése. Ezért alapított 1735-ben III. Károly Selmecen bányatisztképző iskolát, amely azután akadémiai rangra emelkedett. Ennek az iskolának a jelentősége a felvidéki fizikatörténet szempontjából abban áll, hogy ez volt az első olyan oktatási intézmény, amelyben rendszeres műszaki oktatás volt, s ezért az elméleti tárgyak között szerepelt a fizika is.

A már említett Mikoviny Sámuel, akkor már országos, sőt nemzetközi hírű mérnök feladata volt az elméleti tárgyak előadása „mathematica” néven.

Míg az intézmény tantervének a gyakorlati tárgyakra vonatkozó adatai elég pontosan ismeretesek, Mikoviny előadásaira, és annak is inkább kimondottan matematikai részeire csak néhány közvetett adat utal, pl. hogy matematikai előadásában a végtelen sorokat is alkalmazta.

Mikoviny Sámuel a XVIII. század fizikus polihistorai közé tartozik. Nemcsak a térképészet, hanem a mérnöki munka minden területén kiváló alkotott. Selmeci működése alatt a bányagépészet valóságos aranykorát élte, elsősorban a Hell (v. Höll) család, Hell Máté Kornél (1650–1743) és fia, József Károly (1713–1789) találmányai révén. Utóbbi Mikoviny idejében gépészeti instruktorként volt, akinek az udvari kamara leiratban hagyta meg, hogy Mikoviny előadásait, különösen a mechanikából és hidraulikából hallgatni köteles. Az is lehetséges, hogy e rendkívül tehetséges család harmadik tagja, Hell Miksa, a későbbi hírneves csillagász szintén hallgatta Mikovinyt, vagy legalábbis nem maradtak rá hatás nélkül annak csillagászati mérései, amelyeket Selmec földrajzi meghatározására végzett.

Hell József Károly gépei valóban úttörők nemcsak a felvidéki, hanem az európai bányagépészet terén. Már apja is kiváló gépész volt, lóhajtású vízemelő berendezéseit és vízikerekkel meghajtott szivattyúját Svédországban, Reichenhallban is használták.

Selmec egyébként is a XVIII. században az európai érdeklődés középpontjában állt. Így az angol Isaac Potter 8 évet töltött Selmecen, és Hell-lel együtt itt szerelték fel a kontinens első gőzgépét, amellyel a bányát majdnem teljesen víztelenítették, de a gép mégsem mutatkozott gazdaságosnak, ezért leszerelték. Hell József ezután másféle vízemelő gépekkel kísérletezett. Vízoszlopos gépe csakhamar kiszorította a többi vízemelőgépet, de legjelentősebb teljesítménye egy sűrített levegővel működő vízemelő gép, amely feltalálójának nemcsak mechanikus ügyességét, hanem alapos fizikai képzettségét is mutatja. Ez a találmány (1753) valóban korszakalkotó volt, őse a modern gázliftnek, és működése lehetővé tette a bánya nagy mélységeiben levő bányavíz felszivattyúzását. Mindezek után természetes, hogy Mária Terézia amikor felsőfokú bányászati intézményt akart szervezni, a selmeci iskolát választotta erre a célra. Az akadémiaivá szervezés már 1763-ban megindult, mert akkor kapta meg az intézmény a később nemzetközileg is fontos szerepet játszó kémiai tanszéket, amelyet két év múlva az önálló matematikai tanszék követett.

Ezeket, valamint a bányaműveléstan és más gyakorlati tárgyak tanszékeit hosszabb-rövidebb ideig a legkiválóbb külföldi szakemberekkel töltötték be. Ezek közé tartozik elsősorban Nicolas Joseph Jacquin (1727–1817), aki legfontosabb műveit Selmecen írta, és aki itt rendezett be a világon először hallgatók számára kémiai laboratóriumot. Utóda, Ruprecht

Antal is kiváló kémikus, aki 1779-től tanított Selmecen. Itt tanult Müller Ferenc, a tellúr egyik felfedezője is.

Nem kevésbé volt híres Delius Traugott Kristóf (1728–1779), a bányaműveléstan tanára.

Az 1770-ben hivatalosan is akadémiai rangra emelkedett iskolának részletes története azonban éppen azért haladja meg kereteinket, mivel a fizika vagy mechanika oktatásáról aránylag kevés adattal rendelkezünk.

Bizonyos, hogy a kiváló tanerők ellenére a színvonal nem volt állandó. Éppen ezért kellett időnként reformokat bevezetni.

Így például 1765-ben a matematikai tanszék szervezését a következő királyi leirat kíséri: „Ugyanis, hogy az alsó-magyarországi bányagépműszak emeltessék, elhatározott legfelsőbb helyen a matematikának, erőműtannak és vízműtannak tanítása a selmeci bányászati intézetben még pedig jezsuiták által.” Az első tanár a bécsi jezsuita Poda (vagy Boda) Miklós (1723–1798) volt, aki – úgy látszik – mechanikai előadásaiban elsősorban Hell gépeinek ismertetésével foglalkozott. A mechanika előadások tehát a bányagéptant is magukba foglalták.

A későbbi tanárok fizikai vagy mechanikai munkásságáról is kevés az adat. A bányaműveléstan és a kémia mindenesetre előtérben áll, és néha az eredetileg matematikára kinevezett tanár adja ezeket is elő.

Az 1770-ben gróf Kolowrat Antal által kidolgozott és Mária Terézia által jóváhagyott hároméves tanterv az első évre írja elő az alaptárgyakat, ezek: számtan, algebra, analízis, mértan, trigonometria, fizika, mechanika, hidraulika, aerodinamika és perspektíva. Mindezeket a bányászatra való tekintettel kell tanítani.

A második év is még az előkészítést szolgálja, általános kémia, ásványtani és kohászati kémia, analitikai kémia és kohászat szerepel a tantervben. Ezekkel kapcsolatban az az előírás, hogy kísérletekkel együtt oktassák. A harmadik évfolyamon tanítják a kimondottan bányászati tárgyakat.

Az 1777-es tanügyi reformok változást hoztak az akadémia életében. A tanfolyamnak két évre csökkentése nyilván itt sem hozott kedvezőbb eredményt, mint az akadémiák és az egyetem bölcsészeti fakultásain. Az is nyilvánvaló – hogy amint a műszaki felsőoktatásban sajnos ma is szokásos – a tanulmányi időnek csökkentése az alaptárgyakat érintette elsősorban, hiszen nyilvánvaló, hogy a bányászati tárgyakat nem lehet elhagyni.

Persze ezt sem lehetett egészen büntetlenül végrehajtani. Különösen súlyos lehetett a helyzet akkor, amikor az 1806-os, Ratio Educationis a középfokú iskolákból szinte teljesen száműzte a fizikát, és a matematikának is csak az elemeit hagyta meg.

Az ebből adódó hiányosság volt nyilván az oka annak az 1809-es leiratnak, amely szerint a matematikai és fizikai stúdiumok hiányossága következtében reformokra van szükség, be kell iktatni egy kétéves logikai és matematikai tanfolyamot, mint előkészítőt. Ugyanez a leirat a hőerőgépek és a hidrodinamika területén munkálkodó, Schittko Józsefet (megh. 1833) jelöli meg a filozófia tanárának, és megadja a kétéves tanfolyam részletes tervét logikából, matematikából és fizikából.

A fizika tanterve a következőket tartalmazza (az eredetiben német nyelven): a/ nehézség, b/ a vonzóerők, c/ rugalmasság, d/ az atmoszférikus levegő, e/ aerosztatika, f/ pneumatika (gázok mozgása), g/ a barométer, h/ a hő, i/ a hőmérő, k/ az elektromosság, l/ a galvanizmus, m/ a vízről, n/ hidrosztatika, o/ hidraulika, p/ a sztatika, q/ a mechanika, r/ a mágnesesség, s/ a mágnesű elhajlásáról. Ugyanakkor hangsúlyozza a tanterv, hogy a felesleges anyagrészeket, mint az optikát, katóptikát és asztronómiát el kell hagyni.

A fenti fizika a 2. évben került volna előadásra, de végül is az egész előkészítő lényegében a régi első évre szűkült össze, tehát megmaradt az eredeti, összesen három éves tanfolyam.

Amikor tehát Selmecen a kémia és a gépészet szakemberei világraszóló eredményeket értek el, az oktatásban még mindig nehézségek voltak. Ennek okát nyilván abban találhatjuk meg, hogy a gyakorlat követelményei parancsolóbb szükségszerűséggel és hamarabb lépnek fel, mint amennyi idő alatt az oktató anyagot a gyakorlat céljaira megfelelően rendszerezni lehetett volna. A másik körülmény, hogy ebben a korszakban az igazán kiváló műszaki szakemberek elsősorban nem oktatás, hanem önképzés és ösztönös technikai érzékük útján hozták létre alkotásaikat.

Erre jó példa a Selmec hírnevét is nagyban fokozó Born Ignácnak a tevékenysége is.

Born Ignác (1742–1791) Erdélyben. Életének legnagyobb részét Bécsben és Prágában töltötte, de igen szoros kapcsolatot tartott a Felvidék haladó tudósaival, pl. Kempelen Farkassal, akihez szoros barátság fűzte.

Először Nagyszébenben, majd 1755-től Bécsben tanult, és 1759-ben belépett a jezsuita rendbe, ahol azonban mindössze 16 hónapot töltött, 1760-ban kilépett, és Prágába ment. Itt fejezte be jogi tanulmányait. Ezután európai tanulmányút következett, bejárta Német Birodalmat, Hollandiát, Francia- és Spanyolországot. Ezalatt az idő alatt képezte magát tovább a természettudományokban, bányászatban és kohászatban. Prágába való visszatérése után már kizárólag ezeknek a tudományoknak élt, először mint bányai aszesszor, majd mint bányatanácsos. Ilyen minőségben sokat látogatta a felvidéki és erdélyi bányákat. 1776-tól Bécsben élt: a császári természettárt rendezte, 1779-ben rendes udvari tanácsos lett a pénzügyi és bányászati udvari kamarában. Tagja volt majdnem minden európai tudományos társaságnak, köztük a Royal Societynek is. Ez különben kiderül az általa kiadott természettudományos folyóiratokból is. Az egyiknek címlapján a kiadó Born neve után a következő akadémiákat sorolja fel: Szentpétervár, London, Uppsala, Stockholm, Göttingen, Toulouse, de hozzátehetett volna még egy sereg olasz akadémiát is, azonban csak annyit jegyez meg, hogy ezenkívül több tudományos társaság tagja.

Általában Born életének tekintélyes részét alkotta a tudományszervező tevékenység, amely elsősorban a monarchia természeti adottságainak ismertetését tűzte ki célul. Már a fent említett folyóirat megindítása előtt szervezett egy tudományos társaságot, amely tulajdonképpen a cseh tudományos akadémia őseinek tekinthető, munkatársai azonban nemcsak az örökös tartományokból, Magyarországról és a Felvidékről, hanem egész Európából valók voltak. Folyóiratot is adott ki, amelynek 1775–1784-ig összesen hat évfolyama jelent meg. A folyóirat cikkeinek nagy részét maga Born írta, elsősorban az ásványtan tárgyköréből, és ezek igen sok felvidéki vonatkozást is tartalmaznak. Fizikai tárgyú dolgozata aránylag kevés van, de olyan nevek is szerepelnek a folyóiratban, mint Volta, vagy a két cseh fizikus és matematikus, J. Tessanek és J. Stepling.

A VI. kötetben egy közlemény tájékoztatja az olvasót, hogy a fizikai tárgyú dolgozatok ezentúl az új a 'Physikalische Arbeiten der einträchtigen Freude der Naturwissenschaften in Wien' címűben fognak megjelenni.

Az I. évfolyamban Born vázolja az új folyóirat célkitűzését: „Hivatásos tudósok egyesültek itt olyan emberekkel, akik a tudományt csak szórakozásból űzik. Ezek elhatározták, hogy mindazt, amit tudnak, összeadják a felvilágosodás előmozdítására. A fizikával, matematikával, természetrajzzal foglalkozók lépnek most elő, részben saját, részben nekik megküldött munkákkal. Csak eredeti műveket fognak közölni, fordításokat, kivonatokat nem, de szívesen hozzák bármelyik polgár írását, ha az a monarchia természeti adottságaira vonatkozik.”

A folyóirat címe, célkitűzése nyilvánvalóan utal Born szabadkőműves kapcsolataira. II. József aránylag felvilágosult uralma alatt sok szabadkőműves páholy alakult Bécsben is, másutt is, és kétségtelen, hogy a Born által vezetett páholy jelentékeny tudományos eredményeket – pl. a fenti folyóiratot – tudott felmutatni.

Az új folyóiratban is azonban elsősorban ásványtani, kőzettani leírásokat találunk, igen sok hazai vonatkozással, hiszen Born elsősorban ilyen irányú munkáinak köszönhető hírnevét, és járult hozzá Selmec hírnevének növeléséhez.

Born új eljárást dolgozott ki a nemesfémek amalgámolására. Ruprecht Antal selmeci tanár és Karl Haidinger, a bécsi természetrajzi múzeum adjunktusa rendezték be Born utasításai alapján az első kísérleti üzemet, majd 1784-ben Szklenón kezdték meg az üzemi alkalmazást. Born módszerének híre, amely később az „európai módszer” néven vált ismertté, olyan hamar elterjedt, hogy 1786-ban a világ minden tájáról összegyűltek a szakemberek, hogy megtekintsék. Így történt, hogy az első tudományos nemzetközi konferenciát 1786-ban a Felvidéken rendezték.

E néhány adattal távolról sem merítettük ki Born Ignác nemcsak értékes, de – ahhoz képest, hogy mindössze 49 évet élt – mennyiségileg is igen nagy munkásságát. Emlékét éppen olyan megbecsüléssel őrzi szülőhazája, Erdély, mint tulajdonképpen hazája, legfőbb működési területe, Csehország (ahol birtoka is volt), vagy a császárváros, Bécs, amelyhez ugyancsak sok szál fűzte. Born – talán az elsők között – képviselte azt a magasabbrendű nemzetköziséget, amelynek alapja a különböző népek között az egymás és a tudomány szeretete és megbecsülése.

Talán ez volt az a legszorosabb szál, amely Kempelen Farkashoz, a pozsonyi ezermester feltalálóhoz fűzte.

## Kempelen Farkas

Kempelen Farkas is olyan tudós volt, akinek működése nem kapcsolódik egy vagy több oktatási intézményhez, aki minden hírneve ellenére magányos volt akár Bécsben, akár szülővárosában élt.

Kempelen Farkas (1734–1804) híre a maga korában bejárta az egész világot. Királyi udvarokban, előkelő szalonokban, tudományos társaságokban és az egyszerű emberek otthonaiban egyaránt emlegették a csodálatos sakkozógép feltalálóját, és szívesen fizették meg a belépti díjat, hogy a masinát működni lássák.

Lényegesen kevesebben voltak azok, akik a maga korában felismerték Kempelen teljesítményeinek igazi értékét, és azokat méltatták. Karl Unger, jó barátja nekrológiájában ezt írja: „Csodálatos tehetséggel rendkívüli ismeretanyagot fogott át, de a fizika és mechanika voltak kedvenc stúdiumai.” A sakkozógépről azt állapítja meg az ismertető, hogy „az a mechanika diadala, ha ugyanakkor, ahogy azt maga Kempelen úr nekem bevallotta, egy titokzatos befolyás, amit eddig még senki sem vett észre... vezeti az egész dolgot. Ez utóbbi állítás kétségtelenül helyes, hogy mi volt a szemfényvesztés a sakkozógépben, az pontosan sohasem derült ki, de hogy mint mechanikai szerkezet csodálatos alkotás volt, az nem vitás.

Kempelen, mint Born Ignác és annyian mások e korban, nem neveltetésénél, sőt még csak nem is pályaválasztásánál fogva vált műszaki szakemberré.

Kempelen Pozsonyban, Győrben és Bécsben tanult, elsősorban jogot, és már fiatalon a pozsonyi kamara tisztviselője lett. Ebben a munkakörében is rendkívül tehetségesnek bizonyult, ezért nemcsak a tanácsosi és főigazgatói rangot érte el a kamaránál már 1770-ben, hanem Mária Terézia és II. József egyre több fontos gazdasági és politikai megbízást adtak neki: mint az összes magyarországi sóbányák igazgatója óriási munkával modernizálta a bányákat, jobb munkakörülményeket teremtett a bányászoknak, de ugyanakkor műszaki és gazdasági újításával jövedelmezőbbé is tette azokat a kincstár számára. Mikor azzal bízták meg, hogy a Bánságot mint kormánybiztos szabadítsa meg az ott garázdálkodó zsidányoktól, ezt az alkalmat arra is felhasználta, hogy Apatinban posztógyárat alapítson, és bevezette a

délvidéken a lentermelést. Nagy része volt befolyása és kiváló szervezőképessége folytán a nagyszombati egyetem Budára költözésében is.

A felsoroltak még mindig csak halvány képét adják annak a hatalmas politikai szervező és gazdasági munkának, amelyet elmaradt hazája kulturális, szociális és gazdasági felemelkedéséért végzett. Szíve szerint valóban mechanikával, gépekkel foglalkozott legszívesebben, de tevékenysége kiterjedt a mérnöki munka úgyszólván minden akkori területére.

Kempelen életének legmunkásabb szakasza az európai művelődéstörténetnek arra a korszakára esik, amikor világszerte „a polgári építészet és gépészmérnöki munka elismert foglalkozások lettek”. Kempelen valóban egyformán tekinthető építész, vízépítő és gépészmérnöknek. Alkotásaihoz többé-kevésbé mindhárom területnek alapos ismeretére volt szükség.

Kempelen szerkesztette a schönbrunni szökőkutat, amelynek csodájára jártak, különleges szivattyút szerelt fel a pozsonyi várban, amelynek segítségével nagy mélységből került fel a víz a kiszáradt kútba. Hasonló berendezést szereltetett fel később a budai várban is az egyetem számára. Az ő alkotása volt a pozsonyi hajóhid, a budai várszínház helyreállítása.

Míndezekben az építész, statikusi és gépészi szakértelem nyilvánult meg. De a legkiválóbbak mégis azok az alkotásai, melyekhez mechanikai ügyessége, fizikai és filozófiai képzettsége, hallatlan kísérletezési készsége és türelme segítették hozzá.

Nem szabad azonban azt gondolnunk, hogy Kempelennek ez a sokirányú tevékenysége komoly anyagi jövedelmet is jelentett volna egyúttal. A Bánságban végzett munkája után 1000 Ft-os fizetést kapott, de azt II. József uralkodása alatt elvesztette. Újabb állandó jövedelmet jelentett számára tanácsosi kinevezése 1796-ban az egyesült magyar-erdélyi bányakancelláriához, ezt a tisztséget 1769-ig viselte. Ekkor már gyanús volt mint a Martinovics-összeesküvés részese, ezért nyugalmazása ismét anyagi gondokat jelentett.

Míndezt összegezve: gigantikus munkáinak anyagi ellenszolgáltatása épphogy – talán nem is mindig – fedezték magának és családjának létfenntartását, de semmiképpen nem adták meg a találmányaihoz, kísérleteihez szükséges anyagi bázist.

Ezt az anyagi bázist teremtette meg a sakkozógép. Ismételjük, hogy függetlenül attól, hogy végső soron mi volt a szerkezet valóságos megoldása, megalkotója kiváló mechanikai érzékről tett tanúságot. Rendkívül nagy veszteség érte a technika történetét azzal, hogy a gép a XVIII. század végén állítólag Philadelphiában elveszett, mert nagyon fontos volna ma ismerni, hogy Kempelen a vezérlést miképpen oldotta meg.

Nézzünk talán egy korabeli leírást Windisch György levélförmában megírt munkájában. A szerző először leírja a sakktábla berendezésének külsejét, a bábuk elhelyezését, majd: „Ha ez a gép játszik. – Itt meg kell mondanom, hogy mindent pontosan tudjon, hogy ez a gép a balkezevel játszik. Megkérdeztem, hogy mi ennek az oka, és azt tudtam meg, hogy ez elkerülte a feltaláló figyelmét, és ezt a kis hibát csak akkor vette észre, amikor munkájában már túlságosan előrehaladt, úgy hogy már nem tudta kijavítani. Ez azonban nem tartozik a dologhoz, mert érdekel az engem, hogy Tiziano a jobb, vagy a bal kezevel festett-e?”

Ezután következik a gép által produkált sakkjáték leírása:

„Tehát, ha ez a gép játszik: akkor azt a karját lassan felemeli, és a tábla jobb oldala felé irányítja, ahol az a figura áll, amellyel lépni akar. A kezét irányító berendezéssel a kéz megfogja a figurát, felemeli, és a tábla megfelelő helyére teszi. Ezután a karját egy párnára helyezi, amely a sakktábla mellett van. Ha ellenfelének egy figuráját elveszi, akkor azt eltávolítja a sakktábláról és ismét végigmegy egy olyan mozdulatsoron, amilyent az előbb leírtam...” A részletes leírás azt akarja megmutatni, milyen gondosan volt minden egyes mozdulata a sakkozó bábunak megtervezve. Windisch kifejti továbbá, hogy az udvariatlan „basa” mindig kezd, de hát egy fából való ellenfélnek ennyi előnyt lehet adni. Majd a játék így folyik tovább:

„Az ellenfél minden egyes húzásánál a gép megmozdítja a fejét és körülnéz a táblán. Ha a királynőnek ad sakkot, kétszer bólint a fejével, ha a királynak háromszor. Téves húzásnál azonban megrázza a fejét. Ilyen eset nem ritkán fordul elő, mert minden játékos vagy néző szeretné látni, hogy ilyenkor mi történik. Ezért például, ha a futóval úgy mennek, mint lóval, a gép azonnal megfogja az előbbit és visszateszi a táblára, ahol az előbb volt. – Rögtön ezután a gép lép, tehát ez a húzás elveszett az ellenfél számára, szórakozottságaért, vagy szándékos csalásáért megbűnhődött. – Ez is egy kis előny a feltaláló számára, aki a játék megnyerését a maga számára mindenképpen meg akarja könnyíteni, mivel úgyszólván annyi mindennel foglalkozik, tehát nem fordíthatja teljes figyelmét arra, hogy jól is játsszék, bár értelmes játékosoknál nem is az a lényeges, hogy az automata nyer-e, vagy veszít, ha egyszer megfelelően tud lépni.” Windisch a továbbiakban leírja, hogy az egyszer már megtett lépést visszavenni nem lehet, mert erre a gép sem képes, és hogy azt minden tizenkettedik lépés után fel kell húzni.

Hazai és külföldi matematikusok vizsgálták a gépet – folytatja Windisch – hogy a nyitjára jöjjenek. Ő maga is sokszor volt jelen húsz vagy több néző társaságában. Mindenki a feltalálót nézte, aki három-négy lépésnyire állt a géptől és senki sem tudta a legkisebb hatást sem felfedezni, amelyet a gépre gyakorolt.

Arra gondoltak, hogy ilyesmirel van szó, de Kempelen bárkinek megengedte, hogy bármilyen erős mágnessel közelítsen a szekrényhez: a legkisebb hatást sem lehet tapasztalni.

A mágnességnek egyébként az automata létrejöttében volt szerepe. Kempelen saját elbeszélése szerint egyszer hivatalos volt a királyi udvarba, ahol egy francia „matematikus” mágneses kísérleteket mutatott be. Nyilvánvaló, hogy ezek a megfelelő nagyképűséggel bemutatott kísérletek Kempelen számára nem sok újdonságot jelenthettek, úgy hogy kijelentette a királyné előtt, hat hónapon belül olyan automatát készít, amely messze felette áll minden eddig feltalált hasonló szerkezetnek. Kempelen megtartotta a szavát, és csakhamar egész Európában elterjedt automatájának a híre. Az orosz uralkodócsalád látogatása alkalmával is nagy sikert aratott a gép, és ekkor kapott rá engedélyt a királytól, hogy kétéves európai körúton mutassa be azt.

Az ilyen módon szerzett pénz tette azután lehetővé, hogy beszélőgépeivel és gőzgépeivel kapcsolatos kísérleteit folytassa. Az utóbbival nem volt sikere, pedig eredeti elgondolása technikailag Watténál is magasabb rendű volt, de idő, műhely és felszerelés hiányában nem tudta a modellt tökéletesen kidolgozni.

Az ún. beszélőgépen egész életében dolgozott. Ez és erről szóló könyve kétségtelenül legnagyobb tudományos teljesítménye. Ezek mutatják, mit alkothatott volna ez a feltaláló, lángelme, ha nem mint császári hivatalnok és udvari mulattató keresi a kenyerét, hanem például a párizsi politechnikum tanára lehet, aki minden idejét gépeinek szenteli.

A beszélőgép, amelynek segítségével az emberi hangot szinte hibátlanul reprodukálta, egy élet kutatómunkájának eredménye, valamint az erről szóló „Mechanismus der menschlichen Sprache” című műve is.

Könyvének bevezetésében Kempelen elmondja, milyen sok év munkája fekszik a gépben, majd szerényen hozzáteszi, hogy minden érdeme csupán az, hogy talán sikerül „megkönnyíteni néhány süketnémának a beszélni tanulást, a beszédhibák kiküszöbölését.” Nem tartja túl nagy értéknek az egészséget, tudósoknak újdonsága miatt talán érdekes lesz. Elméletét – mint írja tovább – nem meríti ki: „Én csak azokat a felfedezéseket tüntetem fel, amelyek kísérleteim során sikerültek, ezeket bizonyos rendbe állítom, következtetéseket és törvényeket vonok le belőlük, megkeresem azt, amit különböző íróknál tévesnek találtam...”

Meg kell gondolni, hogy a XVIII. században a hang, a beszéd és a nyelv egyes kérdései mind fizikailag, mint fiziológiailag, mind pedig fonetikailag felderítetlen területek voltak. Kempelennek úgyszólván egyedül kellett megalkotnia az elméleti alapokat, amelyek szerint szerkezetét megépíthette. Szabadkozik is a könyv bevezetésében, hogy talán a könyv második

részét el is hagyhatta volna, de ha már ennyit foglalkozott ilyen kérdésekkel, talán valamit mégis elmond belőle.

A könyv ugyanis öt részből áll. „I. A beszédről általában. II. Gondolatok arról, hogy a beszédet az ember találta-e föl, vagy számára teremtődött (erschaffen)? Hogy minden nyelv egy alapnyelvből lett-e?” Ez az a fejezet, amellyel kapcsolatban kételyeit fejezte ki, A III. fejezet a beszéd eszközeiről és azok elrendezéséről szól. Itt ismerteti magát a hangot, majd a hang keletkezéséhez a tüdő, a légcső, a larynx, az orr, a száj, a nyelv, a fogak és az ajkak szerepét. A IV. fejezet az európai nyelvek hangjaival foglalkozik. (A géppel különféle nyelveken is lehetett szavakat kimondatni.) Végül az V. fejezet magának a gépnek ismertetése, amellyel kapcsolatban elmondja azt a nehéz utat, és sok sikertelen próbálkozást, amelyen keresztül a szerinte legjobb megoldáshoz jutott.

Kempelen e munkája nemcsak a maga korában volt egyedülálló, hanem ma is minden hangfiziológiai tanulmány alapvető kézikönyve. Megmutatja azonkívül ez a könyv azt is, hogy bár szerzője valóban bámulatos invencióval dolgozott – mint minden más alkotásán is – sokkal több volt szerencsés ösztönű különködő ezermesternél, mint alakja sokak szemében feltűnt, a maga korában éppúgy, mint ma. Kempelen tudatosan dolgozó tudós volt, aki a tudomány minden eredményét felhasználta, és ahol ilyenek nem álltak rendelkezésre, megalkotta a tudományos alapokat is.

Az is kétségtelen azonban, hogy Kempelen tipikus XVIII. századbeli polihisztor figura. Hiszen a felsorolt és fel nem sorolt (írógép vakok számára stb.) alkotásai mellett drámákat és verseket is írt.

Kempelen könyvét Born Ignácnak ajánlotta e szavakkal: „Ignatio A. Born – Naturae amico et suo”. Még Born arcképe is szerepel a könyvében. Mindez nemcsak barátságuk jele, hanem egyben rávilágít Kempelen társadalmi szerepére, baráti körére is.

Born már nem érte meg a Martinovics-mozgalom leleplezését és vérbe fojtását, de Kempelen, aki többek között Kazinczynak is jó barátja volt, gyanúba keveredett. Talán idős korára és betegségére való tekintettel komolyabb baja azonban nem esett. Egyébként is a minden haladástól rettegő I. Ferenc már korábban megvonta tőle a még Mária Teréziától, illetve II. Józseftől kapott kegydíjat. I. Ferenc restaurációs, reakciós politikájától egyébként is távol állt az ipar és a mezőgazdaság modernizálásának gondolata. Kempelen álmai az automatizálásról, gépesítésről, könnyebb bányászorsról csak napjainkban válnak valóra. A nagy feltaláló és tudós hetven éves korában meglehetősen zilált anyagi viszonyok között, sok félbemaradt mű okozta csalódástól megtörtén halt meg.

## A szenci gazdasági-műszaki főiskola

Abból a hatalmas, szerteágazó ismeretanyagból, amelyet olyan sokáig a „fizika” címszó fogott össze, vált ki és lett önálló tudománnyá a kémia, a biológia, a fizikai földrajz, és a csillagászat. Ezek közé tartozott a mezei gazdaságtan is. Láttuk, hogy ennek előadása a protestáns főiskolákon többnyire a fizika professzorának a feladata volt. Nagyszombatban az 1773-as reform előírta ugyan ilyen tanszék felállítását, és azt Mitterpacher Lajos (1734–1814), e tárgy egyik kiváló művelője 1777-től 1814-ig be is töltötte, de halála után az egyetemen is a kísérleti fizika tanárának kellett előadnia a mezei gazdaságtant.

A XVIII. században nemcsak a bányák jobb kihasználására való törekvés jelentkezik, mint gazdasági szükségszerűség, hanem a mezőgazdaság színvonalának emelése is. Az uralkodónak nagy számban lett volna szüksége olyan hivatalnokokra, akik a mezőgazdasági ismeretek mellett elemi műszaki és kereskedelmi oktatásban is részesülnek.

Mária Terézia e feladat megoldását a gyakorlatiasnak ismert piarista rendre bízta.

A szenci gazdasági iskolát ugyanúgy Mária Terézia elgondolása hívta létre 1763-ban, mint a selmeci bányásziskolát. Némi hasonlóság is van a kettő között, legalábbis a műszaki oktatás anyagának egy részét illetően, bár Szencen a kereskedelmi ismeretekre is igen nagy súlyt helyeztek.

Mária Terézia belátta, hogy sem a gimnáziumok, sem az azokra épülő egyetem nem képeznek olyan szakembereket, akiket az államapparátusban mérnöki vagy számviteli munkára lehetne használni. Ezért tesz bőkezű alapítványt, egy Collegium Oeconomicumra, amelynek a vezetését a piaristákra bízta.

A Pozsony megyei Szenc község új iskoláját elvben csak a filozófiai tanfolyamot már végzetek látogathatták, úgyhogy a humán tárgyak előadása egyenesen tilos volt. Csak a számtant (aritmetika), ún. kamarai ismereteket és nyelveket tanítottak. Magángimnázium volt azonban a fiatalabb növendékek számára.

Valero Jakab, a kollégium első vezetője megnyitó beszédében a kollégium céljával azt jelölte meg, hogy kedvet keltsen a növendékekben az állami szolgálat iránt, megtanítsa őket a vagyoni ésszerű kezelésére.

A valóban gyakorlati jellegű tantervben a kettős könyvvitel és gazdaságtan mellett „geometria” címszó alatt a következőket tanították: mechanika, hidrosztatika, gépek fajtái, szerkezete, malmok. Ezekhez a cseppfolyós testek tulajdonságait kísérletekkel tanították meg először. Részletesen foglalkoztak a különböző vízi kerekkel, tanultak térképkészítést, gyakorlati földmérő munkát végeztek, ehhez sok trigonometria és bányamérten kellett. A legfontosabb bányákról (Körmöc, Selmec) térképek útján tanultak.

A polgári építészetből az első évben a díszítés elemeivel és perspektívával foglalkoztak, a második évben az építkezések költségvetéséről tanultak, majd a harmadikban már önálló terveket készítettek.

Azt lehetne gondolni ezek után, hogy ez az intézmény nagyon népszerű volt. Nem lehetett azzá, mert ebből is az ország lakosságának nagy része ki volt rekesztve. Csak katolikusok és nemesek látogathatták, a hús ösztöndíjas helyből pedig hatot mindig olyanokkal kellett betölteni, akiknek az apja kamarai szolgálatban állt.

Az intézet, amely 1776-ban leégett, átkerült Tatára, de csak 1780-ig működött. Az egyetemhez kapcsolt Institutum Geometricum már azután életképesebbnek bizonyult.

#### Az Institutum Geometricum felvidéki tanárai

Láttuk, hogy a főiskolákon és a kir. akadémiákon a „mechanikáról” mint külön tantárgyról többször szó esett. Ennek a tárgynak az előadása vagy a fizika vagy a matematika tanárának feladata. Ez arra mutat, hogy a fizikából kiváló műszaki mechanika már lényeges többletet tartalmaz a mechanikának a tankönyvekben megismert általános tárgyalásához képest, amely egyrészt a mechanika történeti-elvi kérdéseire szorítkozik, másrészt a gyakorlati problémákat éppen csak rövid definíciók formájában tartalmazza. A fizika gyakorlati felhasználása ugyan egyre sűrűbben és határozottabban bukkan fel a tankönyvekben, mint jól átgondolt és átértett program, de tényleges megvalósítástól még mindez messze van. Nyilvánvaló, hogy a megnövekedett feladatok mellett a gyakorlati szakemberképzés egyre sürgetőbbé vált.

A szenci iskola – láttuk a tantervet – ezt az igényt igyekezett volna kielégíteni, de sikertelenül. Lehet, hogy már Mária Terézia alatt felvetődött a külön mérnökképzés gondolata, de a terv megvalósítása már II. József idejére esik. Az is lehet, hogy takarékosági okok és a szenci kudarc vetették felszínre a gondolatot, hogy a mérnökképzést egy már meglévő intézményre, a pesti egyetemre építsék.

Így az 1782-ben megnyílt, teljes nevén Institutum Geometricum Mechanicum et Hydrotechnicum az egyetem bölcsészeti karához tartozott, de külön mérnöki diplomát adott.

Beiratkozni csak a 3 éves bölcsészeti tanfolyam elvégzése után lehetett, de külön felvételi vizsgát kellett tenni.

Az Insitutum Geometricumban a bölcsészkar (elsősorban a fizika, matematika) tanárai tanítottak. A tantárgyak (más elnevezéssel) geodézia, vízépítéstan, folyószabályozás, mechanika és rajz voltak. A gépészeti tárgyak oktatása – különösen eleinte – csak némi gép- ismeretből, valamint gyárlátogatásokból állt, és a fizika egyik (kettő volt) tanársegéde látta el (ilyen volt Tomcsányi is, mielőtt Pozsonyba került).

Az egyetem tanáraival tehát, akik az Institutum Geometricumban (Mérnöki Intézet) tanítottak, nagyrészt már találkoztunk. Jedlik Ányos és Tomcsányi Ádám tankönyvírói munkásságát már megismertük, elektromosságtani működésükre pedig még visszatérünk. Rausch Ferenc és Hadaly Károly is Pozsonyból kerültek ide. A XVIII. században a legjelentősebb Horváth János volt, akinek számos műszaki mechanikai munka őrzi nevét.

A XIX. században Jedlik mellett a legnevesebb tanárok azonban kétségkívül a szepesbélai Petzval testvérek, József és Ottó. Petzval József (1807–1891), aki az Institutum Geometricumot 1828-ban végezte el, ugyan mindössze 1835–37-ig volt a felső mennyiségtan tanára, nemzetközi hírnevét mint a bécsi egyetem professzora szerezte, de Petzval Ottó (1809–1883) megszűnéséig tanított az Intézetben, sőt a rövidéletű József Ipartanodának is tanára volt.

Ha eddig tipikus XVIII. századi polihisztorokkal találkoztunk, akik a természettudományok mellett irodalommal vagy történelemmel foglalkoztak, Petzval Ottóról elmondhatjuk, hogy tipikusan XIX. századi technikai és matematikai polihisztor volt, aki matematikában, geodéziában, mechanikában, vízépítéstanban, felsőbb matematikában, géptanban egyaránt otthon volt, és ha kellett, bármelyiket tanította is. Munkás életének nagyobb és értékesebb része azonban tárgyalt korszakunkon is kívül esik, a fizikához is elsősorban mechanikai munkái álltak közelebb, ezért csak röviden tekintjük át életét és műveit.

A később hírneves bátyjánál csak két évvel fiatalabb Petzval Ottó Lőcsén és Kassán járt iskolába. Eredetileg orvos szeretett volna lenni, de bátyja rábeszélte, hogy inkább a mérnöki hivatást válassza, ezért a Institutum Geometricumba (Mérnöki Intézet) iratkozott be, és 1835-ben a vízépítéstan korrepetitora, majd helyettes tanára lett. Mikor bátyját meghívták Bécsbe, megpályázta a felsőbb matematika tanszékét, majd az időközben megürült gyakorlati mértant is. Probléma, hogy az ifjú Petzvalnak mint mérnöknek nincs bölcsészdoktori diplomája, ezért a kinevezés elhúzódik, végül – mert olyan jó híre van, mint kiváló matematikusnak és előadónak – 1839-ben mégis sikerül elnyernie az állást a felső matematikai tanszékre. A bölcsészdoktorátust egyébként 1840-ben megszerzi. 1883-ig működik ezen a tanszéken (tehát tovább, mint Jedlik, aki 1878-ban ment nyugalomba), tanítványai között van pl. Eötvös Loránd, aki mint jogász látogatta az előadásait, és magánórákat is vett tőle.

Mint mondtuk, az Insitutum Geometricumban is tanított annak megszűnéséig (1846 körül), 1848-ban az egyetemen szervezett rendkívüli hadi tanfolyamon ő adta elő a mechanikát, s helyettesítette a gyakorlati mértan tanárát. Amikor a szabadságharc után egyesítették a József Ipartanodát a régi Institutum Geometricummal, a régi tanárok közül csak Petzval Ottót vették át helyettes tanári minőségben mint a gyakorlati mértan és vízépítéstan tanárát, és itt tanított egészen 1857-ig. Dékán volt 1843–46-ig a Bölcsészkaron, 1860-ban pedig az egyetem újjászervezésekor ő volt a kar első választott dékánja. 1862-ben még a csillagászati tanszéken is vállalt helyettesítést.

Gazdag tanári pályafutásán elismerésben volt része. A Magyar Tudományos Akadémia 1858-ban rendes tagjának választotta, és az 1852–57 között megjelent matematikai munkák közül Petzval Ottó Elemi mennyiségtan című művének ítélte 1856-ban az akadémiai nagyjutalmat. 1861-ben pedig megosztva nyerte el ugyanezt a díjat. 1877-ben a Bölcsészkar ünnepi kari ülésen jegyzőkönyvben örökítette meg 40 éves tanári jubileumát, a király pedig a Vaskorona-rend III. osztályával tüntette ki. Még nyugalomba vonulása évében meghalt. Az

Akadémián 1889-ben Kondor Gusztáv tartott róla emlékbeszédet. E beszéd elsősorban a tanárt, a tankönyvek, jegyzetek kiváló szerzőjét méltatja, és valóban e jó didaktikai érzékkel, világosan megírt munkákat még ma is szívesen olvassuk.

Petzval Ottó közismerten szerény ember volt, talán ez is visszatartotta attól, hogy néhány találmányát publikálja. Pedig az eddig felsorolt hivatása mellett még a gőzgépek, gőzkazánok szakértője is volt, és nyilván így konstruált még gőzgépeknél alkalmazható „forgatási mozgatót”, amelyről 1869-ben az Akadémián számolt be.

Első (litografáltan) megjelent művének előszava is szerénységre vall. Októberben még nem is gondolt arra, hogy előadásokat fog tartani mechanikából, nemhogy még azokat le is kell írnia. Ezért mentegetődzik az esetleges hibákért, viszont azt is reméli, hogy munkája nem lesz túl rossz: „minden matematikában jártas egyéntől rossz munka nem várható.”

A jegyzet részletes ismertetésétől eltekintünk, mivel ez lényegében már egy új korszak kezdetét jelzi, amikor a műszaki mechanika kiválik a fizikából, és önálló diszciplínává lesz. Petzval még kimondja, hogy az erő mibenlétéről elmélkedni lehetetlen, de nem is kell, mert a mérnöknek csak az erő hatásaira van szüksége. Természetes, hogy Horváth XVIII. századi munkáihoz képest a haladás igen nagy.

Német nyelvű ismeretterjesztő munkájából látható, milyen egyszerűen tudta magát kifejezni. Ez a mű vasárnapi előadásokat tartalmaz olyanoknak, akik nem rendelkeznek matematikai előképzettséggel. Egyszerűsége mellett is fantasztikus anyagmennyiséget tárgyal, a mai műszaki egyetemeken mindezt öt-hat tárgy keretében adják elő. Nyilván így tanított a József Ipartanodában.

Érdekesség, hogy itt fordul elő először a munka (Arbeit) megnevezve, mert a fogalommal már előbb is operált.

A 'Népszerű Mechaniká'-ban elemi formában feldolgozott gépészeti, vízépítészeti részleteket dolgozta fel azután a század második felében, mint önálló műszaki tan-, illetve kézikönyveket. Ezeket a József Nádor Műegyetemen még sokáig használták.

Külföldre szakadt felvidéki származású tudósok:  
Segner János András és Matskó János Mátyás

A XIX. század első felének a végéig a Kárpát-medencében élő népek tudósai csak akkor juthattak nemzetközi hírnévhez, ha külföldön működtek. A Felvidékről is sokan szereztek katedrát külföldi egyetemeken és főiskolákon. A legkiemelkedőbbek, Hell Miksa, Segner András. Petzval József mellett voltak a tudománynak kevésbé ismert művelői is (Butsányi). Mindegyikkel a maga helyén foglalkozunk. Ide csak kettőt választottunk ki, a közismert Segnert, aki ugyan szintén sokoldalú polihisztor volt, de nevét mégis mechanikai felfedezései tették híressé, a másik egy kevésbé ismert tanítványa, Matskó János Mátyás, akinek szintén elsősorban mechanikai munkáit ismerjük.

Segner János András tankönyve és mechanikai munkái

Segner András életművének vizsgálatánál, ha időben nem is, térben és minőségileg más környezetbe jutunk, mint amilyen a felvidéki tudósokat körülvette. Életének nagyobb része a polgárosultabb, nagyobb politikai zavaroktól mentesebb Német Birodalomban folyt le. Kis városok nagy egyetemén, Jénában, Göttingában, Halléban működött, ahol lehetővé vált számára az, amit XVIII. századbeli honfitársaitól megtagadott a sors: életét az oktatásnak és a tudományos munkának szentelje, és így képes volt mint fizikus önállót, maradandót alkotni.

Segner is tipikusan XVIII. századbeli ember, őt nem kényszerítik ugyan a viszonyok, hogy mindenhez értsen, mint honfitársait, mégis polihisztor: orvos, csillagász, botanikus, matematikus, még a filozófiába is belekóstol, de elsősorban mégis fizikus. Bár a matematikában is sikerült önálló eredményekhez jutnia az algebrai egyenletek megoldása terén, nem vitás, hogy mind kortársai, mind az utókor mint fizikust ismerte, széleskörű fizikai munkásságán belül pedig a merev testek és a folyadékok mechanikájának területén dolgozott a legeredményesebben.

A Segner család Pozsonyban az előkelőbbek közé tartozott. Segner J. A. ősei főbírói és egyéb magas városi funkciókat is betöltöttek. Egyik ősének, Segner Andrásnak (1594–1674) nevével már egy XVII. századbeli fizikai disszertációban már találkozunk, neki ajánlja művét egy pozsonyi diák mint olyannak, aki lehetővé tette külföldi tanulmányújtját.

A fizikus Segner atyja Mihály, kereskedő és városgazda, tehát a család polgárcsaládnak tekinthető, bár igaz, hogy a Stájerországból bevándorlott ősök már a XV. században magyar nemességet kaptak.

Segner iskoláit Pozsonyban, majd Győrben végezte. 1724-ben került Debrecenbe, ahol kb. egy évet töltött. A kutatóknak egy ideig gondot okozott, hogy Segner neve nem szerepel a debreceni diákok névsorában, pedig kétségtelen, hogy ebben az időben ott tanult. A kérdés úgy oldódott meg, hogy Segnernek, aki lutheránus volt, és mégsem volt teológus, nem kellett aláírni az iskola összes törvényeit.

Az 1725-ben Jénába induló ifjú Segner igen nagy érdeklődést mutatott a matematika, a fizika, s általában a természettudományok iránt, és már 1725-ben megjelent említett matematikai értekezése.

Újabb egy év múlva pedig egy kémiai disputációval tűnik fel, és nyeri el a rektor dicséretét. Emellett Jénában elsősorban orvosi tanulmányokkal foglalkozott. Orvosi diplomáját 1729-ben kapta meg, orvosdoktori címet pedig 1730-ban szerzett.

Ezután hazatért Pozsonyba, azzal a szándékkal, hogy itt folytasson orvosi gyakorlatot. Itt érte a debreceniek meghívása is: legyen ő a városi orvosuk.

Szeremlei Sámuel, debreceni nótárius kapta azt a megbízást, hogy kerítsen a városnak egy jó medikust. Szeremlei úgy látszik Bél Mátyáshoz fordult tanácsért, így ismerte meg Segnert, aki jobban megnyerte a tetszését, mint egy másik, idősebb orvos, akit szintén ajánlottak. Segnerről a nótárius ezt írja haza: „Tegnap szólék Bél urammal. Fölötte igen commendálja Segner uramat, hogy derekasán abszolválta studiumait, sőt kollégiumot is olvasott, jó mathematicus, oda fel professzorságot is várhatna. Láttam magam is? elég activusnak látszik.”

Így azután Segner Debrecenbe kerül orvosnak, de nem sokáig maradt ott. A jénai professzorság tehát nemcsak híresztelés volt. Ehhez járult, hogy Segner úgy látszik egy titkos menyasszonyt is hagyott Jénában, akihez szíve visszahúzza. Ma már nehezen állapítható meg, mennyiben jogos a tudós Weszprémi kissé vádoló hangja az ismeretlen jénai lánnyal szemben. Weszprémi ugyanis ezt írja Segner Debrecenből való távozásával kapcsolatban: „Sajnos azonban, csak körülbelül egy évet töltött ebben a dicséretesen viselt hivatalban, mert Teichmeyer Mária Karolina Zsófia hajadon lány ezt a nagy tehetségű fiatalembert kicsalta erről a helyéről csábító ígéretekkel, s elrabolta azon címen, hogy előzőleg titokban házassági ígéretet tett neki szülei tudta nélkül. Ebből világosan kitűnik, hogy alig valószínű távozásának az a magyarázata, amelyet Boerner arcátlan tolla terjesztett el a debreceniek, sőt az egész Magyarország súlyos sérelmére a Korunkbeli orvosok életrajzai c. műve I. kötetének 816. lapján. Ilyen végzetes kényszerből került hát vissza Jénába...”

Jénába való visszatérése után Segner tudósi pályája egyenesen ível felfelé. 1733-ban már a matematika rendes tanára, sőt 1735-ben Halleról is szó van, de ez akkor még nem sikerült mivel, a Wolfffiánus professzorok nem rokonszenveztek vele. Ezzel szemben Göttingába került a matematika-fizikai és kémiai tanszékre, de orvosi előadásokat is tartott.

Göttingában 20 éven keresztül dolgozik, és talán ez a munkával teli életének leggazdagabb, legeredményesebb szakasza.

Itt készülnek matematikai, fizikai és csillagászati tankönyvei, itt írja legfontosabb felfedezéseit közlő dolgozatait, illetve itt veti meg a későbbieknek az alapjait.

Göttingai működése alatt szerzi meg a nagy Euler barátságát, akivel ugyan nem értett minden tudományos kérdésben egyet, de ez sohasem tagadta meg tőle pártfogását. Az ő ajánlására lesz Segner a pétervári akadémiának nemcsak rendes, hanem tiszteletbeli tagja is. Ez abban az időben bizonyos jövedelemmel is járt, Euler ajánlatának pedig nagy szava volt a tagok megválasztásánál. Meleg szavakkal küldte meg Euler a pétervári akadémiának Segner matematikai és fizikai dolgozatait, amelynek éppen Euler volt egyik szerkesztője.

Euler 1754-ben még arra is gondolt, hogy Segnert ajánlja a pétervári akadémiára professzornak. Ezzel kapcsolatban azonban a következőket írja egyik levelében: "Segner prof. úr Göttingenből, akivel erről leveleztem és amellel jövedelme is bőven elég, most már ez a reményem is szertefoszlott.

Nem sokkal később azonban meghal Christian Wolff és Euler Segnert ajánlja utódjául. El is nyeri a katedrát, megfelelő útiköltséget is kap az átköltözésre, egyben titkos tanácsossá is kinevezi II. Frigyes, valamint elismeri magyar nemességét is.

Segner rendkívül gazdag irodalmi munkásságát meglehetősen nehéz áttekinteni. Bár több életrajzi lexikon, összefoglaló bibliográfia tartalmazza „összes” műveinek jegyzékét, amelyek számát Jakucs István 70–80-ra becsüli, valószínű, hogy egyes könyvtárak kolligátumaiban lappang még egy-két ismeretlen Segner-munka.

Természetesen a rendelkezésre álló és ismert oeuvre is elegendő Segner tudósi arcképének megrajzolásához.

Munkái szakmai szempontból a következő csoportokba oszthatók: matematikai csillagászat, fizika (meteorológia), kémia, botanika és orvostudomány. Műfaj szerint feloszthatók tankönyvekre és rövidebb disszertációkra. Ez utóbbiak kétfélek, mindkét fajta a XVIII. századi német egyetemek oktatására jellemző. Az egyik fajta a disputáció, mint a már idézett kémiai munka, amelynél az ifjú Segner még respondens volt. A többieknél, a későbbieknél, Segner már az elnök tiszttét tölti be, de nem fér hozzá kétség, hogy magának Segnernek a munkáiról van szó. Ezek tehát kissé hasonlítanak jellegben a jezsuita disszertációkhoz.

Végül a sajátosan német műfaj, a „Program”, ami formailag a következő tanév „programját” tartalmazó rövid tudósítás, a valóságban azonban kis terjedelmű, de rendkívül komoly és jelentős eredményekről szóló tudományos cikk. Segner esetében sokszor ugyanaz a téma mindkét formában is feldolgozásra kerül, sőt esetleg egy harmadikban: pl. valamelyik tudományos egyesület folyóiratában. A három forma közül ma már nem mindegyik található meg, az ismertetésnél azt választjuk természetesen, amelyikhez éppen sikerült hozzájutni.

A felsorolt tudományos munkásságból természetesen a fizikai tárgyúakat ragadjuk ki. Nézzük először a tankönyvét. Tankönyvet Segner fizikából csak egyet írt, ennek első kiadása 1746-ban, tehát göttingai tanárkodása alatt jelent meg német nyelven, és több kiadást is megért. Az ismertetéshez az 1770-es erősen javított III. kiadást kell használnunk. Címe: 'Bevezetés a természettanba.' Címlapja elárulja, hogy Segner ekkor már tagja volt a pétervári és berlini akadémiáknak, valamint a Royal Societynek.

Jellegzetes, és a felvidéki tankönyvekkel való összehasonlítás szempontjából érdekes az első kiadáshoz írt előszava, amelyben módszertani elveiről, illetve nehézségeiről ír. Nála már 1746-ban megjelenik az a probléma, amellyel Makó több mint tíz évvel később küszködött, a matematika szerepe, fontossága, mennyisége a fizikában és az alkalmazott tudományokban.

Itt a következőket olvashatjuk: „A természettan bizonyítékai elsősorban geometriaiak és boldogok lennének a tanárok, ha soha nem lenne más hallgatójuk, mint olyanok, akik a

természet e kulcsa felett rendelkeznek” (...) „Manapság azonban ezt nem lehet remélni”. Az egész geometria persze nem számúzhető, de korlátozni lehet.

Segner, amikor a matematikai bizonyítás fontosságáról beszél, ugyanakkor belátja azt is, mennyire lényegesek a fizika oktatásában a kísérletek is. Erről ezt írja: „Az eszközök közül, amelyeket a kísérleteknél felhasználtam, csak keveset írtam le, és magukat a kísérleteket is csak abban az esetben adtam elő körülményesen, amikor a bizonyítás alapját szolgálták: ennek ellenére előadásaim során magam is minél inkább arra fogok törekedni, hogy egyetlen főbb tételt se említsek anélkül, hogy kísérlettel meg ne erősíteném, és általában mindent, amennyire az lehetséges szemmel láthatóvá tegyek. Ilyen körülmények között az eszközök és kísérletek részletes leírása hallgatóim szempontjából annál kevésbé lett volna fontos.” Azzal fejezem be, hogy munkáját még távolról sem tartja mintaszerűnek.

A harmadik kiadás előszavában azt hangsúlyozza: elvei nem változtak, csupán arra törekedett, hogy a munka minél tökéletesebb legyen.

Meggyőződhetünk azonban arról, hogy a fent ismertetett bevezetés módszertani kérdései állandóan a felszínen voltak Segnernél. Folyton foglalkoztatta, miképpen lehet belőle minél jobb pedagógus, főképpen hogyan tudja éppen a fizikát minél jobban tanítani.

Rávilágít erre Segner egyik, talán legfontosabb, alább ismertetendő munkája, amelyben a pörgettyű három egymásra merőleges szabadtengelyéről ír 1755-ben. E munka előszava bizonyos értelemben nemcsak Segner módszertani felfogásához, hanem életrajzához is újabb adalék.

Tudjuk, hogy Segner éppen Wolff híveinek makacs ellenállása következtében nem jutott el már 1735-ben Halléba. Ez a vágya csak 20 évi göttingai tanárkodás után teljesült, Euler jóvoltából. A Specimen theoriae turbinum éppen ebben az évben készült. Úgy látszik, ennek tulajdonítható, hogy ebben az értekezésben Segner többi dolgozatának személytelen és tárgyilagos hangjával ellentétben, a bevezetésben egyéni sorsáról, addigi pályafutásának eseményeiről, pedagógusi törekvéseiről is beszél.

Miután néhány oldalon keresztül jótevőjét, II. Frigyeset, a „filozófus királyt” dicsőíti, a felvilágosult abszolutizmus hívének mutatva magát, rátér arra, milyen boldogság számára, hogy Halléba kerülhetett, ebből az alkalomból üdvözli az egyetem professzorait és a város polgárait.

Ezután a következőket írja: „Valóban, amióta az első időben elkezdtem tanítani az akadémiákon, azt a törvényt állítottam fel magamnak, hogy gondosan vizsgáljam meg, hogy abban a tárgyban, amelyben a legjártasabb vagyok, mit adjak elő hallgatóimnak, hogy óvakodjam – amennyire emberi voltom engedti – a tévedésektől, amelyek annál károsabbak, minél fiatalabbak azok, akik azokat megragadják, mert annál nehezebben térnek el azoktól. Megkísérletem, hogy elválasszam a felesleget a lényegestől, és hogy azok számára, akik a tudomány kedvéért áramlanak felém, az út minél rövidebb legyen; de az idők múltával minél kevésbé engedtem meg – erre sok próbálkozás tanított –, hogy legyen más ok, mint amire a matematikai disciplínákkal lehet gyümölcsözően eljutni”.

Ma már a fiatalok is megtanulhatták ezt az igazságot. Geometriai aritmetikai könyvei igazolhatják és segítséget adhatnak az ifjúságnak ahhoz, hogy belássák, aki ezekben jártas, „a fizika-matematikai tételeket meg fogja érteni.”

Szokás néha „alkalmazott matematikának” nevezni a matematikát, az optikát az és asztronómiát is, pedig ez mind fizika, mert hiszen kísérleti alapon műveljük.

Itt hivatkozik azután német nyelvű tankönyvének bevezetésére, ahol ezeket a gondolatokat részletesen kifejtette, és leszögezte, hogy a sorrend milyen lényeges a fizikai tételek megértéséhez.

Ezután tankönyvének rövid jellemzését adja: „Ennek tíz szekciója van, amelyek közül a két első azokat a dolgokat tartalmazza, amelyeket véleményem szerint egyetlen tudós ember sem nélkülözhet, a három utolsó nem kevésbé hasznos dolgokkal foglalkozik, de ezek

megértéséhez már bizonyos tehetségre van szükség.” Ezért a két elsőt csak magántanításban magyarázza külön el, míg a három utóbbit nyilvánosan, sok példával és a kísérlettel. – Ez utóbbi kijelentés arra látszik utalni, mintha az előadások lényegesen rövidebbek lettek volna, mint amennyi egy tankönyvbe belefért. Az egyszerű dolgokat mindenki maga is megtanulhatta a könyvből, és csupán az arra (szellemileg) rászorulóknak nyertek belőlük külön oktatást, persze, ha megfizették, míg a bonyolultabb kérdések a nyilvános előadásokban is részletes diszkusszióra szorultak.

Erre utal Segnernek az a további kijelentése is, hogy akik „a legtöbb, legszebb” dolgot meg akarják tanulni, csinálják végig vezetése alatt az algebra, a mechanika, az optika és az asztronómia kollégiumait.

Az algebrát az elmúlt rövid évben alig tudta előadni a kis óraszám miatt. Azért mindkét félévben tartott két kollégiumot, az elsőben a közös alapelveket, a másodikban a magasabb algebrát adta elő, főképpen a görbék tulajdonságaira szorítkozva.

A mechanikai, optikai és asztronómiai előadásokat azonban úgy igyekezett koordinálni, hogy két év alatt mindenki meghallgathassa azokat, akik naponta két órát akarnak szánni ezekre a stúdiumokra. Majd a régiek geometriájából és fizikájából, valamint az újabbakéból, ahol valami érdekes volt, adott ki egy kis rövid könyvet és ezeket nyilvános előadásokon részletesen is kifejtette „remélve, hogy hallgatói tetszését megnyerte”.

Érdekes megnézni, milyen előadásokat szándékozott Segner Halléban tartani: négyszer egy héten lesz 9-től algebra, Clairault könyvének német fordítása alapján, német nyelven; ez azok számára lesz hasznos, akik még nincsenek otthon az aritmetikában.

Heti hat órában kísérletekkel illusztrálva fogja előadni Göttingában megjelent 'Scientia naturalis'-ának első két szekcióját, német nyelven. A többi három a következő félévre marad.

Heti öt órát fog kitenni három órától az aritmetika, geometria és trigonometria, Jénában kiadott 'Elementa' című könyve alapján, amelyet gyakorlati példákkal egészít ki.

Végül négy órákor, heti öt órában S'Gravesande 'Introductio ad philosophiam' c. könyve alapján fog előadni. A könyvet is le fogja fordítani németre, hogy a hallgatók a könyvtárban utánanézhessenek egyes dolgoknak. Itt Segner S'Gravesande könyvének metafizikai és logikai részére céloz, a fizikát – mint láttuk – saját könyve szerint adta elő.

Végeredményben megtudtuk, hogy Segner a hallei egyetemen az 1755–56 tanévben heti 19 órában tanított matematikát, kísérleti fizikát és filozófiát, tehát abban az időben ezeknek a tantárgyaknak előadása még Halleban is egy professzor feladata volt, nemcsak a felvidéki főiskolákon.

A kísérleti fizikának az óraszama, mint látjuk, elég magas, színvonaláról pedig felvilágosítást ad magának a könyvnek Segner által is említett tíz fejezete. I. A testek általános tulajdonságai. II. Az egyensúlyról. III. A cseppfolyós testek egyensúlyáról. IV. A levegőről. V. A vonzóerőről. VI. A tűzről. VII. A fényről. VIII. A különböző hatóerőktől származó mozgásokról. IX. Égítetek. X. A légkör jelenségei.

Mai nyelvre lefordítva: szilárd, cseppfolyós és légnemű testek statikája, hőtan (elektromosság), fény, rezgések és hangtan, égi mechanika, meteorológia. Más szóval a korhoz képest igen modern beosztású, szerkezetű és – tegyük hozzá – tárgyalású fizikakönyv. Az erőfogalom és az általános gravitáció éppoly kevéssé okoznak neki problémát, mint a légköri elektromosság.

Ugyanakkor a hő és fény kérdésében osztja kortársai bizonytalanságát, sőt bizonyos mértékig élesebben is látja az itt felvetődő problémákat. (Erre egyébként hőtani és fénytani dolgozatainak tárgyalásánál még visszatérünk).

Mind ebből a fizikatankönyvből, mind Segner matematikai és csillagászati tankönyveiből Segnert a korszak egyik legképzettebb tankönyvírójának ismerjük meg. Ezen a vonalon azonban van hozzá fogható itthon maradt honfitársai között is, például Makó Pál

vagy Horváth János személyében. Ami Segnert közülük és a többi hazai tudós közül kiemeli, az mégis elsősorban az alkotó fizikus eredetisége.

Segner fizikai dolgozatai (a már említett disszertációk és programok) néhány kisebb hőtani, ill. meteorológiai munkát nem számítva két nagyobb csoportra oszthatók: mechanikaiak és fénytaniak. Ez utóbbiak száma nem nagy, de Segner és Euler vitája miatt fontosak. Itt csak a mechanikai munkáit kívánjuk ismertetni.

Említettük, milyen nagy lehetett Segner dolgozatainak száma. Sajnos, ma ezekből aránylag keveset lehet megtalálni, és ezek nem is a legérdekesebbek. Amennyire azonban lehetséges volt, a budapesti Széchényi Könyvtár anyagából és a göttingai egyetemi könyvtárból kapott segítséggel sikerült Segnernek a nemzetközi szempontból is talán legjelentékenyebb működési területére vonatkozó cikkeinek legfontosabbjait összeállítani.

Hat részből álló dolgozatsorozatról van szó. Valamennyi az 1750-es évben került Göttingában kiadásra. Különböző nemzetiségű, svéd, lengyel, német, orosz stb. hallgatók doktorátusára készültek (de ezek is megjelentek, mint „programok” és mint folyóirat-közlemények is.)

A címek látszólag nem sokat mondanak. I. 'Néhány tétel a folyadékok természetéről.' II. 'J. A. Segner a folyadékok konkáv felületéről. IV. A konvex felületű folyadékok.' V. 'Egy hidraulikai gép elmélete.' VI. A minap leírt hidraulikus gép alakjának és a ható erőnek a kiszámítása.

Az első négy dolgozat lényegében csak előkészítés. Ezekben összefoglalja korának ismereteit a folyadékok természetéről. Megállapításai ma többé-kevésbé magától értetődőnek hangzanak (ahol éppen nem téved), de abban az időben (1750) még meglehetősen nagy zűrzavar uralkodott a folyadékok közt működő erőkről, kapillaritásról stb. Descartes, Leibniz, Wolff, Newton, Bosovich és követőik mind kissé másképp látták ezeket a kérdéseket, a tankönyvírók pedig mint a Felvidéken is, igyekeztek valami épkezláb magyarázatot összeszedni vagy az egyik, vagy a másik főbb elméletre támaszkodva.

Segner nem túl sokat spekulál. A kérdés „geometriája” okoz csak neki problémát. Szerette volna Clairaultnak a Föld alakjáról szóló könyvét megszerezni, de nem sikerült, így maga teremti meg a szükséges matematikát. Az I–IV. dolgozatokban Segner nem is megy sokkal tovább az egyszerű, kézenfekvő geometriai szemléletnél, és csak annyi elméleti előfelvetéssel dolgozik, amennyinek a kísérletek nem mondanak ellent, és amelyek alapján tovább tud haladni.

Ezeket bocsátja előre: A folyadékok igen kicsi, de határozott alakú részecskékből állnak, amelyeknek súlyuk van. Az összenyomóerőnek ellenállnak. A folyadékok részecskéi között igen nagy vonzóerők működnek, de ezek hatótávolsága rendkívül kicsi, illetve a távolsággal rohamosan csökken, valami eddig ismeretlen törvény szerint. A hatótávolság már nem érzékelhető.

Ezekből az alapelvekből kiindulva keresi Segner azokat az erőket, amelyek a folyadék felszínét megváltoztatják. A felszín megváltozására csak akkor kerül sor, ha az erők nincsenek egyensúlyban, azt kell tehát keresni, milyen feltételek mellett bomlik meg az egyensúly.

Az I. és II. dolgozatokban Segner megmutatja, hogy a folyadékokban jelenlevő részecskére milyen erők hatnak, amelyek a folyadéknak levegővel érintkező felületét megváltoztatni képesek. Visszavezeti ezeket az erőket a cseppet egy síkkal metszve azokra a T erőkre, amelyeknek irányai a síkmetszet és a vonzóerő hatásgömbjének a közös metszéspontjába esnek.

A III. és IV. dolgozatban a konkáv és konvex felületeket vizsgálja, tehát itt már nemcsak a folyadék felszínével érintkező részecskéket veszi figyelembe, hanem az edény fala és a folyadék közötti kölcsönhatást is. Nem elégszik meg azonban annak leszögezésével, hogy konkáv felület akkor jön létre, ha az adhézió nagyobb a kohéziónál stb., hanem feladatául tűzi

ki a DE görbe algebrai meghatározását. Itt tehát már elhagyja a pusztán geometriai szemléletet és bizonyítást és a végtelen kis  $ds$ , illetve  $dy$  koordinátaelemekkel, valamint integrállal számol. Az így kapott differenciálegyenletet egyes speciális esetekben meg is oldja, majd levonja a megfelelő fizikai következtetéseket. Ugyanezt a feladatot IV.-fejezetben is elvégzi konvex felületekre.

A számítások meglehetősen nehezen tekinthetők át a sok geometriai arány, sokféle jelölés, sokszor felesleges betűk használata miatt (amint azt talán az I-, III- és IV-hez tartozó ábrák is érzékeltetik.) Ez a felesleges bonyolultság azonban a kor sajátja volt, és Segner már egyenleteket is használ, nemcsak arányokat, bár pl. a négyzetes tagokat sokszor írja szorzatként, ami az áttekinthetőséget szintén zavarja. Mindenesetre Segner megmutatja ezekben a munkákban, hogy az analízis eszközeit ezekben az egyszerűbb esetekben jól tudja alkalmazni.

Maga sem tulajdonít azonban az egész dolgozatsorozatnak túl nagy jelentőséget, sőt úgy érzi, még mentegetőznie is kell: „Lesznek, akik ezt a munkát feleslegesnek fogják tartani. Pedig a természet dolgaiban akármilyen részletkérdésekben vizsgálódunk, azt soha sem szabad hiábavalónak tartanunk”.

Hogy mennyire igaza volt Segnernek ezekben a szavakban, azt éppen a két következő munka, az V. és VI. igazolja, amelynek a hidraulikus gépeknek mind az elméletében, mind a szerkesztésében igen nagy jelentőségük volt.

Rosenberger olyan fizikusnak nevezi Segnert, aki „nem egészen terméketlen ötletek nélkül működött a fizikában”. Weszprémi István viszont azt írja róla: „Örvendhet az egész Némethon, hogy minden biztonnal a halhatatlan Newton támad most föl neki ebben a mi honfitársunkban.” Az igazság nyilván Rosenberger vállveregetése és túlzása között van. Segner nem tartozott az egészen kiemelkedő fizikusok közé, de mind a hidraulikus gépekre vonatkozó vizsgálatait, mind a pörgettyű forgásával kapcsolatos felfedezései fontos láncszemei a technika és az elméleti mechanika fejlődésének, már csak Eulerre gyakorolt nagy hatásuk miatt is.

Mint már többször rámutattunk más problémákkal kapcsolatban, a gépek technikája és így különféle hidraulikus gépeké is elég fejlett volt, anélkül, hogy bármiféle elmélet lett volna. Tulajdonképpen már a „Segner-kerék” elve is ismeretes volt az ókorban, mint Héron eolipilje, vagy mint Philon szökőkútja (i. e. 230.).

Segner és Euler azonban úgy látszik, erre nem gondoltak. Mindenesetre Segner érdeme, hogy az oldalnyomás reakcióereje által hajtott gép ötletét nemcsak felvetette, hanem az első számításokat az erő és az ellenállás, azaz a hatásfok nagyságára is elvégezte.

Az említett két dolgozatban, az V.-ben és VI.-ban ismerteti Segner elgondolásait. Az elv a látható: vízzel töltött henger alakú edény oldalán nyílással ellátott cső. A nyílásból kiszökkenő víz reakcióerejének hatására az edény ellenkező irányban elfordul, és ekkor növekszik a kifolyási sebesség.

Kiszámítja tehát a kifolyási sebességet és az egyensúlyozó erőt egy, majd  $n$  cső esetére, utána pedig meghatározza a centrifugális erő következtében fellépő sebességnövekedést, és arra a következtetésre jut, hogy a sebesség minden határon túl növekszik, ha a különböző ellenállások miatt nem csökkenne le és állna meg egy konstans értékénél.

A VI. dolgozatban azután megpróbálja a hatásfokot pontosan kiszámítani, most már a négy csővel ellátott edényre. Számításai, éppúgy, mint Euleréi elég nehezen követhetők a fentiek miatt, de modern fogalmakkal és írásmóddal a dimenziók helyes figyelembevételével, a forgási impulzus megmaradásának tételével, valamint az energia tétellel elemi úton kiszámítható mind a forgatónyomaték, mind a hatásfok, amelynek szélsőértéke valóban I, végtelen nagy forgási sebesség esetében.

Ha megnézzük Eulernek azokat a dolgozatait, amelyekhez a Segner-kerék adta az inspirációt, akkor értjük meg igazán Segner egyszerűnek látszó felfedezésének jelentőségét.

Amellett Euler sohasem mulasztja el kiemelni, hogy az alapötlet kinek az érdeme. Segner dolgozatának megjelenése után több terjedelmes tanulmányban foglalkozik a hidraulikus gépek elméletével, és ezeknek többnyire még címében is kifejezésre juttatja Segner szerepét: 'Kutatások a Segner göttingai professzor úr által javasolt hidraulikus gép hatásfokával kapcsolatban. Egy hidraulikus gép effektusának meghatározása, amelyet Segner, göttingai professzor úr talált fel. Mozgó csöveken átfolyó víz mozgásáról és reakciójáról. Segner úr gépének alkalmazása mindenféle munkára és előnyei más hidraulikus gépekkel szemben, amelyet általában használnak stb.' Ezek a tanulmányok mind az 1750–53-as években jelentek meg a korszak legerősebb tudományos folyóirataiban és berlini és a pétervári akadémia kommentárjaiban, és így nem tévedünk, ha Segner nagy nemzetközi hírnevét a maga korában Euler ezen munkáinak tulajdoníthatjuk.

Segner felfedezése azonban nemcsak Euler fenti kutatásaihoz adott indítást, hanem a Segner-kerék csövén kifolyó víz mozgásának vizsgálata vezette Eulert a folyadékok relatív mozgásának intenzív kutatásához is. Még itt sem feledkezik el azonban Segner teljesítményéről. 'A folyadékok mozgásának általános elméleté'-ben, 1755-ben, ezt írja: 'A végtelen egyenes csövekben folyó folyadék mozgásával kapcsolatban különleges problémák merülnek fel, ha a csövek nincsenek nyugalomban, hanem valamely tengely körül forognak. Hosszú ideig foglalkoztam ezzel a témával néhány mémoires-ban, amelyeket egy ugyanolyan szellemes, mint új géppel kapcsolatban írtam, amelyet Segner titkos tanácsos úr talált fel Halléban.'

Maga Segner nem elégedett meg az ötlet felvetésével és az első számítások elvégzésével. A Göttingen melletti Nörtenben megépítették a gépet egy olajmalomhoz, és üzembe is helyezték. További sorsáról sajnos közelebbit nem tudni, csak annyit, hogy a vízhozamot egy üvegből való Pitot-csővel mérték, és valószínű, hogy ez volt az 1730-ban feltalált vízsebességmérőnek első gyakorlati alkalmazása.

Ez a tények tekinthető, de részleteiben meg nem erősített adat összhangban áll azzal a saját matematikai képességei iránt támasztott pesszimizmussal, amellyel Segner VI. számú dolgozatát befejezi: nem látja még olyan világosan, mint Euler, milyen külső erővel kellene elérni azt a sebességet (fordulatszámot), amely azután konstans maradna. „Remélhető, hogy miután ezt elértük, a mozgás már állandó marad. Nem merném azonban magamat, mint ilyen geometert beállítani, mivel mindaz, amit részleteiben tudni kell a hidraulikáról, úgy látszik, hogyha nem is az emberi erőket, de az én képességeimet meghaladják. De amit az ész (ratio) nem tudott felderíteni azt talán az igazság felkutatásának másik eszköze, a tapasztalat fogja felfedni.”

Euler munkássága megmutatta, hogy a feladat „geometriailag”, azaz „ratione” is megoldható, sőt, Segner és Euler együttműködése nem is fejeződik be a turbinák elméletének kidolgozásával, hanem folytatódik egy másik területen, amelyen ugyancsak klasszikus eredményeket köszönhet Eulernek az elméleti mechanika.

Ma már csak néhány fizikatörténet tartja számon, s a köztudatban kevésbé él (nem úgy, mint a Segner-kerék, hogy a pörgettyű három egymásra merőleges szabad tengelyének, tehát lényegében a tehetetlenségi ellipszoid három fő tehetetlenségi tengelyének felismerése is Segnertől származik. Tehát lényegében a forgó merev test közismert Euler-féle mozgásegyenleteinek felállításához is Segner adta az indítást.

Segnernek ez az 1755-ben, tehát már hallei professzorsága alatt megjelent dolgozata, amelynek előszavából életrajzával kapcsolatban már idéztünk, ugyancsak az elméleti fizikust mutatja, de aki a gyakorlati alkalmazhatóságot is szem előtt tartja. Ebben Segner a már ismertett személyes és módszertani vonatkozások után a pörgettyű irodalmi és technikai történetét, alkalmazási lehetőségeit (pl. hajókon az állandó irány tartására) mondja el röviden, majd az előbbiekhöz hasonló igen bonyolult geometriai levezetésekkel mutatja meg, hogy általában milyen esetekben lehet a tengely körül forgó merev test egyensúlyban, és melyek

lehetnek a pörgettyű „szabad tengelyei”. Segner ezt a kifejezést még nem használja, csupán a tengelyről beszél, de az értelme világos. Az ábrán látható meglehetősen bonyolult jelölésekkel számolja ki integrállal az egyes tengelyekre vonatkozó nyomatékokat, amelyek között egy másodfokú egyenletet állít fel. Ennek az egyenletnek sík pörgettyű esetén csak egy valós gyöke van, térben kettő, de ebből még nem következik, hogy csak két tengely lehetséges, mert az egyenletben a konstansnak vett koefficiensek változhatnak stb.

Ez a munkája Segnernek kétségkívül a legkiforrottabb. Ha megpróbálnánk levezetéseit mai írásmódra áttenni, sok feleslegesen triviális bizonyítgatást elhagynánk, egészen közel jutnánk az Euler-egyenletek mai alakjához, mert Eulernek eredeti dolgozatai sem sokkal könnyebben olvashatók, mint Segner munkája.

Eulernek a szilárd és merev testekről írt munkája 1765-ben jelent meg. Karsten, írta az előszót. Ebben a következőket olvashatjuk; „Lehet, hogy a mechanikai írók közül már mások is foglalkoztak a tehetetlenségi középponton átmenő ilyenféle tengelyekkel, amelyek körül a test szabadon foroghat, feltéve, hogy a forgásból származó centrifugális erő momentumai kölcsönösen megsemmisítik egymást; erősen kételkedem abban, hogy Euler előtt valaki is kitalálta volna, hogy a testeknek egyetemes tulajdonsága, hogy bármely testben három ilyen szabad tengely van, hacsak ki nem veszem a kitűnő Segner urat, aki szakszerűen megmutatta a testeknek ezt a tulajdonságát Halleban 1755-ben megjelent Specimen theoriae turbinum című művében. Alább Karsten Eulernek ilyen jellegű korábbi munkásságát ismerteti, amelyekre különben Segner is céloz. 1749–50 táján kezdett Euler a merev testek forgásával foglalkozni, de akkor azt abbahagyta, írja ő is a pörgettyűvel kapcsolatban. „De az a módszer – folytatja Karsten –, amelyet abban az időben használt a kiváló szerző, annál sokkal nagyobb tökéletességre tett szert, amióta Segner felfedezte a testeknek azt a fontos tulajdonságát, hogy három főtengelyük van, ezt a tulajdonságot maga a mi szerzőnk is a mechanikában nagy sikerrel alkalmazta.”

Amint látszik, Segner nemcsak kiváló tankönyvszerző, jó matematikus és elméleti fizikus, hanem szerencsés tudós is volt, akinek lényeges felfedezéseit kortársait számon tartották, és nem akarták tőle elvitatni. Sajnos kérdésesnek látszik, ugyanilyen megbecsülés jutott volna-e osztályrészül neki a külföldi tudósok részéről, ha itthon marad, mint Weszprémi szerette volna. Bár valószínű, hogy munkáinak egy része létre sem jöhetett volna...

Segner tudományos, sőt kimondottan fizikusi tevékenységét még távolról sem mérítettük ki, de a fenti három dolgozat mindenképpen munkásságának tetőpontját jelenti. Fénytani nézeteire, Eulerrel való vitájára pedig még visszatérünk.

Most még egy ugyancsak külföldön élő, az pozsonyi származású, bár Segnernél sokkal kevésbé jelentős, de nem egészen érdektelen tudós mechanikai munkáiról emlékezünk meg.

### Segner felvidéki származású tanítványa, Matskó János Mátyás

Mind a felvidéki, mind a nemzetközi tudománytörténetben Matskó János Mátyás (1721–1796) emléke csupán az életrajzi lexikonok lapjain él. Ott is csak keveset találunk róla, csupán annyit, hogy Pozsonyban született, hazáját 1741-ben hagyta el, minden valószínűség szerint Jénában és Göttingában tanult. Valóban, a göttingai egyetem matrikulájában olvasható a következő bejegyzés: „6. Mai 1743 Matthias Matskó Posenio Hungarus ex Ac. Jen. Pauper.”

Ebből a bejegyzésből tehát megállapítható, hogy Matskó Jénából ment Göttingába, ahol a dátumot egybevetve Segner életrajzával, éppen Segnert hallgatta. A „pauper” (szegény) szó arra utal, hogy ösztöndíjas, vagy legalábbis tandíjmentes lehet.

Matskó később Thornban (Torun), Rintelmben és Casselban volt tanár. Ezeknek a városoknak a „gimnáziumai” olyan akadémia jellegű iskolák voltak, amelyek átmenetet

képeztek a közép- és főiskola között. Matskó munkássága azt mutatja, hogy ezekben az iskolákban is elég sok műszaki és természettudományt tanultak, de talán nem mindent egészen kötelező jelleggel.

Szinnyei több munkáját is felsorolja, közöttük mintha nagyobb terjedelmű mechanikai munkák is lennének, de ezeknek még eddig nem sikerült nyomára akadni. Sőt Magyarországon és Szlovákiában egyetlen sor írását sem sikerült megtalálni. Ismét Göttinga segített: elküldte Matskó disszertációjának és „programjának” egy 10 darabból álló köteget, amely Matskó 1761–1768 közötti dolgozatait tartalmazza, amelyet Rintelben és Casselban való működésre jellemzőek.

Az egy kötetbe került 10 dolgozat, amely minden valószínűség szerint csak mutató Matskó munkásságából, nem egyforma értékű.

Egy részük kimondottan mechanikai, helyesebben hidrodinamikai kérdésekkel foglalkozik. Ezekben, valamint a többi munkájában is a Segner iránti nagy tisztelet nyilvánul meg, aki – főképpen a folyadékok fizikájának kutatásában – mestere és mintaképe lehetett.

Matskót elsősorban azok a gyakorlati kérdések érdeklik, amelyek általában a korszak műszaki érdeklődésének is középpontjában állnak: nyíláson kifolyó víz sebessége, vízi kerekek hatásfokának emelése. A fogalmak körül itt meglehetősen nagy volt a zűrzavar. Eulernek a turbinák hatásfokára végzett említett számításai nem voltak közismertek. A hatások fogalmát általában Smeatonnak sikerült ugyan 1776-ban valamennyire tisztázni, de Matskó idejében még Bélidor és Parent, akiknek a munkáit Segneréi mellett Matskó elsősorban tanulmányozta, sok kérdést félreértettek.

A fő kérdés ugyanis az volt, hogy milyen sebességgel kell egy vízi keréknek forognia az áramló víz sebességéhez képest, hogy a legjobb teljesítményt adja. Matskó először elméletileg kiszámítja az egy nyíláson kifolyó víz mennyiségét. Tudja, hogy a valóságban az érték kisebb. Szerinte ez az, amit a matematikában járatanok nem tudnak. Szélsőérték számítással meghatározza a hatásfokot, és erre ő is  $4/27$ -et kap, mint Bélidor, de ezt túl kicsinek találja.

A hatásfok növeléshez az első lépés szerint a víz sebességének mérését sokkal pontosabban kell elvégezni, akkor lehet azután a legkedvezőbb hatásfokot adó méreteket, küllők számát, tömegét meghatározni. Ez a sebességmérés valóban új Matskó munkáiban, ezért szerepel mindkét idézett munkájában. Matskó a sebességmérést egy ingával végzi AB-t és BC-t egyenlő részekre kell osztani. Ha a szerkezetet vízbe mártjuk, az inga kilendül. A hosszából, amelyet az inga BC-ből levág, kiszámítható az A-nál levő szög tangense és a sebesség. A további számolgatások a hatásfokra már nem érdekesek, de az kiderül belőlük, hogy Matskó világosan látta a mérnök feladatát és módszerét elméleti problémák alkalmazásánál.

A másik, sokat és kevés eredménnyel tárgyalt probléma volt a hajított testek pályájának kiszámítása. Azt, hogy a közegellenállás a sebesség négyzetével arányos, már Newton megállapította, de ez csak közelítőleg igaz. Matskó 'Nagyobb tüzes golyók hajításáról' szóló 1762-es dolgozatában arra az eredményre jut, hogy ha a levegő ellenállását már a kezdősebesség kiszámításánál figyelembe vesszük, többet nem kell vele törődni. Ehhez az eredményhez – mint mondja – Bélidortól függetlenül jutott el, de elismeri, hogy Robins erre vonatkozó számításai pontosabbak. Szerinte módszerének előnye, hogy a tüzekek is könnyen megtanulhatják. Matskó e nem túl újszerű fejtegetéseit a következő érdekes kijelentéssel zárja. Lehet, hogy egyesek lebecsülik ezeket a vizsgálatokat, pedig nincs igazuk, még az is lehet, hogy „bizony meg fogjuk még hallani, hogy valaki kitérve a Föld szűk keretei közül, expedíciót fog rendezni elsőnek a Holdra, a Jupiterre és a Saturnuszra.”

A mechanika elméleti kérdései, úgy látszik, kevésbé érdeklik Matskót. A tíz dolgozat közül kettő foglalkozik ugyan ilyen kérdésekkel is: 'Az erők általános elmélete' és 'Differenciálszámítás alapjai és egyes alkalmazásai' címűek, de ezek közül az első csak címében viseli az elmélet szót, a másik pedig főképp a Leibniz–Newton prioritási vitát tárgyalja.

Az erők elmélete című dolgozatnak azonban az érdekessége, hogy még mindig a Torricelli-tétel hatásfokát vizsgálgatva, kiköt annál a megállapításnál, hogy Segnernek Euler által javított szerkezete a legjobb.

A többi e kötetbe foglalt dolgozat már nem érdekes. Rövid matematikai, csillagászati elmefuttatások, illetve üdvözlőbeszéd a rektorhoz stb.

Matskó minden egyes dolgozatban elmondja, mit fog a következő szemeszterben tanítani (ezért program!) és kinek a könyvéből. Segner, Clairault, La Caille nevei mellett – a többi felvidéki professzorok által is sűrűn idézett szerzők – Kaestner stb. szerepelnek. Az iskolák oktatási rendje talán annival színvonalasabb, mint a felvidéki királyi akadémiáké, hogy itt korábbi időpontban találjuk meg azokat a tantárgyakat, problémákat, amelyek ott csak a század legvégén kerülnek előtérbe. Egyben azonban feltétlenül megvan az egyezés: Segner, Matskó éppúgy szabadkozik és ígéretet tesz, hogy nem fog túl sok matematikát használni, mint Makó, Horváth, Kováts-Martiny Gábor vagy Tomcsányi.

Matskó ezen ismertett dolgozataiban tehát nem sok új eredményt hoz. Ismételten hangsúlyoznunk kell azonban, hogy minden valószínűség szerint ennél többet dolgozott. Másrészt számunkra még ezek a csekély eredmények is jelentősek annyiban, hogy a XVIII. századból, amely még igen szegény volt felvidéki alkotó fizikusokban, egy eddig ismeretlen tudós munkásságát valamivel közelebből megismerhettük.

#### Chudý Josef (József) optikai és akusztikai távírója

Nem egyszerű dolog besorolni technikusok és feltalálók közé a zenész Chudý J.-t (1763–1805), aki 1787-ben összeállította az optikai telegráfot.

Chudý J. életéről nagyon keveset tudunk. Pozsonyban született, talán 1752-ben, és 1805-ben Pesten halt meg. Erdődy gróf pozsonyi német színházában működött mint karmester, majd később Pesten zeneszerzőként dolgozott.

Chudý a technika terén kifejtett tevékenységének nem szenteltek túl nagy figyelmet eddig. Egy rövid cikket Lósy-Schmidt 1932-ben jelentetett meg e témáról.

Hogy kellőképpen tudjuk értékelni Chudý találmányát, röviden meg kell ismerkednünk az optikai távíró történetével. Már a görögök és a perzsák használtak a gyorsabb híráramlásra különböző jeleket, tűz formájában vagy akusztikai jeleket adtak stafétafutás segítségével. A jelrendszer megalkotásáról komolyabban csak a XVIII. században kezdtek gondolkodni. A német J. A. Bergstasser (1732–1812) munkája mellett dolgozott rajta a francia Claude Chappe (1763–1805) is, aki elsőként nyújtotta be 1791-ben a francia tudósoknak az optikai távírójának tervét. Ez a terv aztán 1793-ban realizálódott Párizs és Lille között. Tekintettel erre a tényre, Chudý munkájának mely Budán „Beschreibung eines Telegraphs, welcher im Jahr 1787 zu Pressburg in Ungarn ist entdeckt worden” címmel jelent meg, úttörő szerepe volt.

Az említett könyv címdaláról hiányzik nemcsak a kiadás éve, hanem a szerző neve is. Ha Chudý találmánya 1787-ben megvalósult, akkor 4 évvel megelőzte Claude Chappe-ot, az ő műve is nyomtatásban csak később jelent meg, feltételezzük, hogy 1791 vagy 1792-ben. Chudý neve a könyvben csak az előszó végén jelenik meg. Az előszón kívül e könyv még két részt tartalmaz. Az optikai távíró leírását az „Einleitung” című részben találjuk, míg az akusztikai távíróról a következő részben ír, melynek címe „Etwas von den Tönen”. Mint ahogy már említettük optikai jelek leadásának módszereit már régóta ismerték, Chudý rendszere azonban nagyon egyszerű és ötletes. Az egész műszer egy egyszerű dobozka, melyben 8 sor, soronként öt azonos méretű nyílás található. A nyílások háttérben találhatók a zárak, melyekkel a nyílásokat, melyek a dobozban lévő fény által meg vannak világítva, besötétíthetjük. A világos és sötét nyílások kombinációja az egyes sorokban az abc és a számok különböző jeleit hozzák létre. Chudý saját rendszerét a német abc-re alkotta meg. A

tervet nem dolgozta ki részletesen, de az ötlet jó és nem sokkal komplikáltabb, mint Morse abc-je.

Az akusztikai jelekkel kapcsolatban Chudýnak két ötlete volt: az egyikben a dobnak kellene érvényesülnie, a másikban harangnak. A dob esetében magas és mély hangok, tónusok kombinációit ajánlotta ötosztályos variációkban. A harang használatának esetében úgy oldotta meg a problémát, hogy egy ütés annyit jelent mint a dob egy mély hangja, míg a két ütés megegyezik a dob magas hangjával. Tervezte e két rendszer egyesítését is, azonban Magyarországon nem talált megértésre, ezért találmányát csak leírta, amikor megtudta, hogy sikere volt Postumimban, ahol bemutatták a porosz királynak. Ha Chudý nem jelentette volna meg ezeket az ötleteit, feledésbe merültek volna mint zenei művei.