

BEVEZETÉS

A beton és a vasbeton története

Példák beton- és vasbetonszerkezetekre

A vasbetonszerkezetek alkalmazásának szempontjai

1. előadás

BETON

- Kötőanyag (cement) és adalékanyag (homokos kavics) alkotja
- Hidratáció hatására megszilárduló anyag
- Az alkotóelemek kiegészülhetnek különböző funkciójú adalékanyagokkal, például:
 - Folyósítók (javítják a frissbeton bedolgozhatóságát)
 - Fagyásgátlók
 - Kötéskésleltetők
 - Szilárdulásgyorsítók
 - Különleges adalékszerek (víz alatti betonozáshoz)

A BETON TÖRTÉNETE

- **Kr. e. 3000** Egyiptomban, a piramishoz szalmával kevert sarat, gipsz-, ill. mészhabarcot használtak a téglák összekötéséhez. Ugyanekkor Kínában már a Nagy Fal építésékor cementszerű anyagot használtak.
- **Kr. e. 800** A görögöknél, Krétán és Cipruson olyan mészből kevert habarcs volt elterjedve, ami keményebb volt, mint később a rómaiaké.

- **Kr. e. 299 – Kr. u. 476** Róma és Nápoly között gyakori egy vulkanikus kőzet, a pozzolana előfordulása. Ha ezt égetett mésszel és vízzel elkeverték, erős habarcs lett belőle, amely víz alatt is kötött. Ezt nevezzük római betonnak.

Azért használhatták kötőanyagként a rómaiak, mert a cementpor egy Vezúv melletti bányából fejtve eredetileg is tartalmazott alumínium, és szilícium ásványokat, mint a mai mesterségesen előállított cementpor is.

Római cementet használtak az utak, a fürdők, a Bazilika, a Colosseum, a Pantheon és a vízvezetékek építésére is.



Colosseum



- Az alsó ívsor kőből készült. A felette levő három szint, pedig téglából és római beton felhasználásával készült az önsúly csökkentése miatt. Ha azok a szintek is kőből készültek volna, nem bírta volna el az alsó szint a rá háruló terheket.
- A boltozatokhoz hasonlóan készültek az ívek. Először a mintadeszkázatra a téglából kirakták az ívet és a téglák közeit, kiöntötték. A colosseumot később kibővítették és emeltek még egy szintet fából.
- A lelátót a rálátás érdekében lépcsőzetesen emelkedő szerkezetként alakították ki, hasonlóan a görög színházakhoz. A lelátót beton ívekkel támasztották alá. Ha kőből készült volna ez az alátámasztó szerkezet az önsúly szintén jelentősen nagyobb lett volna.



Vízvezetékek





Útszakasz
(2100 éves)

Római fürdő



Pantheon



A Pantheon egy nagyon konstruktív betonozási technológiával épült, mert a kupola alja/széle vastag normál betonból készült, és a közepe felé haladva egyre vékonyodik a szerkezet, és egyre kisebb sűrűségű betont is alkalmaztak, a kedvezőbb terhelés, ellenállás szerint.





Saint-Martin híd

Fabricsius-híd



Római cementet használtak a hidak építéséhez is.

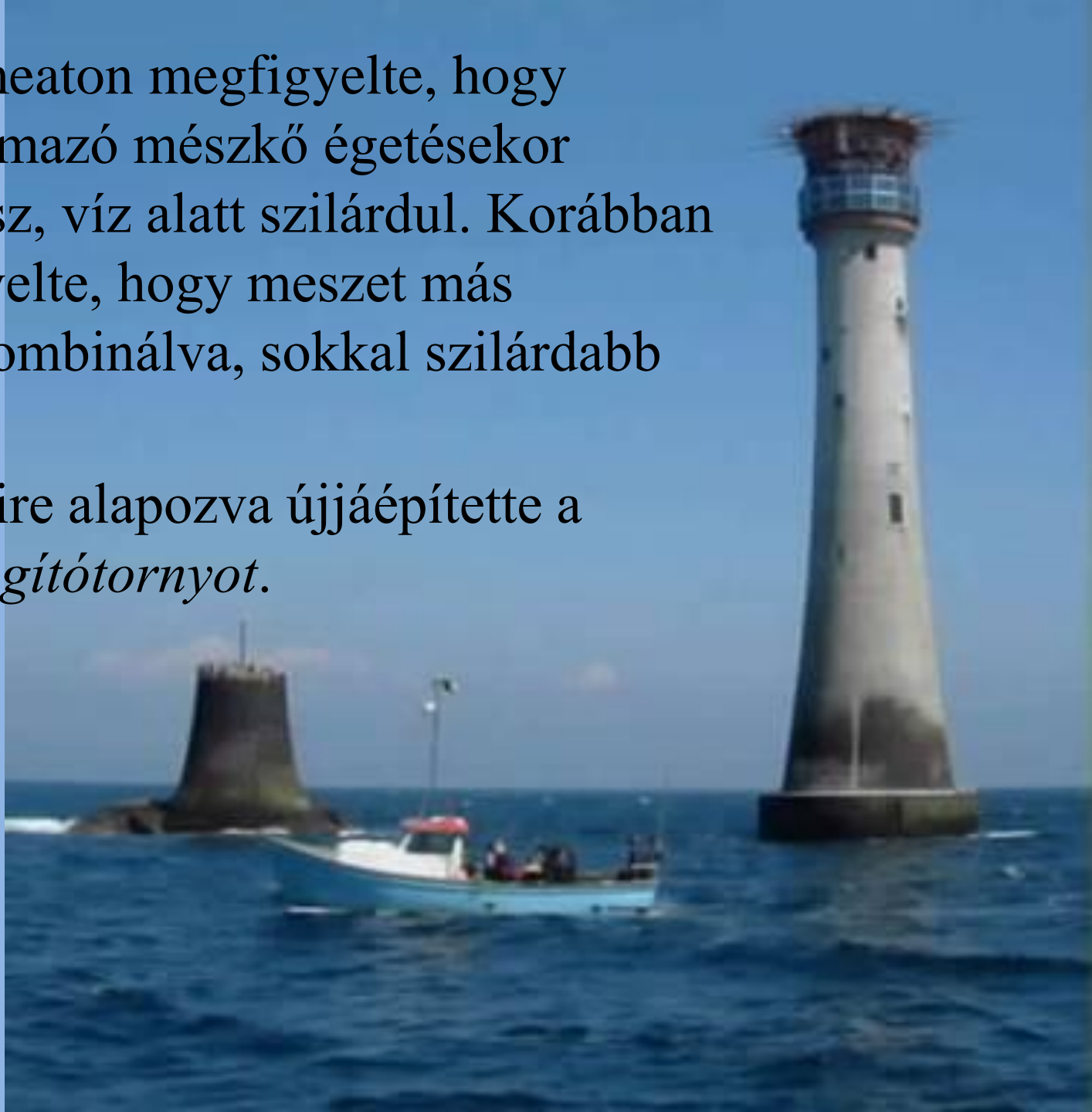
- **Kr. u. 27**-ben Pollio Vitruvius építészeti könyvében a beton tulajdonságait is tárgyalja. (A könyvet 1414-ben, egy svájci kolostorban találják meg.)
- **Kr. u. 65**-ben Néró betont használ Róma újjáépítésére.
- A középkorban nem folytatódott, ami az ókorban elkezdődött, hanem ahogy az szinte mindennel a sötétség homályába süllyedt. Az előbb említett könyvvel fedezik fel ismét a betonban rejlő lehetőségeket.

Notre Dame



- **1499** Párizs, Fra Giocondo pozzolani habarcsot használ a Notre Dame oszlop kapcsolatainál.

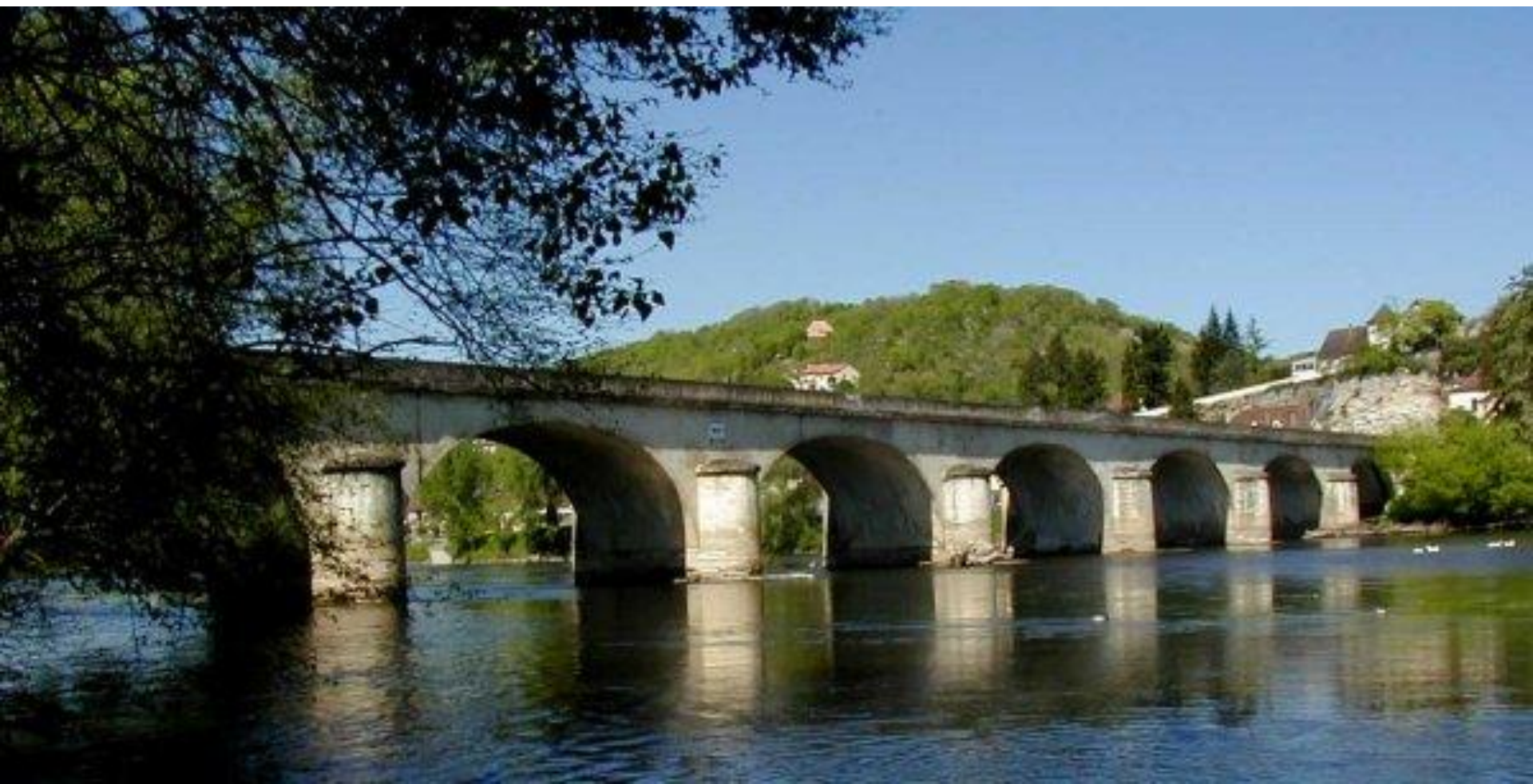
- **1793** John Smeaton megfigyelte, hogy agyagot tartalmazó mészkő égetésekor keletkező mész, víz alatt szilárdul. Korábban azt is megfigyelte, hogy meszet más anyagokkal kombinálva, sokkal szilárdabb anyagot kap.
- Megfigyeléseire alapozva újjáépítette a *cornwalli világítótornyot*.



- **1800**-ban használtak először nagy mennyiségű betont a *West India Dock* brit kikötő építésénél, amit William Jessop tervezett.



- **1812** és **1816** között épült Franciaországban az első betonszerkezetű híd Souillacban, amely még nem tartalmazott semmiféle vasalást.



A Portland cement felfedezése

- 1824-ben *Joseph Aspdin* angol kőműves szabadalmaztatta az egységesen finomra őrölt *portlandcementet*, amit a Portlandnál fejtett építési kőről nevezett el. Ez az elnevezés a mai napig megmaradt.
- Agyag és mészkő megfelelő arányú keveréke, amelyet finoman őröltek és kemencében égettek.



Az első mérnöki alkalmazás:

- **1828** Londonban a Temze alatti csatorna acélszelvényű elemei mögötti teret cementhabarccsal injektálták



VASBETON

- Betonból és a betonba ágyazott acélbetétekből álló építőanyag
- A beton a nyomásnak jól ellenáll, húzószilárdsága viszont kicsi, így a szerkezetek azon részeibe, ahol húzófeszültség ébred, acélbetéteket helyeznek.

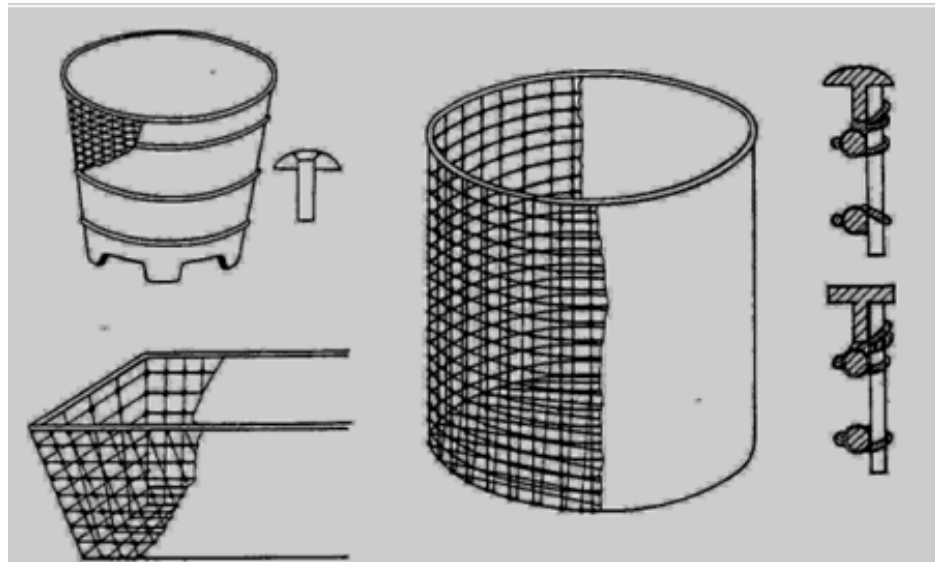
A VASBETON TÖRTÉNETE

- A „vasbetétes betonszerkezetek" építésének megkezdését csak a portlandcement feltalálása tette lehetővé
- A portlandcementnek lényegesen állandóbb és általában jobb mechanikai tulajdonságai vannak, mint a természetes márgából készített, bizonytalanabb összetételű románcementnek.

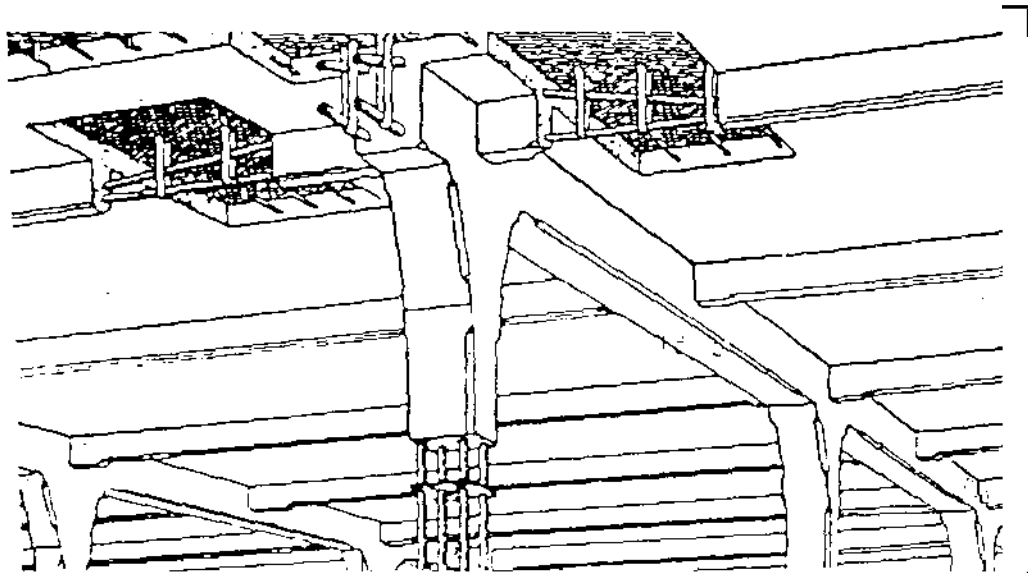
- **1848** Lambot vasbetonból csónakot készített.



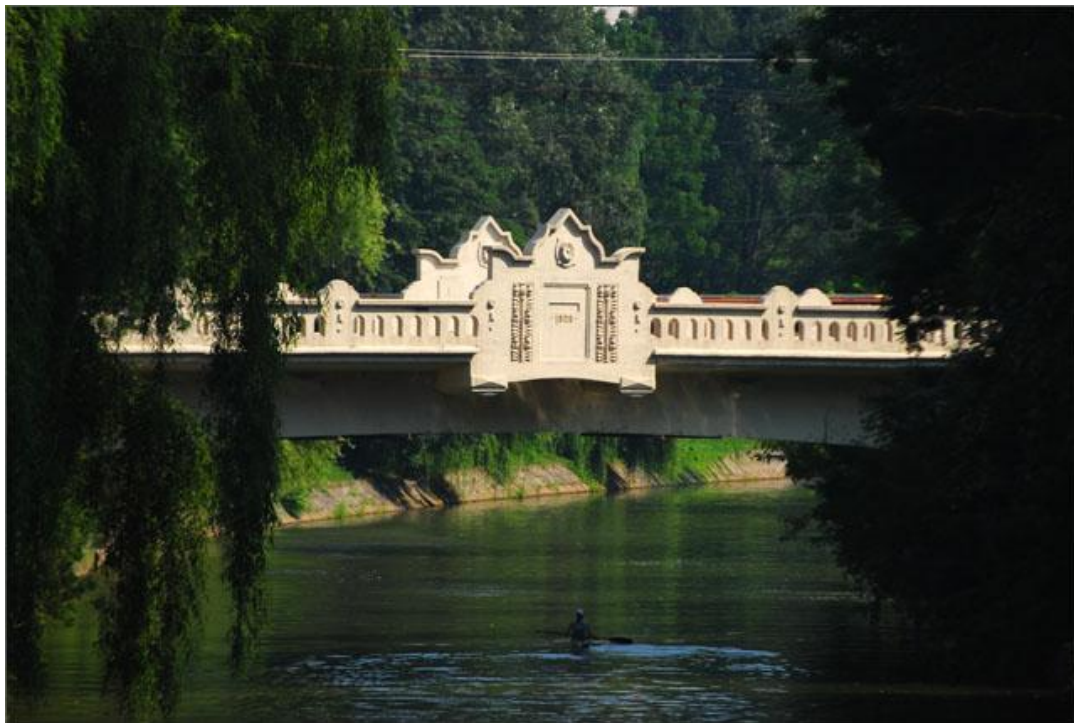
- **1849** Joseph Monier, párizsi kertész találmánya: A vasbetont virágállványok és dézsák készítéséhez alkalmazta.



- **1854** William Wilkinson használja először a vasbetont úgy, ahogy azt ma is használjuk, azaz a vasalást a húzott oldalra helyezi.
- **1867** F. Hennebique kifejleszti a monolit vasbeton szerkezetek rendszerét.



- **1900** az első szabványok megjelennek. (1909 MSZ)
- **Zielinszky Szilárd** Magyarországon is meghonosítja a HENNEBIQUE féle rendszert, tevékenysége megalapozza a hazai vasbeton alkalmazást.



Temesvári Ligeti úti
híd

Szegedi víztorony



Margit szigeti víztorony

1960 évektől a magas és mélyépítésben alkalmazzák:

- előregyártás;
- acélszálal(hajás) beton;
- adalékanyagok a beton egyes tulajdonságainak javítására;
- zsaluzási technikák fejlődése;
- utófeszítés;
- felületi védelmek;
- végelelemes analízis;
- Eurocode szabványok;

Vasbeton szerkezetek

(1900-as évek)



- **Salginatobel Bridge**

Robert Maillart, 1929-30
133 m
vasbeton ívhíd





- Hoover dam

1936
379m hosszú, 221m magas



Vasbeton épületek

- I. Világháború után:

Exchange Building

/Seattle, 1930/

22 emeletes



- II. Világháború után rohamos fejlődés

Petronas towers

/Kuala Lumpur, 1992-1998/

88 emeletes, 452 méter magas

Össz. alapterület: 395 000 m²





- **Sydney operaház**

1957 – 1973

A késő modern építészet egyik remekműve.



Vasbetonszerkezetek alkalmazásának szempontjai

Előnyök:

- Költség: anyag költsége és fenntartási költsége (káros környezeti hatásokkal szemben védeni kell) alacsony. Az építés ideje a beton 28 napos szilárdulási ideje miatt hosszú, amely egyes esetekben jelentős hátrányt jelenthet. Az építési idő előregyártott szerkezetek alkalmazásával lényegesen csökkenthető.

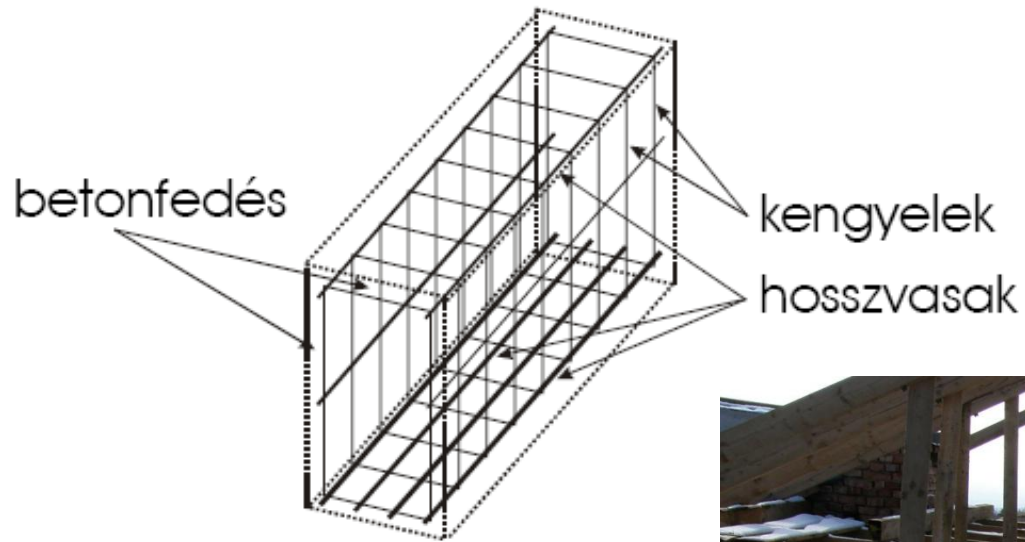
- Tűzállóság: A mérnöki szerkezeteknek – különösen a magasépítési szerkezeteknek – a tűz esetén legalább a kiürítés idejére állékonnak kell maradniuk. Vasbetonszerkezetek esetén – a faszerkezetek és acélszerkezetekkel ellentétben – külön védelem nélkül ez megoldható.
- Merevség: A vasbetonszerkezetek lényegesen merevebbek, mint a faszerkezetek vagy az acélszerkezetek.
- Egyszerű szállítás: A beton alkotói (adalékanyag , cement), a kész beton sok helyen hozzáférhető, könnyen szállítható.
- Szabad formaválasztás: Monolit vasbetonszerkezetek tetszőleges alakban készíthetők.

Hátrányok:

- Beton alacsony húzószilárdsága: A beton húzószilárdsága a nyomószilárdságához képest lényegesen (körülbelül tizede) alacsonyabb, emiatt a vasbetonszerkezetek megrepednek. A repedéseken beszivárgó víz a betonacél korrózióját okozza, ez megfelelő tervezéssel (repedésmentes tervezés, repedéstágasság korlátozása, megfelelő betonfedés alkalmazása) megelőzhető.
- Zsaluzás: Monolit szerkezetek esetén a helyszínen a betonozás előtt el kell készíteni a szerkezet zsaluzatát, amit alá kell állványozni. A zsalu és az állványzat a beton megfelelő szilárdságának elérése után bontható csak el. A zsalu készítése, bontása anyag-, idő-, és költségigényes. Egyre jobban elterjedő többször felhasználható zsalukkal ez a költség csökkenthető. Előregyártott szerkezetek esetén a zsaluzás, betonozás a gyártó üzemben történik, többször felhasználható zsaluk alkalmazásával.

- Alacsony fajlagos szilárdság: A hagyományos beton szilárdsága az acél tizede, huszada, térfogatsúlya viszont harmada. A magasépületek (toronyházak), nagy fesztávolságú hidak esetén az acél alkalmazása gazdaságosabb. Nagyszilárdságú betonok alkalmazásával ez a hátrány csökkenthető.
- Lassú alakváltozás: A beton tartós teher hatására a rövid idejű alakváltozások lejátszódása után is deformálódik, amely hónapokig, évekig is eltarthat. A kialakuló lehajlás értékek a rövid idejű lehajlás két-háromszorososa is lehet. A terheletlen beton zsugorodik, amelynek döntő része a betonozás utáni hetekben játszódik le.
- Nehéz átalakítani: A vasbetonszerkezeteket utólag átalakítani körülményes és költséges.

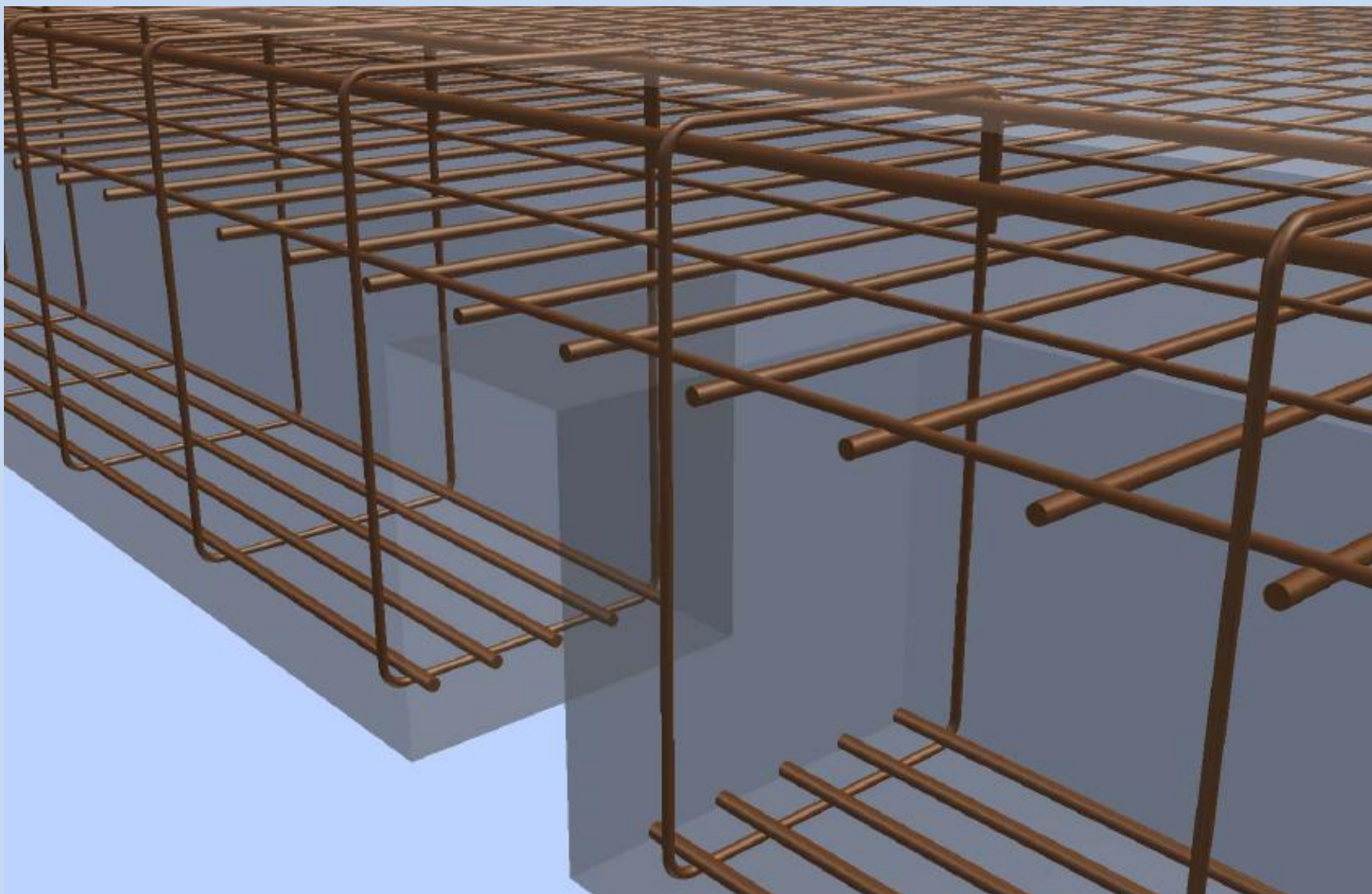
Vasbeton szerkezetek kialakítása



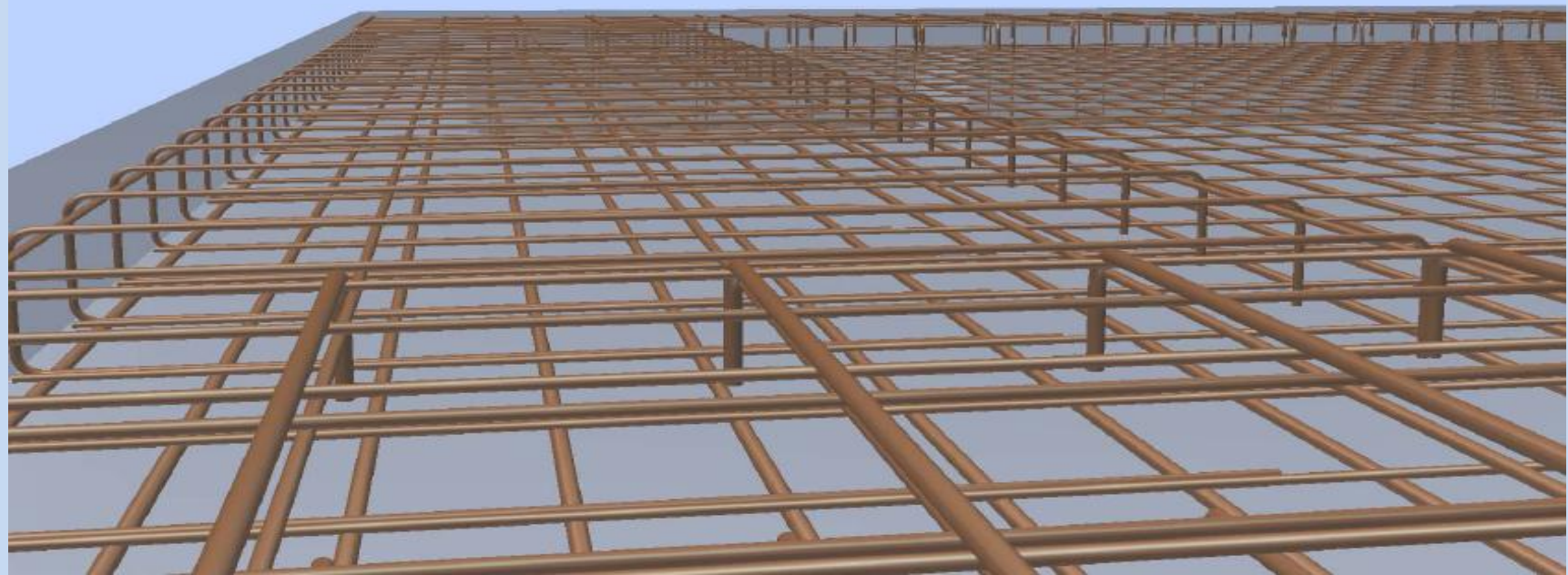
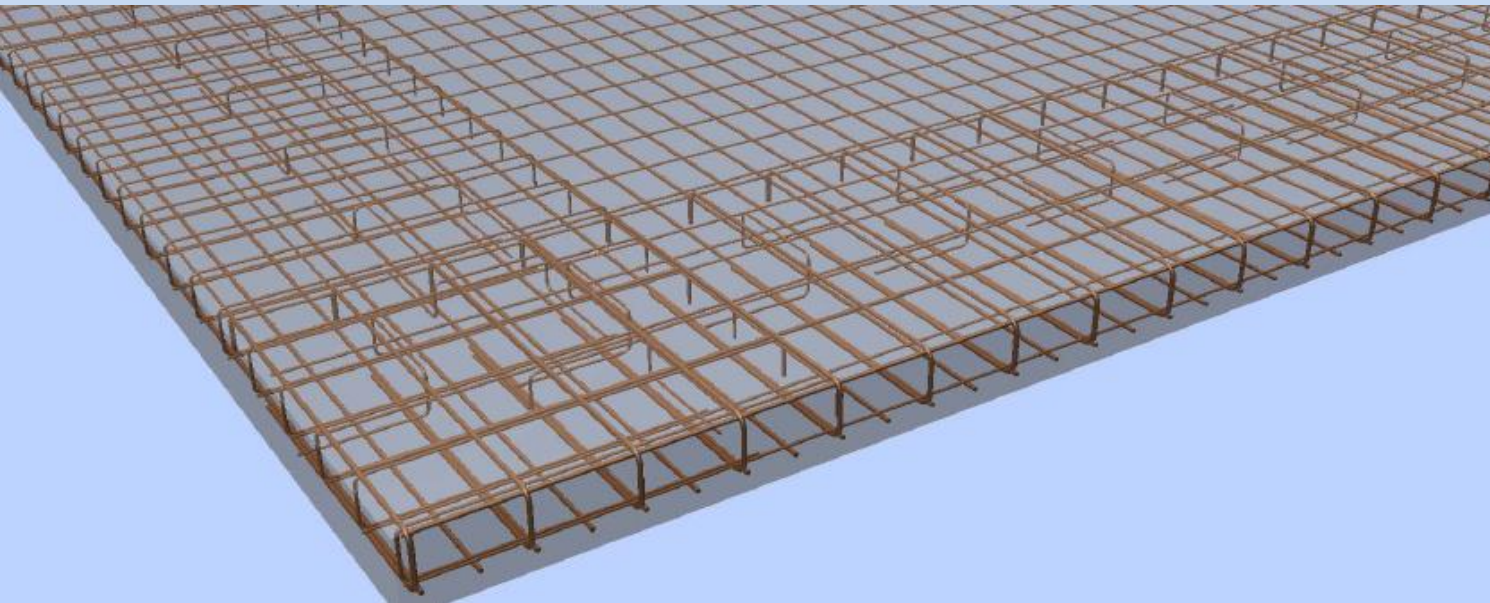
- Gerenda vasalása (példa)



- Födém vasalási rendszer (példa)



- Födém vasalási rendszer (példa)



- Gátszerkezet vasalás (példa)

