

A mérnöki tevékenység és mérnöki pontosság

EMT konferencia Csíksomlyó

2011. Június 4.

Dr. Orosz Árpád



Tartalom

- A mérnöki tevékenység
- A mérnöki feladat megoldása
 - a matematikai
 - a mérnöki megoldás
- Az erőtani számítás
 - a hatás
 - a modell
 - a számítási módszer
- A pontosság és pontatlanság
- A biztonság
- A kockázat
- A pontossághoz vezető út



Az ember tevékenysége

- termel
- fogyaszt
- tárol
- közlekedik

A mérnöki létesítmények ezeket elégítik ki

A világ hét csodája az ókorban

- A piramisok
- Szemirámisz függőkertje
- Ephezuszi Diána templom
- Pheidias Zeusz szobra
- Mauzóleum Helicarnassosban
- Rhodoszi kolosszus
- Alexandriai világítótorny

Római vízvezetékek

Középkori katedrálisok



A mérnöki tevékenység

- Tervezés
- Megvalósítás
- Üzemeltetés

Az alkotás öröme igazi a megvalósulásakor

Az emberi tevékenység tévedéseket tartalmazhat

Seneca: Errare humanum est, in errore persevare diabolicum

Tévedni emberi dolog, de ragaszkodás a tévedéshez az ördögtől való

Elmélet és gyakorlat kölcsönhatása

Előbb volt az elmélet, ezt követte a gyakorlat

Újabban a technológiai fejlődés kényszeríti ki az elméleti megalapozást
(panel, alagútzsalu, résfal)



Ki a mérnök?

„A társadalomnak az az elhivatott tagja, egy nagyszerű mesterség művelője, aki másokkal együttműködve, a természeti erőforrásokat a természettudományok segítségével, olyan létesítmények megvalósítására fordítja, amelyek a társadalom céljait szolgálják.”

A megvalósuláshoz

- Társadalmi erőfeszítés, eszköz
- Politikai döntés szükséges

A mérnök felelős alkotásaiért

Társadalmi elismerés? Az avatók nem mérnökök

Miért fordul a társadalom a mérnöki alkotások ellen?

Meg kell tanulni az elfogadtatás módszereit.



A matematikai feladat megoldása

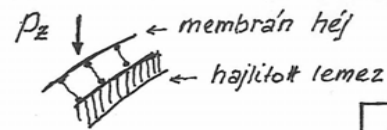
- ❑ Egyszerűsített matematikai modell
- ❑ A valóság közelítése, a jelenség leírása
- ❑ Logikára épül

A modell megoldása: zárt végű, egy és csak egyetlen egy megoldás létezik.

Ehhez több úton is eljuthatunk,
(pl. analitikus, grafikus, iterációs, stb)

A valóság közelítésének pontosságát mérlegelni kell

A lapos héjak hajlítási elmélete



Egyensúlyi egyenlet

$$K\Delta\Delta\omega + L_p F = p_z$$

Alakváltozási egyenlet

$$\Delta\Delta F + D L_p \omega = 0$$

ω – alakváltozás

K - hajlítási merevség

D – Nyúlási merevség

F(x,y) - feszültség függvény

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad \text{Laplace operator}$$

$$L_p = \frac{\partial^2}{\partial x^2} * \frac{\partial^2}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} * \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} * \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad \text{Pucher operátor}$$

Ha **F=0** akkor nincs membránerő **$L_p \omega = 0$**

A membránhéj változását leíró differenciál egyenlet

Két szimultán negyedrendű differenciál egyenlet

$$K\Delta\Delta\omega + L_p F = p_2 \cdot \Delta\Delta$$

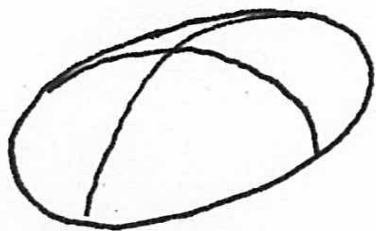
$$\Delta\Delta F + D L_p \omega = 0 \quad \cdot L_p$$

Összevonható egy nyolcadrendű differenciál egyenletté

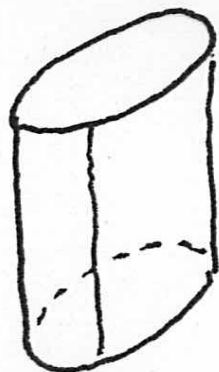
$$K\Delta\Delta\Delta\Delta\omega + D L_p L_p \omega = \Delta\Delta p_2$$



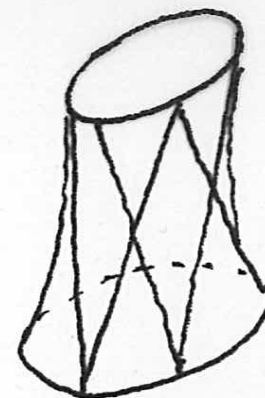
Ismert a differenciál egyenlet, a feladat meg van oldva !



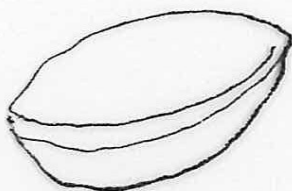
elliptikus



parabolikus



hiperbolikus



kagyló



bambusz



virág



A mérnöki feladat megoldása

A mérnök a matematikai modellt felöltözteti


- reális anyaggal
- geometriai méretekkel
- erőjáték, igénybevétel és ellenállás egyeztetésével
- a megvalósítási technológiákkal
- egyéb igényekkel (építési idő, költség, élettartam, stb)
- a cél pontos meghatározásával

Ezek figyelembe vétele esetén végtelen sok megoldás található.

A feladat nyílt végű, optimalizálás vezet eredményre.

A mérnök a matematikai modell mellett gyakran felhasználja

- kísérleti
- laboratóriumi modelleket



A mérnök a modell és a számítási módszer felépítésére a logikára épülő matematikai alapelveket használja fel.

Kialakult szemlélet: a mérnöki számítások pontosak, exatak.

A laikus számára a mérnöki pontosság a megbízhatósággal való azonosságot jelenti.

A mérnök valóságos, kézzel fogható létesítményeket tervez vagy épít, a mennyiségekre a legfontosabb

kifejezési eszköze : a **szám**, az adat

a kijelentés módszere: a **meghatározás**

Azokon a szakterületeken, ahol a matematikai (természettudományi) módszer nem terjedt el

kifejezési eszköze : a **szó**, a leírás

a kijelentés módszere: a **vélemény**

A mennyiségileg meghatározható, pontosan számítható dolgok meggyőző ereje sokszorosán felülmúlja a minőségi megállapításokét, véleményekét.



A mérnöki erőtani számítások jellemzői

(A pontosság: valóság vagy illúzió?)

A valóságghű eredmények a tartószerkezeteken alkalmazott

- Hatások
- Modellek
- Számítási módszerek

pontosságától függenek.

Hatás : teher, hőmérséklet, földrengés stb

Modell: számítási alakzat, idealizált anyag, méret stb

Számítási módszer: analitikus, rugalmas, képlékeny, véges, elemes stb

A modellek és módszerek teljesítő képessége pontossága jelentősen meghaladja a hatásokét.

A hatások közelítése

- statisztikai átlag sztohasztikus módszer helyett
- dinamikus tényező din. szám helyett
- terhek egyidejűsége
- környezeti hatások



Újabban a számok meggyőző erejét a laikusok számára szavakkal, vélemény nyilvánítással kell megerősíteni.

Probléma . Elveszítheti a mérnök a meggyőző erejét, ha elismeri, hogy pontosnak tűnő kijelentései közelítéseket tartalmaznak?

Bírósági ügyek



Mi a pontosság, illetve pontatlanság?

„Egy meghatározás pontosságát a valósággal való egyezés, a pontatlanságát a valóságtól való eltérés jellemzi”

A pontatlanság okai:

- Tudatlanság
 - Objektív
 - Szubjektív
- A meglévő tudás figyelmen kívül hagyása
 - Tudatos
 - Tudattalan
- A meglévő ismeretek leegyszerűsítése
 - Idealizálás
 - Térbeli alakzat helyett síkbeli alakzat
 - Időbeli hatás elhanyagolása, stb



A pontatlanság következménye

- A kockázat,
- A biztonság

szintjének változása

A kockázat :

- lehetőség, hogy kárt szenvedjünk
- a veszély nagyságának mértéke

A kockázati szint lehet

- Vállalt
- Elfogadott
- Kényszerített



A kockázatról

Alapelv: a kockázat azé, akié a haszon!

H Schmidt

„ A jelenlegi pénzügyi helyzet nem más, mint a ragadozó kapitalizmus jól álcázott formája, a gondosan elrejtett kockázat gátlástalan áthárítása, a bizalmi válság kialakulása”

Ez jellemző az építőiparra is, szerződéskötések mérnökök nélkül!

Minden résztvevőnek a saját haszna arányában kell vállalnia a kockázatot

A legnagyobb haszon a beruházónál jelentkezik

A kockázatot fel kell tárni és el kell fogadtatni



A biztonság

„Biztonságos valami akkor, ha valamiből a személyi vagy anyagi károsodás kockázata valamilyen összehasonlítható kicsiny és ezzel elfogadható mértékre korlátozható”

Méretezési módszerek

- Egyetlen biztonsági tényező (megengedett)
- Osztott biztonsági tényező

Mekkora legyen a biztonsági tényező?

Hogyan határozzuk meg?

Megjegyzés : MSZ és EC



A pontossághoz vezető út

A felhalmozott meglévő tudás

- Ismerete (oktatás)
- Alkalmazása
- Továbbfejlesztése

Az események elemzése, visszacsatolása,

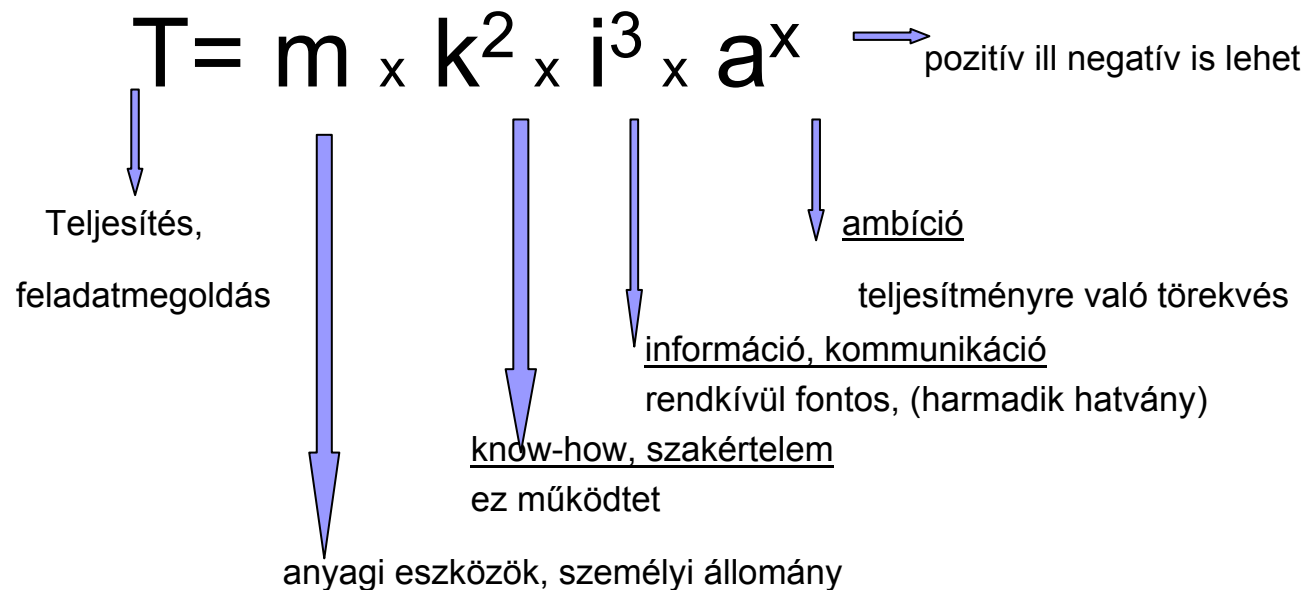
okok rangsorolása, végeredményre való hatás vizsgálata és elemzése a mérnökökre jellemző

A tapasztalatok általánosítása

Szabályzatok előírások fejlesztése

Veszély! Ami ki van nyomtatva az meggyőző
Hosszabb időre rögzít, a fejlődés gátja lehet

A Blaut féle teljesítmény függvény (1983) (Alapelv, nem konkrét)



A hibák megjelenése, forrása, hatása ezekhez hasonló
Védekezés, hatásfok növelés



Kárelhárítás

- Az emberi tevékenység javítása
- Szabályzatok előírások gyakran változnak
- A szerkezetek egyre bonyolultabbak
- A hibák a részletekben jelentkeznek
- A képzés javítása



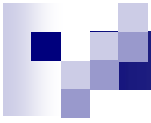
Összefoglalás

A mérnöki tevékenység jellemzői

- Lojális együttműködés
- Kompromisszum készség
- A jelenségek elemzése
- Az okok feltárása, rangsorolása
- A biztonság és a kockázat vizsgálata

A pontosságra való törekvésben a számítógép eszköz

A mérnökség több, mint valamit kiszámítani!



Köszönöm a figyelmüket !