

Ipari padlók alatti ágyazatokkal kapcsolatos kérdések és válaszok, ajánlások

1. Mit kell érteni a rugalmas alátámasztású ágyazat, és a felette lévő ipari padló együttdolgozása alatt?

Azt, hogy a teherbíró altalaj, a megfelelő ágyazat és a betonpadló maradandó alakváltozás nélkül képes elviselni a padló felületén megjelenő terhelést.

2. Mi lehet az akadálya a tervezett tökéletes együttdolgozásnak?

Az, hogy a három lényeges komponens közül (úgy, mint a teherbíró altalaj, a megfelelő ágyazat és a betonpadló) valamelyik hiányzik, nem képes a terheléseket, a fellépő feszültségeket lefelé áthárítani és elosztása után viselni.

3. Milyen összefüggés van az ágyazatok E2 és C tényezője között?

Méréstechnológiailag nincs összefüggés, azonban szakmai tapasztalat alapján elmondható, hogy általában a magasabb E2 értékkel egyidejűleg a „c”- ágyazási tényezője is magasabb. Egy jó teherbíró ágyazat, magas E2 értékkel, általában nagyobb ágyazási tényezőt fog produkálni, mint egy alacsony E2 teherbírási ágyazat esetében.

4. Miért jobb, illetve miért ad többlet információt, a „C” tényezőnek a megadása?

A „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 statikai méretezések ezt az értéket

5. Milyen veszélyt jelent egy alacsony E2 illetve C tényezőjű ágyazat?

Az ilyen ágyazatok kevésbé teherbíróak, nagymértékű összenyomódást fognak szenvedni a terhelések hatására.

6. Mivel magyarázható, hogy a dinamikus terhelésű padlólemezek egy bizonyos használati idő után mozogni, billegni kezdenek, ellentétben a szomszédos kevésbé használt egyidejűleg készült táblákkal?

A sűrű targoncaforgalom hatására, ill. az ebből származó rezgések hatására a nem megfelelő ágyazat, ill. altalaj utó tömörödik, a padló alatt random rések keletkeznek, és folyamatos alátámasztásuk hiányában a táblák billegni kezdenek. A kevésbé igénybevett táblákon természetesen ez a jelenség kevésbé fordul elő.

7. Vizsgálták-e azt a körülményt, hogy a padlótáblák utólagos - fentiekben említett használata mellett - a közlekedés kitüntetett használati irányára merőleges tengelyű hengerpalástszerű görbületes szenvednek? (Itt az ok okozati összefüggések vizsgálatára gondolunk, amelybe az altalaj maradandó rugalmatlan alakváltozása és a betonlemez plasztikus maradék alakváltozása játszhat szerepet.)

A kritikus pont a betonpadlón kialakított technológiai hézag, dilatáció vagy munkahézag a kritikus pont. A targoncák áthaladása miatt itt alakul ki legjobban az ágyazat utótömörödése. Egyre nagyobb üreg, egyre nagyobb ütdést, így nagyobb utótömörödést okoz. Önmagát generálja a probléma. Jellegzetes már súlyos tünet az, amikor a padlólemezek dilatáció két oldalán már eltérő szinten vannak.

8. Kompenzálható-e ésszerű áron egy rossz ágyazat elégtelen teherbírása rossz rétegrendje illetve gyenge teherbírású termett talaja, egy túlméretezett ipari padlóval.

Véleményünk szerint ebben az esetben irreális többletköltségek merülnének fel.

9. Mennyire tekinthető megbízhatónak egy talajszilárdított ágyazat későbbi roskadás tekintetében?

Ez 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 gyenge teherbírású altalaj, akkor a problémát nem oldottuk meg.

10. Ágyazat elkészítésének talajmechanikai követelményei, vizsgálatok bedolgozási technológiák, alkalmazható anyagok paramétereit?

Az ÚT 2-1.222:2007 ÚME alapján M-1, T-1, X-1 zúzottkő anyag, melynek tömörödési tényezője 2 alatt van (ez 95%-os tömörségnek felel meg). Szerves anyagot nem tartalmazhat (<3%). Laborvizsgálatok: szemeloszlás vizsgálat, szerves anyag tartalom, ha kérdéses az anyag. A helyszínen statikus tárcsás teherbírás vizsgálat. Az E2 teherbírást és ágyazási tényezőt mindig egyedileg kell meghatározni, de legalább a következőknek kell megfelelni: $E_2 > 90 \text{ MPa}$, T_t -tömörödési tényező $< 2,0$, c -ágyazási tényező $> 0,08 \text{ N/mm}^3$.

11. Milyen vizsgálat és vizsgálati-módszer kötelező, és melyek ajánlottak?

Altalaj mélyebbi rétegei esetén (előkészítés/tervezés fázisában):

Kötelező: talajfúrásos mintavétel, minták azonosító vizsgálata, DPH-nehéz verőszondázás

Ajánlott: magmintavétel talajból, minták speciális geotechnikai vizsgálata (összenyomódási modulus, belső súrlódási szög, kohézió), CPT-szondázás

Ágyazat és altalaj esetén (kivitelezés fázisában):

Kötelezők: szemeloszlás vizsgálat, statikus tárcsás teherbírás vizsgálat, ellenőrző DPH-nehéz verőszondázás

Ajánlott: szerves anyag tartalom, Proctor-vizsgálat, izotópos tömörség mérés

Megjegyezzük, hogy a verőszondázás kivételével, a kivitelezés fázisában megadott kötelező és ajánlott vizsgálatokat egy korrekt mintavételi és minősítési terv tartalmazza.

12. Kötelezőnek, vagy ajánlottnak tekinthető-e a termett talaj határmélységig ható szondás vizsgálata?

Kötelezőnek kell tekinteni és ajánlott 1-2 m-rel mélyebb szondázásokat elvégezni.

13. Milyen minimális E_2 érték tekinthető megfelelőnek egy termett talaj esetén?

Ez minden esetben a padlóval szemben támasztott teherbírás igényektől függ. A későbbi problémák csökkenthetők, ha $E_2 > 50 \text{ MPa}$, T_t -tömörödési tényező $< 2,0$, c -ágyazási tényező $> 0,044 \text{ N/mm}^3$ paraméterekkel rendelkezik a határmélységig az altalaj.

14. Milyen E_2 értéknek felelnek meg a $C=0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,10 \text{ N/mm}^3$ ágyazási együttható értékek.

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

$C=0,07 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 \approx 79,0 \text{ MPa}, T_t=2,0$

$C=0,08 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 \approx 90,0 \text{ MPa}, T_t=2,0$

$C=0,09 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 \approx 101,0 \text{ MPa}, T_t=2,0$

$C=0,10 \text{ N/mm}^3 \rightarrow E_2 \approx 112,0 \text{ MPa}, T_t=2,0$

15. Milyen talajtípusok esetén kell szövet ütköző réteget készíteni a termett talaj és az ágyazat első rétege közé?

Finomszemcsés talajok, úgy, mint agyag, iszap, homokos iszap esetén.

16. Milyen talajtípust kötelező cserélni? (duzzadó agyag, stb.)

Puha, szervesen szennyezett talajokat, salakos, inhomogén építési törmelékes feltöltéses talajokat, térfogatváltozó talajokat.

17. Mi történik egy vizes „gumizó” ágyazat vibrációs hengerlése következtében? (miután a vibrációs hengerlés miatt a víz egyenletesebben oszlik el az agyagban, nyilvánvalóan tovább romlik a teherbírás.) Mi a megoldás? Talajcsere, talajszilárdítás gipsz cement anyagokkal, 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). A kiszáritás is megfelelő megoldás lehet, ha vízutánpótlást nem kaphat a talaj.

18. Vizes, vagy gyenge teherbírású altalajok talajszilárdítása milyen anyagokkal lehetséges, és milyen a várható eredmény roskadás elkerülés tekintetében?

A szemcsés talaj esetén cement alapú, közötte 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.

19. Tárcsás teherbírás milyen mélységig ad megbízható eredményt?

Az általánosságban használt 30 cm átmérőjű tárcsa esetén a tárcsa alatt 30-45 cm mélységig méri át az adott talajt. /Szabvány szerint $1,5 \cdot D$, D =tárcsaátmérő./

20. Milyen vastagságú rétegenként kell tömöríteni az ágyazatot, és mekkora felületenként kell azt mérni és értékelni?

25 cm-es rétegenként kell tömöríteni, 50 cm-ként vagy rétegváltásonként kell minősíteni és 250 m^2 -ként kell tárcsás vizsgálatot és esetleg tömörség vizsgálatot végezni.

21. Milyen anyagból fogadható el az ágyazat felső kiékelése? Mit eredményez az ágyazat felső rétegének 2-3 cm vastagságú homokterítése kiékelés helyett (homok talajpára okozta átnedvesedés miatt cm nagyságrendű roskadása, stb.)?

Csakis kavics frakciójú anyagból (min. 2 mm-nél nagyobb szemcsék). Vizsgálni kell, hogy az ágyazat rései közé a targoncaforgalom hatására ne tudjon bekerülni, befolyni. A homokterítés a targoncaforgalom hatására belekeveredik az ágyazatba, így eltűnik a padló alól a kiékelés.

22. Homokos kavics talajjavító réteg és a zúzottkő ágyazta értékelésének menete teherbírás, tartósság, roskadás, mentesség tömöríthetőség tekintetében.

Mindkét esetben szemeloszlás vizsgálat, statikus tárcsás teherbírás vizsgálat, ellenőrző DPH-nehez verőszondázás, szerves-anyag tartalom, Proctor- vizsgálat. 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.

23. Szemrevételezés alapján mikor tekinthető egy ágyazat alkalmatlannak feladata ellátására?

Túl sok finomszemcsét tartalmaz, esetleg fadarabokat, oda nem illő egyén nem talaj vagy kavics jellegű anyagokat, továbbá ha szervesen szennyezettnek tűnik (szúrós szagú), „gumizik”, vizes, több mm-es keréknyomok látható gépjárművek vagy teherautók elhaladásakor, ill. a lábunk nyomására puhának érezzük.

24. Mi történik az ágyazattal, ha tartósan nagy gyakorisággal halad át a felette levő ipari padlón nagysúlyú targonca?

Az ágyazat utó tömörödhet, utó süllyedhet.

25. Milyen hatással van az ágyazatra a teher dinamikusságának növekedése? (pld a targonca a biztonságos 10 km/h helyett annak duplájával közlekedik üzemszerűen?) Az esetek döntő többségében ez gyakorlat.

Az ágyazat utó tömörödhet, utó süllyedhet.

26. Elveszíti, illetve elveszítheti-e az ágyazat az eredeti rugalmas képességét?

Az ágyazat a sűrű targoncaforgalom hatására kimerül, utó tömörödik, elveszti rugalmasságát.

27. Az utótömörödés nagyobb C értéket eredményez eredeti magasságának csökkenése mellett?

Igen.

28. Értelmezhető e egyáltalán a zúzottköves ágyazatok esetén a tömörség a nyilvánvalóan nagy hézagterfoga miatt?

Nem, mivel a szemcsék között kitöltetlen léghézag van, így az izotópos tömörségmérésnek nincs értelme.

29. Egyenértékűnek tekinthető-e a daráltbeton a zúzottkővel?

Abban az esetben igen, ha a beton nyomószilárdsága hasonló volt, mint a kőzet nyomószilárdsága. Magas habarcstartalom esetén azért inkább csökkent értékűnek tekintjük.

30. MI várható egy vizes ágyazaton történő padlóépítés után roskadás tekintetében?

A víz eltűnésével az ágyazat eleve roskadást, süllyedést szenved. A vízzel telített agyagos, homoklisztes iszapos termett talaj hamis szondázási eredményt ad!

31. Mi történik egy ágyazattal, ha időszakosan teljes keresztmetszetében talajvízzel töltődik fel?

Térfogatuk megemelkedik, elvesztik teherbírásukat, ill. a víz távozásakor ülepedések alakulnak ki.

32. Mely talajok tekinthetők fokozottan víz-érzékenyek?

Az átmeneti talajok, melyek iszapos homokok, homokos iszapos és iszapok.

33. Tekinthető-e egy ágyazat esetében a talajvíz helyzete, és annak szélső értékei döntő tényezőnek?

Igen. Magas talajvízállás esetén az altalaj felpuhulhat és az ágyazat szemcséi belenyomódnak az altalajba. Geotextília használata bizonyos mértékű védelmet jelenthet

34. Milyen összefüggés van az ágyazatok E1 és C tényezője között?

Az E1 terhelési ágból számítható az ágyazási tényező, az 1,25 mm-es süllyedésnél mért feszültség segítségével.

35. Mi a tömörödési tényező?

Az E1 és E2 teherbírási érték hányadosa. Azt mutatja meg, hogy a kvázi ismételt terhelés hatására (kétszeri) milyen arányban növekszik a teherbírás, vagyis megtömörödött e már a talaj vagy sem.

36. A hagyományos statikus tárcsás teherbírásmérésből meghatározott c-érték és a konkrét süllyedésszámítással meghatározott c-érték között milyen kapcsolat van?

Az elvégzett számításaink alapján látható, hogy a helyszínen szabvány szerint 30 cm átmérőjű tárcsával végzett mérések és a véges elemes 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 $0,003 \text{ N/mm}^3$ körüli értékek járatosak.

37. Milyen jellegű kiékelést célszerű kialakítani?

A kiékelés célszerűbb, ha egyáltalán nincs, vagy ha szerelőbetonnal helyettesítik, vagy olyan anyagot választanak, aminek kerülhet be az ágyazat szemcséi közé, vagy a kiékelő réteg és az ágyazat közé megfelelő minőségű geotextíliát tesznek, ami megakadályozza a kiékelő réteg bekerülését az ágyazatba.

Az iparipadlós gyakorlatban a talajjavító réteg felső síkjában történik kiékelés finom az ágyazat hézagait kitöltő zúzalékkal. Kiékelés homokkal nem lehetséges, ahogy szintkorrekció sem végezhető 1-3 cm vastag homokréteggel a jelentős süllyedés veszélye miatt.

38. Mi az átlagos határmélység egy átlagos terhelésű és kialakítású ipari padló esetén?

Kb. 2-4 m. Ebben a mélységben kiemelt jelentőségű a talaj állapota, teherbírása. Mértékének meghatározása a talajmechanikus szakértő feladata.

39. A határmélység állandónak tekinthető, ill. mitől függ a mélysége?

Nem tekinthető állandónak, minden padló esetében más lehet. Függ az altalaj állapotától, a terhelések intenzitásától és felületi kiterjedésétől, ill. a padlóablák horizontális méretétől, a talajvíz szintjétől

40. A különböző terhelési típusok milyen mértékben hatnak az alépítményre?

A targoncák dinamikus terhelése főként az ágyazatra van kihatással, ill. a felső kb. 0,5 m vastagságú talajzónára. Utótömörödést okoznak ebben a zónában.

A pontszerű terhelési rendszerek (pl. ponrendszer és annak lábai, sorokban) a 2-4 m-es talajzónára vannak hatással, míg a megoszló terhelési rendszerek (ömlasztott anyagok, raklapokon lévő tárolt anyagok/termékek) 5-6 m mélységig hathatnak és süllyedéseket okoznak. Ezúttal is talajmechanikus szakvéleménye szükséges.

41. Amennyiben a szemcsés talaj jellegű ágyazat rugalmassága kimerül, milyen anyagok jöhetnek szóba, mint tartós rugalmas anyagok a szemcsés ágyazat helyettesítésére?

Elképzelhetőnek tartjuk a tömörgumi, beton aszfalt beton rétegrendet vagy a jól ismert CKT réteget is. A padló alatti rétegnek célszerű lenne olyan anyagokat betervezni, amelyek a rezgéseket, ill. a felületi benyomódásokat elnyelik (gyakorlatilag rezgéstompítók) és nem közvetítik tovább a targoncaforgalomból származó igénybevételeket az altalajra, ill. képesek teljes felületi alátámasztást nyújtani a padlóknak, a targoncák elhaladása után visszaállnak eredeti pozíciójukba.

Gévai Milán
építőmérnök, okl. szerkezet-építőmérnök
geotechnikai tervező
GT-T-13-15477

Sántha Béla
szakmérnök
Kis-Izolátor Kft

dr. Vásárhelyi Balázs
okl. építőmérnök, geotechnikai tervező, szakértő
SZÉS8-,GT-T-tell-01-9515

Irodalomjegyzék.

- Ambrus, K. – Pallós, I.: *Közlekedési létesítmények pályaszerkezetei - Útpályaszerkezetek*, BME oktatási segédanyag
- Bak, E. – Szép, J.: *Rugalmasan ágyazott lemezek vizsgálata Axis VM programmal*, BME oktatási segédanyag, 2009
- Daloglu, A. T. – Vallabhan, C. V. G.: *Values of k for slab on Winkler foundation*, Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, May 2000
- Deák, Gy. – Erdélyi, T. – Fernezelyi, S. és táraik: *Terhek és hatások – Tervezés az Eurocode alapján*, Budapest, 2006
- Dulácska, E. – Fekete, S. – Varga, L.: *Az altalaj és az építmény kölcsönhatása*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982
- EIPE - Esztrich és Ipari Padló Egyesület: *Irányelvek betonpadlók és vasbeton födémek építéséhez*, 4. munkaközi változat, 2012. 08. 16., (Sántha Béla bocsátotta rendelkezésemre)
- Garber, G.: *Design and construction of concrete floors*, Elsevier Ltd., 2006
- Gévai Milán: *Az altalaj és az ipari padló együttdolgozása*, Diplomamunka, PTE-PMMIK, 2013
- Hegedűs, L.: *Rugalmas ágyazású lemezek*, BME Egyetemi jegyzet, 2009
- 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.
- Inter-CAD Kft.: *AxisVM 11 – Felhasználói kézikönyv*, verzió: v11r6, 2012
- Józsa, V. – Móczár, B.: *Talaj és szerkezet kölcsönhatása*, BME oktatási segédanyag, 2011
- Juhász, K. P.: *Ipari padlók méretezése*, Muszasi Kft. Magazin,
<http://muszasi.hu/magazin/node/111>, 2010
- Karafiáth, L.: *Alkalmazott talajmechanika*, Építésügyi Kiadó, Budapest, 1953
- Lénárt, Gy.: *Az épület és az altalaj együttdolgozása*, PTE PMMK egyetemi előadásanyag, 2011
- Lohmeyer, G. – Ebeling, K.: *Ipari betonpadlók építése*, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest, 2001
- Lohmeyer, G. – Ebeling, K.: *Betonpadlók gyártó- és raktárcsarnokokban*, Publikál Kft., Budapest, 2008
- 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

- Mecsi, J.: *Alapozás Jegyzet*, PTE-PMMIK oktatási segédanyag, 2009
- Monarch Kft.: *FIDES-GroundSlab ismertető*, http://www.monarch.hu/_term/_sofistik/_fides/_sullyedes/fides_groundslab.shtml, 2012
- Meskó, A.: *A piramis modell*, PTE PMMK egyetemi oktatóanyag
- MSZ EN 1991-1-1:2005: Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások, 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
- Nagy, J.: *A végelemek módszerének alkalmazásaelektromechanikai peremérték feladatok megoldására*, Híradástechnika XXXIII. évfolyam 1982. 9. szám.
- Pankotai, Cs.: *Az M0 Déli szektor kapacitásbővítő rekonstrukciójának tervezése*, előadás. Konferencia a betonburkolat építés 2011. évi eseményeiről, Budapest, 2011
- PTJ - Peikko Tera Joint: *Magas minőségű dilatációs profil ipari padlókhöz*, Műszaki Leírás, <http://materials.crasman.fi/materials/extloader/?fid=18895&org=2&chk=157569ff>
- Szabó, M. – Farkas, Gy.: *Ipari padlók – Technológia, alkalmazások, problémák*, http://www.hsz.bme.hu/hsz/kutat_prog/fajlok/6/szabom_fgy_paper2002.pdf, 2002
- Szepesházi, R.: *Lemez- és gerendaalapok méretezése*, SZE egyetemi előadásanyag, 2008
- Széchy, K. – Varga, L.: *Alapozás I.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971
- Széchy, K. – Varga, L.: *Alapozás II.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963
- 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
- Terzaghi, K.: *Evaluation of coefficients of subgrade reaction*, Geotechnique 5, June 1957
- Tóth, J.: *A betonburkolat beépítés technológiájának fejlődése*, Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest, 2005
- TR 34.: *Technical Report No. 34 – Concrete industrial ground floors – A guide to design and construction*, The Concrete Society, Third Edition, 2003
- 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