



EURÓPAI UNIÓ  
STRUKTURÁLIS ALAPOK



PMSTNB 340 segédlet a PTE PMMK építőmérnök hallgatói részére

*„Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”*

HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

S  
Z  
E  
R  
K  
E  
Z  
E  
T  
E  
K  
  
M  
E  
G  
E  
R  
Ő  
S  
Í  
T  
É  
S  
E

# SZERKEZETEK MEGERŐSÍTÉSE

DR. MESKÓ ANDRÁS

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar,  
Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszék  
<mesb@minicomp.hu>

2007

## Bevezetés

Karbantartás, felújítás, megerősítés, rekonstrukció: igény vs (<>) teljesítőképesség, kapacitás.

Meglévő épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata:

Az MI - 15011 - 1988 Műszaki Irányelv alapján

Beton anyagú szerkezetek; Falazott szerkezetek; Acélszerkezetek;

Fa anyagú szerkezetek; Alapozások; Próbaterhelések jelentősége

Régi épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata a TS - FÉ - 1 alapján:

Állapotmeghatározás - Épületdiagnosztika

Vizsgálati módszerek az erőtani követelmények kielégítésével kapcsolatban

Használati tapasztalatok alapján; Erőtani számítások alapján; Próbaterhelések alapján

Meglévő épületek teherhordó szerkezeteinek minősítése a TS - FÉ - 1 alapján:

Minősítési kategóriák (Megfelelő, Tűrhető, Veszélyes); Intézkedések; Döntési változatok

Teherrhordó szerkezetek élettartama

Teherrhordó szerkezetek károsodása

Szerkezetcsere - Szerkezet megerősítés szempontjai (a TS - FÉ - 1 alapján)

Felújítás - Megerősítés - Csere hatékonysága, gazdaságossága (a TS - FÉ - 1 alapján)

A megerősítés technikai kérdései:

- a régi és az új szerkezet, szerkezeti anyagok együttdolgozása
- beavatkozás a szerkezet erőjátékába
- a tartószerkezeti modell átalakítása
- hiányzó anyagtulajdonság, szerkezet-tulajdonság pótlása, kiegészítése
- új anyagtulajdonság, szerkezet-tulajdonság hozzáadása

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszékén elkészítették a tantárgy jelentős részének pdf formátumú kivonatát, ezek a Hidak és Szerkezetek Tanszék honlapján megtalálhatók. A kiegészített anyag a könnyebb hozzáférés miatt a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszéke honlapján is elérhető.

A Tanulási Segédlet használatára a következőt javasoljuk:

- a tematikában keressék meg az adott hétre vonatkozó anyagot, témát
- a mellékelt rövid kivonatok segítségével ismerjék és tanulják meg az előírt tananyagot
- a rövid kivonatban, a jelen Tanulási Segédletben található példák és az tanórákon bemutatott esettanulmányok elemzésével és tanulmányozásával értelmezzék az anyagot
- az ellenőrző kérdések segítségével és alapján sajátítsák el az anyag elméleti részét.

A Tanulási Segédletben szereplő oldalszámok az Irodalomjegyzékben szereplő művek oldalszámait jelentik.

Részletes tantárgyprogram:		
Hét	Ea/Gyak./Lab.	Témakör
1.	2/0/0 Ea	A tartószerkezetek diagnosztikájának általános szabályai. A teherhordó szerkezetek közvetett és közvetlen károsodásának okai. Esettanulmányok. Példák.
2.	2/0/0 Ea	A szerkezetvizsgálatok fajtái és a statikai szakvélemény kötelező tartalmi elemei. A tartószerkezetek minősítése és az ezzel összefüggő intézkedések köre. Házi feladat kiadás.
3.	2/0/0 Ea	A szerkezet-megerősítések általános szabályai és módszerei. A szerkezet-megerősítés (épületfelújítás) gazdaságossági vonatkozásai. Esettanulmányok. Példák.
4.	2/0/0 Ea	Szerkezet-megerősítési módszerek I. Vasbetonszerkezetek megerősítése hozzáadott (utólagos) feszítéssel (a feszített szerkezetek tipikus károsodásai és azok okai, az utólagos feszítés kialakítási sajátosságai, alkalmazási területei). Esettanulmányok. Példák.
5.	2/0/0 Ea	Szerkezet-megerősítési módszerek II/a. A vasbetonszerkezetek megerősítése lőttbetonnal, alkalmazási területei, a száraz, ill. a nedves lövés eljárások előnyei és hátrányai. Esettanulmányok. Példák.
6.	2/0/0 Ea	Szerkezet-megerősítési módszerek II/b. A lőttbeton szerkezetek tervezése, méretezési kérdései és egyes szerkezetfajták: gerenda, síklemez, függőfolyosó, oszlop, ill. töltésbiztosítás és hűtőtorony megerősítése lőttbetonos módszerrel. Esettanulmányok. Példák.
7.	2/0/0 Ea	Szerkezet-megerősítési módszerek III/a. Vasbeton födémszerkezetek megerősítése ragasztott, illetve dübelezett acélszalag segítségével (a megerősítés tervezési kérdései - helyi hatások, felhasadás - a ragasztás ellenőrzése, ill. a kapcsolóelem (dübel) statikai modellje). Esettanulmányok. Példák.
8.	2/0/0 Ea	Szerkezet-megerősítési módszerek III/b. Vasbeton-, ill. téglaszerkezetek megerősítése szénszál erősítésű műanyag szalagok (CFK) alkalmazásával (a szalagok mechanikai tulajdonságai, alkalmazásuk előnyei, a szerkezeti kialakítás részletei, alkalmazási példák).
9.	2/0/0 Ea	Téglapillérek megerősítésének fajtái, méretezésük és az alkalmazható szerkezeti kialakítások. Esettanulmányok. Példák.
10.	2/0/0 Ea	Az épületsüllyedések egyes fajtái, esetei és a jellegzetes repedésformák, a repedések analízise, esettanulmányok. A falazott, a beton- és vasbeton alapok károsodásának okai, megerősítésének módszerei. Támfalak megerősítésének módszerei és azok szerkezeti kialakítása. Esettanulmányok. Példák.
11.	2/0/0 Ea	Fafödémek, ill. boltozott födémek vizsgálati módszerei és megerősítése (a megerősítés szerkezeti kialakítása az egyes födém típusok esetében). Esettanulmányok. Példák.
12.	2/0/0 Ea	Monolit vasbeton lemez- és gerendaszerkezetek tipikus repedései. Vízszintes vb. szerkezetek megerősítésének módszerei és szerkezeti kialakításuk. Házi feladat beadás.
13.	2/0/0 Ea	Házgyári (panelos) technológiával készült lakóépületek tartószerkezeti átalakításának tiltott, ill. ajánlott módszerei (szabályai), a tartószerkezeti eszköztár. Esettanulmányok. Példák.
14.	2/0/0 Ea	Összefoglalás.

## Az 1. - 3. hét anyaga

Tartószerkezetek átalakításához számos dolgot kell ismernünk: a szerkezet teherbírásának számítási módját, a határteherbíráshoz alkalmazandó biztonsági tényezőt, a szerkezet tönkremeneteli folyamatát, az esetleg szükséges megerősítési lehetőségeket, a megerősítések erőtani viselkedését. Nem érdektelen a korabeli építési szokások és szabályozások ismerete sem. Ezek alapján lehet értékelni a vizsgált épületet és kiválasztani az alkalmazható lehetséges, célszerű átalakítási módszert.

Minden épületnek, látható és láthatatlan szerkezeteinek, anyagainak sajátos élettörténete van, tulajdonságai az idővel együtt változnak. A keletkezett hibák automatikus kijavítása - bármilyen gondosan történjék is - az adott kor általános gyakorlatának megfelelően ugyan, de valójában csak tüneti kezelés akkor, ha a kiváltó okokat nem ismerjük, azokat nem szüntetjük meg, és ezért az eredmény nem lehet tartós.

A probléma megoldása a szakszerű épületvizsgálat, épületdiagnosztika.

Az épületdiagnosztika az épületek általános és részletes állapot-meghatározó módszere. Minden esetben összetett műszaki vizsgálatot jelent, azaz mindig együtt jár, közös az építészeti, épületszerkezeti, tartószerkezeti, épületgépészeti állapotfelmérés. A nem tartószerkezeti problémáknak a legtöbb esetben terhelési vonzata is van, azaz valamilyen módon összefüggnek a tartószerkezet kapacitásával.

A megépült teherhordó szerkezetek diagnosztikai vizsgálatának a célja, hogy a korábbi dokumentumok és az újabb vizsgálatok adatai alapján meghatározza az épület szerkezeteinek a műszaki állapotát, döntsön azok rendeltetésszerű használatra való alkalmasságáról. Az így szerzett adatok alapján határozhatók meg az épület átalakításával kapcsolatos további teendők.

A tartószerkezetek átalakításakor a vizsgálatnak a célja annak megállapítása, hogy a szerkezet

- megfelel-e a vele szemben támasztott erőtani követelményeknek, azaz megfelelő teherbírású
- helyzetileg állékony
- megfelelően merev
- a vasbetonszerkezet ne lépje túl a repedéstágassági korlátokat.

Ezeknek a követelményeknek az átalakítás idején érvényes előírásoknak kell megfelelni.

A vizsgálatok célszerűen az alábbiakat tartalmazzák:

- alapadatok beszerzése (eredeti és átalakítási tervek, korábbi szakvélemények, dokumentációk, ...)
- szerkezet-meghatározás, -azonosítás
- a műszaki állapot felülvizsgálata, esetleges hibafeltárások, vizsgálatok (szemrevételezéses, roncsolás mentes, roncsolásos, laboratóriumi anyagvizsgálatok, ...)
- a vizsgálati eredmények értékelése, az erőtani követelmények igazolása (használati tapasztalatokon, erőtani számításokon, esetleg próbaterhelésen alapuló módszerekkel)
- a szükséges műszaki teendők meghatározása.

## A 4. – 9. hét anyaga

Az építőanyagok tulajdonságai közül a teherviselés szempontjából a legfontosabb, hogy a nyomó igénybevételt mekkora húzófeszültség keletkezésével tudják elviselni.

Gondoljuk az alábbi esetekre:

- kis felületen működő erő hatása a beton, vasalt beton, feszített beton anyagra, szerkezetre,
- Gabion támfal működési elve,
- homokzsák alkalmazása,
- felfújt paplan-szerkezet,
- kazán túlnyomás - tartály felhasadás,
- kerékpár kerék - küllő rendszere,

A mesterséges építőanyagokat a természetes anyagok tulajdonságainak felhasználásával, utánzásával, kiegészítésével készítjük el. Például a rétegelt ragasztott fa (RRFA) esetében a természetes faanyag felhasználása bővíthető, a méretek növelhetők, ha a lamellák közötti hiányzó tulajdonságot, a csúsztató erő felvételt, a kapcsolóerőt ragasztóval biztosítjuk.

Tartószerkezetek esetén általában a hiányzó - mert nem is volt, elfogyott, kevés és több kell, elromlott, megsérült, ... - tulajdonságot, a húzóerő-felvevő képességet a tartószerkezet megerősítésével pótoljuk.

A meglévő szerkezetből hiányzó tulajdonságot, a húzóerő felvevő képességet utólagos, hozzáadott feszítéssel pótolhatjuk.

Az (általában nyomásra) nem megfelelő teherbírású szerkezeti elem felületére a kívánt vastagságban felhordott és a szükség szerinti vasalással ellátott lövellt beton a keresztmetszet megnövelése és többletvasalása miatt alkalmas módszer a szerkezet megerősítésére.

Megerősítés a meglévő szerkezethez utólag hozzáadott szerkezeti anyagokkal:

- a meglévő vasaláshoz képest többlet betonacél hozzáadása, betonacél pótlás,
- a beton felületéhez ragasztott, dübelezett acélszalagok alkalmazása a szükséges szakaszon,
- kompozit anyagú (legtöbbször szénszál erősítésű) szalagok, szövetek felragasztása a tartó felületére.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

## A 9. – 13. hét anyaga

A következő hetekben különböző szerkezetek megerősítésével - átalakításával foglalkozunk.

A szerteágazó téma tárgyalásán minden esetben azonos gondolatmenetet követünk.

Röviden áttekintjük vizsgált szerkezetnek az épületben - építményben elfoglalt helyzetét, helyzetét, megismerjük a hozzá kapcsolt fogalmakat, építési anyagokat és szokásokat, a jellegzetes károsodásokat. Felsoroljuk a szükséges beavatkozást, átalakítást.

Végül az igényekre a korábban megismert megerősítési, beavatkozási lehetőségek közül megkeressük a lehetséges megoldást.

## 1. hét

A tartószerkezetek diagnosztikájának általános szabályai. A teherhordó szerkezetek közvetett és közvetlen károsodásának okai.

TS FÉ - 1 Régi épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata (Rövid tartalmi kivonat)

1. Általános és részletes állapot-meghatározás, összetett műszaki állapot:

- társ-szakágak: építészet, épületszerkezet, teherhordó szerkezet, gépészet
- funkció (hasznos teher), tartószerkezeti rendszer, épületszerkezeti felépítés (anyagok, rétegződés, szerkezeti vastagságok), akusztika, hőszigetelés, vízszigetelés, ...

Szinte minden szempontnak van terhelési vonzata is, azaz lényegében erőtani felülvizsgálatról van szó.

1.1 Erőtani követelmények a megépült teherhordó szerkezetekkel kapcsolatban

- kellő teherbírás
- helyzeti állékonyság
- kifáradással szembeni tartósság
- kellő merevség
- repedésekre vonatkozó követelmények betartása (vasbeton esetén)

A vizsgálat konzisztens szabályzó-előírásrendszer szerint történjen!

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a /1/, /2/, a rövid kivonat a BME\_Szerkezetek\_diagnosztikája.pdf.

Ellenőrző kérdések

1. Mi a szerepe az épületdiagnosztikai vizsgálatnak?
2. Milyen kérdésekre ad(hat) választ az épületdiagnosztikai vizsgálat?
3. Elegendő-e az épületben talált hiba kijavítása annak feltárása után?
4. Kik a közreműködők az épületdiagnosztikai vizsgálatban?
5. Milyen az erőtani követelmények teljesítésével kapcsolatos elfogadható magatartás?
6. Milyen erőtani követelményeket kell teljesíteni a megépült teherhordó szerkezeteknek?

## 2. hét

A szerkezetvizsgálatok fajtái és a statikai szakvélemény kötelező tartalmi elemei. A tartószerkezetek minősítése és az ezzel összefüggő intézkedések köre.

TS FÉ - 1 Régi épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata (Rövid tartalmi kivonat)

### 1.2 A felülvizsgálat végrehajtásának általános irányelvei

#### 1.21 Alapadatok beszerzése

#### 1.22 Szerkezet-meghatározás és azonosítás

#### 1.23 A szerkezetek műszaki állapotának felülvizsgálata, hibafelderítés, kárvizsgálat (Kevésbé romló anyagú szerkezetek, romló anyagú szerkezetek)

#### 1.24 A felülvizsgálat eredményeinek értékelése, erőtani követelmények igazolása, szerkezetek minősítése, döntések (Roncsolás mentes vizsgálatok, roncsolásos vizsgálatok)

#### 1.25 A teherhordó szerkezetek rendeltetésszerű használatához szükséges műszaki teendők meghatározása az épület fenntartásával kapcsolatosan (Igazolás: csak használati adatok; használati tapasztalatok és erőtani számítás; használati tapasztalatok és próbaterhelés alapján.)

## 2. Régi teherhordó szerkezetek minősítése

### 2.1 Minősítési kategóriák

Megfelelő

Tűrhető

Veszélyes

### 2.2 Intézkedések

Azonnali intézkedések és beavatkozás

Döntési változatok a minősítés függvényében

## 3. A szakvélemény tartalmi követelményei (A MI 15011 - J / 1986 alapján)

## 4. A teherhordó szerkezetek élettartam kérdései

## 5. A teherhordó szerkezetek károsodásai

### 5.1 Közvetlen károk

(Kémiai, Biológiai, Mechanikai, Hőmozgás és zsugorodás eredetű, Fagykárok)

### 5.2 Közvetett károk

(Alapozási, Térszínmozgási, Egyéb eredetű károk)

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a /1/, /2/, a rövid kivonat a BME\_Szerkezetek\_diagnosztikája.pdf Esettanulmányok a tanórán.



## Ellenőrző kérdések

1. Mi a diagnosztikai vizsgálat javasolt menetrendje?
2. Milyen fajta adatok segítenek az épület szerkezetének az elemzésében?
3. Milyen vizsgálatokat végzünk a helyszínen?
4. Milyen okból készítünk feltárásokat? Mondjon példákat a helyszíni feltárássra!
5. Milyen típusú anyagokat ismerünk a tartósság - romlandóság szempontjából? Mondjon példákat!
6. Milyen típusú szerkezet-anyag vizsgálati módszereket ismerünk? Mondjon részletes példákat!
7. Milyen vizsgálati módszereket ismer az erőtani követelmények kielégítésével kapcsolatban?
8. Mit jelent az erőtani követelmények kielégítése esetén a használati adatokon alapuló módszer?
9. Mikor szükséges az erőtani számításra alapuló módszer alkalmazása?
10. Mire jó a próbatelhelésen alapuló módszer, mikor alkalmazzuk?
11. Milyen minősítési kategóriákat ismer a meglévő épületek teherhordó szerkezetével kapcsolatban?
12. Milyen azonnali intézkedéseket és beavatkozásokat ismer?
13. Mi a legfontosabb döntési szempont a változatok rangsorolása esetén?
14. A régi épületek tartószerkezetével foglalkozó szakvélemény legfontosabb tartalmi követelményei?
15. Meglévő épületek teherhordó szerkezetének élettartam kérdései; mondjon példákat az élettartam megjelölésével!
16. Teherhordó szerkezetek károsodása; károsodási csoportok?
17. Milyen közvetlen szerkezeti károsodásokat ismer?
18. Milyen közvetett szerkezeti károsodásokat ismer?

### 3. hét

A szerkezet-megerősítések általános szabályai és módszerei.

A szerkezet-megerősítés (épületfelújítás) gazdaságossági vonatkozásai.

TS FÉ - 1 Régi épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata (Rövid tartalmi kivonat)

#### 6. A szerkezetcsere és szerkezet megerősítések szempontjai

6.1 Szerkezetcsere indokai (Biológiai károsodás, tovább fertőződés veszélye;

Szilárdságvesztés; Részleges vagy teljes állékonyságvesztés.)

6.2 Szerkezet megerősítés

Szerkezet megerősítés utólag beépített együttműködő; nem együttműködő szerkezettel.

#### 7. A felújítások hatékonysága.

A műszaki szempontok mellett: a várható építési és átalakítási munkálatok alatti munkavégzés lehetősége; az építmény erkölcsi értékének növelése; a közvetlen költségek mellett a járulékos munkák költségei.

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a /1/, /2/, a rövid kivonat a BME\_Szerkezetek\_diagnosztikája.pdf Esettanulmányok a tanórán.

#### Ellenőrző kérdések

1. Milyen esetben kell a szerkezetet megerősíteni vagy cserélni?
2. Mi indokolja a szerkezet cseréjét vagy megerősítését?
3. Milyen előírás szerint tervezhető a szerkezet cseréje?
4. Milyen beavatkozást nevezünk megerősítésnek?
5. Milyen a kapcsolat a régi és az új szerkezet között az erőjátékban viselt szerepük szerint?
6. Mikor beszélhetünk együttműködő szerkezeti megerősítésről?
7. Milyen a nem együttműködő szerkezeti megerősítés? Milyen igénybevételek vannak a megerősített és a megerősítő szerkezetben?
8. Milyen szempontok mérlegelésével tudjuk eldönteni a megerősítés, felújítás hatékonyságát?
9. Lehetséges a megerősítési munkák ideje alatt az építmény rendeltetésszerű használata?  
Mondjon példákat!
10. Milyen járulékos költségek növelik-növelhetik meg a szerkezet megerősítés vagy csere költségeit?  
Mondjon példákat!
11. Milyen okból növekszik-növekedhet meg az épület erkölcsi értéke a szerkezet megerősítése vagy cseréje során? Mondjon példákat!

## 4. hét

Szerkezet-megerősítési módszerek I. Vasbetonszerkezetek megerősítése hozzáadott (utólagos) feszítéssel (a feszített szerkezetek tipikus károsodásai és azok okai, az utólagos feszítés kialakítási sajátosságai, alkalmazási területei).

Megerősítés a meglévő szerkezethez utólagosan hozzáadott külső erő vagy kényszermozgás alkalmazásával. Vasbeton, feszített beton szerkezetek hajlítási vagy a nyírési teherbírása hatásosan megnövelhető az építmény tömegének jelentős növelése nélkül:

- külső hozzáadott feszítés hagyományos vasbeton szerkezeteknél
- az eredeti feszítés részleges vagy teljes cseréje, kiegészítése feszített szerkezeteknél
- a megtámasztási pontok emelése-süllyesztése (saru-beállítás) statikailag határozatlan hidaknál

Aktív megerősítés, az ösúlyból keletkező igénybevételek és alakváltozások is csökkenthetők.

A módszert utófeszítésnek is tekinthetjük.

Kritikus szakasz a kapcsolat "vége", a feszítőerő a betonhoz való kapcsolódása, le(be)horgonyzódása.

Tudnunk kell: - hol hiányzik (javítás),  
 - hol fog hiányozni (tervezés),  
 - hogyan, milyen módon tudjuk beilleszteni,  
 - lesz-e járulékos mellékhatása, kell-e a feszítéskor bevezetett nyomóerő miatt keletkező húzóerőt-feszültséget valamilyen módon „elnyomni”,  
 - ...

A tananyag a javasolt forrásmunka /3/ 285. - 329. oldalán található, a rövid kivonat a VB\_utólagos\_feszítés.pdf. Esettanulmányok a tanórán.

Ellenőrző kérdések

1. Milyen meghibásodások javíthatók hozzáadott (utólagos) feszítéssel?
2. Mi az oka a szerkezeten megjelenő túlzott méretű (megnyílású) repedéseknek?
3. Milyen helytelen tervezési-méretezési oka lehet a túlzott méretű repedéseknek?
4. Milyen koncepcionális hiányosságok okozhatnak túlzott méretű repedéseket?
5. Ismertessen a kivitelezés során elkövetett hibákat, amelyek túlzott méretű repedéseket okozhatnak!
6. Mi a célja a hozzáadott (utólagos) feszítésnek?
7. Milyen kiegészítő elem szükséges a pótlólagosan elhelyezett feszítőbetétek beépítéséhez?
8. Milyen célból alkalmazhatunk törtvonalú feszítőbetétet? Ehhez milyen kiegészítő szerkezeti elem szükséges?
9. Milyen lehorgonyzási formákat ismer? Milyen a beton anyagban a feszültség a feszítőbetét lehorgonyzásánál?
10. Szokás-e a tartóvéget megfeszíteni? Mi lehet ennek a magyarázata?
11. Az eredeti tartóhoz csatlakozó szerkezeti elemek kapcsolatát milyen feszítési állapotra vizsgáljuk?
12. Hogyan tudjuk feszítéssel megnövelni a nyírési teherbírást?
13. Feszített kengyelek elhelyezési módja? Előnyök, hátrányok, veszélyek?
14. Méretezési szempontok a megfigyelt repedések tágassága alapján?
15. Tiszta húzásra igénybevett szerkezet utólagos feszítéssel történő megerősítése? Mondjon példát!
16. Feszítő-, acélbetét helytelen vonalvezetéséből eredő hibájának javítása hozzáadott feszítéssel?

## 5. hét

Szerkezet-megerősítési módszerek II/a. A vasbetonszerkezetek megerősítése löttbetonnal, alkalmazási területei, a száraz, ill. a nedves lövési eljárások előnyei és hátrányai.

Az (általában nyomásra) nem megfelelő teherbírású szerkezeti elem felületére a tervezett vastagságban felhordott és a szükség szerinti vasalással ellátott lövellt beton a keresztmetszet megnövelése és többletvasalása miatt alkalmas módszer a szerkezet megerősítésére.

Célja a hiányzó anyagtulajdonság pótlása, nyomóerő felvétel kapacitás növelése, kapcsolat az új- és az óbeton között.

A megerősítést az eredeti szerkezeti elem méreteinek a növelése, a régi és az új szerkezeti elem megfelelő együttműködése biztosítja.

A kivitelezésben a száraz illetve a nedves technológiát használják (előnyök, hátrányok).

Alkalmazható a beton, a vasbeton szerkezeteken kívül téglá-, kő- és acélszerkezetek megerősítésére.

Felületszerkezetek, rúdszerkezetek, nehezen hozzáférhető csomópontok és szerkezeti részletek megerősítésére is alkalmas.

A tananyag a javasolt forrásmunka /3/ 214. - 223 és 350. - 361. oldalán található, további forrásmunka /10/, a rövid kivonat a BME\_Lőtt\_beton.pdf.

Esettanulmányok a tanórán.

Ellenőrző kérdések

1. Milyen betont használunk a löttbeton alkalmazásakor?
2. Milyen hatás biztosítja az új- és az óbeton együttműködését a löttbeton alkalmazásakor?
3. Milyen előnyökkel és hátrányokkal szembesülünk a löttbeton alkalmazásakor?
4. Hovon tudjuk növelni az új- és az óbeton együttműködését?
5. Milyen kivitelezési technológiákat ismer a löttbeton készítésére? Ismertesse az előnyöket és hátrányokat!
6. Milyen vastag rétegben célszerű felhordani a löttbeton rétegeket? Mi a magyarázata?
7. Milyen kísérleti eredményeket ismer löttbetonnal megerősített gerendákkal kapcsolatosan? Találkozott más szerkezetek, megerősítések esetén hasonló jelenséggel?
8. Milyen okból, miféle vasalást alkalmazunk löttbetonos megerősítés esetén?

## 6. hét

Szerkezet-megerősítési módszerek II/b. A lőttbeton szerkezetek tervezése, méretezési kérdései és egyes szerkezetfajták: gerenda, síklemez, függőfolyosó, oszlop, ill. töltésbiztosítás és hűtőtorony megerősítése lőttbetonos módszerrel.

Az (általában nyomásra) nem megfelelő teherbírású szerkezeti elem felületére megfelelő vastagságban felhordott és a szükség szerinti vasalással ellátott lövelt beton a keresztmetszet megnövelése és többletvasalása miatt alkalmas módszer a szerkezet megerősítésére. A megerősítést a régi és az új szerkezeti elem megfelelő együttműködése biztosítja.

Felületszerkezetek, rúdszerkezetek, nehezen hozzáférhető csomópontok és szerkezeti részletek megerősítésére is alkalmas.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

Esettanulmányok a tanórán.

Paks Atomerőmű szellőzőkémény megerősítése (kisfilm).

Vasbeton gabonasílok meghibásodása és javítása /5/

A tananyag a javasolt forrásmunka /3/ 214. - 223 és 350. - 361. oldalán található, további forrásmunka /5/, /10/, a rövid kivonat a BME\_Lőtt\_beton.pdf.

Esettanulmányok a tanórán.

### Ellenőrző kérdések

1. Ismertessen példákat szerkezeti elemek lőttbetonos megerősítésére!
2. Oszlop megerősítése lőttbetonnal. Ismertesse a megerősítés elméleti háttérét! Milyen a vasalás célszerű vasalás kialakítása?
3. Hajlított gerenda megerősítése lőttbetonnal. Ismertesse a megerősítés elméleti háttérét! Milyen a vasalás célszerű kialakítása?
4. Hajlított lemez megerősítése lőttbetonnal. Ismertesse a megerősítés elméleti háttérét! Milyen a vasalás célszerű kialakítása?
5. Hűtőtorony - kémény megerősítése lőttbetonnal. A szerkezet károsodásának oka? Ismertesse a műszaki problémát, a megerősítés elméleti háttérét, a megoldás menetét!
6. Gabonasílok megerősítése lőttbetonnal. A szerkezet károsodásának oka? Ismertesse a műszaki problémát, a megerősítés elméleti háttérét, a megoldás menetét!

## 7. hét

Szerkezet-megerősítési módszerek III/a. Vasbeton födém szerkezetek megerősítése ragasztott, illetve dübelezzett acélszalag segítségével (a megerősítés tervezési kérdései - helyi hatások, felhasadás - a ragasztás ellenőrzése, ill. a kapcsolóelem (dübel) statikai modellje).

Megerősítés a meglévő szerkezethez utólag hozzáadott szerkezeti anyagokkal:

- a beton felületéhez ragasztott, dübelezzett acélszalagok alkalmazása a szükséges szakaszon

Hiányzó anyagtulajdonság pótlása, húzóerő felvétel kapacitás növelése ragasztott, illetve dübelezzett acélszalag segítségével.

Kapcsolat az új anyag és az óbeton között, kritikus szakasz a kapcsolat "vége", a lehorgonyzás. A kapcsolat méretezésének elmélete, gyakorlata.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

Kísérleti eredmények.

A tananyag a javasolt forrásmunka /3/ 330. - 350. oldalán található, a rövid kivonat a BME\_Dübelezzett\_acél.pdf, a BME\_Rag\_düb\_ac.pdf, a BME\_Rag\_düb\_ac\_Mélyép\_Sz.pdf és a BME\_Ragasztott\_acél.pdf. Esettanulmányok a tanórán.

Ellenőrző kérdések

1. Mivel erősítjük, ragasztjuk fel az acéllemezt a beton felületére? Mióta használjuk ezt a módszert?
2. Milyen eljárásokat ismer az acéllemez betonfelületre való rögzítésére? A működés lényege?
3. Mi a felragasztott acélszalag működésének a lényege? Milyen helyi, különleges hatások lehetségesek?
4. A befűződés és a felhasadás előfordulásának a helye?
5. Ismer-e az acélszalag végén előforduló ragasztó réteg felhasadásához hasonló jelenséget más szerkezet és/vagy megerősítés esetén?
6. Miért kell redukálni az acélszalagban ébredő húzó feszültségeket?
7. Milyen vastag acélszalagot, milyen rétegvastagságú ragasztót használunk ennél a módszernél?
8. Több réteg esetén melyikben ébred a legnagyobb feszültség? Vajon miért?
9. Tisztán elméleti úton és/vagy kísérletek alapján alakult ki a ragasztó felhasadásának ellenőrzésre szolgáló módszer?
10. Miért alkalmazunk a ragasztott acélszalagos megerősítéskor dübeles véglehorgonyzást? Mennyire hatékony?
11. Alkalmazunk-e ragasztott véglehorgonyzást a ragasztott acélszalagos megerősítéskor? Hatékonysága, megbízhatósága?
12. Mi az alapelve a teljes hosszban dübelekkel rögzített az acélszalagos megerősítésnek? Mekkora az acélszalag hasznos keresztmetszeti területe?
13. Milyen lehet a betonba befűrt dübel statikai modellje, annak figyelembevételével, hogy a nagy szilárdságú és rugalmassági modulusú acél szerkezeti elem a lényegesen kisebb szilárdságú és rugalmasságú betonba ágyazódik be?

## 8. hét

Szerkezet-megerősítési módszerek III/b. Vasbeton-, ill. téglaszerkezetek megerősítése szénzál erősítésű műanyag szalagok (CFK) alkalmazásával (a szalagok mechanikai tulajdonságai, alkalmazásuk előnyei, a szerkezeti kialakítás részletei, alkalmazási példák).

Megerősítés a meglévő szerkezethez utólag hozzáadott szerkezeti anyagokkal:

- kompozit anyagú (legtöbbször szénzál erősítésű) szalagok, szövetek felragasztása a tartó felületére

Hiányzó anyagtulajdonság pótlása, húzóerő felvétel kapacitás növelése szénzálás erősítő anyaggal.

Kapcsolat az új anyag és az óbeton között, kritikus szakasz itt is a kapcsolat "vége", a lehorgonyzás.

A kapcsolat méretezésének elmélete, gyakorlata.

Kísérleti eredmények.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

A tananyag a javasolt forrásmunka /3/ 366. - 391. oldalán található, a rövid kivonat a

BME\_Szénzálás\_erősítés.pdf

Esettanulmányok a tanórán.

Ellenőrző kérdések

1. Mi a szénzálás megerősítés működésének a lényege? Hogyan fejti ki a hatását a szénzálás anyag?
2. Melyik kategóriába tartozik a szénzálás megerősítés (aktív vs. passzív)? Ebből a szempontból hasonlítsa össze a ragasztott - dübeleztet acélszalagos megerősítéssel!
3. Milyen vastagságú az elemi szál? Milyen a viselkedése rugalmasság szempontjából?
4. Milyen szál-elrendeződést ismerünk, alkalmazunk? Előnyök - hátrányok?
5. Milyen szerkezeteket tudunk szénzálás anyaggal megerősíteni (anyag, keresztmetszet, igénybevétel típus, légköri viszonyok, ...)?
6. Hajlított gerenda esetén mi igazolta a feszített szénzálás megerősítés eredményességét?
7. Hasonlítsa össze a ragasztott - dübeleztet acéllemezes és a szénzálás megerősítés adatait!
8. A szénzálás megerősítés előnyei és hátrányai a ragasztott - dübeleztet acéllemezes megerősítéssel szemben?

## 9. hét

Tégla pillérek megerősítésének fajtái, méretezésük és az alkalmazható szerkezeti kialakítások.

Falazott szerkezetek anyagai, az anyagok szilárdsági és alakváltozási tulajdonságai.

Az összetett anyagú falazatban a téglák a teherbíróbb és merevebb, a habarcs a kevésbé teherelő és alakváltozásra hajlamosabb alkotórész.

A falazat szilárdságát az alkotó elemek tulajdonságainak egymáshoz való viszony határozza meg.

A teherhordás módja, a tönkremenetel folyamata. A terhelés hatására az oldalkitérésben csak kis mértékben gátolt habarcsanyag a terhelés irányára merőlegesen, a téglafugák közül igyekszik kitérni és ezzel előidézni a téglák anyag erő irányú felhasadását.

Javítható a falazat teherbíró képessége, ha az oldalirányú alakváltozást megfelelő, hatékony módon korlátozni tudjuk, a nyomóerő - nyomófeszültség felvételéhez szükséges húzóerő-húzófeszültség felvevő képességet biztosítani tudjuk. (Erre a célra szolgált korábban a téglafal habarcshezagaiban elhelyezett vasalás.)

Ezek ismeretében választhatók a megerősítési módok, méretezésük, szerkezeti kialakításuk.

Tégla falak, pillérek utólagos megerősítésére szolgál a Helical - Brutt Saver utólag beépítendő spirálacél rendszer: [www://geo96.hu](http://www://geo96.hu).

Hatásos megerősítési - teherbírási növelési eljárás a különböző szerkezeti kialakítású pillér köpenyezés; a téglafal utólagos megerősítése hozzáépített pillérekkel; a falazat anyagának kiinjektálása; ... .

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a /4/, /6/, /7/, /15/, a rövid kivonat a BME\_Tégla pillér\_megerősítés.pdf

Esettanulmányok a tanórán.

### Ellenőrző kérdések

1. Milyen alkotórészekből épül fel a falazat?
2. Milyen adatoktól függ a falazat szilárdsága?
3. Milyen az alkotórészek szilárdságának számszerű viszonya egymáshoz?
4. Hogyan zajlik le a falazat tönkremenetelének a folyamata?
5. Hogyan javítható, erősíthető a falazat teherbíró képessége? Milyen módszert alkalmaztak korábban?
6. Meglévő téglafalazat teherbírási javítási módjai?
7. A falazat köpenyezésének hatása, hatékonysága, működési módjai?
8. Milyen anyagot alkalmazunk a falpillér köpenyezésekor? Mi a működés mechanizmusa?
9. Mikor injektáljuk a falazat anyagát? Milyen eredmény érhető el a falazat injektálásával?
10. Hosszúkás faltest köpenyezésével kapcsolatos kiegészítések?
11. Faltest roncsolás nélküli és roncsolásos megerősítési lehetőségei?
12. Faltest, falazat megerősítésének kritikus pontjai, szakaszai a hatékonyság szempontjából?
13. A faltest, falpillér megerősítés számítási módszerének elméleti és gyakorlati-tapasztalati alapjai?
14. Véleménye szerint megerősítés esetén van-e jelentősége a meglévő téglapillér a teherbírási kihasználtságának?
15. Véleménye szerint a meglévő téglapillér megerősítése esetén van-e jelentősége a lassú alakváltozás hatásának?
16. A megerősített szerkezetekre vonatkozó, általánosan elfogadott szabály szerint a megnövelt végleges teherbírási mi lehet a felső határa? Mi ennek a magyarázata?



## 10. hét

Az épületsüllyedések egyes fajtái, esetei és a jellegzetes repedésformák, a repedések analízise, esettanulmányok. A falazott, a beton- és vasbeton alapok károsodásának okai, megerősítésének módszerei. Támfalak megerősítésének módszerei és azok szerkezeti kialakítása.

Az építményeink alatti talaj a terhelések hatására összenyomódik, alakváltozik, süllyed. A süllyedés különböző fajtái: billenés, relatív süllyedéskülönbség, szögforgás, szögtorzulás, relatív lehajlás, relatív áthajlás, görbület (görbületi sugár).

Az építmény igazodik, követi a süllyedések vonalát, térbeli és időbeli lejátszódását, a szerkezet is alakváltozik. Az alakváltozások hatására a szerkezet anyagában belső erők, feszültségek keletkeznek. Ezek hatására - különösen a kis húzószilárdságú vagy húzószilárdság nélküli anyagú - tartószerkezetek (és a szakipari szerkezetek) egy részén a húzófeszültség irányára nagyjából merőleges elrendezésben repedések jelennek meg. A repedések kirajzolódása alapján tehát következtetni tudunk a szerkezet anyagának feszültségi állapotára és a repedéseket kiváltó okokra is.

Az építmények alatti talaj alakváltozását a terhelésen kívüli más hatások is okozhatják. Ezek lehetnek többek között a felszín alatti talajvízszint megváltozása; az áramló talajvíz áztató - kimosó hatása; a figyelembe nem vett talajrétegek eltérő teherbírása, összenyomhatósága; a víztartalom változásának a hatására térfogatváltozó talajok; a fagy hatása; a kötőanyag hiányos alap - cement nélküli "vasbeton" cölöp - anyagának kimosódása; nagy terhelésű építmények alatti talaj oldalirányú kitérése; az áramló víz útjának lezárása miatti megnövekedett víznyomás; felszín alatti ismeretlen üreg (pince, kút, ... ) beomlása, bányászati tevékenység (külszíni, mélyművelésű), nem megfelelően tömörített talaj tömörödésével járó térfogatcsökkenés, ... .

Városi környezetben további más hatások is okozhatnak épületsüllyedést: felszín süllyedés, térszín deformáció az építmény környezetében végzett építési munka hatására (felszíni munkagödör kiemelés - foghíj beépítés, épület környéki közmű építés, felszín alatti üreg - műtárgy készítése, ...), a közúti forgalom, a közelben végzett tevékenység dinamikus hatására a talajban létrejövő térfogatcsökkenés, ...

A megerősítés, beavatkozás módszere két nagy csoportba sorolható, az alapozási szerkezet illetve az alapozás alatti talaj megerősítése, a teherviselési mód átalakítása.

Beavatkozási lehetőségek, megoldási módok, méretezésük, szerkezeti kialakításuk.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

A tananyaghoz javasolt forrásmunka /4/, /13/, /15/, továbbá a /15/-ből származó rövid kivonat a Felszínmozgás\_Dulácska\_alapmegerősítés.pdf és a Mélyépítéstudományi\_Szemle\_1982\_febr.pdf .

Esettanulmányok a tanórán.

## Ellenőrző kérdések

1. Milyen hatások okozhatnak épületsüllyedéseket? Soroljon föl természetes és mesterséges eredetű okokat!
2. Soroljon föl természetes eredetű felszín mozgást kiváltó eseményeket! Egyiket ismertesse közülük!
3. Soroljon föl mesterséges eredetű felszín mozgást kiváltó eseményeket! Közülük ismertessen egyet!
4. Az épület megváltozott alakjából, a létrejött repedések elrendezéséből hogyan következtethetünk a lejátszódott süllyedésekre?
5. Milyen alakú talaj felszíne a "teknő" helyzet és a "nyereg" helyzet esetén? Milyen e repedések elrendezése?
6. Állítsa párba a "teknő" illetve a "nyereg" helyzet és a "relatív lehajlás" és a "relatív áthajlás" kifejezéseket! Az épület hossza mentén a fenti esetekben milyen a talajban ébredő feszültségek megoszlása?
7. Milyen alapozási szerkezet megerősítési módokról tanultunk? Ismertessen közülük egyet!
8. Alapozási szerkezet hagyományos kézi illetve gépi munkával való megerősítési módjai?
9. Milyen alapozás alatti talaj megerősítési módokról tanultunk? Közülük ismertessen egyet!
10. Foghív beépítés altalaj eredetű műszaki problémái?

## 11. hét

Fafödémek, ill. boltozott födémek vizsgálati módszerei és megerősítése (a megerősítés szerkezeti kialakítása az egyes födém típusok esetében).

Meglévő épületeinkben gyakori a hagyományos építőanyagok és építési szerkezetek előfordulása. Szükséges tehát ezek felismerése, meghatározása, a korabeli építési szokások és előírások (hagyomány - kódex), az állapot felmérés és rögzítés, a megoldási módok, méretezésük, szerkezeti kialakításuk ismerete.

A fa, fém + fa, fém + égetett kerámia, fém + beton, vasalt beton, előregyártott vasbeton + vasalt beton anyagból készült sík födémek és a kő - téglá anyagú íves - boltozott födémek nagyon gyakoriak a megerősítendő, átalakítandó épületekben.

A gyorsan romló fa anyagú födémek megerősítését, átalakítását részleges vagy teljes kiváltással, részleges szerkezet cserével, szakaszonkénti kiváltó szerkezet beépítésével készítjük el.

A lassan romló fém, beton, téglá, kő anyagú födém szerkezeteket általában utólag hozzáadott anyagú megerősítéssel látjuk el: lőtt beton, ragasztott - dübelezett acélszalag, szénszálas lamella, esetleg utólagos feszítés.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet eredeti, jelenlegi és az átalakítás - megerősítés utáni működési módját!

A tananyaghoz javasolt forrásmunka /4/, a rövid kivonat a BME\_Födém\_erősítés.pdf és a BME\_Lépcsők\_Függőfolyosók.pdf. Esettanulmányok a tanórán.

### Ellenőrző kérdések

1. Ismertesse az 1890 - 1900-as évek több emeletes lakóépületekkel kapcsolatos építési szokásait, különös tekintettel a különböző szinten lévő födémek szerkezetére!
2. Milyen a csapos gerendafödém szerkezete és a teherviselési rendszere?
3. A fagerendás födémek fő fajtái, teherviselési rendszerük?
4. Fa anyagú födém szerkezetek károsodása, megerősítési lehetőségei, módjai?
5. Boltozatok teherviselése, erőtani jellemzése! Boltozatok alakváltozásának következményei?
6. Milyen feladatot lát el a boltozat teherviselésében a vonóvas (vonórúd)?
7. Milyen hatása van a boltozat teherbírására a támaszok, a boltvállak eltávolodása?
8. A poroszsüveg boltozat szélső mezőjének erőtani - stabilitási problémája, megoldása?
9. Boltozat megerősítése a teher növekedése miatt?
10. Boltozat megerősítése a geometria megváltozása miatt?

## 12. hét

Monolit vasbeton lemez- és gerendaszerkezetek tipikus repedései. Vízszintes vasbeton szerkezetek megerősítésének módszerei és szerkezeti kialakításuk.

A vasbeton szerkezetek felületén a "húzott oldalon" jelennek meg a repedések.

A repedések rendszere a nyomatékok megoszlásának - az  $m_1$  és  $m_2$  főnyomatékok és a főnyomatéki trajektóriák - rendszeréhez igazodik.

A tartószerkezetek véges elem módszeren alapuló számítására alkalmas AxisVM program különböző változatai lemezszerkezetek esetére az  $m_1$  és  $m_2$  (kNm/m) főnyomatékok és a  $\alpha_m$  (°) főnyomatéki trajektóriák megjelenítésével hatékonyan segítheti a meglévő szerkezetek repedés eloszlási rendszerének az elemzését.

A kis megnyílású (legfeljebb 0.2 - 0.3 mm) repedések esetén a betonacél valószínűleg még nem károsodott, a megerősített szerkezet erőjátékában teljes értékűnek tekinthető.

Erősen repedezett szerkezetek 0.5 mm-nél nagyobb tágasságú megnyílása esetén az eredeti vasalás feltehetően képlékeny alakváltozást szenvedett, ezért a megerősített szerkezet erőjátékának számításakor figyelmen kívül hagyjuk

A lassan romló beton anyagú födém szerkezeteket általában utólag hozzáadott anyagú megerősítéssel látjuk el: lőtt beton, ragasztott - dübelezett acélszalag, szénszálas lamella, utólagos feszítés.

Az eredményes alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet eredeti, jelenlegi és az átalakítás - megerősítés utáni működési módját!

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a /3/, /4/, a rövid kivonat a BME\_Födém\_erősítés.pdf. és a BME\_Lépcsők\_Függőfolyosók.pdf  
Esettanulmányok a tanórán.

Ellenőrző kérdések

1. Korábbi tanulmányai alapján miért várható vasbetonszerkezet húzott oldalán repedések megjelenése?
2. A nagy repedéstágasság alapján miért indokolt a meglévő szerkezet eredeti vasalásának figyelmen kívül hagyása?
3. A lemez egy pontjában lévő főnyomatékok  $m_1$  és  $m_2$  számszerű értéke milyen viszonyban van ugyanezen pontbeli más nyomatékok értékével?
4. Mi a főnyomatéki trajektóriák rendszere? Milyen más kifejezést ismer a jelenséggel kapcsolatban?
5. Vasbeton anyagú gerendák jellegzetes repedései? Milyen okból keletkeznek, jönnek létre? Készítsen magyarázó ábrát!
6. Hogyan pótoljuk a vasbeton gerendából hiányzó nyomóerő felvevő képességet? Ábrázolja a javasolt megoldásokat!
7. Milyen megoldásokat ismer a vasbeton gerendából hiányzó húzóerő felvevő képesség növelésére? Készítsen magyarázó ábrákat!
8. Milyen megoldásokat ismer a vasbeton gerendából hiányzó nyíróerő felvevő képesség növelésére? Vázolja fel a javaslatokat!
9. Hogyan pótoljuk a vasbeton lemezből hiányzó nyomóerő felvevő képességet? Készítsen ábrákat!
10. Milyen megoldásokat ismer a hiányzó húzóerő felvevő képesség növelésére? Ábrázolja a javasolt megoldásokat!

### 13. hét

Házgyári (panelos) technológiával készült lakóépületek tartószerkezeti átalakításának tiltott, ill. ajánlott módszerei (szabályai), a tartószerkezeti eszköztár.

Jelentős az ország panelos szerkezetű lakóépület állománya. Fontos és sok esetben kikerülhetetlen ezeknek az épületeknek a felújítása, átalakítása.

Első lépésben szükséges a panelos építési rendszer, a szerkezeti elemek és csomóponti kapcsolatuk, az egyes teherhordó elemek elsődleges és másodlagos tartószerkezeti feladatának, az erőjátékba való beavatkozás lehetőségének a megismerése.

Az eredményes és biztonságos alkalmazáshoz tudnunk és ismernünk kell a szerkezet jelenlegi és az átalakítás -megerősítés utáni működési módját!

A tananyaghoz javasolt forrásmunka /12/, a rövid kivonat a BME\_Panel\_átalakítás.pdf.

Esettanulmányok a tanórán.

#### Ellenőrző kérdések

1. Jellemezze az előregyártott elemekből épített lakóépület építőelemeit a méretük alapján!
2. Jellemezze az előregyártott elemekből épített panelos szerkezetű lakóépület építőelemeit a méretük alapján!
3. Mit tud a panelos lakóépületek hőszigetelési - fűtési rendszeréről? Mi a következménye, ha egy lakásban nem működik a fűtés?
4. A panelos épületek gépészeti (hideg - meleg víz) vezetékeinek elhelyezése?
5. Panelos lakóépületek tartószerkezeti elemeinek fő méretei?
6. Mit tud az előregyártott elemek helyszíni kapcsolatairól?
7. Milyen a földemelek tartószerkezeti rendszere, statikai váza?
8. Lehetséges-e szomszédos lakások összekapcsolása-összevonása ajtó létesítésével? Milyen tartószerkezeti és jogi feladatokat kell megvizsgálni és megoldani, igazolni?
9. Az utólagos magastető létesítés és tetőtér beépítés tartószerkezeti feltételei, a komfortérzet és az üzemeltetés költségei?
10. Lehetséges-e egymás fölötti-alatti lakások összekapcsolása-összevonása födém áttörés létesítésével? Milyen tartószerkezeti és jogi feladatokat kell megvizsgálni és megoldani, igazolni?
11. Szükséges-e a társasházi tulajdonostársak beleegyezése a tartószerkezet átalakításával járó lakás összevonáshoz? Ha igen, mi indokolja?  
Építési engedély köteles-e a tartószerkezet átalakítása? Kötelező-e erőtani számítással igazolt szakvéleménnyel bizonyítani az átalakítás biztonságos, megfelelő voltát? Ha igen, mi indokolja?
12. Soroljon föl a tiltott, elkerülendő beavatkozásokból 3 - 4 fajtát!

## **14. hét**

Összefoglalás.

Kiegészítés a robbantásokról.

A tananyaghoz javasolt forrásmunka a rövid kivonat, a BME\_Robbantások.pdf és a Robbantás\_leírás\_2007\_12\_01.pdf.  
Esettanulmányok a tanórán.

Szerkezetek megerősítése  
Építőmérnök Egyetemi képzés, V. évfolyam  
2007 / 2008 I. félév

## Vizsgakérdések

1. A tartószerkezetek diagnosztikájának általános szabályai. ( /1/, /2/ alapján)  
A teherhordó szerkezetek közvetett és közvetlen károsodásának okai.
2. A szerkezetvizsgálatok fajtái és a statikai szakvélemény kötelező tartalmi elemei.  
A tartószerkezetek minősítése és az ezzel összefüggő intézkedések köre. ( /1/, /2/)
3. A szerkezet-megerősítések általános szabályai és módszerei. ( /1/, /2/)  
A szerkezet-megerősítés (épületfelújítás) gazdaságossági vonatkozásai.
4. Vasbetonszerkezetek megerősítése hozzáadott (utólagos) feszítéssel. ( /3/)  
A feszített szerkezetek tipikus károsodásai és azok okai, az utólagos feszítés kialakítási sajátosságai, alkalmazási területei).
5. A vasbetonszerkezetek megerősítése lőttbetonnal, alkalmazási területei, a száraz, ill. a nedves lövés eljárások előnyei és hátrányai. ( /3/, /10/)
6. A lőttbeton szerkezetek tervezése, méretezési kérdései és egyes szerkezetfajták: gerenda, síklemez, függőfolyosó, oszlop, ill. töltésbiztosítás és hűtőtorony megerősítése lőttbetonos módszerrel. ( /3/, /5/, /10/)
7. Vasbeton födémszerkezetek megerősítése ragasztott, illetve dübeleztetett acélszalag segítségével (a megerősítés tervezési kérdései - helyi hatások, felhasadás - a ragasztás ellenőrzése, ill. a kapcsolóelem (dübel) statikai modellje). ( /3/)
8. Vasbeton-, ill. téglaszerkezetek megerősítése szénszál erősítésű műanyag szalagok (CFK) alkalmazásával (a szalagok mechanikai tulajdonságai, alkalmazásuk előnyei, a szerkezeti kialakítás részletei, alkalmazási példák). ( /3/)
9. Az épületsüllyedések egyes fajtái, esetei és a jellegzetes repedésformák, a repedéseképek analízise, esettanulmányok. A falazott, a beton- és vasbeton alapok károsodásának okai, megerősítésének módszerei. Támfalak megerősítésének módszerei és azok szerkezeti kialakítása. ( /4/)
10. Téglapillérek megerősítésének fajtái, méretezésük és az alkalmazható szerkezeti kialakítások. ( /4/, /6/, /7/)

11. Fafödémek, ill. boltozott födémek vizsgálati módszerei és megerősítése (a megerősítés szerkezeti kialakítása az egyes födém típusok esetében). (/4/)
12. Monolit vasbeton lemez- és gerendaszerkezetek tipikus repedései. Vízszintes vb. szerkezetek megerősítésének módszerei és szerkezeti kialakításuk. (/4/, /3/)
13. Házgyári (panelos) technológiával készült lakóépületek tartószerkezeti átalakításának tiltott, ill. ajánlott módszerei (szabályai), a tartószerkezeti eszköztár. (/12/)



## Szerkezetek megerősítése

Javasolt irodalom:

- /1/ MI - 15011 - 1988 Műszaki Irányelv  
\* Épületek megépült teherhordó szerkezeteinek erőtani vizsgálata  
Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 1988.
- /2/ W. Dr. Arató Anna:  
\* Régi épületek teherhordó szerkezeteinek vizsgálata  
TS FÉ - 1 Tervezési segédlet  
Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet (TTI), 1987
- /3/ Dr. Balázs György - Dr. Balázs L. György - Dr. Farkas György - Dr. Kovács Károly:  
\* Beton- és vasbeton szerkezetek védelme, javítása és megerősítése I.  
Műegyetemi Kiadó, 1999.
- /4/ Mohácsy László:  
\* Tartószerkezetek átalakítása  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978
- /5/ Dr. Lenkei Péter szerk:  
\* Tartószerkezettervezés  
PTE - PMMFK, Pécs, 2000.
- /6/ Dr. Dulácska Endre:  
\* Téglából falazott szerkezetek statikai vizsgálata és megerősítése  
Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata, Budapest, 1998
- /7/ Mentessné Zöldy Sarolta - Andorka Tibor - Dr. Gilyén Nándor:  
\* Meglévő lakóépületek tartószerkezetei  
Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata, Budapest, 1998
- /8/ Déry Attila:  
Történeti szerkezettan  
Terc Kft., Budapest, 2002.

- /9/ Déry Attila:  
Történeti anyagtan  
Terc Kft., Budapest, 2000.
- /10/ Sajtos István:  
\* Lőttbeton technológia és építőipari alkalmazása  
TS 5 - 41 Tervezési segédlet  
Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet (TTI), 1991
- /11/ Dr. Bajza József:  
Szemrevételezéses épületdiagnosztika  
Terc Kft., Budapest, 2003
- /12/ Ambró Péter és Tsai:  
Panelkalauz. Karbantartás, korszerűsítés, felújítás  
Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 1996.
- /13/ Jacob Feld:  
Betonszerkezetek hibái  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1970
- /14/ Mentésné Zöldy Sarolta:  
Tartószerkezetek hibái  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979
- /15/ Dr. Dulácska Endre szerk.:  
Épületvédelem az alagútépítéd káros hatásai ellen  
Műszaki Könyvkiadó - Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest 1992

Anyagok elektronikus formában a BME tematikája szerint (mellékletben)

Pécs, 2007. december 1.

## **A PDF file-ok listája**

### **BME PDF file-ok**

BME\_Dübelezett\_acél

BME\_Födém\_erősítés

BME\_Lépcsők\_Függőfolyosók

BME\_Lőtt\_beton

BME\_Panel\_átalakítás

BME\_Rag\_düb\_ac

BME\_Rag\_düb\_ac\_Mélxép\_Sz

BME\_Ragasztott\_ac

BME\_Robbantások

BME\_Szénszálás\_erősítés

BME\_Szerkezetek\_diagnosztikája

BME\_Téglapillér\_megerősítés

### **Kiegészítés PDF file-ok**

Felszín\_mozgás\_Dulácska\_alap\_megerősítés

Mélyépítéstudományi\_Szemle\_1981\_febr

Robbantás\_leírás\_2007\_12\_01

VB\_utólagos\_feszítés