

Épületszerkezetek és Struktúrák.

II. rész. Struktúraváltások Az épületek tartószerkezeti vázában

Building's constructions and structures. Part II. changes of structures In supporting structures of buildings

G. LÁMER

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék
glamer@eng.unideb.hu

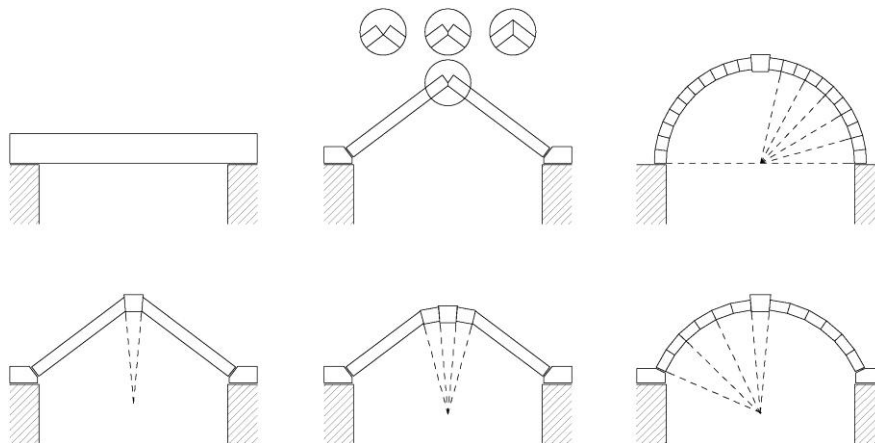
Absztrakt. A tanulmány II. részében az épületszerkezetek körében értelmezett tartószerkezeti struktúrák változásával foglalkozunk. A struktúra váltását elsősorban az új anyagok alkalmazásához, illetve új szemléletmódhoz kötjük. Két területtel foglalkozunk. Az egyik a boltozat kialakulása-változása, a másik az épület tartószerkezeti vázában változása új, részben hajlítási, részben csak húzó igénybevétel felvételére alkalmas anyagok alkalmazása esetén

Abstract: In the Part II. we deal with the changes of structures in supporting structures of buildings. The changes of the structure we will connected with new materials or new approach. We deal with two problems. First is the formations and change of the vault. The second is the change of the supporting structure of buildings in case of using new materials with bending or only stretching resistance.

1. Struktúraváltások a boltozat- és kupolaépítés körében

1.1. Gerenda, egymásnak támasztott gerendák, boltkövekből álló boltozat

A tér lefedése gerendával a legegyszerűbb.

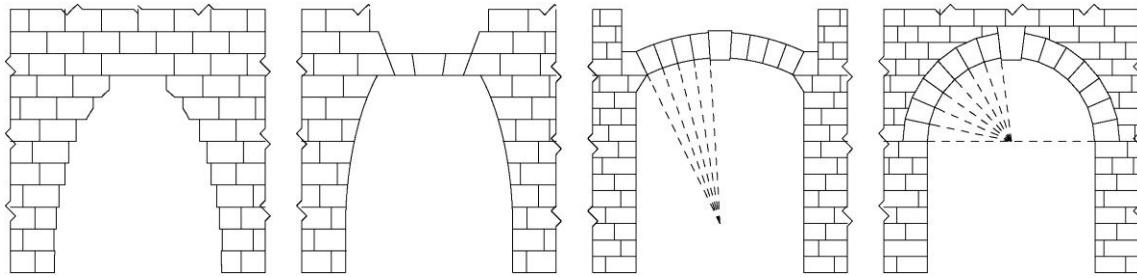


1. ábra. Gerenda, két egymásnak támasztott gerenda, egymásnak támaszkodó boltkövek.
Az egymásnak támasztott gerendák felcserélése boltkövekre

Két fal között egymás mellé (eltolással) sorolt gerendákkal, illetve lemezekkel a tér lefedhető. Ennek a feltétele, hogy legyen olyan hosszú gerenda, illetve lemez, ami a két fal közötti távolságot áthidalja. Amennyiben az áthidalandó távolságot nem éri el a gerenda, illetve a lemez hossza, akkor a falak közötti távolságot áthidalhatja két, egymásnak támasztott gerenda, illetve lemez. Az egymásnak támasztott gerendákat, illetve lemezeket a „felfekvésí” pontokon meg kell támasztani, különben szétcsúsznak. A támaszpontban kisebb felületek érintkeznek, vagy legalábbis meg kell metszeni a gerendát, illetve lemezt, hogy ne egy él, hanem egy felület mentén illeszkedjenek. Az illeszkedés felületének nagysága növelhető, ha a két gerenda, illetve lemez közé egy záróelemet, egy úgynevezett zárókövet illesztünk. Ez a lépés sugallja, hogy legyen a gerenda, illetve a lemez és a zárókő között még egy, az iránytörés nagyságát csökkentő, ékesre faragott kő. Végül a támaszponttól a zárókőig az iránytörést több ékesre faragott kővel, az úgynevezett boltkövel alakítjuk ki, másképpen fogalmazva, az egymásnak támasztott két gerendát, illetve két lemezt egymásnak támasztott, ékesre faragott boltkövek együttesével cseréljük fel.

1.2. Vállasan kiképzett álboltozat, vállal képzett egyenes boltozat, vállak közötti boltozat, dongaboltozatos lefedés

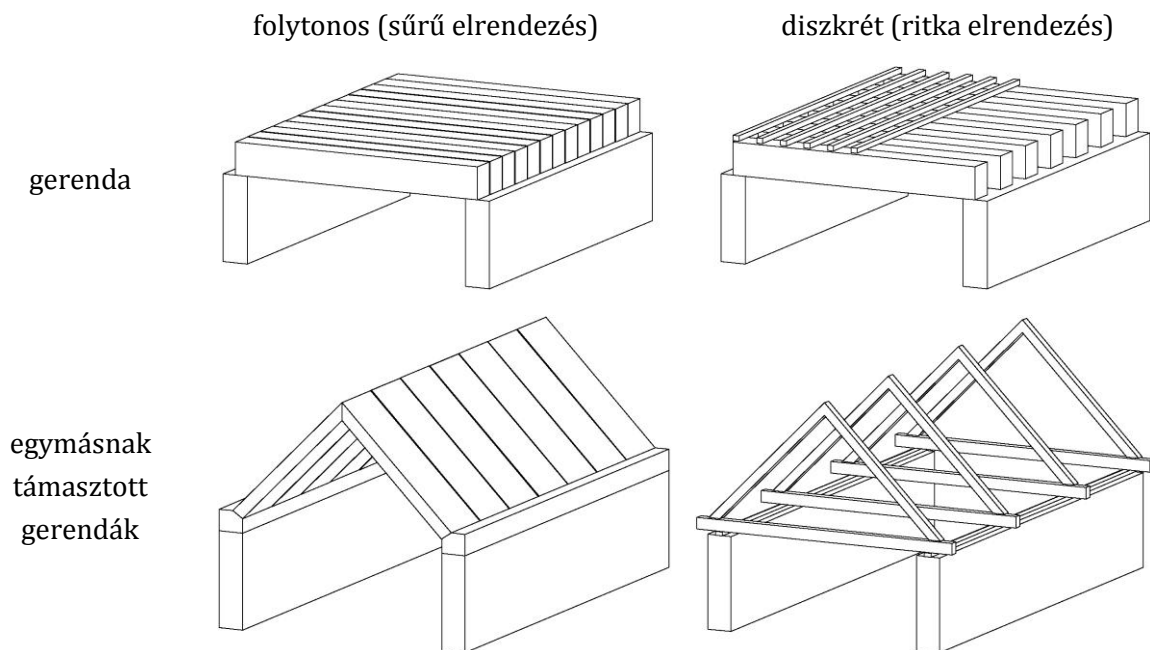
Amennyiben a falból vállszerű kinyúlást képezünk, és arra helyezünk egy kisebb gerendát, akkor is lefedhető a tér (a nyílás). Az áthidalható távolság növeléséhez egyre magasabb falat és egyre növekvő vállat kell képezni. A nagy kötőbök alkalmazása nagyobb leterhelést igényel, kisebb kövek esetén a leterhelés csökkenthető. A hamisboltozat magas ívet igényel, a kisebb kövekből épített hamisboltozat szinte kínálja a falazó elemmel a befordulást sugárirányba, és azt sugallja, hogy boltozni kell a vállak között kialakuló teret (nyílást). Innét ismét csak egy lépés, hogy válltól vállig ékesre faragott boltkövekből lehet a teret (a nyílást) lefedő szerkezet kialakítani.



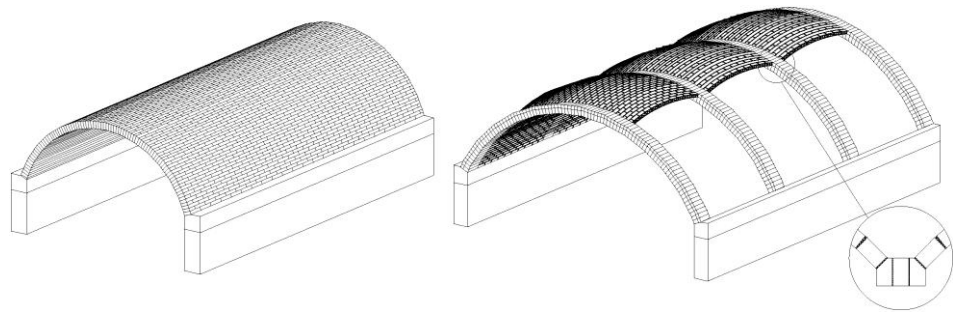
2. ábra. Vállasan kiképzett falazatok, amelyek középen összeérnek (hamisbolt), átmenet a hamisbolt és a boltozat között, boltozat falak válla között, dongaboltozat a falban

1.3. Téglalap alakú terek lefedése

Kér párhuzamos falra felfekvő, eltolással egymás után sorolt gerendák, egymásnak támasztott gerendák stb., boltozatok hosszúkás téglalap alakú tér lefedésére alkalmas szerkezetek. Az eltolással egymás után sorolt gerendák képezhetnek sűrű-, vagy ritkagerendás födémet. Az eltolással egymás után sorolt, egymásnak támasztott gerendák képezhetnek egy nyeregtető sűrűgerendás ácsolatát, vagy (ritka elhelyezésű) szaruzatát. Az eltolással egymás után sorolt, szorosan egymás mellé épített boltozatok összessége adja a (falazott) dongaboltozatot. A ritka elhelyezésű boltövek az ablaknyílások közötti faltagokra terhelnek, a boltövek között transzlációs felületű falazott boltozat épült.



falazott
boltozatok



3. ábra. Sorolás eltolással: fedés téglalap alakú tér fölött.

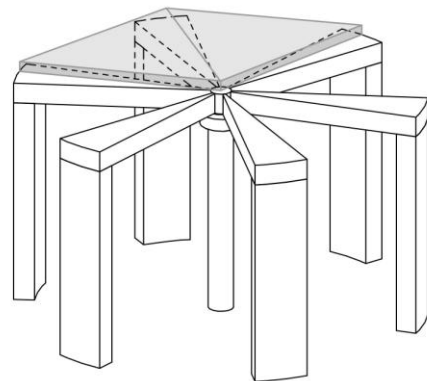
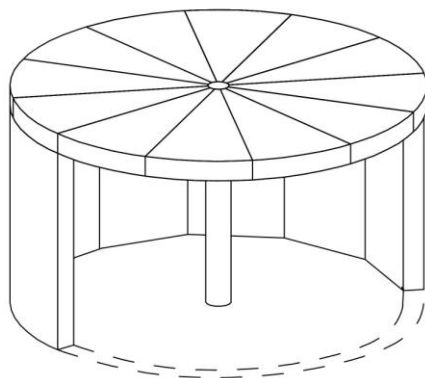
1.4. Kör alakú terek lefedése

Egy kör alakú fal szemközti pontjára felfekvő, elforgatással egymás után sorolt (cikk alakú) gerendák, egymásnak támasztott gerendák stb., boltozatok egy kör alakú tér lefedésére alkalmas szerkezetek. Az egymás mellé helyezett, alaprajzban cikk alakú, egymáshoz viszonyítva elforgatott gerendák képezhetnek egyfajta sűrűgerendás födémet (szükség van közepén egy oszlopra).

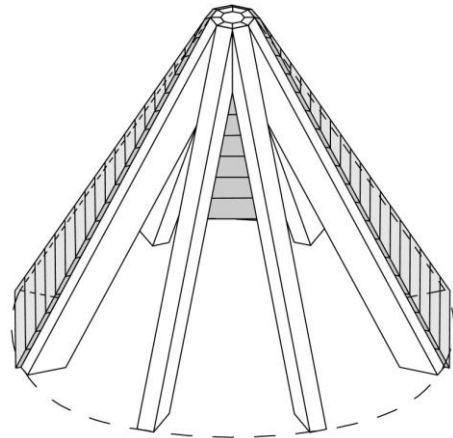
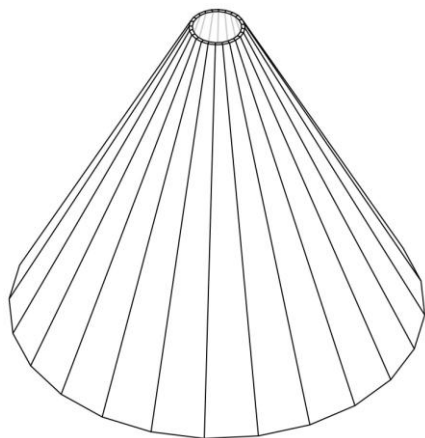
folytonos (sűrű elrendezés)

diszkrét (ritka elrendezés)

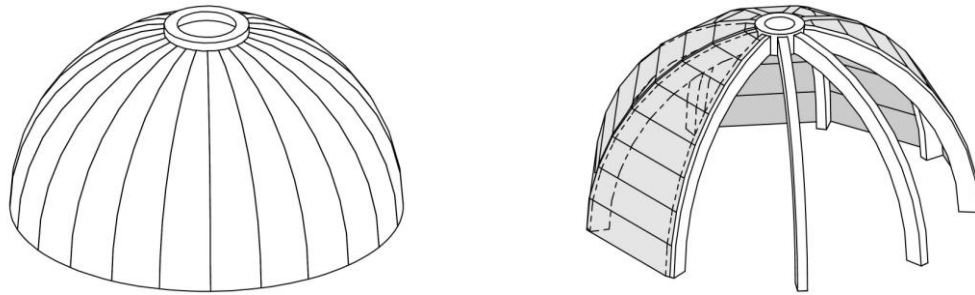
gerenda



egymásnak
támasztott
gerendák



falazott
boltozatok

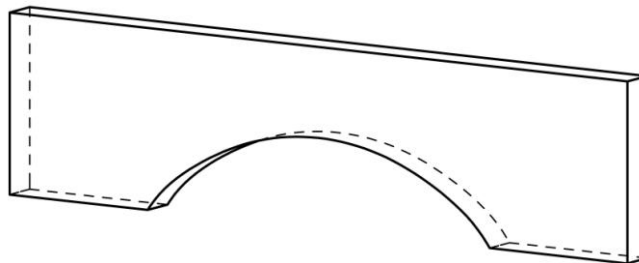


4. ábra. Sorolás forgatással: fedés kör alakú tér fölött.

Az egymást követő, elforgatással egymás után sorolt, egy (a kör középpontja feletti) pontban egymásnak támasztott gerendák képezhetnek egy kúptető sűrűgerendás ácsolatát, vagy (ritka elhelyezésű) szaruzatát. (Mivel egymásnak támaszkodnak, ezért már nem kell középen alátámasztó oszlop, helyette rendszerint egy gyűrű az, aminek neki támaszkodnak.)

Az elforgatással egymás után sorolt, szorosan egymás mellé épített boltozatok összessége adja a (falazott) kupolát, míg az egymástól egyenletes távolságra, bordaként épített boltozatok adják a kupola falazott vázszerkezetét. Rendszerint középen egy gyűrűnek támaszkodnak, ezért a központi oszlop elmaradhat ebben az esetben is.

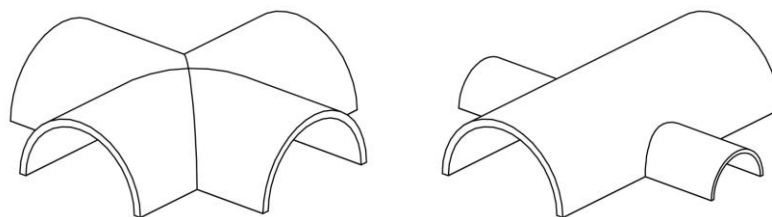
Megjegyzés. Az alul íves, de felül egyenes, a két végén alátámasztott tartó nem boltozat, hanem változó magasságú, kéttámaszú tartó. Rendszerint vasbetonból épül, és faltartóként viselkedik.

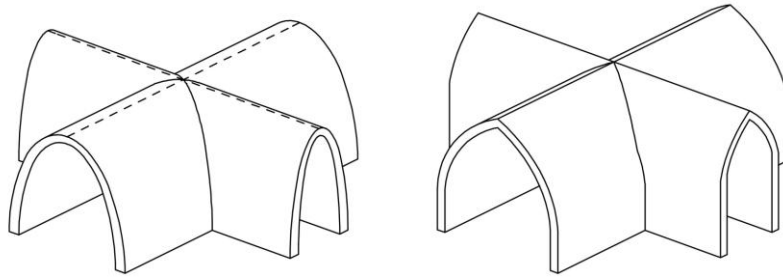


5. ábra. Vasbeton álíves tartó

1.5. Boltozatok áthatása. Bordás boltozatok és bordás kupolák

Az azonos sugarú, félköríves dongaboltozatok áthatása a római keresztboltozat. Két különböző átmérőjű, félköríves dongaboltozat áthatása vezet a fiókboltozat fogalmához.

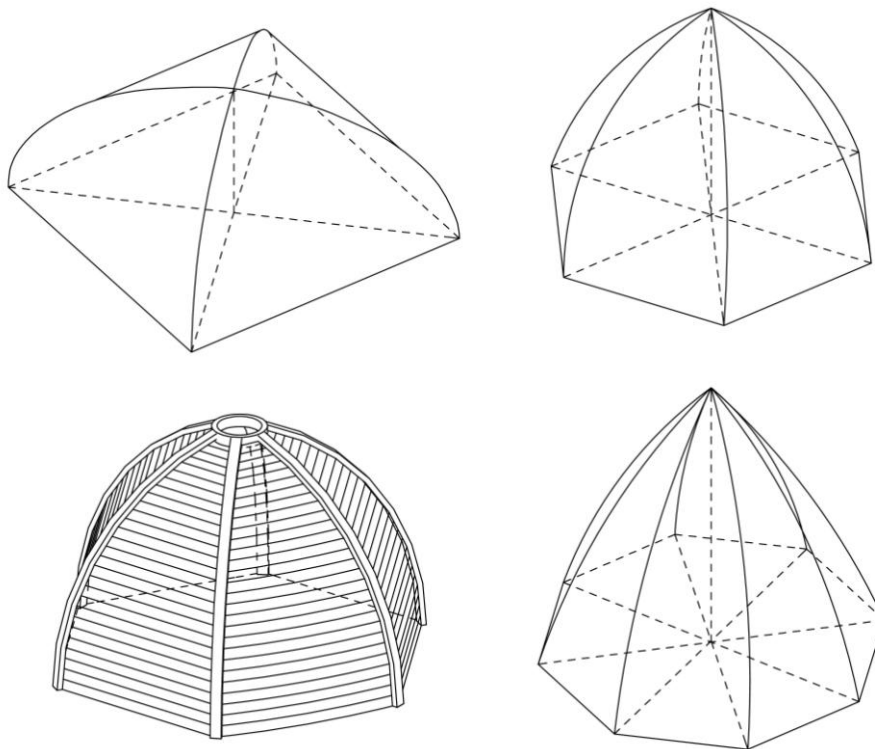




6. ábra. Köríves boltozatok áthatása. Elliptikus boltozatok áthatása. Csúcsíves boltozatok áthatása.

A két boltozat áthatásában a két boltozat köveit megfaragták, hogy a két boltozat illeszkedjen egymáshoz. Az érintkező felület növelése céljából – ahogyan a zárókő képzésénél tették – az áthatásban egy térgörbe tengelyű boltozatot építettek. Ennek a boltozatnak a szélessége, illetve a magassága aránya függvényében hevederről, vagy bordáról beszélünk. (A hevedernek a szélessége, a bordának a magassága nagyobb a másik méreténél.)

A különböző szélességű téglalapok áthatása fölött azonos magasságú boltozat készülhet változó sugarú (pl. elliptikus vagy parabolikus) boltozattal, vagy, körívek alkalmazásával, csúcsíves boltozattal. Formálisan egy hosszú téglalap és több, rá merőleges, kisebb szélességű téglalap metszése a csúcsívek egymás után következő sorozatát adja. Ez vezet a hálós boltozat fogalmához: nem csak a szomszédos pontonkénti alátámasztások között építünk íveket, hanem a nem szomszédos alátámasztási pontok között is. A támaszpontok különböző csoportosításait választva különböző hálózatok generálhatók.



7. ábra. Kolostor fedés. Bordás kupola.

A két, azonos sugarú dongaboltozat áthatásából a korábban „kidobott” cikkelyek megtartásával a négyzet alapú terem négy boltcikkellyel lefedhető: négyzet fölé emelt kupola építhető (ez a kolostorboltozat). A sokszög oldalainak számát növelve hat, nyolc és így tovább oldalú kolostorboltozat építhető. (A határhelyzet a félgömb alakú kupola.) A cikkelyek közötti erőátadást a metszésvonalban épített bordával kihangsúlyozva értelmezzük a bordás kupolát.

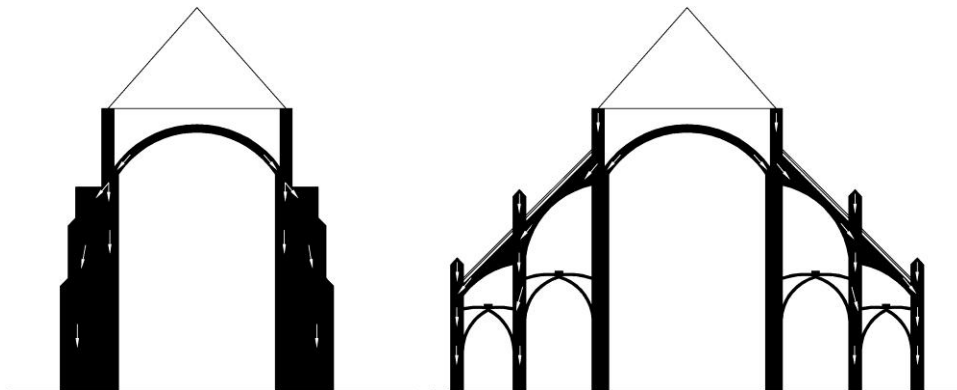
1.6. A boltozat oldalnyomásának felvétele

A félköríves dongaboltozat támaszpontjában oldalnyomás nem ébred. A félkörívésnél laposabb boltozatok, a csúcsíves boltozatok támaszpontjaiban (támaszvonalaiban) oldalnyomás ébred. Az oldalnyomást felvételére három módszer alakult ki:

- a boltozat megtámasztása támpillérrel,
- a boltozat támaszpontjának rögzítése leterhelő súllyal,
- a boltozat megfogása szétcsúszás ellen vonóvassal.

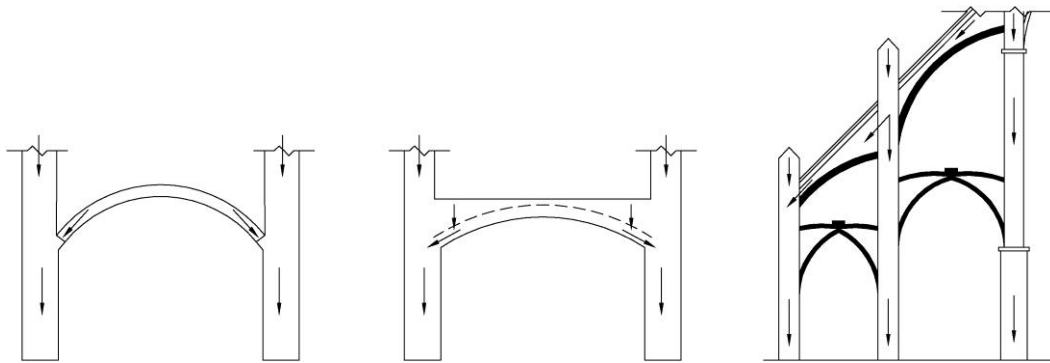
A három módszer három különböző erőjátéknak felel meg.

A támpillér: a ferde erő a talajt a támpilléren belül, a támpillér keresztmetszeti magján belül éri el. A támpillér lehet egyenes tengelyű, függőleges helyzetű támfal, vagy támpillér, lehet ívesen kialakított támasztó ívpillér (támív).



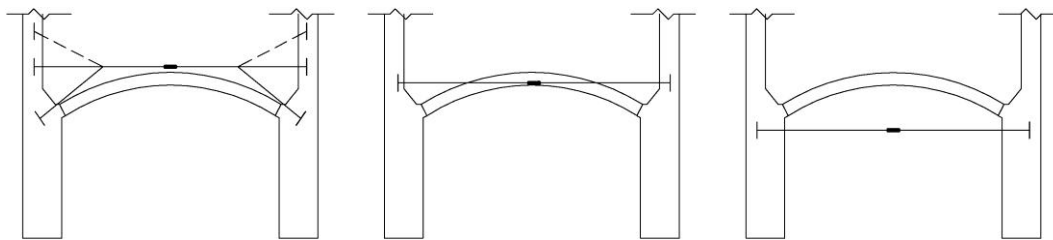
8. ábra. A boltozat oldalnyomásának felvétele: támpillér és támív

A leterhelő súly: a ferde erő az alaptestet (esetleg a talajt) a faltag (pillér, fal) keresztmetszeti magjában éri el. A terhelő súlyt adhatja a boltozat fölötti fal (a következő szint falazata), a boltozat válla fölötti falazás, a támív fölé magasodó fiatorony.



9. ábra. A boltozat oldalnyomásának felvétele: leterhelő súly

A *vonóvas*: a ferde erőnek a vízszintes összetevőjét felvevő szerkezeti elem. Rendszerint kovácsoltvasból készült. Elhelyezhették a boltozat fölött, átvezethették a bolt záradékán, vagy a boltozat alatt haladhatott át. Amikor a bolt felett építették be a vonóvasat, akkor rendszerint két ferde ág is készült, amelyek „lenyúltak” a boltváll alá, hogy a ferde erőt felvegyék. (Szaggatottan jelöltük az elméleti vonalvezetést.)

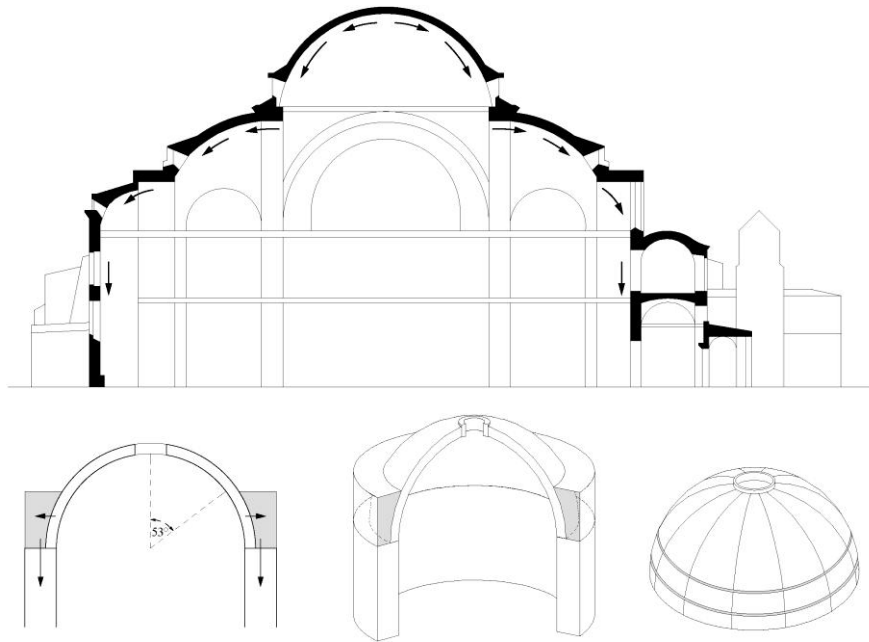


10. ábra. A boltozat oldalnyomásnak felvétele: vonóvasak

1.7. A kupola oldalnyomásának felvétele

A kupola oldalnyomásának felvételére ugyanaz a három elem használatos, mint a dongaboltozat esetében. A körkörös elrendezés miatt az oldalnyomás felvételéhez támpillérek mellett, vagy helyett egy-egy boltozat is igénybe vehető: egy kupolát negyed gömb alakú kupolák gyámolíthatnak négy oldalról.

A körszimmetria miatt a vonóvasaknak tengelyben kellene metszeniük egymás. Ezért rendszerint a vonóvasak vagy különböző magasságban haladnak, vagy egy központi gyűrűn keresztül kapcsolódnak egymáshoz. Esetenként a kupolát megtartó oszlopok/pillérek között vonóvasakat helyeznek el gyűrűirányban. A vonóvas helyett alkalmazható heveder is.



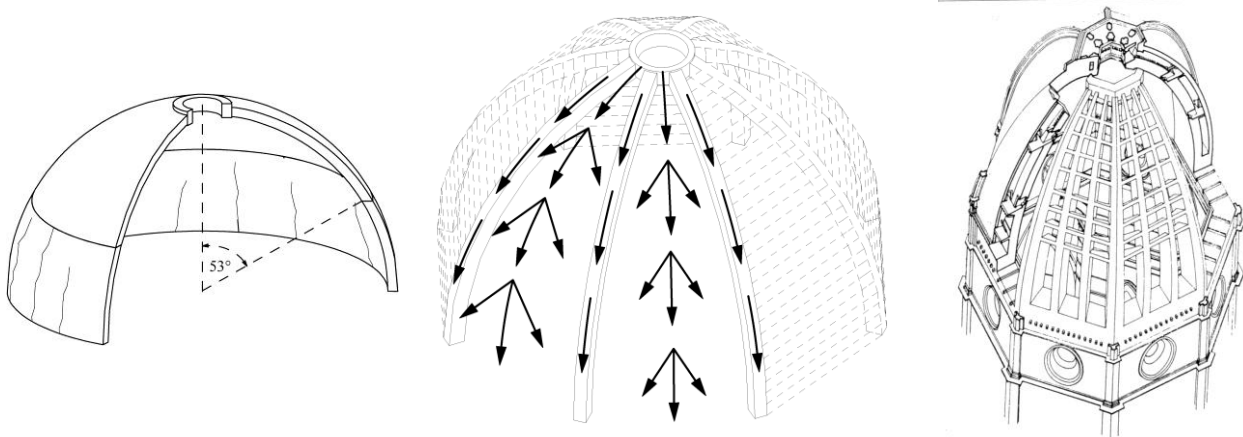
11. ábra. A kupola oldalnyomását felvétele: támkupolák, leterhelő súlyok és hevederek

A boltozatban nem csak oldalnyomás jelentkezik, hanem gyűrűirányban is ébred húzóerő.

A húzóerő a függőleges tengelytől, felülről mérve az 53 fok alatti részen ébred. Ennek a húzóerőnek a felvételére a leterhelő súly, vagy a heveder jöhet számításba. Ezek egyúttal a szétnyomódás ellen is védenek.

A boltozat alsó felében ébredő gyűrű irányú húzóerő nem lép fel, ha a kupola strukturált szerkezet, azaz ha például a falazott boltozatokból és íves pillérekből áll, amelyek egymáshoz kapcsolódnak. Ekkor megszűnik a térbeli erőjáték, és gyűrűirányú erő nem lép fel. Megjegyzés: amennyiben a húzóerő hatására szétreped a kupola alsó része, akkor a repedések miatt a kupola felső része felületszerkezetként, az alsó része vonalszerkezetek összességéként működik.





12. ábra. A kupola gyűrűirányú húzóerejének kikapcsolása: vázszerkezet kialakítása
Boltívek a kupolán belül, kirepedező húzott zóna, egymásnak támaszkodó boltmezők

A 12. ábra első sorának első képe a <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/79/Detail.voute.Pantheon.Rome.2.png/220px-Detail.voute.Pantheon.Rome.2.png> elérési útvonalon található ábrán alapul.

A 12. ábra első sorának második képe a <http://romeonsegway.com/wp-content/plugins/widgetkit/cache/gallery/738/dome-inside-pantheon-rome-on-segway-94b5892324.jpg> elérési útvonalon található fényképen alapul. Az ott elért fényképre vittük fel a boltzatokat és az íves támpilléreket Kabdebó Gy. (Szerk.) Az építőművészet története az ókorban című könyvben (Magyar Építész- és Mérnökegylet Budapest, 1903.) a 286. oldalon található ábra alapján.

A 12. ábra második sorának harmadik képe az <http://faculty.etsu.edu/kortumr/HUMT2320/early-renaissance/adobejpgimages/07domedesignlarge.jpg> elérési útvonalon található grafikán alapul.

2. Struktúraváltások új építőanyagok megjelenésével

2.1. Az építőanyagok

Évezredekken keresztül három építőanyag állt a rendelkezésre: az agyag, a kő és a fa.

Agyag alatt a kézzel formázható állapotú agyagot értjük. Ebből készültek a különböző vert, vagy döngölt falú házak, napon szárított vályogtéglából emelt épületek. Ebből az építőanyagból egy- vagy kétszintes épületeket emeltek (bár ismertek Afrikából példák négyszintes épültre is). A megszáradt agyag csak nyomóerő felvételére alkalmas. A földem rendszerint fából, gerendázatként készült. Az így emelt épületek, a struktúrájukat tekintve, a kőből épített épületekhez állnak közel.

Kő alatt értjük a természetes, és a mesterséges követ is. Míg néhány évezreden keresztül a szárított, később az égett agyag helyettesíthette a követ, a mesterséges kő megjelenési formája mára már rendkívül széles: tömör és lyukacsos téglá, lamellás („hőszigetelő”) égett kerámia

falazó elem, monolit és előregyártott beton szerkezet, porózus beton (mátrabeton, ytong) falazó elem. A kő-tégla alapvetően nyomóerő felvételére alkalmas. Térlefedéshez kő gerendák, vagy kő lemezek, illetve boltkőből, vagy téglából falazott boltozatok adnak lehetőséget.

A fa egyaránt képes nyomó és húzó, ezzel együtt hajlító igénybevételt felvenni. Ennek megfelelően elsősorban hajlított földemként, fedelek húzott-nyomott és hajlított elemeként alkalmazták. A nagyobb terek lefedését a toldás korlátozta: a húzó igénybevétel átadásához a fából képezett kapcsolatok nem elégségesek; a húzó igénybevétel átvezetéséhez fém kötőelemek (csavarok, ácskapcsok, hevederek) szükségesek. Ezért nagyobb térlefedésekhez faszervezetek csak a kovácsoltvas művesség térhódítását követően jöhetett szóba (magasított gerendák, feszítő és függesztő művek).

A három, hagyományosnak nevezhető építőanyag adta lehetőségeken túl mutató szerkezetek új építőanyagok megjelenésével váltak lehetővé. Az első építőanyag-páros a vasbeton és a vas (majd az acél): ezek az építőanyagok a nyomáson kívül képesek felvenni húzó és hajlító igénybevételt is. Mindkét építőanyag egy-egy további, a korábbi építési anyagoktól eltérő tulajdonsággal bír. A beton esetén nincs korlátozás az építőanyag alakjára nézve: a beton zsaluzatban formálható, a beton szinte tetszőleges forma kialakítására alkalmas. A vas, illetve acél gyártástechnológiája (eleinte az öntés, majd a hengerlés) ugyan rögzített keresztmetszetű és hosszúságú elemek gyártását tette/teszi lehetővé, de a vas, illetve acél esetén a kapcsolatok nem csak a nyomó, hanem a húzó és hajlító igénybevételeket átvitelét is lehetővé teszik (szegecselt, csavarozott és hegesztett kapcsolatok). A második építőanyag-páros a drótkötél és a műanyag ponyva. Ezek az építő anyagok csak és kizárólag húzó igénybevételek felvételére alkalmasak, közöttük olyan kapcsolatok hozhatók létre, amelyek a húzó igénybevételek átadását lehetővé teszik. Az eltérő mechanikai viselkedések eltérő épületvázak létrehozását teszik lehetővé. A továbbiakban ezeket az eltérő tartószerkezeti vázakat vesszük górcső alá.

Az agyagépitmények, mint arra fentebb már utaltunk, elsősorban nyomó igénybevétel felvételére alkalmasak, ami miatt a struktúrájukat tekintve a kőből és a téglából emelt épületekhez állnak közel. Ezért ezzel az épülettípussal jelen tanulmányban nem foglalkozunk.

A fából, durván leegyszerűsítve, boronafalas vagy vázszerkezetű házak, továbbá fedelek épültek. A boronafalas házak, az igénybevételeket tekintve, nyomott szerkezeti elemekből állnak (a földem természetesen hajlított), ezért struktúráját tekintve közel állnak a falazott falas épületekhez. A vázszerkezetű házak struktúráját tekintve a rúdszerkezetekhez állnak közel. A kötések miatt jelentős eltérések állnak fenn. Jelen tanulmány a favázás épületeket nem vizsgáljuk, utalunk a szakirodalomra [6, 56]. A fedelek között jól elkülöníthetőek a különböző geometriai elrendezések, merevítések és erőátvivő szerkezeti kialakítások. Csak a legismertebbekre utalva: torokgerendás és szelemenes fedélszékek, függesztő és feszítőműves fedélszékek. Jelen tanulmány a fa fedelek szerkezeti változásait nem vizsgáljuk, utalunk a szakirodalomra [6, 15,18, 22].

2.2. A falazott falas épületek tartószerkezeti váza

A falazott falas épületben a fő tartószerkezeti váz a nyomott falazott fal. A falazott fal között hajlított vagy boltozott a födém, az épületet rendszerint magastető zárja le. A szerkezeti váz alapja tehát a rendszerint egymással párhuzamos, nyomott falak. A falazott falas épületek két nagyobb típusra bonthatók szét a födém típusától függően: a födém ad át oldalnyomást vagy sem. Ha ad át, akkor a függőleges vázat oldalnyomás felvételre alkalmassá teszik.

2.3. A vas és a vasbeton megjelenése

A vas és vasbeton megjelenése két szempontból módosította az épület függőleges tartószerkezeti vázát. Az egyik, hogy a függőleges váz elemeként már nem csak fal, hanem pillér is szóba jöhet több szinten keresztül. (A hangsúly a több szinten van. A perzsa oszlopcsarnokok, az egyiptomi, a görög és a római templomok falazott pillérvázás épületek, de egy szintesek). A másik, hogy a vasbeton fal, és a vasbeton, illetve acél pillér képes nem csak nyomó, hanem hajlító igénybevétel felvételére is. Ennek megfelelően a födém és fal, illetve pillér valamilyen mértékben együttműködésre kényszeríthető. Típus példaként az alagútzsalus, illetve térbeli keretvázás épületeket hozzuk föl.

A vas és vasbeton további lehetőségek is magába rejtenek: a terek lefedéséhez olyan forma adható a szerkezetnek, amely a lehető legjobban közelíti a nyomatékábrát: íves, hajlítás mentes felületszerkezetek (héjak) és felületbe szervezett rúdszerkezetek (felületre illeszkedő rúdszerkezetek, mind pl. a csarnoképületek) alkothatók.

2.4. A drótkötél és a ponyva megjelenése

A drótkötél és ponyva a hajlítás mentes deformálható szilárd térlefedések „inverzének” megvalósítását teszik lehetővé: a „negatív” nyomatékábrát nem nyomott, hanem húzott szerkezeti elemekkel közelíti. Mivel csak húzott elemekből szerkezet nem készíthető, ezért ezekben a szerkezeti vázakban nem csak kötelek, kötélhálók, ponyvák, hanem merevítő elemek, mint peremgerendák, falak, pillérek, árbcok is szerepelnek.

2.5. A falszerkezet felhasadása rétegekre egy pillérvázás épületben

Az épület szerkezetei, különösen a kültérrel érintkező szerkezetei korábban homogén, arányaiban ma már vastagnak mondott szerkezetei az épületben betöltött szerepük, azaz a funkciók szerint szétváltak, rétegekre bomlottak.

Régebben egy szélesebb fal „tudott mindent”, nem is kellett a hatásokat szétbontani. Ma nincs homogén fal, helyette többretegű falszerkezet épül, és a különböző szerkezeti rétegek látnak el egy-egy funkciót. Ez a rétegekre hasadás jelensége. (Lásd a következő oldalt.)

A homogén falak felhasadása szerkezetekre maga után vont a falat meghatározó szakma – az építész – feladatainak felhasadását szakmákra. A szakmán belüli feladat már nem egyszerűen a fal meghatározása, hanem a fal egy adott rétegének az adott funkcióra való méretezése.

„Rétegekre hasadás előtt”	„Rétegekre hasadás után”
	Pillérváz (ritkábban falváz)
	+ vázkitöltő falazat
	+ hőszigetelés
	+ víz elleni szigetelés
	+ mechanikai védelem
	+ látványos (szerelt) burkolat.
Homogén fal	

2.5.1. Funkció – építész

Ez, mint az építészet (egyik) alapja, változatlan. Ennek egyik feladata a határoló falak helyeinek kijelölése.

2.5.2. Tartószerkezet – statikus

1870. körül kezdődött a vas (az acél) és a vasbeton térhódításával a tartószerkezet leválása az épületszerkezetek egészéről, ezzel együtt a statikus (értsd: az épület tartószerkezetével foglalkozó mérnöki) szakma leválása az építész szakmáról. Ma már jogosultság szintjén is, mindkét irányban, szétválasztották.

Megjegyzés: a statikus, mint „mérnök” (pl. útépítő vagy hidász, angolul civil engineer), mindig is létezett függetlenül az épületet építő építészről (angolul architect), de az épületen belül a tartószerkezet tervezése külön folyamat keretében hódított teret, majd vált le az építészettől. Az épület tartószerkezeti méretezését kezdetben maguk az építészek végezték, egy jó építész egyúttal jó statikus is volt (és ma is az, még ha jogosultságot nem is kap erről).

2.5.3. Hőszigetelés – épületgépész

Napjainkban választották szét úgy, hogy mind az építész, mind statikus, mind pedig az épületgépész szakember önálló képzés után specializálódhat „művelésére”, azaz jogosultság szintjén szétválasztották.

2.5.4. Víz elleni szigetelés – erre szakosodó építész, illetve építőmérnök

A tervezési és kivitelezési tapasztalat alapján láthatóak az arra utaló jelek, hogy a már „kicsit is nagy” épületek esetén a szigetelés tervezését és kivitelezését az arra szakosodott mérnökök és cégek végzik, a jogosultságok korában várható, hogy lefűződik az építész és statikus szakmáról.

2.5.5. A szigetelés mechanikai védelme

Rendszerint a szigetelést „kiíró” szakember írja elő a védelmet. Esetenként egybeesik a burkolattal, ekkor az építész adja meg.

2.5.6. Látványos (szerelt) burkolat

Az építész feladata.

3. A modern és hagyományos fogalmak az épületszerkezetek körében

3.1. Fogalmak

3.1.1. A hagyományos:

- régies, mert a korábbi korokra jellemző,
- régi, mert több nemzedék óta él,
- hagyományőrző, mert a hagyomány által fenntartott.

A hagyományos alatt értjük az adott időpillanat előtt („korábbi” korban, régen) megfogalmazott, vagy elvárt igénnyel, felfogással, szokással, divattal, műszaki-tudományos elvárásokkal és gyakorlattal szembeni megfelelést. A hagyomány fenntartása nem más, mint az ismereteknek egy-egy társadalmi csoport nemzedékről nemzedékre történő továbbadása. Hagyományosnak csak az tekinthető, amely a hagyomány minden feltételének megfelel.

3.1.2. A modern:

- korszerű, vagy mai, azaz az adott időpillanatra jellemző,
- újszerű a régihez, az elmúlthoz, az elavulthoz képest,
- haladó, azaz a legújabb kor fejlettségének megfelelő,
- divatos, mert megfelel a kor ízlésének, vagy felkapott szokásának.

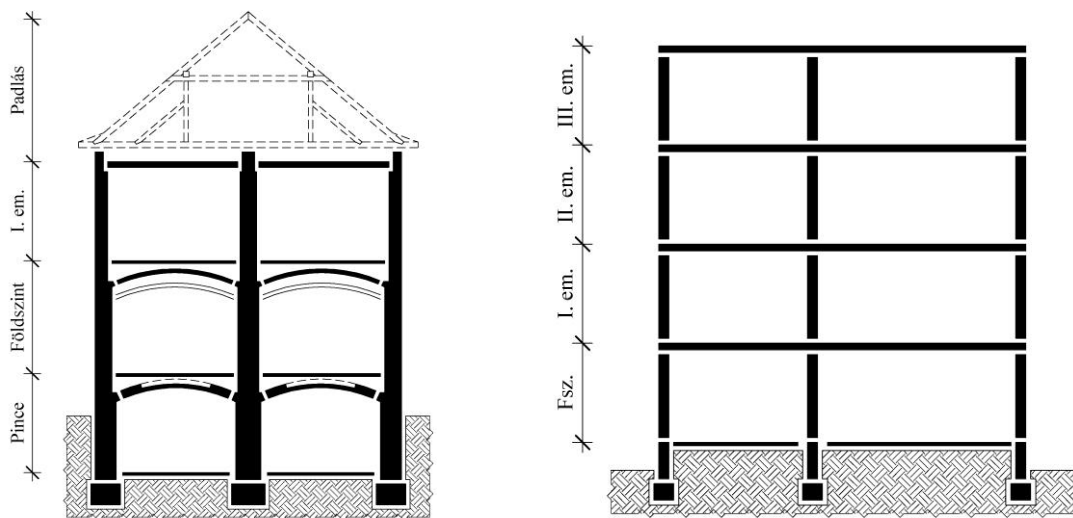
A modern alatt értjük az adott időpillanatban („legújabb” korban) megfogalmazott, vagy elvárt igénnyel, felfogással, szokással, divattal, műszaki-tudományos elvárásokkal és gyakorlattal szembeni megfelelést. Rendszerint modernnek tekintjük azt a dolgot, amely egy szempont szerint modern.

3.2. Az épületek tagolása hagyományos és modern épületekre az erőjáték alapján

A hagyományos épületben a függőleges teherhordó szerkezeti elemek a (kis mértékben külpontosan) nyomott falazott falak és/vagy pillérek, a vízszintes tartószerkezeti elemek vagy sík, hajlított fagerendás, nagyobb termeknél mestergerendás födémek, vagy kő- és

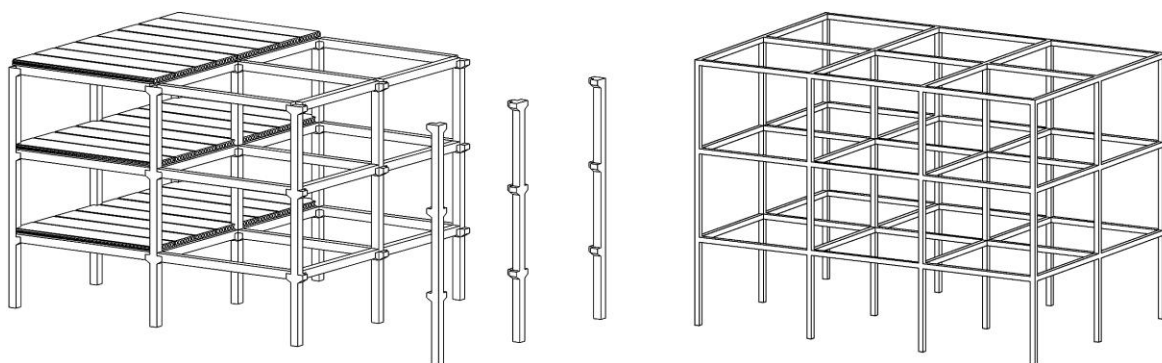
téglaboltozatos, nyomott földékek (térlefedések). A függőleges és a vízszintes teherhordó szerkezeti elemek között nyomatékbiró kapcsolat nem áll fönn. A függőleges és boltozott tartószerkezet alapvető építőanyaga a csak nyomásra igénybe vehető természetes (illetve mesterséges) kő (azaz a tégl), a hajlított földém elsősorban fa (de van példa kőgerendára és kőlemezre is).

A modern épületben a függőleges teherhordó szerkezeti elemek nyomáson kívül nyomaték felvételére is alkalmasak, a vízszintes tartószerkezeti elemek elsősorban hajlítottak. A függőleges és vízszintes teherhordó szerkezeti elemek között nyomatékbiró kapcsolat áll fönn. A függőleges és a vízszintes tartószerkezet építőanyaga elsősorban vasbeton és acél.

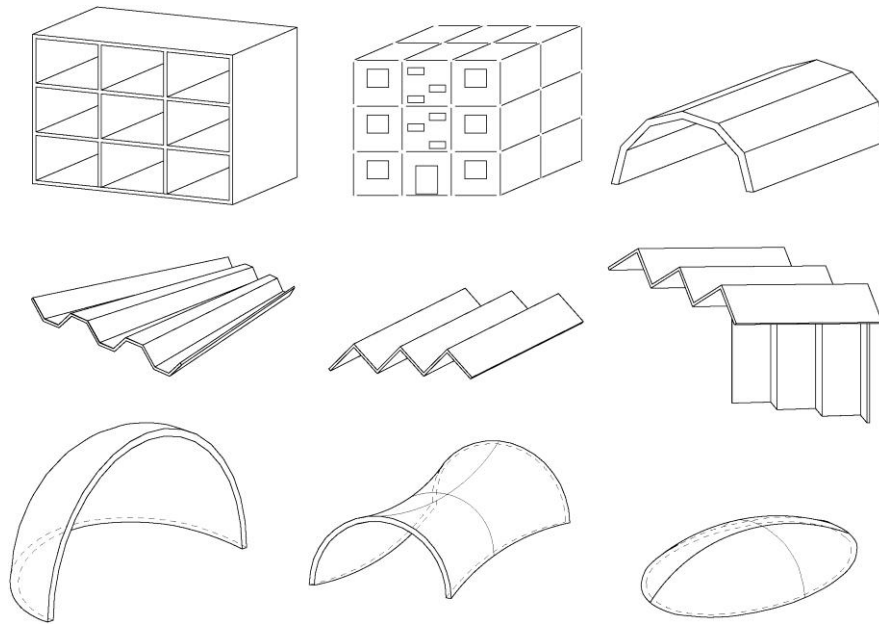


13. ábra. Hagyományos, falazott falas épületek

3.3. A modern épületek további felosztása az erőjáték alapján



14. ábra. Modern épületek: pillérváz és térbeli keretváz épületek



15. ábra. Modern épületek: falvázak, lemezművek, héjak

A modern épületek épületszerkezetei az elmúlt közel kétszáz év alatt mutatnak időbeli változást; ez a változás is lehetőséget ad az adott korban hagyományos és modern szétválasztására, vagy inkább korszakolásra.

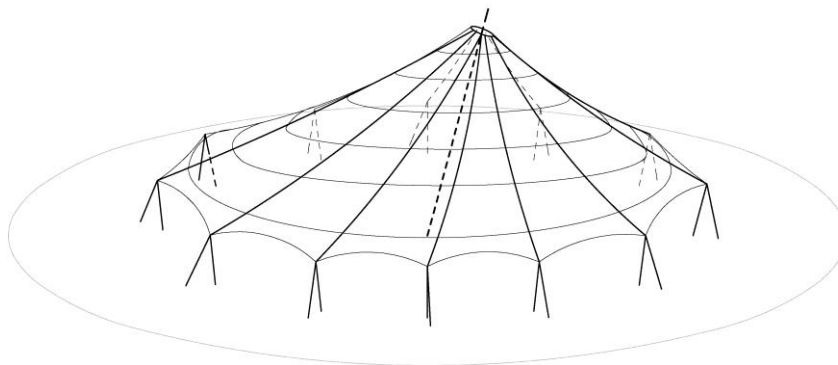
Vasbeton: monolit, előregyártott, táblás, kúszó-csúszó, alagút zsaluzat, szabadon szerelt és szabadon betonozott szerkezetek, elő- és utófeszítés, lövellt beton.

Vas-acél: kovácsoltvas, öntöttvas, kevertvas, acél; kovácsolás, szegecselés, csavarozás, hegesztés.

Vasbeton: falváz, cellás rendszer, sávos lemezmű, redőnyös lemezmű, hajlított és membránhéjak.

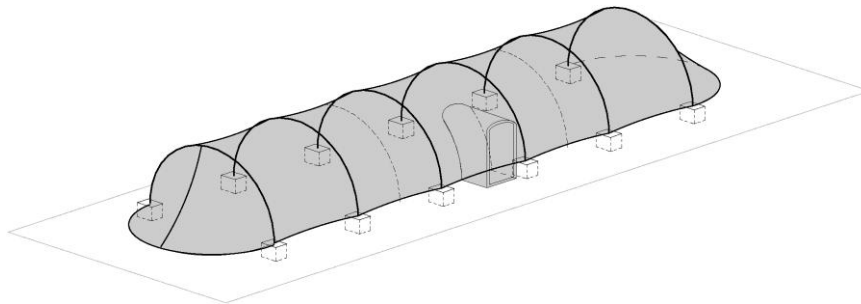
Acél és vasbeton: pillérváz, keretváz.

Acél: kötél szerkezet.



16. ábra. Modern épületek: kötél szerkezetek

Műanyag: ponyvaszerkezet.



17. ábra. Modern épületek: sátor- és ponyvaszerkezet

3.4. A tartószerkezeti váz a fal felhasadása szempontjából

A hagyományos épületben a teherhordó szerkezet egyúttal térelhatároló, a tömegével hőszigetelő, a fal tömörsége okán csapadék elleni védelmet ellátja, kellően szilárd, mechanikai védelmet nem igényel, maga a falazat (vagy annak vakolt felülete) esztétikai élményt is nyújt.

A modern épületben a teherhordó szerkezet (a vasbeton falváztól eltekintve) nem térelhatároló, a teherhordó szerkezeten kívül külön térelhatároló, hőszigetelő, víz ellen szigetelő, védő és burkolati szerkezeti rétegek épülnek.

3.5. Következtetések

1. *Következtetés.* Az épület tartószerkezeteinek erőjátéka alapján a falazott falas épületek boltozatos födémmel, a falazott falas épület sík (!) födémmel épülettípusok a hagyományos épületekhez, az öntött, monolitikus és előregyártott vasbeton falvázás, az összes pillérvázás, valamint a se nem falvázás, se nem pillérvázás épülettípusok mind a modern épületekhez tartoznak.

2. *Következtetés.* Az épület tartószerkezeteinek erőjátéka alapján körülbelül kétszáz éve a modern építészeti korban vagyunk. És újabb strukturális változás nem várható. Ez a felosztás teljes, ebben a felosztásban változás nem lehetséges. Változás a geometriai formákban, az építés technológiájában, az épület méreteiben, a struktúrák különböző léptékű egyesítésében várható.

3. *Következtetés.* Az épület tartószerkezeteinek erőjátéka alapján elkülöníthető a modern épületek közül a deformálható szilárd tartószerkezeti vázzal épített épületek, mint a rúdszerkezetek és a héjak, valamint a hajlékony szilárd tartószerkezeti vázzal épített épületek, mint a kötél szerkezetek, valamint a sátor- és ponyvaszerkezetek. A rúdszerkezetek csarnoklefedésként jó kétszáz éve jelen vannak (gondoljunk a gyáripari és vasúti csarnoképítészetre), a héjak úgy a 1930-70 évek között hódítottak teret, míg a kötél és a ponyva szerkezetek úgy ötven éve tettek szert jelentős szerepre az építészetben.

4. Összefoglalás

A tanulmány II. részében a tartószerkezeti vázban nyomon követhető struktúraváltozást tekintettük át.

Az épületek tartószerkezeti vázában végbement változások közül külön foglalkoztunk a boltozatokhoz köthető és az építőanyaghoz kapcsolható struktúraváltásokkal.

A boltozathoz köthető struktúraváltozás részben álboltozatok és a faragott boltkővel épített boltozatok között, részben a sima és a csúcsíves boltozatok között áll fenn. Az első esetben az építési technológiai változott meg úgy, hogy az építőelem alakja és térbeli elrendezése a belső erő felvételének irányába essen. A második esetben a csúcsíves boltozat tette lehetővé, hogy egy terem azonos magasságú boltívekkel legyen lefedhető akkor is, hogyha a terem oldalainak hossza nem egyezik meg, vagy a pontszerű alátámasztás kiosztása nem egy szabályos négyzetrács-hálózat csomópontjaiban található, hanem eltérő oldalhossz arány áll fenn.

Áttekintettük a boltozat oldalnyomása felvételére alkalmas szerkezeti struktúrákat mind a boltozatok, mind a kupolák esetében.

Az épület struktúráját az épület tartószerkezeti váza határozza meg. Maga a struktúraváltás ahhoz köthető, hogy az újonnan alkalmazott építőanyagok egy része a nyomáson kívül húzó és hajlító, egy másik része csak húzó igénybevételeket képes felvenni. Ennek megfelelően készülhetnek hajlított elemekből, illetve húzott szerkezeti elemekből álló tartószerkezeti vázok.

Köszönetnyilvánítás

A szerző ezúton mond köszönetet Tóth Ádám okl. építészmérnök úrnak az ábrák számítógépes megrajzolásáért.

Hivatkozások

- [1] *Bársony István, Magasépítéstan I.* Pécs, 2006.
- [2] *Bársony István – Schizler Attila – Walter Péter, Magasépítéstan II.* Pécs, 2007.
- [3] *Bonta János, Modern építészet 1911-2000.* TERC, 2002.
- [4] *Bonta János, A magyar építészet egy kortárs szemével: 1945-1960.* Terc. h. n., 2008.
- [5] *Breymann, E.A. (begründet), Baukonstruktionslehre. I. Die Konstruktionen in Stein.* Warth, O., Dr. Siebente, verbesserte und erweiterte Auflage. I. M. Eebhardt's Verlag, Leipzig, 1903.
- [6] *Breymann, E.A. (begründet), Baukonstruktionslehre. II. Die Konstruktionen in Holz.* Warth, O., Dr. Sechste, verbesserte und vollständig umgearbeitete Auflage. I. M. Eebhardt's Verlag, Leipzig, 1900.

- [7] *Breymann, E.A. (begründet), Baukonstruktionslehre. III. Die Konstruktionen in Eisen* Königer, O. Sechste, vermehrte und umgearbeitete Auflage. I. M. Eebhardt's Verlag, Leipzig, 1902.
- [8] *Breymann, E.A. (begründet), Baukonstruktionslehre. IV. Verschiedene Konstruktionen.* Scholz., A. Fünfte, gänzlich neubearbeitete Auflage. I. M. Eebhardt's Verlag, Leipzig, 1905.
- [9] *Bronnyikov, P.I., Térelemes építési rendszerek.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [10] *Császár László, dr., Építőmesterség a magyar múltban.* ÉTK, Budapest, 1986.
- [11] *Császár László (főszerk.), A magyar építőmesterség történetének kisenciklopédiája.* ÉTK, Budapest, 1992.
- [12] *Császár László (szerk.), Épülettípusok a kiegyezés utáni Magyarországon.* ÉTK, Budapest, 1995.
- [13] *Császár László, Korai vas és vasbeton építészetünk.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [14] *Dercsényi Dezső, Románkori építészet Magyarországon.* Magyar Helikon, 1972.
- [15] *Déry Attila, Történeti szerkezettan.* TERC, Budapest, 2002.
- [16] *Déry Attila, Öt könyv a régi építészeztől. 1. Alapozások és szerkezeti anyagok.* Budapest, TERC, 2010.
- [17] *Déry Attila, Öt könyv a régi építészeztől. 2. Falak, boltozatok, tagozatok, lépcsők.* Budapest, TERC, 2010.
- [18] *Déry Attila, Öt könyv a régi építészeztől. 3. Fa anyagú födémekek, tetők, falak.* Budapest, TERC, 2010.
- [19] *Déry Attila, Öt könyv a régi építészeztől. 4. Fémanyagú szerkezetek.* Budapest, TERC, 2010.
- [20] *Déry Attila, Öt könyv a régi építészeztől. 5. Festések, burkolatok, üvegek, gépészet.* Budapest, TERC, 2010.
- [21] *Enyedi Béla, dr., Vas- és vasbetonvázazás épületek.* Franklin-Társulat, Budapest, 1930.
- [22] *Fátrai György, Történeti tetőszerkezetek.* TERC, h. n. 2008.
- [23] *Frampton, K., A modern építészet kritikai története.* Terc, Budapest, 2002.
- [24] *Gábor László, dr., Épületszerkezettan. I. kötet. Hetedik, változatlan kiadás.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- [25] *Gábor László, dr., Épületszerkezettan. II. kötet. Hetedik kiadás.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.

- [26] *Gábor László, dr., Épületszerkezettan III. kötet. Negyedik, változatlan kiadás.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
- [27] *Gábor László, dr., Épületszerkezettan. IV.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
- [28] *Gereben Zoltán, Épületfizika gyakorló építészek számára.* Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [29] *Gerő László, Az építészeti stílusok (negyedik, részben átdolgozott kiadás).* Gondolat Kiadó, Budapest, 1972.
- [30] *Gilyén Nándor, dr., Szerkezet és forma az építészetben.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [31] *Jöckle, C. – Kerstjens, C., Építészeti stílusok az ókortól napjainkig.* TERC, 2001.
- [32] *Joedicke, J.: Modern építészettörténet a forma, a funkció és a szerkezet szintézisére.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.
- [33] *Hess, F. (begründet), Konstruktion und Form im Bauen.* Julius Hoffmann Verlag, Stuttgart, 1943.
- [34] *Kotsis Endre, dr.: Épületszerkezettan.* Egyetemi Nyomda, Budapest, é. n. (1945.)
- [35] *Lámer Géza, dr.: Az Országos Idegennyelvű Könyvtár. Az épületegyüttes tartószerkezeteiről = In: Az Országos Idegennyelvű Könyvtár Évkönyve. Szerk.: Eszesné Merész I. – Komáromi S. Budapest, Bibliotéka, 2002. pp. 29-49*
- [36] *Lámer Géza, dr., Az épületszerkezet erőjátéka: a modellezés kérdései = In: Műszaki Tudomány az Észak-Alföldi régióban 2009. (Mezőtúr, 2009. május hó 20.) Szerk.: Pokorádi László, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen 2009. pp. 95-100*
- [37] *Lámer Géza, dr., A strukturált szerkezet és anyag és a numerikus módszerek kapcsolata = In 16th „Building Services, Mechanical and Building Industry Days” International Conference 2010. (Debrecen, 2010. október hó 14-15.) pp. 603-610*
- [38] *Lámer Géza, dr.: Térképzés, szerkezeti struktúra és erőjáték = In: 18th „Building Services, Mechanical and Building Industry days” International Conference 2012. (Debrecen, 2012. október hó 11-12.) MAS-12-18*
- [39] *Lámer Géza, dr.: Space Creation, Structural Construction and Force Distribution. Int. Rev. of applied Sciences and Engineering. Vol. 4. N.1. 2013., pp. 1-12*
- [40] *Lámer Géza, dr.: Épületszerkezetek.* Budapest, TERC, 2013.
- [41] *Lámer Géza, dr.: Különleges épületszerkezetek.* Budapest, TERC, 2013.
- [42] *Lechner Jenő, Építési enciklopédia. Második rész. Faszerkezetek* Stampfel Károly, Pozsony – Budapest, 1903.

- [43] *Lechner Jenő, Építési enciklopédia. Harmadik rész. Vasszerkezetek.* Stampfel Károly, Pozsony – Budapest, 1903.
- [44] *Lechner Jenő, Építési enciklopédia. Negyedik rész. Épületek felszerelése.* Stampfel Károly, Pozsony – Budapest, 1903.
- [45] *Magasépítéstan., 7. kiadás. Szerk.: Murányi Pál, dr.* Műszaki Könyvkiadó, 2007.
- [46] *Moritz, K., Jó és rossz. Hővédelem, nedvességvédelem, épületvédelem.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1969.
- [47] *Némethy József, Kőműves-mesterség. Gyakorlati kézikönyv. A szerző kiadása. Pécsset nyomtatott Taizs József könyvnyomdájában,* 1899.
- [48] *Petró Bálint, dr., Az épületszerkezettan és az épületszerkezetek tervezése.* ÉTI, Budapest, 1991.
- [49] *Reis Frigyes – Várfalvi János – Zöld András, Az épületfizika alapjai építészmérnök hallgatók számára.* Műegyetemi Kiadó, 2007.
- [50] *Siegel, C., A modern építészet szerkezetformái.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1969.
- [51] *Sobó Jenő: Középítéstan. Az erdészeti építéstan első része. Két kötetben.* Joerges Ágost. Özv. és Fia Könyvnyomó, Selmeczbánya, 1898. Reprint, 1998.
- [52] *Széll László, dr., Magasépítéstan I.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1957.
- [53] *Széll László, dr., Magasépítéstan II.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
- [54] *Széll Mária, dr., Transzparens épületszerkezetek.* Szerényi és Gázsó Bt., Pécs, 2001.
- [55] *Széll Mária, dr. (szerk.), Fenntartható energetika az épületszerkezetek tervezésében és oktatásában.* TERC, Budapest, 2012.
- [56] *Thilo, T., Hagyományos kínai építészet.* Corvina Kiadó é. n.
- [57] *Ungewitter, G. – Mohrmann, K., Lehrbuch der Gotischen Konstruktionen.* Dritte Auflage. Erste Band. Chr. Herm. Tauchnitz: Leipzig, 1889.
- [58] *Ungewitter, G. – Mohrmann, K., Lehrbuch der Gotischen Konstruktionen.* Vierte Auflage. Zweiter Band. Chr. Herm. Tauchnitz: Leipzig, 1903.