

# RÉSPILLÉREKKEL GYÁMOLÍTOTT ALAPLEMEZEK ERŐJÁTÉKA, ÁTSZÚRÓDÁSA ÉS A TÓRUSZ VASALÁS ALKALMAZÁSA – 2. RÉSZ



DOI: 10.32969/VB.2018.4.2

Dr. Orosz Árpád – Nagy János

Jelen cikk 1. része a VASBETONÉPÍTÉS 2018/3 szám 50-56 oldalán jelent meg.

## 5. SZÁMPÉLDÁK

Az egyszerűsített módszer gyakorlati alkalmazását az alábbi példán mutatjuk be.

### 5.1. A lemez nyomatékának számítása

### 5.2. A SZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Tájékoztatásul a legnagyobb oszlopteherre ( $P_0=12350$  kN,  $\alpha=0,6$ ) bemutatjuk a különböző számítási módszerekkel meghatározható nyomatékokat. A 3. táblázatban (Eisenbiegler-Lieb:1979, CEB 1985, Orosz 2016) látható, hogy az eltérések

Általában az 50 cm-es lemezvastagság a célszerű megoldás, 40 cm-nél vékonyabb alaplemez esetében a módszer nem alkalmazható.

Adatok:  $d_0 = 50$  cm,  $d = 45$  cm, beton C30/37,  $f_{cd} = 2$  kN/cm<sup>2</sup>,  $f_{cta} = 0,14$  kN/cm<sup>2</sup>, acél B500,  $f_{yd} = 43,5$  kN/cm<sup>2</sup>,  $l_x = l_y = 750$  cm

Először meghatározzuk a  $d_0 = 50$  cm vastag alaplemez vasalását  $\rho = 30\%$  –os alsó-felső kétirányú,  $\emptyset 16/15$  cm osztású alaphálóval, illetve az osztások felezőiben elhelyezett kiegészítő hálókkal.

	Háló jele	A vasalás jele	$A_s$ cm <sup>2</sup> /m	$\rho$ %	$M_{oh}$ kNm/m	$P_l = \frac{M_{oh}}{0.15}$ kN
alapháló	H <sub>af</sub>	$\emptyset 16/15$	13,40	0,30	254	1690
Kiegészítő alsó hálók	HA1	$+\emptyset 16/30$	20,12	0,47	375	2500
	HA2	$+\emptyset 16/15$	26,81	0,60	491	3270
	HA3	$+\emptyset 20/15$	34,34	0,76	615	4100
	HA4	$+\emptyset 25/15$	46,12	1,02	802	5340
	HA5	$+\emptyset 28/15$	54,45	1,20	926	6160

1. táblázat: Alaplemez vasalása

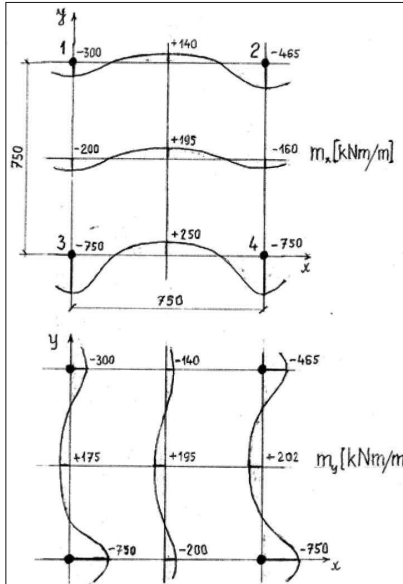
Az 1. táblázat szerint a határnyomatékok segítségével ismertté válik a lemez által felvehető  $P_l$  pillérteher határértéke. A tehermegosztást úgy válasszuk meg, hogy az átlagos terhek esetében 50%-os megosztást, míg a legnagyobb terheknél, a réspillérekre nagyobb terhet hárítva 60-40 %-os arányt alkalmazunk.

Hely	Oszlopteher kN	Lemezteher kN	%	Résteher kN	%
1	5000	2500	50	2500	50
2	6200	3100	50	3100	50
3	11000	5000	45	6000	55
4	12350	5000	40	7350	60
5	9000	4000	45	5000	55

2. táblázat: A teher megosztása

A lemezteher a teljes teher 35%-nál kisebb ne legyen, néhány kiemelkedően magas oszlopteher esetében kivételesen az alaplemez helyi vastagítása is alkalmazható. A 2. táblázat szerinti lemezterhekkel számított hajlítónyomatékokat az 5.1. ábrán tüntettük fel.

Megjegyezzük, hogy a pillérek alatti nyomatékokat közvetlenül az adott erőből határoztuk meg az  $M_{oh} = -0,15P_l$  képlettel, a mezőnyomatékokat a két szomszédos lemezteher átlagával számítottuk a 2.2 fejezetben megadott  $c$  értékekkel. A mezőközépen a nyomatéknál a négy lemezteher átlagát vettük figyelembe. Az így számított mező nyomatékok mindenütt kisebbek, mint az 1. táblázatban az alaphálóra megadott határértékek.



9. ábra: A hajlító nyomatékok megoszlása

3. táblázat: A számítási módszerek összehasonlítása

Nyomaték kNm/m	CEB	Eisenbiegler	AXIS	Orosz
$m_0^-$	1265	1008	1956	741
$m_0^+$	265	252	287	248
$m_m^-$	213	94	95	198
$m_m^+$	91	163	180	248

jelentősek, az Orosz által javasolt egyszerűsített eljárás esetében az oszlop alatti nyomaték csökken, a mezőnyomatékok eloszlása egyenletesebb. (Itt csak egy oszlopterhet vettünk figyelembe).

Az eltérések alapvető oka az, hogy az első három módszer rugalmas, repedésmentes állapotra érvényes. Az Orosz-féle eljárás közelítően ugyan, de figyelembe veszi a megrepedt állapotban a merevségváltozás miatt bekövetkező erőátrendeződést, továbbá az egyenlőtlen eloszlású talajfeszültségek időbeli változását, egyenletesebbé válását (Orosz, 2016).

## 5.3. Az átszűrődési teherbírás számítása

### 5.3.1 Számpéldák

#### 5.3.2 A számpéldák értékelése

A réspillérekkel gyámoltított alapozási rendszer méretezését az alaplemez teherviselő képességének meghatározásával kell elkezdeni. A lemezvastagság felvétele után kialakított vasalási rendszer alapján kiszámíthatók a nyomatékok és a lemezre hárítható  $P_l$  lemez terhek határértékei (1. táblázat). A továbbiakban néhány százalékkal csökkentett lemezterhekkel számolunk, ami a biztonságot szolgálja (2. táblázat). Az ezekkel számított hajlító nyomatékok (9.ábra) így a határértéket nem haladják meg. Az átszűrődést okozó lemez terheket is a 2. táblázatban megadott értékekkel vesszük figyelembe. A dolgozatban bemutatott módszerrel a nyírt kúp figyelembevételével számított átszűrődési teherbírás nagyobb, mint az átszűrődést okozó teher. Ez azt jelent, hogy ezzel a módszerrel, mind a hajlítási, mind az átszűrődési

teherbírás igazolható. Ismételten hangsúlyozzuk, hogy ez az eredmény a gyűrűirányú acélbetétekkel rendelkező tórusz és az átszűrődési zónára kiterjedő átkötő vasalás alkalmazásának a következménye, azaz a módszer csak ilyen vasalás esetében használható.

Megemlítjük, hogy földlemez esetében az átszűrődési törés a teherviselő képesség megszűnését jelenti. A réspillérekkel gyámoltított alaplemezknél a teljes oszlopteher a réspillérekre hárul, ami süllyedést okoz, repedések jelennek meg, de a monolit vasbeton szerkezetek merevsége miatt az állékonyság nem szűnik meg.

## 6. A VASALÁS MÓDSZERE

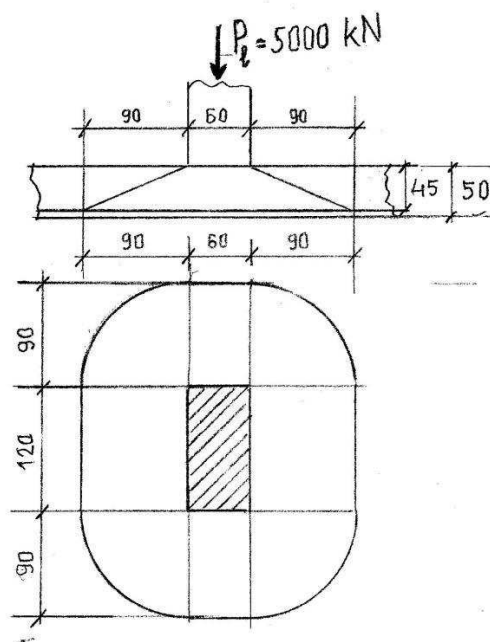
Az alaplemezben kétirányú alsó-felső alaphálót kell alkalmazni, jelenleg Ø16/15cm kiosztásban (min. Ø14/15 cm). Ez kellő mennyiségű járható felületet biztosít, ami a munka-, illetve balesetvédelmi követelményeknek megfelel. A vasalási terven ennek részleteit nem kell megadni, elegendő az előírásokra való utalás, szerelése egyszerű.

### Kiegészítő hálók

Az acélbetéteket az alapháló osztásának felezőjében kell elhelyezni és minél kevesebb típust kell alkalmazni. Általában 4-5 típusú kiegészítő hálóval a feladatot meg lehet oldani (lásd számpélda) Ezeket csak egyszer kell ábrázolni, a vasalási terven elegendő a típus jelét megadni. Így a vasalási terv egyszerű, áttekinthető és jól ellenőrizhető. Ezzel a vasalási módszerrel csökkenthető az acélbetétek fajtáinak száma, ami a munkahelyi tárolás, elhelyezés szempontjából komoly előnyt jelent. A hálók helyszíni szerelése egyszerű és gyors.

Az átszűrődés vizsgálatára két példát mutatunk be, egy nyújtott és egy kör alakú tórusz alkalmazásával, a 4 jelű, míg a másik a 2 jelű pillérekre meghatározott terhek esetében (5.2. és 5.3. ábrák).

#### P4 pillér, T4 tórusz



10. ábra: T4 tórusz

Adatok:

$d_0 = 50 \text{ cm}$ ,  $d = 45 \text{ cm}$ , beton C30/37,  $f_{cd} = 2 \text{ kN/cm}^2$ ,  $f_{ctd} = 0,14 \text{ kN/cm}^2$ ,  
betonacél B500,  $f_{yd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2$ ,

Az ellenőrzési kerület  $U_0 = 2(a + b) = 2 * 180 = 360 \text{ cm}$

a felület:  $A_0 = U_0 d = 360 * 45 = 16200 \text{ cm}^2$

A nyomott kúp átszűrődési teherbírása:

$$T_o = 0,25 A_0 f_{cd} = 0,25 * 16200 * 2 = 8100 \text{ kN} \geq P_l = 5000 \text{ kN}$$

A nyírt kúp átszűrődési teherbírása:

A kúp alapterülete:  $A_k = 4d(a + b + d\pi) = 180(180 + 45\pi) = 57834 \text{ cm}^2$

$$T_k = 0,55 f_{ctd} A_k = 0,55 * 0,14 * 57834 = 4453 \text{ kN}$$

A beton által felvett erő:

$$T_c = A_k \tau_{Rd} = 57834 * 0,035 = 2024 \text{ kN}$$

Ezt azonban nem vesszük számításba.

Az átszűrődést okozó teher, a  $P_l$  lemeztehernek az átszűrődési zónába eső teherrel csökkentett értéke.

Az átszűrődési zóna területe, a nyírt kúp és az oszlopterület összege:

$$A_z = A_k + ab = 57834 + 120 * 60 = 65034 \text{ cm}^2 \quad (12\%-os \text{ területnövekedés})$$

$$\text{A mező területe: } A_m = l_x l_y = 750 * 750 = 562500 \text{ cm}^2$$

Az átszűrődési teher a felületek aránya alapján

$$T_a = P_l \left( 1 - \frac{A_z}{A_m} \right) = 5000 \left( 1 - \frac{65034}{562500} \right) = 0,884 * 5000 = 4422 \text{ kN}$$

A nyírt kúppal

$$T_a = P_l \left( 1 - \frac{57834}{562500} \right) = P_l 0,897 = 4486 \text{ kN}$$

elegendő pontosság érhető el, gyakorlatilag elegendő ezzel számolni.

Az átszűrődési zónán kívüli lemezrész vizsgálata:

Az ellenőrzési felület  $c = 3d$  esetén, a nyírt kúp alaprajzi vetületével:

$$A_{k3} = 2c(a + b) + c^2\pi = 6d(a + b) + 9d^2\pi = 270 * 180 + 9 * 45^2\pi = 48600 + 57226 = 105826 \text{ cm}^2$$

A beton által felvett erő:  $\tau_{Rd} = 0,035 \text{ kN/cm}^2$  alapfeszültséggel

$$T_{c3} = A_{k3}\tau_{Rd} = 105826 * 0,035 = 3704 \text{ kN}$$

A csökkentett átszűrődő erő:

$$T_{a3} = P_l \left( 1 - \frac{A_{k3}}{A_m} \right) = 5000 \left( 1 - \frac{105826}{562500} \right) = 0,812 * 5000 = 4049 \text{ kN} > T_{c3}$$

ez nagyobb, mint  $T_{c3}$ , a különbséget vasalással kell felvenni.

$$\Delta T = T_{a3} - T_{c3} = 4059 - 3704 = 355 \text{ kN}$$

8 db átkötő vassal  $\Delta T_H = 8 * 49,1 = 393 \text{ kN}$  megfelel.

Ha figyelembe vesszük, hogy ebben a zónában az 1%-os lehorgonyzott hajlítási vasalás van, akkor az EC2 szerint  $c = 0,45$  számításba vehető.

Ekkor  $\tau_{Rd} = 0,45 * 0,14 = 0,063 \text{ kN/cm}^2$ ,

$$T_c = 105826 * 0,063 = 6667 \text{ kN} > T_{a3} = 4059 \text{ kN}$$

azaz a beton felveszi az átszűrődő erőt, vasalás nem kell.

## A tóruszok

Itt is kevés típus alkalmazására kell törekedni, ezeket is elegendő egyszer ábrázolni, és a vasalási terven csak a típus jelét kell megadni. Az egyszerű, jól áttekinthető vasalási terv mind a tervezés, mind a megvalósítás és ellenőrzés számára előnyt jelent (14. ábra).

Megemlítjük, hogy a gépi számítással megkapott részletes vasalás a fentiek alapján a kivitelezés számára előnyösebb megoldásra átalakítható. A tipizálás miatt megjelenő vasalási többlet költségét az egyszerű szerelésből eredő időnyereség kiegyenlíti, sőt előnyt is jelenthet.

A tóruszokban alkalmazott átkötő vasakat célszerű úgy elhelyezni, hogy a külső hálót is összekössék. Nem kell ragaszkodni a függőleges szereléshez, az oszloptól kifelé dőlés előnyös, mivel ez a nyírási repedésre merőleges.

Az átkötő vasakkal alsó-felső alapháló külső acélbetéteit mindenképpen össze kell fogni. A külső betétek összefogásával az átkötő vasak hurkos végei a betontakarásba kerülnek. A szerzők véleménye szerint ez tűrhető, mivel az alaplemez alatt 5-6 cm vastag szerelőbeton van, továbbá a lemezre repedésáthidaló burkolatot alkalmaznak. A szabványokban megadott betonfedések ugyanis burkolatlan, nyers betonfelületre vonatkoznak.

Megjegyezzük, hogy a tórusz síklemezek esetében is alkalmazható. Javasoljuk a gyűrűirányú vasalásnak a nyomott kúp talpánál való sűrítését, az átszűrődési biztonság növelése érdekében. Ugyanis átszűrődési tönkremenetel esetében, a nagy süllyedés miatt a felszerkezet is jelentős károsodást szenvedhet.

A csökkentett átszűrődési erő számítása során az átszűrődési zóna tényleges területe helyett a nyírt kúp alapterületét alkalmazhatjuk. A tóruszon kívüli lemezrészen akkor is alkalmazzunk átkötő vasakat, ha erre a számítás szerint nincs szükség, a vasalás fokozatos csökkenése érdekében

## 7. RÉSPILLÉREKKEL GYÁMOLÍTOTT ALAPOZÁSI RENDSZER

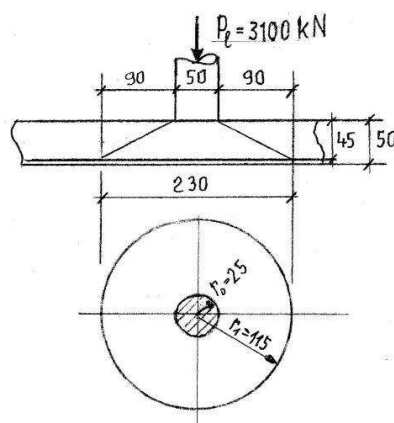
Az előzőekben bemutatott alapozási módszer egyes részei összességükben egy rendszert alkotnak. A rendszer legfontosabb összetevői, jellemzői:

- Részfalas munkagödör határolás.
- Az alaplemez gyámolítása réspillérekkel.
- Az alap és földlemez bekötése a bélisfalba.
- A tehermegosztás módszere, az alaplemez teherviselő képességéből kiindulva.
- Az alaplemez vasalási rendszere, alsó-felső alapháló és kiegészítő hálók.
- Az átszűrődés vizsgálata és a tóruszvasalás alkalmazása.
- A tehermegosztás révén az alapozási rendszer erőjátékát a tervező szabályozni, uralni tudja.

Ha a határoló részfalak vízzáró talajba kötnek be, kialakítható a szivárgós, vízmentes rendszer, ennek előnyei:

- A teljes vízmentesség,
- Az alaplemezre nem hat víznyomás, így nincs felúszás.

## P2 pillér, T2 tórusz



11. ábra: T2 tórusz

Anyagok azonosak a T4 tóruszéval

Adatok:

Az ellenőrzési kerület:  $U_0 = 2\pi r = 50\pi = 157 \text{ cm}$

a felület:  $A_0 = 50\pi \cdot 45 = 360 \cdot 45 = 7065 \text{ cm}^2$

A nyomott kúp átszűrődési teherbírása:

$$T_0 = 0,25 f_{cd} A_0 = 0,25 \cdot 2 \cdot 7065 = 3532 \text{ kN} > P_t = 3100 \text{ kN}$$

A nyírt kúp átszűrődési teherbírása:

$$A_k = \pi(115^2 - 25^2) = 39564 \text{ cm}^2$$

$$T_k = 0,55 f_{ctd} A_k = 0,55 \cdot 0,14 \cdot 39564 = 3046 \text{ kN} > T_a = 2871 \text{ kN}$$

A beton által felvett erő:

$$T_c = A_k \tau_{Rd} = 39564 \cdot 0,035 = 1385 \text{ kN}$$

Az átszűrődést okozó teher

Az átszűrődési zóna területe:

$$A_z = A_k + r^2\pi = 39564 + 1963 = 41526 \text{ cm}^2 \quad (5\text{-os területnövekedés})$$

Az átszűrődési teher:

$$T_a = P_t \left(1 - \frac{41526}{562500}\right) = 0,926 \cdot 3100 = 2871 \text{ kN}$$

A nyírt kúppal:

$$T_{ak} = 3100 \left(1 - \frac{39564}{562500}\right) = 0,93 \cdot 3100 = 2882 \text{ kN} \quad \text{A közelítés kielégítő.}$$

A 2d átszűrődési zónán kívüli lemezfelület vizsgálata.

Az ellenőrzési felület 3d esetén a leszakadó kúp alaprajzi vetületével  $r_3 = 160 \text{ cm}$

$$A_k = (r_3^2 - r_0^2)\pi = (160^2 - 25^2)\pi = (25600 - 625)\pi = 78422 \text{ cm}^2$$

A beton által felvett erő:

$$T_{c3} = A_{k3} \tau_{Rd} = 78422 \cdot 0,035 = 2745 \text{ kN}$$

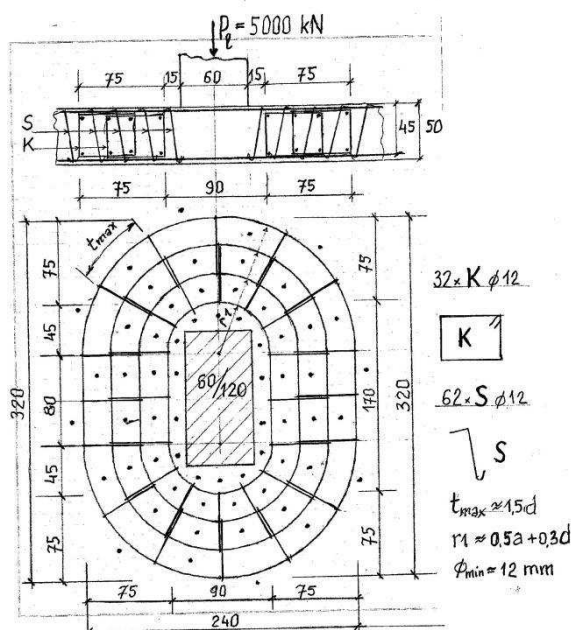
A csökkentett átszűrődő erő:

$$T_{a3} = P_t \left(1 - \frac{A_{k3}}{A_m}\right) = 3100 \left(1 - \frac{78422}{562500}\right) = 0,86 \cdot 3100 = 2668 \text{ kN}$$

kiseb, mint a beton által felvett erő, így a tóruszon kívüli vasalásra nincs szükség.



## A T4 tórusz vasalása



12. ábra: T4 tórusz vasalása

Egy kengyelszár teherbírása:  $t_k = A_s f_{yd} = 1,13 \cdot 43,5 = 49,1 \text{ kN}$

a 2d zónán kívül szükséges vasalás  $\Delta T = 355 \text{ kN}$ ,  $n = \frac{355}{49,1} = 7,2 \text{ db}$

alkalmazva 8 db átkötő vas.

A kengyelszárak száma:  $n_k = 64 \text{ db}$

az átkötő vasak száma:  $n_s = 32 + 16 + 14 = 62 \text{ db}$

Teherfelvétel:

$$T_k = 64 \cdot 49,1 = 3142 \text{ kN}, T_s = 62 \cdot 49,1 = 3044 \text{ kN},$$

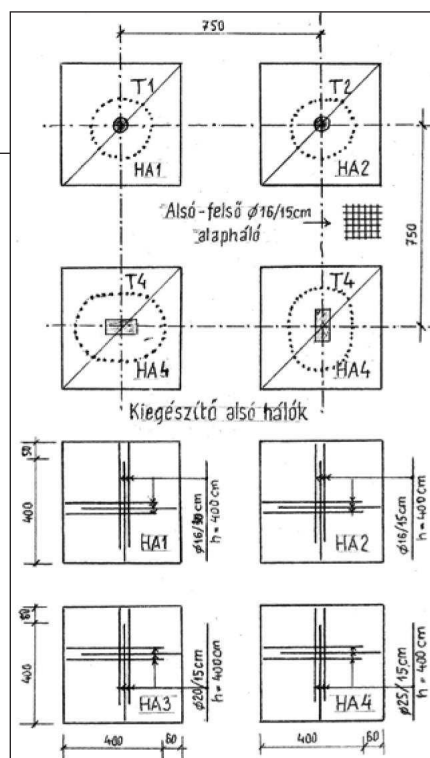
$$T_H = T_k + T_s = 6186 \text{ kN} > 5000 \text{ kN}$$

Az átkötő vasak felveszik az átszűrődő erő 60%-át.

A rendszer elemei összetartoznak, megváltoztatásuk a megbízhatóságot és hatékonyságot csökkenti.

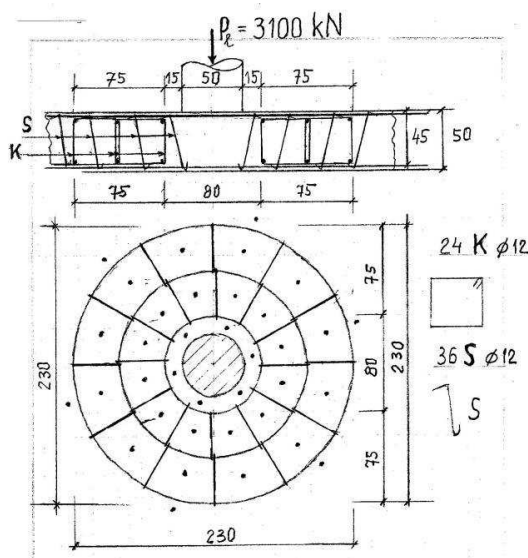
## 8. MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK

- Az alapozási rendszer előnye, hogy a tehermegosztás megválasztásával mind a lemez, mind a résalap teherbírása optimálisan kihasználható, erőtanilag kedvező és így gazdaságos szerkezet alakítható ki.
- Jelentősen eltérő oszlopterhek esetében is csökkenteni lehet a süllyedéskülönbségeket.
- Mind a réspillérek, mind a síklemez kivitelezése, megvalósítása egyszerű.
- Megjegyezzük, a vékonyabb lemez miatti beton megtakarítást a réspillérek felemésztik, de az anyag oda kerül, ahol nagyobb erők működnek.



14. ábra: Vasalási terv részlet

## A T2 tórusz vasalása



13. ábra: T2 tórusz vasalása

kengyelszárok száma  $n_k = 48 \text{ db}$

átkötő vasak száma  $n_s = 36 \text{ db}$  az átszűrődő zónán kívül 6 db átkötő vasat alkalmazunk.

Teherfelvétel:

$$T_k = 48 \cdot 49,1 = 2357 \text{ kN}, \quad T_s = 36 \cdot 49,1 = 3142 \text{ kN}$$

$$T_H = T_k + T_s = 4125 \text{ kN} > 3100 \text{ kN}$$

Az átkötő vasak felveszik az átszűrődő erő 57%-át.

- Az egyszerűsített vasalási módszer a megvalósítást, a szerelési időt jelentősen csökkenti.
- Az átszűrődési vizsgálatra javasolt modell használható eredményt szolgáltat, figyelembe veszi a gyűrűirányú és az átkötő vasalás kedvező hatását.
- A tóruszvasalás hatékony, előregyártható, szállítható, beemelhető, a helyszíni élőmunkákat jelentősen csökkenti.
- Az alapozási rendszer csak 40 cm-nél vastagabb és

$d = \frac{l}{10} - \frac{l}{25}$  karcsúságú lemezek esetében alkalmazható.

- Több mint félszáz megépült létesítmény hibátlan működése bizonyítja az alapozási rendszer használhatóságát.

Javaslatok: A gyűrűirányú vasalás, valamint a lemezkarcsúság hatásának elméleti és kísérleti vizsgálata további kutatást igényel.

## 9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A dolgozatban ismertetett alapozási rendszer fejlesztését a Vízép Vállalat támogatta, a próbaterhelések költségének vállalásával. A vállalatnál dolgozó mérnökök és külső szakértők anyagi juttatás nélkül tevékenykedtek. Külön ki kell emelnünk Bancsik Csaba főmérnököt, aki sok értékes javaslattal járult hozzá a rendszer sikeres megvalósításához,

valamint Zábrádi Ernő fő-építésvezetőt, aki a számítási módszer, illetve kivitelezés fejlesztésében hasznos tanácsaival segített. A bemutatott építési rendszer fejlesztése jó példa a Vízép kivitelező vállalat és a BME Vasbetonszerkezetek Tanszék közötti együttműködés hatékonyságára, igazolva azt, hogy az alkalmazott kutatást a vállalatoknak és az egyetemeknek közösen kell végezni

## 10. HIVATKOZÁSOK

- Almási J.- Völgyi I.: Vasbeton lemezek átszűrődésének vizsgálata az új előírások szerint. *IDEA Konferencia. Kecskemét 2018*
- Armuth M.- Deák Gy. (1999): Repedések mélygarázsok földemén, *VASBETONÉPÍTÉS* 3, pp. 85-91.
- Cracking and Deformations *CEB Manual, Lausanne, Suisse 1985*
- Dalmy D.: Vasbeton lemezek átszűrődése. *Doktori értekezés. BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke 1977*
- Deák-Draskóczy-Dulácska-Kollár-Visnovitz: *Vasbetonszerkezetek tervezése az Eurocode alapján. 3. bővített kiadás 2016*
- Dichte Schlitzwände, Richtlinie. *Österreichische Vereinigung für Beton und Bautechnik, Wien 2002*
- Draskóczy A. (2009): Növelhető-e a betonra hárítható nyíróerő hányad vasbeton gerendák tervezésénél? *VASBETONÉPÍTÉS*
- Eisenbiegler, G - Lieb, H. (1979): Schnittgrößen und Verformungen von Pilzdecken mit Stützen Kopfverstärkungen infolge von Gleichlast. *Beton -und Stahlbetonbau Hefi. 9. 1979, pp. 219-225*
- Farkas Gy. – Huszár Zs. – Kovács T. - Szalai K. (2006): Betonszerkezetek méretezése az Eurocode alapján, *Közüti Hidak, Épületek. TERC Kft.*
- Józsa V. – Móczár B. (2011): Talaj és szerkezetek kölcsönhatása. *Elektronikus jegyzet (HEFOP) Budapest 2011*
- Juhász B. (0992-1993): A Mammut I-II áruház alapozásának tervezése, Kézirat

Kézdi Á. (1963): Szakvélemény a kaposvári 1000 vagonos gabonasiló cölöpalapozásáról, (*Kézirat*)

Mahler A. (2008): Kaposvári gabonasiló alapozásának véges elemes modellezése, *Kézdi Árpád emlékkonferencia*, pp. 77-86

Mélygarázsok tervezése, Tervezési útmutató. *Magyar Vízügyi Társaság* 1998

MSZ En 1992.1.1 Eurocode – 2 Betonszerkezetek tervezése, *Általános és az épületekre vonatkozó szabályok* 2006

Nagy J. (2016): Vízmentes gyámlított alaplemezzel épített munkagödrök. *A BME Hidak és Szerkezetek Tanszék Tudományos Közleményei*

Orosz Á. (1997): Parkolóházak általános tervezési irányelvei, *BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke, Vízügyi Építő Vállalat-OMFB tanulmány. Kézirat*

Orosz Á. (2005): Konstruktív elvek az alaplapok átszúródásának vizsgálatához – átszúródás elleni kialakításához, *Síklemes földemlak átlyukadás elleni méretezése, Tervezési segédlet 1. füzet 2004, 2. Füzet, Magyar Mérnöki Kamara, Tartószerkezeti Tagozat*

Orosz Á. (2005): Részfalba befogott alaplapok és földemlapok – az alapozási mód megválasztásának következményei. *Geotechnikai Konferencia, Ráckeve*

Orosz Á. (2014): Réspillérekkel gyámlított vasbeton alaplapok átszúródásának egyszerűsített vizsgálata, a tóruszvasalás alkalmazása. *Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság XVIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó pp. 248-252*

Orosz Á. (2016): Mélylappal gyámlított alaplapok. *BME Hidak és Szerkezetek Tanszék Tudományos Közleményei*

Orosz Á. – Nagy J.- Zábrádi E.- Horváth A.- Répáczki I. (2017): Foundation slabs supported by spot footing., *CCC2017 Tokaj 2017*

Összefoglaló jelentés a Vízép megbízásából az Óbuda Gate irodaház fenékemegein mért talpfeszültségekről és alakváltozásokról, *Kézirat* 2000

Pfaffinger, D.-Thürlimann, B.: Tabellen für unterzuglose Decken, *Verlag AG, Zürich* 1967

Wasserundurchlässige Betonbauwerke -Weiße wannen. *Richtlinie Österreichische Vereinigung für Beton und Bautechnik, Wien* 2002

**Dr. Orosz Árpád (1926)** okleveles mérnök (1953), professzor emeritus, MÁV Hídépítő Vállalat, műegyetemi oktató (1956), egyetemi tanár (1967), tanszékvezető (1967-91), dékán (1991), ipari vasbetonszerkezetek, héjszerkezetek oktatása. Érdeklődési területei: vasbeton silók, folyadéktárolók, mélyépítési műtárgyak, mélygarázsok, vasbetonszerkezetek javítása megerősítése.

**Nagy János (1938)** okleveles mérnök (1964), címzetes egyetemi docens, FTV-nél tervező, Vízép-nél tervező-igazgató (2003-tól) Swietelsky Magyarország műszaki tanácsadó, mélyalapozások tervezése, kivitelezések irányítása, dunakiliti vízlépcső építésének irányítása, emeltkelyhű víztornyok építése, a budapesti 4. metró Bocskai úti, Kálvin téri, Rákóczi téri állomásainak tervezése, kivitelezése. Százhalombatta (MOL) környezetvédelmi résfalak tervezése kivitelezése.

#### FORCES AND PUNCTURING IN FOUNDATION SLABS SUPPORTED BY PILLARS AND APPLICATION OF TOROIDAL REINFORCEMENT Árpád Orosz – János Nagy

The paper briefly presents a simplified method to calculate the forces for a slab foundation supported by pillars. An investigation of the penetrative forces, based on the compression and shear cone model, is discussed in detail. The analysis demonstrates that this model enables explicit consideration of the implications of the placement and configuration of toroidal embedded steel reinforcement rings and stirrups, which provides a framework for optimization of foundation systems.