

Kőolajtermékekkel szennyezett kohéziós talajok agresszivitása vasbeton szerkezetek, betonból kivitelezett alapjaira

Agressiveness of Cohesive Soil Infested with Hydrocarbons on Simple Concrete Foundations

Dr. Mihalik András¹, Suba István¹, Nagy Nándor²

¹ Nagyvárad Egyetem, Építőmérnöki Kar

² Ép.mérnök hallgató, Műszaki Egyetem, Budapest

Abstract

The research aimed to investigate the aggressiveness of soil infested with hydrocarbons on the simple concrete foundation of a showroom built of reinforced concrete. The result underlined that the soil aggressiveness was not a chemical corrosive process, the building being in no danger by its placement into such ground: consolidation of the cohesive foundation ground with quick lime micropiles and sore-quick lime mixture was performed.

1. Bevezetés

E tanulmány megjelenése egy műszaki „disputa” eredményként értékelhető.

Egy showroom alapozási lehetőségeit elemezve, a geotechnikai tanulmány az alapozás talajának kőolajtermékekkel való erős szennyeződését mutatta ki, egy és fél méter mélységig. Az elkészült alapozási tervben, a tervezőmérnök a szennyezett talaj eltávolítását, valamint a betonszilárdság növelését minimális víz/cement tényező használatát jelölte meg, mint kötelező tényező. A kötelező előírást - mint műszaki véleményt - a tervező a beton lehetséges koróziójával támasztotta alá.

A nagy tömegű talajeltávolítás, lényegében talajcsere - majdnem két méter mélységig -gondolkodóba ejtette a megrendelő képviselőit és a problémát egy sokoldalú analízisnek vetette alá, egy széles körű műszaki konzultáció elindításával, valamint a meglévő – nagyon szűk méretű – műszaki irodalom áttanulmányozásával.

Kőolajtermékeknek a talajba való szivárgása üzemi ténykedések alkalmával – mint jelen esetben több évtizedes kőolajtermékek raktározása, manipulálása, közvetlenül a talaj felületén – szinte megakadályozhatatlan folyamat.

Mint ahogy a műszaki irodalomból ismert, az ásványi olajok nagy mértékben járulhatnak hozzá a beton mechanikai sajátosságainak, de különösen a szilárdságának a csökkenéséhez. A vasbeton és előfeszített beton elemek esetében, az ásványi olajok negatív hatást gyakorolnak a beton és a vasalás együttműködésére, csökkentve a tapadást, a lehorgonyozási erőt az előfeszített szerkezeteknél, valamint a repedések gyorsabb megjelenését a húzott felületeken. Ezekkel egyidőben, az ásványi olajokkal átitatott vasbeton elemek merevsége csökkenő tendenciát mutat. Ismervén a telítési jelenséget (folyamatot), ásványi olajok hatására a vasbeton elemek esetében, lehetővé teszi a tervezőknek és a kivitelezőknek, hogy a védekezési előírásokkal valamint a betonszilárdság növelésével válaszoljanak erre az agresszivitásra.

Az erre vonatkozó szakirodalomban [1][2][3][4] tanulmányoztuk az ásványi olajok agresszivitását betonelemekre vonatkozóan, valamint megpróbáltuk tisztázni e jelenség során lezajló folyamatokat.

2. Általános megállapítások a kőolaj termékeknek betonok struktúrájára gyakorolt hatásáról

A fontosabb kőolajtermékek közzé sorolhatók: a benzin, petróleum, gázolaj és ásványi olajok. A megfigyelésekből, valamint a végrehajtott kutatások és kísérletezések alapján [1] megállapítható volt, hogy a benzin, a petróleum nem gyakorolnak romboló hatást a beton struktúrájára. A gázolaj kisebb mértékű romboló

hatást fejthet ki a beton struktúrájára. Viszont minden ásványi olaj – a vazelint kivéve – az idő függvényében emelkedő tendenciával negatívan befolyásolja a beton szilárdságát. A beton szilárdságának – egyszerű betonok esetében – a csökkenése, ásványi olajok hatására elérheti a 70%-ot, vagy abban az esetben, ha más romboló tényezők is megjelennek, a beton elvesztheti szilárdságának a teljes kapacitását, teherbíróképességét. Gyakorlatilag a beton mechanikai sajátosságainak a romlását, a fő okot az ásványi olajok összetételében kell keresnünk u.i. kb. 2%-át feszültségaktív anyagok teszik ki (kátrány, gyanták és más kőolajtermékek), amelyek megváltoztatják az abszorbens víz felületi feszültségét. Ezáltal meggyengülnek a specifikus fizikai-kémiai kapcsolatok az adalék anyag valamint a cement között, továbbá a kötődések magának a cement kőnek a struktúrájában. Ennek a hatása negatívan befolyásolja az adalék anyag és cement tapadását. Ugyanez a helyzet érvényes a klasszikus vasalásra, valamint az előfeszített szerkezetek vasalására is.

A benzin, a petróleum és a vazelin nem tartalmaznak feszültségaktív anyagokat, ennél fogva a nem határozzák meg a beton struktúrájának a romlását.

A kutatások folyamán [1] kipróbáltak olyan ásványi anyagokat, amelyekből hiányoztak ezek a feszültségaktív anyagok. Megállapítást nyert, hogy az ilyen helyzetekben az ásványi olajok nem hatnak rombolólag a beton struktúrájára.

A betonpróbák röntgen analízise, valamint az elektronikus mikroszkópia kimutatta, hogy az ásványi olajok nem változtatják meg a cement-kő, vagy a beton kémiai felépítését. Tehát megállapítást nyert, hogy az ásványi olajok hatása fizikai-kémiai jellegű, azaz a módosítása az abszorbens víz felületi feszültségének. (ezeknek a feszültségnek a csökkenése)

Ezek a megállapítások döntő fontosságúak, mert kiemelik, hogy az ásványi olajok hatása a beton struktúrájára nem egy kémiai koróziós folyamat. Ez a tény elősegíti azoknak a betonoknak a rehabilitációját (szilárdság visszanyerés) amelyek ki vannak téve az ásványi olajok hatásának.

3. Az ásványi olajok hatásának a folyamata, a beton minőségének a befolyásolásában. A hatás időtartama

Az elvégzett kutatásoknak és kísérleteknek az alapján [1][2][3][4] megállapítható, hogy az ásványi olajoknak negatív hatása függ a betonnak a struktúrájától. Minél több a mikrohibáknak a száma a struktúrában (pórusok, mikropórusok, mikrorepedések) annál hamarabb jelentkezik az agresszív hatás.

A víz/cement tényezőnek fontos befolyása van a beton szilárdságának csökkenésében, ásványi olajok hatása alatt: A víz/cement tényezőnek a növekedése maga után vonja a struktúra hibáinak a növekedését. A cementadagolás emelése meghatározóan befolyásolja az ásványi olajok penetráció sebességét a beton struktúrájába.

A mikrorepedések megjelenése, növekedése, a terhelések hatása alatt - feszített beton hőmérséklet változása, idő előtti kihülése, stb. - hozzájárulnak a betonszilárdság további csökkenéséhez, az ásványi olajok hatása alatt. Az időtartam hatásának az analízise azt mutatja, hogy az első hat hónapban az ásványi olajok hatása jelentéktelen a betonok összes kategóriáinak a szilárdságára.

Egy év elteltével az ásványi olajok hatása, tömör betonok esetében nagyon gyengén érzékelhető. Azoknál a betonoknál ahol a beton struktúra sok hibával van telítve, vagy azok ahol a beton szilárdság gyenge a beton szilárdság csökkenése már egy fél év után megkezdődik, és kb 7 évig növekvő tendenciát mutat, utána pedig stabilizálódik.

Ezekben az esetekben a beton szilárdságának a csökkenése elérheti a 70%-os határt, az eredeti szilárdsághoz viszonyítva.

Minél tömörebb egy beton - ha kevés strukturális hibával rendelkezik (beleértve a mikrorepedéseket is) annál későbbre tolódik ki az ásványi olajoknak a hatásának a kezdete.

A nagyon jó minőségű tömör betonoknak a szilárdság csökkenése csak 1-1,5 év után következik be. A szilárdság csökkenésének a növekedése egy 5-10 évi intervallumban érezhető, majd amikor stabilizálódik véglegesen, a szilárdság csökkenése 55-60%-a az eredeti szilárdságnak.

Ez a folyamat, a szilárdság fokozatos csökkenése az idő függvényében azzal magyarázható, hogy az ásványi olajok penetrációs sebessége csökken. Amikor ezek a felületi strukturális hibák, rongálások, betömődnek, a folyamat stabilizálódik, gyakorlatilag állandó marad. Egyes kutatók [1], az elért kutatási eredmények alapján, a következő összefüggéseket állapították meg az ásványi olajok hatása alatt álló betonszilárdság kiszámítására, a kezdeti szilárdsághoz viszonyítva.

$$R_t = R_i (1 - 0,1t) \quad (1)$$

amely arra az esetre érvényes, amikor az ásványi olajnak a penetrációja állandó (konstans).

Abban az esetben, ha az olajvesztés ritkábban fordul elő – egyszer vagy kétszer évente – ugyanaz a szerző a következő összefüggést állapítja meg:

$$R_f = R_0(1 - 0,23t) \quad (2)$$

ahol:

R_f – a beton szilárdsága a t-időközben, miután a penetráció megkezdődött

R_0 – az eredeti szilárdság a penetráció megkezdése előtt

t – az időtartam, években, attól a pillanattól kezdődően amikor az ásványi olaj penetrációja (behatolása) megkezdődött.

Az első képlet (1) 7 évre vonatkozik, a második képlet (2) 25-30 évre.

Fontos megjegyezni, hogy akkor amikor az ásványi olajok penetrációja a beton struktúrákban csak 0,5 év alatt történik anélkül, hogy folytatódna, a beton szilárdsága gyakorlatilag egyenlőnek tekinthető az eredeti szilárdsággal (a penetráció megkezdése előtt).

Megemlíthető az a tény is, hogy az ásványi olajok hatása alatt a szilárdságnak a csökkenése maximum 2/3-a az eredeti szilárdságnak.

Abban az esetben ha az ásványi olajok savakat is tartalmaznak a beton tönkremenése rövidebb idő alatt is végbemehet, ami megfelel 1,5-3 évnek. A beton szilárdságának a csökkenésével egyidejűleg megjelenhetnek mechanikus hatások is, statikusak vagy dinamikusak, amelyek teljesen tönkretelhetik a betonelemeket, szem előtt tartva a csökkentett teherbíró képességüket.

A dinamikus hatások nagyobb mértékben csökkentik az ásványi olajokkal penetrált betonelemet, mint a statikai hatások (különösen a csökkentett nyírófeszültségek miatt).

Többek között a betonok fázisválsági szilárdsága, kiszolgáltatva az ásványi olajok hatásának sokkal kisebb, mint a normál betonoké.

Megjegyzendő, hogy a műszaki irodalomban nem találtunk ezzel kapcsolatban tanulmányokat.

Ebből kifolyólag - szerintünk - nem lehet pontosan meghatározni elfogadhatóan a szilárdságszökkenés mértékét dinamikus terheléseknél, hogy meggyőzően lehessen alkalmazni, a teherbíróképesség számításainál.

Mindazonáltal, hogy ismert a rugalmassági modulusz csökkenése az ásványi olajok hatása alatt álló betonok esetében, rendszeres kutatások hiánya miatt nem lehet megállapítani, pontosítani ezeknek az értékeknek a csökkenését.

4. Az ásványi olajok hatása vasbeton és előrefeszített beton szerkezetekre

A károsodások amelyeket az ásványi olajok okoznak a vasbeton szerkezeteknél (s ezek az esetek többségében lemez szerkezetek) csökkentik a teherbíróképességet, a szilárdság csökkenése által. Ezzel egyidejűleg nagymértékben csökkentik a betonelemek merevségét, ami kihat az építmény egészére is.

Gyengül a tapadás a vasalás és a beton együttdolgozásánál, a vasalás lehorgonyozása általában kompromittálódik. A mikrorepedéseknek a megjelenése felgyorsul, fejlődik és nem állandósul, nem stabilizálódik: vannak erre gyakorlati példák, amikor is ezeket a régi szerkezeteket fundamentálisan kellett javítani, megerősíteni. Ezekre a problémákra rendelkezünk hazai, gyakorlati kísérleteredményekkel is.

Mint ismeretes, a betonszerkezetek előregyártásának rohamos múltbeli fejlődése magával hozta az előfeszített beton szerkezetek megjelenését, nagy mértékű kivitelezését, különösen az ipari építkezéseknél.

Az előfeszített vasbetonszerkezeteknél, az ásványi olajok hatása veszélyezteti az előfeszített vasalás lehorgonyozását, mivel a tapadás nagymértékű csökkenése hatalmas veszélyeket rejt magában. Az általános stabilitás szempontjából vannak gyakorlati hazai esetek, amikor nagyon jó minőségű beton (B400, B500) szerkezetek mentek tönkre 3 év leforgása alatt és szorultak kapitális javításokra. Az egyedüli megoldás ilyen esetekben az ásványi olajok penetrációjának a megakadályozása ezekre a betonfelületekre, speciálisan kivitelezett üzemi padlószervezetek bevezetésével.

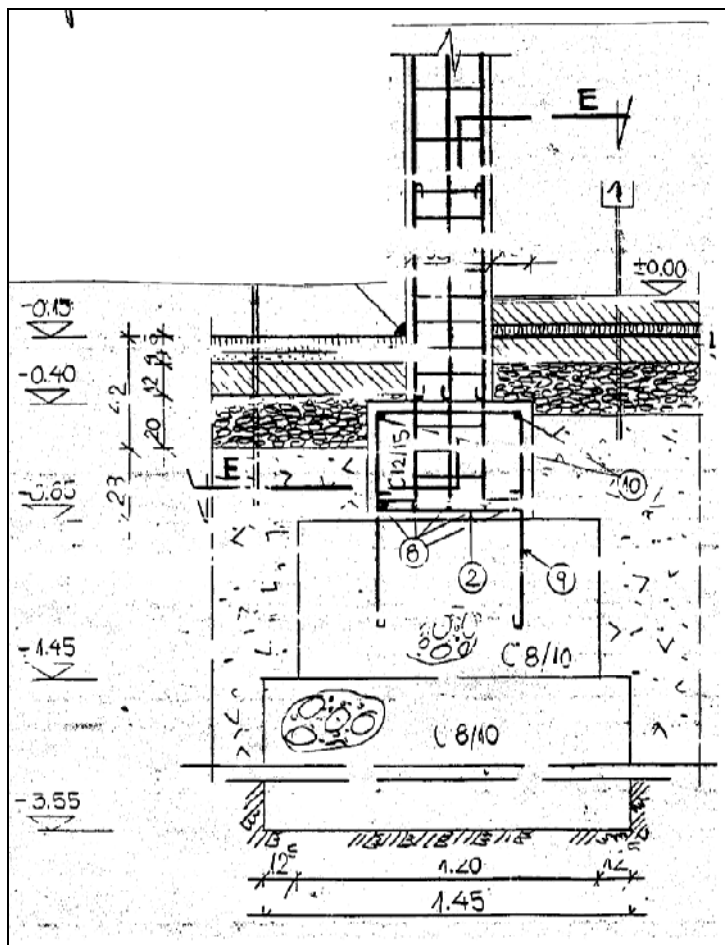
Talán itt említhetnénk meg, hogy fennáll az eshetősége annak – mivel az ásványi olajok hatása fizikai-kémiai jellegű a beton struktúra szilárdságára –, hogy eltávolítsuk az olajat ezekből a telített betonelemekből s ezáltal parciálisan rehabilitáljuk a betonok, a betonelemek szilárdságát.

A műszaki irodalomban vannak utalások arra vonatkozóan, hogy infravörös felmelegítéssel 24-48 óra alatt az olajokat eltávolították, s az így kapott szilárdság megközelítően az eredeti volt. A felmelegített betonelemeket különböző összetételű porokkal kezelték, amely fizikailag keveredett a megjelenő felületi olajjal s amelyet egyszerű „sepréssel” távolítottak el.

Az eredeti szilárdságnak a megközelítése, a felületi hibák létét teljesen kizárja.

5. Kőolaj termékekkel szennyezett kohéziós talajok agresszivitása vasbeton szerkezetek betonra kivitelezett alapjaira

Az előbbi fejezetekben az ásványi olajok közvetlen hatásával foglalkoztunk a tárgyalt beton felületekre (egyszerű beton, vasbeton és előfeszített beton). Ezekben az esetekben, lényegében a tárgyalt felületek egy „olaj fürdőben” voltak, a penetrációs folyamat az érintkezési felületen szabadon juttatta be az ásványi olaj mennyiségét a beton struktúrájába, amelynek a behatolási sebességét elősegítik a (porusok, mikroporusok, mikrorepedések) a beton struktúrájának létező mikrohibái.



1. ábra

A szennyezett talajjal érintkező betonfelület (alapozás)

Az általunk vizsgált konkrét gyakorlati esetben, az ásványi olajok csak közvetve, a talajba beszívódott, parciálisan stabilizált formában fejthetik ki hatásukat az érintkező betonfelületekre. Nem kell különösebben bizonyítani, hogy ebben az axiómás esetben az ásványi olajok disztruktív hatása egész másképpen tevődik fel, az okozati tényezők „gyengeségének” a függvényében.

Az okozati tényezők hatását próbáltuk követni két alapozás esetében, egy tizenöt napos kockaszilárdság elérésénél. Eltávolítottuk a szennyezett talajt az alapozások körül, hogy megállapíthassuk a két érintkezési közeg felületeit, ami az elszíneződés és az olajos „tapintás”-ra korlátozódik. A beton durva és egyenlőtlen felülete – amit a zsaluzás hiánya okozott – a geometriai felület megnagyobbodását érzékeltette, nem mutatott semmi színváltozást, de az olajos „tapintás”-nak a jelei sem mutatkoztak. Habár tudatában voltunk annak, hogy ez a jelenség egy évekig tartó folyamat után jelentkezhet, a kezdeti „kontaktus”-ra voltunk kíváncsiak, ami a frissen öntött beton szilárdságának a növekedése folytán esetleg létrejöhet. Ez azonban nem volt érzékelhető, és tulajdonképpen ezt azért is csináltuk, mert évek múlva az alaphoz való hozzáférés gyakorlatilag lehetetlen, nem kivitelezhető, csak esetleg lebontott építmények esetében gondolható el.



2. ábra

Egy tizenöt napos szilárdságú beton felületének elemzése a szennyezett talajban



3. ábra

Az építkezés területe a szennyezett kohéziós talajjal

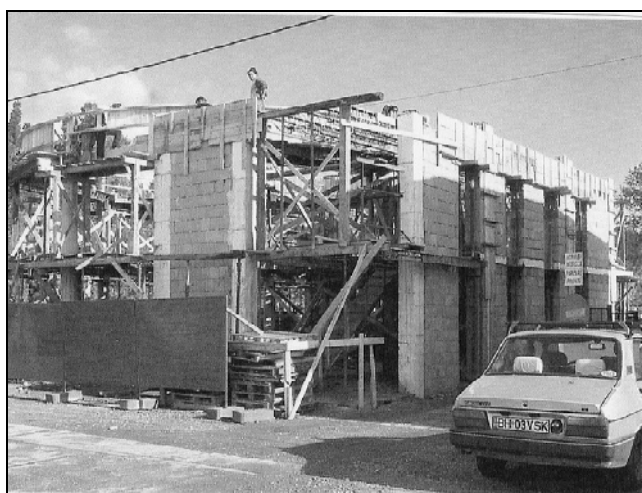


4. ábra

Az alapok elhelyezése a szennyezett talajon



5.ábra
A lebetonozott alaplemez



6.ábra
A showroom készülő felépítménye



7.ábra
Showroom LADA Nagyvárád

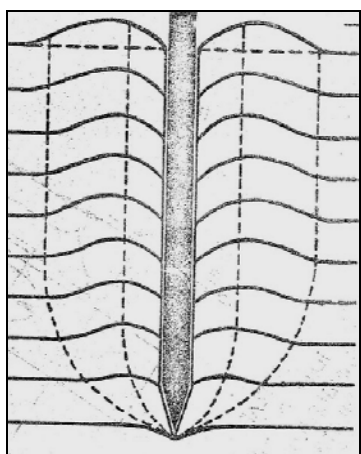
Az ismert adatok a birtokában a kőolajtermékekkel szennyezett talaj agresszivitása kohéziós talajok esetében elhanyagolható, a beton struktúrájára gyakorolt hatása mérnöki szempontból feltételezhetően nem veszélyeztetheti az épület stabilitását, az alapozások teherbíró képességét.

A nagyváradi LADA Showroom esetében (habár nem egy kiemelt fontosságú építmény) a kőolajtermékekkel szennyezett kohéziós talaj eltávolítása nélkül kiviteleztek a beton alapozásokat.

5.1. A talaj teherbírásának növelése oltatlan mészcölöpök segítségével

Figyelembe véve az agyagásványok azon kapacitását, hogy abszorbálhatnak szerves anionokat és kationokat, amelyek helyettesítik az anorganikus ionokat és ezért az organikus agyagok nagy víz abszorbáló képességüké valamint erősen duzzadnak, a kohéziós talaj parciális megerősítéséről is határoztunk, oltatlan mészcölöpökkel (mész cölöp, talajstabilizálás).

A cölöpök és környezetük megnövekedett szilárdsága három különböző folyamatra vezethető vissza.



8. ábra

A mészcölöp beverése alkalmával kialakult tömötített zónák jelensége

Első a cső beverése és az oltódás folyamata alatti kémiai reakciók hatására keletkezett nagy mennyiségű (227 kcal 1kg CaO-ból), valamint a térfogat növekedése (a mész kétszeresére duzzad) miatt a környező talaj részecskéi összetömörödnek.

Másodsorban a víz elvonása következtében növekszik a talaj nyírószilárdsága, emellett felgyorsítja a konszolidációt, redukálódnak a későbbi súlylyedési értékek.

Vannak más tapasztalatok arról, hogy a cölöpök környezete nagyobb stabilitással rendelkezik mint az eredeti talaj.

Egy feltétel, amit a mészcölöpök esetében be kell tartani, hogy a mész oltódása alkalmával, a mézspor ne alakuljon át pasztává, mert ezek függőleges jelenléte veszélyeztetné az alaptalaj mechanikai tulajdonságait. Éppen ezért fontos a cölöp átmérőjének és a cölöpök közötti távolságoknak a megállapítása.

Az említett felületeken összesen 40darab mész cölöpöt kivitelezünk oltatlan mézsporral, 80mm-es átmérővel 0,60 m-es távolságokban.

Az alapozási gödrök felületei szintén ezzel az oltatlan mézszel voltak megmunkálva, ugyanígy az egész felület a mészcölöpök között.

6. Következtetések

Az ásványi olajoknak negatív hatása van a beton mechanikai tulajdonságaira. A szilárdságnak a csökkenése csak ezeknek a hatására elérheti a 70%-ot, az eredeti szilárdsághoz viszonyítva.

Azok a kőolajtermékek, amelyek nem tartalmaznak felületi feszültségaktív anyagokat, nem gyakorolnak fontos hatást a beton mechanikai sajátosságaira, valamint szilárdságra: Ezek a következők: a benzin, petróleum, vazelin, gázolaj (csak kis mértékben van csökkentő hatása a beton szilárdságára).

Az ásványi olajok általában csak 2%-ig tartalmaznak felületi feszültség aktív anyagokat, amely ebben az esetben romboló hatással van a beton struktúrájára.

A fő ok amely meghatározza az ásványi olajok romboló hatását a beton mechanikai tulajdonságaira, az abszorbens víz felületi feszültségének a változásában keresendő.

A beton szilárdságának csökkenése annál nagyobb minél több a belső strukturális hibáinak a jelenléte. A szilárdság csökkenését befolyásolja a víz cement tényezőnek a növekedése amely érezhetően növekedik a cementadagolás mennyiségével.

Az adalék anyag nagy szemnagysága, valamint ennek a mennyisége, a szilárdság csökkenését segíti elő, a kötődő erők gyengülésének következtében a cement és az adalékanyag között. Egyes adalékok – mint például a vasklorid – elég nagy arányban növelhetik a beton szilárdságát az ásványi olajokkal szemben.

A szilárdságnak a csökkenése az ásványi olajok hatására egy hosszú időtartamú folyamat. Az első hónapokban, a tömör betonoknál, (mikrorepedések nélkül), a szilárdság csökkenése alig érzékelhető. A szilárd-

ság csökkenése az első 6-8 évben jelenik meg, miután a szilárdság stabilizálódik 60-70 %-ban az eredeti értékhez viszonyítva.

Az ásványi olajok hosszantartó hatása miatt a vasbeton (kb 2 év) sima vasak esetében tapadásának 60%-át veszíti el, míg ugyanez a jelenség profilozott vasalások esetében csak 30%.

Az előfeszített vasbeton szerkezeteknél a lehorgonyozási zónában (ásványi olajjal telítve) az elemek szilárdsági kapacitásának az elvesztéséhez vezet.

Az ásványi olajjal telített betonelemeket rehabilitálni lehet az olajtartalom kivonásával. Az ásványi olajok eltávolítása után a szilárdság növekedést mutat, ami egyes esetekben oda vezet, hogy az építményeket tovább lehet üzemeltetni anélkül, hogy javításokat, erősítéseket hajtsanak végre rajtuk.

Kőolajtermékekkel átítatott kohéziós talajok esetében, a talaj agresszivitása elhanyagolható, nincs szükség a talaj eltávolítására, tehát talajcserére.

A mész használata kohéziós talajok esetében különböző technológiákon keresztül egy ajánlható, egyszerű környezetbarát módszer a talajszilárdság növelése szempontjából.

Felhasznált irodalom

- [1.] Vasziljev, N.M.: Vlijanic nefteproduktov na procsnoszti betona. Beton i zselezobeton 3-1981.
- [2.] Medvedev, V.M.: Vlijanic mineralnik maszel na procsnosztibeton i szceplenic evo sz armaturuj. Szbornik T.I.N.I. 1964.
- [3.] Vasziljev, N.M.: Vlijanic mineralnik maszel na szceplenic armaturi betonom. Beton i zselezobeton Nr. 1/1969.
- [4.] Vasziljev, N.M.: Sznizsenic maszlopronicaenoszti betona. Beton i zselezobeton 11/1981.
- [5.] Levcsanovszkij, G.N.: Ikreplenije gruntov izvesztju. Moszkva-Transzpört 1977.
- [6.] Mihalik, András: Mecanica pământurilor în practica consolidării terasamentelor. Editura Gloria Cluj-Napoca 2003.