

# A TUDOMÁNY ÉRTELMEZÉSÉNEK FELÜLVIZSGÁLATA

**Prof. Dr.- Ing. e.h. Polónyi István**

Egy megtisztelés - főként egy akadémiai megtisztelés célja, hogy az illetőt megvigasztaljuk testi és szellemi erejének csökkenéséért. Tehát a mai nap számomra szembesülést is jelent saját állapotommal.

Ennek ellenére én mégis örülök ennek a megtiszteltetésnek. Jól esik megtapasztalni, hogy tevékenységemet nagy vonalaiban elfogadják, és hogy sikerült valamit megvalósítani.

Diplomám megszerzése után Gnädig Miklóstól tanultam meg, mit is jelent mérnöknek lenni és hogyan kell tartószerkezeteket tervezni. Úgy gondoltam, lehetséges kell legyen ezt az egyetemen is oktatni. Meg is próbáltam. Az a nagy szerencse ért, hogy megismerkedtem Harald Deilmannal, és az alkalmunk nyílt egy koncepciót megvalósítani, melynek neve a Dortmundi Építőipari Modell, s melynek célja, hogy ne csak mérnöki tudományokat oktassunk, hanem tartószerkezeti mérnököket képezzünk ki. Kezdetől fogva világos volt, hogy ez csak a mérnök- és építészképzés szoros összecsatolásával lehetséges, de azt is tudtuk, hogy ez az összekapcsolás főként az építészeknek jelent majd előnyt.

Hálás vagyok Gnädig Miklósnak és Harald Deilmannnak, akik a mai napig egyengették életutamat. Köszönettel tartozom a számtalan kollégának, építésznek, mérnöknek, hallgatónak, akikkel együtt dolgozhattam, s akiktől akaratlanul vagy éppenséggel észrevétlenül, de sokat tanulhattam.

Különösen megtisztelő az, hogy a Kasseli Tudományegyetem díszdoktori címét kaphatom meg. Nem csak azért, mert néhány szál ide köt. Egy öreg egyetemnek szabad, de nem kötelező gondolkodni. Egy újonnan alapított egyetem azonban, már amennyiben új szerkezetre épül, köteles gondolkodni! Új döntéseket kell meghozzon az oktatási tartalmak és oktatási formák tekintetében. Ha az építészeti tanszék első díszdoktorának választott, akkor ezzel nem csak egy teljesítményt méltatnak, hanem egy adott tartalmi átfedést is dokumentálnak. Bizonyos értelemben azonosulásról van itt szó. Ez pedig bátorít minket a „Dortmundi Építőipari Modell” megvalósításában.

## Pitagorasztól a „Dortmundi Építőipari Modellig”

Miután húsz éven át szippantotta magába az egyiptomi és babiloni ősrégi kultúrák tömjén és a keleti tudományainak illatát, a 40 éves Pitagorasz 570-ben visszatért szülővárosában, Samosba. Egyiptomból hozta magával tételét, mellyel már az egyiptomiaknak is segített a derékszög mérésében piramisépítésekénél, valamint innen hozta az orfikát is.

Az orfika megalapítója „a regés énekes Orfeusz”. „Ő (az orfika) terjesztette el, hogy a lélek isteni eredetű, aki korábbi vétkei miatt arra ítéltetett, hogy testből testbe vándoroljon, de megtisztulás és aszkézis által képes arra, hogy az újjászületések láncát áttörje, és az istenséghez emelkedjen, vele eggyé válva az örök üdvösségben.” (Harro Heuser)

Samosi honfitársai nem igazán akartak hallani az aszkézisről, ezért Pitagorasz kereket oldott és Krotoneba ment. Ez volt az oka annak, hogy a samosiak a fővárosukat róla nevezték el. Krotoneban Pitagorasz megalapította a Pitagoraszi Szövetséget. Ez egy arisztokratikus-vallási rend volt, mely komoly politikai befolyást gyakorolt, amiért is őt és az ő követőit -510-ben elűldözték és meggyilkolták. Störer szerint Pitagorasz használta először a „filozófus” kifejezést (= a bölcsesség barátja), habár a bölcsesség alatt természetesen azt kellett érteni, amit ő kiagyalt.

A babilóniai asztrálteológiát és számmisztikát „a zene számtani törvényeinek felfedezésével” gazdagította. Az ő számokba vetett hitét a mai napig sem vetköztük le.

Harro Heuser: „Keleti útipoggyászában Pitagorasz csak empirikusan kipróbált recepteket talált, amelyekkel, ha minden jól ment (és éppenséggel nem mindig mentek jól a dolgok), ki lehetett számolni a földek felületét, a raktárépületek térfogatát, a csatornaépítések munkaóráit, az örökségek elosztását és az adókat. Az ilyen ügyes fogásokat az egyiptomiak olyan útmutatónak tekintették, amelyek ’elvezetnek az összes sötét dolog tudásának megszerzéséhez’.” Ennek a szegény- ember- matematikának hiányoztak a logikai bizonyítékok és annak belátása, hogy az olyan matematikai tárgyak, mint a számok és ábrák, szellemi alkotások, amelyeket élesen el kell különíteni az érzékelt világtól. A keletiek ismerték a kereket és a mezőt, de nem ismerték sem a kört, sem a négyszöget.” „Általa (Pitagorasz által) vált a matematika az építészek és adóbehajtók segédeszközéből önálló tudománnyá.”

S még mindig Harro Heusert kell idézzem: „Az összemérhetetlenség tényei (amelyek éppen a pitagoraszi tételből váltak felismerhetővé) és „a szám a minden” vágyálom közti konfliktus készítette a pythagoreusokat a HIPOTETIKUS-DEDUKTÍV eljárás kidolgozására.”

„Bizonyítani annyit jelent, mint egy okot megnevezni. De ennek is kell legyen egy oka, ez utóbbinak pedig szintén kell legyen egy oka, és így tovább. Világos, hogy ez az okozatról okra való visszalépegetés szakadékba vezet. Egyszer meg kell állni egy ténynél, ami olyannyira nyilvánvaló, hogy ép elmével azt nem lehet kétségbe vonni. És az ilyen tényekből kiindulva lehet majd megpróbálni, a logikai következtetések fonalát követve, elérni a kívánt eredményeket. Ezeket a nyilvánvaló tényeket nevezték a pythagoreusok hipotéziseknek, ami szó szerint 'bizonyítékot', 'alapot', jelent.” „Ám éppen ez az a folyamat, amire ma úgy tekintünk, mint ami a matematikát valójában matematikává tette.

Ha Arisztotelész úgy vélte, a pythagoreusok „foglalkoztak először komolyan a matematikával”, mi még határozottabban állíthatjuk, hogy ők teremtették meg a mai értelmezésünk szerinti matematikát. Ez az ő legnagyobb és leghathatósabb teljesítményük.”

Bertrand Russel Pitagoraszt „az egyik legfontosabb személynek” tarja és úgy véli, senki más „nem volt a gondolkodás birodalmában ilyen befolyásos”.

A pitagoraszi gondolkodást, a dedukciót Plátó, Arisztotelész és mások „megnemesítették”: ekképpen egy általános alapelvből egy sajátosat lehet levezetni.

Az alapelvek, az axiómák alapvető elméleti felismerések, amelyeket nem lehet bizonyítani, s amelyek a bizonyítást nem is igénylik. Nyilvánvaló, hogy az alapelvek feltevéseit magyarázzuk ahhoz, hogy ezek mentesüljenek a bizonyítási kényszer alól. A dedukció módszere a keresztény egyház felfogásába is jól beillett. A keresztény filozófusok számára sem jelentett ez gondot. Axiómaként Istent nevezték meg, amiből minden továbbit le lehet vezetni.

Könnyen bizonyítható, hogy a dedukció hatalmi gondolkodás.

Roger Bacon már a 13. században megfogalmazta a természettudományok lépéseit: tapasztalat, kísérlet, matematika. A kísérlet a paraméterek különválasztása. Figyeljék meg a sorrendet: tapasztalat, kísérlet, matematika. Ez egy induktív gondolkodásmód. Őt „lecsukták, életének egész hátralevő részére egy börtönbe zárták, ahol valószínűleg 1294-ben meghalt”. (Störer)

Leonardo da Vinci elővigyázatosabb volt. Ő nem tanított. Jegyzetfüzeteit gondosan őrizte. Az általa gyakorlott gondolkodásmódot egy évszázaddal később Galilei vállalta fel nyilvánosan. Az ő egyházzal folytatott vitájában nem az volt a probléma, hogy a Föld a Nap körül forog. Ezt Kopernikusz már száz évvel azelőtt megállapította. Einstein óta tudjuk, hogy minden hivatkozási pont helyénvaló, mert minden mozog. Ha a naprendszerünk viszonylagos mozgásait tekintjük, akkor a Nap hivatkozási pontként való meghatározása ésszerű, mert így viszonylag egyszerűen le lehet írni a pályákat.

Galileit azzal vádolták, hogy a pitagoraszi- keresztény gondolkodásmódot az induktív gondolkodással akarta helyettesíteni, amelynek kezdetei már Archimédesznél megfigyelhetőek és, mint említettem, amelyet Leonardo is gyakorolt. Az Egyháznak ez a gondolkodás veszélyesnek tűnt, s a történelem igazolta is, hogy joggal tűnt annak. Az, hogy egy lényegtelen dolgot, mint például a heliocentrikus szemlélet, felfűjtak, egy jól bevált és ma is gyakran használt módszer.

Galilei kortársa, Francis Bacon alapította meg az angol empirizmust. Számára a tudás egyetlen megbízható forrása *„a tapasztalat (megfigyelés és kísérlet), az egyedüli helyes módszer pedig, ami továbbvezet a törvények felismeréséhez az INDUKCIÓ.”*

*„A 17. század más nagy gondolkodóihoz hasonlóan Descartes (René Descartes, latinul: Renatus Cartesius) egy általános gondolkodási eljárást keresett, ami lehetővé tenné a felfedezések megkönnyítését és a tudományokban rejlő igazságok felismerését. Mivel az egyetlen ismert természettudomány, melynek felépítése többé-kevésbé összefüggő rendszert alkotott a mechanika volt, s mert a mechanika megértésének kulcsát a matematika képezte, így lett a matematika az univerzum megértésének legfontosabb segédeszköze. Ezen felül a matematika, meggyőző kijelentéseinek köszönhetően, önmaga is remek példája volt annak, hogy az igazságot meg lehet találni a tudományban. Ennek a kornak a mechanikus filozófiája egészen más okból ugyan, de olyan szemléletre jutott, ami hasonlított a plátóistákéhoz. Úgy a plátóisták, akik az univerzum harmóniájában hittek, mint a karteziánusok, akik egy általános, értelmén alapuló módszerben hittek, a matematikában látták meg a tudományok királyát.”*

Idézet Struik *A matematika történetének áttekintése* című írásából.

A zürichi ETH műszaki főiskolán a mechanika fejlődéstörténetéről tartott előadásaiban Fiertz a következőket mondta, miután kifejtette, hogy az ütközési törvények, amelyek a Descartes- féle fizika alapját képezik, elégtelenek, sőt mi több tévesek is: *„Descartes tudományos kudarca és közönségsikere tanulságos. Ugyan Descartes ismerte Galilei írásait, de nem értette és így elutasította őket. Számára Galilei matematikája régimódinak és primitívnek tűnt. Szerinte a ott tárgyalt idealizált folyamatoknak semmi közük a valósághoz. Úgy vélte, Galilei túlságosan önkényesen ragad ki egy-egy egyedi folyamatot anélkül, hogy a nagy egészet figyelembe venné. Véleménye szerint például értelmetlen a vákuumban való szabad esést, vagyis egy gyorsított mozgást figyelni, mert először is nincs vákuum, másodsorban pedig a vákuumban nem lehetséges a gyorsítás, hisz ez csak akkor jön létre, ha a test sebességét más testek lökései pl. az éteré megváltoztatják. A fizikusok végül is Galileinek adtak igazat, és az általa mutatott úton, az archimédeszi úton haladtak tovább. Ennek nyilvánvalóan az lett a következménye, hogy a matematikai fizikát nehéz megérteni,*

*mert kijelentései a lehető legnagyobb mértékben elvont-matematikai közlések, amelyek mégis természeti folyamatokra akarnak utalni. Ehhez képes kell lenni meglátni a matematikát a természetben és a matematikai képleteket a természeti folyamatok leírásaként értelmezni. Molière Trissotinja, Armandeja és Philaminteja erre semmiképpen nem lettek volna képesek. De arra azért vállalkoztak egyesek, hogy egy világképet alkotnak, egy folyamatot az éterörvénylés és az ütközések közepette szemléletesen magyarázzanak, csak épp arra nem szabad pontosan rákérdezni mit és hogyan magyaráznak. Ekképpen lett a 17. század tanult világa kartéziánus.”*

Descartes a racionalizmus, jobban mondva a neo- racionalizmus megteremtője.

A Schmidt és Schischkoff féle Filozófiai Szótárában ez áll: „ A racionalizmus korában született meg a tudomány új fogalma, ami egyet jelentett a matematika és a természettudományok fogalmával. Azóta a 'tudományos' azt jelenti, hogy matematika-természettudományi nyelven kifejtett... A racionalizmus korlátlan hatalmat tulajdonít a rációnak, amellyel szemben semmilyen fellebbviteli fórumnál nem lehet fellebbezni. A racionalizmus rendszerében nincs helye a metafizikának.” Láthatják tehát, hogy a racionalizmus, megragadva Pitagorasz, Plátó és Archimédesz alap gondolatát, befolyásolta a mi tudományértelmezésünket. Ezért illendő a racionalizmussal közelebbről is foglalkozni.

Mi a racionalizmus alapelve? Abból indul ki, hogy az Isten/ a Teremtő a világmindenséget szépnek, harmonikusnak és matematikainak teremtette meg, és mi, éles elemzéssel felismerhetjük alap gondolatait, és ezáltal a természeti törvényeket. De ez végül is egy metafizikai tétel. Ezért nem következett be a felvilágosodás.

A Teremtő természetszerűen tökéletes és ezáltal a teremtménye is az. Habár ez utóbbi, főként az embert tekintve, nem ismerhető fel közvetlenül, azonban ennek a „látszólagos” ellentmondásnak a megoldását Leibnitz, Seneca nyomain haladva, a monadológia segítségével képzelte el, mely szerint mindig az történik, amit az egyéni monád és végül is a összmonád számára „a lehető legjobb”.

Az a lényeg, hogy a Teremtő teremtségi gondolatát felismerjük, amiből aztán minden mást le lehet vezetni. Ezzel elő is írták a modern tudomány módszerét, mégpedig a dedukciót, amelyet már Pitagorasztól ismerünk. A racionalisták axiómának kiáltották ki a Teremtőt, a teremtő alap gondolatának felismerhetőségét és a sajátos levezethetőségét a teremtő alap gondolatából. Észrevehető, hogy ezek az alapelvek, de még az ebből kifolyó módszerek is, vallásos jellegűek. A racionalizmus megfosztotta Istent emberi vonásaitól és az embernek isteni tulajdonságokat kölcsönzött. Valójában a racionalizmus egy a görög filozófia által befolyásolt, demitologizált zsidó- keresztény- mohamedán vallás.

Descartes kortársa, Hobbes *„elutasítja a spekulatív metafizikát és a filozófiát úgy határozza meg, mint a határok vagy jelenségek felismerése az okok alapján, másfelől pedig az okok felismerése a megfigyelt hatásokból a helyes következtetések levonása által; célja, hogy megjósoljuk a hatásokat és megtanuljuk ezt az életünkben hasznossá tenni”*. Ez egy igazán használható, mai napig érvényes megfogalmazás.

Hume azt mondja: *„Nem létezik az értelemről fakadó okozati ill. a priori felismerés, csupán az ugyanolyan jellegű ismétlődő tapasztalat alapján, ami önálló gondolkodási megszokássá vált, ami végül okozati törvényként jelenik meg, amiben egy okozati ösztön is segít.”* Mindez azonban nem sokat segített. Habár az empiristák indukcója elismerésnek örvendett azáltal, hogy Kant „kriticizmusának magasabb egységébe emelte az empirizmus és racionalizmus ellentétét”, mégis a dedukció maradt a tudományok pártfogolt módszere, annál is inkább, mert ez a matematika eljárása. Nem tudok azon benyomástól szabadulni, hogy Kant „az empirizmus és racionalizmus ellentéteinek hatálytalanítása által megakadályozta az empirizmus és racionalizmus közötti kapcsolat tisztázását. Kant kihúzta az empirizmus fogát és szépen beillesztette metafizikus filozófiájába. Végére is a logika és metafizika egyetemi tanára volt. Miután összhangba hozta a logikát és a metafizikát, ugyanezt a racionalizmussal és empirizmussal megtenni, gyerekjáték lehetett számára.

Úgy vélem, van most egy képünk arról a légkörről, amelyben a tudományos tevékenységeket folytatják a kontinensen, és azt is értjük miért nevezték el a legtöbb fizikai mértékegységet olyan angol fizikusokról, mint Newton, Watt, Kelvin vagy Joule.

Így az új, a „felvilágosul” tudomány is az maradt, ami az ókori tudomány volt, egy elitcsoport gondolati játéka. A tudománynak, és ez ma is igaz, egyetlen kritériumnak kell megfelelni, mégpedig a „következetességnek”. Mivel a matematika ezt a kritériumot eo ipso teljesíti, azért lett ő, mint már említettem, a tudományok megtestesítője, s ezáltal más tudományágak példaképe.

A mérnökök végtelenül boldogok voltak, amikor egy viszonylag zárt gondolati szerkezetre bukkantak a rugalmassági elméletben, ami egy idealizált nyersanyag viselkedésére a terhelés, feszültség és alakváltozásainak összefüggéseit matematikai megfogalmazással írja le. A rugalmassági elmélet következetessége vitathatatlan. Az idealizált nyersanyag viselkedést a hooki törvénnyel lehet leírni, ami természetesen csak a porcelánra igaz. Még az acél is csupán a használati területen viselkedik így, de éppen ott, ahol számunkra érdekes, vagyis a tönkremenetelnél, egészen másképp viselkedik. Kétszáz évig ez senkit sem zavart.

A racionalisták befolyásának köszönhetően megfordítottuk Roger Bacon tapasztalat-kísérlet- matematika sorrendjét, sőt csak a matematikát hagytuk meg. Nem vettük figyelembe Leonardo figyelmeztetését: *„Hiú és hibákkal teli minden tudomány, amelyet nem a tapasztalatból, a minden bizonyosság anyjától származtatnak, s amelyet nem a tapasztalat által ellenőriznek.”*

Mi a helyzet a rugalmassági elmélet következetességével? Ameddig nem alkalmazzák, addig következetes, vagyis egy tudomány. Amikor alkalmazzák, akkor nem igazolódik be, vagyis nem következetes, tehát nem tudomány. Ez azt jelenti, hogy a rugalmassági elmélet csak öncélú tudomány. Az öncélú területeket azonban egy második kritérium segítségével ki kell zárjuk a tudományok köréből, különben az olyan játékok is, mint a sakk, amelyek a következetesség kritériumának eleget tesznek, tudománynak minősülnének. De akkor a tudományok királynőjét is megtépáznánk, mert csak az alkalmazott matematika maradna meg tudománynak.

Éppen ezt az „öncélú területet”, a rugalmassági elmélet, helyeztük mi mérnökök, a középpontba azért, hogy a szakterületünket tudományként ismertessük el.

Mibe bonyolódunk itt bele?

1. A mérnökhöz illő eljárást egy *vél*t tudományos eljárási módra cseréltük le.
2. Az építész- és mérnökszakmák ebből adódó egymástól való eltávolodása és ennek következtében az oktatás különválása.
3. Tévutakon járás saját szaktudományágainkba.

*Az 1.-hez: A mérnöki eljárás* induktív: természetesen ez vonatkozik az építésre is. Elemzi a feladatot, megvizsgálja a problémákat és kitapogatja a megoldást. Az előnyben részesített „tudományos” módszer a dedukció, amely során egy érvényes tételt fogalmazzunk meg, s rávilágítanak ennek alkalmazására.

*A 2.-hez: Az építész- és mérnöki szakmák egymástól való eltávolodása.*

Mivel a mérnök a dedukciót részesítette előnybe, eszközkészletének alkalmazási lehetőségei és nem a problémák megoldása után kutatott. Az építész érthető módon nem volt hajlandó ezt a gondolkodási módot magáévá tenni. Már nem értette meg a mérnököt. Lemondott arról, hogy a méretezéssel foglalkozzon, és a teherbírás viselkedés mennyiségi meghatározását a mérnökre bízta. A tartószerkezet megtervezése az építész feladata maradt, mert a tartószerkezet forma-meghatározó, de azért is, mert a mérnök erre a feladatra mindig is kevésbé volt alkalmas. Mérnökből statikussá minősült le.

Ez a fejlődés a kiképzésre is kihatott a tanszékek teljes különválását eredményezve és szinte teljes mértékben mellőzve az összekapcsolásokat.

A következmény, hogy az építész a mérnökben az „ellenséget” látja, aki legjobb ötleteit lerombolja, a mérnök pedig azt tekinti fő feladatának, hogy megértesse az építésszel, az, amit ez utóbbi kigondolt, megvalósíthatatlan. Valóban nem ideális előfeltétele ez a közreműködésnek.

Mint említettem: a tartószerkezet tervezése az építész feladatkörében maradt. Nem lehetne semmi kifogásunk, ha az építész az ő induktív eljárásával ezt képes lenne elvégezni. Mi mérnökök, akik az építészek képzését korábban statika és szilárdságtanban, manapság pedig tartószerkezetekben *ellátjuk*, gondoskodunk arról, hogy az építészek erre ne is legyenek képesek. Egy lesóványított, deduktívan felépített tananyagot oktattunk nekik, ami inkább zűrzavart kelt és gátol, minthogy hozzájárulna a képességek kibontakozásához.

A 3.-hoz: Az uralkodó tudományértelmezés *a saját tudományában téves utakra vezetett*. A rugalmassági elmélet annyira lenyűgözte a mérnököket, hogy ehhez minden áron ragaszkodni akartak. Ez különösen igaz Németországra. A képlékenységi elméletéről/terhelési eljárásról szóló első publikáció szerzője Kazinczy volt 1914-ben. Amíg ebből az első habozó következtetéseket a DIN-ben előbb csak az acélszelemenyekre levonták, szinte egy fél évszázad telt el. Végre valahára megszületett az új acélépítési szabvány, ami a terhelési eljárás alapján alapul.

Olyan szerencsések voltunk, hogy az évszázad első felében nem rendelkezünk a kész elemes módszerrel. Különböző egy öv feszültségeloszlását minden bizonnyal nem egyenletesnek határoznánk meg. Matematikai tehetségtelenségünknek hála véletlenül bukkantunk rá a képlékenységi elmélet szerinti helyes eloszlásra. Magától értetődő volt, hogy a rugalmassági elméletet szinte módosítás nélkül alkalmaztuk a vasbetonra, annak ellenére, hogy nem egy homogén- izotróp anyagról van szó, és hogy a beton nem a hooki törvényszerűség szerint viselkedik. Csúpan a nyírási problémát nem sikerült megoldani. Ezért Mörsch 1906-ban kísérleteket hajtott végre. Habár ő a vasalás meghatározását javasolta, ami elvileg már megfelel a terhelési eljárásnak, de ő a számítási módszert a rugalmassági elmélet egyik képletébe burkolta, ami csúpan egy számítási képlet és nem felel meg egyetlen fizikális modellnek sem. Még ma is ezzel kalkulálunk.

1915-16-ban Bach és Graf négyszögletű lemezekkel kísérleteztek. Akkor még nem volt a forgónyomatékra vasalásuk. De a DIN 1045-ben egyszer csak megjelent ez a vasalás. Egyesek ezt csak így kigondolták. A rugalmassági elmélet szerint ennek a vasalásnak valójában be is kell ide kerülnie. Csak most állapítottuk meg néhány Dortmundban elvégzett kísérlet során, hogy a forgónyomaték vasalása, úgy, ahogy azt mi szereljük, semmire se használ.



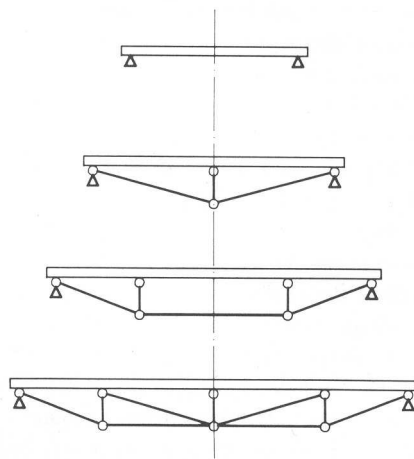
Mégpedig azért, mert a rugalmassági elméletet túl egyszerűen alkalmazták. Azt gondolták, hogy egy erőt vasalással két összetevőirányban is fel lehet venni. Ez igaz, de az erő nem arra halad, ha a vasalás nem az erőirányba van szerelve. A belső merevség befolyására pedig alig most eszmélünk rá.

Csupán csak most bizonyítottuk be azt, ami a rugalmassági elmélet szerint, abban a formában, ahogy ezt alkalmazzuk, merő képtelenség, hogy többletvasalással a vasbeton teherbírását csökkenteni lehet, sőt, hogy maga a vasalás idézi elő az átszúródást.

Azt vesszük észre, hogy a rugalmassági elmélet nem segít a vasbetonelemek kedvező vasalásának meghatározásában. Sőt ezt meg is akadályozza. Más szóval: a vasbetonra egy teherbírás viselkedést erőltetünk rá ahelyett, hogy a vasalás vezetésével igazodnánk az építőanyag tulajdonságaihoz.

Az állítólagosan tudományos tannak a következménye az volt, hogy építményeinket a statikához igazítjuk, ahelyett, hogy az ésszerű szerkezeteinkhez igazítanánk a statikát.

A statika keretében a statikai rendszereket a tudományág saját logikája szerint oktatják, vagyis előbb a statikailag meghatározottakat és aztán a statikailag túldefiniált (vagy határozatlan) rendszereket. Ez önmagában véve nem lenne baj, ha a statika tana eredeti feladatán, erőhaladás megvilágításán és a mennyiségi meghatározás lehetővé tételén túlmenően nem vált volna tervmeghatározóvá. Ennek következményeit egy példán tudnám bemutatni.



Alulfeszített tartó, elvi vázlat

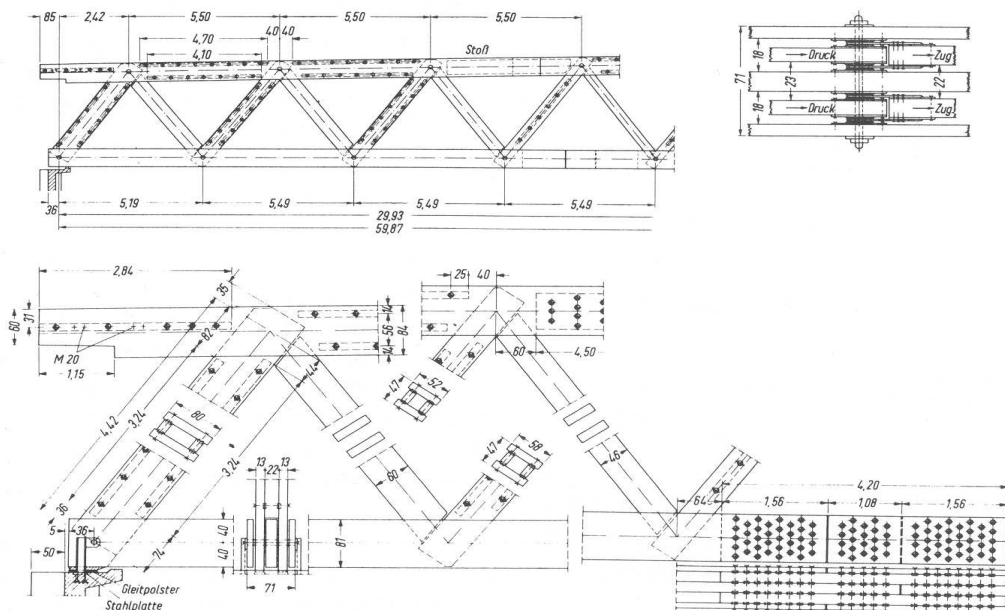
Ha egy tömör gerincű tartó a nagy fesztávolság miatt már nem gazdaságos, akkor nyúlunk mi a rácsos tartóhoz. A legkézenfekvőbb azonban az alulfeszített tartó lenne. Az alulfeszített tartók a múlt században és a század elején közkedveltek voltak. Hirtelen azonban eltűntek. Utána néztünk és kiderítettük, hogy az alulfeszített tartók akkor tűntek el, amikor a statikát bevezették. Az alulfeszített tartó statikailag meghatározatlan, ezért nehezebb

kiszámítani, mint a statikailag meghatározott rácsos tartót. Egy Cremona- féle tervet még egy építész is meg tud rajzolni. A konstrukciót abban a sorrendben válasszuk ki, ahogyan a statikában tanultuk, vagyis előbb a rácsos tartót. Ezzel a feladat meg van oldva: az alulfeszített tartóig nem is jutunk el.

Ha a fesztáv olyan nagy, hogy az alulfeszített tartó két támasszal nem gazdaságos, akkor egy harmadik támaszt kell a hozzátartozó átlókkal, alsó feszítéssel beiktatni. Ezzel újra megvan a rácsos tartónk. Így folyamatos az átmenet az alulfeszített tartóról a rácsos tartóra. Persze nem illik a rendszereket egymással keverni: például egy hajlításra merev felső övvel rendelkező rácsos tartót elkerülünk, mert a mi felosztásunkon belül nem minősül világos rendszernek, és emellett még kiszámítani is nehezebb.

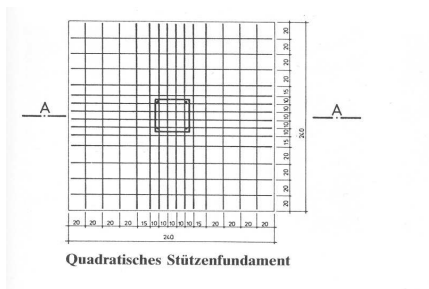
A különböző statikai rendszereket előbb elvontan sajátítjuk el, csak jóval később mondják el egyáltalán a hallgatónak, melyik rendszer alkalmas az acél, melyik a vasbeton vagy a fa szerkezetekre.

A statikai rendszerekben való gondolkodás a faszervezetes építést véleményem szerint teljesen tévútra vezette. A faépítők minden áron meg akarják mutatni, hogy minden statikai rendszer fából is megépíthető. Ahelyett, hogy olyan rendszereket dolgozzanak és fejlesszenek ki, amelyek a faépítéssel különösen előnyösek lennének. Így erőszakolják meg a fát „mérnöki illesztésekkel”. Gyakran az erő egyik faelemről a másikra való átvezetésénél, vagyis a teherhordási irányra merőlegesen, annyi acélt találunk, hogy ezzel a teljes fesztávot át lehetne hidalni, ha az acélt a helyes irányba helyeznénk el.

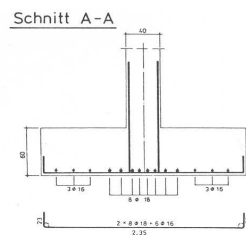


Fa rácsos tartó

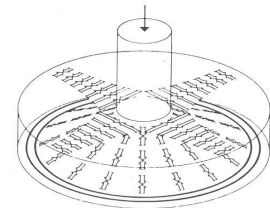
A szerkezetek térbeliek. De mi nem a szerkezetekből indulunk ki, hanem *sima* statikai rendszereket sajátítunk el. A mi konstruálási módszerünk tehát a teljes tartószerkezet összerakása *sima* tartórendszerekből, amelyeket általában derékszögben rendezünk el. A tartószerkezeteket általában derékszögű síkokban szemléljük. Ezért alakítjuk a központosan terhelt tömbalapot négyzetesre. A statikai bizonylatolást derékszögű síkokban végezzük el. A tömbalap logikus alaprajzi alakja azonban a kör. A teherhordási viselkedés rotációsszimmetrikus.



Négyzetletű pilléralap

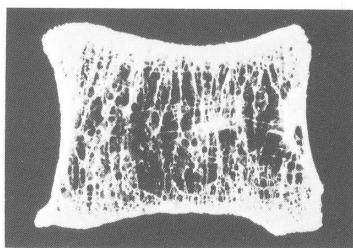


A-A metszet

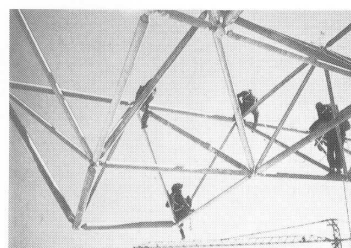


Kör alakú pilléralap

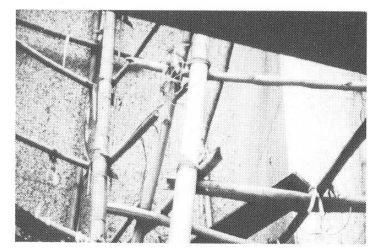
Az elágazások, a természetbeli csomópontok merevek, pl. egy fa elágazásai vagy a csontok szivacsos részének csomói. A térbeli rudas tartószerkezetek csomópontjait mi rugalmasan alakítjuk ki, hogy megfeleljenek a mi statikai elképzeléseinknek. Ugyanígy axiálisan csatlakoztatjuk a rudakat, mert a rendszert így könnyebb kikalkulálni. Ehhez inkább szétvágjuk a rudakat és bonyolult csomókkal újra összekötjük. A rudak nem tengely-, hanem oldalirányú illesztése, abban a formában, ahogy a kínaiak ezt már évszázadok óta alkalmazzák, csak az állványoknál képzelhető el ideiglenes megoldásként.



Spongiosa im Knochen



Räumliches Stabwerk



Bambusgerüst

Csontok szivacsos szövete

Térbeli rúdszerkezet

Bambuszállvány

Mivel a szögeltérésből adódó méretrövidülésekkel nem tudunk mit kezdeni, mindenüvé dilatációs fugákat és csuklókat, elasztomertámaszokat építünk be. Ez sok esetben szegénységi bizonyítvány, épp úgy, mint a gépjárműgyártók sebességváltása. Ők annyira vakmerőek voltak, hogy bemagyarázták az embereknek, sportos dolog, ha a váltót ide-oda mozgatják. Mi azt állítjuk, hogy az elasztomer támasz által tiszta statikai rendszert kapunk. És

az emberek elhiszik. Valójában egy a mi statikai képességeinkhez hozzáigazított rendszerrel állunk szemben.

Meg kellene vizsgálnunk azt a kérdést, mennyire tud a tartószerkezet tervező mérnök tudománya támpontokat nyújtani a létesítmények *építészeti kialakítására*. Korábban is láttuk már, mennyi kétes a statika tartószerkezetek fejlődésére gyakorolt hatása. Ha pedig már a tartószerkezeteknél kétely merül fel, akkor annál inkább ajánlott az óvatosság a formára vonatkozó kijelentéseknél. Joedicke 1962-ben megjelent, Héjszerkezetek című könyvében, a héjakat az alábbi módon kritizálja: „A héj és a perem-elem közti különbség elmosódott.” Hogy mi a héjalást és a perem-elemeket külön számítottuk, azt az akkori lehetőségeink szabták meg. Teremtsünk hát egy statikai tehetetlenségből egy esztétikai kritériumot?

Ha elfogadjuk Unger követelését, miszerint az építészet „a zenéhez hasonlóan önmagának kell azokat a témákat megteremtse, amelyeket kifejezésre akar juttatni”, akkor a konstrukcióból csak akkor lehet egy építészeti kritériumot levezetni, amikor az építészet témája a konstrukció. Hogy mennyire kétes ez a konstrukcionizmus, azt egy általában nagyra becsült létesítmény példáján, a Nervi-i Palazzetto der Sport, sportpalota esetén szeretném bemutatni.

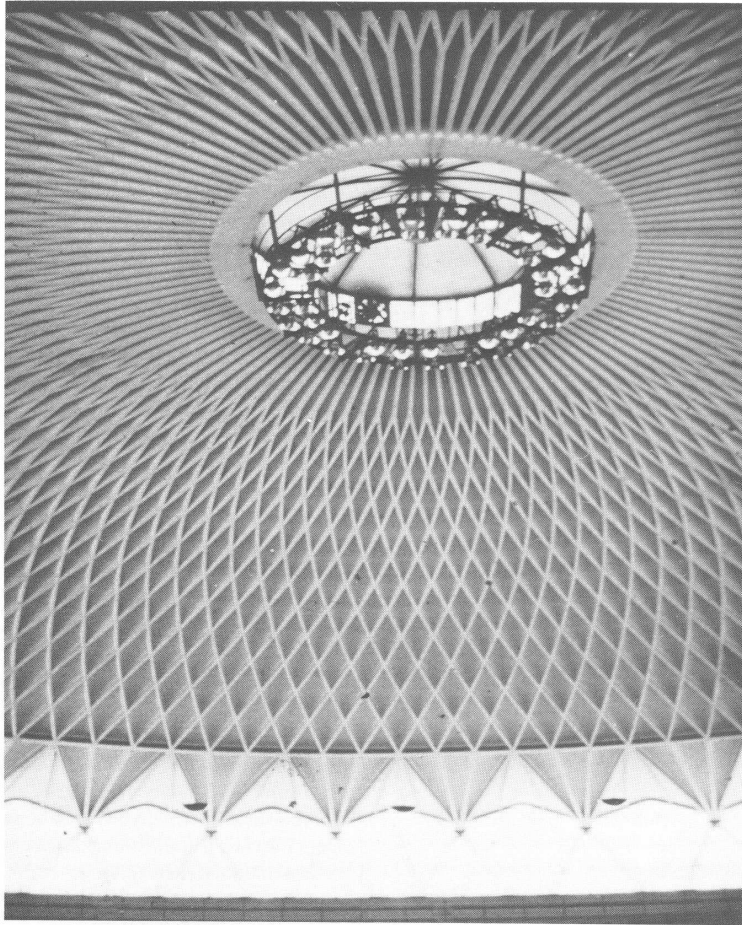


Palazzetto, építkezési részlet

Palazzetto dello Sport

Palazzetto, Erőáramlás

A ferde pillérekhez köralapra van szükség a horizontális erősszetevők felvételére. Ha a húzási gyűrűt az ereszt szintjére tennénk, akkor ez kisebb lenne, s nem lenne szükség az alátámasztott ferde pillérekre. Így lepleződik le az erősen konstruktív gesztus, hogy valójában formateremtő díszítés.



Palazzetto, fődém alulnézete

A héj részben előregyártott. Mi az előregyártás célja? Elsősorban a zsaluzás és állványozás megtakarítása. Nervinek az állványra az elveszített ferro-cement-zsaluzási elemek megtámasztására van szüksége. Ehhez kétszer vasal és betonoz: alul és felül. Megállapíthatjuk, hogy egy igazán költséges gyártási módszert alkalmaztak egy díszítő építészeti megjelenés megvalósítására. Vagyis ezt a létesítményt, melynek témája valójában a konstrukció, csak akkor lehetne helyben hagyni, ha az értékelés során a statikai és gyártástechnikai következetesség nem minősül kritériumnak.

Attól tartok, hogy a konstrukció minden olyan esetben statikailag és gyártástechnikailag következetlen és ezáltal költséges, amikor az építész ezt építészetének témájává teszi. Ezért kell nekünk, szerkezettervező mérnököknek nagyobb önmegtartóztatást kellene gyakorolni a tervezésnél. Természetesen előterjesszük statikai és gyártástechnikai szempontjainkat és benyújtjuk javaslatainkat, hogyan lehetne ezen szempontokat az építészeti koncepció betartásával kielégíteni. És ha az építészeti témát megfogalmazták, akkor a tartószerkezet tervező mérnöktől azt kell kérdezni, hogy mit kell ahhoz megtenni, hogy a

létesítmény teherbíró legyen. Némely esetben hozzájárulása már pár vékony vonal meghúzásával ki is merül.

Az ökológia határaitól szóló dolgozatában („Verteidigung des Federgeistchens”) Jürgen Dahl azt állítja, hogy az ökológia a természet összefüggéseinek tana, de nem képes „*a gép-világ számára egy használati útmutatót megfogalmazni*”. Etikai kérdéseket a természettudományok nem képesek megválaszolni, de nem képes erre az etika sem, mint tudomány, mivel Schopenhauer szerint „*az etika nem normatív, hanem csupán egy leíró és magyarázó tudomány*”.

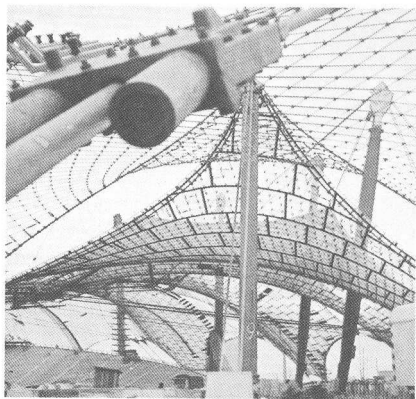
Az esztétika a mi etikai érzékelésünk terméke. Ezért nem lehet egy létesítmény megjelenését az etikai háttértől, attól a társadalmi környezettől függetlenül szemlélni, amelyben létrejött.

Éppen úgy, ahogy az ökológiából nem lehet viselkedési normákat megfogalmazni, mivel ez csak megállapítja, s nem értékeli őket, a statikából, a teherbírási viselkedésből sem lehet esztétikai szempontokat megállapítani egy létesítmény számára, kivéve, ha a következetes teherbírási viselkedést, bármi is lenne ez, etikailag rögzítenénk.

A tartószerkezeti oktatók napján 1984-ben Siegel azt a kérdést vetette fel, hogy „*a tartószerkezeti oktató tétlenül szemlélheti-e a (posztmodern) konstrukció perverzióját?*”. A válasz egyszerű: tudósként ehhez nem foglalhat állást. A tudomány csupán a konstrukció következményét, következetességet vagy éppenséggel következetlenségét tudja megállapítani. A „perverzió” ebben az összefüggésben nem tudományos, hanem egy etikai, ezért minősítő fogalom. Tartószerkezet oktatóként nem kell tétlen szemlélő maradni. De az ilyen elhivatottság problémásnak bizonyul, mert az építészetet a történelem folyamán még sosem nézték ebből a szemszögből.

Az építészet lehet különböző rendezések színpada, díszlete, de a tartószerkezetet sosem használták a rendezők az esztétikai minőség értékelésére. Az építészeti díszlet tartósabb használata nem ok az értékelési szempontok megváltoztatására.

A „konstruktív őszinteség” követelésünkkel (- ami szintén nem tudományos fogalom-) csatlakoztunk Sullivan követelményéhez, miszerint a „forma követi a funkciót”. Konstruktív őszinteség alatt a „teherbírási viselkedés leolvashatóságát” kell érteni. Itt azonban két kérdés megválaszolatlan maradt: kinek a számára és mennyire részletesen kell a teherbírási viselkedés leolvasható legyen? Legkésőbb a müncheni Olimpia- tetőnél, melynek tartószerkezete látható, fogják majd megállapítani, hogy az alapötlet megvalósításához számtalan konstruktív mesterfogást kellett alkalmazni, aminek köszönhetően a teherbírási viselkedés leolvasása még a szakemberek számára is kemény dióvá vált.



Müncheni Olympia-Stadion

A barokk szembeötlő boltíves és kupolahatása azonban gyakori jelenség a teherhordó fa vázszerkezetre függesztett vakolt mennyezeteknél.

Ahhoz, hogy a „*konstruktív őszinteség*” követelménye létjogosultságot szerezzen, be kell bizonyítsuk, hogy a társadalom reprezentációs igényei csupán a tartószerkezet következetes kialakításával, egyéb összetevők nélkül, gazdaságosabban kielégíthető. Mivel a reprezentációs igény etikai döntésen alapszik, ezt a legitimációt nem lehet a tudományból levezetni.

A „deduktív tudomány”, s ezzel a deduktívan eljáró tudományra gondolok, minősít. Ehhez mérvadóak az axiómák. A deduktív tudomány sok esetben a felismeréseket az etikai követelményekkel keveri.

Erre vezethető vissza az a tény, hogy mi a tudománytól várjuk az etikai, esztétikai döntések meghozását, amit azonban nem tud megtenni. Egy induktív tudományértelmezés tisztázná a frontvonalakat. Vitathatatlan, hogy a deduktív tudományértelmezés a természettudományok terén fontos felismerésekhez és a technikában lényeges sikerekhez vezetett el. De azt is látjuk, hogy bizonyos értelemben olyan fejlődést mozdított előre, ami létesítményeink számára nem tekinthető optimálisnak. Ezért célszerű, hogy fontolgatásainkból levonjuk a következtetéseket az *oktatás* számára.

Magától értetődő, hogy egy deduktív tudományértelmezés által meghatározott társadalomban egy „deduktív tudományt” ill. a „deduktív tudományokat” deduktívan oktatják. Hadd ne elemzzük itt az iskolai képzést. Maradjunk annyiban, hogy a diákokat az iskolában a lineáris, deduktív gondolkodásra nevelik, nem csak matematika órán, hanem más tantárgyak, mint például a történelem keretében is. A gyakorlati szakmák képzése, mint például az orvos- vagy a mérnökképzés, szintén egy deduktív tudományértelmezésnek felelnek meg. Az alapképzésben a hallgatók elméleti alaptudást szereznek. Sok esetben olyan alaptudást, amire

nincs is szükségük, ami talán csak agytornaként jó, mintha nem lenne annyi más hasznosítható dolog, amivel az agyat edzeni lehetne.

Néhány főiskolán például egy elektrotechnikahallgató nagy nehézségi fokú mechanikát tanul. A vizsgán a gyakorlattól távol álló, fogas kérdésekkel rostálják őket. De az ilyen oktatás alapján a hallgató nem képes a berendezése számára egy alvázat méretezni, mivel nem tud meg semmit a megengedett feszültségekről vagy az acélprofilokról, amelyek keresztmetszeti értékei táblázatokból kiolvashatóak. Az oktató örül előrehaladott tudományosságának és az ő kollégái örülnek, hogy a felsőbb évfolyamokban csak egy válogatott csoporttal kell vesződniük. Így deformálja a deduktív tudományértelmezés a főiskolai oktató hozzáállását, akinek feladata az oktatás és nem a rostálás.

A deduktív tanításnál azt mondjuk a hallgatónak: „Nem vagy képes a szakmát elsajátítani, mert nem birtoklod az „alapokat”, bármit is értenék ezek alatt.”

Az induktív oktatásnál azt mondanánk adott esetben, hogy „erre vagy arra a tevékenységre igazán alkalmas vagy”. Más személynek pedig azt, hogy „többre vagy képes, messzebbre menő az 'engedélyezésed'.” Az alapképzésben a hallgatók mindenről hallanak, csak éppen arról nem, amiért végül is az adott képzést választották. És ha tanulmányaikat, valamilyen oknál fogva megszakítják, akkor az addig tanultakkal semmit sem tudnak kezdeni. Az általános felsőoktatás elve, amelyben a hagyományos egyetemet, a pedagógiai, művészeti és szakfőiskolákat szervezetileg egyesítették, s melyeket később tudományegyetemké alakítottak át, végeredményben az *induktív* tudományértelmezésen alapult. Ahhoz, hogy sikeresek legyenek, az általános főiskolákon, egyetemeken belül szükség van egy módosított tudományértelmezésre, de szükség van erre a társadalomban is.

A Herdecke- magánegyetem felismerte ezen összefüggéseket és három évvel ezelőtt egy másképp strukturált orvosképzést indított el. Hasonlóképpen próbálkozik a már 11 éve alkalmazott a „dortmundi építőipari modellünk”, a vizsgarendszabályi keretben a deduktív tudományértelmezés egyes extrém fonáságainak kijavításával.

Felül kell vizsgálnunk tudományértelmezésünket. Itt az ideje, hogy a Pitagorasz okozta zűrzavart, végre rendbe tegyük!

Bizonyára észrevették, hogy előadásomnak felépítése deduktív volt.

Önöknek megköszönöm a figyelmet a Kasseli Tudományegyetemnek pedig a megtisztelést.