

# Vasbeton siló támfalszerkezetének károsodása

Csokonyavisontai tehenészeti telep, silótér (2013)



A nem megfelelő adalékanyag- és betontechnológia alkalmazása a támfalak nem megfelelő dilatálása

*A támfalon látható repedések az átszivárgó nedvességgel*



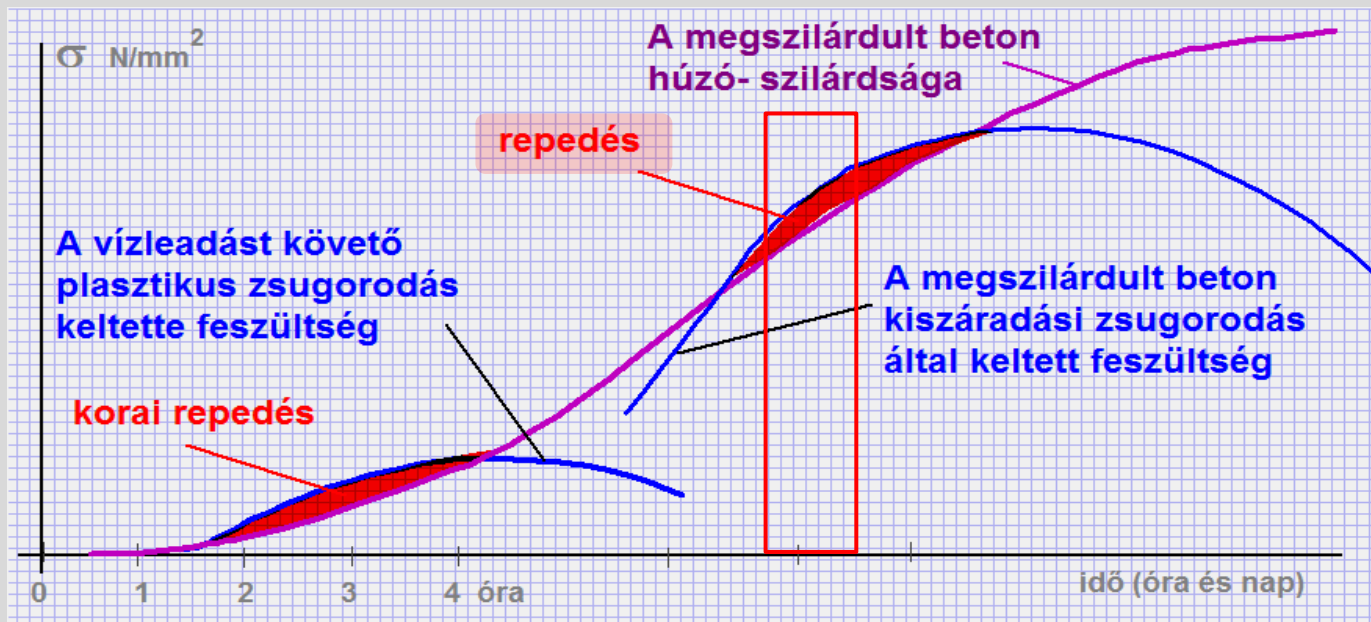
*Zsugorodási repedések a támfalon és az alaplemezen*

## A beton repedéseit előidéző okok:

- az adalékanyag magas **agyagtartalma** és nem megfelelő húzószilárdság
- a betonozást követő magas hőmérséklet, **kizsaluzást követő vízvesztés**
- nem megfelelő utókezelést követő **zsugorodási** jelenségek
- támfalak **nem megfelelő dilatálása**, repedéseket kiváltó feszültségek

## Vasbeton szerkezetek **dilatáció képzésének** távolsága:

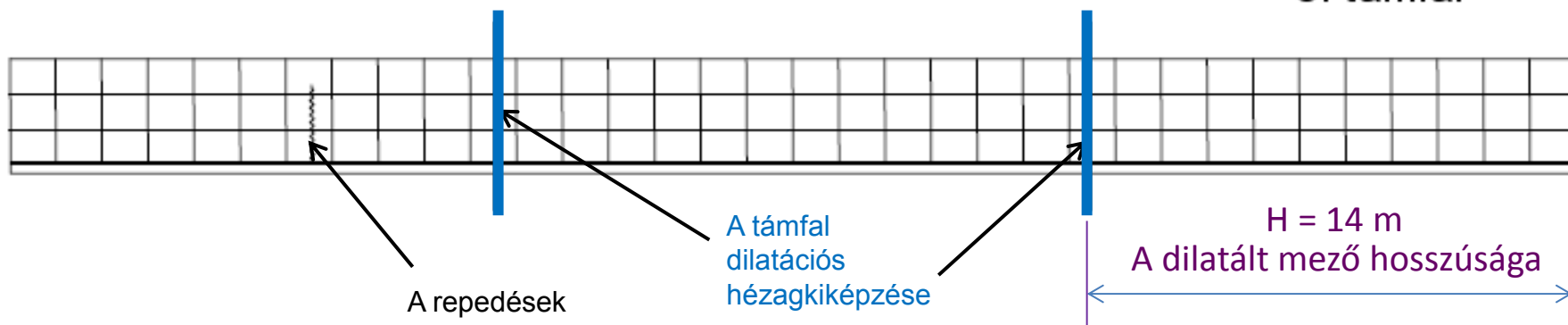
- a keresztmetszet és hosszúság függvényében kb.  $25 \div 40 \text{ m}^2$  -ként  
 $h = 3,0 \text{ m}$ ; vtg. = 25 cm vasbetonfal esetében. kb.  $H_{\max} = 14 \text{ m}$



*A beton kötése- és szilárdulása közbeni zsugorodási jelenségek*

Nézet az űres silótároló felől

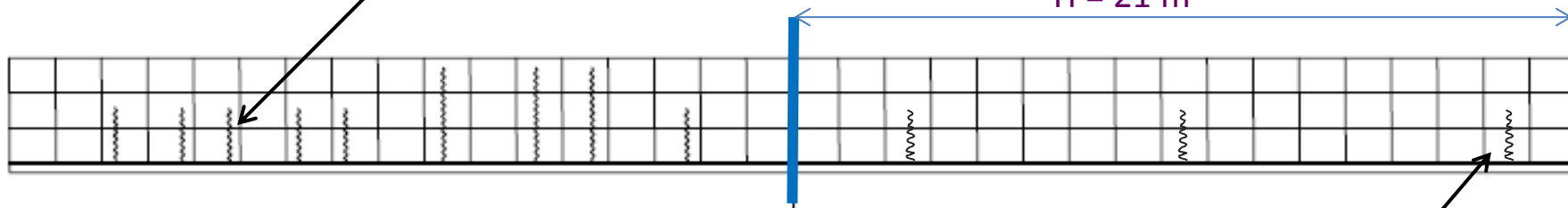
3. támfal



Nézet az űres silótároló felől

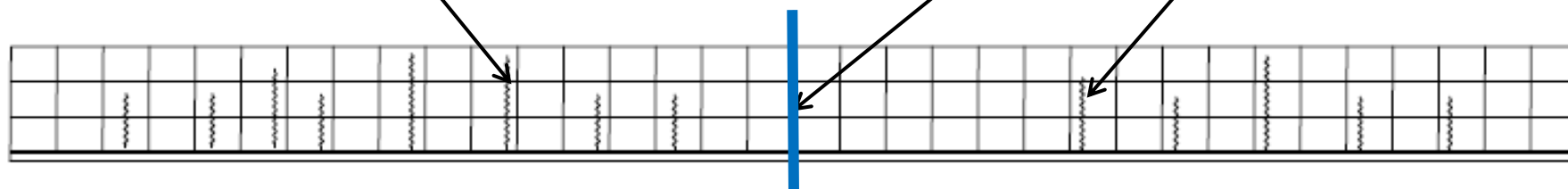
$H = 21\text{ m}$

2. támfal



Nézet a külső oldal felől

1. támfal



*A dilatációs hézagkiképzések és a repedések elhelyezkedése a támfal rendszeren*

## A feltáró vizsgálat megállapításai:

A kavicszemcsék nem kötődtek a cementkőhöz.

- az adalékanyagnak magas volt az **agyagtartalma**

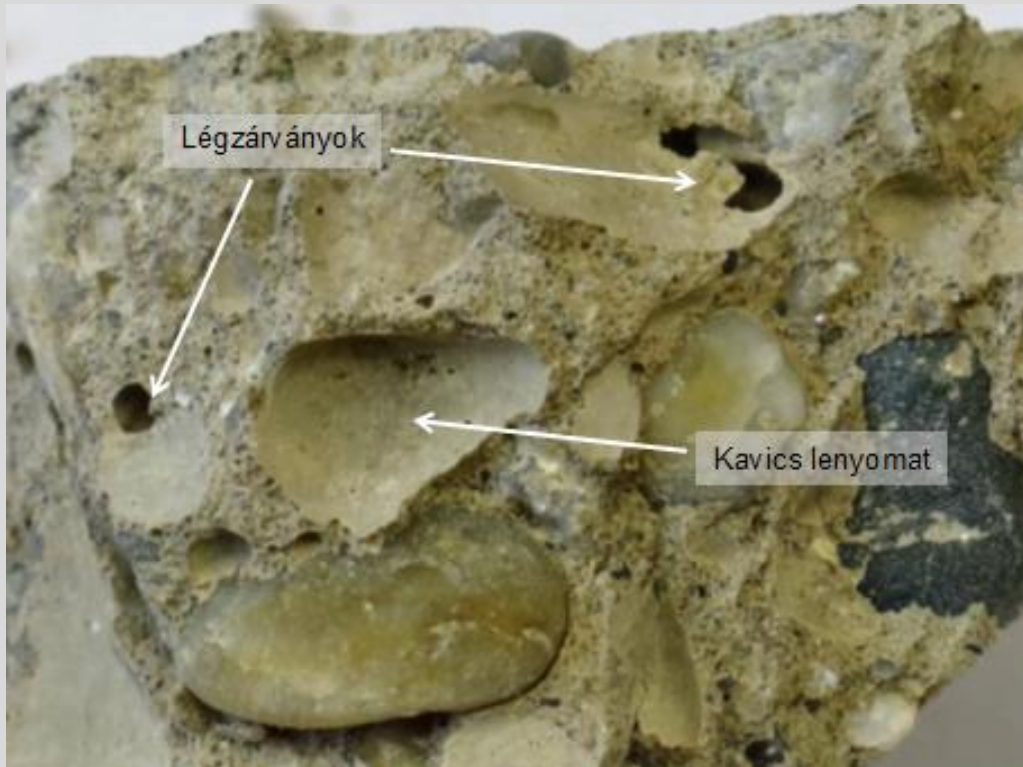
A betonban igen sok volt a légzárvány és légpórus.

- a betont **nem tömörítették** megfelelően

- **magas víz/cement** tényezőt alkalmaztak

A betonszerkezet szakaszosan megrepedt.

- száradási zsugorodás, **alacsony húzószilárdság**



*A beton töretképe a kavicszemcsék lenyomataival*

# Vasbeton siló támfalszerkezetének károsodása

Visnyei tehenészeti telep, silótér (2013)



## A vasbeton siló állapota

A 33 m hosszúságú, 3 m magasságú, vtg. = 25 cm vasbeton támfalakon 0,2 ÷ 0,6 mm vastagságú és a falszerkezeten **áthatoló repedések** vannak, melyek a betonszerkezet szilárdulás közbeni **zsugorodásakor** keletkeztek.

- a **dilatációs hézag nélküli** (33m) támfalon 6 db. repedés
- a dilatált 21 méteres falszakaszon 2 darab repedés
- a 12 méteres szakaszon repedés nem volt látható

Igazolódik, hogy a **dilatáció képzés** ajánlott hossza kb. 14 m



*Furatminta vétel a vasbeton siló támfalszerkezetéből*

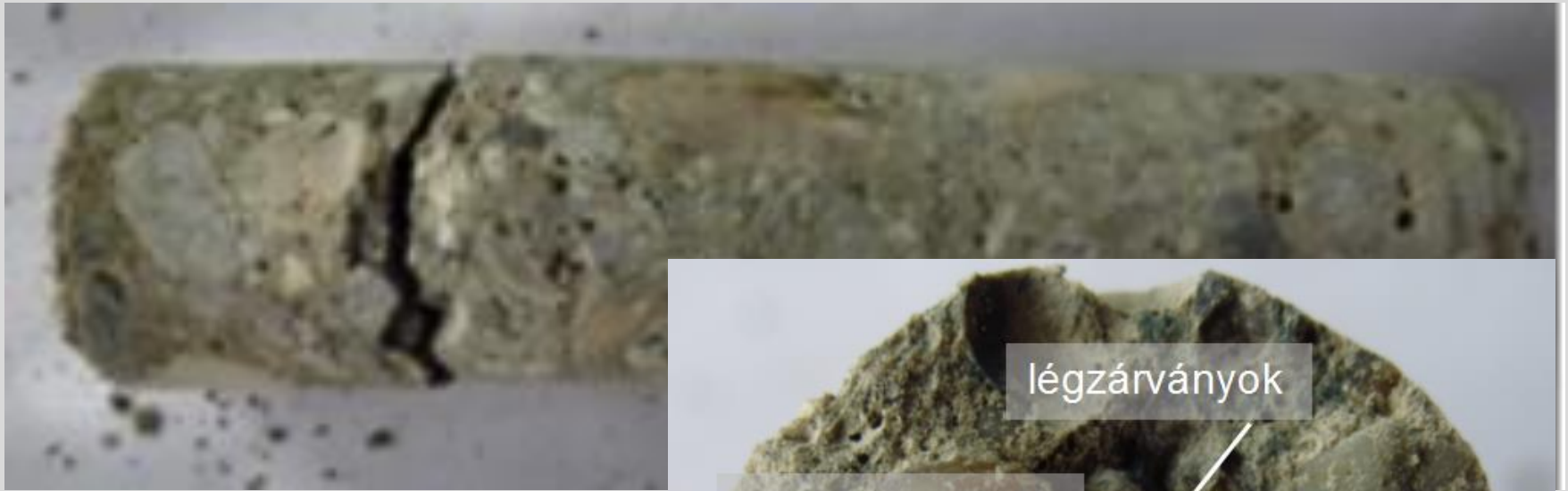


*A támfalból kifúrt **minta szétválása** a betonacélok környezetében*



*Nem megfelelő **tapadás** a betonacél és a beton között*

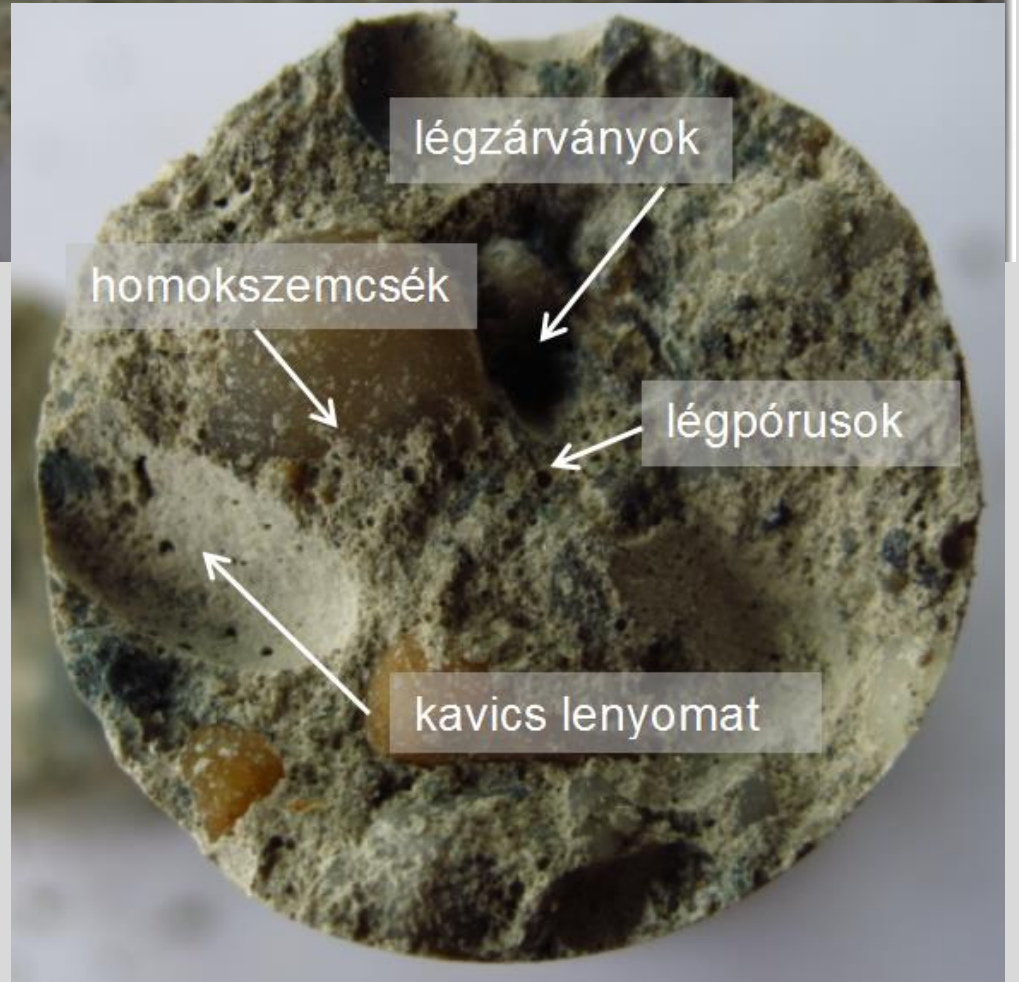


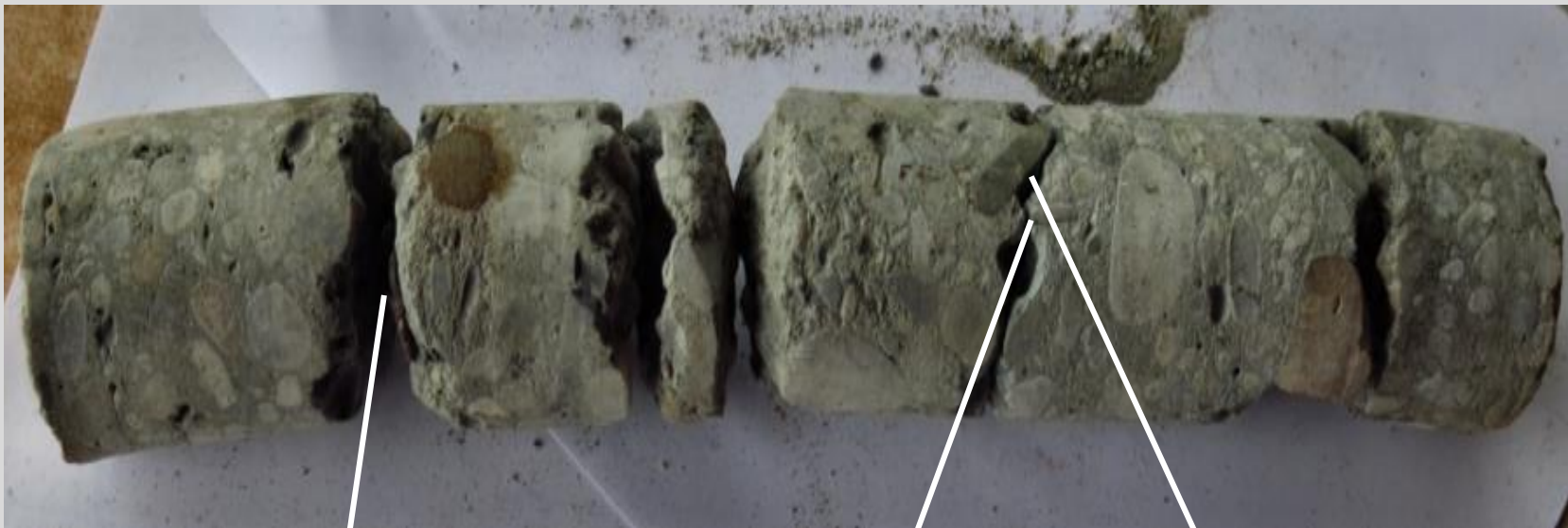


*A támfalból fúrt hengerminta*

A cementkő pórusossága és a homokszemcsék alapján, a betonkeveréket sok vízzel készítették, vagy **utólagosan felvizezve átkeverték.**

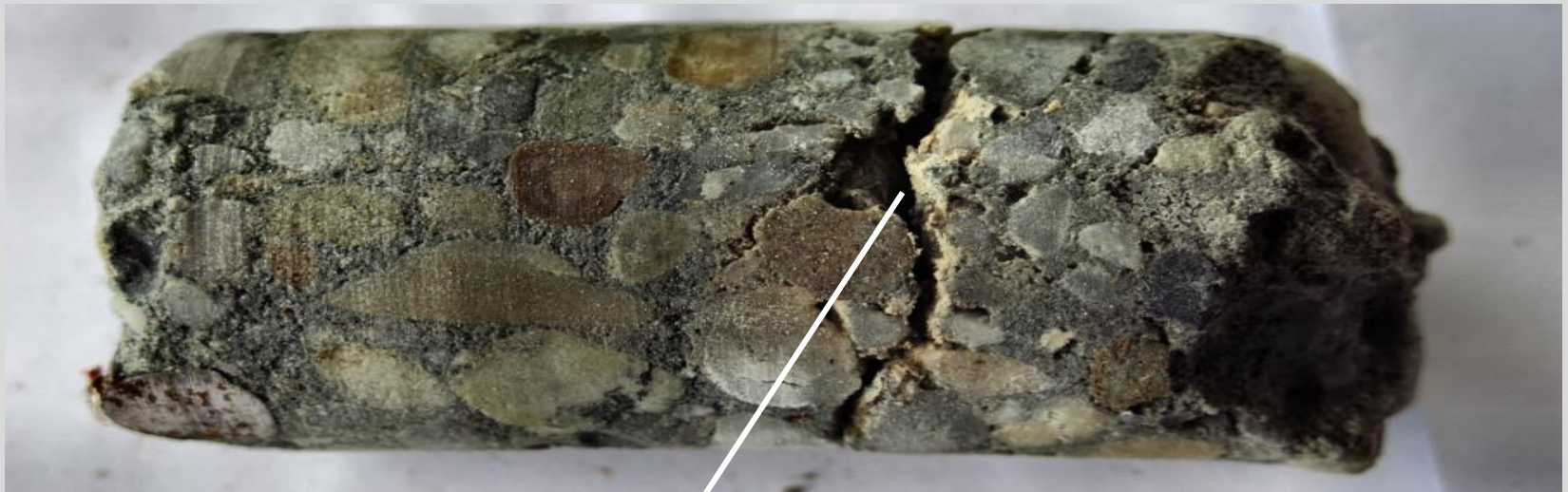
*A furatminta töretfelületének betonstruktúrája*





*A Visnyei silótároló betonajzatából vett furatminta és töretfelülete*





*A Visnyeai silótároló betonaljzatából vett furatminta és töretképe*

## A vizsgálatok tapasztalatai:

1. **Nem volt megfelelő a betontervezés:** C20/25 – XC1 – XA1 – 24 – F3  
A mintákon megállapított nyomószilárdság:  $f_{c_1} = 16,6 \text{ N/mm}^2$   
A megfelelő betonminőség: **C30/37– XC3 – XA3 – XV1 – XF3 – 24– F3**
2. Nem megfelelően lett kialakítva a falszerkezet **dilatációs rendszere**.
3. Az adalékanyag tartalmazott **bányahomokot** és agyagot is
4. Helyszínen végrehajtott **utólagos vízadagolás** és átkeverés.  
Betontechnológiai hibák miatt a vasbeton silót javítani (védeni) kell.

## Javítási mód:

1. A támfalszerkezet **repedéseinek kiinjektálása**
  - PENETRON INJECT kétkomponensű vízzáró injektáló habarcs.
  - MC Injekt 2700L tömítő gyanta, betonrepedések kitöltésére.
  - Mapei Epojet epoxi alapú injektáló-, és öntőgyanta, megrepedt monolit tartószerkezetek helyreállítására.
2. A fenéklemez, az agresszív silóanyag tárolására nem alkalmas, betontechnológiai eszközökkel, gazdaságosan már **nem javítható**.  
Újabb betonréteggel, vagy **aszfalt réteggel** kell lefedni.

# Betonút és térburkolat károsodása

Hárserdő szarvasmarha telep etetőtéri betonútja (2013)

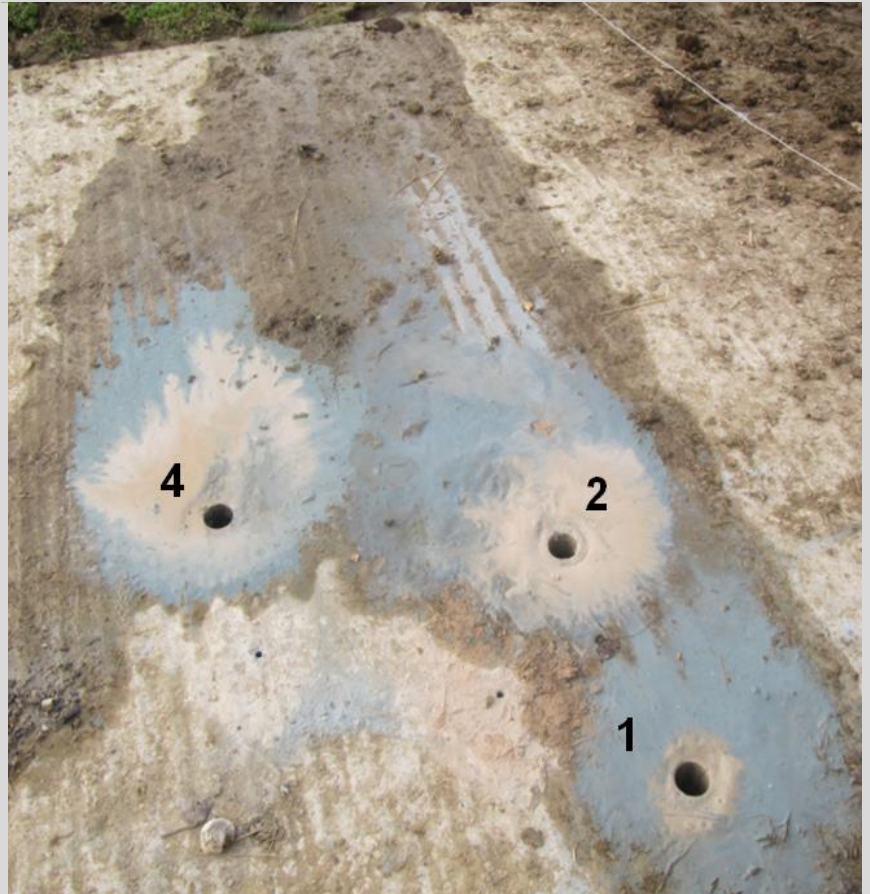


Nem megfelelő adalékanyag és betontechnológia alkalmazása

## A helyszíni szemle tapasztalatai:

Az út betonozását követően, a térburkolaton **zsugorodási repedések** jelentek meg 6-10 méterenként.

A túl mélyre helyezett acélháló nem akadályozta meg a repedezést.



*Henger minták kifúrása a betonlemezből*



kavicsszemcsék  
lenyomatai



agyag szennyezettség

*A fúrás közben széttöredezett hengerminta*



*A fúrás közben szétredezett  
agyagos hengerminta*



*A furatminta repedése a betonacél  
környezetében*



*A beton sárga elszíneződése  
a bányahomok agyagtartalmától*



*A jó állapotban lévő  
tömörbeton próbatest*



## A helyszíni feltáró vizsgálatok tapasztalatai:

1. **Nem megfelelő minőségű** beton lett betervezve  
C16/20 – XC1 – XA1 – 24 – F3 – S54 (MSZ 4798?)  
**C30/37** – XC3 – XA2 – XF3 – 24 – F2 – CEM II/B-S32,5N-S
2. A beton előállításához **bányahomokot is** használtak.
  - a magas agyagtartalmú bányahomok sárgára színezte betont
  - az **agyaggal bevont kavicszemek** nem tapadtak a cementkőhöz
  - csökkent a húzószilárdság és nőtt a beton **repedésérzékenysége**
  - az agyag szennyezettségű betonút **nem fagyálló**
3. A **térburkolat vasalása** nem megfelelő (a felső háló mélyen van)  
nem akadályozza meg a beton felszíni repedezését.
4. Az alsó betonacél hálónál elvált a betonlemez,  
a háló elhelyezése után túl **hosszú technológiai szünetet** tartottak.
5. A betonút **repedések kiinjektálása** csak ideiglenes megoldás,  
mivel az agyagtartalom miatt további repedések keletkezhetnek.

# Ipari csarnok alaplemezének zsugorodási repedezése

*Balatonszentgyörgy söröződe (2013)*



Nem megfelelő adalékanyag és  
betontechnológia alkalmazása



*Furatminta vétel az ipari csarnok alaplemmezéből*

## A helyszíni szemle tapasztalatai:

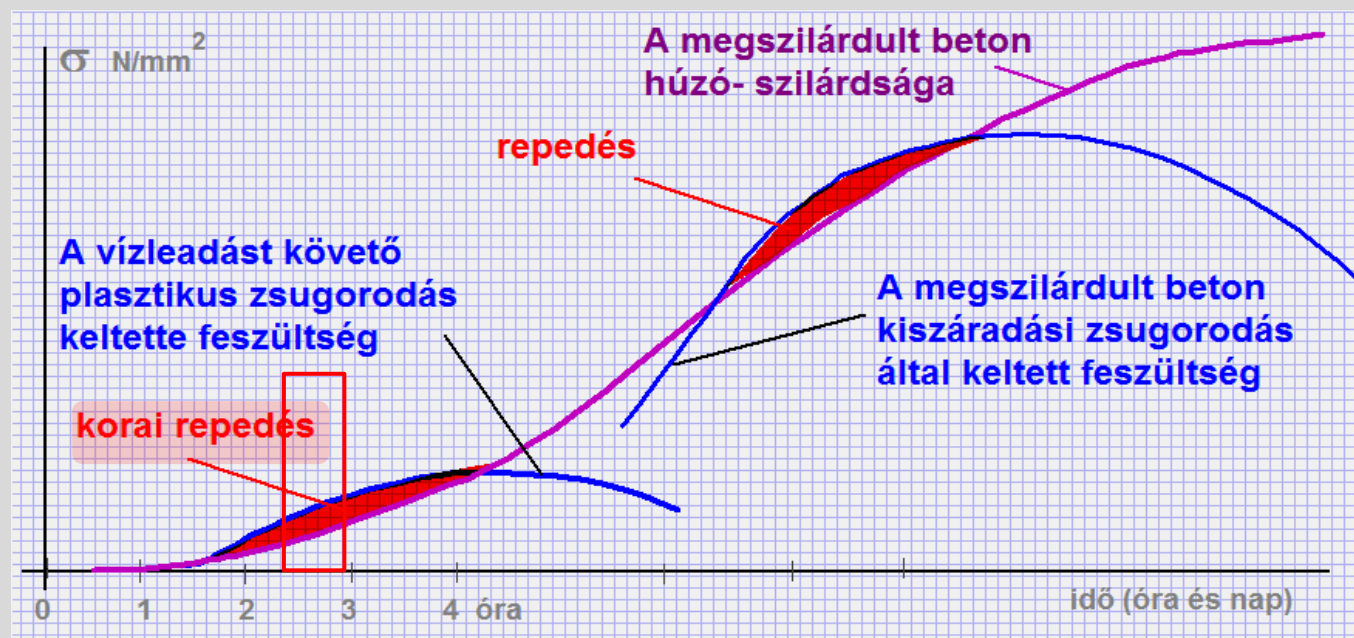
A beton **nem ipari csarnok aljzatához** lett tervezve. Pl. C20/25

A beton előállítója és szállítója nem tudta, hogy mire használják a betont.

A beton bedolgozása közönséges „**kőműves**” technológiával történt.

Az alaplemez betonozásakor repedések jelentek meg lemez felszínén

- a betonozást követő 2-3 óra elteltével (**plasztikus állapotban**)
- repedések a locsolásos utókezelés előtt keletkeztek
- a **szilárdulás további szakaszában** nem volt repedezés



*Repedések keletkezése a beton kötése- és szilárdulása közben*

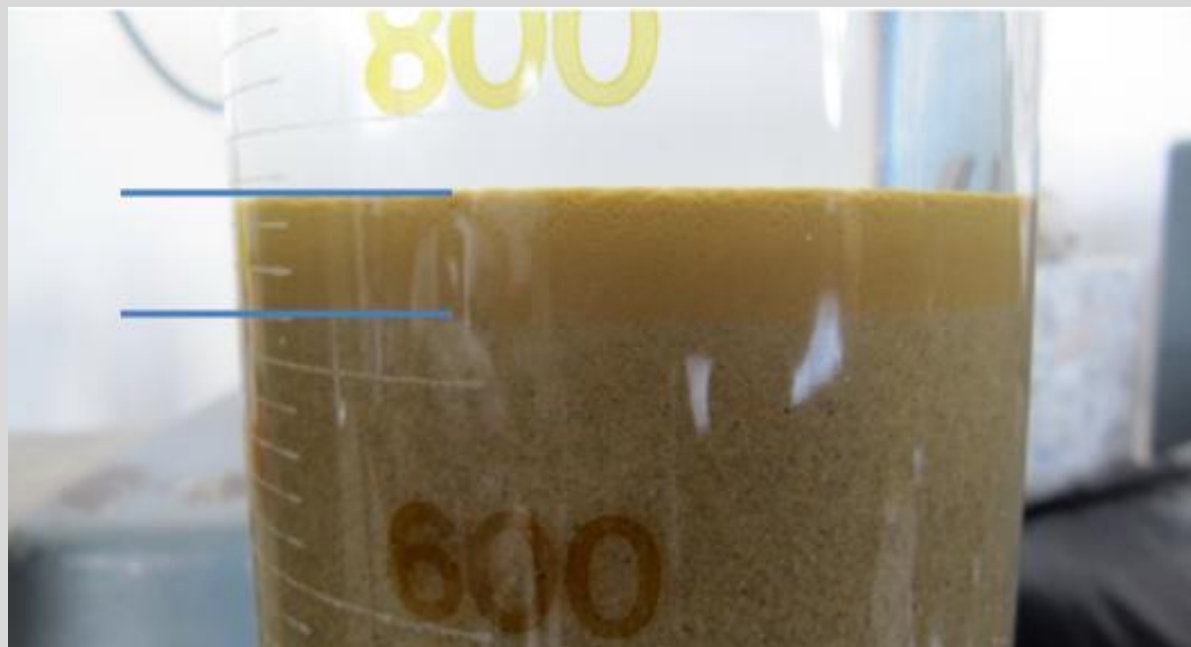
## A vizsgálatok tapasztalatai:

A hengerminták fúrásakor a beton különböző színűnek mutatkozott.

- A betonhoz **különböző cementfajtákat** használtak (pernye, kohósalak)
- **Nagy agyagtartalmú** bányahomokot használtak.

A frissbeton repedését az adalékanyag nagy agyagtartalma okozta:

- az agyagtartalom növelte a **péptartalmat és a korai zsugorodást**
- az agyagrészecskék bevonták az adalékanyagot és megakadályozták a **cementszemcséknek a kavics**hoz való kötődését



*Az alkalmazott homok agyag-iszap tartalmának vizsgálata ( $i = 6,4\%$ )*



*A betonaljzatból kifúrt hengerminta töretfelülete*



*A repedezett betonajzat utólagos javítása*

# Vasbeton víztározó medence károsodása

*Péti Nitrogénművek (2015)*



A nem megfelelő adalékanyag-  
és betontechnológia alkalmazása

## A víztározó vasbeton medencék károsodása:

- a medencék **elvesztették a vízmegtartó** képességüket
- **átmenő repedések** a medence oldalfalán és talplemezén
- a medencéket áthidaló vb. gerendák **korróziós károsodása**



*A medence fal-, padozat- és födémszerkezetének károsodásai*



## Diagnosztikai vizsgálatok a medence állapotának felmérésére:

1. Betonszilárdság vizsgálata **Schmidt kalapáccsal**
2. Repedezettség és repedésmélység vizsgálata **ultrahanggal**
3. Vasalás és a betonfedés meghatározása **mágneses** készülékkel
4. A betonfalak **tapadó szilárdságának** meghatározása
5. A betonszerkezet üregeinek vizsgálata **endoszkóppal**





*Radarvizsgálatok az alaplemezen és a oldalfalon*



*Hengerminták kifúrása az oldalfalból és az alaplemezből*



*1. sz. Az alaplemez szétmorzsolódott betonanyaga*



*2. sz. Az oldalfalból kifúrt magminta betonstruktúrája*



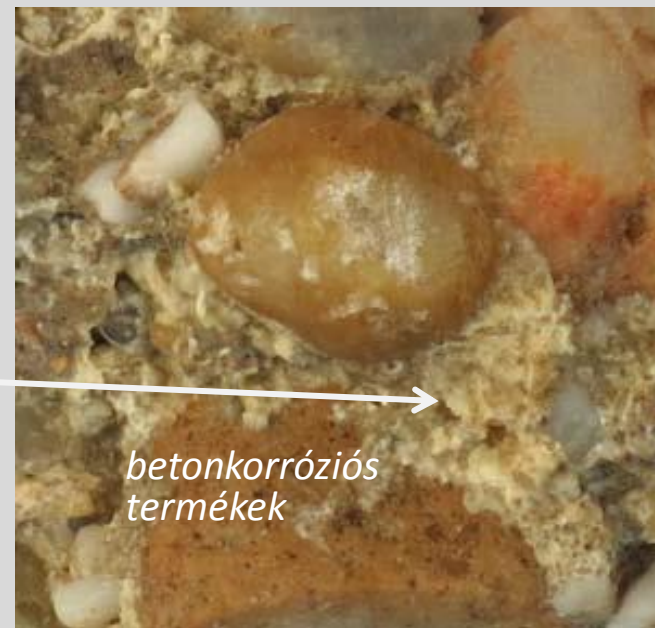
3.sz. Az oldalfalból fúrt magminta



cement szegény  
betonstruktúra



4. sz. A medence oldalfalából kifúrt töredezett magminta



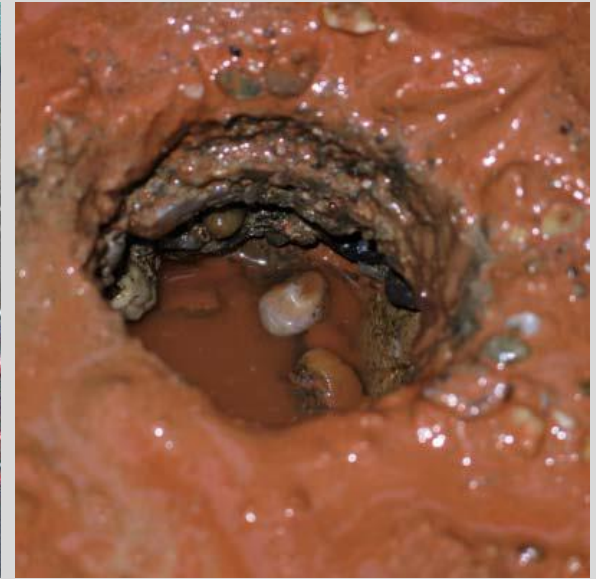
5. sz. A falból kifúrt szétmálló magminta egyben maradt darabja



6. sz. A medence oldalfalából kifúrt töredezett magminta



*7. sz. Magminta vétel a medence alaplemezből*



*A mintavétel furata*



*A magminta megmaradt darabjai*



*Cement nélküli kavics*



*A kifúrt henger próbatestek törés előtt és után*

### A helyszíni vizsgálatok eredményei és tapasztalatai:

1. A henger próbatestek szilárdsága:
  - a medence betonszerkezete igen **alacsony szilárdságú**
  - $5,2 \div 10,5 \text{ N/mm}^2$  a szilárdsági osztály:  $< \text{C8/10} \ll \text{C30/37}$
2. A medence betonanyagának struktúrája:
  - fúrás közben a henger **próbatestek széttöredeztek**
  - a hengerek legtöbb esetben fúrás közben **szétmosódtak** és nem lehetett teljes hosszúságukban kiemelni
3. A medence betonanyagát 80 év alatt **korrózió károsította.**
4. A kiemelt próbatestek betonstruktúrája és **porozitása alapján** a medence betonanyaga **nem vízzáró.**

# Pécsi Árpád Híd felhajtó ágának károsodása

Nem megfelelő betontechnológia  
és korrózió védelem.



Pécs 2013





*A felújítás előtt álló Pécsi Árpád Híd felhajtó ága (2011)*

## Az előzetes helyszíni szemle és feltáró vizsgálat

A híd műszaki állapotának vizsgálata és a megállapítások:

- A híd **pályalemezének** betonanyaga tömör, minimális a károsodás. A pályaszerkezet felszíni **csapadékvíz** elvezetése nem megoldott.
- A **szegély gerendák** dilatációs illesztési hézagai nem vízzáróak. A szegélygerendák igen súlyos korróziós károsodást szenvedtek.
- A **csapadékvíz** (sós hólé) a pályalemezről a tartópillérekre csorog. A tartópillérek konzolos szerkezetei **korróziós károsodást** szenvedtek.



*A szegélygerendák helyszíni szemléje*



*A korróziós károsodás mértéke*



*A tartópillérek állapotának vizsgálata*



*A pályalemez- pillér csomópont állapota*

# A hídszerkezet felújítását megelőző diagnosztikai vizsgálatok

## Diagnosztikai vizsgálatok

a hídszerkezet károsodásának megállapítására:

1. A híd vasbeton tartószerkezeti elemeinek betonszilárdság ellenőrzése, **Schmidt-kalapácsos** vizsgálattal.
2. **Videó-endoszkópos** vizsgálat a dilatációs hézagkiképzés korróziós állapotának ellenőrzésére.
3. A beton és betonacél **korróziós károsodásának** megállapítása karbonátosodás vizsgálattal.
4. A tartópillérek betonanyagának **szilárdság vizsgálata**, helyszínen fúrt minta alapján.
5. A betontakarás nélküli **betonacélok korróziós** állapotának vizsgálata feltárással.
6. A betonfelületek **tapadó-szilárdságának** meghatározásra a lőtt betonnal történő felújítási munkákhoz.
7. **Vízeleresztéses** vizsgálat, a vízösszefolyó- és elvezető rendszer működőképességének ellenőrzésére.



# Állapot ellenőrző diagnosztikai vizsgálatok



*A vízösszefolyók állapot meghatározása, feltárással*



*A dilatációs hézagkiképzés feltárása és endoszkópos vizsgálata*



*A alaptest feltárása és tartópillérek szilárdságvizsgálata*



*A hídszegély gerendák és a pályalemez diagnosztikai vizsgálatai*





*A beton és betonacél korróziós károsodásának vizsgálata*

## Szegélygerendák károsodása - károsodási fokozatok



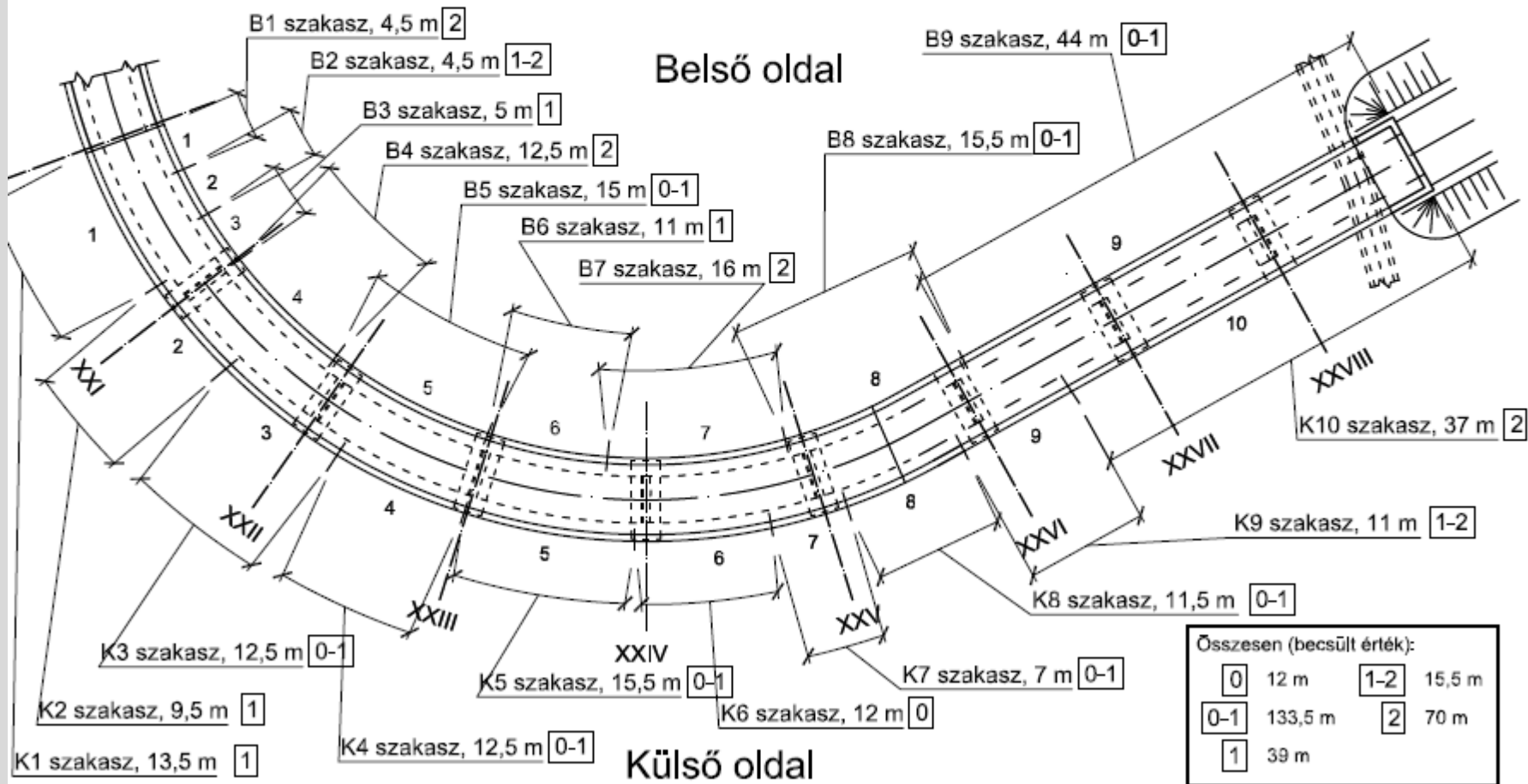
0- jó állapot



1- kismértékű károsodások



2- letörések, leválások



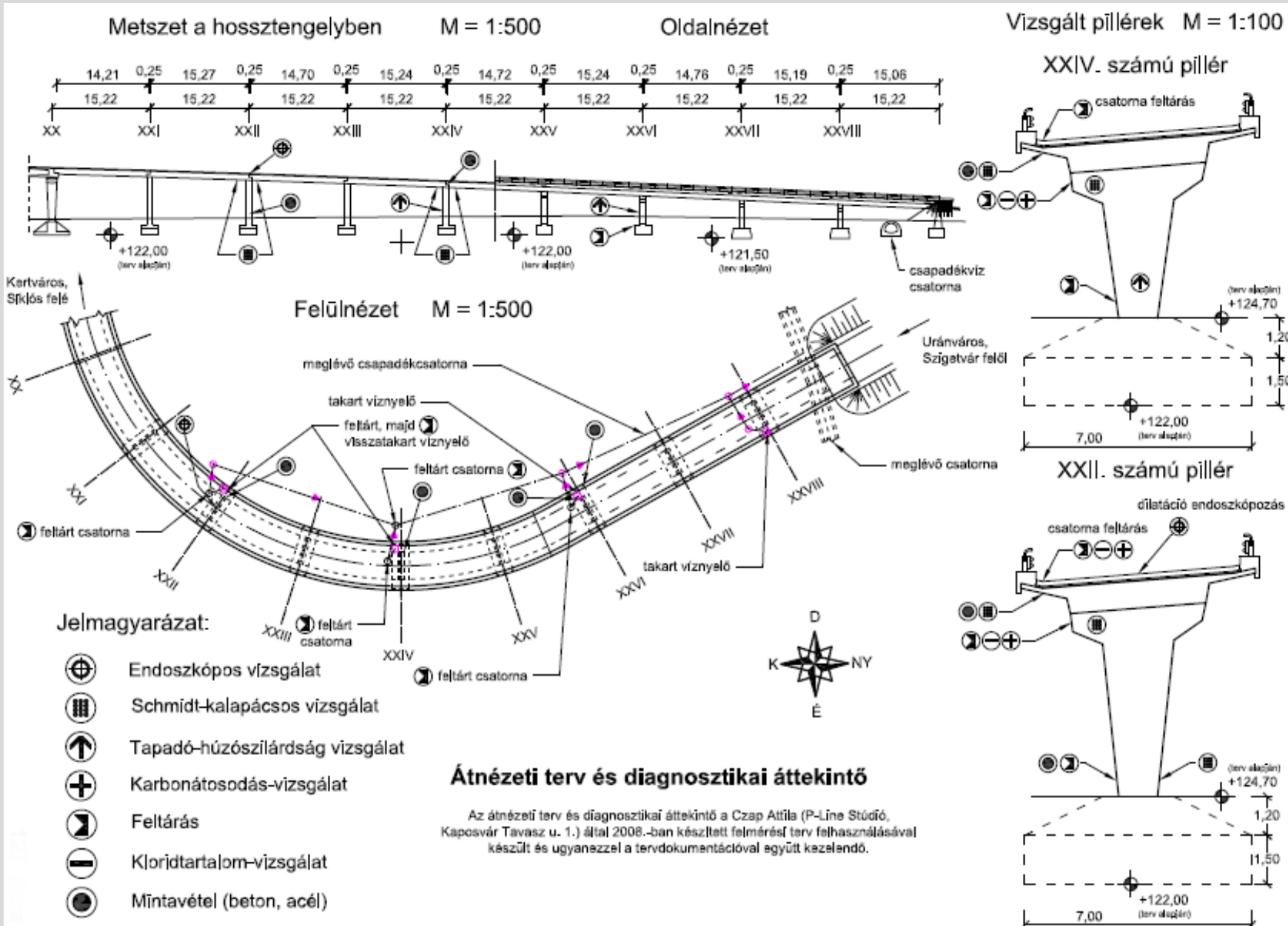
*A szegélygerendák korróziós károsodásának vizsgálati adatai*



*A betonszerkezetek roncsolás mentes szilárdságvizsgálata*



*A betonszerkezetek tapadó szilárdságának meghatározása*



*A diagnosztikai vizsgálatok fajtái és helyei a hídszerkezeten*

## A hídszerkezet diagnosztikai vizsgálatának megállapításai

1. A feltáró vizsgálataink alapján, a **csapadékvíz elvezető** rendszer működőképes, eredeti állapotnak megfelelően helyreállítható.
2. **Szegélyelemek** a jelenlegi korróziós állapotuk miatt már nem javíthatók, teljes mértékű **cseréjükre** van szükség.
3. A **pillérek** és azok konzolos szerkezetének korróziós károsodása és műszaki állapota kritikus, azonnali **beavatkozást igényel**, a tartószerkezet teherviselő alátámasztása érdekében.
4. A **dilatációs hézagok** endoszkópos vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a híd belső tartószerkezeti részei csak **kis mértékben** károsodtak.
5. A **pályalemezek** teljes alsó felületén vékony habarcsréteg felhordása (**lövése**) szükséges, a nem megfelelő betonacél takarás növelése céljából.
6. Már a felújítási munkálatok elvégzése előtt is, **korlátozni kell** a 20 t. feletti gépjárműforgalmat a hídon.

# Rehabilitációs munkálatok és a hídmegerősítése (2013)



*A dilatációs elem elhelyezése és a hídszegély javítása*



*A tartópillérek „lehántolása” és visszabetonozásos megerősítése*



## A Pécsi Árpád Híd felhajtó ága, felújított állapotban (2015)





*A Pécsi Árpád Híd felhajtó ága, felújított állapotban (2015)*

# Dombóvári Víztorony





Dombóvári Víztorony, épült: 1959

Magasság: 34 m

A 205 m<sup>3</sup>-es víztartály 6 db. monolit vasbeton pilléren nyugszik.

A pilléreket monolit vasbeton merevítő gyűrű köti össze.

A szerkezet károsodásának megállapítására végzett diagnosztikai vizsgálatok:

1. **Schmidt-kalapácsos** vizsgálat a beton nyomószilárdságának meghatározására.
2. **Videó-endoszkóp**, a műkö zsalu-kéregelem mögötti beton állapotának vizsgálatára.
3. A beton **korróziós károsodásának** megállapítása karbonátosodás vizsgálattal.
4. A vasbetonszerkezet vasalásának a behatárolása, és a **betontakarás** vizsgálata mágneses vaskeresővel.
5. A betontakarás nélküli **betonacélok korróziós** állapotának vizsgálata feltárással.
6. A betonfelületek **tapadó-szilárdságának** meghatározásra a felújítási munkákhoz.



*A torony tartópilléreinek állapotvizsgálata alpin technikával*

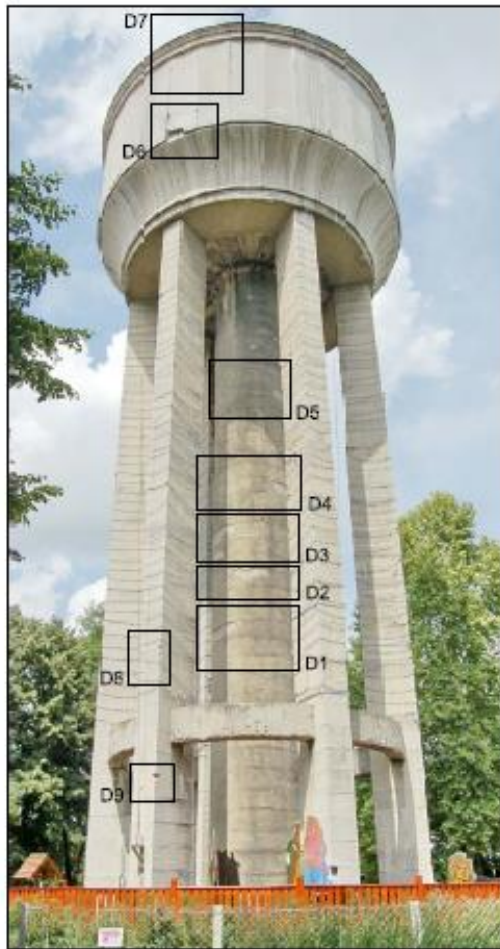


*A toronyfej vizsgálata alpiin technikával, és a panelek károsodása*

# A víztorony déli oldalának jellemző hibái

Jelmagyarázat:

- Cserépfedés
- Beton, bevonat
- Műkö burkolat
- Korrozló, leválás
- Korrozló, letörés



A víztorony nézete dél felől



D5. - A lépcsőtér falának állapota



D4. - A lépcsőtér falának állapota



D3. - A lépcsőtér falának állapota



D2. - A lépcsőtér falának állapota



D1. - A lépcsőtér falának állapota



D7. - A tartály külső falának állapota



D6. - A tartály külső falának állapota



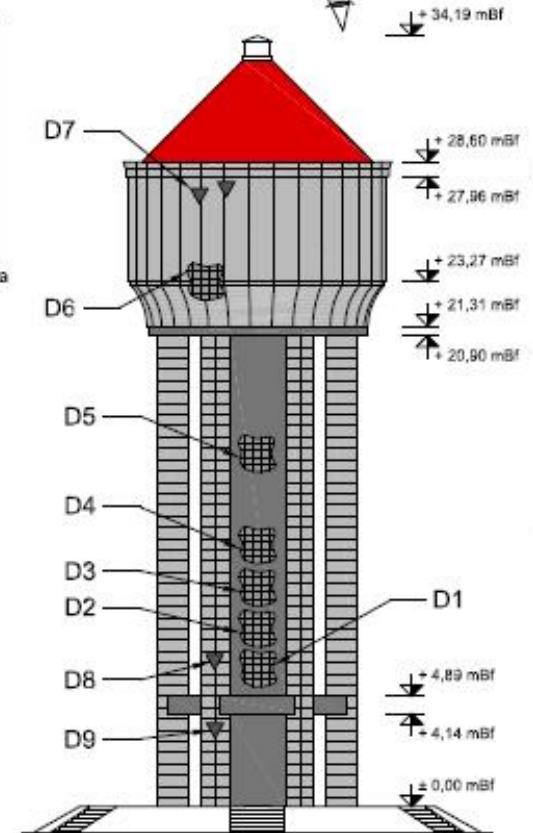
D8. - Műkö burkolat csorbulása



D9. - Műkö burkolat csorbulása

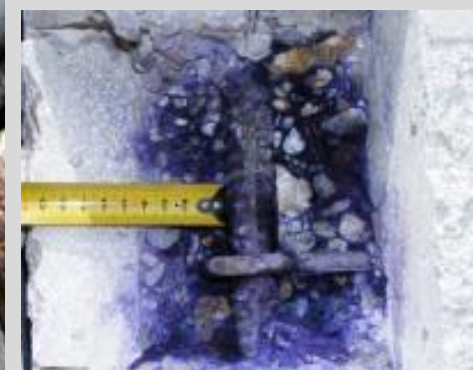


Nézőpont



A víztorony nézete és a károsodások vázrajza M = 1 : 200

## A víztorony déli oldalának jellemző hibái



*A vasbetonszerkezet korróziós állapotának vizsgálata szerkezetfeltárással*





*a felület előkészítése*



*korong szakítása*



*korong felragasztása*



*leszakított korong*

***Tapadószilárdság meghatározása a toronytörzs betonfelületén***



*a pillér belső szerkezetének vizsgálata*



*betonfedés meghatározása*



*Endoszkópos vizsgálat*

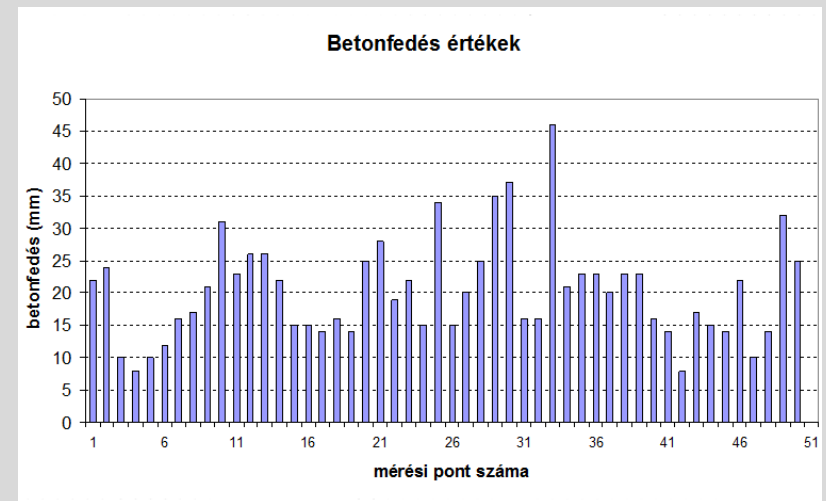


*Mágneses vaskereső alkalmazása*

# A diagnosztikai vizsgálatok eredményei és megállapítások

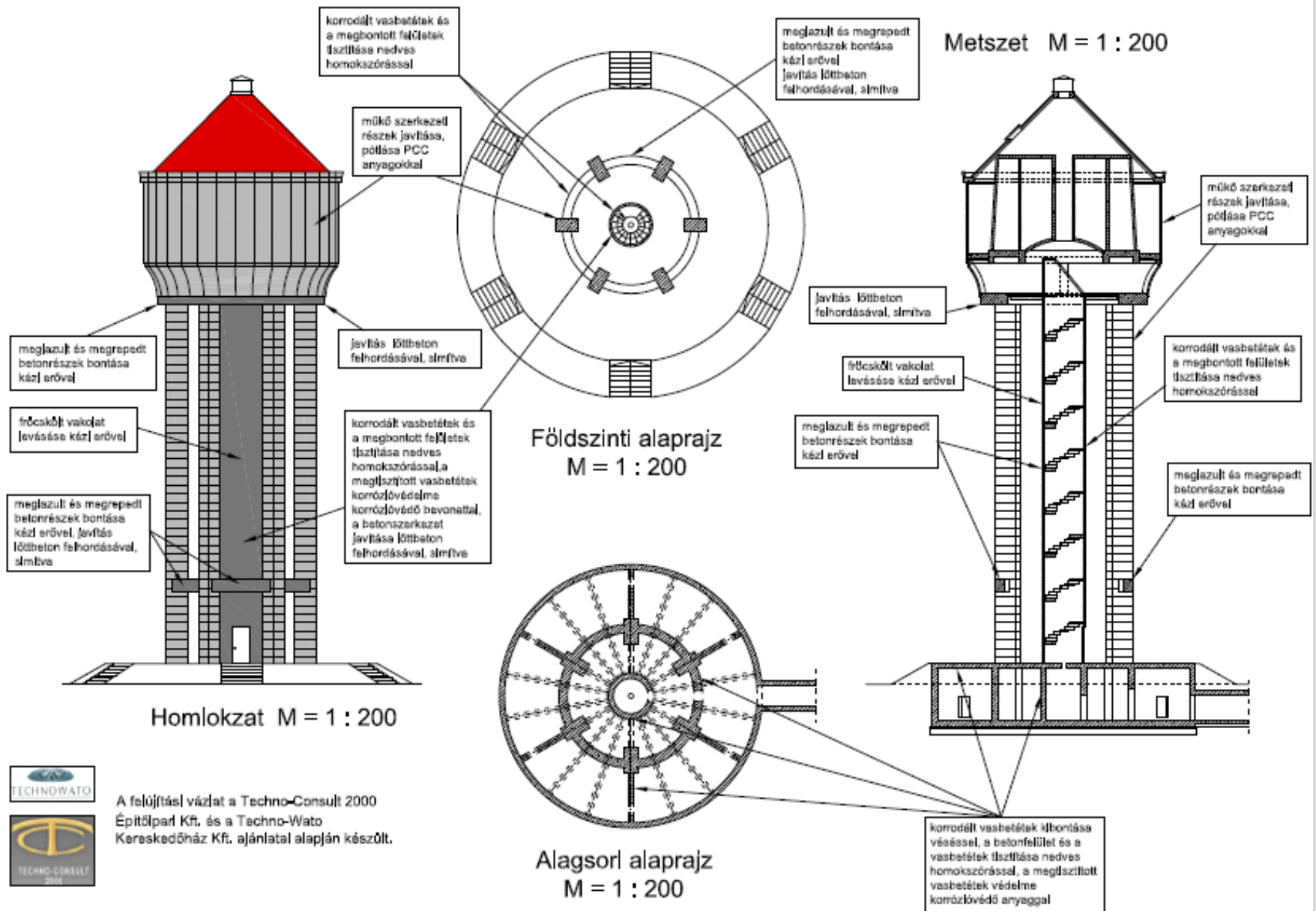
1. A víztorony **alépítményének** betonanyaga tömör és szilárd.
2. A lépcsőházat határoló hengeres vasbeton falszerkezet (**toronytörzs**) korróziós károsodást szenvedett.
3. A pilléreket összekötő íves vasbeton **gerenda** vasalása szenvedte a legnagyobb korróziós károsodást.
4. A **tartópillérek** szerkezetének állapota kielégítő.  
A betonacélok korróziós károsodása azokon a helyeken jelentős, ahol a kéregelemek sérültek és nedvesség betudott hatolni a tartószerkezetbe.
5. A betonfelületen mért **tapadó** szilárdságok értékei  $> 1,5 \text{ N/mm}^2$ .
6. A kétkamrás **vízartály** betonanyagának állapota megfelelő.

A vasbetonszerkezet **károsodásai** az alacsony **betonfedésből** és a beton fedőréteg leválásából, valamint a **betonacélok korróziójából** adódnak.



*A betonfedés értékek  
az egyes mérési pontokban*

A diagnosztikai vizsgálatok eredményei alapján, **javasoltuk** a víztorony vasbeton szerkezetének felújítását, a szerkezet tartósságának biztosítását és statikai megerősítését.



*A dombóvári víztorony felújítási terve*

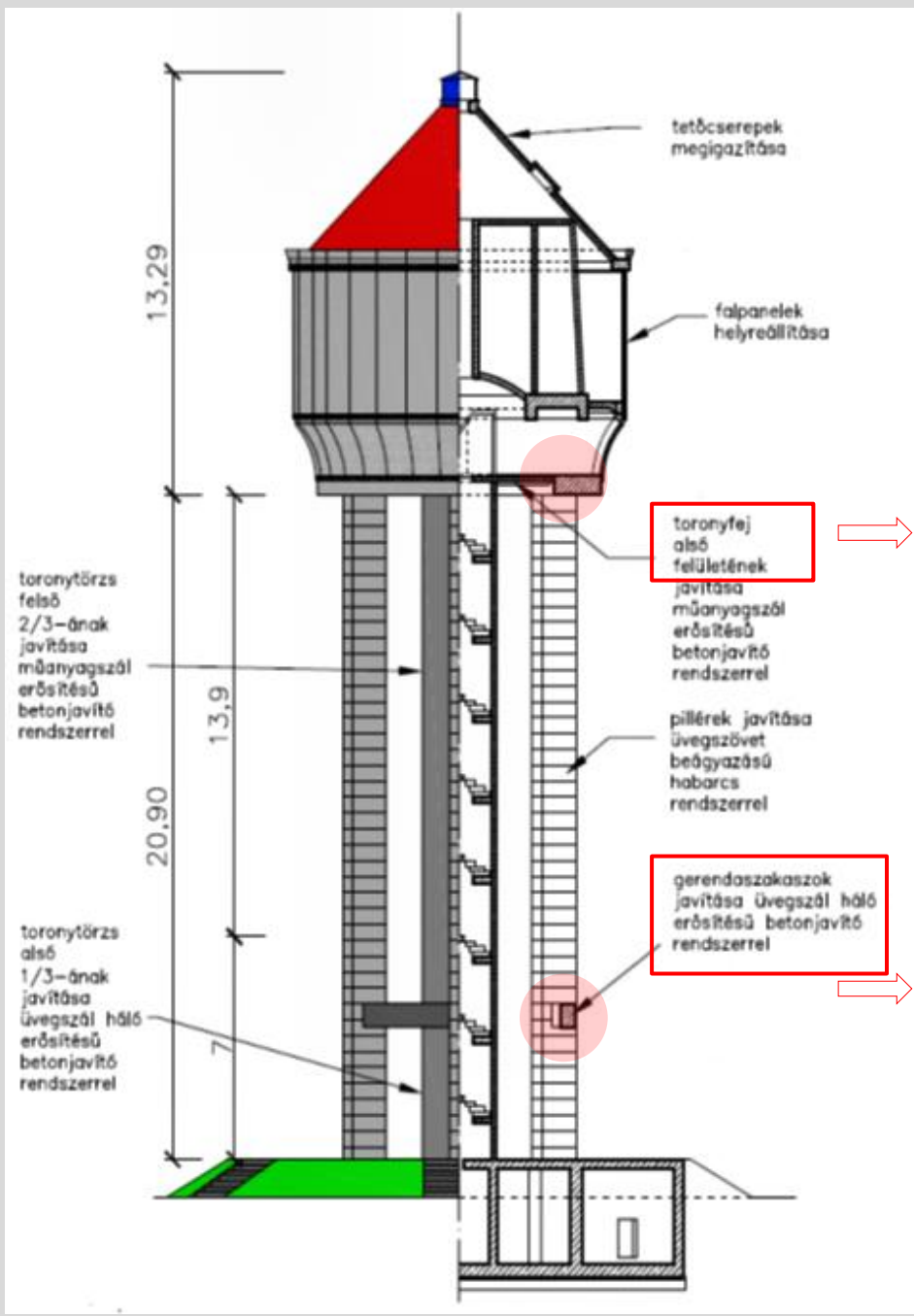
# A víztorony felújításának kivitelezési munkálatai



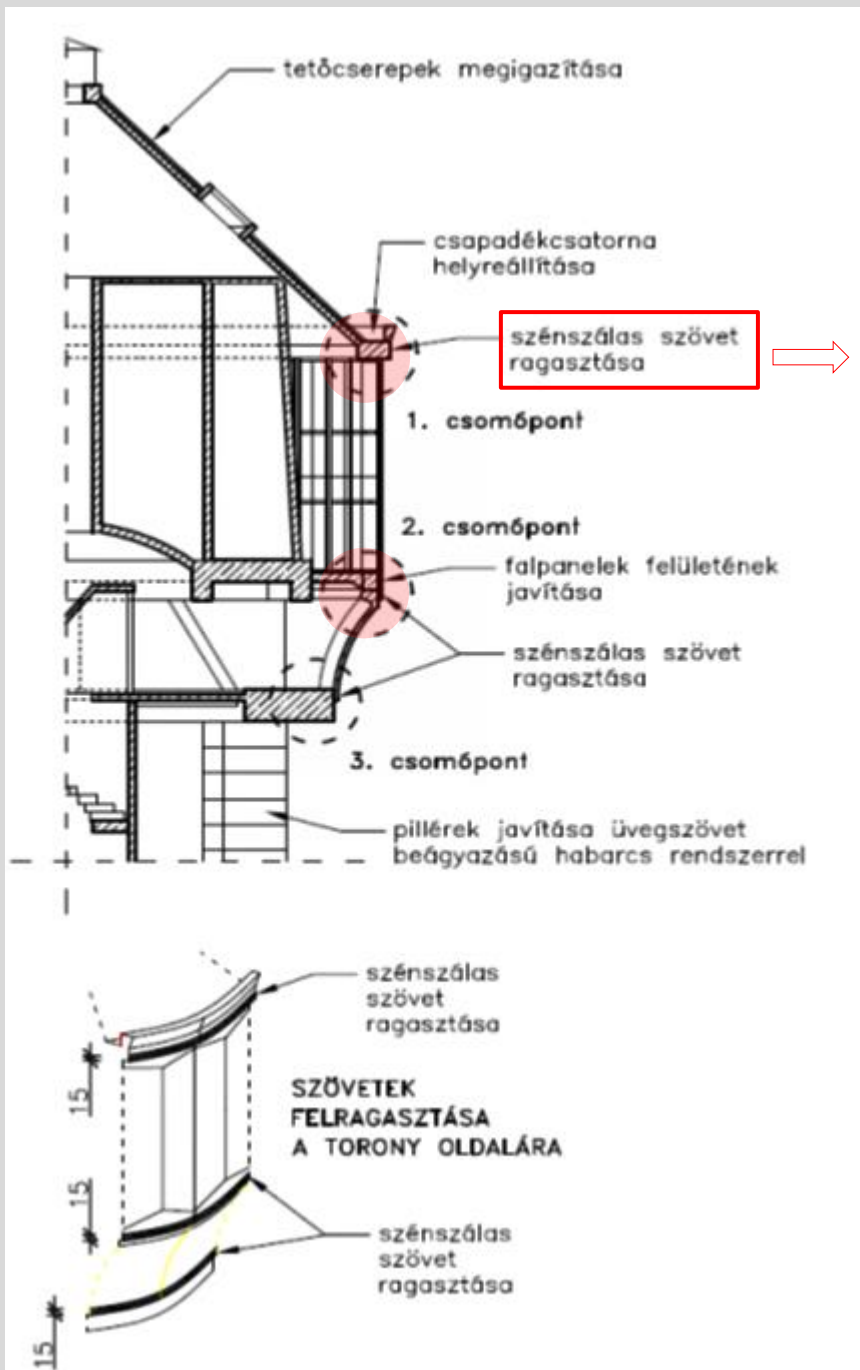
*Munkaállvány építése a víztorony körül*



*A toronyfej és a tartópillérek javítása*



*Toronyfej és az íves gerenda javítása*



*Szénszálas szövet felragasztása*





*Dombóvári Víztorny  
felújított állapotban (2015)*