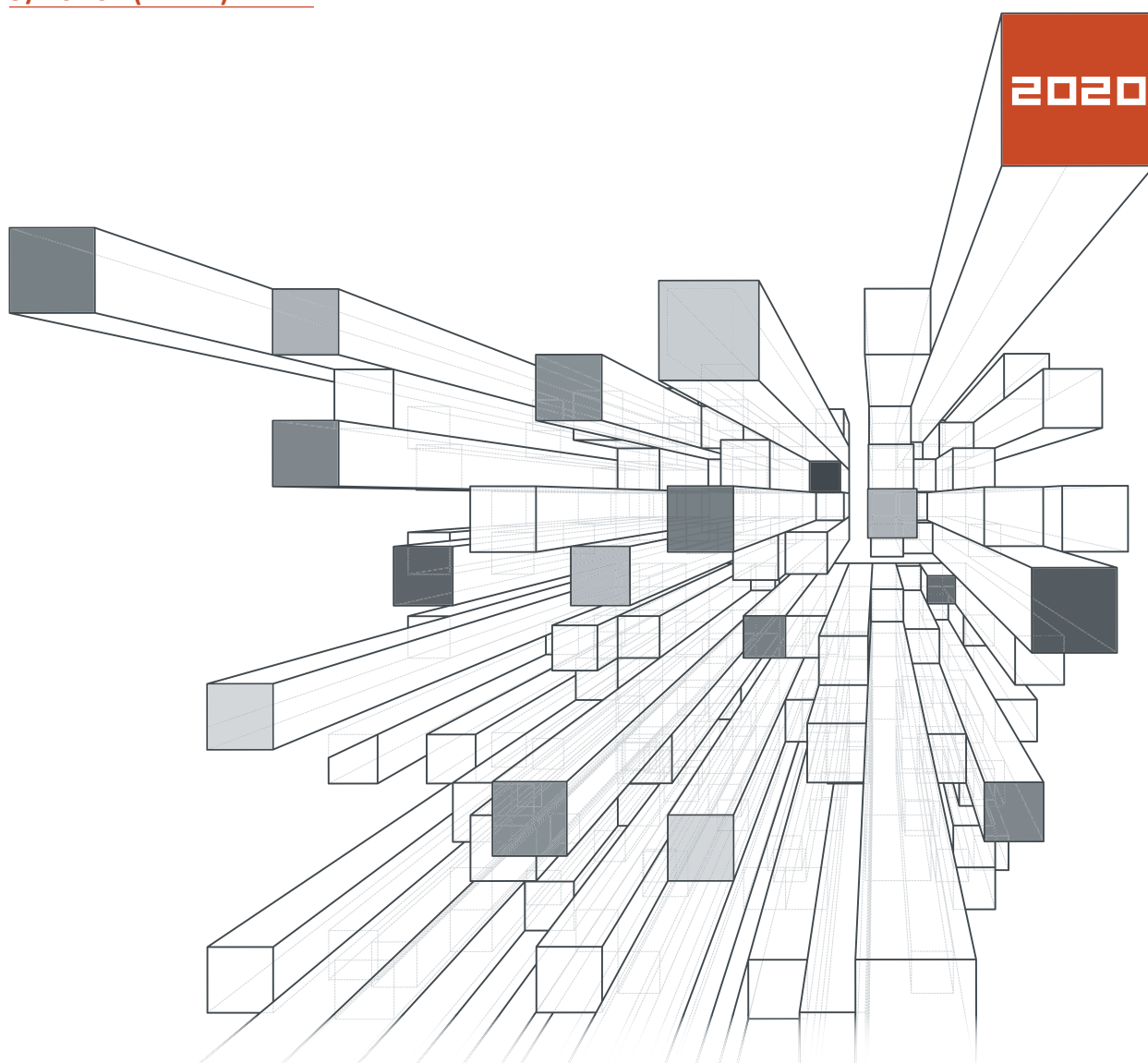


➤ IPARI PADLÓK TERVEZÉSI ÉS KIVITELEZÉSI SZABÁLYAI

IPARI PADLÓK, PADOZATI ANYAGOK, RÉTEGEK,
TULAJDONSÁGOK, KÖVETELMÉNYEK

5/2020. (V.11.) ÉPMI



ÉPÍTÉSÜGYI MŰSZAKI IRÁNYELV



SZÉCHENYI 2020



HUNGARIAN
GOVERNMENT

European Union
European Social
Fund



INVESTING IN YOUR FUTURE

ELŐSZÓ

Az építőipar fejlődésével, az építésügyi szabályozási környezet folyamatos változásával az építési és üzemeltetési folyamat szereplőire egyre összetettebb feladatok hárulnak. Ezen feladatok ellátása – a szakmai ismereteken túl – nagymértékben a hatályos jogszabályok, valamint a szabványok alkalmazásán alapul.

Az építési és üzemeltetési folyamat szereplőinek napi munkájához az építésügyi műszaki irányelvek gyakorlati segítséget nyújtanak.

Bízunk abban, hogy az újjáélesztett, és az építési törvényben szabályozott építésügyi műszaki irányelvek az építésügy minden területén fontos eszközeivé válnak a minőség biztosításának, és ezáltal a gazdaság fejlődésére hosszútávú hatást gyakorolnak.

Az építésügyi műszaki irányelv az építésügyi szereplőket, az építőipart támogató olyan önkéntesen alkalmazható szabályozási eszköz, amely hatékonyan, és gyorsan tud válaszolni az iparág külső és belső műszaki és gazdasági kihívásaira.

Az építésügyi műszaki irányelv lényegében módszertan arra, hogy az elvárásokat, követelményeket hogyan lehet hatékonyan teljesíteni mindazon területeken, ahol jogszabály, szabvány nem ad, vagy nem teljes körűen ad útmutatást, illetve minden olyan esetben, ahol több szabványt, szabályt kell egyidejűleg alkalmazni.

Az építésügyi műszaki irányelv főbb jellemzői:

- ▶ szakmaiság, közérthetőség;
- ▶ tömörség, könnyen kezelhetőség;
- ▶ egységes tartalmi és formai rend;
- ▶ rendszerezettség;
- ▶ mindenki számára biztosított hozzáférés.

Az építésügyi műszaki irányelvek alkalmazása önkéntes. Azonban abban az esetben, ha műszaki tartalmú jogszabályban, szerződésben, illetve mellékleteiben kerül rögzítésre, úgy az kötelező érvényű.

Az építésügyi műszaki irányelvek elfogadását széles körű szakmai egyeztetés előzi meg, annak érdekében, hogy a bennük foglaltak szakmai konszenzuson alapuljanak.

Ezúton köszönjük meg az előkészítésében résztvevő szakemberek lelkiismeretes és áldozatos munkáját, amely nélkül jelen építésügyi műszaki irányelv nem jöhetett volna létre.

Szintén köszönettel tartozunk az állami szervezetek támogató anyagi és szakmai közreműködéséért.

Külön köszönet mindazon szakmai szervezeteknek és munkatársaiknak, akik munkájukkal segítették az építésügyi műszaki irányelv létrehozását.

ÉMSZB Titkársága

<u>ELŐSZÓ</u>	2
1. TÁRGY, ALKALMAZÁSI TERÜLET	6
2. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK	6
3. AZ IPARI PADLÓK LEGFŐBB JELLEMZŐI	8
3.1. Szerkezeti kialakítás szerinti fő csoportok	8
3.2. Rendeltetés szerinti fő csoportok	8
4. IPARI PADLÓK TERVEZÉSE	8
4.1. A tervezéshez szükséges kiindulási adatok	9
4.1.1. A tervezési program javasolt felépítése az építészeti szakterület számára	11
4.1.2. A tervezési program javasolt felépítése a tartószerkezeti szakterület számára	14
5. KÖVETELMÉNYRENDSZER	16
5.1. Geotechnikai fogalmak, ajánlások, követelmények	16
5.1.1. A rugalmas alátámasztású ágyazat és a felette lévő ipari padló együtt dolgozása	16
5.1.2. Az ágyazatot, talajréteget jellemző E_2 és $k(c)$ tényezők közötti összefüggés	16
5.1.3. Az ágyazatok E_1 és $k(c)$ tényezője közötti összefüggés	16
5.1.4. A tömörödési tényező: T_t	16
5.1.5. A tárcsás mérés eredménye és a süllyedés számítással meghatározott eredményének viszonya	17
5.1.6. A dinamikus terhelésű padlólemezek billegésének okai	17
5.1.7. A talajszilárdítással (pl. talajstabilizáció) kezelt ágyazat megfelelősége	17
5.1.8. Ágyazat elkészítésének talajmechanikai követelményei, vizsgálatok bedolgozási technológiák, alkalmazható anyagok paraméterei	18
5.2. Talajvizsgálati módszer a jó minőségű ipari padló tervezéséhez, kivitelezéséhez	18
5.2.1. Altalaj mélyebb rétegei	18
5.2.2. Ágyazat és altalaj	18
5.3. Az ipari padló alatti termett talajok követelményei, megfelelősége	19
5.3.1. Geotextília elválasztó réteg készítése	20
5.3.2. Alkalmatlan altalaj típusok	20
5.3.3. Javítási lehetőségek	20
5.3.4. Vizes vagy gyenge teherbírású altalajok szilárdítása	20
5.3.5. Az ágyazat tömörítési vastagsága, a mérések száma	20
5.3.6. Az ágyazat anyaga	20

5.3.7. Speciális megoldási lehetőségek az ágyazat hosszú távú rugalmasságának biztosítására intenzív terhelés esetén	20
5.3.8. Geotechnikai tervező szerepe	21
5.3.9. Az ágyazat felső kiékelésének anyaga	21
5.3.10. Homokos kavics talajjavító réteg és a zúzottkő ágyazat értékelésének menete teherbírás, tartósság, roskadásmertesség tömöríthetőség tekintetében	21
5.3.11. A DPH-nehéz verőszondázási eljárás lényege, működése	21
5.3.12. Mennyi szondázási ütésszám igazolja a megfelelőséget	22
5.3.13. Az alépitmény szemrevételezésének szükségessége	22
5.3.14. Az ágyazat utótömörödése	22
5.3.15. Az ágyazat eredeti rugalmas képességének elvesztése	22
5.3.16. Az utótömörödés és az ágyazási tényező változása	22
5.3.17. A tömörség mérésének szükségessége a zúzottkő ágyazatoknál	22
5.3.18. Daráltbeton alkalmazási lehetősége ágyazat céljára	23
5.3.19. A víz jelenléte az ágyazatépítés közben	23
5.3.20. Az ágyazat térfogatnövekedési hajlama	23
5.3.21. A talajvízszint hatása az alépitményre	23
5.3.22. Az ipari padló átlagos határmélysége	23
5.3.23. A különböző terhelési típusok hatása az alépitményre	24
5.3.24. Az injektálás lehetősége	24
5.4. Az általaj követelményrendszere	24
5.5. Az ágyazattal szemben támasztott követelmények	25
5.5.1. Ágyazat értékelése	25
5.5.2. Ágyazat vastagsága	26
5.5.3. Ágyazat síkpontossága	26
5.5.4. Elválasztó-, csúszóréteg anyaga és vastagsága	26
5.6. Az ipari padló betonjával szemben támasztott követelmények	26
5.7. Az ipari padló betonlemezzel szemben állított követelmények	29
5.7.1. Ipari padló vastagsága	29
5.7.2. Ipari padló síkpontossága	29
5.7.3. Ipari padló vízszintessége	30
5.7.4. Az ipari padló táblaszéleinek, fugaszéleinek felhajlása, annak hatása a rendeltetésszerű használatára	30
5.7.5. A beton padlólemez viselkedése a padlóterhek hatására, összefüggésben az általaj, és az épített ágyazat teherbírásával, illetve annak elégtelenségével	32
5.7.6. Padlólemez széleinek felhajlása	33
5.7.7. A mozgó, billegő padlóablák diagnosztikai folyamata	34
5.7.8. A leromlott ágyazati képességek utólagos helyreállítása	36
5.7.9. Ipari padló beton repedéstágassága	36
5.7.10. A hálós felületi repedések kialakulása	36
5.7.11. Kopásállóság	37
5.7.12. Ipari betonpadló felületi, ill. rétegek közötti tapadó-húzószilárdsága	37
5.7.13. Ipari betonpadló csúszási ellenállása	37
5.7.14. Az ipari betonpadló nedvességtartalma	37

5.7.15. Ipari betonpadló ESD minősítési vizsgálata	38
5.7.16. Ipari betonpadló ESD megfelelőségi vizsgálata	38
5.7.17. Ipari betonpadló primer vegyszerállósága (pl. olajállóság)	38
5.7.18. Vízáróság	38
5.7.19. Párazáró képesség	39
5.7.20. A kéregerősítő szárazhabarccsal képzett felületű ipari padló foltossága, színhomogenitása	39
5.8. Az ipari padló kivitelezési körülményeivel kapcsolatos követelmények	39
5.8.1. A repedésképződés megakadályozása	39
5.8.2. Hőmérsékleti feltétel	39
5.8.3. Védelem a beázástól.	40
5.9. Nagytáblás, vágott fugamentes ipari padlókra vonatkozó speciális követelmények	40
5.10. A beton szabályszerű átadás-átvétele	44
5.11. Betonozás hideg időben (téli betonozás)	48
5.12. Betonozás meleg időben (nyári betonozás)	50
6. A KIVITELEZÉS LEGFŐBB LÉPÉSEI ÉS ELLENŐRZÉSI PONTJAI	51
7. AZ ÜZEMELTETÉSI JAVASLATOK	53
8. AZ IPARI PADLÓK TERVEZÉSÉVEL, KIVITELEZÉSÉVEL, ÜZEMELTETÉSÉVEL KAPCSOLATOS ÁLTALÁNOS HIÁNYOSSÁGOK ÉS HIBÁK	54
8.1. Tervezésből adódó hiányok, hibák	54
8.1.1. Tervdokumentáció hiányai	54
8.1.2. Tervdokumentáció hibái	54
8.1.3. Gyakori tervezési hibák	55
8.2. Kivitelezésből adódó hiányok, hibák	56
8.2.1. Fogadószervezetek hibái talajon fekvő szerkezetek esetén	56
8.3. Üzemeltetésből adódó hiányok, hibák	60
9. ÖSSZEFOGLALÁS, ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK.	61
10. FELHASZNÁLT ÉS HIVATKOZOTT DOKUMENTUMOK JEGYZÉKE.	62
10.1. Jogszabályok jegyzéke.	62
10.2. Szabványok, műszaki irányelvek jegyzéke	62
10.3. Szakirodalom, és internetes források jegyzéke	64

1. TÁRGY, ALKALMAZÁSI TERÜLET

Jelen építésügyi műszaki irányelv tárgya a talajon fekvő, rugalmas ágyazású, valamint vasbeton födémként funkcionáló beltéri, burkolatlan vagy burkolásra kerülő betonpadlók tervezési és kivitelezési szabályai. A vasbeton födémként vagy alaplemezként funkcionáló szerkezetek felületképzése is lehet ipari padló jellegű.

Ezen építésügyi műszaki irányelvnek nem képezik tárgyát a kifejezetten folyadéktárolásra szolgáló medencék, az alaplemezek, a gépalapok, a kültéri betonlemezek, útbetonok és beton térburkolatok, valamint az esztrichpadozatok.

Ezen építésügyi műszaki irányelvet beruházók, építtetők, üzemeltetők, tervezők, generálkivitelezők, szakkivitelezők, felelős műszaki vezetők, építési műszaki ellenőrök, szakértők és más építőipari szereplők is használhatják, akik kapcsolatba kerülnek ipari padló tervezésével és építésével.

A beruházó, az építtető, az üzemeltető, illetve annak megbízottja felelős az építmény rendeltetésének pontos meghatározásáért, hogy az adott építményben az ipari padlót milyen célra kívánják használni és ehhez milyen jellegű, nagyságú és intenzitású hasznos terhelés tartozik.

A tervező feladata, hogy a beruházói, az építtetői, az üzemeltetői igények és a helyi adottságok, környezeti körülmények figyelembe vételével tervezze meg az ipari padló rétegrendjét, az alépítménytől a betonlemezzen át a felületképzésig. Az ipari padló tervezése tehát nem kizárólagosan építésmérnöki, építőmérnöki, szerkezettervezői, geotechnikusi, betontechnológusi feladat, hanem komplex, az említett szakterületeket átfogó, szakmai tapasztalatot igénylő tevékenység, nem kötődik speciális tervezési jogosultsághoz a fenti végzettség valamelyikével rendelkező szakemberek végezhetik.

2. ÁLTALÁNOS INFORMÁCIÓK

A tárgykörben Magyarországon eddig még átfogó építésügyi műszaki irányelv nem jelent meg.

Az ipari padló olyan épületszerkezet, amely üzemi, használati terhelésnek van a leginkább kitéve, és megfelelő színvonalú működése, tartóssága alapvetően határozza meg az üzemeltetés hatékonyságát. Emellett az ipari padló költsége az épület építési költségei között igen tekintélyes összeget képvisel, elérheti a 20-25%-os arányt is. A kivitelezői oldalról pedig nagy a jelentősége annak, hogy rövid idő alatt nagy értéket lehet termelni az ipari padlók elkészítésével, hiszen pl. egy 12-15 fős szakképzett brigáddal, napi kb. 1000 m² ipari padlót lehet készíteni, nagy teljesítményű gépekkel (pl. laser screed), de akár ennek 2-2,5-szeresét is. Mindezekből következik az, hogy az ipari padló kiemelt jelentőséggel bír az építőiparban, magában hordva azt a szintén lényeges szempontot, hogy a nagy termelékenység mellett a kivitelezéstechnológiai fegyelemnek is óriási jelentősége van. Az ipari padlók utólagos javítása általában komoly költségvonzatú és a javítás szinte minden esetben jelentősen rontja az esztétikai megjelenését is.

A jó minőségű, tartós ipari padló alacsony fenntartási költségű, hosszú távon költséghatékony, az üzemeltető megbízhatóan használhatja és a karbantartási költsége is pontosan tervezhető. Az ipari padló tervezése, azon belül a statikai méretezése a fenti célnak az eléréséhez járul hozzá. Az ipari padlók tervezése során figyelembe kell venni:

- ▶ az építmény funkcióját,
- ▶ a hasznos terheket (pl. statikus és dinamikus terhek),
- ▶ a felületi és egyéb igénybevételeket (pl. kopásállóság, vegyszerállóság),
- ▶ a hasznos igénybevételek járulékos mellékhatásait (pl. nagytáblás fugamentes igény esetén nagyobb zsugorodással, vagy hűtőház esetén nagyobb hőmozgással kell számolni),
- ▶ a technológiai hatásokból származó igénybevételeket (pl. plasztikus és száradási zsugorodás),
- ▶ a környezeti hatásokból származó igénybevételeket (pl. kültéren fagyhatás).

A fenti hatások alapján kell meghatározni azt a padlószerkezetet, amely az alépítményi, ágyazati rétegrenddel együtt a műszaki és gazdaságossági optimumot biztosítja.

A jól megtervezett és megfelelő minőségben kivitelezett ipari padlóval szemben, egy rossz minőségű ipari padló élettartama nagyon lerövidülhet. A fentiekben túlmenően a rossz minőségű ipari padló karbantartási, üzemeltetési költségei is megnövekednek a felületi hibák, fugák, fugaél-letöredések javítása, repedések kezelése miatt. A hibák megléte közvetlenül is kihathat az üzem teljesítményére (nem tervezett üzemszünetek, leállások a javítási időre, lassúbb anyagmozgatás stb.). Lényeges problémákat okozhatnak még az anyagmozgató gépek, targoncák forgóalkatrészeinek, csapágyainak, lengéscsillapítóinak, egyéb alkatrészeinek a padlóhibákból származó nagyobb javítási, karbantartási költségei is az ipari padlón közlekedő járművek élettartam-csökkenése mellett. A hibák miatti többletköltségek és a kisebb kapacitás komoly versenyhátrányba hozhatják az üzemeltetőt.

Alapvető elvárás, hogy olyan ipari padlók készüljenek, amelyek a használati és környezeti igénybevételeknek hosszú távon ellenállnak, megbízhatóan működnek és alacsony fenntartási költségűek. Ez a cél a fokozódó piaci verseny miatt mindmáig és a jövőben is különösen és folyamatosan előtérbe helyezi az ipari padló technológiájának fejlesztését, módot adva az építőipari szereplőknek arra, hogy innovatív megoldásokat találjanak. Az ipari padló technológiai fejlődésének üteme is ennek megfelelő és még további új megoldások kidolgozását, ipari szinten való megvalósítását teszi lehetővé.

Az ipari padlók általában **három fő szerkezeti részből állnak:**

- ▶ jól tömörített, tartósan egyenletes tömörségű és teherbírású **altalajból**,
- ▶ kellően tömörített, zúzottkőből vagy homokos kavicsból készített **ágyazatból**,
- ▶ a megmunkált felületű **betonlemez**ből.

A betonpadlók kifogástalan használatához és tartós működéséhez a fenti három egymás fölötti réteg teljes hatékonysága, illetve szükség szerint további rétegek beépítése szükséges.

Jelen építésügyi műszaki irányelv betartása segíti és biztosítja a jó minőségű, a rendeltetésszerű használatra alkalmas, gazdaságos és tartós ipari padló készítését.

Az ipari padlók tervezését és kivitelezését a mindenkorai jogszabályi kereteken belül kell végrehajtani. Az épületek energiahatékonyságáról szóló Európai Parlament és a Tanács 2010/31/EU irányelve szerint 2018-tól minden új közintézménynek, majd 2021. január 1-től használatba vett valamennyi egyéb új épületnek közel nulla energia igényűnek kell lennie. 2018-tól a 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet alapján minden

új épület talajon fekvő padlójának hőátbocsátási tényezőjének az $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ határértéknek kell megfelelnie, így a hővédelem egyre fontosabb hangsúlyt kap az ipari padlók esetében is.

3. IPARI PADLÓ LEGFŐBB JELLEMZŐI

Az ipari padló olyan speciális épületszerkezeti elem, amely jól meghatározható szerkezeti és igénybevételi tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek legfőbb jellemzői:

- ▶ folytonos, rugalmas alátámasztás,
- ▶ épülettől, más szerkezettől statikailag független (dilatációval elválasztott),
- ▶ tapadóhíddal aljzathoz, alap- vagy födémlemezhez kötött felbetonok,
- ▶ ipari mechanikai terheléseknek kitett (pl. polcrendszerek, targoncák, rakatok, külön alap nélkül telepített gépek),
- ▶ az igényekhez igazodó felületi kialakítások lehetségesek,
- ▶ nem tartószerkezet, a tervezése nem csak statikai, hanem komplex betontechnológiai és organizációs feladat is egyben,
- ▶ esetenként ipari padlós felületképzéssel is készülhetnek alap- vagy födémlemezek, amelyek azonban tartószerkezetek.

3.1. Szerkezeti kialakítás szerinti fő csoportok

- ▶ Beltéri ipari padlók (az épület egyéb szerkezeteitől statikailag függetlenek),
- ▶ Ipari padlós felületképzéssel kialakított vasbeton alaplemezek vagy födémek.

3.2. Rendeltetés szerinti fő csoportok

- ▶ Közlekedési, raktározási, egyéb üzemi, gyártási célból szabad mozgási lehetőség biztosított („random pályás”). Ide tartoznak a hűtőházak, padlófűtéses csarnokok ipari padlói is,
- ▶ Közlekedési, raktározási célból kötöttpályás mozgás biztosított (indukciós szabályozás).

4. IPARI PADLÓK TERVEZÉSE

Az ipari padlók tervezésével a jelenleg hatályos európai és nemzeti szabványok, méretezési szabályzatok nem foglalkoznak, azt egyedi tervezési-méretezési feladatnak tekintik.

Az ipari padlók jelen építésügyi műszaki irányelv szerint is minden esetben egyedi tervezést, statikai-geotechnikai és a használatra vonatkozó méretezést igényelnek.

Az ipari padló tervezésének főbb alapadatai, amelyek a használatból és az építmény rendeltetéséből adódnak:

A rendeltetés szerinti csoportosítás mindig szükséges, mert a gyakorlatban nagyon kevés esetben kap a tervező pontos adatszolgáltatást. A gyakorlatban általánosan megadott egyenletesen megoszló terhelési értékek (pl. 50 kN/m^2 vagy 100 kN/m^2) nem helyettesítik a padlóra várhatóan ható tényleges terheléseket. A nem egzakt terhelési adatok legfeljebb tájékoztató jellegűek, de inkább félrevezetőek, mert egy pl. 100 kN/m^2 megoszló terhelés nem azonos egy 100 kN /tengely targonca terheléssel és egy 100 kN -os koncentrált terheléssel. A koncentrált és a koncentrált dinamikus terhek egészen más hatást gyakorolnak az ipari padlóra, mint a statikus megoszló terhelések. Ezért lényeges, hogy a tervezés, méretezés megkezdése előtt az alábbiakban összefoglalt terhelési lehetőségek az építtetővel tisztázásra kerüljenek. Minél pontosabb tervezési adatok állnak rendelkezésre, annál hatékonyabb és gazdaságosabb lesz a terv szerint megépített ipari padló.

4.1. A tervezéshez szükséges kiindulási adatok

■ Építmény rendeltetése

Raktár, gyártócsarnok, vásárlótér, hűtőház, padlófűtéses csarnok, teremgarázs, egyéb.

■ Targoncák, gépjárművek összömege, sebessége

Nem mindegy, hogy a targoncák $5\text{-}10 \text{ km/h}$, vagy pl. 30 km/h sebességgel közlekednek majd, és a forgalom intenzitása is lényeges (óránként, vagy percenként halad át egy-egy helyen $5\text{-}10$ targonca). Fontos a fugák helye, távolsága, kialakítása is a felület kopásállósága szempontjából. A targoncakerekek típusa lehet: fúvott abroncs, tömör gumikerék, speciális műanyag kerék (pl. vulkolán), vagy acélkerék. Fontos adat a kerék kontaktnyomása is.

■ Építmény belmagassága

Ha alacsony a csarnok, akkor nem valószínű, hogy nagy polclábterhek lesznek, de ha $10\text{-}11 \text{ m}$ -es a belmagasság, akkor számítani kell arra, hogy később $7\text{-}8$ polccsorral is bepolcozhatják majd az építményt. A polclábterhelések figyelembe vételénél lényeges, hogy az egymás közelébe kerülő polclábak terhelése összeadódik (ikerpolclábak).

■ Gépek, géplábak terhelése

A gépek sok esetben kisebb-nagyobb intenzitású dinamikus hatást is gyakorolnak az ipari padlóra. Lehetnek rezgések, ütőterhelések, lehetnek vízszintes irányú terhelések is. A dinamikus és rezgőterhelésre vonatkozó méretezésnél a betontábla méretek meghatározása, megtervezése lényeges lesz a tartós használhatóság tekintetében. Szálerősítéses ipari padlóknál különösen, de a vasalt padlók esetében is szükséges lehet a gépek körzetének eldilatálása az ipari padló egyéb részeitől, illetve az adott terület külön gépalapként való méretezése.

■ Felületkialakítási igény

Kopásállóság, ütésállóság, vegyszerállóság, tisztíthatóság, csúszásgátlás, elektromos ellenállás (szikramentesség, vezetőképesség), hősokk lehetősége.

■ Speciális kialakítási igények

Pl. fugamentes padló (jointless), nagy síkpontosságú (superflat) padló vagy egyéb, más igények (lásd M3 melléklet: A vágott fugás és a vágott fuga mentes ipari padlólemezek összehasonlítása, legfőbb különbségek)

Az egyedi tervezést-méretezést az alábbiak indokolják:

- ▶ **A padlót érő teheroldali hatások** szinte minden egyes esetben különböznek (pl. a használati terhek mértéke, szórása és időbeni hatása, az építetető által biztosított technológiai tervekben feltüntetett tároló polcrendszerek elrendezése, a targoncák és szállítójárművek tömege, típusa és sebessége, a géptelepítések stb.);
- ▶ **A padlók ellenállásoldali (teherbírási) jellemzői** is szinte minden egyes esetben különböznek, mert az aléptímnnyével (altalaj és ágyazat) együttműködő padló szerkezet rugalmas alakváltozó képességét sok tényező befolyásolja (pl. a betonlemez geometriájának és anyagának jellemzőin – tehát a vastagságon, táblaméreten, gátolt zsugorodáson, a hajlítási húzószilárdság várható értékén és szórásán – kívül a helyszínspecifikusnak tekinthető talaj és ágyazat építést megelőző és építésközbeni tömörségi, geometriai, összetételi, szilárdsági, alakváltozásbeli jellemzői, az aléptímnny ágyazási tényezőjének várható értéke és szórása, a talajvíz szintje és annak változása, hidrológiai egyensúlya stb.);
- ▶ **Gazdaságossági szempontból** is egyedileg kell mérlegelni a tervezőnek a vállalható optimális kockázatot, amely az ún. kárhányadból, azaz a megrendelő igénye szerinti használati és esztétikai követelmények megvalósítási költségeinek, valamint a szerkezet nem kívánt állapotának kialakulásával létrejövő összes kár költségeinek összevetéséből adódik. Nem kívánt állapotnak (használhatósági határállapoton túlinak) tekinthető egy esztétikai vagy üzemeltetési szempontból fokozottan igényes kialakítású padlólemez nagyfokú repedezettsége, üzemeltetést zavaró hullámossága, fokozott porképződése, nem elfogadható esztétikai megjelenése (megjegyzés: a betonpadlók egységes esztétikai megjelenése, azonos színe cementbázisú, kéregerősítő szárazhabarccsal nem érhető el). Az összes kárköltségbe tartozik pl. egy fokozott esztétikai elvárású, igényes kialakítású padló repedezettségének, vagy az elektronikusan vezérelt targoncák zavartalan működése érdekében igen nagy síkpontosságot igénylő padló hullámosságának megszüntetéséhez tartozó komplex javítás, pl. a padló feltörésével és új ágyazat és betonlemez készítésével, vagy a betonlemez teljes felületű felújításával, esetlegesen többrétegű műgyantabevonattal vagy gyémántcsiszolással kapcsolatos többletköltség, valamint a felújítás időtartama alatti termelés kiesés és emiatti üzleti veszteség összege. Ezt összevetve a padló szerkezet eredeti építési költségével nagyságrendnyi különbségek is adódhatnak egy olyan ipari padló javításához képest, ahol a javítás nem sürgető, úgy időzíthető, hogy a csarnokban folyó tevékenységet (termelést, technológiát vagy árusítást) a legkisebb mértékben zavarja, a repedések műgyantás injektálása utáni sötétebb eresztek nem okoznak esztétikai problémát stb. Ezért egyedi tervezési feladat a gazdaságossági szempontokat is mérlegelő optimális építési költség és kockázat meghatározása.

- ▶ Az ipari padlóra alkalmazott különböző tervezési-méretezési eljárások, évtizedek óta a **megengedett feszültségek elvét** alkalmazzák. A tervező a rugalmasságtan elvei szerint meghatározza a megrendelő által megadott használati teherből a tömörített alépítményen fekvő betonpadló szélső szálában keletkező legnagyobb feszültséget, ami nem lehet nagyobb a megengedett feszültségnél. A megengedett feszültség a beton hajlítási húzószilárdságának egy biztonsági tényezővel osztott értéke. Az ipari padlóknál nincs szabványosítva a megengedett feszültség szerinti eljárás keretében felhasznált biztonsági tényező értéke, de maga a méretezési elv sem. Az ipari padlók erőjátékának speciális vonása, hogy az ágyazat merevségére és e merevség térbeli változására nagyon érzékeny. Ezért nem nélkülözhető az altalaj és ágyazat felsorolt jellemzőinek minél pontosabb ismerete, melyek alapját képezik a közös statikai-geotechnikai mérlegelésnek és tervezésnek. Az ipari padlók optimális műszaki megoldásának meghatározásához elengedhetetlen a pontos megrendelői adatszolgáltatás, mert a szerkezettervező egyedileg, tapasztalati úton, a várható kárhányad figyelembevételével határozza meg az építési költségeket is befolyásoló biztonsági tényező értékét.

4.1.1. A tervezési program javasolt felépítése az építészeti szakterület számára

■ A műszaki szabályozás kötelező és önkéntesen alkalmazandó elemei

- ▶ jogszabályok,
- ▶ szabványok (európai és nemzeti szabványok),
- ▶ építésügyi műszaki irányelvek, útmutatók, stb.,
- ▶ MÉK kamarai szabályzatok, előírások (tervdokumentációkra vonatkozó követelményrendszer),
- ▶ teljesítménynyilatkozattal rendelkező építési termékek alkalmazása (CPR rendelet).

■ Az építmény rendeltetésének meghatározása

- ▶ alkalmazott technológia,
- ▶ gyártási folyamatok (akár gyártástechnológus bevonásával) stb.

■ Mechanikai és egyéb igénybevételek meghatározása

- ▶ egyenletesen megoszló és vonalmenti terhek,
- ▶ járműterhek (pl.: targonca, tehergépjármű, kamion, mezőgazdasági gép, stb.),
- ▶ pontszerűen ható terhek (pl.: polclábak, géplábak, silók lábai, stb.),
- ▶ rezgő terhek, ütések, stb.,
- ▶ koptató hatás (kitéti osztály felállítása),
- ▶ zsugorodás.

■ Épületfizikai követelmények meghatározása

- ▶ hővédelem szükségessége (energetikai méretezéssel),
- ▶ pára elleni védelem szükségessége,
- ▶ szárazsági követelmények meghatározása (nedvességterhelés).

■ Egyéb követelmények meghatározása

- ▶ tűzvédelem,
- ▶ akadálymentesítés,
- ▶ alakí-, kivitelezéssel-, esztétikával-, fenntartással kapcsolatos követelmények.

■ Fokozott igénybevételek, követelmények meghatározása

- ▶ üzemi-használati víz,
- ▶ csúszásgátlás,
- ▶ klimatikus követelmények (hőtágulás, hőmozgás stb.),
- ▶ vegyi követelmények,
 - > savakkal, lúgokkal szembeni ellenállóság (akár technológiából adódóan is),
 - > vegyszerállóság (használat, takarítás, karbantartás, stb.).
- ▶ elektromos követelmények,
 - > vezetőképes anyagok (ECF),
 - > disszipatív anyagok (DIF),
 - > antisztatikus anyagok (ASF).

■ A követelmények alapján az ipari padló rétegfelépítésének meghatározása

- ▶ felületerősítés/kopóréteg/burkolat,
- ▶ betonlemez,
- ▶ elválasztó-csúsztató-szigetelő réteg,
- ▶ (hőszigetelő réteg – energetikai szükség esetén, vagy pl. hűtött raktáraknál, padlófűtéses ipari padlóknál),
- ▶ teherátadó-teherelosztó réteg (ágyazat),
- ▶ teherhordó talaj.

■ **A betonszabványok megfelelő alkalmazása**

- ▶ MSZ 24803-1 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai,
- ▶ MSZ 24803-6-3 Monolit beton- és vasbeton szerkezetek megjelenési módjának előírásai,
- ▶ MSZ EN 206:2013+A1:2017 Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés,
- ▶ MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon.

■ **A betonfelülettel szemben támasztott követelmények meghatározása**

- ▶ MSZ 24803-1:2012 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 1. rész: Általános előírások,
- ▶ MSZ 24803-6-3:2010 Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai. 6-3. rész: Monolit beton- és vasbeton szerkezetek. A helyi alakhűség és a felületi állapot követelményei,
- ▶ hullámosság,
 - > MSZ EN 15620:2009 Helyhez kötött acél tárolórendszerek.
- ▶ síkpontossági követelmények,
 - > DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau német szabvány,
 - > DIN 15185:2013-10 Lagersysteme mit leitliniengeführten Flurförderzeugen német szabvány,
 - > TR34 brit műszaki irányelv az ipari padlók tervezéséről és kivitelezéséről,
 - > FEM 9.831-1:2012 magasraktári, szűkfolyosós targoncák használatához szükséges síkpontossági követelmények.
- ▶ szín követelmények,
 - > MSZ 7300:2002 Coloroid-színrendszer.
- ▶ a megengedett maximális repedéstágasság követelményének meghatározása.

■ **Utókezelés meghatározása**

- ▶ utókezelési osztály előírása,
- ▶ különleges utókezelési követelmények előírása,
- ▶ MSZ EN 13670:2010 Betonszerkezetek kivitelezése szabvány szerint.

■ **Felületképzés előírása**

- ▶ végleges felületképzéssel kialakított padlók,
- ▶ kéregerősítés (kéregerősítő kézi vagy gépi hintése, besimítása, vagy habarcsos eljárással, vagy folyékony felületkeményítővel való készítése),

- ▶ aszfalt burkolat,
- ▶ terazzo burkolat,
- ▶ műgyanta burkolat,
- ▶ elemes ipari hidegburkolatok,
- ▶ félmeleg ipari burkolatok,
- ▶ egyéb.

■ Üzemeltetésre vonatkozó előírások meghatározása

4.1.2. A tervezési program javasolt felépítése a tartószerkezeti szakterület számára

■ A műszaki szabályozás elemeinek alkalmazása és betartása

- ▶ jogszabályok,
- ▶ szabványok (európai és nemzeti szabványok),
- ▶ építésügyi műszaki irányelvek, útmutatók, stb.,
- ▶ MMK kamarai szabályzatok, előírások (tervdokumentációkra vonatkozó követelményrendszer),
- ▶ teljesítménynyilatkozattal rendelkező építési termékek alkalmazása (305/2011. EU rendelet rövidítve CPR rendelet, 275/2013. (VII.16.) Korm. rendelet),
- ▶ Európai Műszaki Értékelések és Nemzeti Műszaki Értékelések.

■ Altalajra vonatkozó előírások

- ▶ talajvizsgálati jelentés készíttetése (geotechnikus bevonásával),
- ▶ az altalaj értékelése,
- ▶ szükséges előírások és javaslatok megtétele.

■ Ágyazat

- ▶ az ágyazat vastagságának meghatározása,
- ▶ az ágyazásra vonatkozó értékek előírása,
 - > ágyazási tényező (k),
 - > első terhelést követő alakváltozási modulus (E_1),
 - > második terhelést követő alakváltozási modulus (E_2),
 - > E_2 és E_1 aránya. ($E_2/E_1=T_t$ - tömörödési tényező)

■ Elválasztó és csúsztató rétegek meghatározása

■ Betonlemez méretezése

- ▶ a méretezés módszerének kiválasztása,
 - > TR34 brit műszaki irányelv az ipari padlók tervezéséről és kivitelezéséről [34],
 - > ACI 360R-10 műszaki irányelv,
 - > osztrák műszaki irányelv [37],
 - > Lohmeyer és Ebeling szakkönyv [43],
 - > végeelem szoftver,
 - > egyéb.
- ▶ betonlemez méretezése,
 - > egyenletesen megoszló és vonalmenti terhekre,
 - > járműterhekre (pl.: targonca, tehergépjármű, kamion, mezőgazdasági gép stb.),
 - > pontszerűen ható terhekre (pl.: polclábak, géplábak, silók lábai stb.),
 - > rezgő terhekre, ütésekre stb.,
 - > zsugorodásra, hőmérsékletkülönbségre stb.

■ Betonlemez kialakításának előírása a méretezés eredményei alapján

- > a beton szerkezeti vastagságának előírása,
- > a beton szilárdsági osztályának előírása,
- > betonreceptúra meghatározása (betontechnológus bevonásával),
- > a beton erősítésének előírása,
- > vasalatlan beton,
- > hagyományos vasalású beton (szükséges vasalás előírása),
- > szálerősítésű beton (műanyag szál, acélszál adagolásának előírása).

■ Hézagképzés meghatározása

- ▶ vakhézagok (hézagtávolságok, részletterv stb.),
- ▶ kontakthézagok (hézagtávolságok, részletterv stb.),
- ▶ dilatációs hézagok (szükséges helyek, részletterv stb.).

5.1. Geotechnikai fogalmak, ajánlások, követelmények

5.1.1. A rugalmas alátámasztású ágyazat és a felette lévő ipari padló együttdolgozása

Az ipari padló tartósan jó minőségének egyik alapvető biztosítója az egyenletes, rugalmas megtámasztást jelentő ágyazati, alépítményi rendszer. Az ipari padló ágyazati rétegrendjének egyenletesen teherbíró, megfelelő működését a közel roskadás nélküli alépítmény a tömörített altalajjal együtt biztosítja. Enélkül az ágyazat és a felette lévő ipari padló együttdolgozása nem valósul meg.

A tökéletes együttdolgozás akadályja lehet, hogy a három lényeges komponens közül (úgy, mint a szükséges határmélységig teherbíró altalaj, a megfelelő ágyazat és a méretezett betonpadló) valamelyik hiányzik, ezért nem képes a terheléseket, a fellépő feszültségeket károsodás nélkül elviselni.

5.1.2. Az ágyazatot, talajréteget jellemző E_2 és $k(c)$ tényezők közötti összefüggés

Méréstechnológiai szempontból nincs összefüggés, csak átszámítási közelítő módszer van, azonban szakmai tapasztalat alapján elmondható, hogy a magasabb E_2 értékkel egyidejűleg a „ $k(c)$ ”- ágyazási tényező is magasabb. Egy jó teherbíró ágyazat, magas E_2 értékkel, nagyobb ágyazási tényezőt fog produkálni, mint egy alacsony E_2 teherbírású ágyazat esetében. Az MSZ 2509-3:1989 (Útpályaszerkezetek teherbíróképességének vizsgálata. Tárcsás vizsgálat.) bemutatja a szabványos vizsgálati és átszámítási eljárást.

A „ $k(c)$ ” – ágyazási tényező a Winkler-féle rugómodell elmélet alapján a nyomófeszültség és a süllyedés hányadosa. Ilyen értelemben a jól meghatározott ágyazási tényező az aktuális betonpadló alatt (az aktuális terhelésekkel figyelembe véve) létrejövő talpfeszültségekkel és az arra létrejövő süllyedéssel kalkulál, tehát azért jobb, mert a várható süllyedések is kódolva vannak ebben az értékben. A padló statikai méretezésénél a $k(c)$ értékkel javasolt számolni.

Az általánosságban használt 30 cm átmérőjű tárcsa esetén a tárcsa alatt max. 30-45 cm mélységig méri át az adott talajt, eddig a mélységig ad megbízható eredményt (szabvány szerint $1,5 \times D$, ahol D =tárcsaátmérő).

Az alacsony E_2 , illetve $k(c)$ tényezőjű ágyazatok kevésbé teherbírók, nagyobb mértékű összenyomódást fognak szenvedni a terhelések hatására, ill. a nagymértékű ágyazatsüllyedés pedig padlókárokhoz vezet.

5.1.3. Az ágyazatok E_1 és $k(c)$ tényezője közötti összefüggés

Az ágyazási tényezőt a gyakorlatban a statikus tárcsás méréssel határozzák meg. A mérés lényege, hogy két terhelési lépcsőben terheljük a talajt, meghatározott teherhatárig. A két terhelési lépcső alapján kapjuk meg az E_1 és a közismertebb E_2 értékeket. Az első terhelési lépcsőből, vagyis az E_1 terhelési ágból számítható az ágyazási tényező, az 1,25 mm-es süllyedésnél mért feszültség segítségével.

5.1.4. A tömörödési tényező: T_t

Az E_1 és E_2 teherbírási érték hányadosa. Azt mutatja meg, hogy a kvázi ismételt (kétszeri) terhelés hatására milyen arányban növekszik a teherbírás, vagyis megtömörödött-e már a talaj vagy sem. A tömörödési tényező esetében, ha ágyazatról beszélünk, akkor 2,0 érték, vagy annál kisebb az elfogadható.

5.1.5. A tárcsás mérés eredménye és a süllyedésszámítással meghatározott eredményének viszonya

A hagyományos statikus tárcsás teherbírásmérésből meghatározott $k(c)$ -érték, és a konkrét süllyedésszámítással meghatározott C -érték között nagyságrendi különbség van, ezért figyelni kell arra, hogy megfelelően használják és egymással ne keverjék össze ezen értékeket a tervezők, vagy más szakemberek, akik az ipari padlókkal foglalkoznak.

Az elvégzett számításaink alapján látható, hogy a helyszínen szabvány szerint 30 cm átmérőjű tárcsával végzett mérések és a végeeselemes programokkal számított értékek között durva, legalább egy nagyságrend különbség észlelhető. Míg a tárcsás méréssel $0,08 \text{ N/mm}^3$ érték észlelhető az ágyazaton mérve, addig a határmélységig figyelembe vett talajok süllyedésszámítása esetén $0,008 \text{ N/mm}^3$ körüli érték. Vagyis a felületen mért ágyazási tényező és a teljes süllyedéssel meghatározott ágyazási tényező között egy nagyságrend különbség van.

5.1.6. A dinamikus terhelésű padlólemez billegésének okai

A dinamikusan terhelt padlólemez betontáblái egy bizonyos használati idő után mozogni, billegni kezdenek, ellentétben a szomszédos kevésbé használt egyidejűleg készült táblákkal. A sűrű targoncaforgalom, ill. az ebből származó rezgések hatására a nem megfelelően tervezett vagy kivitelezett ágyazat, ill. altalaj utótömörödik, a padló alatt véletlenszerű rések, üregelődések keletkeznek, a táblák billegni, vagy kopogó hangot kezdenek adni. A kevésbé igénybevett táblákon természetesen ez a jelenség mérsékeltebben, vagy egyáltalán nem fordul elő.

A padlótáblák utólagos- előzőekben említett-használat mellett, a közlekedés kitüntetett használati irányára merőleges tengelyű, hengerpalástszerű görbületet szenvednek. Ebben általában az altalaj maradandó rugalmatlan alakváltozása és a betonlemez plasztikus maradó alakváltozása is szerepet játszhat.

A kritikus pont a betonpadlón kialakított technológiai hézag, dilatáció vagy munkahézag. A targoncák áthaladása miatt itt alakul ki legjobban az ágyazat utótömörödése. Egyre nagyobb üreg, egyre nagyobb ütődést, így nagyobb utótömörödést okoz, azaz önmagát erősíti a probléma. A tapasztalat szerint a targoncák gyakori egyirányú áthaladása a padlótáblákon is hozzájárul a táblák hengerpalástszerű felgömbüléséhez. Jellegzetes egyenlőtlen aljzatsüllyedési tünet az, amikor a dilatáció két oldalán lévő lemezszélek eltérő magasságban vannak. Ezen hibajelenség nem kompenzálható reális áron egy emiatt túlméretezett (a használati terhelés miatt szükségesnél pl. vastagabb, erősebb vasalású) ipari padlóval. A rossz ágyazat elégtelen teherbírása, rossz rétegrendje, illetve gyenge teherbírású termelt talaja utólagosan, biztonságosan és gazdaságosan nem javítható.

5.1.7. A talajszilárdítással (pl. talajstabilizáció) kezelt ágyazat megfelelése

A talajszilárdítással kezelt ágyazat megbízhatósága a későbbi roskadás tekintetében attól függ, milyen vastagságban készül a szilárdítás. Egy 30 cm-es szilárdítás esetén csak egy felső kemény kéreg alakul ki, és ha alatta megmarad – a határmélységig tekintve – a gyenge teherbírású altalaj, akkor a probléma nincs megoldva.

5.1.8. Ágyazat elkészítésének talajmechanikai követelményei, vizsgálatok bedolgozási technológiák, alkalmazható anyagok paraméterei

Az e-ÚT 06.02.11 (korábbi száma: ÚT 2-1.222:2007) Útügyi Műszaki Előírás alapján M-1, T-1, X-1 zúzottkő anyag, melynek tömörödési tényezője 2 alatt van (ez 95%-os tömörségi foknak felel meg) szerves anyagot nem tartalmazhat (<3%).

Laborvizsgálatok:

- ▶ szemeloszlási vizsgálat
- ▶ szervesanyag-tartalom (ha kérdéses az anyag),
- ▶ a helyszínen statikus tárcsás vizsgálat.

Az E_2 teherbírást és ágyazási tényezőt mindig egyedileg kell meghatározni, de legalább a következőknek kell megfelelni: $E_2 > 90$ MPa, T_t -tömörödési tényező $< 2,0$, $k(c)$ - ágyazási tényező $> 0,08$ N/mm³. Az ipari padlós gyakorlatban ez az érték nagyobb. (0,08-0,10 N/mm³ érték ajánlott.)

5.2. Talajvizsgálati módszer a jó minőségű ipari padló tervezéséhez, kivitelezéséhez

5.2.1. Az altalaj mélyebb rétegeire vonatkozóan (előkészítés/tervezés fázisában)

Kötelező:

- ▶ talajfúrásos mintavétel,
- ▶ minták azonosító vizsgálata,
- ▶ DPH-nehéz verőszondázás (MSZ EN ISO 22476-2 szabvány szerint),
- ▶ az eredmény írásbeli kiértékelése.

Ajánlott:

- ▶ magmintavétel talajból,
- ▶ minták speciális geotechnikai vizsgálata (összenyomódási modulus, belső súrlódási szög, kohézió),
- ▶ CPT-szondázás (MSZ EN ISO 22477-1 szabvány szerint).

5.2.2. Ágyazatra és altalajra vonatkozóan (kivitelezés fázisában)

Kötelezők:

- ▶ szemeloszlás vizsgálat,
- ▶ statikus tárcsás teherbírás vizsgálat,
- ▶ ellenőrző DPH-nehéz verőszondázás,
- ▶ az eredmény írásbeli kiértékelése.

Ajánlott:

- ▶ szervesanyag-tartalom,
- ▶ Proctor-vizsgálat (MSZ EN 13286-2: szabvány szerint),
- ▶ izotópos tömörségmérés.

A kivitelezés fázisában megadott kötelező és ajánlott vizsgálatokat a Mintavételi és Megfelelőség-igazolási Tervnek (MMT) tartalmaznia kell.

Kötelezőnek kell tekinteni a geotechnikus által meghatározott 2-4 m-ig a verőszondázások elvégzését.

5.3. Az ipari padló alatti termett talajok követelményei, megfelelése

A pontos E_2 érték meghatározása minden esetben a padlóval szemben támasztott teherbírási igényektől függ, tervezési feladat. A későbbi problémák csökkenthetők, ha az altalaj a határmélységig $E_2 > 50$ MPa, T_t tömörödési tényező $< 2,0$, $k(c)$ ágyazási tényező $> 0,044$ N/mm³ paraméterekkel rendelkezik.

A $k(c)=0,06 / 0,07 / 0,08 / 0,09 / 0,10$ N/mm³ ágyazási együttható értékekhez tartozó E_2 és T_t értékek:

$$k(c)=0,06 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 = \sim 67,0 \text{ MPa}, T_t = 2,0$$

$$k(c)=0,07 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 = \sim 79,0 \text{ MPa}, T_t = 2,0$$

$$k(c)= 0,08 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 = \sim 90,0 \text{ MPa}, T_t = 2,0$$

$$k(c)= 0,09 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 = \sim 101,0 \text{ MPa}, T_t = 2,0$$

$$k(c)= 0,10 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 = \sim 112,0 \text{ MPa}, T_t = 2,0$$



1 .kép: elkészült ágyazat fóliaterítéssel (forrás: Betonmix Kft.)

5.3.1. Az alábbi talajtípusok esetén kell szövet (geotextília) ütköző réteget készíteni a termett talaj és az ágyazat első rétege közé

Finomszemcsés talajok, úgy, mint agyag, iszap, homokos iszap esetén. Alternatívaként, esetleg kiváltható 10 cm vastag zúzottkő réteg teljes altalajba hengerlésével.

5.3.2. Az alábbi talajtípusok alkalmatlanok ipari padló alatti altalajként, ezért kötelező ezeket cserélni (duzzadó agyag, stb.)

Puha, szervesen szennyezett talajokat, salakos, inhomogén építési törmelékes feltöltéses talajokat, térfogatváltozó talajokat, illetve a felázott puha talajokat el kell távolítani és helyette megfelelő anyagú talajréteget kell visszaépíteni.

5.3.3. Vizes „gumizó” ágyazat vibrációs hengerlése következtében az alábbiak a javítási lehetőségek

Miután a vibrációs hengerlés miatt a víz egyenletesebben oszlik el az agyagban, nyilvánvalóan tovább romlik a teherbírás. A megoldás: talajcsere, talajszilárdítás mész, cement anyagokkal (általában kombinálva a tervezés szerint), vagy felszántás és kiszáritás. Az extrém magas víztartalom miatt nem lehet tömöríteni a talajt, így beavatkozás szükséges. Azonnali megoldás lehet a talajcsere vagy talajstabilizáció (mész vagy cement alapú). Az időigényes kiszáritás is megfelelő megoldás lehet, de vízutánpótlást nem kaphat a talaj.

5.3.4. Vizes, vagy gyenge teherbírású altalajok szilárdítása az alábbi anyagokkal lehetséges

A szemcsés talaj esetén cement alapú, kötött talaj esetén mész alapú, vegyes talaj és/vagy szárítás és erősítés céljából cement és mész alapú. A cement alapú anyagok vizet vonnak el és erősítenek, míg a mész alapú anyagok több vizet vonnak el, de kevésbé növelik a teherbírást, mint a cementes stabilizáció esetén.

5.3.5. Az ágyazat tömörítési vastagsága, a mérések száma

25 cm-es rétegenként kell tömöríteni, 50 cm-ként vagy rétegváltásonként kell minősíteni és 250-500 m²-ként kell tárcsás vizsgálatot és esetleg tömörség vizsgálatot végezni (de csarnokrészenként min. 3 db mérés szükséges). A fentieket természetesen bizonylattal is kell dokumentálni. A vizsgálati helyeket a kivitelező nem választhatja ki, reprezentatív helyeket kell választani, amelyekbe a legnehezebben tömöríthető területek is hozzá tartoznak.

5.3.6. Az ágyazat anyaga

Kis terhelések (10-20 kN/m²-ig) esetén lehet homokos kavics, de közepes terhelések esetén csak zúzottkő, nagy terhelések esetén hidraulikus kötőanyagú réteg, illetve extrém terhelések esetén beton padozat felel meg jó ágyazati/padozati rétegnek [42]. Megfelelő és tartós ágyazat/padozat csak utótömörödés nélküli lehet. Az ilyen ágyazat/padozatok hidraulikus kötőanyagot kell, hogy tartalmazzanak (pl. Ckt, könnyűbeton, habcement, cementstabilizáció), így utótömörödést nem vagy elenyésző mértékben szenvedhetnek. Természetesen ez is szaktervezői hatás és felelősségi kör.

5.3.7. Speciális megoldási lehetőségek az ágyazat hosszú távú rugalmasságának biztosítására intenzív terhelés esetén

Amennyiben a szemcsés talaj jellegű ágyazat rugalmassága a terhelések hatására előre láthatóan a használati élettartam alatt kimerülne, speciális anyagok alkalmazása szükséges, mint tartós rugalmas anyagok

a szemcsés ágyazat helyettesítésére. Ilyen megoldás lehet, pl. a tömörgumi beton, aszfaltbeton rétegrend vagy a Ckt réteg is. A padló alatti rétegnek célszerű olyan anyagokat betervezni, amelyek a rezgéseket, ill. a felületi benyomódásokat elnyelik (gyakorlatilag rezgéstompítók) és nem közvetítik tovább a targoncaforgalomból származó igénybevételeket az altalajra, illetve képesek teljes felületi alátámasztást nyújtani a padlóknak, és a targoncák elhaladása után visszaállnak eredeti pozíciójukba. A cél az aléptítmény tervezett rugalmas állapotának megőrzése.

5.3.8. Geotechnikai tervező szerepe

Kifejezetten javasolt geotechnikai tervezőt igénybe venni ipari padló aléptítményi kérdései esetében is, már az előkészítés fázisában. A talajvizsgálati jelentés legtöbb esetben nem tartalmazza az ipari padló aléptítményi kérdéseit, ezért arra külön, ezen szakterülethez értő (esetleg másik) geotechnikust kell felkérni, hogy vizsgálja meg a padló esetleges süllyedési hajlamát várható süllyedéseit, hogy megtervezze megfelelő aléptítményi összetételét, vastagságát és rétegrendjét.

5.3.9. Az ágyazat felső kiékelésének anyaga

A felső kiékelés anyaga csak kavics frakciójú anyagból (min. 2 mm-nél nagyobb szemcsék) készülhet. Vizsgálni kell, hogy az ágyazat hézagai közé a targoncaforgalom hatására se tudjon bekerülni, befolyjni, mert az az ágyazat magasságának csökkenéséhez vezet. A homokterítés a targoncaforgalom hatására belekeveredik az ágyazatba, így eltűnik a padló alól a „kiékelés” vagy kiegyenlítésnek szánt anyag. A (pl. 1-3 cm vastag) homokterítés (a kiékelés helyett), a beton alsó csúsztatófoliáján kicsapódó talajpára hatására átázik és elveszíti térfogatának akár 30%-át is. Az eredmény: roskadás, amely cm-es nagyságrendű is lehet.

A kiékelő réteget elhagyhatjuk, ha helyette a felső réteg szemcséinek mozgását csökkentjük, pl. habcement itatással.

5.3.10. Homokos kavics talajjavító réteg és a zúzottkő ágyazat értékelésének menete teherbírás, tartósság, roskadásmentesség tömöríthetőség tekintetében

Mindkét esetben szemeloszlás vizsgálat, statikus tárcsás teherbírás vizsgálat, ellenőrző DPH-nehez verőszondázás, szerves-anyag tartalom, Proctor- vizsgálat szükséges. A homokos kavics esetében az izotópos tömörség mérés elvégezhető, míg a zúzottkő esetén szemcsék mérete és eloszlásától függően jellemzően nem. Az utótömörödés a homokos kavics anyagnál nagyobb, mint a zúzottkő esetében, ezért ipari padlók ágyazataként egyértelműen a jól tervezett és kivitelezett zúzottkő ágyazat szükséges, a homokos kavics helyett.

5.3.11. A DPH-nehez verőszondázási eljárás lényege, működése

A rétegek in situ állapotának pontosabb feltárása érdekében a fúrásokon túlmenően dinamikus szondázást is végeznek. Az elvégzett in-situ szondázások jól jelzik a talajok relatív tömörségét, teherbírását. A dinamikus nehéz verőszondázásnál egy 50 kg tömegű verő kos 50 cm-es magasságból ejtve veri be a 3,2 cm átmérőjű rudazaton lévő 4,37 cm átmérőjű, 90°-os szögű csúcsot. A szondázási jegyzőkönyvben a nemzetközi gyakorlat szerint a 10 cm előrehaladáshoz szükséges verésszámot (N10) jegyzik fel, de hazánkban előfordul a 20 centiméterenkénti regisztrálás is, tekintve, hogy korábban ez volt a gyakorlat.

A szondázás eredménye döntő fontossággal bír az ágyazat tervezéséhez.

5.3.12. A megfelelés igazolásához szükséges ütésszám

A szondázási ütésszámok nemcsak teherbírás, ill. tömörségenként, de talaj-fajtánként is változnak. Általában elmondható, hogy a kötött talajok esetén a 3-4 –es ütésszám elfogadható, míg a homokos, illetve átmeneti talajok esetében a 6-8-as ütésszám fogadható el 10 cm-ként (N10) értékelve. A szondázási jegyzőkönyv kiértékelését geotechnikusra, vagy az ágyazat tervezőjére kell bízni.

5.3.13. Az alépitmény szemrevételezésének szükségessége

Szemrevételezés alapján már sokszor eldönthető, hogy egy ágyazat alkalmatlan feladata ellátására vagy sem. Az ágyazat nem megfelelő, ha túl sok finomszemcsét tartalmaz, esetleg fadarabokat, oda nem illő, nem talaj vagy kavics jellegű anyagokat, továbbá, ha szervesen szennyezettnek tűnik (szúrós szagú), gumizik, vizes, vagy több mm-es keréknyomok nyomvályúk láthatók gépjárművek vagy teherautók elhaladásakor, ill. már a lábunk nyomására is puhának érezzük.

5.3.14. Az ágyazat utótömörödése

Az ágyazat, ha tartósan nagy gyakorisággal halad át a felette levő ipari padlón nagysúlyú targonca, utótömörödhet, utósüllyedhet. Jelentős targonca igénybevétel esetén különös gondot kell fordítani az alépitmény szaktervezésére és kivitelezésére.

Az ágyazat szintén utótömörödhet, utósüllyedhet (roskadás) a teher dinamikusságának növekedése esetén. pl. ha a targonca a megengedett 5 km/h helyett annak többszörösével közlekedik üzemszerűen, vagy dinamikus terhet jelentő gépek üzemelnek a padlón, pl. présgépek, stancológépek, CNC szerszámgépek, kovácsoló gépek stb.). Az ágyazat süllyedése miatt a betonpadló is megsérülhet.

5.3.15. Az ágyazat eredeti rugalmas képességének elvesztése

További veszély az ipari padlóra nézve, ha az ágyazat elveszíti az eredeti rugalmas képességét. Az alépitmény rugalmassága, szakszerűtlen ágyazat tervezés vagy kivitelezés esetén vagy jelentős targoncaforgalom hatására kimerülhet, az ágyazat utótömörödhet, roskadhat, mert elveszítheti a kezdeti rugalmasságát.

5.3.16. Az utótömörödés és az ágyazási tényező változása

Az utótömörödés nagyobb $k(c)$ értéket eredményez, mert ez az ágyazatvastagság csökkenésével jár, az ágyazat tehát kissé tömörödik. Ezen tömörödési folyamat következtében értelemszerűen hézag is képződhet az ágyazat és a padló alsó síkja között, ami egyértelműen káros. Az utólagos mérés tehát félrevezető, nem igazolhatja az ágyazat eredeti megfelelését. Hiába tömör utólag egy ágyazat, ha már megsüllyedt és hézag keletkezett az ipari padló és az ágyazati réteg között.

5.3.17. A tömörség mérésének szükségessége a zúzottkő ágyazatoknál

A zúzottköves ágyazatok esetén a tömörség a nyilvánvalóan nagy hézagtérfogat miatt nem ad használható értéket a teherbírásra vonatkozóan. A zúzott szemcsék között állandó kitöltetlen – a szemcsemérettől is függő – hézagtér van, így az izotópos tömörségmérésnek nincs értelme, nem minősíti az ágyazat megfelelését.

5.3.18. Daráltbeton alkalmazási lehetősége ágyazat céljára

A daráltbeton a zúzottkővel csak abban az esetben lenne helyettesíthető teherbírasi értelemben, ha a beton nyomószilárdsága hasonló volt, mint a kőzet nyomószilárdsága. Ilyen vizsgálati eredmény nyilvánvalóan nem állhat rendelkezésre, ezért nagy teherbírású padlók esetén az ismert szilárdságú zúzottkő használata ajánlott. A daráltbeton alkalmazása közvetlenül az ipari padló alá nem javasolt, ágyazati réteggént pedig csak akkor, ha nem szennyezett (nem tartalmaz idegen és szerves anyagot), illetve ha frakcionált és a termék előállítója szavatolja annak megfelelőségét ágyazati anyagként. Emellett a daráltbeton vízfelvételi képessége magas, nem fagyálló, érzékeny a talajvízre és a nedvességre. Mindezek miatt a daráltbeton alkalmazásának lehetősége erősen korlátozott az ipari padló ágyazati rétegrendjében.

5.3.19. A víz jelenléte az ágyazatépítés közben

A víz jelenléte az ágyazatépítés közben veszélyekkel jár. Vizes ágyazaton történő padlóépítés után, a víz eltűnésével az ágyazat eleve roskadást, süllyedést szenved. A következmény a várható padlókárosodás. Csak teljesen száraz altalaj és aléptítmény tekinthető elfogadhatónak.

5.3.20. Az ágyazat térfogatnövekedési hajlama

Az ágyazat térfogata megnő, ha időszakosan teljes keresztmetszetében talajvízzel töltődik fel. Az adalékrezecskék között csökken a sűrűség, ezért elvesztik teherbírásuk egy részét és roskadnak. A víz távozásakor az ülepedések, egyenlő, vagy egyenlőtlen süllyedések formájában jelentkeznek. Az átmeneti talajok, melyek iszapos homokok, homokos iszapos és iszapok fokozottan vízérzékenyek tekinthetők.

5.3.21. A talajvízszint hatása az aléptítményre

Ágyazat esetében a talajvíz helyzete, és annak szélső értékei lényeges tényezők. Magas talajvízállás esetén az altalaj felpuhulhat és az ágyazat szemcséi belenyomódnak az altalajba. Ilyen esetben a geotextília ütközőréteggént történő alkalmazása javíthat a veszélyes helyzeten. Az ipari padlót úgy kell megtervezni, hogy az épített ágyazati réteg alsó síkja ne legyen közelebb 20 cm-nél a mértékadó, illetve ténylegesen mért talajvízszintnél. Ugyanígy a felszíni, a csapadékvizek és egyéb, ilyen jellegű hatások sem veszélyeztethetik az ipari padló ágyazatát. Amennyiben ezen kockázati tényezők fennállnak, akkor szivárgórendszerrel vagy egyéb módon szükséges a vizet távol tartani az ipari padló ágyazati rétegeitől.

5.3.22. Az ipari padló átlagos határmélysége

Az átlagos határmélység az a függőleges távolság az ipari padló alsó síkjától számítva, ameddig figyelembe kell venni a talajrétegek tulajdonságait az ipari padló méretezéséhez. Ezen szakaszon belül van lényeges hatásuk a talajrétegeknek az ipari padló teherbírására és tartósságára. Ezen mélység alatt általában már csak csekély, elhanyagolható hatása van a talajnak az ipari padlóra.

Az átlagos határmélység egy átlagos terhelésű és kialakítású ipari padló esetén kb. 3-4 m. Ebben a mélységben kiemelt jelentőségű a talaj állapota, teherbírása. Mértékét csak szakértő állapíthatja meg, és az aléptítmény és a padlótervezés szakaszában ismertnek kell lenni.

A határmélység nem tekinthető állandónak, minden padló esetében más lehet. Függ az altalaj állapotától, a terhelések intenzitásától és felületi kiterjedésétől, illetve a padlóablák horizontális méretétől.

Főszabály a határmélység alakulásának tekintetében: a megadott átlagos határmélység nagyon tömör és teherbíró altalaj esetében csökken, míg nagyon kedvezőtlen, puha altalaj esetén megnő.

Példaként: átlagos tehernek tekinthető egy 30 kN tengelyterhelésű targonca, 50 kN/m² megoszló teher és 60 kN oszlopterhelésű raktári állvány. Táblaméretben tekinthetjük a 6 m x 6 m szokványosnak és a padlóvastagságot 20 cm-nek. Ez esetben már csak az altalaj minősége határozza meg a határmélységet. Különböző tipikus talajok esetén más-más határmélységet szükséges figyelembe venni. Kötött talajoknál mélyebb, míg szemcsés talajoknál sekélyebb határmélység feltételezhető. De ez az eltérés nem annyira számottevő, mint a talajok laza, puha, vagy inhomogén összetétele esetén.

5.3.23. A különböző terhelési típusok hatása az alépítményre

A különböző terhelési típusok más-más mértékben hatnak az alépítményre.

A targoncák dinamikus terhelése főként az épített ágyazatra van kihatással, illetve a felső kb. 0,5 m vastagságú talajzónára. A dinamikus terhelések utótömörödést okozhatnak ebben a zónában.

A pontszerű terhelési rendszerek (pl. polcrendszer és annak sorokba rendezett lábai, pódiumok talpai stb.) a 2-4 m-es talajzónára vannak hatással, míg a megoszló terhelési rendszerek (ömlesztett anyagok, raklapokon lévő tárolt anyagok/termékek) 5-6 m mélységig is hathatnak és süllyedéseket okoznak.

5.3.24. Az injektálás lehetősége

A nem kellő teherbírású altalajokat bizonyos esetekben meg lehet erősíteni injektálással, legyen szó átmeneti, kötött vagy szemcsés talajról, akár 6 m mélységig. A jó és tartós eredmény garanciája a megfelelő technológia, mivel az injektáló anyag mindig a kisebb ellenállás irányába terjed, amerre a gyenge, puha zóna van. A talajcserénél hatásosabb ez a technológia, időt és energiát lehet vele megspórolni. Az injektálás lehetőségeit és gazdaságossági előnyeit esetenként kell mérlegelni.

5.4. Az altalaj követelményrendszere

Ágyazatra építendő ipari padló tervezéséhez a talaj geotechnikai ismerete szükséges (talajvizsgálati jelentés vagy geotechnikai szakvélemény, monitoring).

Az altalaj felső síkján (földtükör, talajtükör) az MSZ 2509-3:1989 szabvány szerinti tárcsás teherbírásmérés szükséges. Mérési gyakoriság: 250-500 m²-enként egy mérés, de min. 3 mérés egységenként, illetve kétség esetén további mérések szükségesek. Inhomogén mérési eredmények (a középértéktől +/-10%-nél nagyobb eltérés) esetén sűríteni kell a mérések helyét, növelni a számát, azután kell döntenie arról, hogy milyen intézkedések szükségesek a megfelelően stabil, teherbíró és homogén alátámasztást biztosító alépítményi rétegek (altalaj tömörítése, közbenső rétegek, ágyazat) kialakítása érdekében. Az ipari padló építésénél felmerülő geotechnikai kérdésekkel, problémákkal kapcsolatban az 1. számú mellékletben foglaltak irányadók.

A tárcsás mérési eredmények:

- ▶ Rugalmassági (alakváltozási) modulus: E_2 (N/mm² vagy MPa), E_1 (N/mm² vagy MPa),
- ▶ Tömörödési tényező: $T_t = E_2/E_1$.

Az altalaj értékelése az MSZ 2509-3:1989 (Útpályaszerkezetek teherbíró képességének vizsgálata. Tárcsás vizsgálat.) szabvány szerint készüljön. Más szabványos eljárást csak akkor szabad használni, ha azok eredménye átszámítható módon megfeleltethető az ezen szabvány szerint meghatározott értékeknek. Olyan vizsgálatok, amelyekből nem számolható tömörödési és / vagy ágyazási tényező, nem alkalmasak méretezésre és méretezés-ellenőrzésre, tehát ezek csak tájékoztató eredményeket adnak, és csak ennek megfelelően szabad figyelembe venni.

Altalaj követelménye: $E_2 = \text{min. } 35 \text{ N/mm}^2$, emellett $E_2/E_1 = \text{max. } 2,5$.

Ágyazási tényező: $k = c \text{ (N/mm}^3 \text{ vagy MN/m}^3\text{)}$, a tárcsás teherbírásmérés eredményeiből számítva.

- ▶ Gyenge: $k = c = 0,025\text{-}0,03 \text{ N/mm}^3$,
- ▶ Közepes: $k = c = 0,03\text{-}0,06 \text{ N/mm}^3$,
- ▶ Magas: $k = c = 0,06 \text{ N/mm}^3$ felett.

$E_2 = 35 \text{ N/m}^2$ alatti rugalmassági modulusú altalajra ipari padlót nem szabad építeni a folytonos és egyenletes statikai stabilitást elérő intézkedések nélkül.

Geotextília beépítése abban az esetben szükséges, ha a legalsó épített ágyazati réteg a beépítéskor és betömörítéskor várhatóan a meglévő felső altalaji rétegbe túlzott mértékben benyomódna (kb. 10-15 cm felett), vagy ha az egymásra épülő ágyazati rétegek között a feljebb beépítendő ágyazati réteg várhatóan túlzott mértékben benyomódna (kb. 10-15 cm felett) az alatta levő ágyazati rétegbe. A georács a vízszint irányú nyírófeszültségeket veszi fel, ezáltal a rétegek egymáshoz képesti kitérését korlátozza. A geotextíliát tervezői kiírás szerint kell beépíteni.

Drénezéses, vízvezetés abban az esetben szükséges, ha a mértékadó vagy a ténylegesen mért talajvízszint 20 cm-re megközelíti az épített alsó ágyazati réteg alsó síkját, vagy ha a felszíni vagy egyéb vízfolyások veszélyeztethetik padlórendszer bármelyik épített rétegét. Drénezést, vízvezetést tervezői kiírás szerint kell beépíteni.

5.5. Az ágyazattal szemben támasztott követelmények

5.5.1. Ágyazat értékelése

$E_2/E_1 = T_t = \text{max. } 2,3$.

- ▶ Gyenge: $E_2 = 75 - 80 \text{ N/mm}^2$,
- ▶ Közepes: $E_2 = 80 - 95 \text{ N/mm}^2$,
- ▶ Magas: $E_2 \geq 95 \text{ N/mm}^2$.

$E_2 = 75 \text{ N/m}^2$ alatti rugalmassági modulusú ágyazatra ipari padlót nem szabad építeni a folytonos és egyenletes statikai stabilitást elérő intézkedések nélkül.

Az ágyazat értékelése az MSZ 2509-3:1989 (Útpályaszerkezetek teherbíró képességének vizsgálata. Tárcsás vizsgálat.) szabvány szerint készüljön. Más szabványos eljárást csak akkor szabad használni, ha azok eredménye átszámítható módon megfeleltethető az ezen szabvány szerint meghatározott értékeknek.

5.5.2. Ágyazat vastagsága

Az ágyazat vastagsága a geotechnikai jelentés és a RIL 836 ajánlása alapján tervezendő. Az ágyazat minimálisan szükséges vastagságát az ágyazat alatti (altalaj) réteg felszínén mért E_2 rugalmassági modulus és az ágyazat felszínén elvárt E_2 rugalmassági modulus határozza meg. Példaként: ha adott egy $E_2=50$ MPa rugalmassági modulusú altalaj, akkor a tervezett $E_2=100$ MPa rugalmassági modulusú ágyazat elérése érdekében 35 cm vastag ágyazatra van szükség.

5.5.3. Ágyazat síkpontossága

4 méteren +/-10 mm, 2 méteren +/-5 mm, a köztes távolságokon interpolálással meghatározva.

5.5.4. Elválasztó-, csúszóréteg anyaga és vastagsága

Minimum 2 réteg polietilén (PE) fólia, 30 cm-es átlapolással terítve, rétegvastagság min. 0,09 mm rétegenként

5.6. Az ipari padlóbetonnal szemben támasztott követelmények

A beton tervezésnél hatályos betonszabványok – jelenleg az MSZ 4798:2016, és az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabványok az irányadók.

A kéregerősítéssel ellátott ipari padlók betonkeverékeinek összetétel-tervezési szempontjai között figyelembe vehető a DBC (Német Építéskémia Szövetség- *Deutsche Bauchemie e.V.*) által kidolgozott és az EFCA (Európai Betonadalékszer Szövetség- *The European Federation of Concrete Admixtures Associations*) által is ajánlott műszaki kiadvány: *The Use of PCE Based Superplasticisers For The Construction Of Industrial Floors* [<http://www.efca.info/efca-publications/technical-publications/>]. A kéregerősített ipari padlók tervezésénél, illetve a betontechnológia kialakításánál figyelembe kell venni a kéregerősítési kockázatot növelő tényezőket: pl. betonadalékszer kompatibilitása a cementtel, több adalékszer együttes alkalmazása esetén az egymásra hatás. (Légpórusképzővel készített betonpadlóknál a kéregerősítés nem alkalmazható a felválási veszély miatt.)

A padlóbetonok fontos anyagjellemzője a beton nyomószilárdságán kívül a hajlító-húzószilárdság (f_{ctm}), amelynek a méretezési szabványban megadottnál nagyobb karakterisztikus értéke is figyelembe vehető a tervezés során, ha a betonkeverék rendelkezik a hajlító-húzószilárdságra is érvényes típusvizsgálattal. A padlólemez zsugorodási hajlamának számításához ajánlott elvégezteni és TVB által igazolni a keverékre jellemző 28 napos, 90 napos és 180 napos zsugorodás vizsgálatát. A keverőtelepnek igazolnia kell, hogy a padlóbetonhoz kiadott keverékek alapanyagai egyeznek a típusvizsgálatban megjelölt anyagokkal.

Az ipari padló építéséhez Betontechnológiai Utasítás (BTU), kivitelezési Technológiai Utasítás (TU) és Mintavételi és Megfelelőség-igazolási Terv (a továbbiakban: MMT) készítése javasolt. Friss beton konzisztencia vizsgálatok elvégzése a beépítési helyen is szükséges, a friss beton konzisztenciája az MSZ EN 12350-2 szabvány szerinti roskadásméréssel, vagy az MSZ EN 12350-5 szabvány szerinti területméréssel vizsgálva az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti S3-S4 vagy F3-F4 konzisztencia osztályba essen. Célzerű az építéshelyszínen mért legalább 500 mm terület. A betonkeverék jó terülőképességéhez nem szabad társulnia olyan vérzésnek (pl. „bleeding channels” – felületen megjelenő ún. „vérző csatornák”), amely megakadályozza vagy legyengíti a padlóbeton és a kéregerősítés közötti kapcsolatot. Az ipari padló építéséhez a beépítés helyére kiszállított betont a vonatkozó betonszabvány előírásait betartva kell átvenni.

A kivitelezés, beépítés során a kedvező időjárási körülményektől eltérő helyzetben (pl. téli és nyári időjárási körülmények) a vonatkozó előírásokat, ajánlásokat be kell tartani.

A beton nyomószilárdsági osztálya az MSZ 4798:2016 szabvány szerint C25/30 – C50/60 közé tartozzon, de kéregerősítéssel ellátott ipari padlóknál ne legyen nagyobb, mint C35/45. A frissbetonból való mintavétel, a betonminta kivétele, illetve a próbatestek készítése és tárolása a munkaterületen történjen! A meg-szilárdult beton nyomószilárdságát sablonban készült próbatesten az MSZ EN 12390-3 szabvány szerint, vagy ha szükséges, akkor utólag fúrt magmintán az MSZ EN 12504-1 szabvány szerint kell vizsgálni.

***Megjegyzés 1.:** A beton nyomószilárdsági osztályát meg lehet határozni a beton nyomószilárdság vizsgálati eredmények MSZ 4798:2016 szabvány 8.2.1.3. szakasza szerinti értékelésével. Ezen értékelési mód esetén az átadás-elutasítás valószínűségi aránya 70%-30%. Az MSZ EN 1990:2011 és MSZ EN 1992-1-1:2010 méretezési szabvány feltételezi az 50%-50% átadás-elutasítási valószínűséget, amellyel összhangban lévő nyomószilárdság vizsgálati eredmény értékelést az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint kell végezni. Ez utóbbi esetben a nyomószilárdsági osztály jele után fel kell tüntetni az $AC_{50}(H)$ kísérőjelet, például: C30/37 – $AC_{50}(H)$, ahol AC az „Acceptante characteristic curve” (elfogadási jelleggörbe) kifejezésre utal.*

***Megjegyzés 2.:** A 28 napos – vagy esetleg ritkán, ha ebben írásban előzetesen megállapodnak, legfeljebb 90 napos – korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra, illetve nyomószilárdsági osztályra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét vagy meg nem felelőségét utólag igazolni nem szabad (MSZ 4798:2016).*

A beton átlagos hajlító-húzószilárdsága az ipari padló terhelésétől, vastagságától és az alépitménytől függően: $3-4 \text{ N/mm}^2 / 4-5 \text{ N/mm}^2 / > 5 \text{ N/mm}^2$.

A beton hajlító-húzószilárdságát az MSZ EN 12390-5:2009 szabvány szerint kell meghatározni általában a beton 28 napos korában, kétpontos terheléssel. A hajlító-húzószilárdság vizsgálatára a sablonban készült, végig vízben tárolt $150 \times 150 \times 600$ mm méretű hasáb alakú próbatest használata ajánlott, amelyet 450 mm fesztávolságon kell hajlítani. A betongyártó teljesítménynyilatkozattal igazolhatja a jellemző megfelelőségét.

***Megjegyzés:** A hajlító-húzószilárdság is értékelhető 50%-50% átadás-elutasítási valószínűség mellett.*

A beton zsugorodására vonatkozó követelmény: a zsugorodás 28/90/180 napos korban rendre max. 0,2/0,4/0,5 mm/m, vagy 0,3/0,5/0,6 mm/m legyen. A betongyártó teljesítménynyilatkozattal igazolhatja a jellemző megfelelőségét. A zsugorodási hajlam csökkentése érdekében betonösszetétel megtervezésekor (lásd: Cement-beton Zsebkönyv 2007, DDC) az alábbi szempontokat szükséges figyelembe venni:

- ▶ kisebb zsugorodású cementek alkalmazása,
- ▶ kis vízigényű adalékanyagok használata,
- ▶ nagyobb pépigényű adalékanyagok használata (viszonylag kicsi legyen az egyenlőtlenségi mutató),
- ▶ az adalékanyag adott legnagyobb szemnagysága mellett minél nagyobb legyen a finomsági modulus,
- ▶ előnyösebb a gömbölyded szemalak a hosszúkáshoz képest (kavics, homokos kavics),
- ▶ minél alacsonyabb víz-cement tényező javasolt (ne legyen nagyobb, mint 0,49).

A szálerősítéses betonból készült ipari padlók esetében a vonatkozó MSZ EN 14889-1:2007 (acélszál) és MSZ EN 14889-2:2007 (műszál) szabványok előírásait be kell tartani, különös tekintettel a felhasználásra

kerülő szál teljesítmény-nyilatkozatára vonatkozóan. Célszerű, ha a padló készítése padló terv vagy legalább statikai méretezés alapján készül. A tervezés során az alábbiakban felsorolt szabványok és irányelvek alkalmazása javasolt:

- ▶ MSZ EN 1562:2009 Helyhez kötött acél tárolórendszerek,
- ▶ MSZ EN 1990:2011 Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai,
- ▶ MSZ EN 1991-1-1:2005 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei,
- ▶ MSZ EN 1991-1-3:2016 Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások,
- ▶ MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1.rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok,
- ▶ MSZ EN 1997-1:2006 Eurocode 7: Geotechnikai tervezés. 1. rész: Általános szabályok,
- ▶ TR34 3th and 4th Edition (Technical Report 34) Concrete Industrial Ground Floors (A guide to design and construction),
- ▶ ÖVBB Faserbeton Richtlinie 2008,
- ▶ DBV Merkblatt – Industrieböden aus Stahlfaserbeton – Besonderheiten bei Bemessung und Konstruktion, Herstellung und Ausführung – 2013.

Az MSZ EN 14889-2:2007 szabvány 5. fejezete a polimer szálakkal kapcsolatos követelményeket állapítja meg, ezen belül az 5.1. szakasz különböző osztályokba sorolja a polimer szálakat. Ezen szabvány szerinti Class II. osztályba tartozó szálak általában akkor kerülnek felhasználásra, amikor a repedés utáni hajlító szilárdság növelése megkövetelt. Class II osztályon kívüli szálak alkalmazása csak a vonatkozó szabványokban és irányelvekben meghatározottak szerint lehetséges, különösen a TR34 [36] és az ÖVBB FR [37] előírásai alapján.

A szálerősítés hatását az MSZ EN 14845 szabvány és a RILEM TC 162-TDF. 2003. szerinti gerendakísérlettel, tehát az adott száltípusra jellemző erő-repedésmegnyílás görbével (CMOD [7], azaz Crack Mouth Opening Distance) ajánlott meghatározni. A mért erőértékekből számítható a repedés kialakulása után maradó hajlító-húzószilárdság és a padló hajlítási teherbírása. Ez a követelmény az ipari padlóknál szükséges a rendeltetésszerű használat és a megfelelő tartósság biztosítása érdekében. A szálak hatását pedig a CMOD vizsgálatok és az R_g (maradó hajlító-húzószilárdság, a repedés utáni terhelhetőség arányszáma az első repedéshez tartozó terhelési értékhez képest) értékek alapján lehet figyelembe venni a méretezéskor.

Utókezelés

Az ipari padlóknál az utókezelés kulcsfontosságú a tervezett, valamint a rendeltetésszerű és tartós használat elérése érdekében. 25°C hőmérsékletig utókezelő szer használata megfelelő lehet, ezen hőmérséklet felett a párazáró permetezés mellett fóliatakarás és nedvesítés (hűtés) sőt nedvesen tartás is szükséges. A felület kergesedése ellen speciális, ún. köztes párazáró alkalmazása is alkalmazható a kéregerősítő könnyebb bedolgozhatósága érdekében. Abban az esetben, ha a padlófelületre burkolat vagy bevonat kerül, olyan párazárást kell biztosítani, a párazáró anyagot úgy kell megválasztani, hogy biztosítsa a későbbi burkolhatóságot, bevonhatóságot.



2.kép: Utókezelés párazáró permetezéssel. (forrás: Betonmix Kft.)

A betonozást, felületképzést követően kezdődik az utókezelési időszak, amely legalább 14 napig tartson! Az utókezelés legfőbb célja, hogy a cement hidratációjához szükséges víz a kötési időszakban és a kezdeti szilárdulás folyamán a betonkeresztmetszetben mindenhol jelen legyen elegendő mennyiségben (vagyis ne száradjon ki idő előtt a beton). A hidratációhoz szükséges vízmennyiség többszörösével kerül bedolgozásra a beton. Utókezelés nélkül a betonfelület mégis gyorsan, ellenőrizetlenül kiszáradna, ami a felület tönkremeneteléhez vezetne és az egész betonszerkezetet megfelelőségét veszélyeztetné. Az utókezelés alapvetően szükséges ahhoz, hogy az ipari padló tervezett minősége létrejöjjön. A párazárók csak folytonos filmképzés esetén hatékonyak. A fentiekre tekintettel kipermetezéskor ügyelni kell arra, hogy egységes, szakadozásmentes, fényes foliadékfilm keletkezzen.

A párazáró folyadék (akár diszperziós, akár pl. akrilát bázisú, akár más) a beton felső pórusait tömi el néhány tizedmilliméter mélyen, de mivel teljesen a felülethez tapad, nem szigetel a környezeti hőmérséklettel szemben.

5.7. Az ipari padló betonlemezzel szemben állított követelmények

5.7.1. Ipari padló vastagsága

Csúszóréteg esetén min. 10 cm (tervezés szerint), tapadóhíd esetén min. 8 cm (tervezés szerint).

5.7.2. Ipari padló síkpontossága

Egyéb előírás hiányában a DIN 18202:2013 szabvány vagy a TR34 Műszaki Irányelv szerint történik:

„Javasolt síkpontossági követelmény a szabadközlekedésű, általános területekre vonatkozóan (FM = Free Movement) a TR34 Concrete Industrial Ground Floor 4th Edition FM 3 Class Property E szerint. A padló síkpontosságának ellenőrzése ezen műszaki irányelv szerint 3,00 x 3,00 méteres ponttávolságú rács felvételével történik, ahol a szomszédos rácpontok magasságkülönbségét mérjük és vizsgáljuk egyszerű szintezéssel. Az elkészült padló akkor felel meg síkpontosság tekintetében, ha a mérések maximum 5 %-a lépi túl a TR34 FM3 osztály E oszlopának jellemzőjét, ami 8 mm. Az előírás szerint elkészült padló alapsíkhoz mért eltérése nem lehet nagyobb, mint +/-15 mm.”

Az ipari padló minősítéséhez a teljes terület felmérése szükséges, de speciális esetben a mérések számát az aktuális terület nagyságának és a használati igényeknek megfelelően is meg lehet határozni a felek közti szerződésre tekintettel.

5.7.3. Ipari padló vízszintessége

Egyéb előírás hiányában a DIN 18202:2013 szabvány vagy a TR34 Műszaki Irányelv szerint egységenként +/-15 mm a tervezett padlósíkhoz képest. A mérést az 5.7.2. pontban leírtak szerint szintezéssel, 3 m x 3 m-es raszterben lehet végezni.

5.7.4. Az ipari padló táblaszéleinek, fugaszéleinek felhajlása, annak hatása a rendeltetészerű használatára

Az ipari padlók kismértékű görbülése, a táblaszélek felhajlása (táblagörbülés, tálasodás) a padlóépítés természetes része. Kiváltó oka padozat alsó és felső részének egyenlőtlen kiszáradása, azaz a száradási zsugorodás, amelyet a felső sík párazáró lakkozása csak mérsékelni, ill. késleltetni tud, de teljesen megszüntetni nem.

A vágott fugásan dilatált padlók sokkal érzékenyebbek a táblaszélek és sarkok felgörbülésére, mint a fugamentes padlók. A dilatált táblák szélei a szomszédos táblákkal történő együttdolgozás teljes hiányában fele, a sarkok pedig cca. egynegyed teherbírással rendelkeznek, mint mezőközépen, ezért ezt a körülményt a statikai program eleve figyelembe veszi.

Természetesen a dilatált padlók a betonlemez felső 1/3-ig végzett bevágásai ellenére nyíróerő átadásuk miatt együttdolgoznak, tekintettel arra, hogy az utólagos táblaátrepedés, nem függőleges sík mentén történik, hanem szabálytalan fogazott módon alakul ki. A táblák 2/3-ban átrepedt dilatációi a fogazottságuk mentén a táblaszél menti külső függőleges nyíróerők (pl. targoncakerék áthaladásakor, polcláb teher stb.) hatására összeakadva maradnak, és egyfajta függőleges irányú nyíróerőt átadó csuklós kapcsolatként viselkednek. A jó minőségű, eredeti rugalmas állapotát megőrizni képes ágyazat és a padozat üzemszerű használata mellett, ezek a kapcsolatok nem épülnek le, ezért tartósak maradnak.

Az ipari padlóra gyakorolt külső üzemszerű hatások: megoszló, vonalmentén megoszló, pontszerű, és gördülő dinamikus terhek.

Megfelelően méretezett padló esetén – feltételezve, hogy az ágyazat rendelkezik a tervezett rugalmas teherbíró képességével, valamint az igénybevételek sem statikus, sem dinamikus erőhatások tekintetében nem haladják meg a tervezett mértéket, és a padlót üzemszerűen használják – akkor a függőleges erőhatá-

sok következtében a fogazott betonszéli nyíróerő-átadó kapcsolatok nem sérülnek, nem épülnek le fáradásos töredezés, morzsolódás által.

A padló + alépítmény, mint komplex teherviselő rendszer túlterhelhető akkor is, ha a targoncák a biztonságosnak egyébként sem nevezhető 8-10 km/h feletti sebességgel haladnak, **ami egyébként a padozat szempontjából mellékes, mert a padlóbetont nem lehet túlterhelni a biztonságosnál többszörösen nagyobb sebességű haladással sem** – ugyanis a dinamikus túlterhelés az ágyazatot rombolja.

A haladási sebesség függvényében a dinamikus ágyazatra gyakorolt hatás nem lineáris, hanem négyzetes függvény szerint hat. (Példa: egy 8 km/h és 50 kN első tengely terhelésű targonca intenzív fékezésekor az első tengely terhelése már 24 tonnára növekszik, ami a padozat által az ágyazatra kerül átadásra!)

A példa szerinti fékezés okozta negatív gyorsulás is hasonló, mint a fokozott sebességgel a dilatáción keresztülhaladás okozta igénybevétel, ugyanis minden dinamikus hatás számításban szerepel a hatásnak kitett padlólemez és ágyazatának szerkezet alakváltozásának gyorsulása, mint teherközvetítő és teherviselő együttese.

Nem kerülhető meg az üzemeltető kötelező gondossági kötelezettsége sem, miszerint üzemeltetőként nem járhat el felelőtlen módon a padozat használata során.

A fent említett tény az is alátámasztja, hogy a kifogásolt kopogó padlóhang az esetek döntő többségében csak a dilatáción kifejezetten gyorsan áthaladó targonca által demonstrálható.

A padlóméretezés során alkalmazott dinamikus biztonsági tényezők természetesen állandó rugalmassági modulusú ágyazatot és EU-s sebességkorlátozás hiányában „észszerű” közlekedési sebességgel való haladást feltételezhetnek, ezért sem léteznek extrém sebességű haladást feltételező nagyobb biztonsági tényezők. (Ezt a sebességkorlátozást a csarnokok egy részében ki is táblázzák).

Padlóépítői szemszögből már a 10 km/h feletti sebesség is teljes mértékben észszerűtlennek tűnik.

Az ipari padló problémáinak egyik lehetséges oka a targoncák dinamikus kerékterhe (pl. a targoncán való egyenlőtlen tehereloszlás, a blokkolva fékezés, a szűkívív, gyors kanyarodás), amely többletterhet jelent az ágyazatra, illetve a felette nyugvó padozat kapcsolataira.

Mint minden mérnöki létesítmény, - észszerű határok között - az alépítmény is méretezhető tetszőlegesen hosszútávú tartósságra, amelynek feltétele viszont a minden fontos körülményre és terhelésre kiterjedő részletes adatszolgáltatás kérése az üzemeltetőtől, és ezek figyelembe vételével tervezhető meg az alépítmény geotechnikai szakmérnök és az általa esetleg bevont további szakági tervezők felelősségére. A fentiek szerint megtervezett alépítményt kivitelezni is hasonló gondossággal kell, szigorú ellenőrzés mellett!

A targonca okozta dinamikus ágyazat terhelés, illetve túlterhelés még a megfelelően elkészített ágyazat utótömörödését is előidézheti, amely roskadással jár. Észlelhető problémát csak a roskadás számottevő mértéke jelenthet. Az ipari padló alatt az ágyazat E_2 és E_1 értéke utólagosan nem vizsgálható úgy, hogy az eredmények pontos értékeket adnának az eredeti, kivitelezéskori állapotra nézve. Az ágyazat utólagos vizsgálata éppen azért sem képes kimutatni esetleges tömörítetlenséget, mert az utótömörödés eleve az eredetinel nagyobb E_2 -t eredményez, csak miközben utótömörödik, el is távolodik a padlólemeztől hézagot, képezve alatta. Ezzel a fizikai elváltozással magyarázható a padlómozgás és nem okként, hanem okozatként.

Padlótervezőként és kivitelezőként nem lehet előírni a targoncák teljeskörű üzemeltetési szabályozását, de a tervdokumentációban és a kivitelezési szerződésben fel lehet hívni a figyelmet arra, hogy az ágyzatok általában csak bizonyos határig képesek tolerálni a túlzott igénybevételeket, aztán elvesztik a rugalmasságukat, és roskadnak, a padló pedig követi az alakváltozását. Az ágyzatok képesek spontán terhelés nélküli roskadásra is. A talajvizsgálat és a tervezendő ágyzatok problémaköre a tervezés és a kivitelezés során lényeges és meghatározó szempontot kell jelentsen.

5.7.5. A beton padlólemez viselkedése a padlóterhek hatására, összefüggésben az altalaj, és az épített ágyzat teherbírásával, illetve azok elégtelenségével

Az ipari padló széleinek (vágott fugáknál, munkahézagoknál, egyéb dilatációknál) felgömbülése miatt ezen felhajlott szélek konzolként működő padlórésznek tekinthetők. A sértetlen, jó minőségű, kellően teherbíró, rugalmas ágyzat – gyakorlatilag mérhető lehajlás nélkül viseli a tervezett terheket. Ezért is fordulhat elő a gyakori eset, hogy a felgömbült lemezszélű táblák egyáltalán nem mozognak vagy billegnek.

Probléma akkor keletkezik, ha az ágyzat az ismétlődő dinamikus terhek pumpáló tömörítő hatására átrendeződik, és egyenetlenül utótömörödik, és az aljzat ezért lokálisan, vagy akár szeszélyes eloszlásban túlterhelődik. A túlterhelt részek ismét átrendeződnek roskadás által mindig egy új és új egyensúly irányába haladva. Eközben a padlólemez a korábbi alátámasztási helyektől eltérő, változó méretű felületeken változó helyeken kerül alátámasztásra. A padlólemez rugalmas határait követve igyekszik követni az ágyzat változó magasságának változásait. Ahol ez átmenetileg, vagy véglegesen nem sikerül, ott a padlólemez alátámasztás nélküli túlterhelt konzol vagy többtámaszú betonlemezként kénytelen működni. Kétséges, hogy ebben a helyzetben képes lesz-e megőrizni a tervezett I. rugalmas feszültségi állapotát. Amennyiben nem, bekövetkezik a beton II., illetve III. képlékeny feszültségi állapotba kerülése, és a padlólemez megreped, illetve eltörik. (Ez a fejezet még csak a tervezett és beépített talajjavító ágyzat problémáival foglalkozik, a mélyebb ún. határmélységen belüli – nem ritka – termett talaj esetleges összenyomható puha rétegeinek roskadásával nem.)

Alulméretezett vagy rosszul kivitelezett ágyzat esetén „túlterhelődés” már normál, azaz tervezett mértékű terhelés hatására is bekövetkezhet, de nem üzemszerű használat esetén (megengedettnél nagyobb targoncasúly vagy sebesség, ezzel arányosan nagyobb fékerők) ez a folyamat drámaian fel is gyorsul, és a kialakuló süllyedések már a padlót nagy konzolosságú, illetve olykor földémszerű teherviselésre kényszerítik. Ekkor már érezhető, esetleg látható és hallható is a padlómozgás. Ezek a nem kívánt események a későbbiekben a padló töréséhez is vezethetnek.

A fugák menti kagylós kitörések már az első jelei is lehetnek az utótömörödésnek. Természetesen fugakitörést nem mozgó padlóknál is találni nagy számban, amennyiben ún. kiskerekű targoncákat üzemeltetnek, ugyanis ezek statikus kerékterhelése már nagyon közel áll a betonpadlók betonjának a törőszilárdságához. A dinamikus hatásuk pedig ennek akár a többszöröse is lehet. Egy jól tervezett és megfelelően kivitelezett, tartósan rugalmas ágyzat védeni is képes a padozatot rugalmas energiaelnyelő képessége okán.

Az ipari padló részben teherviselő, részben teherközvetítő teherátadó szerepet tölt be. A padló mindaddig, amíg az ágyzat rugalmasan összenyomódik a teher hatására, alakváltozást szenved (1 mm alatti tartományról van szó), nyomatókot, nyíróerőt vesz fel és ad át a szomszédos tábláknak, valamint lokális nyomóerőt vesz fel és továbbit az aljzatra koncentrált terhek hatására.

A padlólemeznek a dilatációknál a targonca kerékterhek intenzív ütőhatását is el kell viselnie. Kiskerekű targoncák esetén akár a törőszilárdságát meghaladó mértékű hatások is előfordulhatnak. Nagysebességű haladáskor ez az erőhatás a sebesség négyzetével növekszik.

Egy kissé alulméretezett ipari padló még képes lehet üzemszerűen működni egy, a tervezettnél jobban teljesítő alépítmény esetén, de ez fordítva nem igaz. Túlméretezett padlóval sem lehet biztonsággal elkerülni a padlóhibákat, amennyiben az alépítmény nem megfelelő.

Az alépítménynél, mint komplex rendszernél a probléma sokkal összetettebb. Ritkán készül az altalajról ipari padlóra vonatkozó műszeres talajradar-vizsgálat, geotechnikai szakvélemény, jelentés és ajánlás. Ugyanez a helyzet az ágyazati rétegek tervezésével kapcsolatban is. Az ipari padló mint épületszerkezeti egység, egy csarnoképület egyik legköltségesebb és üzemeltetési szempontból legfontosabb része. Nyilvánvaló elvárás kell tehát legyen az alépítmény és az ipari padló teljes egészének felelősségteljes mérnöki tervezése, kivitelezése és szigorú ellenőrzése.

A fenti követelmény teljesítése költséges, de feltétlenül szükséges a tartós, biztonságos használathoz. Azt is figyelembe kell venni, hogy a földművek, talajjavító rétegek spontán konszolidációja külső ráhatás nélkül kb. 2 év. Ezt a természetes roskadási folyamatot rövidíti le a kivitelezési folyamat gépi tömörítéssel néhány napra, melynek sikeressége a teljes szerkezetre nézve alapvetően fontos.

5.7.6. Padlólemez széleinek felhajlása

Az ipari padló széleinek felhajlása általában a dilatációtól mért 50 cm-en belül mérhető. A beton összenyomás hatására lényegesen nem változtatja a térfogatát, szilárd, és merev anyagnak tekinthető az ágyazathoz képest. Ezzel ellentétben áll az ágyazat és az altalaj, mert alkotói változó méretűek, szemcsés anyagból állnak, amely részecskék külső hatásra nyomás, vibrálás, vagy egyszerű nedvesítés hatására elmozdulnak egy sűrűbb rendezettség irányába, más szóval tömörödnek, roskadnak. Állapotuk és térfogatuk egyáltalán nem tekinthető állandónak.

Tömörítésük során olyan határállapot alakul ki, amelynél tovább már csak jelentősen nagyobb munkával sűrűsíthető az adalék mátrix. Ez az ipari padlós terminológiából már ismert mérhető rugalmas E2 határállapot. Szükséges mértékét a padló tervezője írja elő a várható igénybevételek figyelembe vételével.

Ez a tervezett tartósnak feltételezett rugalmas állapot több okból kifolyólag is leromolhat:

- ▶ Amennyiben nedvesség éri az alépítményt, akkor a kőmátrix érintkező részeinek belső súrlódása lecsökken és létrejön a spontán roskadás,
- ▶ Ugyanilyen roskadás jön létre akkor is, ha a túlterhelés hatására az adalékrészek támaszkodó összeékelődött csúcsai letöredeznek, lemorzsolódnak, ekkor is roskadást szenved el a szerkezet. Ez az eset jól ismert a vasúti pályák zúzottkő töltéseinél, amelyeknél a bazaltzúzalékot elhasználódásuk miatti roskadásuk függvényében, időről időre a talpfák alá kell tömöríteni (szaknyelven aláverni) az alépítményi zúzalékot, hogy egy ideig ismét rugalmas aljként működjenek.

A fentiek szerint, két változó tulajdonságú inhomogén összenyomható teherviselő elem van a hármas rendszerben, az ipari padlóbeton-lemez, az ágyazat és az altalaj. A korrekt ipari padló tervezéshez szükséges, hogy készüljön kifejezetten a padló alatti altalajra vonatkozó geotechnikai szakvélemény, jelentés és ha

abban a padlóra nézve veszélyes rétegekre van utalás vagy nyilatkozat téve, akkor annak a rétegnek a megjavításának, megszilárdításának módjára is adjon megoldást!

5.7.7. A mozgó, billegő padlótáblák diagnosztikai folyamata

Padlófelhajlással kapcsolatos lehetséges jelenségek:

- ▶ Felgöbült a tábla széle, és a padlólemez mozog vagy kopog, esetleg mindkettő.
- ▶ Felgöbült a tábla széle, de a padlólemez ennek ellenére nem mozog, és nem is kopog.
- ▶ Nem göbült fel a lemez széle, de a padlólemez ennek ellenére mozog, vagy mozog és kopog is.
- ▶ Nem göbült fel a lemez széle, a padlólemez nem mozog, és nem kopog.

Tisztázandó minden esetben, hogy mennyi idővel, hány évvel később kezdődött a padlómozgás a használatba vételt követően.

Lényeges tehát azt figyelembe venni, hogy egy fizikai tulajdonságai tekintetében állandó, sőt sok esetben az első években javuló tulajdonságú beton padlólemez egy csarnokon belül tud a fentebb jelzett négyféle módon viselkedni.

A betontáblák négyféle módon való viselkedése már önmagában is kizárja a táblagöbülésekre mint hibára való hivatkozást, mint hibaokot, mozgó vagy kopogó táblák esetén. Egy új csarnokokban a padozat alsó-felső felületeinek eltérő időbeni és eltérő mértékű száradása miatt bekövetkező táblagöbülések általában 1-3 hónapon belül már meglevőnek és lényegében véglegesnek tekinthetők. Előfordulhat ugyanakkor ennél hosszabb zsugorodás-lezajlás is. A betontáblák azonban általában még nem mozognak a kezdeti igénybevételekor. Ennek az az oka, hogy az ágyazat kezdetben még jó állapotban van, még rendelkezik a tervezésben is előírt rugalmas $c(k) = 0,08-0,10 \text{ N/mm}^3$ értékhatárok közötti rugalmas teherbírásával, emiatt a betonpadozat kontakt módon eredményesen tudja közvetíteni, illetve tovább hárítani az alépítményre a reá ható terheket.

Később azonban mégis kialakulhat a táblabillegése, mert az ismétlődő dinamikus vagy egyéb hatások, fentiekben már részletezett okok miatti mozgások helyén kimerül az ágyazat kezdetben még létező rugalmas tartaléka és az ágyazat roskad, konszolidálódik. Az utótömörödés az ágyazat kivitelezéskori szintmagasságának csökkenésével jár, ami értelemszerűen a padlólemez lokális alátámasztásának a megszűnését is jelenti. A további terhelések, túlterhelések fokozzák a táblabillegés nagyságát és eszkalálják a már kialakult roskadási folyamatot. Gyakran fordul elő az a tipikus eset, amikor a dilatáció vonalában a két szomszédos tábla között már szemrevételezéssel is jelentős szintkülönbség látható az eltérő mértékű ágyazatsüllyedés miatt.

Ágyazatok esetén nem szabad megfeledkezni az olyan spontán konszolidációról sem, amelyet jelentősen felgyorsíthat például a padlólemez alatti dupla fólián a talajpára kicsapódás, amely átnedvesíti az ágyazatot, és lecsökkenti az adalékszemcsék belső súrlódását. A fenti probléma elsősorban a sok finomszemcsét tartalmazó kiékeletlen ágyazatok esetén jelentkezik.

Az ágyazat mint a teherviselő rendszer hármas (ipari padló + tervezett ágyazati réteg + meglévő termelt altalaj), változó tulajdonságú alépítményi része képes elveszteni rugalmas tartalékait normál terhelés

esetében is, ha az ágyazat rosszul tervezett, vagy a kivitelezését nem megfelelő minőségben végzik.

Az ágyazat akkor is elvesztheti rugalmas tartalékát, ha jól tervezett és megfelelő minőségben kivitelezett, de jelentősen túl van terhelve statikusan és/vagy dinamikusan. Ez utóbbi eset a gyakorlatban sokszor előfordul.

A padlókkal szemben támasztott kifogásoknál nem szokták figyelembe venni, hogy a padlómozgások esetén a padlók épségben maradása annak a körülménynek is köszönhető, hogy a beton egy éves ún. utószilárdulása gyakran 30-50%-os szilárdsági többletet jelent (megfelelő karbantartás, takarítás esetén). Ugyanakkor az ágyazatok ezzel ellentétesen viselkednek, az ágyazatok teherbírási rugalmas tulajdonságai a használati idő teltével folyamatosan romolhatnak, illetve romlanak (az ipari padló alátámasztó képesség tekintetében). A táblamozgások sok esetben akkor következnek be 1-3 év használat után, amikor a beton teljesítő-képessége maximális, ugyanakkor az ágyazat pedig már az elhasználódás állapotában van.

Nem ritka, hogy a megrendelő jól tudja, hogy rossz az altalaj, vagy az alépítmény, esetleg mindkettő, mégis ragaszkodik a padlóépítéshez. Ez a körülmény csak akkor érthető, ha a kivitelező késedelmi kötbérének mértéke nagyobb fenyegetést jelent számára, mint az esetleges injektálással történő alépítmény helyreállítás várható költsége. Ezeket a körülményeket viszont ajánlott a feleknek korrekt módon tisztázni, és a felelősség kérdését, esetleges átvállalását írásban rögzíteni.

Az ipari padló használata során kialakuló mozgásokat úgy kell vizsgálni, hogy a padló egy összetett teherviselő rendszer legfelső látható eleme, itt jelentkeznek mindazon hibák, problémák, amelyek vagy belőle, vagy az alatta lévő két további teherviselő elem hibájából keletkeznek.

Amennyiben a csarnokban vonalszerűen rendezett pontszerű terhek hatására a padlólemez ugyancsak vonal mentén süllyed, a hiba oka nagy valószínűséggel az ágyazat vagy a mélyebb rétegekben levő altalaj csekély nyomószilárdsága a gyakran figyelmen kívül hagyott, ún. határmélységen belül.

Gyakori az ilyen esetekben a két polc sor közötti tengelyirányú repedés is, amely a padló negatív nyomatéből származó túlterhelése miatt alakul ki. (az ilyen repedést nem a targoncák okozzák, mert azok pozitív nyomatékkel terhelik a padlót, hanem a polc sor alatti padlósüllyedések). Az ilyen irányú repedések kialakulására, sok esetben hatással van még a polc sorok terhéből származó lehorgonyzó hatás (ún. pinning effect), amely gátolt zsugorodási feszültségeket ébreszt a padlólemezben.

Amennyiben az utólagos szintfelmérések szélsőséges szinteltérési eredményeket mutatnak, az arra utal, hogy az ágyazat a különböző igénybevételek hatására eltérő mértékben megroskadt.

A padlók kivitelezésük során 50 m sugarú körön belül a szintező lézer 1,5 mm hibáján túl – szakszerű kivitelezés esetén – alapvetően nem tartalmaz síkpontossági hibát az általában megengedett értékhatárokon belül. Az eredetitől lényegesen eltérő szintdifferenciák szinte kizárólag csak az üzemeltetés során jelentkező külső erőhatásból származnak. Ilyenek lehetnek a targonca közlekedési útvonalain, vagy a polcrendszer vonalmenti pontterhei alatt, vagy a jelentős megoszló terhek miatt. Lehetnek lokális túlterhelések, mint például a géptalpak, az időleges daruterhek kitalpalásaik alatti pontszerű terhek a gépek telepítése során, illetve be nem tervezett mértékű megoszló vagy egyéb terhek is.

5.7.8. A leromlott ágyazati képességek utólagos helyreállításának szinte egyetlen lehetséges módja az injektálás

Az injektálás során a padló alatti ágyazat felső része, és annak hézagterfogata telítődik az injektáló anyaggal, és egyben nyomás alatt ki is tölti a kiüregelődött padló és ágyazat közötti hézagokat, biztosítja az egyenletes teherviselő felfekvést a teherviselő rendszer két tagja között, azaz az ágyazat és a betonlemez között.

Az injektálással javítható az alépítmény mélyebb részeinek elégtelenül tömörített rétegeinek teherbírása is. Utólagos injektálással megszilárdíthatók a geotechnikai szakvélemény, jelentés hiányában fel nem tárt, a meglévő talajban lévő gyenge teherbírású rétegek is.

Az injektálás során a szomszédos padlólemezek közötti dilatáció hézagainak leromlott kapcsolatai is megerősödnek, mivel az injektáló anyag bizonyos mértékig képes kitölteni a kialakult hézagokat is, így végül ismét nagyobb nyíróerő átadási képességet ad a padlólemezek hézagainak.

Az injektálás önszabályozó módszer. Az ágyazatba nyomás alatt bejuttatott anyag mindig a legkisebb ellenállás irányába halad – akár több méteres távolságba is –, így mindig azok a részek kerülnek megszilárdításra az injektálás során, amelyek aktuálisan a leggyengébbek.

Az injektálás alatt az anyag a megszilárdulásáig nyomás alatt marad, ezért annak zsugorodásával nem kell számolni. Az injektálás lézeres szintellenőrzés mellett történik, ezért a padló megemelkedése maximum 1mm-en belül marad. Az injektálás lézeres szintellenőrzése azért nagyon fontos mert ezzel ellenőrizhető, hogy az injektáló anyag az ágyazat felől elérte-e a padlólemez alját, és megtámasztja-e azt.

5.7.9. Ipari padló beton repedéstágassága

Repedésmentes betonszerkezet építése nem várható el hagyományos betontechnológia mellett. A 0,0 – 0,4 mm közötti repedések nem kifogásolhatók. A fenti repedések javítása műszaki okokból csak akkor szükséges, ha a repedések széle letöredezett, erodálódott.

A 0,4-1,0 mm közötti repedések használatától függően javítandók.

Az 1,0 mm-nél szélesebb repedések javítandók (az üzemi rendeltetészerű használat miatt szükséges helyreállítás).

A repedéstágasságot mikroszkóppal, fémlemez hégagmérővel, műanyag résmérő vonalzólappal, vagy más pontos mérésre képes eszközzel kell megmérni.

A vizsgálat alá vett repedés szélességét 2-6 m-es szakaszokra osztva egy-egy vágott vagy munkahézaggal elválasztott fuga-raszteren belül kell megmérni, és azon a helyen, ahol szemmel láthatóan a legnagyobb a repedés szélessége. A legnagyobb szélesség mérete adja meg annak a repedésszakasznak a tágasságát.

5.7.10. A hálós felületi repedések kialakulása

A kéregerősített ipari padlók esetében természetes jelenség a hálós felületi repedések kialakulása. A hálós felületi repedések a beton és a kéregerősítő habarcs különböző zsugorodási hajlamából fakadnak. Ezek az ún. hálós repedések nem kifogásolhatók, ha tágasságuk 0,4 mm alatti, csak a felületet érintik, azaz nem hatolnak be a betonkeresztmetszetbe és nem okoznak kéregfelválást. A kéregerősítő szárazhabarcs besimítása közben alkalmazott túlzott vízadagolás jelentősen hozzájárul a túlzott mértékű és tágasságú kéregrepedés-kialakuláshoz és a tervezettnél gyengébb tapadó-húzó szilárdsághoz és a kopásállósághoz.

5.7.11. Kopásállóság

Kéreggerősített ipari padló esetén a kéreggerősítő szárazhabarcsból vagy beépített kopórétegből vett minta kopásállósága feleljen meg az MSZ EN 13813:2003 szabvány 5.2.3. szakasz 4. táblázat szerinti A22-A1,5 osztálynak, ill. a Padló MI 01:2015 műszaki irányelv 8. és 9. táblázatában előírtaknak. A vizsgálati módszer az MSZ EN 13892-3:2015 szabvány szerinti.

5.7.12. Ipari betonpadló felületi, ill. rétegek közötti tapadó-húzószilárdsága

Az ipari betonpadló felületi, illetve rétegek közötti tapadó-húzószilárdsága feleljen meg az MSZ EN 13813:2003 szabvány 5.2.12. szakasz szerinti B1 – B2 osztálynak. A vizsgálati módszer az MSZ EN 13892-8:2003 szabvány szerinti.

Ipari betonpadló felületi, illetve két réteg közötti tapadó-húzószilárdsága:

- ▶ a B1,0 osztályban: min. 1,0 N/mm²,
- ▶ a B1,5 osztályban: min. 1,5 N/mm²,
- ▶ a B2,0 osztályban: min. 2,0 N/mm².

5.7.13. Ipari betonpadló csúszási ellenállása

Az ipari padló csúszási ellenállása egyedi követelménynek feleljen meg az adott ipari padlóra nézve a használat és a felek közti szerződésben foglaltak szerint! Javasolt az ellenőrző mérések MSZ 18290-6:1985 szabvány szerinti SRT ingával (Skid Resistance and Friction Tester) történő végzése. Ezen építésügyi műszaki irányelv szerint ajánlott csúszóssági osztályok a következők:

Csúszóssági osztály	SRT-érték MSZ 18290-6:1985 szabvány szerint meghatározva
Igen csúszásveszélyes	< 40
Csúszásveszélyes	40-től 55-ig
Kissé csúszós	55 felett 65-ig
Csúszásbiztos	65 felett 80-ig
Igen csúszásbiztos	>80

Megjegyzés: Az MSZ 18290-6:1985 szabvány szerint az SRT-inga csúszógumijának mérete 76,5±0,5 – 25±0,5 mm, a súrlódási úthossz a vizsgált felületen 125 +4 / -0 mm. Az MSZ 18290-6:1985 szabvány szerinti vizsgálathoz nagyon hasonlít az MSZ EN 13036-4:2012 szabványban leírt vizsgálati módszer, amely szerint az SRT-inga szélesebb csúszógumijának mérete 76,2±0,5 – 25,4±1,0 mm, és a hozzátartozó súrlódási úthossz a vizsgált felületen 126±1,0 mm. Az MSZ EN 13036-4:2012 szabványban a C-skálán leolvasott SRT-értéket PTV-értéknek nevezik.

Az ipari padlók felületének csúszási ellenállása nagyban függ az üzemeltetés során a takarítás módjától, az alkalmazott takarítószerektől, a takarítás rendszerességétől és technológiájától.

5.7.14. Az ipari betonpadló nedvességtartalma

Az ipari betonpadló nedvességtartalma lényeges tulajdonság a tartósnak szánt burkolat vagy bevonat igénye esetén. Tekintettel arra, hogy a betonpadlók kellő mértékű kiszáradásához, vagyis az alsó öv közeli-

tőleg egyensúlyi nedvességtartalmának eléréséhez (az alsó $\frac{1}{3}$ részből vett minta max. 4,0 CM% /karbidos módszer – Calcium Carbide Method/ nedvességtartalmához) szükséges idő, még a megfelelő víz- és páraszigetelés mellett is akár több évbe telhet, ilyen esetben speciális alapozók vagy rendszerek alkalmazása szükséges. Műgyantabevonat igénye esetén ajánlott alkalmazni a „Műgyanta padlóbevonati irányelv” ajánlásait (az aktuális irányelve letölthető a MÉSZ- Magyar Építőkémi és Vakolat Szövetség honlapjáról). A burkolat tervezője vagy az anyaggyártója, kivitelezője adja meg a legnagyobb megengedett nedvességtartalom értékét. Műgyanta vagy melegburkolatok esetén a leggyakrabban elvárt nedvességtartalom legfeljebb 4%.

5.7.15. Ipari betonpadló ESD minősítési vizsgálata

Az ESD védett tulajdonságok ellenőrzése érdekében az ipari betonpadló típusokat ESD minősítési vizsgálatoknak kell alávetni az MSZ EN 61340-5-1 vagy ANSI/ESD S20.20 ESD szabványok érvényes revízióiban előírt követelmények szerint. Ezeket a méréseket független laboratóriumban ajánlott elvégezni.

Az ipari betonpadló felületek kialakítása után helyszíni ESD minősítést (átvételi vizsgálat) kell elvégezni, a fentebb említett ESD szabványok egyike alapján. Ezeket a méréseket a kivitelezőnek kell biztosítani.

A minősítési méréseket az MSZ EN 61340-4-1, MSZ EN 61340-4-5 vagy az ANSI/ESD STM7.1, ANSI/ESD STM 97.1, ANSI/ESD STM 97.2 szabványok érvényes revízióiban előírt mérési módszerek szerint kell elvégezni.

5.7.16. Ipari betonpadló ESD megfelelési vizsgálata

Az ESD védett tulajdonságok hosszútávú ellenőrzése érdekében az MSZ EN 61340-5-1 vagy ANSI/ESD S20.20 szabványok periodikus ESD megfelelési méréseket írnak elő. A felhasználónak az érdeke, hogy ezek a mérések minimum évente el legyenek végezve.

A megfelelési méréseket az MSZ EN TR 61340-5-2 vagy az ESD TR53 szabványok érvényes revízióiban előírt mérési módszerek szerint kell elvégezni.

5.7.17. Ipari betonpadló primer vegyszerállósága (pl. olajállóság)

Egyedi igények, egyedi követelmények, egyedi tervezés és elbírálás szerint történhet az ipari betonpadló primer vegyszerállósága. Javasolt ellenőrző vizsgálat az MSZ EN 13529:2004 szabvány szerint, követelmények pl. az MSZ EN 13813:2003 szabvány 5.3.3. szakasz szerint (CR – Chemical Resistance / 1. vagy 2. osztály az EN 13529 szerinti vegyszercsoportra vonatkoztatva). Ha az ipari padló alkalmazása során a korróziós közeg kémhatása $\text{pH} \leq 6,5$ /MSZ 4798:2016 XA4(H), XA5(H), XA6(H)/; akkor az MSZ 4798:2016/2M:2017 (illetve az aktuális) betonszabvány szerinti megfelelő összetételű burkolatot, ill. bevonatot kell tervezni, hacsak egy betontechnológiai szakvélemény más megoldást nem javasol.

Olyan üzemi vagy egyéb kémiai terhelés esetén, amely a beton, az ipari padló korrózióveszélyét az átlagosnál nagyobb mértékben növeli, az egyedi tervezés során kialakított másodlagos felületi védelemre lehet szükség (szekunder védelem).

5.7.18. Vízáróság

Az ipari betonpadló külön követelmény előírása hiányában nem vízáró szerkezet. Vízárósági igény esetén külön tervezés szükséges. Javasolt ellenőrző vizsgálat az MSZ EN 12390-8 szabvány szerint, követelmények pl. az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti kitéti osztályozásnak megfelelően: XV1(H) – XV2(H) – XV3(H).

5.7.19. Párazáró képesség

Az ipari betonpadló külön követelmény előírása hiányában nem párazáró szerkezet. Párazárósági igény esetén külön tervezés szükséges. A párazárás tervezését általában az anyagra jellemző páradiffúziós ellenállási tényező (μ) és az anyag rétegvastagsága (d) figyelembevételével kell végezni. A fenti két tényező szorzata az egyenértékű diffúziós légréteg vastagság (s_d). Az $s_d = \mu \cdot d$ értéket - ahol „d” a méterben kifejezett rétegvastagság-, ill. a rétegrend anyagait és az anyagvastagságokat általános esetben úgy kell megválasztani, hogy az ipari padló feletti réteg (bevonat vagy ragasztás + burkolat) s_d értéke kisebb legyen, mint az ipari padló betonja alatt lévő párazáró réteg s_d értéke. Speciális alapozók és anyagrendszerek egyedi tervezésével ez mellőzhető, amennyiben az anyagrendszer forgalmazója igazolja a megfelelő mértékű párazárást (valamint tapadószilárdságot, kopásállóságot, lúgállóságot, stb.) a bevonati réteg és az akár még viszonylag friss (néhány hetes korú) padlóbeton között. Javasolt ellenőrző vizsgálat az MSZ EN 12086:2013 szabvány szerint.

5.7.20. A kéregerősítő szárazhabarccsal képzett felületű ipari padló foltossága, színhomogenitása

Az ipari padlók felületét a leggyakrabban cementbázisú kéregerősítő szárazhabarccsal képezik a kivitelezéskor, közvetlenül a betonlemez elkészítése, a betonozás, tömörítés és durva felületképzés után, amikor már a beton kötése megindult, de még nem fejeződött be. A legtöbbször 4-5 kg/m²-es szárazhabarcs réteg, amelyet a még friss betonfelületbe bedolgoznak, beglettelnek, sohasem marad egységes színű, annak ellenére, hogy maga a szárazhabarcs homogén, egyszínű lehet. A színtónust alapvetően befolyásolja a beton cementjének színe, a beglettelés egységessége, módja, a kéregerősítő réteg lokális vastagsága, a beton helyi víztartalma, a kiszáradás üteme és homogenitása stb. Ezen faktorok közül alig van olyan, amely a kivitelezéskor korrekt módon mindvégig szabályozható. Maga a rendszer viszont gazdaságos és a kopásállósági funkciót tartósan betölti, jó minőségű kivitelezés és karbantartás, valamint rendeltetésszerű használat esetén. Az inhomogén színmegjelenés, a változó színerő (foltosság), a „felhősödés” természetes jelenség és a használat során, általában 3-4 hónap után már kevésbé feltűnő. A felhős, foltos felület előre garantáltan nem kerülhető el, a foltosodás véletlenszerűen alakul ki. Megrendelői igény esetén, amennyiben homogén és meghatározott (pl. RAL) színű ipari padlófelületet kell előállítani, annak anyagait és technológiáját külön tervezéssel kell meghatározni és a tervnek megfelelő kivitelezéssel (pl. nedves habarcsos, vastag kéregerősítő réteggel vagy műgyanta burkolattal) lehet létre hozni.

5.8. Az ipari padló kivitelezési körülményeivel kapcsolatos követelmények

5.8.1. A repedésképződés megakadályozása

Az ipari padló építése során különleges védelmet kell biztosítani a teljesen zárt csarnokban történő kivitelezéshez (ajtók, ablakok, kapuk, felülvilágítók, tető bezárása vagy ideiglenes fóliázása). Mindezen védelem biztosítja azt, hogy a padló felülete alkalmas lesz a huzat, szél miatti lehűlésnek és felületi szárító hatásának, valamint a közvetlen napsugárzásból eredő egyenlőtlen és gyors felmelegedésének illetve kiszáradásának megakadályozására.

5.8.2. Hőmérsékleti feltétel

Amennyiben a külső hőmérséklet szükségessé teszi, a csarnokot temperálni kell, a hőmérséklet +5°C és +25°C között legyen.

5.8.3. Védelem a beázástól

Az ipari padló építése és az utókezelés ideje alatt padlót meg kell védeni a csapadéktól oldalról és felülről zárt, szigetelt épületszerkezetekkel, és a végleges vagy ideiglenes vízelvezetéssel.

5.9. Nagytáblás, vágott fugamentes ipari padlóra vonatkozó speciális követelmények



3.kép: normál, vágott-fugás ipari padló (forrás: Betonmix Kft.)



4.kép: nagytáblás, vágott-fugamentes ipari padló (forrás: Betonmix Kft.)



5.kép: műgyanta bevonatú és kéregerősített ipari padló (forrás: Betonmix Kft.)

Zsugorodás-csökkentett, zsugorodás-kompenzált, vasalt, acélszál-és szintetikusszál erősítéses és egyéb erősítésű, kialakítású ipari padlók mindig egyedi tervezés alapján történnek, figyelembe véve ezen építésügyi műszaki irányelv egyéb előírásait.

A nagyobb méretű lemezekon a zsugorodás nagyobb feszültséget hoz létre, ezért különös gondossággal kell a betonösszetételt, a betontechnológiát és a kivitelezési technológiát megválasztani. A zsugorodási folyamat alatti repedésérzékenység csökkentésére a szálerősítés (acélszál, mikro- és makro műanyagszálak), zsugorodáscsökkentő, zsugorodás kompenzáló adalékszerek alkalmazása lehetséges.

A munkahézag kiosztás helyes megtervezése, a táblaméretek és azok odalarányainak meghatározása csökkenti a repedésérzékenységet. Kerülni kell a 3:2 oldalaránynál nagyobb és a téglalap formától eltérő formájú mezőket.

A vágott fugás és a fugamentes ipari padlólemezek összehasonlítása, legfőbb különbségek

► Néhány általános megállapítás a zsugorodásról:

A beton saját természetes tulajdonsága, hogy a kötési és a szilárdulási fázisban a cementkő hidratációjával együtt jár a zsugorodási folyamat. A zsugorodás alapjelenség, kiküszöbölni nem lehet. De szabályozni mind a tervezés, mind a betontechnológiai utasítás kidolgozása, mind a kivitelezés és az utókezelés során különlegesen fontos, erre mindenképpen tekintettel kell lenni. A zsugorodási folyamat alatt álló beton megreped, ha az alakváltozás gátolt és az ebből adódó feszültségnövekedés túllépi a beton húzószilárdságát. A jó minőségű terv és betontechnológia, valamint a szakszerű kivitelezés minimalizálja a zsugorodás káros hatásait, de nem küszöböli ki teljes mértékben.

► Normál (standard, hagyományos) ipari padló fugavágással:

A zsugorodás okozta repedés-kialakulást fugavágással lehet szabályozni (fugatávolsággal és fugamélységgel), azaz tervezni lehet a repedéshelyeket. Így alakul ki a fugaszter, amely tulajdonképpen

tervezett repedésvonalakból áll. Acélszálerősítéses ipari padlóknál pl. 20 cm vastagságú ipari padló esetén 6-9 m-es vágási raszterre van szükség, ahol a fugamélység min. 6-7 cm. Fugavágáskor általában 3,2-4 mm a fugaszélesség, amely a zsugorodási folyamat során megnőhet 5-6 mm-re is.



6.kép: fugavágás (forrás: Durostone Kft.)

A fugaszélek az ipari padló legérzékenyebb részei, a targoncaforgalom és egyéb használati terhelés okozta károk miatt állandó karbantartásra szorulnak, illetve a fugaszél-letöredezések miatt gyakori és drága javításuk szükséges.

A fugák szakszerű, gondos és rendszeres karbantartást igényelnek ahhoz, hogy az ipari padló hosszú távon rendeltetésszerűen használható lehessen.

A fugázó anyagokkal szemben a követelmény egyfelől az, hogy teherbíró legyen (tartósan álljon ellen a nagy intenzitású dinamikus terhelésnek), másfelől képes legyen tágulni, megnyúlni és a fugaoldalhoz tapadni, követni a 20-40%-os fugatágulást. Ezt a két követelményt csak nagyon kevés anyag és technológia képes egyszerre, tartósan kielégíteni. Hosszú távon magas a karbantartási költség.

A vágott fugás ipari padlók teherbírása a fugák mentén lényegesen kisebb, mint a raszterek közepén, mert a keresztmetszet ezeken a helyeken gyengített. A fugáknál a két tábla közti teherátadás igen csekély mértékű, a targoncák pedig éppen ezeken a helyeken adják át a legnagyobb ütőterhelést. Ezen intenzív dinamikus hatások vezetnek a fugaszélek letöredezéséhez és a táblabillegésekhez.

A táblabillegések nyomán az ágyazat éppen a kritikus fugavonal alatt kiverődik, kiüregesedik, így még nagyobb mértékű lesz a billegés, amely további károkhoz, az élettöredezésen kívül még repedésekhez, táblatörésekhez is vezet. Ezt a hatást még erősíti a száradási zsugorodásból adódó lemezszél-felhajlás jelensége, a tálásodás is.

Tekintettel arra, hogy az ipari padló teherbírása a fugáknál jóval kisebb, mint a lemezmezők középső területén, a tervezéskor erre a gyengébb teherbírásra kell méretezni, ami nem költséghatékony, a padló teherbírása pedig nem egyenletes. A vágott fugák megerősítése teherátadó átdűbelező vasalással tudná ugyan biztosítani a teherbírás megfelelőségét a fugáknál, fugasarkoknál is, de ez óriási többletköltséggel járna.

■ **Fugamentes (jointless, fugenlos) ipari padló vágott fugák nélkül**

A fugamentes ipari padló azt jelenti, hogy vágott fugák nem készülnek, csak dilatációs és munkahézagok kerülnek kialakításra.

Ebben az esetben nagyobb zsugorodási táblák alakulnak ki, a 6-9 m-es fugaszter helyett akár 30 m-es munkahézag-távolságokat is lehet alkalmazni.

A fugavágás elmaradása miatt a zsugorodási alakváltozás nagyobb fugamegnyílást okoz a munkahézagoknál, mint a vágott fugás ipari padlók esetében, ezért acél élvédelemmel ellátott, teherátadó acélprofilokat kell beépíteni.

A munkahézag képzését előregyártott és előre elhelyezett, teherbíró acélprofilokkal kell tehát megoldani, amelyek nagy teherbírásúak, ellenállnak a targoncaforgalomnak (nincs élettöredezés), és megfelelő teherátadást biztosítanak nagyobb fugamegnyílás esetén is.

A munkahézagprofilok tartósak, nem kell feltétlenül kifugázni a réseket, így elmaradhat a későbbiekben is a fugakarbantartás, a fugakitöltő anyagok cseréje is.

Amennyiben nem szükséges acélprofilos élvédelem (pl. ha nincs targoncaforgalom a munkahézagnál), akkor elegendő a teherátadó munkahézagképzés dűbelezett csúszókapcsolattal kialakítva.

A nagyobb területű mezőkben a gátolt alakváltozásból származóan, természetesen nagyobb zsugorodási feszültségek keletkeznek, amelyeket a többlet-betonerősítéssel kell felvenni, pl. nagy teljesítményű acélszállal.

A fugamentes ipari padló teherbírása nagyobb, mint a vágott fugásé és egyenletes a teherbírása a teljes területen, mert nincsenek fugaszélek.

A munkahézagok környéke ugyanúgy terhelhető, mint a lemezmező közepe a teherátadó profiloknak köszönhetően.

■ **A fugamentes ipari padló előnyei a fugás ipari padlóval szemben**

- ▶ A fugamentes kialakításnál folytonos a padlólemez, egységes, mindenhol azonos mértékben terhelhető,
- ▶ A targoncák kihasználtsága, sebessége növelhető,
- ▶ Nincs fugaszél-lerepedezés, nincs fugaprobléma,
- ▶ A karbantartási költségek jóval kedvezőbbek,
- ▶ Az üzemzavar esélye jóval kisebb,
- ▶ A fugavágás és fugakitöltés költségei elmaradnak a kivitelezéskor,

- ▶ A fugamentes kialakításnál az építési idő rövidebb, mert nincsen fugavágás és fugakitöltés,
- ▶ A dilatációs profilok a vágott fugás padlók esetében is szükségesek a munkahézagoknál, így többletköltséget nem okoznak.

5.10. A beton szabályszerű átadás-átvétele

Ajánlások az MSZ 4798:2016 szabvány a Beton, műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 európai szabvány alkalmazási feltételei Magyarországon az MSZ EN 206:2013+A1:2017 Beton szabvány alapján.

■ A beton

olyan építőanyag, amelynek tulajdonságai a keverés befejezésétől kezdve folyamatosan változnak és csak a beépítés után, a kötés, szilárdulás során alakulnak ki azok a tulajdonságok, amelyek az adott szerkezetre vonatkozóan lényegesek, amelyre a betont tervezték. A beton olyan termék, amelyet a gyártó az összetevőkből megkever, a keveréket kiszállítja a beépítési helyre és ott átadja a kivitelezőnek. A kivitelező pedig ezt, a még változó tulajdonságú keveréket, a friss, viszkózus, de terülni képes anyagot dolgozza be az előkészített, megtámasztott szerkezetbe (zsaluzatba), betömöríti, majd utókezeléssel biztosítja azt, hogy a tervezett tulajdonságok megvalósuljanak. A kivitelezés helyszínére kiszállított beton tehát félkész termék, a kivitelező tevékenysége során válik késztermékké. A betongyártó és kivitelező közti átadás-átvételi eljárást a szabvány pontosan szabályozza azon okból, hogy a beton előállításában, szállításában, elhelyezésében, beépítésében, utókezelésében közreműködők felelőssége később is megállapítható legyen.

■ A beton átadás-átvételének a helye, a beton elhelyezésének, beépítésének a helyszíne

A beton átadás-átvétel időpontja a beton helyszínre való kiszállítása, érkezése, mert az elhelyezés időpontját már a kivitelező határozza meg. Az átadás-átvétel időpontja egyben a gyártó teljesítési időpontja. Az átadásig a gyártó a beton minőségéért kizárólagos és teljeskörű felelősséggel rendelkezik, azután azonban, ahogy átadta a betont (amely akkor még friss, beépíthető állapotban van) az átadás-átvételi eljárás során, nincs már ráhatása az anyag kezelésére, az anyaggal való munkálatokra és ebből következőleg felelőssége sincs a továbbiakban a beton minőségéért. A betongyártó felelőssége teljeskörű az átadás-átvételig, azaz a teljesítés időpontjáig, de azután megszűnik. Az átadás-átvétel után már csak a beton vásárlója, beépítője a felelős a végtermék, azaz a megszilárdult beton minőségéért.

■ A szállítólevél

A beton átadás-átvételi eljárásának leglényegesebb dokumentuma a szállítólevél. A betonkeverék előállítójának minden betonszállítmányt szállítólevél kíséretében kell átadnia a megrendelőnek. A szabvány értelmében **minden szállítólevélnek, a betongyártó felelősségi körén belül, a vonatkozó szabvány szerint tartalmaznia kell a következő adatokat:**

1. betonüzem neve,
2. szállítólevél száma,
3. mixerkocsi forgalmi rendszáma,

4. gyártás napja,
5. adagolás (összetétel),
6. keverés időpontja (cement-víz első érintkezésének az időpontja),
7. a szállítógépjárműbe való betöltés befejező időpontja (indulási idő),
8. megrendelő neve,
9. betonozás helye és megnevezése,
10. beton mennyisége köbméterben,
11. megfelelőségi nyilatkozat, tanúsító szervezet neve,
12. beton szilárdsági és kitéti osztálya,
13. klorid tartalom (vagy aszerinti osztály),
14. konzisztencia osztály,
15. cement fajtája és szilárdsági osztálya,
16. adalékszer és kiegészítő anyag fajtája,
17. különleges tulajdonságok,
18. az adalékanyag legnagyobb szemnagysága.

Az automatizált keverővel rendelkező betongyarak esetében a szállítólevél szinte mindig zárt rendszerben, automatikusan kerül kinyomtatásra és úgy van kitöltve, hogy tartalmaz minden a szabvány szerinti kötelező adatot. Ettől függetlenül ezeket az adatokat a beton megrendelőjének, átvevőjének minden esetben ellenőrizni szükséges, mert a megrendelő számára a szabvány ellenőrzési kötelezettséget ró minden egyes szállítmánynál. **A kinyomtatott szállítólevélre a kivitelezés helyszínére kérésnél a gyártó képviselőjének (gépkocsivezető) még az alábbi adatokat is rögzítenie kell:**

19. a felhasználási helyre való érkezés időpontja,
20. az ürítés kezdetének időpontja,
21. az ürítés befejezésének időpontja,
22. minden olyan észrevétel, amely a keverékre, szállításra vonatkozott.

A szállítólevél teljeskörű és pontos kiállítása tehát a betongyár feladata, de a vevőnek ellenőrzési kötelezettsége van mind a szállítólevél adataira, mind pedig a kérés friss beton minőségére vonatkozóan.

A friss beton-keveréket szemrevételezéssel és konzisztencia-méréssel kell ellenőrizni az átvétel előtt.

A szabvány szerint a beton megrendelőjének az ellenőrzésre max. 10 perce van a kérésétől számítva, ezután döntenie kell arról, hogy a szállítmányt átveszi-e vagy sem. Az átvételt aláírással kell igazolni. A megrendelőnek alapvetően át kell vennie a szállítmányt – ez az alaphelyzet –, de megtagadhatja, ha a szállítmány hibás. Ha a vevő az átvételt megtagadja, akkor ezt a tényt is rá kell vezetnie a szállítólevélre megfelelő indoklással.

A kérés friss beton átvételét vagy annak megtagadását tehát a szabvány a vevő, megrendelő felelősségi körébe utalja. **Tehát a megrendelő nem teheti meg, hogy 10 percnél tovább várakoztassa a mixereket a betongyártó felelősségére.** Ezt fontos tudni egy esetleges reklamáció esetén. Ha ez idő alatt nem veszi át a megrendelő a betont, azt a szállító mégis átvettként tarthatja számon, annak ellenére, hogy esetleg még le sem ürítette a zsaluzatba. Az ürítés helyének meghatározása és az ürítés módja, üteme egyébként is a kivitelező feladata, a beton akkor már át van véve, a mixer csak a vevő utasítását követi a továbbiakban. Ha valami vita van menet közben, azt azonnal tisztázni, naplózni, fényképezni, dokumentálni

kell – de legfőképp, jó együttműködéssel megbeszélni, feloldani. Pl. egy nem jól előkészített zsaluzat, vagy vasszerelés okozta hibáért nyilván nem a betongyár, hanem a kivitelező vagy alvállalkozója a felelős.

A beton minőségének ellenőrzési lehetőségei az átvétel előtt: a szabvány több friss beton vizsgálati lehetőséget (pl. konzisztencia, testsűrűség, légtartalom vizsgálat) sorol fel, de gyakorlati szempontból a legegyszerűbb és gyorsan végrehajtható ezek közül a konzisztencia-vizsgálat. Ezt az ellenőrző vizsgálatot lehet végrehajtani még az átvétel előtt. Ez a vizsgálat az ipari padlók esetében leginkább az ún. területméréssel történik. A vizsgálat gyorsan kivitelezhető eljárás, hordozható, viszonylag kis költségigényű eszközzel. A területmérés eredménye ráadásul jól illeszkedik a padlós betonjelhez, mert a betongyárak általában 'F' jelöléssel adják meg a konzisztencia osztályt az ipari padló céljára gyártott betonhoz, az 'F' érték pedig éppen a területmérésen alapszik. Ilyen mérőeszközt tehát érdemes használni a beton beépítési helyén, mert gyakorlatilag ez az egyetlen lehetőség arra, hogy gyors, szabványos, objektív (méréssel alátámasztott) módon lehessen reklamálni az átvételkor.

A szabvány az átadás-átvételi eljárás során még a szemrevételezést írja elő, de azért azon sok esetben el lehet vitatkozni, hogy a beton éppen mennyire vizes, híg vagy éppen merev vagy szétosztályozódott stb. Ha nem is kerül lemérésre minden szállítmány, legalább 50 m³-enként szükséges mérni konzisztenciát és akkor is el kell végezni a konzisztencia mérést, ha a szakember látja, hogy probléma lehet a beton minőségével. Ha a kikergetett beton tényleg nem megfelelő, akkor kompromisszum nélkül vissza kell küldeni! Hiába naplózza be a kivitelező, hogy a beton vizes, folyós stb. volt, ha átvette, akkor mégis alkalmasnak találta a beépítésre. A helyszíni frissbeton víztartalom-mérése is javasolt, amiből a tényleges víz-cement tényezőt és a így a zsugorodási hajlam mértékét is meg lehet állapítani. A helyszínen nincs már több idő vitatkozni, dönteni kell gyorsan, objektíven, tényalapú értékelés után. Inkább vissza kell küldeni 7-8 m³ betont, semmint rossz termék kerüljön előállításra!

A frissbeton vizsgálatokon túl természetesen lehet és kell is venni mintakockákat a beépítés helyszínén is az átvételkor, mert az bizonyítja majd 28 nap múlva, hogy a gyártott beton szilárdsági, testsűrűségi paraméterei azonosak a kikergetett betonéval. Annak ellenére, hogy csak egy hónap múlva lesz tudható, mégis célszerű ezzel a szabvány adta lehetőséggel is élni, mert amellet, hogy objektíven minősíthető később a beton, a szoros ellenőrzés ténye a feleket jó minőségű munkára készíti.

A beton megfelelőségének folyamatos ellenőrzése céljából a betongyárak gyártásközi ellenőrzésre kötelezettek. A tanúsított, akkreditált betongyárak kisebb, a nem tanúsítottak nagyobb gyakoriságú mintavétellel dolgozhatnak. Abban az esetben, ha olyan betongyártól származik a beton, amelyeknek nem tanúsított a gyártásközi ellenőrzése, akkor kétség esetén a felhasználó kezdeményezhet átadás-átvételi vizsgálatot a gyártó költségére. Tanúsított betongyár esetén a felhasználó költségére történhet meg szükség esetén az átadás-átvételi vizsgálat.

A beton bizalmi termék, különösen az ipari padlók esetében. Bízni kell egymásban a kivitelezőnek és a betongyárnak. A gyártónak minden szállítmány esetén megfelelőségi nyilatkozatot (teljesítmény nyilatkozatot) kell kiállítania (ez több gyártó esetében már magán a szállítólevélen rajta van), amelyet üzemi gyártásellenőrzési tanúsítvánnyal rendelkező betongyár úgy ad ki, hogy erre felhatalmazott külső szervezet tanúsítja és felügyeli a gyártásközi ellenőrzést. Műbizonylatot a nem tanúsított betongyárnak is ki kell adnia, de ezek a gyárak gyakoribb mintavételre kötelezettek. A bizalom alapja a betonnál is a szakértelem és a szoros ellenőrzés, a szabvány által felállított egzakt folyamatleírás pontjainak a betartása. Így és csak így készülhet tervezett minőségű, jó termék.

A beton megrendelésével kapcsolatosan mind a megrendelőnek, mind pedig a gyártónak van feladata. A feladatok szabvány szerinti teljesítése együttműködést eredményez, az együttműködés pedig a kollektív tudásból származó optimális megoldás megvalósulását, azaz a jó minőségű betontermék létrehozatalát biztosítja. A szabvány előírásai tehát arra igyekeznek a feleket rávenni, hogy működjenek együtt, mert csak így lehet a műtárgy jó minőségű.

A felhasználó, megrendelő feladata, hogy közölje a beton gyártójával, hogy milyen követelményeket támaszt a kiszállítandó betonnal szemben. Ebbe gyakorlatilag minden lényeges szempont bele tartozik:

- ▶ Szilárdság, kitéti osztály, D_{max} , konzisztencia – mindezeket a beton jele tartalmazza,
- ▶ Még meg lehet adni a cement típusát, ha a tervező ezt szükségesnek tartja, illetve egyéb követelményeket,
- ▶ Ha speciális adalékanyag kell (tehát nem homokos kavics, hanem pl. bazalt, vagy egyéb), azt külön kell jelezni, illetve azt is, ha a beton elvárt használati élettartama eltér az 50 évtől (ami az alapeset),
- ▶ Meg kell adni a műtárgy funkcióját (pl. ipari padló, kéregerősített vagy műgyanta alá lesz),
- ▶ A beépítés körülményei (zárt vagy nyitott csarnok, szabad tér), a beton fogadásának körülményei (megközelíthetőség, a beállítás lehetőségei) szintén lényeges adatok,
- ▶ Vasalás (acélszálás beton vagy szerkezeti vasalásba, esetleg feszített szerkezetbe öntendő a beton), egyéb erősítés (pl. műanyagszál, üvegszál),
- ▶ Surrantott vagy pumpás beton,
- ▶ A betonozás időszakasza (nappali vagy éjszakai betonozás),
- ▶ Szállítás ütemezése (óránként hány köbméter?),
- ▶ Egyéb lényeges körülmények.

Lehetnek olyan követelmények, amelyeknek való megfelelés egyszerre nem, vagy csak nehezen, esetleg nagyobb költséggel valósítható meg. Ilyen lehet az, hogy pl. az előírt víz-cement tényező, a konzisztencia, a cementtípus és a cementtartalom egyszerre nem tartható be. A fenti esetben a megrendelő feladata, hogy a prioritásokat megfogalmazza, azaz fontossági sorrendet állítson fel a követelmény-szempontok között.

A fentiekkel kapcsolatban lényeges azt tudni, hogy a szabvány szerint a beton szállítója csak a vevő, megrendelő által megadott követelményekre vállal felelősséget. Természetesen a betongyártó sem tehet úgy, mintha csak egy tömegcikket emelne le a pultról, nem mondhatja azt, hogy ő csak kiszállította azt a betont, amit a vevő kért, anélkül, hogy ő maga rá ne kérdezett volna néhány lényeges szempontra a fentiek közül. A beton megrendeléséhez a szabványírók segítségképp egy formanyomtatványt is készítettek, de több betongyárnak van saját maga által megszerkesztett rendelési űrlapja, ahol a nyomtatvány egyes pontjai a fenti szempontokra konkrétan rá is kérdeznek. A vevői tájékoztatás a betongyár részére akár formanyomtatványon, akár máshogy, de mindenképpen írásban kell.

A betongyár a vevői tájékoztatás alapján a tervezett betonról az alábbi adatok megadására kötelezett – szintén írásban:

- ▶ Cement fajtája, minősége, alkalmazási mennyisége,

- ▶ Adalékanyag származási helye, fajtája, szemnagysága, alkalmazási mennyisége,
- ▶ Kiegészítő anyagok, adalékszerek gyártója, fajtája, alkalmazási mennyisége,
- ▶ Víz-cement tényező értéke,
- ▶ Betonkeverék korábbi vizsgálati eredményei a kezdeti vizsgálatokról, gyártásközi ellenőrzésből,
- ▶ A konzisztencia jele és határértékei,
- ▶ A keverék szilárdulási üteme,
- ▶ A keverék eltarthatósága.

A fentiek tanúsága szerint tehát mindkét félnek van elég teendője, dokumentálni valója, felelőssége. Ebből is adódik az, hogy csak jó együttműködéssel lehet jó betont és jó műtárgyat készíteni. Javasolt, hogy a betongyár képviselője tekintse meg a beton beépítési helyét, mert egy közös helyszíni bejárás a kivitelezővel a várható problémák közel 90-95%-át tisztázni tudja, így csak nagyon kis esélye marad a hibalehetőségeknek.

5.11. Betonozás hideg időben (téli betonozás)

Ajánlások az MSZ 4798:2016 Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon MSZ EN 206:2013+A1:2017 Beton alapján.

A hideg időben történő betonozás a végtermék minőségére tekintettel veszélyes üzem. A jó minőségű betontermék elkészítése több szakaszból áll. Először is meg kell kössön a beton ahhoz, hogy egyáltalán szerkezeti anyagként értelmezhető legyen.

A legnagyobb károk akkor szoktak bekövetkezni, ha kötés közben (általában ez az első 3 – 24 órát jelenti) fagy meg a beton. Ebben az esetben a beton csak olyan kis mértékben szilárdul meg (vagy egyáltalán nem), amely teljesen alkalmatlanná teszi a szerkezetet a használatra. Ilyenkor szokott szétmorzsolódnia a beton, de legjobb esetben is csak több osztállyal alacsonyabb szilárdságú lesz a tervezettnél.

Viszont, ha a betont ezután a kb. 24 órás korán túl éri a fagyhatás (addigra már a kötési folyamat lezajlik), a szilárdulás ugyan lassulhat akár 2-3-szorosára is, de végül is elérheti a beton a tervezett 28 napos szilárdságot. Sok esetben azonban a végszilárdság kisebb lesz, mint a tervezett.

A fagyhatás tehát főleg a kötési idő alatt végzetes a betonra nézve, de a szilárdulási időn belül, az első napokban is még káros, ezért a betont meg kell ettől védeni. A védelem nem csak a betont, hanem annak alépítményi szerkezeteit, pl. ipari padló vagy térbeton esetében az ágyazatot célozza meg, mert a fagyott ágyazatra, talajra épített betonlemez az olvadás után megsüllyed.

Alapvetően a kivitelező felel az általa elkészített termék (ipari padló) minőségéért, a felelősséget csak akkor tudja áthárítani egyéb szereplőkre (pl. beruházóra, generálkivitelezőre), ha igazolni tudja, hogy figyelmeztette őket ezekre a rizikófaktorokra és javaslata ellenére kötelezték a kivitelezőt a betonozásra.

Hideg környezeti körülmények közt (2°C alatti hőmérséklet) a beton alkotóanyagait (adalékanyag, cement stb.) meg kell óvni a lehüléstől és a csapadéktól. A betonkeverék nem tartalmazhat jégdarabokat, fagyos rögöket és tilos fagykárosodott, megfagyott betonkeveréket bedolgozni. A zsaluzat betonnal érintkező feléről

és a betonacélokról, a vasalásról a jeget, a havat el kell távolítani, fagyott talajra, ágyazatra nem szabad betonozni.

A betonnal érintkező szerkezeti részek (zsaluzat, ágyazat stb.) hőmérséklete nem lehet olyan alacsony, hogy a beton megfagyását azelőtt előidézze, amíg a beton saját szilárdsága fel nem nő kb. 10 N/mm²-es nyomószilárdsági értékig. Amíg a beton ezt a szilárdsági értéket nem éri el, addig a fagyhatást a beton nem viseli el és nem lesz alkalmas szerkezet belőle.

A betonreceptúrát az előírt betonjel szilárdsági osztályához kell igazítani, de lényeges, ellenőrizni, hogy a beton az adott hőmérsékleti viszonyok és a környezeti feltételek mellett el tudja-e egyáltalán érni a tervezett szilárdságot. Figyelembe kell ugyanis venni azt, hogy hidegben a beton szilárdulási ideje többszörösére nőhet. Amennyiben kétséges a megfelelő szilárdulás, akkor módosítani kell a receptet, akár úgy is, hogy nagyobb szilárdsági értékre kell megtervezni a betont. Célszerű a CEM I nagy hőfejlesztésű cementek alkalmazása.

Amennyiben az átlagos környezeti hőmérséklet +2°C-nál nagyobb, akkor a bedolgozott beton hőmérséklete min. +5°C kell legyen. Ezen hőmérséklet alatt a bedolgozott beton hőmérsékletének, az átlagos környezeti hőmérséklettől függően +10°C és +30°C között kell lennie (a szabvány képletet is ad a frissbeton szükséges hőmérsékletének pontos kiszámítására).

A műszaki előírás I-V. hideglépcsőfokokra osztja hőmérsékleti határokat és ezekhez rendeli az intézkedéseket. A magyarországi leggyakoribb téli hideglépcsőfok a III. (átlaghőmérséklet 0°C – mínusz 5°C között, min. mínusz 10°C mellett), ezért az ehhez tartozó intézkedési előírásokat külön kiemelésre kerülnek:

- ▶ cement min. +2°C,
- ▶ adalékanyag min. +5°C,
- ▶ keverővíz min. +40°C (ha a keverővíz hőmérséklete +60°C-nál nagyobb, akkor azt a cement adagolása előtt kell az adalékanyaghoz hozzáadni – eltérően a hagyományos megoldástól, amikor a száraz adalékanyag-cement keverékhez kell adni a vizet hozzá),
- ▶ betonkeverék hőmérséklete a keverés befejezésekor min. +25°C,
- ▶ betonkeverék hőmérséklete a bedolgozáskor min. +20°C,
- ▶ nagy kezdőszilárdságú cement alkalmazandó,
- ▶ megfontolandó szilárdulásgyorsító, ill. fagyásgátló szer használata,
- ▶ a zsaluzatot fagymentesíteni kell,
- ▶ betonszállítás hőszigetelt eszközökben (a mixerkocsik nem ilyenek, tehát ez nem reális elvárás transzportbeton esetében).

A frissbeton hőmérsékletét mindig meg kell mérni és rávezetni a szállítólevélre is. Az adalékszerek kombinálását nagyon meg kell fontolni és óvatosan kell alkalmazni. Több adalékszer együttes alkalmazása előtt ki kell kérni a gyártótól az összeférhetőségi igazolást az adott cement figyelembe vételével.

5.12. Betonozás meleg időben (nyári betonozás)

Ajánlások az MSZ 4798:2016 szabvány a Beton, műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány a Beton alapján.

A meleg időben történő betonozás olyan kockázati tényező, amely komolyan veszélyezteti a végtermék, a kész beton műtárgy, ipari padló megfelelő minőségét. A jó minőség biztosítása érdekében az alábbi pontokban foglaltakat be kell tartani:

- ▶ 38 °C felett nem szabad betonozni, ha több mint 4 órán át efelett van a hőmérséklet.
- ▶ Az adalékanyagok – ha lehet – árnyékos helyen kell tárolni, vagy óvatosan hűteni permetezéssel úgy, hogy közben ne változzon meg az adalékanyag víztartalma lényegesen!
- ▶ Kis kezdőszilárdságú cementet kell használni (ne 42,5-est és ne R-est)!
- ▶ A betonkeverő üzem, ha tudja, akkor hűtse a cementet. A cement hőmérséklete nem lehet magasabb 50 °C-nál.
- ▶ A késő délutáni, esti órákban kell betonozni és éjjel!
- ▶ Amennyire lehet, csökkenteni kell a kiszállítási időt a betongyárból a beépítés helyéig!
- ▶ A beton eltarthatóságára, a konzisztenciájára nagyon kell ügyelni, hogy belül maradjon a tervezett kategóriában a beépítés helyén is, de ezt folyósítószerrel szükséges elérni, ne pedig többletvíz hozzáadásával!
- ▶ A betont vizezni tilos!
- ▶ A beépítés helyén legyen mindig folyósítószer!
- ▶ Közvetlen napsugárzás és nagyobb erősségű szél ne érje a friss betonfelületet!
- ▶ Ha lehet, ajánlott kerülni a kötékésleltető szer használatát ipari padló esetében, ha folyósító- vagy képlékenyítőszert vagy egyéb adalékszert is használnak, mert az adalékszerek egymásra hatása többlet kockázattal jár. De ha a betongyár vagy a betontechnológus ezt kifejezetten javasolja, akkor lehet használni próbakeverés után.
- ▶ Ha a frissbeton nedvszívó felülettel érintkezik (zsaluzat, fogadóaljzat), akkor azt elő kell nedvesíteni!
- ▶ A bedolgozást gyorsan, ütemesen kell végezni (több vibrátort, tömörítőeszközt kell használni), a mixereknek egyenletesen kell érkeznie (hogy a várakozási idő ne legyen 10 percnél több). Ne alakuljanak ki ún. spontán munkahézagok és ne legyen szétosztályozódás!
- ▶ Az utókezelést gyorsan el kell kezdeni és a felületet folyamatosan nedvesen kell tartani. Nem elég ilyenkor csak a párazárót ráfűjni a felületre, hanem fóliát kell a felületre tenni és a fólia alá vizet folytatni. Legalább 14 napon át tartson az utókezelés!

■ **Ágyazat megfelelő kialakítása**

- ▶ megfelelő anyagú feltöltés, esetleg talajcsere,
- ▶ megfelelő vastagságú és anyagú ágyazat,
- ▶ megfelelő szilárdság, tömörség,
- ▶ tárcsás teherbírásmérés,
- ▶ megfelelő síkpontosság.

■ **Megfelelő technológiai szigetelő réteg/csúsztató réteg alkalmazása**

■ **Megfelelő vízszigetelés alkalmazása**

■ **Az előírásoknak megfelelő betonreceptúra alkalmazása**

- ▶ megfelelő konzisztenciájú beton,
- ▶ megfelelő szilárdságú beton,
- ▶ megfelelően fagyálló beton.

■ **A technológiai utasítások betartása**

- ▶ beton bedolgozási idő,
 - > külső-belső szélsőséges hőmérséklet, páratartalom hatása,
 - > betonhőmérséklet.
- ▶ betonbedolgozás,
- ▶ tömörítés (vibrálás),
- ▶ megfelelő betonacél-szerelés,
 - > quantitív,
 - > kvalitív,
 - > rögzítés,
 - > betontakarás.
- ▶ megfelelő száladagolás,
 - > quantitív,
 - > kvalitív,
 - > egyenletes eloszlás.

- ▶ megfelelő felületi kéregerősítés, vagy felületképzés,
 - > fogadószerkezet,
 - > tervdokumentációban előírtak betartása,
 - > receptúra,
 - > technológia.
- ▶ megfelelő szín alkalmazása,
 - > egyenletes vastagság,
 - > a cementtartalom, és egyéb adalékok egyenletes eloszlása,
 - > a színezék egyenletes eloszlása.
- ▶ utókezelésre vonatkozó előírások betartása,
- ▶ hideg időben történő betonozásra vonatkozó előírások betartása, stb.

■ **A geometriára és a beton felületére vonatkozó előírások betartása**

- ▶ megfelelő beton szerkezeti vastagság,
- ▶ hullámosságra vonatkozó követelmények,
- ▶ síkpontossági követelmények,
- ▶ megengedett maximális repedéstágasság követelménye.

■ **Az időjárási és egyéb körülmények figyelembe vétele**

- ▶ szeles idő okozta gyorsabb ütemű kiszáradás,
- ▶ nagy hőmérséklet-különbség,
- ▶ időjárás okozta többlet feszültségek kialakulása,
 - > víz (talajvíz, csapadékvíz),
 - > fagy, hó, jég,
 - > káros meleg, napsugárzás (a beton „megsülése”),
 - > fentiek elleni védelem,
 - > nyílások fóliatakarása stb.

■ **Megfelelő hézagképzés**

- ▶ jelentősen eltérő intenzitással megterhelt felületrészek dilatációs hézagokkal történő elválasztása,
- ▶ Kontakthézagok és/vagy dilatációs hézagok megfelelő kialakítása,

- > geometriai kialakítás,
- > a követelmény szerinti négyzetes, de legalább 2:3 oldalarányú táblák kialakítása.
- ▶ Vakhézagok megfelelő kialakítása,
- > geometriai kialakítás,
- > a követelmény szerinti négyzetes, de legalább 2:3 oldalarányú táblák kialakítása.

7. AZ ÜZEMELTETÉSI JAVASLATOK

- **A tervezési programban meghatározott követelmények betartása**
- **Töbletterhek figyelembe vétele, illetve az azok elleni védelem kialakítása**
 - ▶ statikus terhelés,
 - ▶ dinamikus terhelés stb.
- **Épületszerkezeti ciklusokból következő felülvizsgálati tevékenységek elvégzése**
 - ▶ műszaki felülvizsgálati ciklus,
 - ▶ karbantartási ciklus,
 - ▶ felújítási ciklus,
 - ▶ élettartam ciklus.
- **Mechanikai sérülések elkerülése, illetve az azok elleni védelem kialakítása**
 - ▶ koptatás,
 - > targonca,
 - > por (pl. a gyártás melléktermékeként),
 - > járkálás stb.,
 - ▶ elszíneződés,
 - ▶ karcolás,
 - ▶ repesztés, törés,
 - ▶ lerombolás, elbontás, megszüntetés.
- **Üzemeltetésből, technológiából eredő különleges körülmények figyelembe vétele**
 - ▶ hőmérséklet,

- ▶ páratartalom,
- ▶ levegő-összetétel,
- ▶ kémiai anyagok (pl.: savak, lúgok) hatásai,
- ▶ közlekedésből, szállításból adódó meghibásodások,
- ▶ mechanikai behatások,
- ▶ villamos hibákból eredeztethető meghibásodások,
- ▶ tűz okozta meghibásodások,
- ▶ egyéb üzemeltetési hatások okozta meghibásodások.

■ Rendeltetésszerű használat

■ Szándékos károkozás elkerülése, kivédése

8. AZ IPARI PADLÓK TERVEZÉSÉVEL, KIVITELEZÉSÉVEL, ÜZEMELTETÉSÉVEL KAPCSOLATOS ÁLTALÁNOS HIÁNYOSSÁGOK ÉS HIBÁK

8.1. Tervezésből adódó hiányok, hibák

(a felsoroltakon kívül egyéb hibalehetőségek is lehetnek).

8.1.1. Tervdokumentáció hiányai

- Teljes tervdokumentáció hiánya
- Szakági tervdokumentáció hiánya
- Munkanem hiánya (szakági tervdokumentáció)
 - ▶ munkanem egy részének hiánya (pl.: nem készültek csomóponti tervek),
 - ▶ munkanem elemének hiánya (pl.: a csomóponti tervek nem teljes körűek).

8.1.2. Tervdokumentáció hibái

■ Előkészítés

A feladat tisztázása, előkészítése nem, illetve nem kellő mértékben történt meg. Gyakran az építető nem ad elegendő adatot (pl. üzemeltetési adatok, polcterhelés, targonca terhelés, targonca forgalom intenzitás, targonca sebesség, gép- és géplábterhelés, dinamikus terhelés, rezgő terhelés stb.), a tervező ebben az esetben írásban, dokumentáltan rögzítse az esetleges elégtelen, vagy nem teljeskörű beruházói adatszolgáltatást!

- ▶ jogosultság (a tervdokumentáció készítője nem rendelkezik megfelelő jogosultsággal/egyáltalán nincs jogosultsága/nem a feladatra vonatkozó jogosultsága van/lejárt és meg nem újított, de megfelelő jogosultsága van),
 - ▶ szerzői jogi probléma,
 - ▶ egyeztetések (megrendelővel, más szakági tervezőkkel, hatóságokkal).
- **Koncepcionális (az eszmei tervezés /szellemi tartalom/, számítások, koncepció nem megfelelő)**
 - ▶ funkcionalitás,
 - ▶ műszaki megoldás.
- **Részletes tervezés**
 - ▶ jogszabály, előírás,
 - ▶ szabvány,
 - ▶ szakmai szabály hibás alkalmazása/nem alkalmazása.
- **Tervfeldolgozás**
 - ▶ ábrázolási hiány (a terv egy része nincs ábrázolva),
 - ▶ jelölési hiány (kóta, adat hiba/hiány).
- **Dokumentálás**
 - ▶ példányszám,
 - ▶ olvashatóság (rajztechnikai hiányosság, nyomtatási vagy másolási hiba).

8.1.3. Gyakori tervezési hibák:

- **Geometriai hiba, hiány**
 - ▶ nem megfelelő ipari padló vastagság tervezése,
 - ▶ nem megfelelő táblaméretek, fugakiosztás, oldalarányok.
- **Ágyazat**
 - ▶ nem megfelelő ágyazat tervezése.
- **Teher nem megfelelő felvétele/hiánya**
- **Járulékos (pl. környezeti) terhek figyelmen kívül hagyása**
- **Dinamikus teher nem megfelelő felvétele/hiánya**

- **Járulékos terhek figyelmen kívül hagyása**
- **Hőmérsékletkülönbség hatásának figyelmen kívül hagyása**
- **Hőmérsékletkülönbség hatásának nem megfelelő felvétele**
- **Zsugorodás hatásának nem megfelelő felvétele**
- **Zsugorodás hatásának figyelmen kívül hagyása**
- **Kémiai anyagok (savak, lúgok) hatásának figyelmen kívül hagyása**
 - ▶ nem megfelelő padlóburkolat,
 - ▶ nem megfelelő dilatáció-, hézagképzés, nem megfelelő kitöltőanyag és/vagy dilatáció-, hézagkitöltés.
- **Különböző hőmérséklettel (pl. hűtés, hőszokk) járó technológiák figyelmen kívül hagyása**

8.2. Kivitelezésből adódó hiányok, hibák

(A felsoroltakon kívül egyéb hibalehetőségek is lehetnek.)

8.2.1. Fogadószervezetek hibái talajon fekvő szerkezetek esetén

- **Nem megfelelő anyagú altalaj, feltöltés, ágyazat**
- **Nem megfelelő tömörségű, szilárdságú, teherbírású, stabilitású, állékonyságú altalaj, feltöltés, ágyazat**
 - ▶ a padlólemezek károsodásai számos esetben geotechnikai eredetűek, így az altalaj, a talajcserék, és a feltöltések okozhatnak az alakváltozások mechanizmusán keresztül hibákat és károsodásokat :
 - > talajtörés,
 - > süllyedés,
 - > roskadás,
 - > szétcsúszás,
 - > kitolódás,
 - > kúszás.
- **Nem megfelelő szigetelő réteg alkalmazása (vízszigetelés, hőszigetelés), vagy annak hiánya**
- **Nem megfelelő csúszóréteg, elválasztó réteg alkalmazása**
- **Nem a tervnek, előírásoknak megfelelő betonreceptúra alkalmazása**
 - ▶ nem megfelelő szilárdságú és egyéb tulajdonságú beton,
 - ▶ nem megfelelő betontechnológia.

■ **Tervdokumentációtól való geometriai eltérés**

- ▶ szélesség,
- ▶ hosszúság,
- ▶ magasság, vastagság,
- ▶ tervezett vonaltól való eltérés,
- ▶ tervezett síktól való eltérés.

■ **Kivitelezési geometriai hiba**

- ▶ szélesség,
- ▶ hosszúság,
- ▶ magasság, vastagság,
- ▶ tervezett vonaltól való eltérés,
- ▶ tervezett síktól való eltérés,
- ▶ síkpontossági hibák (hullámosság, felületi egyenetlenség).

A technológiai utasítások be nem tartása:

■ **A beton bedolgozásának nem megfelelő ideje**

- ▶ külső-belső szélsőséges hőmérséklet, páratartalom hatása,
- ▶ nem megfelelő betonhőmérséklet.

■ **Nem megfelelő a betonbedolgozás módja**

■ **Nem megfelelő a tömörítés (vibrálás)**

■ **Nem megfelelő a betonacél-szerelés:**

- ▶ annak teljes hiánya,
- ▶ a hiányosság lehet,
 - > kvantitatív,
 - > kvalitatív.
- ▶ geometriai hibái,
- ▶ rögzítési hibái.

■ **Nem megfelelő a száladagolás**

- ▶ annak teljes hiánya,

- ▶ a tervtől eltérő száltípus (méret, szilárdság, szálhatékonyosság),
- ▶ a hiányosság lehet,
 - > kvantitatív,
 - > kvalitatív.
- ▶ eloszlási hibái,
 - > diszpergálódás,
 - > egyenlőtlen eloszlás,
 - > csomósodás,
 - > túlzott inhomogenitás.

■ **Nem megfelelő felületi kéregerősítés, vagy felületképzés**

- ▶ fogadó szerkezet korrigálatlan hibái,
- ▶ annak teljes hiánya,
- ▶ a hiányosság lehet,
 - > tervdokumentációtól való eltérés,
 - > technológiai hibák,
 - > túlzott tágasságú kéregrepedések,
 - > felületi felválások.

Utókezelés:

■ **Elmaradása**

■ **Nem elegendő időtartama**

■ **Nem megfelelő végrehajtása**

- ▶ a betonfelület nedvesen tartásának nem megfelelő volta.

Az időjárás és egyéb körülményekből adódó hatások figyelmen kívül hagyása:

■ **Szeles idő okozta gyorsabb ütemű kiszáradás okozta túlzott mértékű repedésérzékenység**

■ **Nagy hőmérséklet-különbség okozta túlzott mértékű repedésérzékenység**

■ **Időjárás okozta túlzott többlet feszültségek kialakulása**

- ▶ víz (talajvíz, csapadékvíz),
- ▶ fagy, hó, jég,
- ▶ káros meleg, napsugárzás.

■ **Fentiek elleni védelem nem megfelelő minősége, annak hiánya**

- ▶ nyílások fóliatakarásának részleges, illetve teljes hiánya.

A dilatáció nem kellő mértéke, hiánya:

A gátolt mozgások feszültséget okoznak a betonban és az ridegsége következtében megreped:

■ **Hézagmentes kialakítás nem megfelelő volta**

- ▶ jelentősen eltérő intenzitással megterhelt felületek dilatációs hézagokkal történő elválasztásának hiánya,
- ▶ a tervtől eltérő, túl nagy hézagtávolságok,
- ▶ négyzetes, de legfeljebb 3:2 oldalárányú táblák kialakítástól való eltérés külön betonerősítés, vasalás, tervezése és beépítése nélkül.

■ **Kontakthézagok és/vagy dilatációs hézagok nem megfelelő kialakítása**

- ▶ geometriai hibák,
- ▶ épületszerkezeti hibák,
- ▶ négyzetes, de legfeljebb 3:2 oldalárányú táblák kialakítástól való eltérés külön tervezői jóváhagyás, betonerősítés, vasalás tervezése és beépítése nélkül.

■ **Vakhézagok nem megfelelő kialakítása**

- ▶ geometriai hibák (nem egyenes fugavágás),
- ▶ négyzetes, de legfeljebb 3:2 oldalárányú táblák kialakítástól való eltérés,
- ▶ nem elég mély fugavágás.

Beton- ill. betonacélkorrózió:

■ **Nem elégséges betontakarás a betonacélon**

■ **Nem elégséges betontakarás a beépített acélszerelvényeken (pl.: dilatációs profilok, szögacélok befogása, stb.)**

■ **A nem kellő mértékű betontakarás esetén, a betonban keletkező (terhelés okozta) feszültségek hatására kitörés, repedés keletkezik (kombinált korróziós-mechanikai sérülés)**

Jelen építésügyi műszaki irányelvben meghatározott követelmények szerinti nem megfelelőség esetén az MSZ EN 13670:2010 szabvány 4.4. szakasza szerint kell eljárni:

„(1) Ha az ellenőrzés nemmegfelelőséget derít ki, akkor meg kell tenni a szükséges intézkedéseket, hogy a szerkezet megfelelő maradjon a tervezett célra.

(2) A következő szempontokat kell megvizsgálni a megadott sorrendben:

a) a nemmegfelelőség jelentőségét a további kivitelezésre és az alkalmasságot a tervezett célra,

b) a szükséges intézkedéseket, amelyek révén az építményrész elfogadhatóvá válik,

c) az elutasítás szükségességét és a javíthatatlan építményrészek cseréjét,

(3) Ha a kivitelezési előírás szabályozza, akkor a nemmegfelelőség kijavítását a kivitelezési előírásban megállapított vagy elfogadott eljárásnak megfelelően kell végrehajtani.”

8.3. Üzemeltetésből adódó hiányok, hibák

Mechanikai sérülés:

- **Túlzott statikus, dinamikus terhelés okozta károsodás**
- **Túlzott dinamikus terhelés okozta károsodás**

Üzemeltetési hibák, hiányosságok:

- **Épületszerkezeti ciklusokból következő tevékenységek elmaradása, nem megfelelő volta, hiányai, hibái**
 - ▶ műszaki felülvizsgálati ciklus,
 - ▶ karbantartási ciklus,
 - ▶ felújítási ciklus,
 - ▶ élettartam ciklus,
 - ▶ a szükséges karbantartás elmulasztása, elhalasztás, hibás végrehajtása.
- **Mechanikai sérülések**
 - ▶ koptatás (pl.: targonca, por a gyártás melléktermékeként, járkálás, stb.),
 - ▶ elszínezés,
 - ▶ karcolás,
 - ▶ repesztés,
 - ▶ törés,
 - ▶ elbontás, megszüntetés.
- **Üzemeltetésből, technológiából eredő különleges körülményektől keletkező hiányok, hibák**
 - ▶ hőmérséklet,
 - ▶ páratartalom,
 - ▶ levegő-összetétel,
 - ▶ kémiai anyagok (pl.: savak, lúgok) nem tervezett hatásai,
 - ▶ közlekedésből, szállításból adódó meghibásodások,

- ▶ mechanikai behatások,
 - ▶ villamos hibákból eredeztethető meghibásodások,
 - ▶ tűz okozta károsodások,
 - ▶ egyéb üzemeltetési hatások okozta meghibásodások,
 - ▶ hiányos és / vagy helytelen takarítás.
- **Más épületszerkezet, anyag, vezeték, berendezés meghibásodásából eredő hiba**
 - **Nem rendeltetésszerű használatból eredő meghibásodás**
 - **Szándékos károkozásból eredő meghibásodás**
 - **A technológiából eredő por és a használat együttesen kopásokat eredményez**

9. ÖSSZEFOGLALÁS, ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK

Jelen építésügyi műszaki irányelv betartása segíti és biztosítja a jó minőségű, a rendeltetésszerű használatra alkalmas és tartós ipari padló készítését.

Az építésügyi műszaki irányelv nem helyettesíti a minden esetben szükséges, egyedi tervezést. Az építésügyi műszaki irányelvtől való eltérés csak abban az esetben megengedett, ha a tervezés során alkalmazott eltéréssel a jó minőségű ipari padló feltételéhez szükséges műszaki tartalom előállítható.

10.1. Jogszabályok jegyzéke

- [1] 1997.ÉVI LXXVIII. TÖRVÉNY AZ ÉPÍTETT KÖRNYEZET ALAKÍTÁSÁRÓL ÉS VÉDELMEÉRŐL
- [2] 253/1997. (XII. 20.) KORM. RENDELET AZ ORSZÁGOS TELEPÜLÉSRENDEZÉSI ÉS ÉPÍTÉSI KÖVETELMÉNYEKRŐL
- [3] 275/2013. (VII. 16.) KORM. RENDELET AZ ÉPÍTÉSI TERMÉK ÉPÍTMÉNYBE TÖRTÉNŐ BETERVEZÉSÉNEK ÉS BEÉPÍTÉSÉNEK, ENNEK SORÁN A TELJESÍTMÉNY IGAZOLÁSÁNAK RÉSZLETES SZABÁLYAIRÓL
- [4] 305/2011/EU RENDELET AZ ÉPÍTÉSI TERMÉKEK FORGALMAZÁSÁRA VONATKOZÓ HARMONIZÁLT FELTÉTELEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRÓL ÉS A 89/106/EGK TANÁCSI IRÁNYELV HATÁLYON KÍVÜL HELYEZÉSÉRŐL

10.2. Szabványok, műszaki irányelvek jegyzéke

- [5] DIN 15184:1991 LAGERSYSTEME MIT LEITLINIENGEFÜHRTEN FLURFÖRDERZEUGEN (ANFORDERUNGEN AN BODEN, REGAL UNS SONSTIGE ANFORDERUNGEN).
- [6] DIN 18202:2013 TOLERANZEN IM HOCHBAU (BAUWERKE).
- [7] FINAL RECOMMENDATION OF RILEM TC 162-TDF: TEST AND DESIGN METHODS FOR STEEL FIBRE REINFORCED CONCRETE. MATERIALS AND STRUCTURES, 36
- [8] MSZ 2509-3:1989 ÚTPÁLYASZERKEZETEK TEHERBÍRÓ KÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA. TÁRCSÁS VIZSGÁLAT
- [9] MSZ 4798:2016 BETON. MŰSZAKI KÖVETELMÉNYEK, TULAJDONSÁGOK, KÉSZÍTÉS ÉS MEGFELELŐSÉG, VALAMINT AZ EN 206 ALKALMAZÁSI FELTÉTELEI MAGYARORSZÁGON
- [10] MSZ 4798:2016/2M:2018 BETON. MŰSZAKI KÖVETELMÉNYEK, TULAJDONSÁGOK, KÉSZÍTÉS ÉS MEGFELELŐSÉG, VALAMINT AZ EN 206 ALKALMAZÁSI FELTÉTELEI MAGYARORSZÁGON
- [11] MSZ 18290-6:1985 ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA. ÉPÍTŐ- ÉS ÚTBUKOLÓ KÖVEK CSÚSZÁSI ELLENÁLLÁSÁNAK VIZSGÁLATA
- [12] MSZ EN 206:2013+A1:2017 BETON. MŰSZAKI KÖVETELMÉNYEK, TELJESÍTŐKÉPESSÉG, KÉSZÍTÉS ÉS MEGFELELŐSÉG
- [13] MSZ EN 1081:2019 RUGALMAS PADLÓBUKOLÓ ANYAGOK. AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS MEGHATÁROZÁSA

- [14] MSZ EN 1815:2017 RUGALMAS ÉS LAMINÁLT PADLÓBURKOLÓ ANYAGOK.
AZ ELEKTROSZTATIKUS FELTÖLTŐDÉSI HAJLAM ÉRTÉKELÉSE
- [15] MSZ EN 1990:2011 EUROCODE: A TARTÓSZERKEZETEK TERVEZÉSÉNEK ALAPJAI
- [16] MSZ EN 1991-1-1:2005: EUROCODE 1: A TARTÓSZERKEZETEKET ÉRŐ HATÁSOK,
1-1. RÉSZ: ÁLTALÁNOS HATÁSOK. SÚRÚSÉG, ÖNSÚLY ÉS AZ ÉPÜLETEK HASZNOS TERHEI
- [17] MSZ EN 1992-1-1:2010 EUROCODE 2: BETONSZERKEZETEK TERVEZÉSE.
1-1. RÉSZ: ÁLTALÁNOS ÉS AZ ÉPÜLETEKRE VONATKOZÓ SZABÁLYOK
- [18] MSZ EN 12086:2013 HŐSZIGETELŐ TERMÉKEK ÉPÜLETEKHEZ. A PÁRAÁTERESZTÉSI
TULAJDONSÁGOK MEGHATÁROZÁSA
- [19] MSZ EN 12350-1-7:2019 A FRISS BETON VIZSGÁLATA 1. RÉSZ MINTAVÉTEL
- [20] MSZ EN 12350-2:2019 A FRISS BETON VIZSGÁLATA. 2. RÉSZ: ROSKADÁSVIZSGÁLAT
- [21] MSZ EN 12350-5:2019 A FRISS BETON VIZSGÁLATA. 5. RÉSZ: TERÜLÉSMÉRÉS
- [22] MSZ EN 12390-3:2019 A MEGSZILÁRDULT BETON VIZSGÁLATA. 3. RÉSZ: A PRÓBATESTEK
NYOMÓSZILÁRDSÁGA
- [23] MSZ EN 12390-5:2019 A MEGSZILÁRDULT BETON VIZSGÁLATA. 5. RÉSZ: A PRÓBATESTEK
HAJLÍTÓ-HÚZÓ SZILÁRDSÁGA
- [24] MSZ EN 12390-8:2019 A MEGSZILÁRDULT BETON VIZSGÁLATA. 8. RÉSZ: A VÍZZÁRÓSÁG
VIZSGÁLATA
- [25] MSZ EN 12504-1:2019 A BETON VIZSGÁLATA SZERKEZETEKBE. 1. RÉSZ: FÚRT
PRÓBATESTEK. MINTAVÉTEL, VIZSGÁLAT ÉS A NYOMÓSZILÁRDSÁG MEGHATÁROZÁSA
- [26] MSZ EN 12504-2:2013 A BETON VIZSGÁLATA SZERKEZETEKBE. 2. RÉSZ: RONCSOLÁS-
MENTES VIZSGÁLAT. A VISSZAPATTANÁSI ÉRTÉK MEGHATÁROZÁSA MSZ EN 13036-4:2012
- [27] MSZ EN 13036-4:2012 UTAK ÉS REPÜLŐTEREK FELÜLETI JELLEMZŐI. VIZSGÁLATI
MÓDSZEREK. 4. RÉSZ: A FELÜLET CSÚSZÁSI ELLENÁLLÁSÁNAK MÉRÉSI MÓDSZERE.
AZ INGÁS VIZSGÁLAT
- [28] MSZ EN 13529:2004 TERMÉKEK ÉS RENDSZEREK A BETONSZERKEZETEK VÉDELME
ÉS JAVÍTÁSÁRA. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. ELLENÁLLÓ KÉPESSÉG ERŐS VEGYI HATÁSSAL SZEMBEN
- [29] MSZ EN 13670:2010 BETONSZERKEZETEK KIVITELEZÉSE

- [30] MSZ EN 13813:2003 ESZTRICHEK ÉS PADOZATI ANYAGOK. ESZTRICHHABARCSOK. TULAJDONSÁGOK KÖVETELMÉNYEK.
- [31] MSZ EN 13892-3:2015 ESZTRICHHABARCSOK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI. 3. RÉSZ: A KOPÁSI ELLENÁLLÁS MEGHATÁROZÁSA BÖHME SZERINT
- [32] MSZ EN 13892-8:2003 ESZTRICHHABARCSOK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI. 8. RÉSZ: A TAPADÓSZILÁRDSÁG MEGHATÁROZÁSA
- [33] MSZ EN 14889-1:2007 SZÁLAK BETONOKHOZ. ACÉLSZÁLAK. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK, ELŐÍRÁSOK ÉS MEGFELELŐSÉG
- [34] MSZ EN 14889-2:2007 SZÁLAK BETONOKHOZ. 2. RÉSZ POLIMER SZÁLAK. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK, ELŐÍRÁSOK ÉS MEGFELELŐSÉG
- [35] RIL 836 – RILEM 836 AJÁNLÁS
- [36] TR34 3TH AND 4TH EDITION (TECHNICAL REPORT 34) CONCRETE INDUSTRIAL GROUND FLOORS (A GUIDE TO DESIGN AND CONSTRUCTION)
- [37] ÖVBB FASERBETON RICHTLINIE 2008
MSZ EN 15620:2009 HELYHEZ KÖTÖTT ACÉL TÁROLÓRENDSZEREK
- [38] MSZ EN 15620:2009 HELYHEZ KÖTÖTT ACÉL TÁROLÓRENDSZEREK

10.3. Szakirodalom, és internetes források jegyzéke

- [38] NAGY. L. IPARI BETONPADLÓK MÉRETEZÉSE ÉS TERVDOKUMENTÁCIÓINAK KÖVETELMÉNYRENDSZERE. BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM - ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MAGASÉPÍTÉS TANSZÉK ÉPÍTŐIPARI IGAZSÁGÜGYI SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS, 2017
- [39] VICZIÁN, A., GÉVAI, M. IPARI PADLÓK ALATTI ÁGYAZATOKKAL KAPCSOLATOS KÉRDÉSEK ÉS VÁLASZOK, AJÁNLÁSOK.
- [40] VICZIÁN, A. RUGALMAS ALÁTÁMASZTÁSÚ PADLÓLEMEZ VIZSGÁLATA TARGONCA TEHERRE
- [41] HORVÁTH, M. PADLÓGÖRBÜLÉSSSEL KAPCSOLATOS ÁLLÁSFOGLALÁSOK.
- [42] LOHMEYER, G. – EBELING, K.: BETONPADLÓK GYÁRTÓ- ÉS RAKTÁRCSARNOKOKBAN, PUBLIKÁL KFT., BUDAPEST, 2008
- [43] LOHMEYER, G. – EBELING, K.: IPARI BETONPADLÓK ÉPÍTÉSE, ÉPÍTÉSÜGYI TÁJÉKOZTATÁSI KÖZPONT KFT., BUDAPEST, 2001

- [44] CSORBA, G.: ALKALMAZOTT BETONTECHNOLÓGIA 2018, FÓRUM MÉDIA KIADÓ KFT, 2018
- [45] KAUSAY, T.: BETON (A BETONSZABVÁNY NÉHÁNY FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE) – MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA, 2013
- [46] SZALAI, K.: VASBETONSZERKEZETEK. TANKÖNYVKIADÓ. BUDAPEST 1990
- [47] AMBRUS, K. – PALLÓS, I.: KÖZLEKEDÉSI LÉTESÍTMÉNYEK PÁLYASZERKEZETEI - ÚTPÁLYASZERKEZETEK, BME OKTATÁSI SEGÉDANYAG
- [48] BAK, E. – SZÉP, J.: RUGALMASAN ÁGYAZOTT LEMEZEK VIZSGÁLATA AXIS VM PROGRAMMAL, BME OKTATÁSI SEGÉDANYAG, 2009
- [49] DALOGLU, A. T. –VALLABHAN, C. V. G.: VALUES OF K FOR SLAB ON WINKLER FOUNDATION, JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING, MAY 2000
- [50] DEÁK, GY. – ERDÉLYI, T. – FERNEZELYI, S. ÉS TÁRAIK: TERHEK ÉS HATÁSOK – TERVEZÉS AZ EUROCODE ALAPJÁN, BUDAPEST, 2006
- [51] DULÁCSKA, E. – FEKETE, S. – VARGA, L.: AZ ALTALAJ ÉS AZ ÉPÍTMÉNY KÖLCSÖNHATÁSA, AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST, 1982
- [52] GARBER, G.: DESIGN AND CONSTRUCTION OF CONCRETE FLOORS, ELSEVIER LTD., 2006
- [53] GÉVAI MILÁN: AZ ALTALAJ ÉS AZ IPARI PADLÓ EGYÜTTDOLGOZÁSA, DIPLOMAMUNKA, PTE-PMMIK, 2013
- [54] HEGEDŰS, L.: RUGALMAS ÁGYAZÁSÚ LEMEZEK, BME EGYETEMI JEGYZET, 2009
- [55] IMANZADEH, S. – DENIS, A. – MARACHE, A.: ESTIMATION DE LA VARIABILITÉ DU MODULE DE RÉACTION POUR L'ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES SEMELLES FILANTES SUR SOL ÉLASTIQUE: APPLICATION À PARTIR DES MODÈLES EXISTANTS, XXIXE RENCONTRES UNIVERSITAIRES DE GÉNIE CIVIL.
- [56] INTER-CAD KFT.: AXISVM 11 – FELHASZNÁLÓI KÉZIKÖNYV, VERZIÓ: V11R6, 2012
- [57] JÓZSA, V. – MÓCZÁR, B.: TALAJ ÉS SZERKEZET KÖLCSÖNHATÁSA, BME OKTATÁSI SEGÉDANYAG, 2011
- [58] JUHÁSZ, K. P.: IPARI PADLÓK MÉRETEZÉSE, MUSZASI KFT. MAGAZIN, [HTTP://MUSZASI.HU/MAGAZIN/NODE/111](http://muszasi.hu/magazin/node/111) , 2010
- [59] KARAFIÁTH, L.: ALKALMAZOTT TALAJMECHANIKA, ÉPÍTÉSÜGYI KIADÓ, BUDAPEST, 1953

- [60] LÉNÁRT, GY.: AZ ÉPÜLET ÉS AZ ALTALAJ EGYÜTTDOLGOZÁSA, PTE PMMK EGYETEMI ELŐADÁSANYAG, 2011
- [61] MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA GEOTECHNIKAI ÉS TARTÓSZERKEZETI TAGOZATA (A SZÖVEGBEN RÖVIDÍTVE: MMK): ALAPOZÁSOK ÉS FÖLDMEGTÁMASZTÓ SZERKEZETEK TERVEZÉSE AZ MSZ EN 1997 SZERINT, MÉRNÖKI KAMARA NONPROFIT KFT., BUDAPEST, 2012
- [62] MECSI, J.: ALAPOZÁS JEGYZET, PTE-PMMIK OKTATÁSI SEGÉDANYAG, 2009
- [63] MONARCH KFT.: FIDES-GROUNDSLAB ISMERTETŐ, [HTTP://WWW.MONARCH.HU/_TERM/_SOFISTIK/_FIDES/_SULLYEDES/FIDES_GROUNDSLAB.SHTML](http://www.monarch.hu/_TERM/_SOFISTIK/_FIDES/_SULLYEDES/FIDES_GROUNDSLAB.SHTML), 2012
- [64] MESKÓ, A.: A PIRAMIS MODELL, PTE PMMK EGYETEMI OKTATÓANYAG
- [65] NAGY, J.: A VÉGESELEMEK MÓDSZERÉNEK ALKALMAZÁSAELEKTROMECHANIKAI PEREMÉRTÉK FELADATOK MEGOLDÁSÁRA, HÍRADÁSTECHNIKA XXXIII. ÉVFOLYAM 1982. 9. SZÁM.
- [66] PANKOTAI, CS.: AZ M0 DÉLI SZEKTOR KAPACITÁSBŐVÍTŐ REKONSTRUKCIÓJÁNAK TERVEZÉSE, ELŐADÁS. KONFERENCIA A BETONBURKOLAT ÉPÍTÉS 2011. ÉVI ESEMÉNYEIRŐL, BUDAPEST, 2011
- [67] PTJ - PEIKKO TERA JOINT: MAGAS MINŐSÉGŰ DILATÁCIÓS PROFIL IPARI PADLÓKHOZ, MŰSZAKI LEÍRÁS,
- [68] [HTTP://MATERIALS.CRASMAN.FI/MATERIALS/EXTLOADER/?FID=18895&ORG=2&CHK=157569FF](http://materials.crasman.fi/materials/extloader/?fid=18895&org=2&chk=157569FF)
- [69] SZABÓ, M. – FARKAS, GY.: IPARI PADLÓK – TECHNOLÓGIA, ALKALMAZÁSOK, PROBLÉMÁK,
- [70] [HTTP://WWW.HSZ.BME.HU/HSZ/KUTATAT_PROG/FAJLOK/6/SZABOM_FGY_PAPER2002.PDF](http://www.hsz.bme.hu/hsz/kutatat_prog/fajlok/6/szabom_fgy_paper2002.pdf) 2002
- [71] SZEPESHÁZI, R.: LEMEZ- ÉS GERENDAALAPOK MÉRETEZÉSE, SZE EGYETEMI ELŐADÁSANYAG, 2008
- [72] SZÉCHY, K. – VARGA, L.: ALAPOZÁS I., MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1971
- [73] SZÉCHY, K. – VARGA, L.: ALAPOZÁS II., MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1963.
- [74] TEODORU, I. B.: BEAMS ON ELASTIC FOUNDATION – THE SIMPLIFIED CONTINUUM APPROACH, BULETINUL INSTITUTULUI POLITEHNIC DIN IAȘI PUBLICAT DE UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI TOMUL LV (LIX), FASC. 4, 2009
- [75] TERZAGHI, K.: EVALUATION OF COEFFICIENTS OF SUBGRADE REACTION, GEOTECHNIQUE 5, JUNE 1957

- [76] TÓTH, J.: A BETONBURKOLAT BEÉPÍTÉS TECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLŐDÉSE, TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA, BUDAPEST, 2005
- [77] TURHAN, A.: A CONSISTENT VLASOV MODEL FOR ANALYSIS OF PLATES ON ELASTIC FOUNDATIONS USING THE FINITE ELEMENT METHOD, A DISSERTATION IN CIVIL ENGINEERING - SUBMITTED TO THE GRADUATE FACULTY OF TEXAS TECH. UNIVERSITY IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY, 1992.
- [78] SZÉCSY, M. MIÉRT NEM REPED A PADLÓ? VAGY HA MÉGIS, AKKOR MIÉRT? – IN: MAGYAR ÉPÍTÉS-TECHNIKA LIII. ÉVF. 2015/11. SZÁM – AZ ÉVOSZ ÉS A MÉASZ LAPJA – KIADJA A BUILD-PRESS KFT. BUDAPEST, 2015, P 34. – HU ISSN 1216-4744.
- [79] [HTTP://DOCPLAYER.HU/21449355-IPARI-PADLOK-ALATTI-AGYAZATOKKAL-KAPCSOLATOS-KERDESEK-ES-VALASZOK-AJANLASOK.HTML](http://docplayer.hu/21449355-IPARI-PADLOK-ALATTI-AGYAZATOKKAL-KAPCSOLATOS-KERDESEK-ES-VALASZOK-AJANLASOK.HTML)
- [80] [HTTP://WWW.KIBT.HU/WEB_GEOTECHNIKA2014/ELOADASOK/GEVAI_MILAN_TELJES_GEOTECHNIKA2014.PDF](http://www.kibt.hu/web/geotechnika2014/eloadasok/gevai_milan_teljes_geotechnika2014.pdf)
- [81] [HTTP://IPARIPADLO.BLOGSPOT.HU/2015/09/AZ-IPARI-PADLO-FELUJITASI-LEHETOSEGEI-2.HTML](http://iparipadlo.blogspot.hu/2015/09/az-ipari-padlo-felujitasi-lehetosegei-2.html)
- [82] [HTTPS://PREZI.COM/2MNNBC-GL1SJ/TALAJMECHANIKA-FONTOSSAGA-AZ-IPARI-PADLO-KESZITESENEL](https://prezi.com/2MNNBC-GL1SJ/TALAJMECHANIKA-FONTOSSAGA-AZ-IPARI-PADLO-KESZITESENEL)
- [83] [HTTP://WWW.ESZTRICH.ORG/LETOLTES/HORVATH_MIKLOS_RUGALMAS_ALATAMASZTASU_PADLOLEMEZ_VIZSGALATA_TARGONCA_TEHERRE.PDF](http://www.esztrich.org/letoltes/horvath_miklos_rugalmas_alatamasztasu_padlolemezes_vizsgalata_targonca_teherre.pdf)
- [84] [HTTPS://DOCPLAYER.HU/3431526-DUNA-DRAVA-CEMENT-KFT.HTML](https://docplayer.hu/3431526-DUNA-DRAVA-CEMENT-KFT.HTML)

IPARI PADLÓK TERVEZÉSI ÉS KIVITELEZÉSI SZABÁLYAI
című építésügyi műszaki irányelvet a szakmai szervezetek véleményezése mellett
összeállította, a tervezet előkészítéséért felelős:

▶ Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.
2000 Szentendre, Dózsa György út 26.

▶ Telefon: (26) 502 300

▶ E-mail: mszig@emi.hu

▶ Honlap: www.emi.hu

