

Az építménydiagnosztika kiemelt szerepe a vízépítési létesítmények felújítás tervezésében

MHT Vándorgyűlés Pécs 2019 július 3

Sántha Béla
technológus

97/2007. (XII. 23.) KvVM rendelet

az egyes kiemelt jelentőségű vízellátási rendszerek rendszeres műszaki megfigyeléséről

A kiemelt jelentőségű vízellátási rendszert az építésének időszakában, valamint üzemelésének teljes ideje alatt, továbbá a művek elbontásáig meg kell figyelni, és ezt dokumentálni kell, ezt az üzemeltető szakértő bevonásával végezteti. A megfigyelést az átadás után fél évvel, majd 2 éves korban, és az ettől számított 10 évenként kell elvégezni.

A megfigyelést követő konzultáción ismertetni kell a megfigyelések eredményeit, értékelni kell a vízellátási rendszer állapotát és üzemelését, a tervezési és kivitelezési munkát, és meg kell határozni a vízellátási rendszerrel kapcsolatban esetleg szükséges állapotjavító intézkedéseket

Kiemelt vízilétesítmények rendszeres műszaki megfigyelése

Felújítás elrendelése az összegyűjtött adatok és a célirányos szakvélemény készítést követően

Ajánlás a vizsgálat típusaira az üzemeltető elképzeléseit és élettartam meghosszabbítási célt figyelembe véve



Vízügyi Nagylétesítmény Kvassay zsilip

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

ÁLLAPOTVIZSGÁLAT

A tervezéséhez ismerni kell a vasbeton építmény állapotának, tulajdonságainak a környezeti igénybevételek hatására bekövetkezett megváltozását.

Látható állapot: szemrevételezés, fényképezés

- geometriai változások: tervezett forma, alakváltozás, dőlés, süllyedés, lehajlás

- felületi változások: elszíneződés, foltok, só kivirágzás, rozsaátütés, növény benövés, mállás-morzsolódás, darabos leválás-kitöredezés, repedések (zsugorodási-statikai)

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

Mechanikai jellemzők:

nyomószilárdság (az erőtani méretezés alapja)

- közelítő érték
 - Schmidt-kalapács (ütőszilárdság)
 - korongletépés (húzószilárdság)
- pontos érték
 - fúrt vagy kifűrészelt magminta
 - roncsolásmentes (ultrahang)

repedések tágassága, mélysége, mozgása

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

Vasalás vizsgálat:

- a betonnal takart felületen műszeres helymeghatározás
- az acél korróziós állapotának meghatározása az elektródpotenciál szondázásával, vonalas vagy hálózati letapogatással – potenciáltérkép felvétele
- a szélső betonacél szál fedés vastagságának mérése

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

Nedvességmérés

Nem elég a nedvességtartalom (tömeg %), a telítettség (%) is szükséges!

Telítési vízfelvétel (tömeg %): C12/15 = 10 – 13

C20/25 = 8 – 10

C30/37 = 6 – 8

C40/50 = 5 – 6

Helyszíni mérés:

- csak felületi réteg = vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
(lúgos pH – nem lineáris!)
- csak 4-5 cm-es réteg = kapacitív ellenállás (ohm)
(relatív telítettség)
- furatpor CM-módszer = $\pm 1\%$ pontos nedvesség tartalom

Laboratórium:

- telítési vízfelvétel meghatározás kiszárított, darabos próbatesten
- pontos ($\pm 0,1\%$) nedvességtartalom mérés
105 \pm 5°C-on 24 órás kiszárítással (Darr)

Pórusosság mérés

Csak laboratóriumban fúrt mag vagy vésett darab mintán

- közelítő pontossággal (± 2 tf %) MSZ 4715-2:1972

$$\text{tömörség} = \frac{\text{testsűrűség}}{\text{anyagsűrűség}} (\%)$$

$$\text{hézagterfogat} = 100 - \text{tömörség} (\%)$$

- pontos mérés: higanyporoziméter
pórustartalom (terfogat %),
pórusméret és - eloszlás (μm)

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

Kémhatás mérés

az acélkorrózió elleni, passzíváló lúgos kémhatás megléte miatt a felülettől számított mélység függvényében

- helyszíni, közelítő vizsgálat friss törési illetve vágási felületen 0,5 %-os fenolftalein vagy timolftalein alkoholos oldattal ~ pH 9,5 : > ibolya lila vagy sötétkék
< színtelen
- laboratóriumi, pontos vizsgálat
 - furatpor : ioncserélt víz 1 : 10 arányú szuszpenzióból
 - tesztcsíkkal pH±0,5
 - potenciometrikus műszerrel pH±0,1

VÍZÜGYI ÉPÍTMÉNYEK ÁLLAPOTVIZSGÁLATA

Vegyí szennyezettség

- a felületi só kivirágzás minőségi meghatározása
- a pórusfolyadék agresszív, vízdoldható sótartalmának minőségi és mennyiségi meghatározása
- összes vízdoldható sótartalom 0,5 tömeg % fölött veszélyes meghatározás 1 : 10 vizes szuszpenzióból (furatpor v. aprított darab)
 - közelítő pontosság: vezetőképesség (pl. Mini-Digi) torzító hatás!
 - pontos: a szuszpenzió szűrlete bepárolva $105 \pm 5^\circ\text{C}$ -on 24 óra alatt $\pm 0,01$ tömeg %
- részletes ionvizsgálat
(SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+)
 - közelítő pontosság: a szűrletből félkvantitatív tesztcsíkok
 - pontos: titrálás, potenciometria, fotometria

Az ionok megadják a nedvesedés eredetét: vezetéki víz, ásványvíz, talajnedvesség, olvasztó sólé, szennyvíz

A BETONACÉL KORRÓZIÓJÁNAK SZERKEZETI HATÁSAI

HATÁS

Az acélkeresztmetszet
csökkenése és a bordázat
károsodása

A betonfedés felhasadása a
rozsa térfogat növekedése
miatt

Hidrogénridegség

KÖVETKEZMÉNY

Fáradási szilárdság csökkenése
Nyúlásjellemzők csökkenése
Tapadási szilárdság csökkenése
Teherbírás csökkenése
Lehajlások és repedéstágasságok
növekedése

Az acélbetét lehorgonyzás
károsodásának veszélye
A korróziós folyamat felgyorsulása

Rideg törés

Műtárgy diagnosztika

- Betonszerkezet - szilárdság vizsgálat (roncsolásos és roncsolásmentes)
- Tapadószilárdság vizsgálat
- Betonacél vizsgálat
- Repedés és repedéskép vizsgálat

- Acélszerkezetek vizsgálata

A szakvélemény diagnosztikai szempontjai

A műtárgy állapotának vizsgálata roncsolásos és roncsolás nélküli módszerekkel:

- a beton szilárdságának ellenőrzése
- a betontakarás vastagságának meghatározása
- a beton karbonátosodásának vizsgálata
- a beton kémiai szennyeződéseinek vizsgálata
- a betonacél károsodás meghatározása
- a betonszerkezet méreteinek meghatározása (amennyiben nem állnak rendelkezésre megvalósulási tervek)
- repedések és elmozdulások feltérképezése, különös tekintettel az átfolyásokra, szerkezet nedvességvizsgálat
- vas és egyéb fém szerelvények rögzítésének, tömítettségének ellenőrzése

A vasbeton szerkezetek károsodásának okai és típusai

Tervezésnél:

- Méretezés - építmények funkciójának figyelembe vétele
- Csomópontok (beton-beton, beton-acél) - technológiák figyelembevétele – vízszigetelés, vízelvezetés
- Munkahézag tervezés
- Betonösszetétel – betontechnológus
- Kémiai, korróziós igénybevételek - füstgázok, savak, sóoldatok jelenléte a környezetben
- Vízelvezetés

A beton előállításánál:

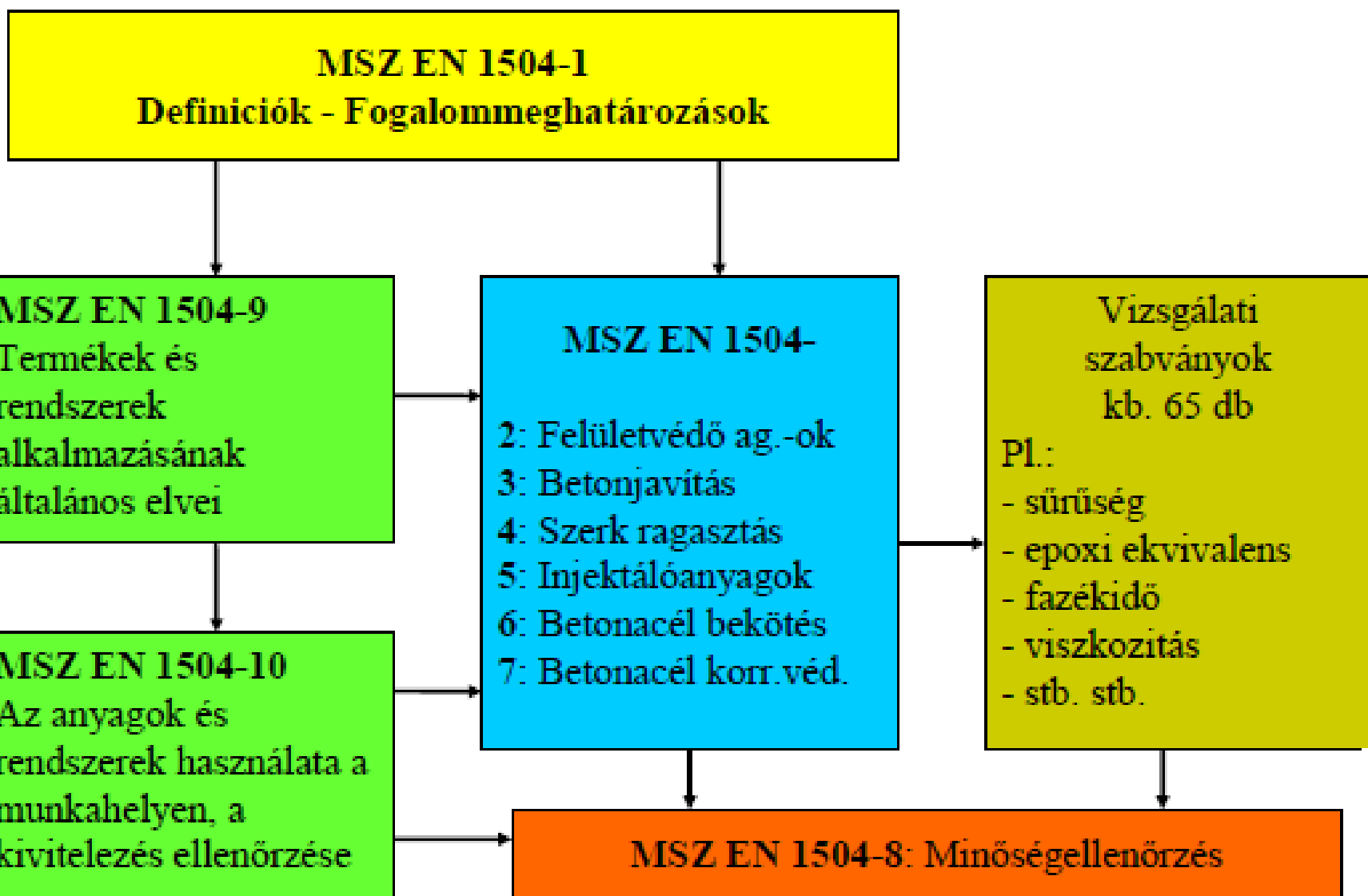
- Alapanyagok - adalékanyag, cement, víz minősége és szennyezettsége
- Betontechnológiai hibák - receptúra, homogenizálás, szállítási útvonal megtervezése, bedolgozási idő
- Adalékszerek - kötésgyorsítók, kötéseksleltetők, képlékenyítők és azok összeférhetősége

Kivitelezésnél, bedolgozásnál:

- Tömörítés – (kézi, gépi, öntömörödő) utótömörödés (alépitmény)
- Hőmérséklet - erős hőterhelés – frissbeton kiégés, kötés előtti fagyhatás – kagylós kifagyás
- Deformálódott vasszerelés - betonacélok közötti távolság és beton maximális szemnagysága
- Nem megfelelő betontakarás - teherhordó szerkezet külső téren 3 cm, belül 2 cm vastagság
- Munkahézag zárás hiánya (kalcium-hidroxid kimosódás)
- Utókezelés - nedvesen tartás, utókezelő szer

A megszilárdult betont érő káros hatások:

- Mechanikus sérülések
- Légköri - füstgáz, savas eső, egyéb technológiai eredetű
- Biológiai - szerves savak, alkoholok, észterek, talaj huminsavak, növényi gyökérsavak, állati ürülékek, nitrifikáló és tiobaktériumok
- Fagy és olvasztósózás - túlhűtés, kifagyás
- Kilúgozás - átmenő víz általi oldás
- Karbantartás és védelem hiánya



Betonjavítási technológiák EN 1504 szabvány szerint

„Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására”

1. Fogalom meghatározások (1504-1)
2. Felületvédelmi anyagok (1504-2)
3. Szerkezeti és nem szerkezeti javítás (1504-3)
4. Ragasztók (1504-4)
5. Injektáló anyagok (1504-5)
6. Betonacél lehorgonyzó anyagok (1504-6)
7. Acélbetét-korrózió elleni védőanyagok (1504-7)
8. Minőségfelügyelet és megfelelés (CE-tanúsítás, ETA) (1504-8)
9. A termékek és rendszerek általános felhasználási elvei (1504-9)
10. Az anyagok és rendszerek munkahelyi alkalmazása és a kivitelezés minőségellenőrzése (1504-10)

Általános javítási technológia bemutatása

- Felülettisztítás, előkészítés
- Injektálás (szükség szerint)
- Gépészeti csere és tömítések (szükség szerint), régi csövek és egyéb fém szerkezetek korrózióvédelme
- Betonfelület kiegyenlítés falakon és födémeken (gépi vagy kézi módszerrel, szükség szerinti vastagságban)
- Védőbevonatok készítése a feladat függvényében
- Vízszintes felületek kiegyenlítése lejtbehozással, tömörítéssel, a lehető legkisebb érdességgel, dilatációk és mozgó repedések zárása - **vízelvezetés**
- Utókezelés

MSZ EN 1504-9

A betonszerkezet hibáinak javítására és védelmére szolgáló alapelvek és javítási módok

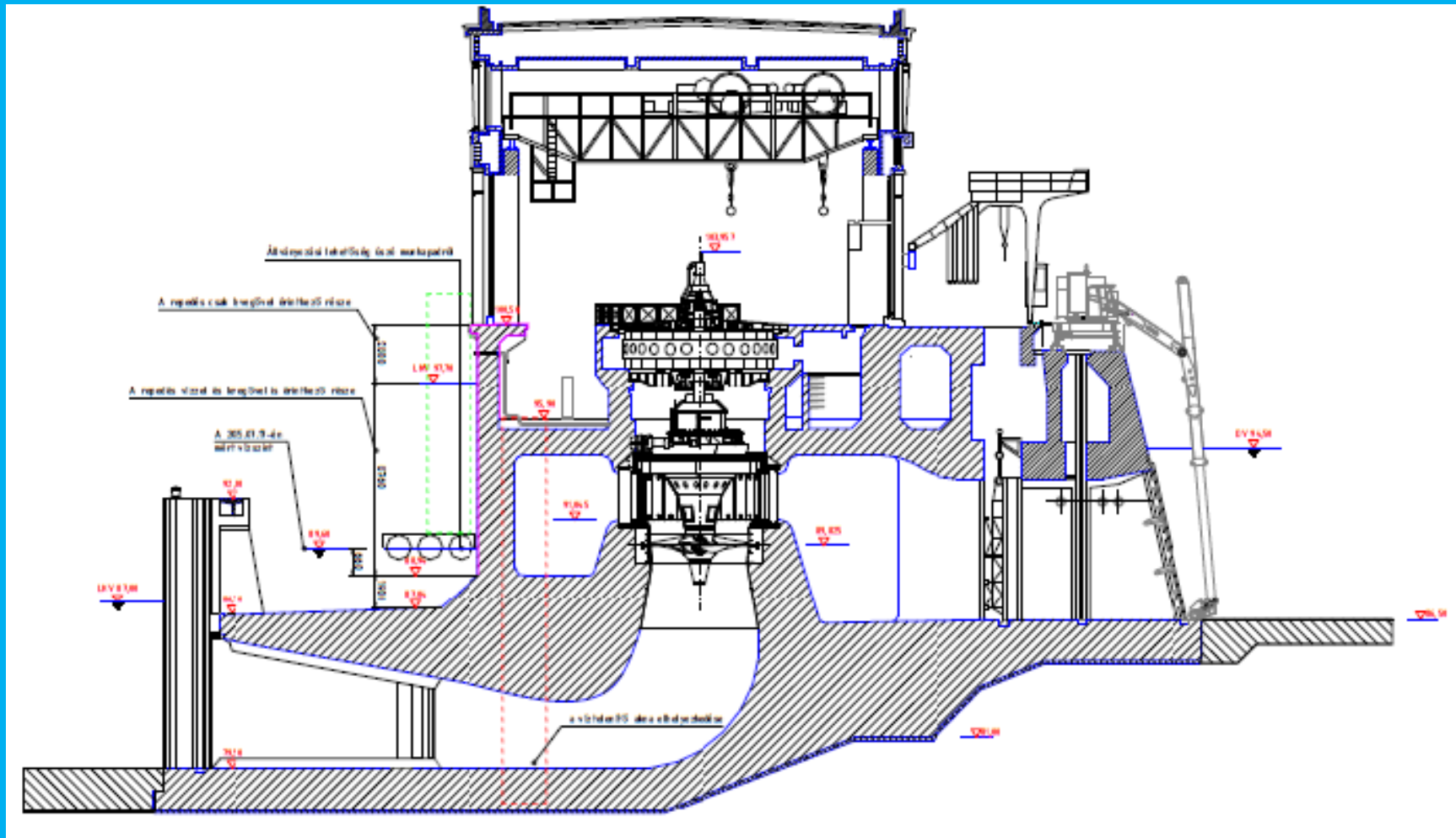
A betonban keletkezett hibák javítására és védelmére

– 6 féle elv, 26 féle javítási mód

A betonacélok korróziója miatt keletkezett hibák

– 5 féle elv, 11 féle javítási mód

Az erőmű metszete a lilával bejelölt munkaterülettel





Te Jó Isten, oda kell felmászni?

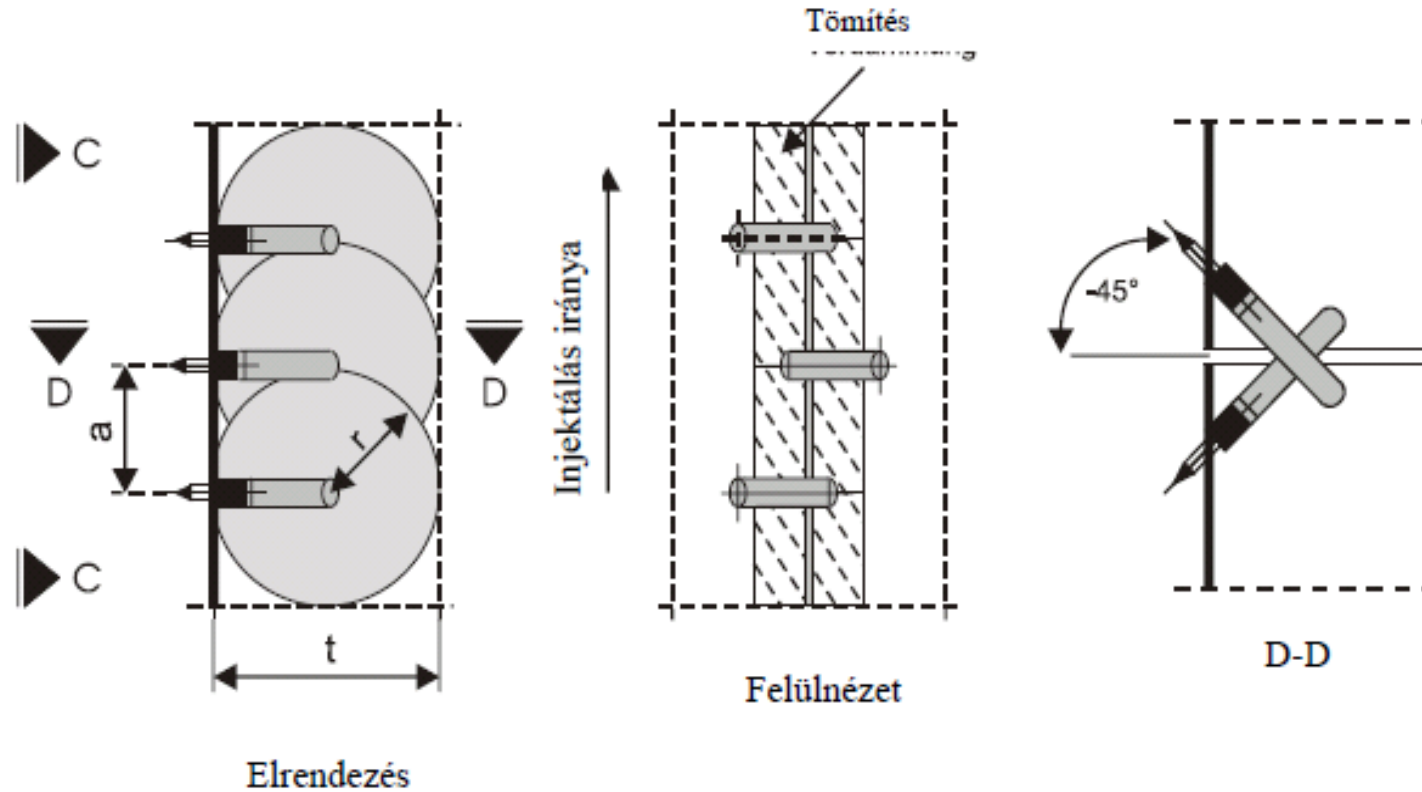


Hogyan megyek le innen?

Felületelőkészítési módszerek hatása a betonfelület szilárdságára

A felületelőkészítés módszere	A felület húzószilárdságának változása	
	romlás (%)	javulás (%)
Marás	20 - 45	
Vésés	25 - 30	
Csiszolás		50
Homokfúvás		30
Nedves szemcsefúvás		30
Szemcseszórás		30
Lángszórás + marás	20	
Gőzborotva	∅	
Középnomású vízszugár		10
Nagynomású vízszugár		30 – 50
Vegyis kezelés	∅	

Furatokba helyezhető pakkerek elrendezése



- r terjedés mértéke
- t szerkezet vastagsága
- $a=t/2$ furatok/pakkerek távolsága



Injektáló szivattyú 0-220 bar



Injektálás munkavédelme



Belső oldali javítások



Betonacélok
vizsgálata

Dr. Kovács
Imrével

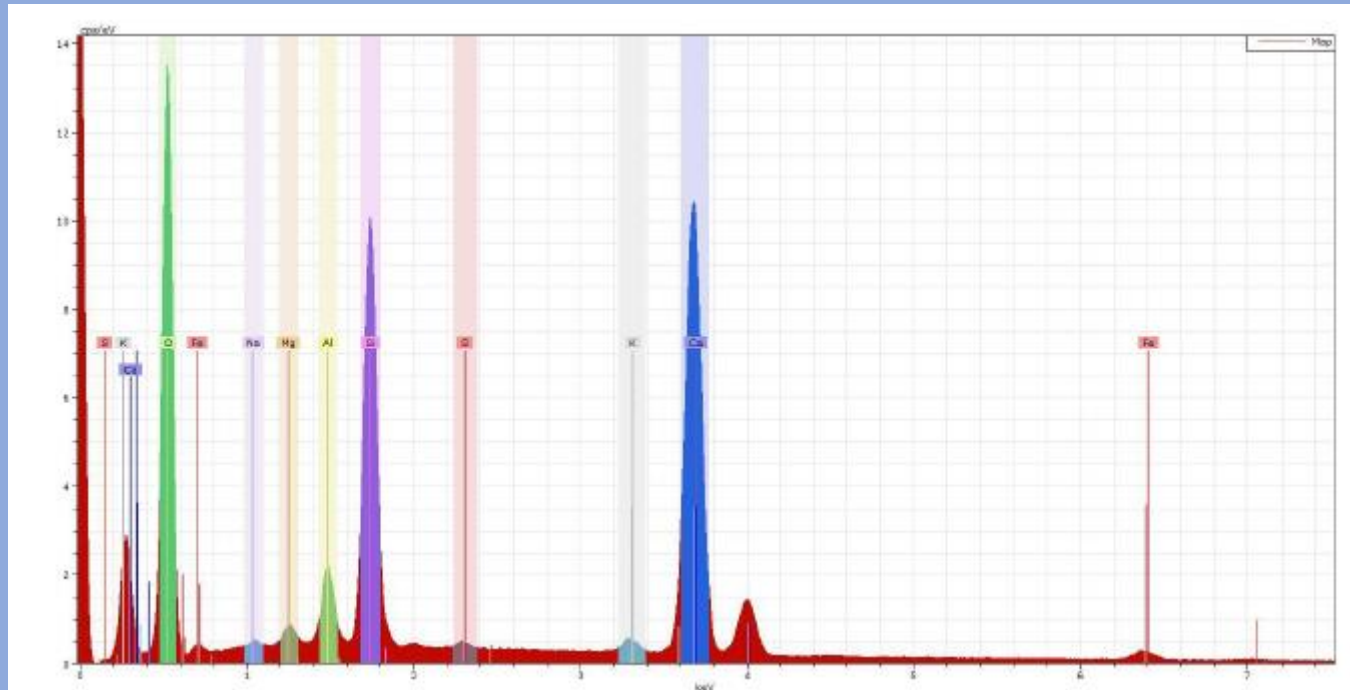




Külső oldali korrózió

Belső oldali korrózió

A szerkezet betonjának cementkő-vizsgálata, mikroszkópos atomanalitika segítségével



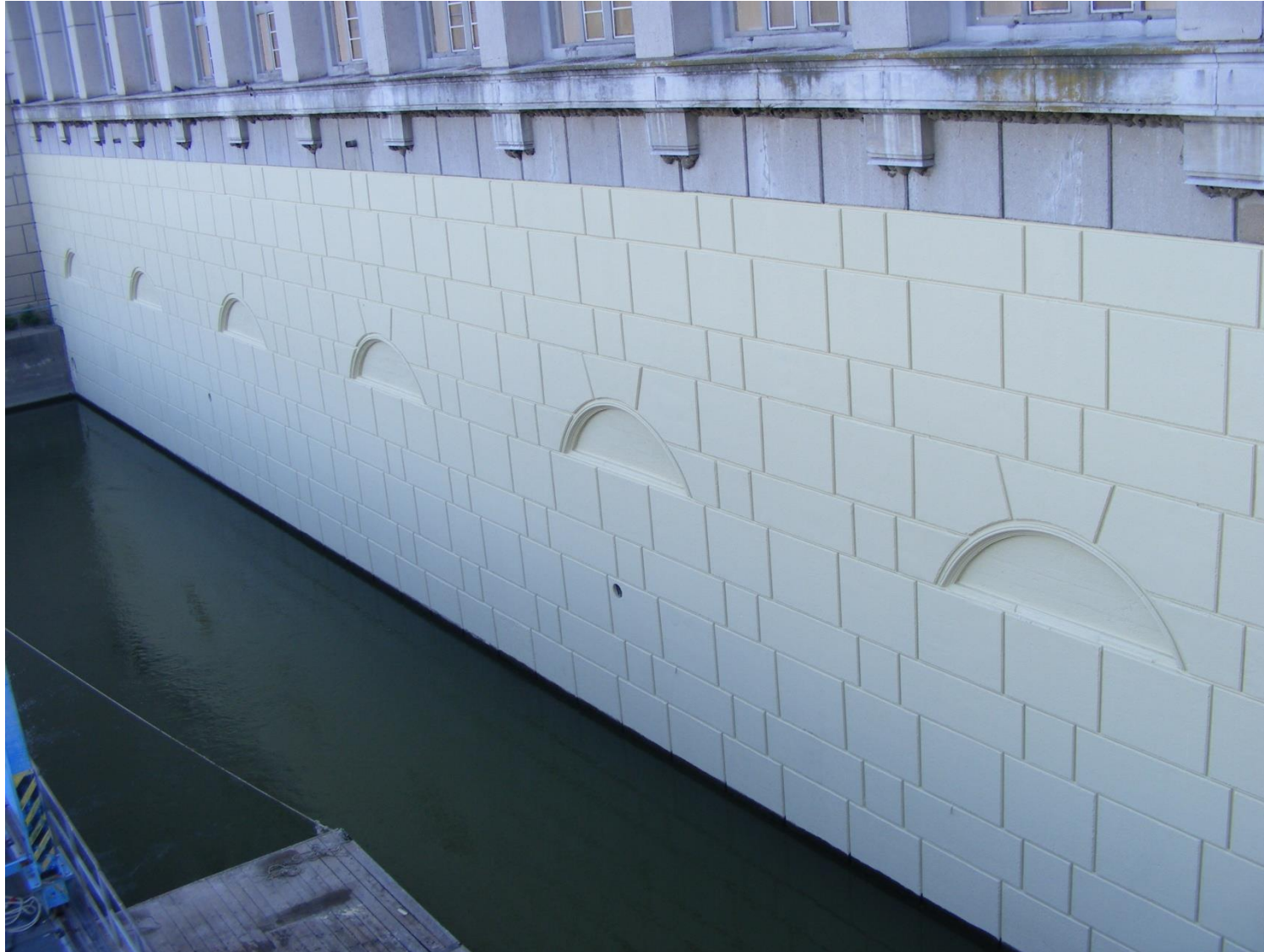
Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. w]	[norm. at.]	Error in %
Oxygen		8 K-series	61842	65,17034	61,99014	78,22009	7,066164
Calcium		20 K-series	82410	24,83128	23,61955	11,89775	0,761468
Silicon		14 K-series	51352	9,94259	9,457409	6,798129	0,437144
Aluminiur		13 K-series	11971	2,570108	2,444691	1,829181	0,143783
Iron		26 K-series	2221	1,819482	1,730695	0,625634	0,078047
Magnesiur		12 K-series	2989	0,796376	0,757514	0,629208	0,066977
			Sum:	105,1302	100	100	

A vizsgált VII. jelű repedés mentén a külső és a belső felületen feltárt acélbetétek helyszíni vizsgálata alapján megállapítható, hogy azok korróziós szintje közvetlenül a repedés lokális – kb. 50 mm-es – környezetében kisebb, mint 0,1 mm. Ennek megfelelően a kialakult kismértékű és lokális betonacél korrózió nem jelent veszélyt az épület erőjátékára.

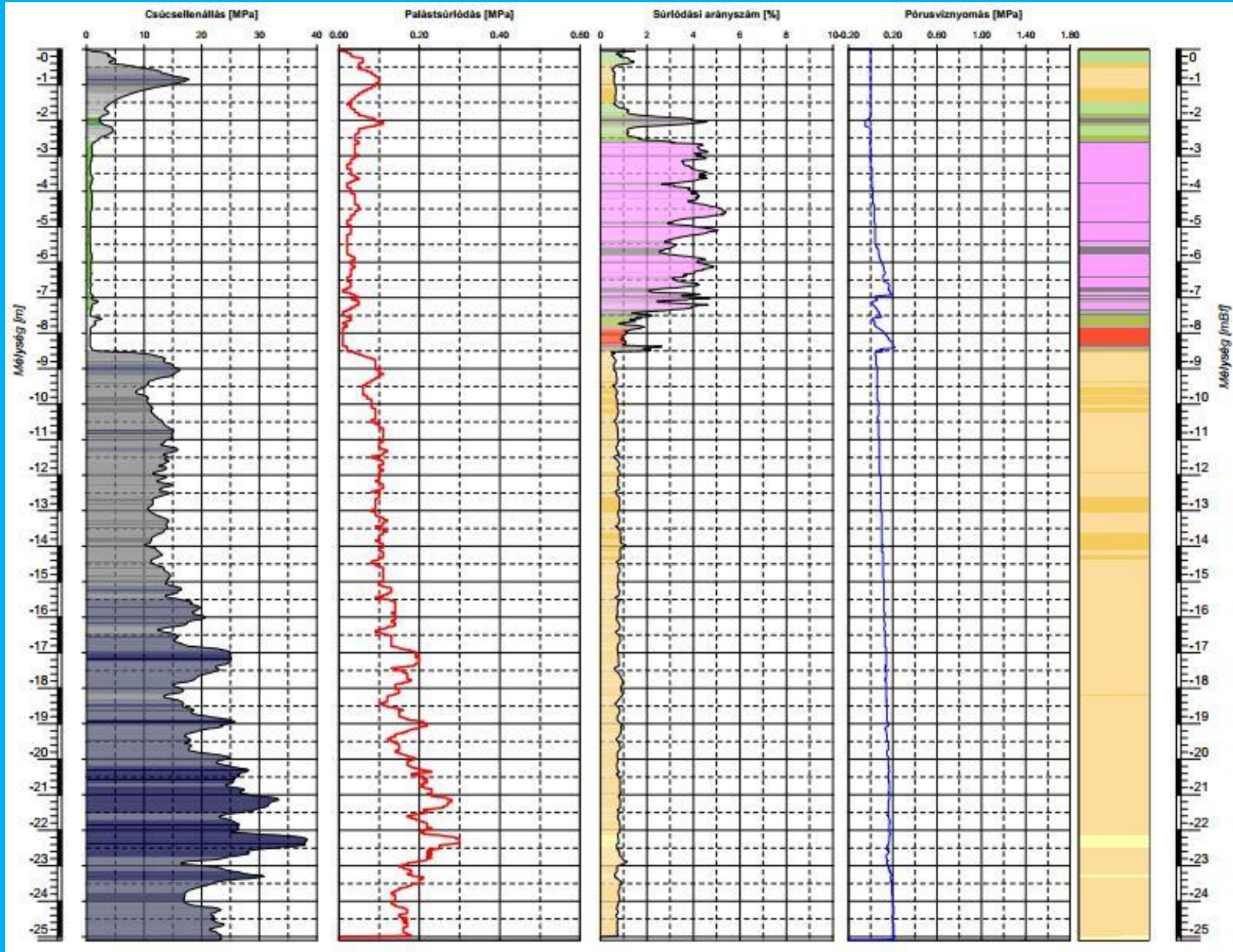
A vizsgált VII. jelű repedés mentén a külső és a belső felületen feltárt acélbetétek környezetében lévő betontöret cementkő-vizsgálatai alapján kimondható, hogy az acélbetétek mélységében betonkorrózió nem állapítható meg. Ezt mind a röntgen mikroszkópos atom analitika, mind pedig a hagyományos helyszíni közelítő (becslő) vizsgálat eredménye alátámasztja.

A vizsgált VII. jelű repedés mentén a külső és a belső felületen feltárt acélbetétek környezetében lévő betontöret mikroszkópos atom analitika vizsgálata alapján kimondható, hogy az acélbetétek mélységében lévő betontöretben nem mutatható ki olyan szerves vagy szervetlen szennyeződés, mely hosszabb távon akár beton lokális, akár a kialakult betonacél korróziót a repedés eltömítését követően károsan befolyásolná.

A további lokális betonacél korrózió kialakulásának megakadályozás érdekében – mely nem a betonkorrózió következtében, hanem az évek óta fennálló repedezettségi állapot és a VITUKI jelentésben részletesen ismertetett jelentős repedéstágasságok miatt koncentráltan csak a repedés környezetében jelentkezik – a függelékben ismertetett, a már eltömött repedéseknél is használt injektálási technológia alkalmazását javaslom.

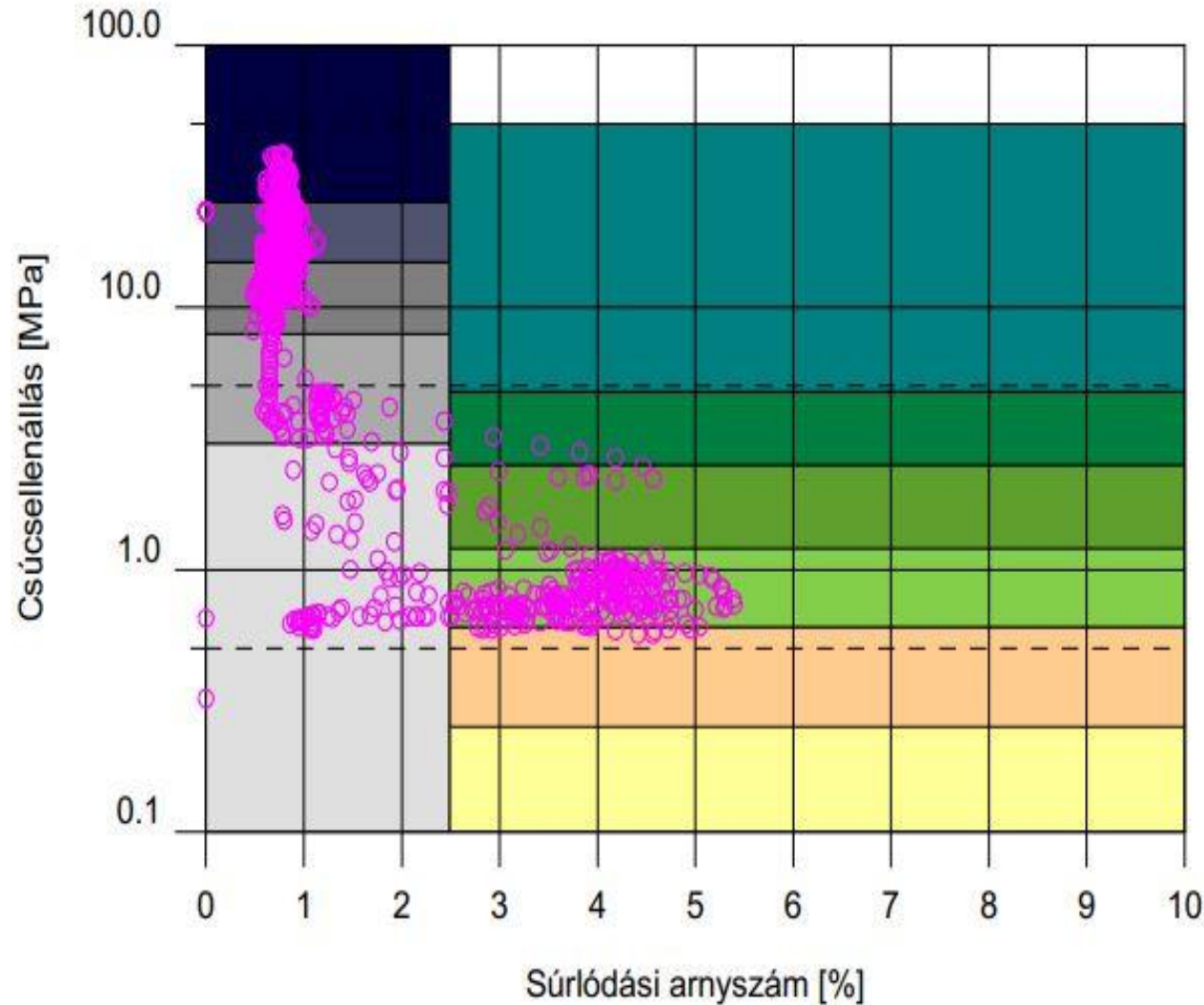


Az alvizi oldal felületvédelme



CPT talajvizsgálat

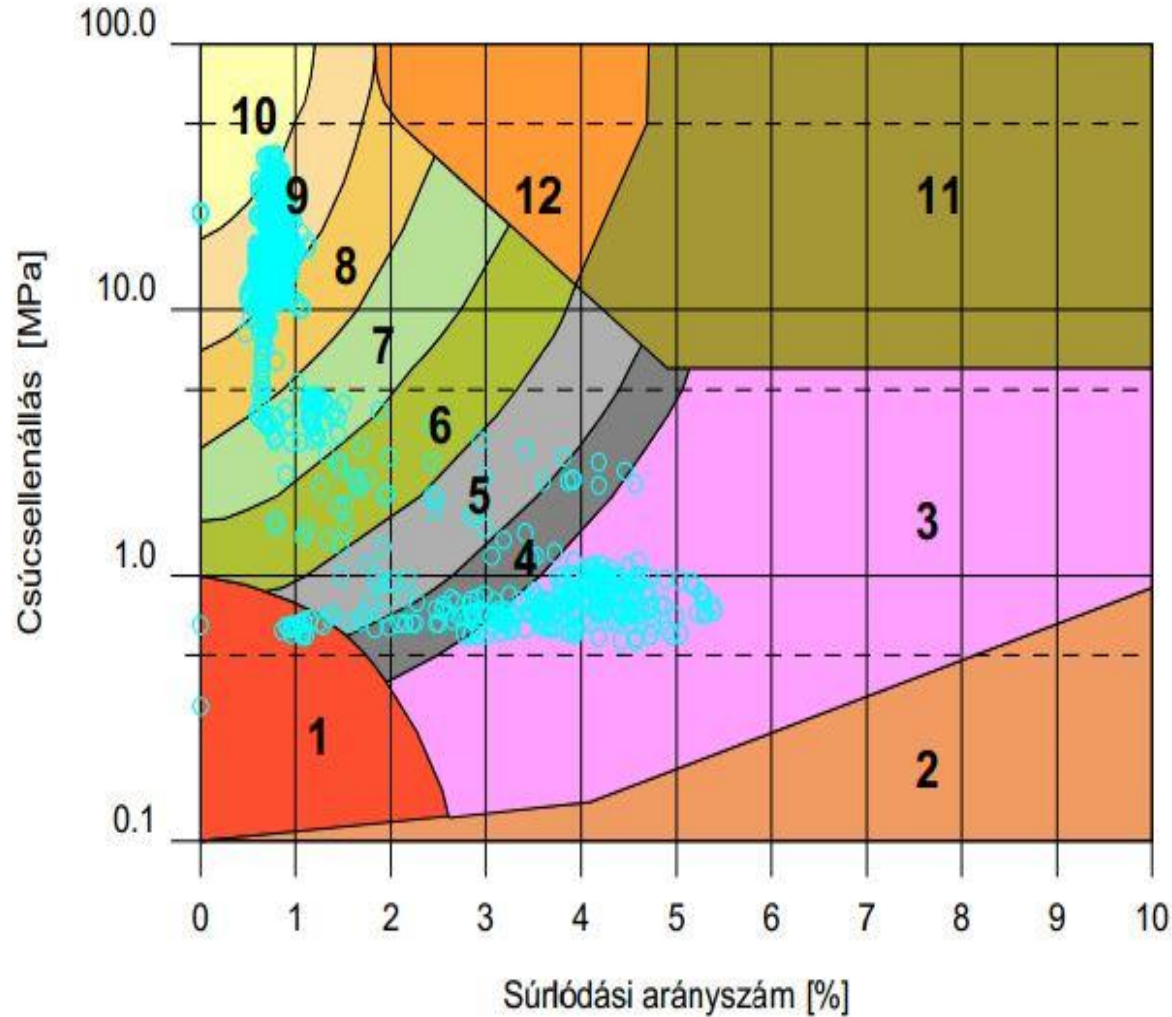
Talaj tömörség és konzisztencia (kiértékelt)



JELÖLÉS (Csúcsellenállás diagramon ábrázolva)

- nagyon laza
- laza
- közepesen tömör
- tömör
- nagyon tömör
- nagyon puha
- puha
- gyúrható
- merev
- nagyon merev
- kemény

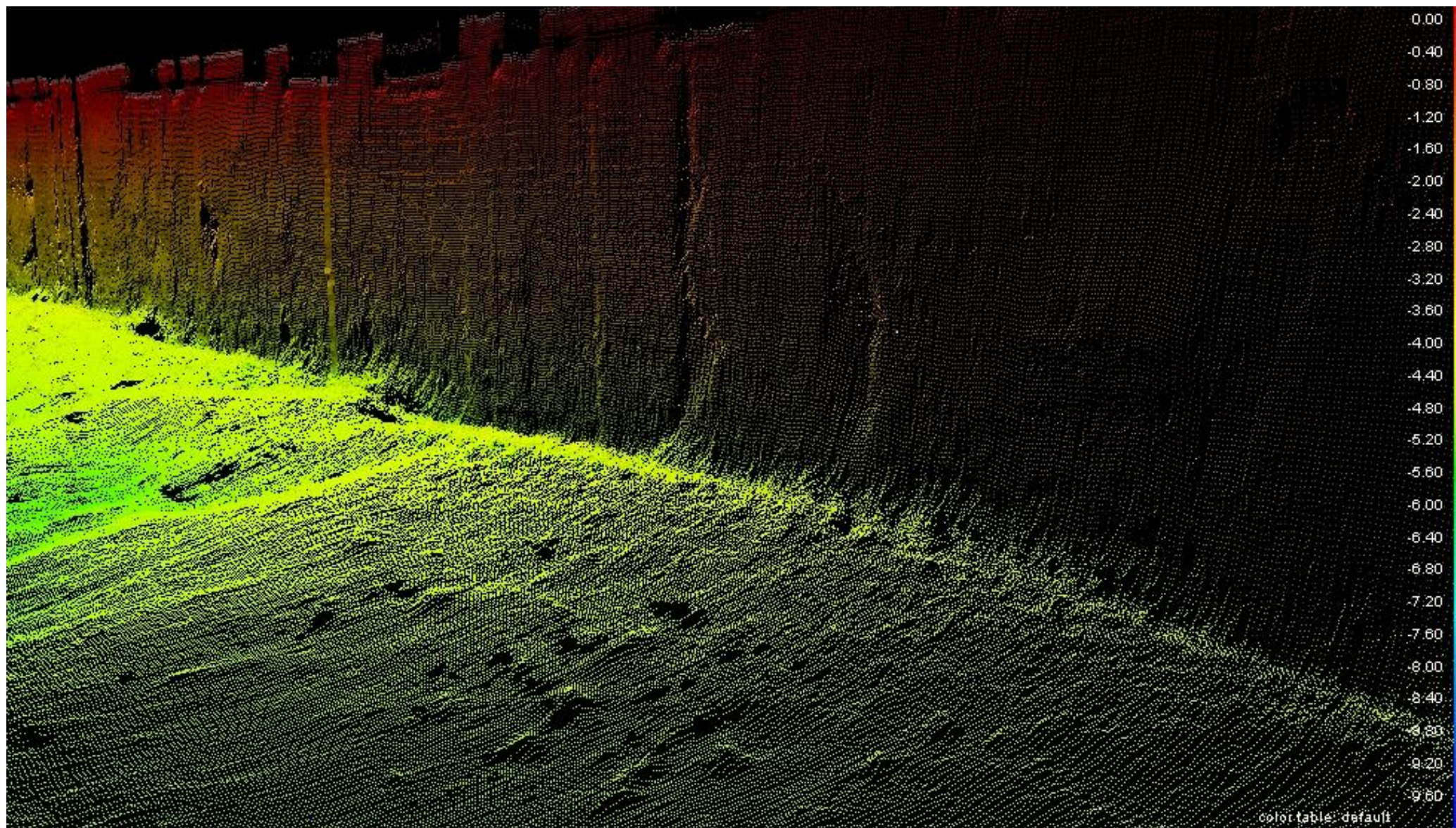
Robertson-féle talajosztályozás (módosított)



JELÖLÉS (Sűrítési arányszám diagramon ábrázolva)

- 1 Érzékeny, finom szemcsés talaj
- 2 Szerves talaj, tőzeg
- 3 Agyag
- 4 Iszapos agyag-agyag
- 5 Agyagos iszap-iszapos agyag
- 6 Homokos iszap-agyagos iszap
- 7 Iszapos homok-homokos iszap
- 8 Homok-iszapos homok
- 9 Homok
- 10 Kavicsos homok-homok
- 11 Nagyon merev-finom szemcsés homok*
- 12 Nagyon merev homok-agyagos homok*

*túlkonzolidált vagy cementált



Szonár felvétel

Jelmagyarázat:

Betonfelületek javítása



Betonelemes burkolat javítása:

- korróziós inhibitor felhordása több rétegben a teljes felületen
- betonacélok passziválása és tapadóhíd kialakítása lokálisan a javítással érintett részeken: cement kötőanyagú, műanyagdiszperzióval javított, szilikaport tartalmazó, egykomponensű bevonó anyag
- R4-es osztályú egykomponensű, szálerősítésű, alacsony zsugorodású szerkezeti javítóhabarcs (nészke zúzalékkal) felhordása lokálisan
- felület utókezelése: egykomponensű, tapadást segítő, vizes diszperziós polimer bevonat
- teljes felület festése
 - 1 réteg tapadást segítő vizes diszperziós alapozó
 - 2 réteg , UV-sugárzásra kötő, diszperziós akrilát, plasztóelasztikus védőbevonat



I1

Repedések injektálása (munkahézagoknál, ill. 0,3 mm-es tágasságot meghaladó repedéseknél):

- repedés síkjának lezárása háromkomponensű epoxi-cement kötőanyagú kiegyenlítő habarccsal
- hidrosztatikus nyomás alatt lévő vizes repedések esetén az ideiglenes injektálás
- injektálás rugalmas poliuretán bázisú injektáló gyantával



J1

Vízszintes betonfelületek javítása

- repedések injektálása I1 rétegrend szerint, majd:
- kétkomponenses műgyanta tapadóhíd
- cementbázisú, szálerősített habarcs felhordása min. 1,5 cm vastagságban
- kétkomponenses, sóálló epoxigyanta impregnáló anyag

Összefoglaló jelentés beruházó és tervező felé

Eredmény szerinti döntés előkészítő anyag

(átépítés, bontás, javítható ...)

- Javítási mód / módszerek kidolgozása szabványoknak megfelelően
(MSZ 4798:2016, MSZ-EN 1504-9 betonszerkezetek javítási
alapelvek és módok)
- Tervezői költségbecslés készítés (várható befejezési határidőre
indexálva)

Szakvélemény tartalmi egységei

- Műtárgy diagnosztika
- Hidraulikai állékonysági vizsgálat
- CPT talajvizsgálat
- DPH nyomószilárdság és süllyedés mérés
- Üreg keresés
- Élettartam vizsgálat

Vízépítési műtárgyak állapota

Magyarország vízi-közmű rendszereinek felújítása

ivóvíz és szennyvízkezelő műtárgyak – folyamatban

ivóvíz és szennyvíz hálózat - előkészítés alatt

Felszíni vízkormányzó művek - OVF program szerint folyamatban

Esettanulmányok és következtetések

- Kibővített rendszeres diagnosztika
- Tender szakvélemény készíttetés jogosultsága

KÖSZÖNÖM, HOGY MEGHALLGATTAK