

IPARI PADLÓK - TECHNOLÓGIA, ALKALMAZÁSOK, PROBLÉMÁK

Szabó Mónika* - Farkas György**

RÖVID KIVONAT

Általános értelmezés szerint az ipari padló nehezen sorolható be a hagyományos szerkezeti elemek közé. Lamprecht szerint: „Az ipari padló nem tartozik a magasépítéshez. Az ipari padló nem tartozik a mélyépítéshez. Ezért az egész egy elhanyagolt terület, amiért senki sem tartja magát illetékesnek.” Az elmúlt két évben a magyarországi beruházások költségének közel a felét csarnokszerkezetek (raktárak, gyárak, bevásárló központok) építése teszi ki. Egy csarnokszerkezet megvalósulási költségének a fele a vázszerkezet, a másik fele a padló építésének a költsége. A beruházók megpróbálják a padló költségét a minimálisra csökkenteni, bár tisztában vannak azzal, hogy a később megjelenő károsodások javítása igen költséges dolog. Cikkünk célja, hogy bemutassuk az ipari padlókkal szemben támasztott követelményeket és összefoglaljuk a később megjelenő problémák kialakulásának okait.

1. AZ IPARI PADLÓK ÉPÍTÉSÉNEK TECHNOLÓGIÁJA, A TECHNOLÓGIA FEJLŐDÉSE

Az ipari padlók építési technológiája az utóbbi húsz évben nagyon sokat fejlődött [2], [8]. Az 1980-as években a padlók több réteggel készültek és emiatt hosszú volt az építési folyamat. Ennek tipikus rétegrendje az 1. ábrán látható. A padló teherviselő rétege C12/16-os (B200-as) beton, ami az alacsony betonszilárdság miatt rossz felületi kopásállóságú és nem vízzáró.

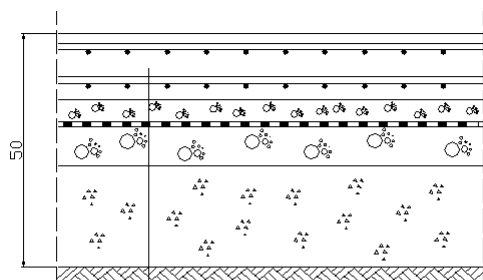
A '90-es évek végétől terjedt el a 2. ábrán látható rétegrend. A teherviselő réteg itt C25/30-as acélszál erősítésű beton. Az ipari padlóba beépített acélszál a jelenleg felhasznált összes acélszál 70%-a. Az igen magas felhasználás mellett sok elméleti kérdés, mint pld.: a tervezés, minősítés, szabványosítás nem teljeskörűen megoldott. Ez nem magyar jelenség, mert a mérattani szabványok, előírások nemzetközileg is kidolgozatlanok. Ennek ellenére a szál erősítésű betonok elterjedése az ipari padlóépítésben feltartóztathatatlan. Nagyon fontos, hogy a szálas betonok alkalmazásakor a kényes helyeken (alapok, sarkok, lemezszélek) kiegészítő hagyományos lágyvasalást is kell alkalmazni.

1.1. A betonacél és az acélszál alkalmazása közötti különbség

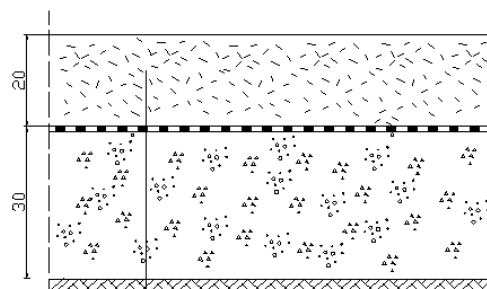
A betonacélhálóval történt vasalás esetében a vasalásnak a szerepe a berepedt keresztmetszetben fellépő húzóerő felvétele [9],[11],[16].

* okl. építómérnök, tudományos segédmunkatárs, BME-MTA Vasbeton Kutatócsoport

** okl. építómérnök, Dr. habil., egyetemi tanár, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke



15 cm vasalt beton B200
5 cm aljzatbeton-védőbeton szigetelés
10 cm aljzatbeton
20 cm kavics ágyazat



7 kg/m ² szárazhabarcs bedolgozás
C25/30betonréteg
2 rtg PE fólia
homokos kavics vagy zúzottkő ágyazat

ágyazási tényező $k_{min}=0,05 \text{ N/mm}^3$

1. ábra: Betonpadló 1980-ban [8]

2. ábra: Betonpadló 2002-ben [8]

Az alul-felül elhelyezett háló esetén az átlagos vasmenyiség általában 50 kg/m^3 . Ez a betonacél mennyiség nem elegendő az első repesztő erő lényeges megnöveléséhez, de a betonlemez teherbírása jelentősen megnövekszik.

Ha a betonlemezbe 40 kg/m^3 nagyteljesítményű (ha az l/d arány >80 -nál, azaz pl.: ha 60 mm hosszúságú szálát alkalmazunk, akkor 0,8 mm átmérettel kell rendelkeznie) acélszálát helyezünk el, akkor 170.000 szál található 1 m^3 betonban. Az ilyen jellegű vasalás alkalmazásával a repesztő erő és a lemez alacsony terhek esetén kedvezőbb viselkedik, mint a hagyományos betonacél háló esetében [15].



3. ábra: Laser Screed



4. ábra: Laser Screed a felület simítása közben

A két vasalási típus kivitelezési költsége közel azonos. A kivitelezési időt összehasonlítva az eltérés lényeges, mivel hegesztett hálós vasalás esetén 600 m², míg acélhajas padló alkalmazása esetén a teljesítmény 1000-1200 m² padló készíthető naponta.

Az utóbbi években elterjedt Laser Screed technológias bedolgozás teljesítménye elérheti a napi 2500 m²-t is. Ez a magyarázata az acélhajas padló gyors elterjedésének.

1.2. A betonpadló legújabb (Laser Screed) technológiája

A következő ábrákon bemutatjuk a Laser Screed felület-képzés lépéseit [1], [3]. A 2. ábrán lévő betonpadló 30 cm-es 95%-os tömör-ségu zúzottko agyazatát több rétegben hordják fel és tömörítik. A súrlódáscsökkentés miatt a szemcsés agyazat felett 10-20 cm vastag finomréteget építenek be, amelyre kétrétegu fóliát helyeznek el (3. ábra).



5. ábra: A kopóréteg felhordása por alakban közvetlenül a felület simítása után

A gyurodások csökkentése érdekében fokozottan kell ügyelni a kétrétegu fólia gyurodésmentességére, ugyanis a gyurodás a repedések kiindulási pontja lehet.

A mixerkocsival szállított betont kiöntés után emberi erővel terítik szét a fólián. A betonfelület szintezését és simítását a Laser Screed végzi (3. ábra) [10]. A gép hidraulikusan működtetett, 7 m-ig kinyúló teleszkópos karjának végén 4 m fesztávolságú lehúzó fej van (4. ábra), melynek mindkét végére, a csarnok egyik oszlopára rögzített adóval folyamatosan kapcsolatban álló egy-egy lézeres érzékelőt helyeztek el. A folyamatos szintezés teszi lehetővé a magasraktár funkció betöltéséhez szükséges síktolerancia elérését, azaz 2,5 m-en a megengedett 3,0 mm szintkülönbséget.

A felület lesimítása után közvetlenül viszik fel a por alakú kopóréteget (5. ábra) [14]. A gép kinyúló karjában előre kimért mennyiségű port számítógépes vezérléssel adagolják, így a kar visszahúzásának sebessége és a fej nyitottságának függvényében szabályozható a réteg vastagsága. Az ipari padló betonjának víztartalmát úgy kell megválasztani, hogy a felületre felúszó vízmennyiség át tudja itatni a porréteget, de ne legyen túl sok sem, mert a beton víz-cement tényezőjét 0,5 érték alatt ajánlott tartani.

A beton kezdeti kötésének lezajlódása után (hőmérséklettől függően 2-5 órával a bedolgozást követően) történik a porréteg felületbe való bedolgozása körtárcsás simítógéppel. Ügyelni kell arra, hogy a simítás minimális energiabevitelrel történjen, mert erős bedolgozás esetén a beton felületére felúszott habarcsréteg is megsérülhet, ami a felület minőségi problémáihoz vezethet.

A bedolgozott felületre egy párazáró réteget permeteznek, amely csökkenti a felület zsugorodásának mértékét, illetve befolyásolja a beton és a kopóréteg zsugorodáskülönbségből eredő elválást [13].

A padlót készítésekor dilatációs egységekre bontják és egy egységet betonoznak be egy ütem alatt. Ezt az építés kezdetén acéllemezekkel biztosítják. A bedolgozást követően vakházakat is kialakítanak, amelynél nem teljes mélységében vágják be a padlót pl.: az oszlopok környékén.

A bedolgozott és utókezelő szerrel kezelt padlót a munka befejezésekor száraz Terfil paplannal terítik le és leterhelik, hogy a hofejlődésből és a felületi hőleadásból adódó hőmérsékletkülönbség hatására létrejövő alakváltozást minimalizálják. A bedolgozást követő 10 órán belül megkezdik a paplan fokozatos nedvesítését és megszüntetik a leterhelést. A beton 10 napos koráig biztosítani kell a paplan nedvesen tartását, ami csak a hézagvágás időtartalmára függeszthető fel.

2. AZ IPARI PADLÓKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Az ipari padlókat többnyire csarnokok, raktáráruháznak padlójaként alkalmazzák. Ez határozza meg a padlók terheit, melyek a mai magyar előírások szerint a következők

- a járműforgalom kerékterhe $Q \leq 40\text{kN}$
(pl.: villástargonca 7 tonna önsúllyal, vagy 12 tonna önsúlyú teherautó)
- guminyomás tömles járműnél $p \leq 6\text{ bar}$
- kontakt nyomófeszültség a kerék és a padló között $p \leq 0,6\text{ N/mm}^2$
- pecsénnyomás a polclábak alatt $p \leq 1,0\text{ N/mm}^2$
- teherismétlődés $f \leq 100\text{ naponta}$

A betonpadlók mai jellemző rétegei (2. ábra) a teherbíró ágyazat, a csúsztató réteg és a betonlemez, amely általában C25/30 szilárdságú acélszálas beton [8], [12]. A betonlemez és az alatta lévő réteget úgy kell elválasztani egymástól, hogy a lemez szabad mozgása ne legyen gátolva. Ez pl. 2 rétegben elhelyezett PE fóliával érhető el.

Az egyes rétegekkel szemben támasztott követelmények a következők [8]:

- a ágyazat egyenletesen teherbíró legyen, $E_{v2} \geq 45\text{ MN/m}^2$
- a talaj síktoleranciája: 4 m-en $\leq 3\text{ cm}$ lehet,
- a kavics vagy zúzottkő ágyazat egyenletesen teherbíró legyen , $E_{v2} \geq 100\text{ MN/m}^2$, ezt terhelési próbával kell igazolni,
- a kavics vagy zúzottkő ágyazat síktoleranciája: 4 m-en $\leq 2\text{ cm}$ lehet,
- az elválasztó PE fólia terhelhetősége $\geq 140\text{ g/m}^2$,
- betonlemez min. vastagsága 20 cm, betonszilárdsága C25/30, a víz-cement tényező $v/c \leq 0,5$,
- az utólag vágott dilatációs hézagok 3-4 mm szélesek és min. 60 mm mélyek, a hézagok távolsága $\leq 6,0\text{ m}$,
- a felső felületi kopóréteg gépi simítással felhordott szárazhabarcs ,
- a kopóréteg síktoleranciája 4m-en $\leq 10\text{ mm}$,
- a felület kopásállósága $7\text{ cm}^3 / 50\text{ cm}^2$

3. MEGLÉVO PADLÓKNÁL ÉSZLELT HIBÁK TÍPUSAI ÉS OKAIK

Az utóbbi 10 évben készült padlók minősége jelentősen javult, de még előfordulnak olyan hibák, amelyek kiküszöbölésére nem született megfelelő eljárás.

Egyik legsúlyosabb probléma az ágyazat nem megfelelő minősége, amely a szerkezetet funkcionálisan károsítja. Megfelelo minőségű ágyazat esetén a padló élettartama alatt repedésmentes. A hibás ágyazat kialakulását befolyásolja [7]:

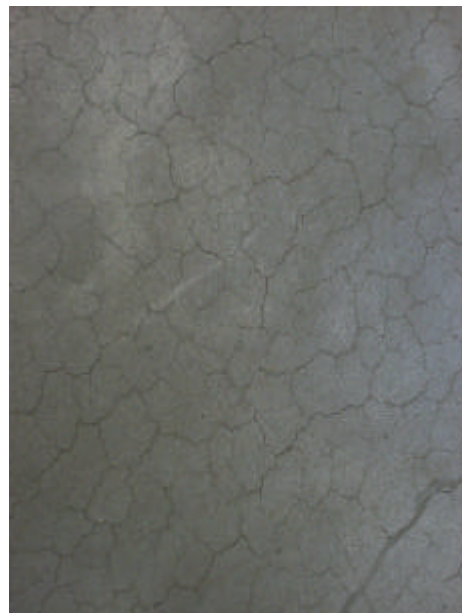
- a nem megfelelő tömörség, azaz hogy a homokos kavics réteg nem kellően tömörített,
- ha az ágyazat elkészítése során a rajta közlekedő gépjármű mély keréknyomot hagyott, vagyis nincs meg a tükör megkövetelt egyenletessége,
- ha az építés télen történt és a talaj megfagyott, majd kiolvadva megsüllyedt,
- ha a csarnok alatt különböző minőségű talajok vannak, így a süllyedés mértéke különböző,
- ha a nem megfelelő víztelenítés miatt az ágyazat elázott.

Az általaj minősége általában nagyobb bizonytalanság, ezért az ágyazati hibák kiküszöböléséhez komoly odafigyelésre és ellenőrzésre van szükség.

Egy esetlegesen nem megfelelően megtervezett bővítés során, az eltérő technológia következtében a két padló csatlakozásánál repedések léphetnek fel (6. ábra), mivel az új rész építési technológiája, terhelése, nagysága eltér az eredetitol.



6. ábra: Különböző típusú padlók egymás mellett



7. ábra: A „jellegzetes” repedéskép

Ha az ágyazat elkészítésére nem fordítottak elegendő figyelmet, az megsüllyedhet és a betonpadló megrepedezik. Repedezettséget okoz az eltérő kopóréteg alkalmazása is, pld. két egymás mellé kerülő padlónál korábban a padló építéséhez nedves esztrichet használtak, a ma már elterjedt száraz esztriches technológia helyett. Ez esztétikailag teljesen más megjelenésű padlófelületet eredményez (6. ábra). Érdekesképpen megemlíthető, hogy a képen a repedezett padló készült utólag. Felmerül a kérdés, hogy ez a kivitelező vagy a technológia hibája?

Az 7. ábrán látható jellegzetes repedéskép általános kialakulásának oka lehet a nem megfelelő receptúra vagy a nem megfelelően alkalmazott technológia.

A repedezettségek típusai [1], [3] a következők:

- *Hajszálrepedésekről* akkor beszélünk, ha a beépítést követő első órákban a beton felület gyors lehülésnek, vagy kiszáradásnak van kitéve. Ezt okozhatja huzat, vagy szél. Elkerülése érdekében a csarnok nyílásait le kell zárni a padló építésénél. Ezek a repedések igen finomak, nagyon rövidek, és csak néhány milliméter mélységűek.

- A *hálós repedések* hosszúsága 10-50 cm-t is elérheti, de tágasságuk 0,2 mm alatt van és a mélységük csak néhány centiméter. Kialakulásuk oka szintén a gyors kiszáradás. Ilyen felületi képet adnak a nagyobb víztartalmú betonok. Ezeknek a repedéseknek kezdetben nincs teherbírás csökkentő hatásuk, azonban idővel kitágulhatnak, és mélyülhetnek, ami már teherbírás csökkenéshez is vezethet.

- A harmadik repedés fajta az *átmeno repedés*. Ezek általában elágazóak, és hosszúak, tágasságuk akár a 2 mm-t is elérheti. Az ilyen típusú repedések oka valamilyen muszáj hiányosság: zsugorodás, az altalaj süllyedése, hőmérsékleti különbség. Abban az esetben, ha a repedés tágassága nagyobb, mint 0,2 mm és a mélysége 3 cm-nél kisebb, epoxi-gyantás javítása lehetséges (8. ábra).



8. ábra: Epoxi-gyantával javított repedés

A javítás esztétikailag sohasem megfelelő, a színe eltér a betonpadló eredeti színétől és a kivitelezés sem tökéletes. A szintkülönbség megmarad a repedés és a felület között. A nem megfelelő javítás hozzájárul a repedés szélének kitöredezéséhez, ami újbóli, költséges javítást von maga után. Az ilyen típusú repedéseknél mindig számítani kell a repedés további növekedésére.

A 0,2 mm-nél tágasabb és 3 cm-nél mélyebb repedéseket oldószermentes epoxi-gyanta alapú injektálógyantával kell kiinjektálni, ami ero átadására képes.

Ha mozgásokra továbbra is számítanunk kell, a repedéseket elasztikus anyaggal, pld.: poliuretán-gyanta alkalmazásával kell kiinjektálni.

A nem megfelelően megválasztott technológiájú anyag (repedés nagyság, terhelés, mozgások nem megfelelő figyelembevétele) a kiinjektált repedések újbóli megrepedezéséhez vezethet (9. ábra). A gyantás javítás ridegebb felületet jelent, mint a betonpadló és emiatt pl. a targonca kerékterhének hatására nem a padló széle törik le, hanem a gyanta fog szétrepedezni. A csaknem repedésmentes és kellemő kopási szilárdságú felületet előfeltétele a megfelelően megválasztott utókezelés. A nem megfelelő utókezelés porzó, hálósan berepedezett betonfelületet eredményezhet. A megfelelő utókezelés védi meg betont a túl gyors lehűléstől és a kiszáradástól.



9. ábra: Az epoxi-gyantás javítás megrepedése

Igen gyakori hiba a felső koptató réteg elválása a betonfelülettől [5]. Az elvált réteg először csak kopogó hangot ad, később pedig fokozatosan felválk a beton felületéről. A foltok helyén lokális szintkülönbségek jönnek létre és ez akadályozza a targoncák pontos működését. Ebben az esetben, ha a teljes leválás megtörtént, a javítás nehezen kivitelezhető, mert a hiány kis mélységű, de nagy területű. Ennek kitöltésére csak olyan megoldások fogadhatók el, amelyek teherbírása és kopásállósága megegyezik a padlóéval.

Ha a két réteg nem vált el teljesen egymástól (nem jelentkezik a kopogó hang), akkor egy nagy fluiditású gyanta beinjektálásával megpróbálható az elvált részek összeragasztása.

A felületen megjelenő elszíneződések esztétikai problémát jelentenek. Ez a takarításból adódó mosószerek oldó, koptató hatásának az eredménye.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ipari padlók építése az utóbbi években nagy változáson ment keresztül. A rövid építési idő olyan technológia kialakítását követeli meg, melynek alkalmazása rövid idő alatt megfelelő teherbírású, kopásállóságú és esztétikai követelményű padlót eredményez. Sajnos a hiányosságok, a tapasztalatlanság igen sok hiba forrása. Hazánkban és nemzetközileg nincs általános előírás megfelelő minőségű padlók építésére. Ezért szükség lenne egy olyan általános technológiai utasítás megalkotására, amely figyelembe veszi az elméleti megfontolásokat, a kísérleti eredményeket és a kivitelezési tapasztalatokat.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a BME stratégiai céljainak megfelelő kutatás-fejlesztési programjának és az MTA Támogatott Kutatóhelyek Vasbeton Kutatócsoport kutatási programjának a részét képezi. A szerzők köszönetüket fejezik ki a támogatásért.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Gottfried Lohmayer: Betonböden im Industriebau (Betonpadlók az ipari építésben) , *Bundesverband der Deutschen Zementindustrie*, Köln, 6-dik kiadás 1999.
- [2] Peter Seidler: Handbuch Industriefussböden (Ipari padlók kézikönyve), 1994.
- [3] Gottfried Lohmayer - Karsten Ebeling: Ipari betonpadlók építése, Csarnokok és térburkolatok, *Magyar Építőanyagipari Szövetség Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft.*, Budapest, 2001
- [4] Readymix Readyfibre-Floor: Der werksgemischte Stahlfaserbeton für monolitische Bodenplatten, gemäss österreichischer Richtlinie Faserbeton, *Produktkatalog*, Wien, 2001
- [5] Szalai Kálmán – Farkas György: A betonpadlók technológiájának problémái, a megoldás kutatásfejlesztési programja (I. rész), Budapest, 2002.04.10.
- [6] Bekaert: Dramix, Stahldrahtfasern für Industrieböden, Produkten, Österreich, 2002
- [7] Dr. Szalai Kálmán – Dr.Huszár Zsolt – Dr. Lovas Antal: Szakvélemény a szegedi Praktiker áruház padlószerkezetének állapotáról, Budapest, 2001. február 10.
- [8] Polgár László: Ipari betonpadlók. Tervezés, építési technológia, költségtényezők, *Betonévkönyv 2000. ÉTK., MÉASZ.*, Budapest, 2000. pp.: 81-91
- [9] Dr. Balázs L. György - Polgár László: A szálerosítésű beton múltja, jelene és jövője, *Vasbetonépítés* 1999/1 szám, pp.: 3-10
- [10] Polgár László: Ipari padlók. Korszerű követelmények a hazai gyakorlatban, *Alaprajz*, 1998/7 szám, pp.: 56-58
- [11] Polgár László: Acélszál-erosítésű betonok alkalmazása ipari padló építésében, S Szálerosítésű betonok – kutatástól az alkalmazásig –1999.Március 4., *FIB Konferencia kiadvány*, Budapest, 1999. (Szerkesztő: Dr. Balázs L. György), pp.: 229-234
- [12] Polgár László – Novák László: Európa egyik legnagyobb ipari termelő beruházása: A General Electric Veresegyházi gyártóüzeme – 5.1 A padló kialakításának jellemző kritériumai, *Vasbetonépítés*, 2001/1 szám, pp.: 6-8
- [13] Dr. Buday Tibor: Betonadalékszerek, *Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft.*, Budapest, 1999
- [14] Gajda József : Különleges padlóbevonatok, *Magyar Építéstechnika*, 1997/3 szám, pp.: 8-9
- [15] Perjés Zoltán: Acélhajas vasalatú padlók, *Építomester–Szerkezetépítés*, pp.: 24-25
- [16] Szabó Mónika - Dr. Szalai Kálmán - Dr. Farkas György- Dr. Kiss Rita: Ipari padlók napjainkban, MTA-BME Muszaki Mechanika Kutatóközösség konferenciájának kiadványa, 2002. január 30