

TARTÓK TERVEZÉSE

2018.02.22.

**A szerkezettervezés
néhány elméleti
kérdése**

A tartószerkezetek feladata

- Az épületeinkre ható terheket hatásokat, erőket a a tartószerkezetek veszik fel.
- Az épület tartószerkezete a terhek hatására
 - nem mozdul el,
 - nem tolódik és nem fordulnak el,
 - nem lép fel törés,
 - jelentősebb alakváltozás, vagy repedés.
- Az egész épület szempontjából alapvető követelmény, hogy megőrizze egyensúlyát.

A tartószerkezetek feladata

- A tartószerkezetnek az épület teljes élettartama alatt el kell látnia feladatát és folyamatosan biztosítania kell
 - a karbantartás,
 - állagvédelem,
 - a felújítás és
 - az esetleges átalakítások lehetőségét.
- Az élettartam alatti tervezési és használati flexibilitás. **Life-Time Engeneering**

A tartószerkezet tervező szerepe

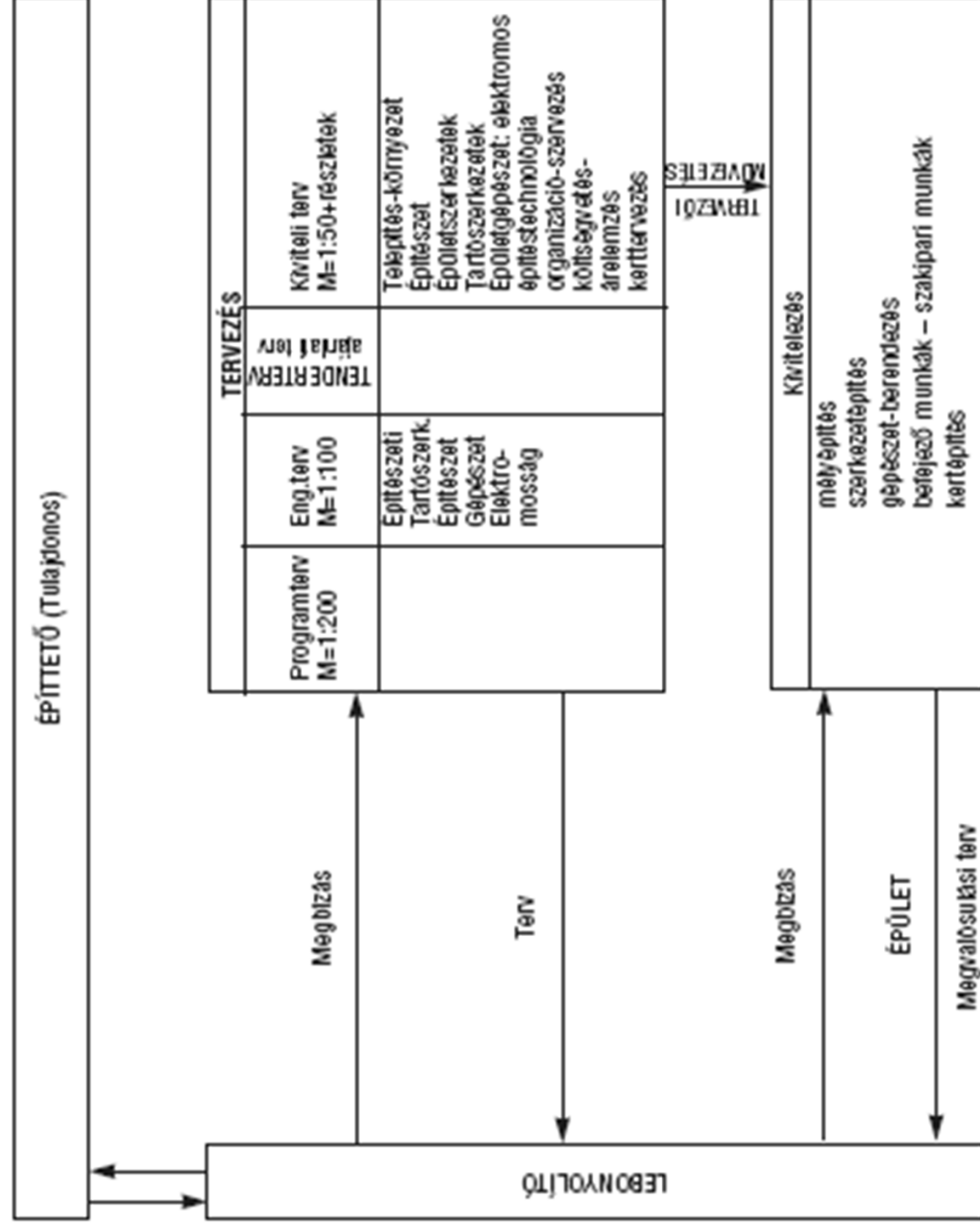
- Régen – Építész
- Ma – szakági tervezők szerkezettervező
- Szakági tervezők : a feladatot elsősorban saját szakterületük szempontjából nézik
- Fontos – együttműködés,
 - Szakági szempontok figyelembevétele

A tartószerkezet tervező szerepe

- A szerkezettervezés feladata az építési programban megfogalmazott igényeket jól teljesítő, de a lehető legkisebb ráfordítással megvalósítható tartószerkezet meghatározása – a komplex optimalizáció alapján.
- Az építésztervezéstől, a szerkezettervezés nem választható el, mert ez a tervezési folyamat egyik – az építési feladat jellegétől függően – többé vagy kevésbé hangsúlyos része,
- A tartószerkezet sem ítéhető meg elszigetelten csak statikai szempontok alapján.

Tartószerkezettervezés

- E. Torroja:
- „A szerkezettervezés több mint tudomány és technika: sok köze van a művészethez, a józan gondolkodáshoz, az érzékhez, a tehetséghez, a nagyvonalakban való alkotáshoz. A tudományos számítás csak a végső simítást adja, igazolva azt, hogy a szerkezet egészséges és a követelményeknek megfelelő erősségű.



Az anyagválasztás

- A szerkezettervezés a szerkezet anyagának megválasztásával kezdődik.
- A döntés során egymásnak ellentmondó szempontokat kell mérlegelni:
- – **szilárdság**,
 - abszolút érték
 - fajlagos érték: az anyag egységnyi súlya által felvehető erő : F/λ is jellemező
- Egyszilárdságú anyagok:
 - Csak nyomóerő felvételére alkalmas anyagok:
 - téglá és a kő, vagy a vasalatlan beton
 - Csak húzóerő felvételére alkalmas anyagok:
 - kötél ponyva

Szerkezeti anyagok

- Az építés mindig anyagfelhasználással történik
- Kezdetben természetes anyagok (föld, agyag, fa, kő) beépítése változatlan formában
- Később az anyagmegmunkálás, módosítás
- Ma természetes anyagok alkalmazása
- Legfontosabb építőanyagaink:
 - – fa,
 - – égetett agyag,
 - – beton, vasbeton,
 - – acél

Az anyagválasztás

- – **ár**, az anyag előállításához és az üzemeltetéséhez szükséges **energia** költségét is,
- – **esztétikai igények**, anyag textúrája,
- – **szállítás**,
- – **a kivitelező vállalat felkészültsége**,
 - gépparkkal és a személyi képzettség szintjével,
- – **tűzállóság – tűzvédelem**, - az épület funkciója,
- – **karbantartás – üzemeltetés**
- – **átalakíthatóság** lehetősége

Fa

- A fa – a kő és az agyag mellett – a legősibb építőanyagok egyike.
- A természetből készen nyerhető, és megmunkálás nélkül is alkalmas építészeti célú felhasználásra.
- számottevő húzószilárdsággal rendelkezik
 - a XIX. századig rácsos tartókat, födémgerendákat csak fából készítettek.

Fa

- XX. század második felétől megnő építészeti jelentősége, ma már a faépítészet reneszánsza
- A fa széles körű ipari felhasználását elősegíti, hogy
 - – a fa újratermelődő nyersanyag,
 - – kitermelése egyszerű, feldolgozása kis energiaigényű,
 - – természetes, környezetbarát anyag,
 - – nagyszámú, különböző tulajdonságú fafaj közül lehet az adott célra legmegfelelőbb tulajdonságú faanyagot kiválasztani.
- Vegyipari fejlődés - hatékony faanyagvédőszerek (gomba-, és rovarölő szerek, illetve égéskésleltető és lángmentesítő anyagok),
- vízálló műgyanta ragasztók megjelenése óta a RR tartók és az egyéb ragasztott szelvények (pl. LVL termékek) szinte új anyagok

■ **előnyös tulajdonságok:**

- – a faanyag az önsúlyához képest magas rostirányú húzó- és nyomószilárdsággal rendelkezik
- (nagy fesztávolságú, kis alapozási igényű szerkezetek építhetők gazdaságosan, és előnyösen alkalmazható ráépítéseknel is),
- – egyszerűen kivitelezhető (könnyen megmunkálható, kis emelési súlyok, száraz, szerelő jellegű technológia),
- – flexibilis (átalakítható, ismételten felhasználható),
- – jó korrózióállóságú (fafajonként változó módon a lúgok gyenge vizes oldatának, a savaknak és a neutrális sóknak ellenáll),
- – fa tartószerkezetű épületbe általában nem kell dilatáció,
- – jó akusztikai és hőtechnikai tulajdonságú,
- – rétegelt-ragasztott fából nagy keresztmetszetű, hosszú, változatos alakú tartók készíthetőek,
- – földrengésveszélyes területeken előnyösen alkalmazható,
- – esztétikus.

■ a fa hátrányos tulajdonságai :

- – a természetes anyag nagy változékonyságú, a szilárdsági jellemzők szórása nagy,
- – a fa eredeti alkati hibái csökkentik a feldolgozhatóságot (sudarasság, csavarodottság) és a szilárdságot (göcsök, repedések),
- – nyírószilárdsága és rostokra merőleges irányú húzó- és nyomószilárdsága alacsony, ezért a kapcsolatok megfelelő teherbírásának biztosítása korlátokba ütközik,
- – öregszik (a faanyag szilárdsága az idővel csökken),
- – viszkózus anyag (alakváltozásai az idővel növekszenek),
- – a károsítók, szerzett betegségek (rovarok, gombák, baktériumok, vírusok) jelentős szilárdságcsökkenést okozhatnak,
- – a fűrészelt faelemek keresztmetszeti- és hosszmérete korlátozott, belőlük lényegileg csak egyenes tengelyű tartó készíthető, a rétegelt-ragasztott tartók keresztmetszeti szélessége maximált (ma Magyarországon: 22 cm),

- – anizotróp anyag (szilárdsági tulajdonságai az iránytól függően változnak),
- – a faanyag érzékeny a nedvességtartalom változására (duzzad–zsugorodik, a nedvességtartalom növekedésével csökken szilárdsága, növekszenek alakváltozásai),
- – a kapcsolatok rugalmasak (félmerevek), az összekapcsolt elemek között relatív elmozdulások jönnek létre,
- – a rétegelt-ragasztott tartók kifordulásra érzékenyek,
- – éghető anyag; a kis keresztmetszetű, gyalulatlan, védőkezelés nélküli elemek tűzállósága rossz.
- A faanyag kiválasztásával, szakszerű feldolgozással, a felhasználási terület megválasztásával, helyes tervezéssel és megfelelő favédelemmel a hátrányok jelentős része kiküszöbölhető.

Felhasználási terület

- – hagyományos fűrészelt fa fedélszerkezetek,
- – rétegelt-ragasztott faszerkezetből készülő lefedések (raktárak, sportcsarnokok, ipari és mezőgazdasági üzemek, templomok, előadótermek stb.),
- – sportlelátók lefedései,
- – egy-, illetve kétszintes családi házak (gerendafalás, paneles, vagy falvázás szerkezettel),
- – kisebb középületek (általában két-, három- és négyszintes, pillérvázás épületek),
- – műtárgyak (tornyok, támfalak, sísáncok stb.),
- – kiegészítő szerkezetek (pergolák, korlátok, előtetők, belső lépcsők stb.).

Égetett agyag - Téglá

- Régóta használt építőanyag
- Falazat – nem homogén anyag
 - Téglá – nagyobb szilárdság
 - Habarcs – kisebb szilárdság
- Húzószilárdsága gyakorlatilag nincs

Égetett agyag - Téglá

- Előnyök:
 - Nagy nyomószilárdság – épületfizika
 - Alacsony ár kis energiafelhasználással hagyományos technológiával készül
 - Esztétikailag kedvező a megjelenése
 - Rugalmasan alkalmazható egyenes íves falak, boltívek , boltozatok

Égetett agyag - Téglá

- Hátrány:
 - Nagy fesztávok terhek, porózus anyagok gyakran nem elegendő teherbírás
 - Húzóerő felvételének hiánya csomóponti problémák
 - Súly : nehéz
 - Porózus : külső felületvédelem

Beton - vasbeton

- A rómaiak hidraulikus kötőanyagokkal készült és lényegében betonnak tekinthető mesterséges építőkö
- Vasbeton az építés meghatározó anyaga
 - – A két anyag előnyeit jól ötvöző vasbeton
- A beton is lényegében nyomóerő felvételére alkalmas
 - – **egyszilárdságú anyag**
- A vasbetonban elsősorban a húzás felvételére alkalmazzuk az acélt. A beton és betonacél felhasználásával megvalósított anyag
 - **kétszilárdságú lesz.**

A vasbeton legfontosabb előnyei:

- Tetszőleges forma
- A vasbeton öntéssel való előállítása lehetővé teszi a különböző okokból igényelt akár extrém formák vagy statikailag optimális változó alakok és méretek megvalósítását.
- A kétszilárdságú és az előzőek szerint célszerűen kialakítható vasbeton a tartószerkezetek erőjátéka szempontjából kedvező. Egy vagy többirányú többtámaszú és többemeletes szerkezetek, bonyolult egyszer vagy kétszer görbült felületek gazdaságos építését teszi lehetővé.

A vasbeton legfontosabb előnyei:

- a rendeltetési, esztétikai igényeknek megfelelően, szabadon formálható,
- a kellő cementtartalmú, jól elkészített beton megvédi az acélbetéteket a korróziótól,
- a tűzzel szembeni ellenállása igen jelentős,
- a nagy képlékeny alakváltozásra képes acél beépítése folytán a vasbeton szerkezet még a beton megrepedése, nagy deformációk után is teherbíró, ezért váratlan tönkremenetelének veszélye kicsi,
- a tömegének túlnyomó részét kitevő adalékanyag szinte mindenütt megtalálható, olcsó, helyi anyag, acélszükséglete csekély,
- fenntartási költsége minimális, a többi szerkezeti anyaghoz viszonyítva gyakorlatilag zérus.

A vasbeton hátrányos tulajdonságai

- jelentős a zsaluzási és állványozási költség,
- csak fagymentes időben készíthető,
- a viszonylag hosszú szilárdulási idő az építés folyamatát lassítja.
- a kész szerkezet vasalása nehezen ellenőrizhető,
- megerősítése, átalakítása körülményes,
- viszonylag rossz hő- és hangtechnikai tulajdonságokkal rendelkezik,
- repedések keletkezhetnek rajta, melyek azonban csak meghatározott értéken felül károsak és feszítés alkalmazásával megelőzhetők,
- viszonylag nagy az önsúlya.

A vas és az acél

- Legfőbb alkalmazhatósági előnyök:
 - – erős (magas a szilárdsága),
 - – szívós (nagy szakadó nyúlás),
 - – alakíthatós (meleg alakítás).
- Az első építőipari felhasználás: a vonóvas, falkötővas a húzószilárdságot hasznosította. Öntött szerkezeti elemek : oszlopok, hajlított tartók, gerendák. a XIX. Században
- (Pl. Nyugati pályaudvar, Magyar Tudományos Akadémia stb.)
- Az ipari forradalom - vas, acél alkalmazása
- Hengerelt acél termékek megjelenése:
 - lemez-, profil gyártás összeszegecselt rácsos tartók. XIX. század második fele és –
- nagyfeszítávolságú csarnokszerkezetek:
 - – közösségi épületek, pl. kiállítási csarnokok,

A vas és az acél

- – ipari, raktározási csarnokok,
- – vasúti pályaudvarok,
- – vásárcsarnokok.
- XX. század eleje hegesztés. A második világháborúig az acél alkalmazása az épületeknél általános. Födémek, lépcsők, függőfolyosók, teljes épületvázak.
- Hazánkban az ötvenes évektől az acél építőipari felhasználását jelentősen visszaszorították (a nehézipar a fegyvergyártás igényeit elégítette ki).
- A hetvenes évek könnyűszerkezetes kormányprogram
 - lökést adott az acél alkalmazásának,
 - de a hagyományok miatt
- alkalmazása korlátozottabb, mint a fejlett országokban.

A vas és az acél

- Az acél anyag – a többi építőanyaghoz képest – nem olcsó.
 - előnyös tulajdonságai kompenzálják viszonylagos drágaságát.
 - önsúly meghatározó az építés szempontjából,
 - – nagy fesztávolságú áthidalások (a fesztáv nagyobb mint 24 méter),
 - – magas épületek (a szintszám nagyobb, mint 12 emelet),
 - – nehezen megközelíthető, a szállítási útvonalaktól távolfekvő épületek,
 - – ismételten áttelepítendő épületek.
 - az építés megvalósítása ezzel az anyaggal jelentősen meggyorsítható.
-
- gyakori az acél alkalmazása átalakításoknál,
 - nyílások kibontása esetén kiváltások, pótlólagos alátámasztások készítésénél.
 - nagy szilárdság -kis keresztmetszet

anyag	rugalmassági modulus		szilárdság		térfogatsúly		fajlagos szilárdság	szilárdság ára
	E	[kN/mm ²]	f	[N/mm ²]	γ	$\frac{f}{\gamma} \frac{\gamma_{acél}}{f_{acél}}$		
Acél		200	500	78	1	1	(acél=1)	
Alumínium		70	500	28	2,5	2		
Beton		15	40	24	0,25	0,1	0,1	
Tégla		4	10	16	0,1	0,5	0,5	
Fa		15	40	6-8	0,8	0,15	0,15	
Üveg		70	45	24	0,25	-	-	
Üveg/poliszter		30	500-1000	22	4	3	3	
Grafit/Epoxi		200	500-2000	20	8	10	10	