

Ipari-kereskedelmi utak és tárolóterek hengereltbeton burkolatai
A kész burkolat minősítése, fenntartása és üzemeltetése
MMK-MBBE továbbképző tanfolyam.
Az előadás a Magyar Betonburkolat Egyesület (MBBE) kiadásában
2012-ben megjelent Betonburkolatok című szakkönyvön alapul.

Előadó: Vörös Zoltán



2013. március

Tartalomjegyzék

1. A hengereltbeton burkolatok.....	3
2. Minőség és minősítés	3
2.1. A jó minőség garanciái.....	3
2.2. Próbaszakasz építés	4
2.3. Minőségvizsgálat az üzemszerű beépítés során	4
2.4. A hengereltbeton burkolat beépítési specifikumai	5
2.5. Minőségellenőrzés, minősítés	7
2.5.1. A minőségvizsgálat és a minősítés alapelvei	7
2.5.2. Az alkalmazni tervezett technológia ellenőrzése	8
2.5.2.1. Próbakeverés	8
2.5.2.2. A betonkeverék összetevőinek vizsgálata a próbakeveréshez	9
2.5.2.2.1. Adalékanyagok.....	9
2.5.2.2.2 A cement	9
2.5.2.2.3. A víz	9
2.5.2.2.4. Frissbeton vizsgálatok	9
2.5.2.2.5. A megszilárdult beton tulajdonságainak vizsgálata	9
2.5.2.2.6. A nyomószilárdság vizsgálata.....	9
2.5.2.2.7. Hajlító-húzószilárdság vizsgálata.....	10
2.5.2.2.8. Hasító-húzószilárdság vizsgálata	10
2.5.2.2.9. Hézagzáró anyagok vizsgálata	10
2.6. Minősítés	10
3. Betonburkolatok üzemeltetése, fenntartása, rehabilitációja.....	10
3.1. Hézagolt betonburkolatok üzemeltetése.....	10
3.2. Hézagolt betonburkolatok fenntartása.....	10
3.2.1. A leromlási folyamat.....	10
3.2.2. A hézagolt betonburkolatok lehetséges hibái.....	10
3.2.3. A hibák rendszeres felmérése, nyilvántartása	10
3.2.4. A hibák értékelése	10
3.2.5. A fenntartás feladatai	10
3.2.6. Karbantartási feladatok	10
3.2.7. A fenntartási munkák tervezése és megvalósítása	10
3.2.8. A betonburkolatok rehabilitációja.....	10
3.2.9. Betonburkolat rehabilitációja aszfaltburkolattal	10
Ábrák jegyzéke.....	10
Táblázatok jegyzéke	10

1. A hengereltbeton burkolatok

Az ipari, kereskedelmi mezőgazdasági utak és térburkolatok kialakítása az esetek többségében hézagolt betonburkolat, esetleg hézag nélküli folytonos vasalású, vagy kompozit burkolat. Építési módjukat illetően az ilyen felhasználású hézagolt betonburkolatokat külföldön az elmúlt 30 évben hengerelt betoneként is építik már azért, mert az ilyen építési technikával előállított betonburkolat megfelel annak a szolgáltatási színvonal igénynek (teherbírás, állékonyság, felületi egyenletesség, időjárás hatásokkal szembeni ellenállás), amit egy nem közúti alkalmazású betonburkolattal szemben a megrendelők támasztanak, ráadásul olcsóbb is.

A hengereltbeton burkolat a hézagolt betonburkolatok egyik változata, amely építhető pályaszerkezeti alapréteggént, merev pályaszerkezet betonburkolataként, teherviselő pályaszerkezeti réteggént rajta aszfalt kopóréteggel (kompozit burkolat). A hengereltbetonhoz használatos betonkeverék összetétele lényegében nem tér el a pályaburkolatokhoz használatos betonkeverékektől, viszont a betonkeverék beépítése jelentősen különbözik a pályaburkolati betonok szokásos építési módszerétől. A hengereltbeton burkolatok építhetők úgy is, hogy a hézagolt betonburkolatokhoz tartozó szabályos hézagokat nem készítik el, így a hengereltbeton burkolat az elmozdulás lehetőségét biztosító hézagokat maga hozza létre szabálytalan repedések formájában. Az esetek többségében viszont a hengereltbetonból burkolatot vakhézagokkal, terjeszkedési hézagokkal és szoros hézagokkal, lehetőleg négyzetes alakú táblákra osztják.

A hengereltbeton burkolatokkal részletesen a Betonburkolatok c könyv (továbbiakban Könyv) 4.4., 9.5., 10.3.8. és F10.7. alfejezetei tárgyalják. A hengereltbeton burkolatokkal

- általában és méretezésükkel – számpéldákkal egybekötve – az első előadás,
- keveréktervezésükkel és építésükkel a második előadás

foglalkozott.

2. Minőség és minősítés

A következőkben a hengereltbeton burkolatok minőségét meghatározó tényezőket, valamint minőségellenőrzésével, minősítésével, kapcsolatos tudnivalókat foglaljuk a Könyv alapján össze.

2.1. A jó minőség garanciái

- a) A **betonkeverő-gép** teljesítménye legyen összhangban a beépítőt géplánc teljesítményével, annál kb. 20%-al nagyobb legyen azért, hogy a beépítés folyamatosan végezhető legyen. A keverő berendezést fel kell szerelni a homokfrakció nedvességének mérésére alkalmas nedvességmérő szondával és azt be kell kötni a számítógépes vezérlés programjába, hogy az adagolt vizet a homokfrakció nedvességtartalmának függvényében lehessen folyamatosan korrigálni. Így elérhető a keverékgyártás során az egyenletes frissbeton konzisztencia.

A keverő berendezésnek a folyamatos keverékgyártás és beépítés biztosítása érdekében jó műszaki állapotúnak kell lenni.

- b) A **keverőtelepen** az adalékanyagok depótereit le kell burkolni azért, hogy az adalékanyagok egyes frakciói ne szennyeződjenek. Kellően magas elválasztó falakkal kell az egyes frakciókat egymástól elválasztani. A depóniákban tárolt anyagfajtákat származási helyük megnevezésével jól láthatóan fel kell tüntetni.

- c) Az **adalékanyagok nedvesítését** öntözőberendezéssel biztosítani kell, ami nem csak az adalékanyag vízzel való telítését szolgálja, hanem egyúttal a nyári nagy meleg idején hűti is az adalékanyagot.

- d) **A keverék előállítás**a során a keverési idő legalább 60 sec legyen. A legnagyobb alkalmazható szemcse nagyság a 22 mm-t ne haladja meg. Amennyiben a hengerelt betonburkolat egyúttal a közúti forgalom által igénybe vett felület, a legnagyobb szemcseméret a 16 mm-t ne lépje túl.
- e) **A keverék szállítását** a beépítés helyére billenő rakfelületű gépkocsikkal célszerű megoldani. A keveréket a gépkocsin az időjárás hatásai ellen takarással védeni kell. A szállítási távolságot a lehető legrövidebbre kell tervezni.
- f) **A keveréket a gyártás után legkésőbb 90 percen belül be kell építeni.**

2.2. Próbaszakasz építés

A próbaszakasz építése

- az az aktus, amihez az aktuális betonburkolat üzemszerű építésének valamennyi szereplőjének összehangolt munkája szükséges, amelybe beletartozik a keverőtelep működése, a keverék gyártása, szállítása, beépítése, utókezelése és a hézagképzés.
- során tesztelik az adott projekt – esetünkben egy hengereltbeton burkolat – organizációs feltételei között minden olyan paramétert, amely a keveréken és a kész burkolaton vizsgálandó.
- során fokozott figyelmet kell fordítani a frissbeton tulajdonságok vizsgálatára. Fel kell tární és ki kell küszöbölni azokat a kockázati elemeket, amelyek befolyásolják a keverék konzisztenciájának változásait. Továbbá vizsgálni kell mindazokat a paramétereket, amelyeket az alapanyagokra, a friss betonra és a kész burkolatra a vonatkozó szabványok, ütügyi műszaki előírások, illetve a szerződés Műszaki Előírásai megkövetelnek.

Lényeges, hogy a próbaszakasz minden tekintetben ugyanolyan feltételek között épüljön meg, mint ahogy az üzemszerű beépítést tervezik. A hangsúlyt a folyamatos és egyenletes gyártásra, szállításra és beépítésre kell helyezni. Ennek érdekében az adott organizációs feltételek közepette fel kell mérni a kockázati tényezőket és megfelelő megelőző intézkedéseket kell foganatosítani, hogy a folyamatosság és egyenletesség követelménye az építés minden fázisában a legnagyobb valószínűséggel teljesüljön.

A próbaszakasz elkészültét követően, valamennyi eredmény birtokában a tapasztalatokat ki kell értékelni, az elvégzett vizsgálatok eredményeit kiértékelő dokumentációban kell összesíteni. A Mérnök által elfogadott vizsgálati eredményeket összesítő és kiértékelő dokumentáció, valamint a tapasztalatok egyeztető tárgyalás keretében történő kiértékelése alapján a Vállalkozó elkészíti a burkolatépítés Technológiai Utasítását (TU), amit a Mérnök hagy jóvá és ennek alapján ad engedélyt az üzemszerű építés megkezdésére.

Ha a próbaszakasz eredményei azt mutatják, hogy az nem elégíti ki maradéktalanul a követelményeket, újabb próbaszakasz építését rendelheti el a Mérnök. A próbaszakaszok építését mindaddig meg kell ismételni, amíg az minden tekintetben ki nem elégíti a szerződés Műszaki Előírásainak követelményeit.

2.3. Minőségvizsgálat az üzemszerű beépítés során

Az üzemszerű beépítés során ugyanazokat a paramétereket kell vizsgálni, mint amelyeket a próbaszakasz során vizsgáltak. A beépítés során bekövetkező organizációs változásokkal a TU-t ki kell egészíteni.

Az üzemszerű betonkeverék gyártásról **keverőtelepi naplót**, a beépítésről **betonozási naplót** kell vezetni. melyekben fel kell tüntetni minden lényeges információt, amely lehetővé teszi a későbbiekben az építés körülményeinek rekonstruálását.

A **keverőtelepi naplónak** tartalmaznia kell az azonosító adatokon felül (dátum, létesítmény megnevezése, időjárási körülmények, hőmérséklet stb.) a gyártott keverék minőségét, a keverés megkezdésének és befejezésének idejét, az esetleges megállások okát, időtartamát, a keverőtelepi mintavételek, az anyagbeszállítások időpontját, mennyiségét és minden olyan tevékenységet, amely a beton gyártásával valamilyen formában összefügg (pl. az adalékanyag locsolása).

A **betonozási naplóban** fel kell tüntetni az említett azonosító adatokon túl a szelvényhatárokat, beépítési sávokat, szélességet. Valamennyi betonszállító jármű rendszámát, a beépítés helyére történő megérkezését, az ürítés megkezdésének és befejezésének időpontját, a helyszíni mintavételek idejét, pontos helyét, a vizsgálatok eredményeit. Amennyiben a helyszíni vizsgálatok alapján a kiszállított beton tulajdonságai nem megfelelőek, azt beépíteni nem szabad, vissza kell küldeni a keverőtelepre és ezt a körülményt a naplóban rögzíteni kell.

2.4. A hengereltbeton burkolat beépítési specifikumai

A jó minőség érdekében a hengereltbeton burkolatok építése során az alábbiakra kell figyelmet fordítani:

- A hengereltbeton burkolatok építéséhez un. roskadásmentes konzisztenciájú betont kell használni.
- A leginkább elterjedt beépítő géplánc: éldöngölővel, vibrációs taggal és nyomólappal felszerelt un. betonbeépítő gerendájú lánctalpas aszfaltfiniser (1. ábra), amely a módosított Proctor vizsgálattal meghatározott tömörségének 93 %-ig be tudja tömöríteni a betonkeveréket, valamint 6-10 t-ás sima acélköpenyes vibrációs tandemhenger a 98%-os tömörség eléréséig (1. táblázat), majd szükség szerint a felület simításához 15 to-ás gumiabroncsos henger (Könyv F10.7. alfejezet. Amennyiben a forgalom közvetlenül veszi igénybe a felületet, a simításhoz vashengerrel még egyszer statikus hengerjárat szükséges.

A beépítési vastagság tömörítés után 10-15-25 cm. Ehhez a finiser a betonkeverék víztartalmától függően 12-16-28 cm terítési vastagsággal dolgozik. Az így épülő burkolat hullámmentes felületét kialakítani sokkal nehezebb, mint a képlékeny betonét.



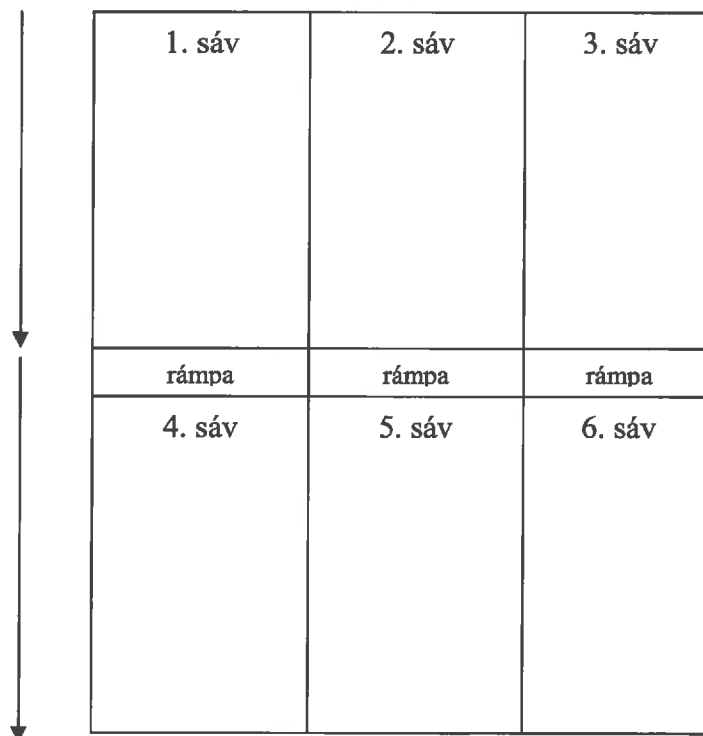
1. ábra A hengereltbeton-burkolat építés gépei. (Könyv F10.19 ábra)

1. táblázat A tömörítési hengermentek legkisebb száma és ezzel tömöríthető legnagyobb rétegvastagság

Tömörítő eszköz	Statikus tömeg [t]	Statikus életterhelés [kN/m]	Vibrációs hengermentek legkisebb száma	Legnagyobb tömöríthető rétegvastagság [mm]
1 hengerpalástú vibrohenger	6	≥ 15	6	150
	10	≥ 25	6	250
2 hengerpalástú vibrohenger	2,5	≥ 10	6	100
	6	≥ 15	4	150
	10	≥ 25	4	250

- c) Térburkolatok esetében a beépítést friss a friss mellé technológiával kell végezni, hogy a beépítési sávok szélei is tömöríthetők legyenek. A beépítési sávok kiosztását és a hézagok kiosztását a beépítés előtt meg kell tervezni és a Mérnökkel jóvá kell hagyatni. A beépítés sorrendjére példát az 2. sz. ábra mutat.

Az egyes beépítési sávok hossza 30-60 m közötti legyen. A beépítést úgy kell szervezni, hogy lehetőleg még aznap a mellézárás megtörténhessen. A műszak végén a beépített sávok végeit rámpaszerűen le kell kerekíteni kb. 2 m hosszón. A folytatás előtt a rámpát el kell távolítani, így lehet a már tömör és megszilárdult burkolathoz csatlakozni. A hosszirányú mellézárás megkezdése előtt, ha az nem aznap történik, hanem másnap, vagy több nap eltelte után, akkor a laza, betömörítetlen kb. 30 cm-es sávot le kell vágni és el kell távolítani. Az oldalfelületet keféss letisztítás után cementpéppel kell bevonni, majd a csatlakozó sávot mellé bedolgozni. A sávok hosszúságát a beton maximálisan lehetséges állásideje (< 60 perc) határoolja be az egyes sávok 30 cm széles szélső részében, amelyet csak a következő sávval együtt lehetett hengerelni.



2. ábra A beépítési sávok sorrendje

- d) A hengereltbeton burkolatot – amennyiben azon vadrepedéseket nem túrnek el – vakhézagokkal lehetőleg négyzetes alakú táblákra osztják. A hézagok távolsága ne legyen több 5 m-nél. Kisebb terhelésnek kitett felületek esetében (tárolóterek, kisforgalmú utak, kerékpárutak, parkolók) nagyobb hézagtavolságokat is alkalmaznak. Az egyes táblák közé nem helyeznek teherátadó vasalást, a terítési sávokat nem horgonyozzák egymáshoz.
- e) Utókezelésként esőztető öntözést használnak a tervezett szilárdság 70 %-ának eléréséig.
- f) Amennyiben a hengereltbetont valamely út vagy térburkolat pályaszerkezetének alaprétegének építik, úgy tömörítés után a sávokat 2,5-3 m-es táblákra osztják, melyeket a még friss keverék felületén v alakú gyengítő hornyok behengerlésével alakíthatók ki pl. az ún KRAFT eljárással (3. ábra), vagy a hengereltbeton megszilárdulásának fázisában hézagokat vágnak 2-,5-3 m-ként a hézagvágás szabályai szerint. (Könyv 10.3.8. alfejezet.)



3. ábra Hézagok készítése KRAFT berendezéssel hengereltbeton alaprétegbe. a) KRAFT berendezést hordozó rakodógép. b) a KRAFT berendezés vágó-kitöltő szerszáma. c) KRAFT berendezéssel vágott hézagok okozta egyenetlenségek az aszfaltfiniszerrel elterített előtömörített hengereltbeton alaprétegen. d) Kompozit burkolat teherhordó rétegének készítése hengerelt betonból. (Könyv 10.25. ábra)

2.5. Minőségellenőrzés, minősítés

Ezeket a műveleteket a Könyv 11. fejezete tárgyalja részletesen.

2.5.1. A minőségvizsgálat és a minősítés alapelvei

Az európai építési termék-előírások rendszere kész létesítmények (pl. betonburkolatok) komplex minőségi paramétereiről előírásával nem foglalkozik. Az ezekre vonatkozó előírásokat a tagországok nemzeti sajátosságainak megfelelően határozzák meg.

Magyarországon – illeszkedve az európai rendszerhez – a szabványok, műszaki előírások akkor válnak kötelezővé, ha alkalmazásukat az építési szerződésben kikötik. A termék-szabványoknak való megfelelést a vállalkozó önmaga tanúsítja. Az öntanúsításhoz azonban minősített (tanúsított) gyártóberendezéssel és minőségvizsgáló felkészültséggel kell rendelkeznie.

A minőségvizsgálati rendszer alapelve: a termékek minősége azok gyártása során dől el. A minőségellenőrzés súlypontja ezért a megvalósítás folyamatában az alapanyaggyártók és a kivitelező vállalkozók gyártásközi ellenőrzésén és minőségtanúsításán van. Mind az alapanyaggyártók, mind a kivitelező vállalkozók ennek a feladatnak saját akkreditált laboratóriumaikkal, vagy szolgáltatásként igénybe vett akkreditált minőségvizsgáló laboratóriumok révén tesznek eleget. A szóban forgó laboratóriumok akkreditációját a Nemzeti Akkreditáló Testület (NAT) adja meg, vagy vonja vissza.

A minőségvizsgálati rendszer alapelve szerint bármely létesítmény építéséhez használt termékek megfelelését – figyelemmel a CE jelölésre – az országban aktuálisan érvényes minőségbiztosítási szabályozás keretében négy szintű rendszer keretében állapítják meg. A szintek:

- 1.) Az alapanyaggyártók minőségi tanúsítványai.
- 2.) A kivitelező vállalkozók által elvégzett típusvizsgálati, gyártásellenőrző és megfelelést igazoló és minőséget tanúsító vizsgálatok.
- 3.) A megrendelő felkészültséget, minőséget, megfelelést ellenőrző vizsgálatai.
- 4.) Vitás esetekhez tartozó ügydöntő minőségvizsgálatok.

Minden létesítmény építési szerződésének részét képező mintavételi és minősítési terv írja elő, hogy a létesítmény mely szerkezeti elemeinek minősítése szükséges a továbbépítési engedély, valamint a létesítmény minőségi tanúsítványának kiállításához. A továbbépítési engedély és a minősítés kiadása a Mérnök feladata, aki a minőséggel kapcsolatos döntéseit az építési vállalkozó által kibocsájtott és a független ellenőrző laboratórium által igazolt minőségi tanúsítvány alapján hozza meg.

Ebben a minőség-szabályozási rendszerben a **független ellenőrző laboratórium** szerepét csak azok a vizsgálóképességet és a vizsgálati pontosságot igazoló jogosítvánnyal felszerelt **akkreditált vizsgálólaboratóriumok** vállalhatnak, amelyek hitelt érdemlően bizonyítani tudják, hogy a szóban forgó munkán vállalkozóként szerepet vállaló **gazdálkodó szervezetekkel vagy magánszemélyekkel semmilyen gazdasági kapcsolatban nem állnak.**

2.5.2. Az alkalmazni tervezett technológia ellenőrzése

2.5.2.1. Próbakeverés

A pályabeton üzemszerű gyártására kiválasztott, előzőleg minősített és a Mérnök által elfogadott betonkeverő telepen a keverőgép működésének és az általa előállított keverék minőségének ellenőrzésére próbakeveréseket kell végezni a típusvizsgálat során kidolgozott és a Mérnök által elfogadott betonkeveréssel. A próbakeverést megelőzően a keverőgép adagoló berendezéseinek (cementmérleg, adalékanyag mérleg, víz-mérleg és a adalékszer mérleg) adagolási pontosságát meg kell állapítani. A mérlegek kalibrálását évente egy alkalommal, áttelepítés esetén pedig az áttelepítést követően hitelesített etalonokkal el kell végezni. Amennyiben a hitelesítés során akármelyik mérleg az előírt adagolási pontosságot nem tudja tartani, akkor a mérlegek újbóli beállítása szükséges. A hitelesítést csak ilyen tevékenység folytatására engedéllyel rendelkező személy vagy szervezet végezheti. A hitelesítés elvégzése és az előírt adagolási pontosság megléte esetén kezdhető meg a korábban már jóváhagyott típusvizsgálat alapján a próbakeverés.

2.5.2.2. A betonkeverék összetevőinek vizsgálata a próbakeveréshez

2.5.2.2.1. Adalékanyagok

Az adalékanyagok szemmegoszlását, az abból számított finomsági modulusokat, a méreten felüli és aluli szemcsék arányát, a szemalak tényezőt és lemezességet, az agyag-iszap tartalmakat, nedvességtartalmakat a tervezett keverék összetétele és a frissbeton konzisztenciája szempontjából fontos ismerni. Külön ki kell emelni a homokfrakció szemmeg-oszlásának, agyag-iszap tartalmának és nedvességtartalmának meghatározását, amik a keverék összes finomrész tartalmát, a szükséges cementtartalmat, ezen keresztül a cementpép mennyiségét, a keverék telítettségét befolyásolják.

2.5.2.2.2 A cement

A cement esetében a kötés kezdete és vége a keverék eltarthatósága szempontjából fontos paraméterek, ezért ezeket a próbakeverés alkalmával vett cementmintán ellenőrizni szükséges. A próbakeveréshez ugyanúgy nem lehet meleg cementet használni, mint az üzemszerű gyártáshoz.

2.5.2.2.3. A víz

A víz vegyi összetételét akkor kell megvizsgálni, ha azt nem az ivóvízhálózatból veszik. Amennyiben ez így van, akkor a víz csak akkor használható, ha nem tartalmaz szerves anyagot, nem gyógyvíz, klorid-, szulfát-, karbonát-ion tartalma a vezetékes ivóvízre engedélyezett határértékeket nem haladja meg.

2.5.2.2.4. Frissbeton vizsgálatok

A típusvizsgálatok, a próbakeverések, próbabeépítések és az üzemszerű beépítés során az előírt paraméterekre vizsgált keverék akkor megfelelő és beépítése megkezdhető, illetve folytatható, ha a hőmérséklet, a légtartalom és a konzisztencia tekintetében megfelel az előírásoknak. A konzisztenciát két vizsgálati módszerrel is ellenőrizni kell. (Lásd: Könyv 9.4. fejezet.).

A hengereltbeton burkolat építésére szánt frissbeton laboratóriumi betömörítéssel meghatározott legnagyobb száraz térfogat-sűrűségét, ehhez tartozó víztartalmát, legnagyobb laboratóriumi száraz térfogat-sűrűségét és a víztartalmat építés közben is rendszeresen vizsgálni kell. A réteg tömörségét a vizsgált helyeken vett minták száraz térfogatsűrűségének és víztartalmának megállapítása után a laboratóriumi legnagyobb értékhez hasonlítva kell a meghatározni.

2.5.2.2.5. A megszilárdult beton tulajdonságainak vizsgálata

A megszilárdult beton szilárdságtani tulajdonságainak megállapítására mind a típusvizsgálat, mind a próbakeverések, próbabeépítések, mind pedig az üzemszerű beépítés során kocka, henger és gerenda alakú próbatesteket kell készíteni a nyomó-, hajlító- és hasító-húzó szilárdságok vizsgálatára. A megszilárdult beton vizsgálatának próbatest készítését és tárolását az MSZ EN 12390-2 szabályozza.

2.5.2.2.6. A nyomószilárdság vizsgálata

A terhelést a próbatest teljes felületén kell átadni, ezért ellenőrizni kell a teherátadás megfelelőségét. A terhelést a felületre egyenletes, 0,2-0,1MPa/s közötti tartományban kell felvinni egészen a törésig. Töréskor a törésképet értékelni kell, a megfelelő törésképre példák találhatóak az MSZ EN 12390-3 szabványban. A töréskor kapott törőerőt fel kell jegyezni és a szilárdságot az

$$f_c = F/A$$

képlettel kell kiszámolni, ahol f_c : a nyomószilárdság [MPa]; F: a törőerő [N], A: a nyomott felület [mm²].

2.5.2.2.7. Hajlító-húzószilárdság vizsgálata

A hajlító-húzó szilárdságot gerenda alakú próbatesten kétpontos teherátadással kell vizsgálni. A terhelés akkor kezdhető meg, ha valamennyi terhelő és alátámasztó görgő egyenletesen felfekszik a próbatesten. A terhelés sebességét 0,04-0,06 MPA/s között kell megválasztani. A törés bekövetkeztekor a törőerőt fel kell jegyezni. A hajlító-húzó szilárdságot az alábbi képlettel kell számolni:

$$f_{cf} = F \times l / (d_1 \times d_2^2),$$

ahol f_{cf} : a hajlító-húzó szilárdság [MPa]; F: a törőerő [N]; l: az alátámasztó (külső) görgők távolsága [mm]; d_1 és d_2 : a próbatest oldalméretei [mm].

2.5.2.2.8. Hasító-húzószilárdság vizsgálata

A hasító-húzószilárdságot az MSZ EN 12390-6 szabvány szerint kell vizsgálni. A mérés során a vizsgálat közbeni elmozdulás elleni védelmet nyújtó befogószerkezetben elhelyezett henger alakú próbatest palástját keményfából készült 10 ± 1 mm szélességű és 4 ± 1 mm vastagságú lemez közbeiktatásával terhelik. Ebből a terhelésből vízszintes irányban húzó-feszültségek lépnek fel és ez okozza a próbatest tönkremenetelét. A terhelés sebességét 0,04-0,06 MPA/s között kell megválasztani. Töréskor a törőerőt fel kell jegyezni, melyből a hasító-húzó szilárdság az alábbi képlettel számítható.

$$f_{ct} = 2F/L \times d \times \pi \quad (11/3)$$

ahol f_{ct} : a hasító-húzó szilárdság [MPa]; F: a törőerő [N]; L: a próbatest hossza [mm]; d: a próbatest átmérője [mm].

2.5.2.2.9. Hézagzáró anyagok vizsgálata

A hézagzáró anyagokat vizsgálni kell: a tárolhatóság, a sűrűség, a lágyuláspont, a penetráció, a hevítéssel szembeni ellenálló képesség, az alakváltozó képesség, a rugalmas vissza-alakulás, a tapadó szilárdság, a kohézió, az üzemanyag állósága és aszfaltburkolattal való összeférhetőség szerint. A hideg hézagzáró anyagokat – amelyek lehetnek egy- vagy több komponensűek, önterülő vagy nem önterülő – az MSZ EN 14188-2 szerint kell vizsgálni.

2.6. Minősítés

A 2013-ben érvényes szabályozási környezetben bármely elkészült betonburkolatot a Vállalkozó minősíti azzal, hogy összeállítja a Minősítési Dokumentációt. A dokumentáció összeállításának alapja a Mérnök által a beépítés megkezdését megelőzően jóváhagyott Mintavételi Vizsgálati és Minősítési Terv (MVMVT), amit a Vállalkozó a gyakorlatban már jól kialakult struktúra szerint paraméterenkénti bontásban és azokat egyenként kiértékelő táblázatokban összegezve állít össze. A dokumentációhoz csatolni kell a betonkeverék szállítóleveleket, a betonozási naplókat, a beszállított és alkalmazott anyagok, termékek szállítói megfelelőségi nyilatkozatait. Az összeállított dokumentáció alapján a Vállalkozónak nyilatkoznia kell a az általa épített burkolat szerződésnek való megfelelőségével kapcsolatban.

A Minősítési Dokumentáció összeállításával és Mérnöknek történt átadásával kezdetét veszi a műszaki átadás-átvételi eljárás részét képező minősítési eljárás. A dokumentációt a Mérnök mind formai, mind tartalmi szempontból átvizsgálja és megteszi az észrevételeit. Ezek alapján Vállalkozó a még esetleg hiányzó vizsgálati eredményekkel kiegészíti azt, formailag javítja, majd ellenőrzésre újból átadja a Mérnöknek. Az eljárás végén a Mérnök nyilatkozik arról, hogy a felhasznált alapanyagok, azokból a jóváhagyott típusvizsgálat szerinti paraméterek, a frissbeton, a megszilárdult beton tulajdonságai, az elkészült betonburkolat megfelel-e a szerződés és Műszaki Előírása, a vonatkozó szabványok, a Megrendelő által a szerződésben a

Műszaki Előírások kiegészítéseként pótlólag külön előírt követelményeknek. Az írásos értékelésbe be kell vonni a kontroll laboratórium által végzett vizsgálatok eredményeit is. A szerződésnek, szabványoknak nem megfelelő részek, szakaszok javítását és a javítás utáni mérések eredményeit szintén dokumentálni kell. Mindezeket figyelembe véve és értékelve a Mérnök írásos nyilatkozat, vagy az érintettek által is aláírt, a minősítési eljárást lezáró jegyzőkönyvvel fejezi be a minősítési eljárást, amiben rögzíti az esetleges nem megfelelés miatti – a vonatkozó üzemi műszaki előírás alapján számított – értékcsökkenést, vagy a szerződéshez mérten többlet jótállási időt.

3. Betonburkolatok üzemeltetése, fenntartása, rehabilitációja

A betonburkolatokkal kapcsolatos üzemeltetési és fenntartási feladatok sora attól függ, hogy az hézagos, vagy folyamatos vasalású hézag nélküli szerkezet. A hengereltbeton technológiával épült betonburkolatok a hézagolt betonburkolatok csoportjába tartoznak, ezért üzemeltetésük és fenntartásuk az ilyen burkolatokéval egyezik meg. Ezeket a műveleteket a Könyv 12. fejezete tárgyalja részletesen.

Bármely betonburkolat átadási és forgalomba helyezési dokumentációjának tartozéka az **üzemeltetési és fenntartási kézikönyv**. Ebben a burkolat tervezője és kivitelezője – figyelemmel a betonburkolatok tervezésével, építésével, üzemeltetésével és fenntartásával kapcsolatos szabványokra, valamint a szerződés műszaki előírásaira – leírja azt a megfigyelési és hibaregisztrációs eljárási rendet, aminek alapján a szóban forgó burkolat állapota nyomon követhető, üzemeltetése megvalósítható, hibáinak rendszeres kijavítása révén szolgáltatási színvonala a megkívánt szinten tartható, rehabilitációja megtervezhető és végrehajtható.

3.1. Hézagolt betonburkolatok üzemeltetése

A betonburkolatok rendeltetésszerű használata érdekében elvégzendő kezelői feladatokból az **üzemeltetés körében ellátandók** közé soroljuk azokat, amelyek végrehajtása során

- megfigyelik a burkolat hibáit és azokat veszélyességük szerint rendszerezve a burkolat fenntartást megalapozó adatállományban dokumentálják;
- a nyári üzemben a burkolat felületen lévő minden szennyező anyagot eltávolítanak;
- a téli időszakban – az időjárás korlátai között – a burkolatot teljes körűen vagy részlegesen forgalomképes állapotban tartják.

Magyarországi éghajlati körülmények között bármely burkolat üzemeltetési feladatai közül az egyik legfontosabb a **rendeltetésszerű használatot lehetővé tevő körülmények fenntartása a téli időjárási viszonyok között**. A betonburkolatok, így a hengereltbeton burkolatok esetében is a havas, jeges napokon a rendeltetésszerű használat feltételeit a laza és a forgalom által letaposott hó eltávolítását követően a nem korrozív hatású hó- és jégolvasztó vegyi anyagok kiszórásával (kalcium klorid, kálium klorid, magnézium klorid) lehet legjobban megteremteni. A fagymentesítő anyagok alkalmazásával átmenetileg ún. só-nedves burkolatfelület állítható elő, amelyen a forgalom a nedves burkolatfelületekre érvényes korlátozásokkal lebonyolítható. **A téli üzemben különös gondot kell fordítani az ún. feketefagy következményeinek megelőzésére.**

Logisztikai központok beton térburkolatainak a járművekre **nem korrozív hatású kloridmentes anyagokat** (pl. karbamid, alkohol, kálium és nátrium acetát, valamint alkalmas szerves anyagok keveréke) **célszerű használni. Ezek közül a karbamidról vagy karbamid tartalmú jégmentesítő keverékekről bebizonyosodott, hogy a cementkő szerkezetét, stabilitását károsítják.** Ezért az ilyen jégmentesítő anyagokat megfelelő védelemmel el nem látott betonburkolaton **nem szabad használni.** Ha ennek ellenére mégis ilyen anyag

alkalmazását tervezi az üzemeltető, akkor a betonburkolatot a jégolvasztó anyag oldatának a betonburkolatba való behatolását megakadályozó anyaggal impregnálnia kell.

Ugyancsak korlátozást jelent a jégolvasztó sók használatában bármilyen betonburkolat hat hónaponál fiatalabb kora, mert a fiatal cementkővet a kloridok ugyancsak károsítják. Abban az esetben tehát, amikor a forgalomba helyezéskor a betonburkolat fiatalabb fél évnél, az első működési év téli üzemében nem szabad klorid tartalmú jégolvasztó szereket alkalmazni. Amennyiben ezt a hathónapos moratóriumot az üzemeltető az első téli üzemre nem tudja, vagy nem akarja betartani, a fiatal betonburkolatot impregnálással¹ kell megvédenie az olvasztó sózás káros hatásaitól.

3.2. Hézagolt betonburkolatok fenntartása

3.2.1. A leromlási folyamat

Bármely betonburkolatú pályaszerkezet fenntartási munkáinak alapvető célja az, hogy az üzemeltetés során a burkolata megtartsa építéskori állapotát megközelítő tulajdonságait legalább a tervezési időszak végéig. Ettől az időponttól – dacára a gondos fenntartásnak – az elviselt igénybevételek hatására a betonburkolatú pályaszerkezet gyorsuló tempóban olyan mértékben leromolhat, hogy lokális vagy nagyfelületű szerkezeti javítások sorozatával sem hozható már a tervezési élettartama végén is elvárt szintű teljesítményre képes állapotba és így a pályaszerkezet újjáépítése elkerülhetetlenné válik.

3.2.2. A hézagolt betonburkolatok lehetséges hibái

A hibák okai különbözőek lehetnek, keletkezésükre rendszerint csak több ok együttes előfordulása ad magyarázatot. A hibák megjelenési formája és időpontja, jellege, a megjelenés körülményei, gyakorisága megfelelő támpontot adhat a legvalószínűbb okok meghatározásához. A lehetséges hibákat az 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: Hézagolt betonburkolatok lehetséges hibái

Hiba		Betonburkolat			
		Hézagaiban		hengerekt	
		vasalatlan	vasalt		
Hézaghibák	Kiöntés kitüremkedések	•	•	•	
	Kiöntő anyag	megöregedése	•	•	•
		felkenődése a burkolatra	•	•	•
		elválása a hézagfáltól	•	•	•
		lefolyása a repedésből a burkolat alá	•	•	•
	Hézagzsínor kitüremkedés	•	•	•	
Terjeszkedési hézag deformálódása	•	•	•		
Funkcionális hibák	Felületi hámlás	•	•	•	
	Érdesség csökkenése	•	•	•	
	Kopás a keréknyomban	•	•	•	
	Tábla élek és sarkok letörése	•	•	•	
	Szomszédos táblák relatív magassági elmozdulása	•	•	•	
	Zúzalék kipergés (mosott felületből)	•	•	•	
Szerkezeti hibák	Tábla	süllyedés	•	•	•
		törés	•	•	•
		kivetődés	•	•	•
		pumpálás	•	•	•

¹ Az impregnáló szerek általában hígban folyó epoxigyanta emulziók, amelyek a beton felső rétegébe könnyen behatolva, a mikropórusok zárása révén telítik annak felső rétegét, javítják a beton jégolvasztó sókkal szembeni ellenállását.

Hézagvasak korróziója		•	
Porózus, nem kellően tömör burkolat	•	•	•
Vadrepedések (hossz- és keresztirányú)	•	•	

3.2.3. A hibák rendszeres felmérése, nyilvántartása

A megfigyelni javasolt hibák regisztrálása során bármely betonburkolat esetében évente legalább egyszer fel kell jegyezni

- a forgalom biztonságát veszélyeztető hibákat,
- az állagmegóvás körébe eső hibákat,
- a szolgáltatási színvonal csökkenését eredményező hibákat,
- azokat a hibákat, amik szerkezeti elégtelenségek kialakulására mutatnak.

Bármely betonburkolat „Kezelési és Karbantartási Kézikönyve” a burkolatok kezelőinek rendszeres időközönként megtartott szemlét írnak elő, aminek során szükségesnek tartják ellenőrizni a burkolat felületét, a hézagok állapotát, a vízelvezető rendszer működését és feljegyezni minden olyan körülményt, mely a burkolat épségét veszélyezteti, élettartamát vagy teherbírását csökkentheti. A szemlék során megállapított sérüléseket, hibákat a burkolat adat-bázisában a betontáblák egyéni lapjára jegyzik fel. A hibák felmérése és értékelése után lehet összeállítani a szóban forgó burkolat fenntartási stratégiáját, éves karbantartási tervét.

3.2.4. A hibák értékelése

A fenntartási stratégia tervezhetősége végett a burkolatállapot folyamatos megfigyelése alapján regisztrált adatokból, valamint a szerkezet állapotát jellemző időszakosan elvégzett mérésekből a pályaszerkezet állapotot minősíteni kell. A Magyarországon használatos burkolat állapot értékelő eljárások² egyelőre csak aszfaltburkolatok állapotának megítélésére alkalmasak. Célszerűnek látszik majd az Egyesült Államok Hadserege Mérnökcsapatai által repülőterei burkolatfelületek állapotának szubjektív értékelésére kifejlesztett módszerből³ kiindulni, amely a burkolat állapotának jellemzésére a **Burkolat Állapot Index-et** (Pavement Condition Index azaz PCI) és a **Szerkezeti Állapot Index-et** (Structural Condition Index azaz SCI) használja⁴ (Könyv 12.2.5 alfejezet). Az eljárás mind aszfalt-, mind betonburkolatok értékelésére alkalmas, betonburkolatok esetében 15 hibatípust különböztet meg, amik 1-3-ig terjedő veszélyességi fokozatba sorolva összesen 45 értékelési pozíciót jelentenek. Példaként a hézagolt betonburkolatokra vonatkozóan számításba vett hibatípusokat veszélyességi mutatójukkal együtt a 3. táblázatban, míg a megfigyelni és regisztrálni javasolt hibákat és a megfigyelés módszereit a 4. táblázatban mutatjuk be. A hézagolt betonburkolatok PCI minősítésében kezelt hibatípusai és veszélyességi fokozatokról az 5. táblázat tájékoztat.

² ÚT2-2.116:1996 RST mérés és értékelés. Magyar Útügyi Társaság; ÚT2-2.120:2000 RST-mérés eredményeinek feldolgozása, Magyar Útügyi Társaság;

ÚT2-2.118:2008 Burkolatfelület állapotának minősítése Roadmaster rendszerrel. Magyar Útügyi Társaság.

³ US Department of Transportation, Federal Aviation Administration: Design of Overlay for Rigid Airport Pavement, DOT/FAA/PM-87/19. 1988

⁴ Az eljárás során az értékelésre szánt burkolatot az ASTM Standard D 5340 számú szabványban leírtak szerint értékelési egységekre bontják (pl. ~450 m²), meghatározzák a megfigyelésre szánt hibák körét, a hibákat a burkolat tábláihoz kötik, a hibákat 0-100 terjedő skálán minősítik, összegzik a hibapontok számát.

3. táblázat Burkolat-specifikus hibák kockázati besorolása hézagolt betonburkolatok esetén

Hiba		Betonburkolat							
		Hézagaiban							
		vasalatlan				vasalt			
		hiba minősítése							
		jelentős	közepes	alacsony	érdektelen	jelentős	közepes	alacsony	érdektelen
		kockázatu							
Hézaghibák	Kiöntés kitüremkedések			•				•	
	Kiöntő anyag	megöregedése		•			•		
		felkenődése a burkolatra		•			•		
		elválása a hézagfaltól		•			•		
		lefolyása a repedésből a burkolat aljára				•		•	
	Hézagzsinór kitüremkedés	•				•			
	Terjeszkedési hézag deformálódása	•				•			
Funkcionális hibák	Felületi hámlás	•				•			
	Érdesség csökkenése		•				•		
	Kopás a keréknyomban			•				•	
	Tábla élek és sarkok letörése		•				•		
	Szomszédos táblák relatív magassági elmozdulása			•				•	
	Zúzalék kipergés (mosott felületből ill. aszfaltból)	•				•			
Szerkezeti hibák	Tábla	süllyedés		•			•		
		törés		•			•		
		kivetődés	•				•		
		pumpálás				•		•	
		Hézagvasak korróziója			•		•		
		Porózus, nem kellően tömör burkolat			•			•	
		Alkáli kovasav korrózió			•			•	
		Vadrepedések (hossz- és keresztirányú)			•			•	

4. táblázat A megfigyelni javasolt burkolathibák listája és a megfigyelés módszerei

Sor-szám	Vizsgálat leírása	Vizsgálat, használatos mérési módszer és eszköz
1.	Hézagkiöntés állapota. Kereszt- és hosszhézagok, repedések kiöntetlensége az összes hossz %-ában	Szemrevételezés, fénykép
2.	Lefolyástalan területek a felületen. Pontos hely és kiterjedtség.	Szemrevételezés, helymeghatározás, fénykép
3.	Pumpáló hatásra visszavezethető vízfeltörés, hézaghibák táblánként.	FWD ¹⁾ , Georadar ²⁾ , fénykép
4.	Hézagok mentén táblák függőleges elmozdulása (táblalépcső mérete).	
5.	Süllyedések, billegő táblák.	
6.	Huppanók.	
7.	Hézagszél letörések táblánként. Szélesség, mélység, %-os arány az összes hézaghosszhoz.	Szemrevételezés, helymeghatározás, fénykép.
8.	Repedésszél letörések táblánként. Szélesség, mélység, %-os arány az összes hézaghosszhoz.	FWD, georadar, fénykép
9.	Táblatörés. Helye táblaszámmal megjelölve, hossza, megnyílás szélessége.	
10.	Keresztirányú repedés. Repedés szélesség, hely és mennyiség táblaszám szerint.	
11.	Hosszirányú repedés. Repedés szélesség, hely és mennyiség táblaszám szerint.	
12.	Sarok letörés helye táblaszámmal megjelölve, hossza, megnyílás szélessége.	Szemrevételezés, helymeghatározás. Fénykép.
13.	Mély hámlás. Helye táblaszámmal megjelölve, felülete.	SCRIM mérés
14.	Csúszásellenállás.	

Megjegyzés:

- 1) A nehéz ejtősúlyos behajlásmérő eszköz (FWD) a burkolat teherbírási állapotainak megmérése a hiba környezetében, pl. egy repedés két oldalán, vagy egy billegő tábla esetében.
- 2) A georadar a burkolat alatti viszonyok roncsolásmentes feltárására (pangó víz, tábla alátüregelődés, hézagvasak pozíciója) alkalmas eszköz.

5. táblázat Hézagolt betonburkolatok PCI minősítésében kezelt hibatípusai és veszélyességi fokozatuk

Sorszám	Hiba típus	Veszélyességi fokozat
1	Tábla kivetődés	Magas (3)
2	Saroktörés	Közepes (2)
3	Hosszirányú/keresztirányú/átlós vadrepedés	Közepes (2)
4	Fáradási táblatörés	Magas (3)
5	Hézagkiöntés meghibásodás	Közepes (2)
6	Kis kátyú	Közepes (2)
7	Közmű aknahézaga menti kátyusodás	Magas (3)
8	Kis lyuk	Alacsony (1)
9	Táblapumpálás	Alacsony (1)
10	Táblabillegés	Magas (3)
11	Táblasüllyedés	Magas (3)
12	Kis részekre tört tábla	Magas (3)
13	Zsugorodási repedés	Alacsony (1)
14	Hézag menti leválás	Közepes (2)
15	Levált táblasarok	Közepes (2)

3.2.5. A fenntartás feladatai

A fenntartási stratégiát az állagmegóvó rutin fenntartás, valamint a rehabilitáció körébe csoportosított műveleteket előirányozva lehet tervezni a 6. táblázat szerint. A rutin fenntartás keretében elvégzendő beavatkozásokat a 7. táblázat mutatja be.

A fenntartás feladatai közé tartoznak azok a műveletek, amelyek megvalósítása a pálya állapotát és a forgalom zavartalan lebonyolíthatóságát egyaránt érinthetik, és amelyek a burkolat állapotának megfigyelése keretében megállapított sürgős, esetleg azonnali beavatkozást igénylő burkolat hibákból következnek. Ezek:

- a burkolat felületén létrejött olyan sérülések, melyek a forgalomra veszélyesek lehetnek;
- a hézagok olyan sérülései, amelyek a hézagból letört anyagdarabok miatt azonnali intézkedést igényelnek;
- a burkolatfelület csúszásellenállásának csökkenése.

3.2.6. Karbantartási feladatok

A karbantartás körébe tartoznak

- az azonnali beavatkozást nem igénylő, de a pálya állapotának további romlását meg-
alapozó hibák javítása;
- a hézagok kitöltésének a kitöltőanyag képességei és a forgalmi igénybevétel hatása
által együttesen megszabott ciklusidőben esedékes felújítása a hézagoknál tapasztalt
burkolathibák javításával együtt;
- a burkolatfelület építéskori csúszásellenállásának helyreállítása, amennyiben az az
adott pályára vonatkozó műszaki szabályzatban előírt érték alá esik;
- a vízelvezető csatornák, árkok, aknák stb., rendszeres felülvizsgálatánál tapasztalt
dugulások megszüntetése.

A karbantartási munkákat éves feladatterv keretében szervezve javasolt elvégezni.

6. táblázat Az állagmegóvó rutin fenntartás, valamint a felújítást előkészítő javítások

Hiba	Rutin fenntartás ¹⁾							Rehabilitáció ²⁾			
	Hézag felújítás, repedések stabilizálásánál	Burkolat vastagság szerint részleges mélységű javítás	Táblacsere	Teherátadó és repedést összefogó vasalás	Burkolat felület csiszolás, barázdálás marással	Teherátadás helyreállítása	Aláinjektálás	KFB (slurry seal) vagy vékony aszfalt szőnyeg	Kötött vékonybeton szőnyeg	Nem kötött vékonybeton szőnyeg aszfalt (AC) köz-benső rétegen	
Hézaghibák	Kitöltés kitüremkedése	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kitöltő anyag	megeregedése	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		felkenődése a burkolatra	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		elválása a hézagfaltól	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		lefolyása a repedésből a burkolat alá	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hézagszinór kitüremkedés	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terjeszkedési hézag deformálódása	•						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Funkcionális hibák	Felületi hámlás		•					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Érdesség csökkenése					•					
	Kopás a keréknyomban		•			•					
	Tábla élek és sarkok letörése		•					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Szomszédos táblák relatív magassági elmozdulása					•	•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Zúzalék kipergés (mosott felületből)			•							
Szerkezeti hibák	Tábla	süllyedés					•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		törés		•	•	•		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		kivetődés		•	•			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		pumpálás						•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Hézagvasak korróziója				•		•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Porózus, nem kellően tömör burkolat			•				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Alkáli kovasav korrózió			•				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hossz- és keresztirányú vadrepedések	•			•			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Megjegyzés:

- 1) Eredménye: az elviselt forgalommal arányos teljesítményű állagmegóvott burkolat.
- 2) Eredménye: az elviselt forgalomhoz képest jobb állapotú burkolat.

Bármely burkolat-rehabilitáció előtt elvégzendő javítások.

7. táblázat Az állagmegóvó fenntartás műveletei

Fenntar- tási művelet	A javítás			A beavatkozás várható tartóssága
	típusa	célja	korlátai	
Állagmegóvás	Hézagok kiöntésének megújítása.	Vízbehatolás megszüntetése, összenyomhatatlan anyagok hézagba jutásának megakadályozása.	Hosszútávú hatékonysága kérdéses.	3-8 év
	Padkaszivárgó pótlólagos beépítése.	A felszíni vizek elvezetésének javítása.	Megfelelő szerkezeti kialakítás és fenntartás hiányában gyorsan leromolhat, ha a pályaszerkezet alaprétege 15 %-nál nagyobb mértékben tartalmaz a 0,125 mm-es szitán áteső részeket.	A meglévő burkolat élettartama végéig.
Funkcionális képeségek javítása	A pályalemez vastagságának egy részére kiterjedő javítás.	Hézagszél letörések, felületi hámlások javítása.	Teljes vastagságú javítást igényel, ha a hiba a pályalemez 1/3-ánál nagyobb mélységű.	3-10 év
	Burkolat felület megmunkálása gyémánt szerszámmal csiszolással vagy barázdázással.	A felület utazáskényelmi tulajdonságainak, csúszásellenállásának javítása, vagy helyreállítása.	A felületi egyenetlenség visszatér, ha a pályalemez alatt nem javítják ki az egyenetlenséget okozó hibát.	10-1 2év
Szerkezeti képeségek javítása	Hézagok teherátadási képességének helyreállítása.	Hossz- és keresztirányú hézagok, repedések, törések, hézagok további romlásának megakadályozása.	Sarokletörések javítására alkalmatlan.	10-15 év
	Keresztirányú összefogás.	Hosszirányú repedéseket vagy hézagokat összetart, megakadályozva további megnyílásukat.	További repedések kialakulását nem akadályozza meg.	10-15 év
	Tábla aláinjektálása.	Visszaállítja a tábla egyenetles alátámasztását, csökkenti lehajlást a táblaszéleken, a pumpálás kialakulását és a táblatörés lehetőségét.	Nehéz meghatározni a hatásterületét.	5-15 év
Táblacsere	A teljes mélységű javítás.	A cserére szánt tábla, vagy táblarész eltávolítása. A hézagoknál és repedéseknél a teherátadás helyreállítása.	A pálya egyenetlenségét a javítás miatt készített többlet hézagok rontják.	15-30 év

3.2.7. A fenntartási munkák tervezése és megvalósítása

A fenntartási munkák tervezése során az alábbi általános feltételek teljesülését kell elérni:

- A pályaszerkezet tervezett teherbírását alapvető képességként a tervezési élettartam alatt fenn kell tartani.
- A burkolat felületére és a pályaszerkezetbe jutó vizek elvezetése akadálytalan legyen.
- A burkolatfelület érdességét és egyenletességét az üzemidő alatti ciklikus beavatkozások eredményeként a forgalomba helyezési állapot szintjére kell rendszeresen visszaállítani.
- A keletkezett hibák javítása során a hibát előidéző okokat meg kell szüntetni, hogy további károk ne keletkezessenek.

E célok elérése érdekében a fenntartási munkák technológiáinak helyes megválasztásához és megvalósításuk megtervezéséhez ismerni kell

- a hibák jellegét, terjedelmét és okait,
- a javítási beavatkozások lehetséges technológiáit,
- az útpályaszerkezet és a burkolat tervezett használati élettartamát,
- az üzemidő kezdetétől lebonylódott forgalom nagyságát, az aktuális forgalmi terhelést és annak a tervezett üzemidő végéig várható alakulását,
- a fenntartási munkák végrehajtásának időpontját és időtartamát,
- a tervezett intézkedések költségeit,
- a fenntartási munkák miatt a szóban forgó burkolat forgalmi üzemében felmerülő közlekedési többletköltségeket.

A fenntartás munkák megvalósítása során az építési munkákra érvényes szabványokat, műszaki előírásokat, illetve az adott burkolatra az azt építő vállalkozó által készített Kezelési Kézikönyvében leírtakat kell betartani.

3.2.8. A betonburkolatok rehabilitációja

A betonburkolatú útpályaszerkezetek rehabilitációs stratégiája – hasonlóan az aszfaltburkolatú rugalmas, illetve félmerev pályaszerkezetekhez – a rendszeres állagmegóvó fenntartást feltételezve az újraburkolást is alkalmazó funkcionális és szerkezeti felújításokból áll össze. A stratégia következetes alkalmazása esetén a pályaszerkezeti rekonstrukcióra várhatóan a burkolat tervezési élettartama időtávján lesz majd szükség.

Merev útpályaszerkezetek

- funkcionális és/vagy szerkezeti felújítására akkor kerül sor, ha a szolgáltatási színvonal megőrzését célzó állagmegóvó rutin fenntartással a pálya funkcionális és/vagy szerkezeti képességeit nem lehet a pályára előírt szolgáltatási színvonalon tartani, valamint a rutin fenntartás megvalósítási és társadalmi költségeinek összege jelenértéken meghaladja a rehabilitáció építési és társadalmi költségeit.
- rekonstrukciójának ideje akkor jön el, amikor az eredeti pályaszerkezet tervezési időtartamának vége körül az addig megvalósított funkcionális állagmegóvó fenntartás és az azt kiegészítő funkcionális és szerkezeti felújítások további együttes alkalmazása hatásukban és összességükben is elégtelenek arra, hogy a szerkezetében elfáradt betonburkolatú pályaszerkezetet az adott útvonalra, repülőtérre előírt, vagy az ipari térburkolattól az üzemeltető által elvárt szolgáltatási szinten tartsák.

A felújítás feltétele: a kiszemelt pályaszakasz, vagy térburkolat földműve, víztelenítése, pályaszerkezetének alaprétegei, műtárgyai, olyan állapotban vannak, hogy a pályaszerkezet burkolatának rehabilitációja során azokat nem kell szerkezetileg felújítani.

A rehabilitáció előkészítéseként a útpályaszerkezetet és burkolatát vizuális burkolatállapot felvételnek kell alávetni (pl. PCI), nehéz ejtősúlyos behajlásmérővel (FWD) meg kell állapítani a pályaszerkezet aktuális teherbírási képességét, beleértve az egyes szerkezeti rétegek merevségét, a hézagok teherátadó képességét, a betontáblák alátámasztási állapotát, valamint a betonburkolat anyagának a lebonyolított forgalom hatására kialakult aktuális fáradási szilárdságát. Ez utóbbi becslését megalapozza a betonburkolat hajlító-húzószilárdsága fáradási tulajdonsága meghatározására külföldön végzett tömeges vizsgálatok eredményeiből a magyarországi alkalmazásra kiválasztott és 15 % hibavalószínűségű alábbi összefüggés:

$$\log N = 16,72 - 16,13 \times (\sigma_{\max}/F_t) \quad \text{Könyv (12/3)}$$

ahol σ_{\max} : a forgalmi terhelés és az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás által létrejövő feszültség, F_t : a hajlító-húzószilárdság, N: terhelésismétlések száma.

Az összefüggést a feszültség arányára kifejezve az alábbi egyenletet kapjuk:

$$\sigma_{\max}/F_t = 1,037 - 0,062 \times \log N \quad \text{Könyv (12/4)}$$

Ezen felül georadar használatával meg kell még határozni a betonburkolat vastagságát, a pályaszerkezet rétegei csatlakozó felületeinek állapotát, a teherátadó vasalások térbeli helyzetét. Könnyű ejtősúlyos eszközzel meg lehet még mérni az FWD teherbírási mérésből kiszűrhető kritikus helyeken a földmű tükör teherbírását, és ha van kötőanyag nélküli alapréteg a pályaszerkezetben, akkor annak teherbírását is.

E vizsgálatok értékeléséből meghatározhatók az alkalmazni kívánt vékony-, vagy vastag-rétegű burkolatfelújítási módszerek. Ezek választékát a 8. táblázat foglalja össze.

9. táblázat Magánutak és ipari-kereskedelmi térburkolatok betonburkolatainak felújítási és rekonstrukciós technológiái

Felújítási művelet	A technológia			A beavatkozás várható tartóssága
	típusa	célja	korlátai	
Funkcionális	Hideg keveréses és terítési technológiával, modifikált bitumenumulzióval készített két-rétegű un. KFB bevonat.	A funkcionális képességek közül a csúszásellenállás, a felületi egyenetlenség javítása	Jó teherbírású, leromlott felületű pályán alkalmazható. Szerkezeti erősítést nem ad. A felületen a reflexiós repedések a betonburkolat hézagai fölött megjelennek	3-6 év
	SAMI rétegen vékonyaszfalt szőnyegezés, a betonburkolatú pálya kompozit burkolatúvá alakítása.		Jó teherbírású, leromlott felületű pályán alkalmazható. Szerkezeti erősítést nem ad. A felületen a reflexiós repedések a betonburkolat hézagai fölött késleltetve jelennek meg.	8-10 év
	Méretezett, esetleg vasalással erősített hézagolt, nagyon vékony beton burkolat		Jó teherbírású, leromlott felületű pályán alkalmazható. Szerkezeti erősítést nem ad. A felületen a reflexiós repedések csak a nagyon vékony betonburkolat és az alatta lévő hézagolt betonburkolat hézagkiosztásának kifogástalanul összehangolt megvalósítása esetén nem jelennek meg.	8-10 év
Szerkezeti	Méretezett, hézagaiban vasalt vékonybeton burkolat	Új funkcionális teljesítőképessegek kialakítása mellett a pályaszerkezet megerősítését is jelenti.	Jó teherbírású, leromlott felületű pályán alkalmazható. Szerkezeti erősítést ad.	15-20 év
	Méretezett, hézagaiban vasalt, esetleg folyamatos vasalású új betonburkolat, vagy kompozit burkolat, amelynek alaprétegeként a felszínében és hézagaiban stabilizált régi betonburkolatú pálya szolgál.		Jó teherbírású földművön fekvő, leromlott felületű, elfáradt burkolatú pályaszerkezet esetén alkalmazható. Szerkezeti erősítést ad. Korlátja az aluljárók úrszelvény magassága.	30-40 év
	Méretezett aszfaltburkolat, az összetört és leültetett (crack and seat) betonburkolatú régi pályaszerkezetet alapréteggként használva, azon SAM réteget beépítve a reflexiós repedések kialakulásának késleltetésére, vagy megakadályozására.		20-25 év	

3.2.9. Betonburkolat rehabilitációja aszfaltburkolattal

Betonburkolatok hengereltaszfalt burkolattal való rehabilitációjára akkor kerül általában sor, ha a pályaszerkezet

- 1) teherbírása és szerkezeti állapota is jó, de a burkolat felületi tulajdonságaiból az egyenletessége nem tartható már a rutinfenntartás eszközeivel az előírt színvonalon fenn és esetleg felszíni vízelvezetési problémák megoldására hossz-szelvényi és kereszt-szelvényi beavatkozások is szükségesek.
- 2) teherbírása, szerkezeti állapota rossz, állapota a rutinfenntartás eszközeivel nem hozható az előírt színvonalra és a betonburkolattal való rehabilitáció bármi okból nem reális alternatíva.

A betonburkolatok aszfaltburkolatokkal való rehabilitációja során legalább kettő de inkább háromrétegű aszfaltburkolattal kell számolni (kiegyenlítő, kötő- és kopóréteg) és gondoskodni kell megfelelő teljesítményű SAM, vagy SAMI beépítéséről a reflexiós repedéseknek az aszfaltburkolat felületén való megjelenésének késleltetése, vagy megakadályozása végett.

Ad 1). Ebben az esetben a rehabilitációra szánt betonburkolatot legalább jó szerkezeti állapotba kell hozni, minden hézagát kitisztítva és újraöntve, repedt tábláit kicserélve, vadrepedéseit teherátadó horgonyvasak beépítésével, billegő tábláit injektálással stabilizálva. Ezt követően alkalmas SAMI réteg felhordásra, majd az aszfaltburkolat elkészítésére kerülhet sor.

Ad 2). Ez az az eset, amikor a betonburkolatú pályaszerkezetet aszfaltburkolatúvá alakítják át, a rehabilitálására szánt betonburkolatú pályaszerkezetet az aszfaltburkolatú pályaszerkezet alaprétégévé téve. Az összetört és leültetett betonburkolaton elvégzett teherbírás mérések ismeretében megállapítható az új alapréteg teherbíró képessége. Ebben az esetben is figyelemmel kell lenni arra, hogy a méretezési eljárások sem kezelik a reflexiós repedések problémáját. Ezért a burkolat megerősítés rétegrendjébe a kiegyenlítő aszfaltrétegre alkalmas SAM réteget kell tervezni.

Ábrák jegyzéke

1. ábra	A hengereltbeton-burkolat építés gépei. (Könyv F10.19 ábra)
2. ábra	A beépítési sávok sorrendje
3. ábra	Hézagok készítése KRAFT berendezéssel hengereltbeton alaprétegbe.

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat	A tömörítési hengermentek legkisebb száma és ezzel tömöríthető legnagyobb rétegvastagság
2. táblázat	Hézagolt betonburkolatok lehetséges hibái
3. táblázat	Burkolat-specifikus hibák kockázati besorolása hézagolt betonburkolatok esetén
4. táblázat	A megfigyelni javasolt burkolathibák listája és a megfigyelés módszerei
5. táblázat	Hézagolt betonburkolatok PCI minősítésében kezelt hibatípusai és veszélyességi fokozatuk
6. táblázat	Az állagmegóvó rutin fenntartás, valamint a felújítást előkészítő javítások
7. táblázat	Az állagmegóvó fenntartás műveletei
8. táblázat	Magánutak és ipari-kereskedelmi térburkolatok betonburkolatainak felújítási és rekonstrukciós technológiái