



Polgár László – Stairits Ferenc

Az elemes födécek jelentős területet foglalnak a sík vasbeton födémlemezek területén. Magyarországon alkalmazásuk jóval alatta marad a nyugati országokban elfoglalt helyüktől. A Wienerberger Téglaiipari Rt. ócsai üzemének üzemelképésével remélhetőleg jelentős lépés történik a nagyobb piaci részesedés felé.

Kulcsszavak: elemes födécek, profipanel, Eurocode

1. TÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS

Valamikor a 40-es években a székely származású Keller István (1. ábra) elindult a Bánátról Nyugatra szerencsét próbálni, a háború elől menekülve. A háború utáni Németországban nagy volt az anyagihiány. Abból az időből származik a Filigran cégnél ma is nagy tiszteletben tartott mondása, „a tömeget szerkezeti megoldással kiváltani”. Így alapította meg Keller István (Stephan Keller néven vált ismertté) 1949-ben a Filigran céget, miután megoldotta a könnyű acél rácsos tartók gyártását. Az akkori termék leginkább a mai nálunk is ismert Fert födémgerendákra hasonlított. 1960-65 között került forgalomba a „Filigran-Elementdecke” Németországban (és természetesen a többi nyugati országban is). A nagyobb előregyártott födémlemezek és monolitikus beton együttdolgoztatásával kialakított födécek később Kaiser, Omnia stb. néven is bekeverültek a köztudatba. Franciaországban a 70-es években az 5 cm vastag pallókat feszített vasalással készítették (Reisch Róbert 1972-ben szerette volna a feszített pallókat Magyarországon is bevezetni, az akkori szemlélet nem tette ezt lehetővé).

A 70-es évek végén a veszprémi házgyárban állítottak be ilyen födémlemezek gyártására egy gyártósort, a Veszprém megyei ÁÉV hozta ezzel forgalomba az IMS födémrendszert. Ezekhez a hegesztett betonacél térrácsot is Veszprémben gyártották.

A 80-as évek elején a 31 sz. ÁÉV-nél Reisch Róbert – Polgár László fejlesztésével PR palló néven kerültek forgalomba az 5 cm vastag feszített födempallók. Mintegy 80.000 m² födém el is készült 1982-1990 között, a BME laborjában történt próbaterhelések, melyek igazolták a tervezett működést.

A 80-as évek közepétől a folyamatosan csökkenő építési kereslet ezeket a kezdeti próbálkozásokat is elsöpörte, miközben éppen a 80-as években a nyugati országokban, különösen pedig Németországban hallatlan mértékű piaci részesedést szereztek az ilyen födécek (az összes vasbeton síkfödémek több mint 50%-át).



1. ábra: Dipl.-Ing. Stefan Keller

A rendszerváltás után a Trigon és Hutter & Schranz cégek révén több magyarországi gyártó elkezdte az ilyen födempallókat gyártani (pl. „Mesterfödém” néven), import betonacél térrácsokkal, aránylag primitív kézműves módszerekkel. A paksi előregyártó üzem saját, felülbordás előregyártott födémpanelekot szabadalmaztatott és hozott forgalomba. Eközben nyugaton egymás után létesítették a robotizált üzemeket. Kutató intézetek sora foglalkozott a témával, a témával foglalkozó szakirodalom is nagyon bőséges.

Magyarországon magyar nyelvű tananyag, szakirodalom szinte teljesen hiányzik. A 80-as évek végén ugyan elkészült egy műszaki irányelv „Kéregzsals beton és vasbeton szerkezetek” címmel (3 oldal), de a rendszerváltás miatt ez már nem jelent meg (összehasonlításképpen: az EN 13747-1 73 oldal ugyanabban a témában).

Ma még a magyar szóhasználat sem alakult ki igazán: kéregzsals beton és vasbeton szerkezetek, zsalupanelek, elemes födécek, stb. Mivel a külföldi szakirodalomban az „element floor”, „Elementdecke” a leggyakoribb, a továbbiakban az „elemes födémek” kifejezést használjuk (az EN 13747-1-ben „Floor plates for floor systems” ill. „Fertigplatten mit Ortbetonergänzung”).

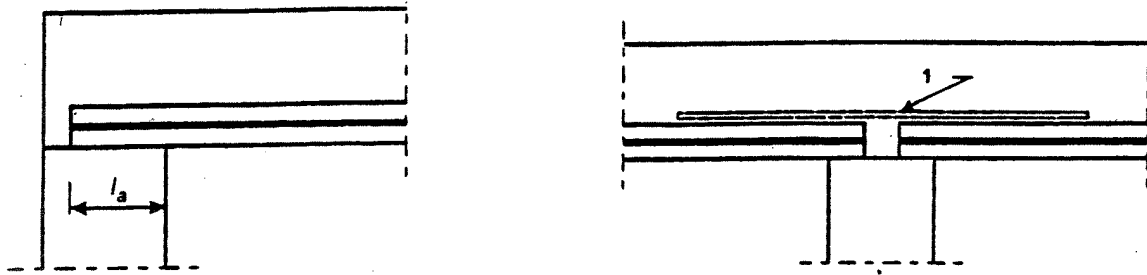
2. AZ ELEMES FÖDÉMEK STATIKAI PROBLÉMÁI

Az elemes födécek a régebben általánosan használt „öszvér szerkezetek” kategóriájába tartoznak, még akkor is, ha az „öszvér szerkezetek” kifejezést többször az acélszerkezet-vasbetonszerkezet együttdolgoztatásával kialakított szerkezetekre értettük.

Itt most hajlított vasbeton lemezekről beszélünk, ahol az előregyártott lemez (panel) tartalmazza a húzott vasalást, a rákerülő monolitikus beton képezi a nyomott zónát és biztosítja a nyírási átkötést magában, vagy az átkötő vasaláson keresztül. Nem véletlen, hogy a kutatások jelentős része éppen ezen kapcsolati erők felvételét vizsgálta. A kérdést bonyolítja, hogy az előregyártott lemezben részben már lezajlott a beton zsugorodása addig, amikor rá kerül a monolitikus beton. Az előregyártott lemez betonszilárdsága rendszerint magasabb, mint a monolit betoné. A vékony lemez átmeneti állapotban hézagosan alátámasztott, így ha kisebb feszítávon is, de hordja a monolit frissbeton terhét. A közbeni állapotok miatt az egész statikai működés sok bizonytalanságot foglal magában, így a kérdések tisztázására rendkívül fontosak a kísérleti eredmények. Globalizált világunkban, különösen ilyen mértékű lemaradásnál, mint a témában ma a magyarországi helyzet, a külföldi eredmények átvételén van a fő hangsúly.

A magyar szabályozásban az MSZ 15022/4-86 F1 függelék ad iránymutatást az „Előregyártott elemek helyszínen kibetonozott, nyírásra igénybe vett kapcsolatának ellenőrzése” révén, ahol nyilvánvalóan nem az ilyen szerkezetek kialakítására gondoltak (sokkal inkább pl. a házigyári panelek közötti hézagok kialakítására).

Jelentős áttörést a témában az Eurocode-ok megjelenése hozta, az igen eltérő külföldi szabályozások egységesítésére törekvéssel. AZ EC2 1-3 Előregyártott elemek és tartószerkezetek rész 1992-ben jelent meg, ennek 4.5 fejezete „A kapcsolatok méretezése” szabályozza a méretezést. Ez a szabvány ma már hozzáférhető magyarul is, a BME Építőmérnöki Kara

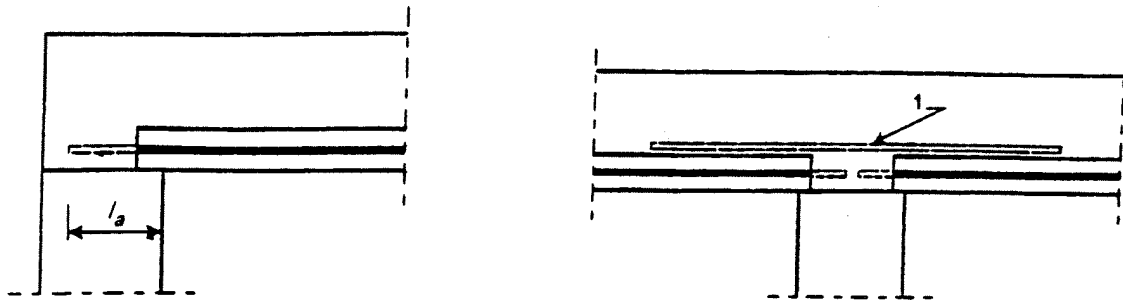


a) utolsó támasznál

lehetséges kiegészítő vasalás

b) közbenső támasz felett

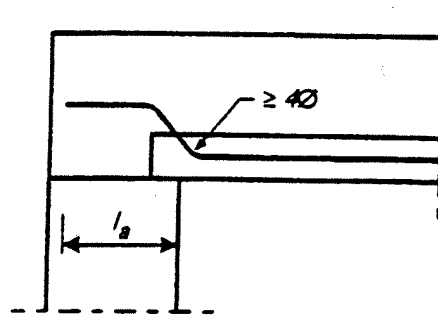
2. ábra: Lehorgonyzás az előregyártott elemben a felfekvési hosszban (prEN13747-1:1999)



a) végtámasznál

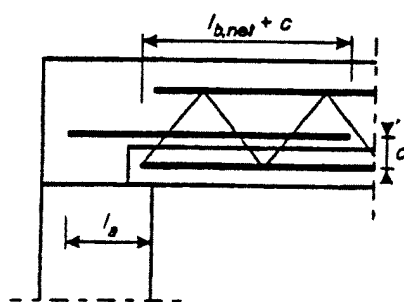
lehetséges kiegészítő vasalás

b) közbenső támasz felett

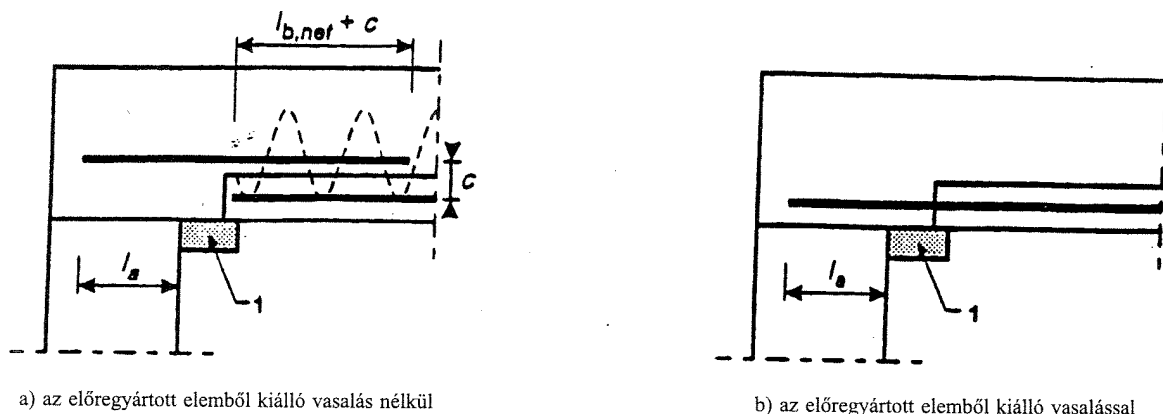


c) felhajlított vasalással

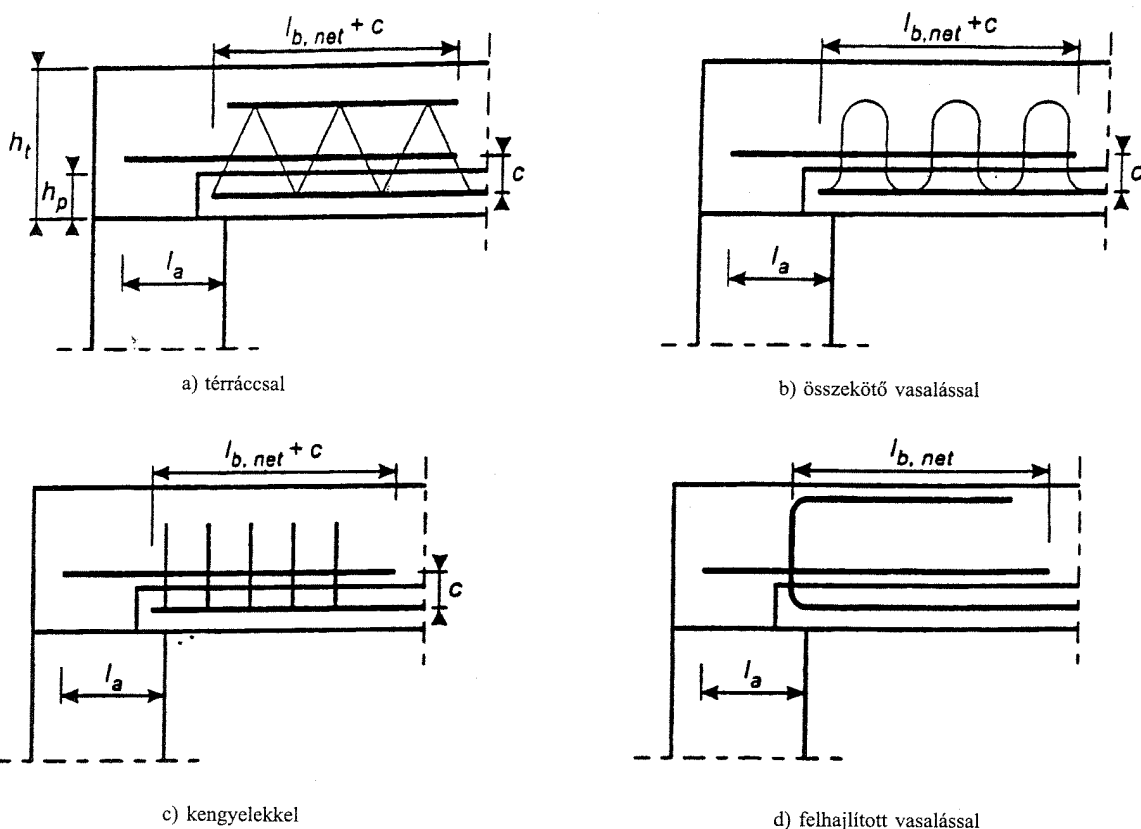
3. ábra: Példa a lehorgonyzásra a kinyúló vasalással (prEN13747-1:1999)



4. ábra: Példa a lehorgonyzásra kiegészítő vasalással a monolitikus rétegben (prEN13747-1:1999)



5. ábra: Az az eset, amikor az előregyártott elem nem ér el a felfekvésig (prEN13747-1:1999)



6. ábra: A kiegészítő vasalás és az előregyártott elemben lévő vasalás összekötése (prEN13747-1:1999)

elkészítette a hozzátartozó NAD-ot (Nemzeti Alkalmazási Dokumentum) is. A hivatalos megjelenésre még várni kell ugyan, de más használható szabályozás hiányában a gyakorló tervező csak erre támaszkodhat. Nem véletlen, hogy a tervezők máig idegenkednek ezektől a szerkezetektől még akkor is, ha ma már jelentős mennyiség készült és készül jelenleg is Magyarországon.

Az alapvető kérdés ezeknél a födémeknél az előregyártott beton és monolitikus beton együttdolgozása. A mérlegelést nehezíti, hogy az együttdolgozás nagymértékben függ az előregyártott elem betonfelületétől. Az EC2 1-3-ban megkülönböztetett (4.115 táblázat) monolit, fogazott, érdes, sima, nagyon sima fogalmak igazán nehezen határozhatók meg. Az általános elv ezen paneloknál az „érdes” felület feltételezése. Elvileg érdes maradhat a felső felület kis képlékenységi beton bedolgozása esetén is, de gyakorlatilag a felületet utó-

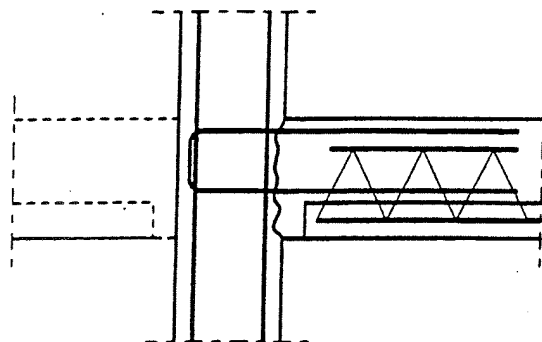
lag érdesítik (vibrálás után a felső felületen cementgépben gazdag film képződik, mely nagyon leronthatja a rákerülő beton tapadását).

Érdes felület esetén a gyakorlatban előforduló födémeknél, így pl. lakások födémeinél számítás szerint egyáltalán nem szükséges átkötő vasalás, ha a monolitikus beton is elég nagy szilárdságú.

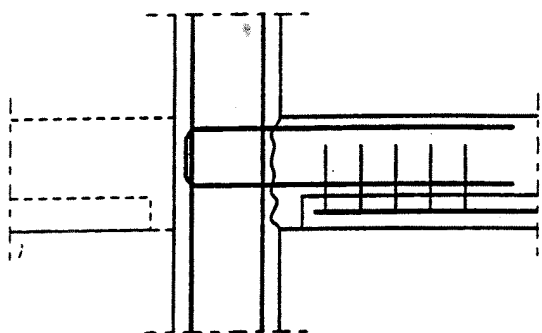
Éppen a sok, teherbírást befolyásoló körülmény miatt kellett az EC2 1-3-on túl részletes szabályozást készíteni az elemes födémekre.

Hosszas viták után jelent meg végre az EN 13747-1 2000 márciusában mint előszabvány (pontosabban prEN 13747-1:1999), valamint az ehhez tartozó pr EN 13747-2 „Speciális követelmények a lágyvasalású födémelemekre” és a prEN 13747-3 a feszített födémelemekre.

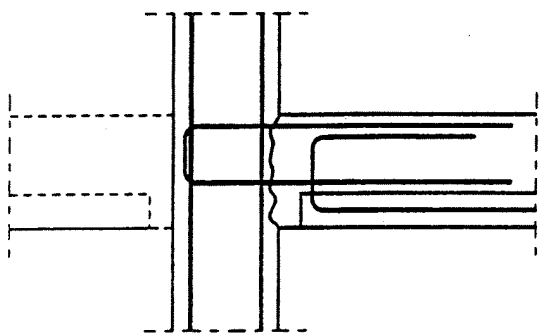
A prEN 13747-1; -2; -3 részletesen szabályozza a mérete-



a) téráccsal

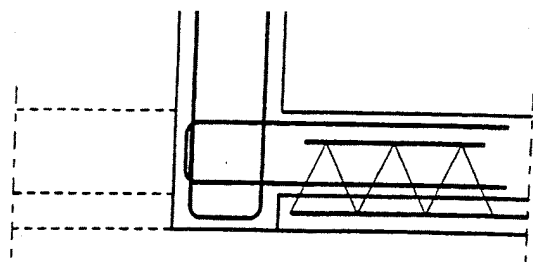


b) kengyelekkel

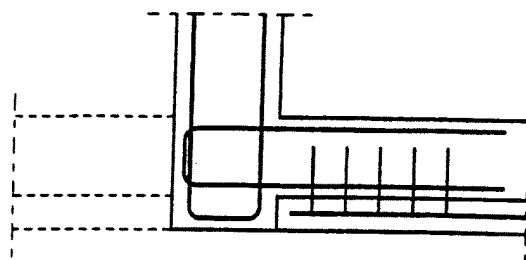


c) felhajlított vasalással

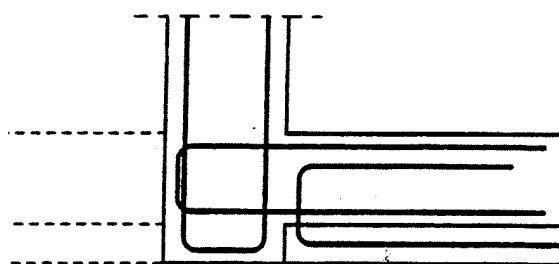
7. ábra: Példák az összekötésre átmenő fekvésnél (prEN13747-1:1999)



a) téráccsal



b) kengyelekkel



c) felhajlított vasalással

8. ábra: Példák az összekötésre „függesztett” felfekvésnél (prEN13747-1:1999)

zést, gyártást, alátámasztást, monolitikus felbetonnal szembeni követelményeket (pl. min. C20/25 legyen a monolit felbeton). Jellemző szerkezeti részleteket mutatnak a 2-8. ábrák a prEN 13747-1:1999 alapján. Sajnos, mivel az prEN 13747 nem tartozik az alapvető szabványok közé, magyar nyelvű megjelenés csak akkor várható, ha annak költségeit magukra vállalják a gyártásban, forgalmazásban érdekelték (jelenleg a prEN 13747 70 EUR-ért kapható angol vagy német nyelven).

A gyakorló tervezők részére fontosabbak lehetnek az olyan mintapéldák, melyek egyre gyakrabban jelennek meg a külföldi szakirodalmakban, mint pl. a Betonkalender szinte minden évfolyamában a Litzner szerkesztette mintapéldák.

3. AZ ELEMES FÖDÉMEK TERJEDÉSÉNEK KORLÁTAI MAGYARORSZÁGON

Senki nem lehet próféta hazájában, szól a mondás, így a mi Keller Istvánunk sem lehetett az. Az elemes födémelek terjedésének egyik nagy akadálya ugyan a tervezésükkel kapcsolatos tisztázatlan kérdések voltak, de ennél nagyobb jelentőségűek a gazdasági és jogi problémák.

Az iparosított módszerek az alacsony bérszintű országokban mindig is lassabban terjedtek. A lakásépítésben tovább

gátolja a terjedést az ismert „fekete munka”, mely még tovább nyomja lefelé az egyébként is alacsony bérszínvonalat.

A lakásépítésre különösen jellemző az áfa és bérjárulék, jövedelemadó, tb-járulék nélküli munkavégzés, mely az elemes födémekkel való építésnél nehezebben valósítható meg. A politikai, gazdasági viszonyok így hatnak ki a szerkezetek kialakítására.

A nyugati országokban akkor értek el jelentős áttörést az elemes födémekkel, amikor a gyártók kiterjesztették szolgáltatásaikat

- átvették a tervezési feladatokat, monolitikus födémeket maguk tervezték át elemesfödémre,
- szállítás, szerelés, alkalmasint az ideiglenes alátámasztás is a szolgáltatásba tartozott
- jelentős összegeket áldoztak a kutatásokra.

Egyik jellemző példa a 2-5 évenként tartott Filigran konferencia (1995 Párizs; 1999 Prága). Csak ez a „kis” családi vállalat (jelenleg Keller István unokája Weiler úr vezetésével) prágai konferenciája már a hetedik volt.

A cég ma is a nagyapa, Keller István szellemében dolgozik, tudván, állandóan keresni kell az újat. Újdonság csupán talán annyi, hogy míg korábban a műszaki fejlesztéseken volt a nagyobb hangsúly, ma a régi jelszót megtartva, a „tömeget a konstrukcióval helyettesíteni”, hozzá jött az új, „kooperációt a konfrontáció helyett”. A globalizációval lépést tartani kívánva ma már működik a Filigran PL; Filigran CZ.

A mai robotizált üzemeknél az egész tervezési folyamat eddigi szabályozása is felborul. A régi fogalmak, mint felelős tervező, egyáltalán a statikai számítás, terv új megvilágításba kerül, hiszen a statikai számítás, tervlapok készítése, üzemirányítás, gyártásirányítás egyetlen szoftverbe integrálódik, ahol az „input” a feszítáv, terhelés, lemezvastagság, az „output” a kész elem. Az egyes elemek rajzára igazából nincs is szükség, a gépek, robotok nem rajzot olvasnak, hanem elektronikus parancsokat hajtanak végre.

A terv ma még szükséges a helyszíni munkához, de újabban pl. a „bamtec” technológiájánál már csak a robotok által elkészített, tekercsben a helyszínre szállított vasalást kell ki-görgetni. Teljesen újra kell szabályozni a tervezés, kivitelezés rendjét robotizált világunkban. Korábban azt gondoltuk, az építőipar azért különbözik más iparágaktól, mert a termék (pl. egy födém) mindig egyedi. Most a robotok alkalmazásával világossá vált, csupán az input adatok egyediek, a végtermék az output is egyedi, minden ami közte van, azonos szoftver (mint az Allready a Nemetschektől), természetesen kicsit leegyszerűsítve a folyamatot.

4. JELENLEGI HELYZET MAGYARORSZÁGON

A Kempinski Hotelhez, sokan emlékszünk, Szlovéniából szállították a zsazsáló panelokat, 1990-ben. Azóta több cég is gyárt ilyen födémeket, hagyományos módon. Egyedi tervezés, egyedi gyártás, kézműves módszerek a sablonok beállítása, vasszerelés, betonozás.

Néhány ismertebb épületnél, mint a Bank Center, Duna Plaza, Westend City, Árkád, Asia Center nagy mennyiségben kerültek, ill. kerülnek alkalmazásra az elemes födémek.

A Szobeton, Szobeton, Épelem nagyobb mennyiségben feszített födémeket is gyártott ill. gyártanak ma is (Szobeton Romániába is szállított több épülethez feszített födémeket elemes födémekhez, mint pl. Rondó Kolozsvar, Kromberg-Schubert Temesvár).

Aligha volt kétséges, előbb-utóbb megjelennek a robotizált üzemek is (Leiner Kiskunlacháza, Wienerberger Ócsa).

Amikor a Wienerberger cég jelentkezett a Plan 31-nél az ócsai üzem telepítésének elképzelésével, úgy is mint a Beton Tagozat elnöke teljes lelkesedéssel támogattam az elképzelést. Részben a nagyon tisztelt Keller István emlékének is adózva, de mint az általános fejlődést is elősegítő beruházást tekintve meggyőződésem volt, hogy egy ilyen üzem telepítése Magyarországon elősegíti a lemaradásunk leépítését. Közben Németországban a vasbeton síkfödémek több mint 50%-a elemes födém szerkezettel készül, Magyarországon még a főiskolai, egyetemi oktatásból is szinte teljesen hiányzik ez a szerkezet.

Mint minden úttörőnek, így a Wienerberger Téglaiipari Rt-nek is rendkívül nagy akadályokat kell legyőznie ahhoz, hogy sikerre vigye ezt a terméket. Egy ilyen hosszú távra szóló beruházásnak már nem lehet a végőrához közeledő MSZ szabványvilágra támaszkodnia, főleg, ha nem is szabályozott ez a terület. 8 éves Eurocode tervezési gyakorlatunk, a magyarországin kívül a román, bulgár, orosz, horvát piacon folytatott tervezői tevékenységünk (Plan 31 H; Plan 31 Ro; Plan 31 Bg) megmutatta, a nemzetközi piacon, a globalizált világunkban, a határok nélküli Európában (ha még nem is omlott le minden határ) csak az EC szabványbázison lehet tevékenykedni (mint a jelenlegi legnagyobb közép-kelet európai építkezésen, az ASIA Centeren).

Remélhetőleg a Wienerberger ócsai gyárának sikeres üzemelése nagy lökést fog adni egész tervezői szemléletünk változásához. Egyre többen lesznek, akik felkészülten várhatják csatlakozásunkat az EU-hoz.

5. MINTASZÁMÍTÁS

Az elemes födémekről a külföldi szakirodalomban bőségesen található mintaszámítások. Ezek közül pl. a Beton Kalender 1999/I. kötetben (más évfjártókban is) a Dr.-Ing. Litzner: „Eurocode 2 szerinti méretezés alapjai példákon keresztül” a „Méretezési koncepció az utólag kiegészített keresztmetszetre” példát magyarul is megtalálja a tisztelt olvasó a www.plan31.hu honlapon. Ennek egy részét mintapéldaként a 9. ábrán mutatjuk be. Meg kell jegyezni, hogy a 2002 januártól életbe lépő DIN 1045-1 (új DIN méretezési előírás vasbetonra Eurocode 2 bázison) egy kicsit változtatott az EC2-1-3 előírásán. Ez is mutatja, hogy az elemes födémekkel kapcsolatosan még mindig vannak eltérések az EU szakemberei között.

A magyar NAD nem módosított az EC2-1-3 ide vonatkozó előírásán.

6. ADATOK AZ ÓCSAI PROFIPANEL GYÁRRÓL

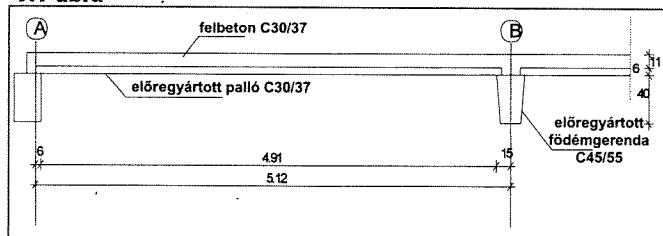
A Wienerberger Téglaiipari Rt. 2001-ben felépítette az első panelfödém üzemét Ócsán. Az építés gondolatával már évekkel ezelőtt foglalkoztak, a többszöri kalkuláció és beruházási javaslat után 2000 augusztusában érkezett meg a vezetőségtől az építkezésre az engedély. Az engedélyezési tervek elkészítésével a PLAN 31 Mérnök Kft-t a technológiai tervek elkészítésével a Prillhofer Consulting céget bízták meg, technológiai berendezéseket a WECKENMANN, a VOLLERT, a PROGRESS, valamint az SAA - e területen nagy tapasztalattal rendelkező - cégek szállították. Az építési munkára meg-

1.1 Tartószerkezet leírása

Adott egy 5 támaszú, 4 födémmezős szerkezet, 5,12 gerendaosztással, egy irodaépület közbelső födéméhez. (9.1 ábra)

- Előregyártott vasbeton födémgerendák 7,20 m támaszközzel
- Előregyártott 6 cm vastag vasbeton zsalupallók
- Monolit vasbeton lemez a gerendával és a zsaluzó pallóval együttdolgozva

9.1 ábra



1.1.2 Hatások, biztonsági tényezők

Hasznos teher

$$Q_{k,1} = 2,75 \text{ kN/m}^2 \quad \text{– szerelt válaszfal pvc burkolattal}$$

$$\gamma_G = 1,35 \quad \text{– EC2 táb. 2.2}$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\Psi_1 = 0,5 \quad \text{– gyakori hatáskombináció}$$

$$\Psi_2 = 0,3 \quad \text{– kvázi állandó hatáskombináció}$$

1.1.3 Betontakarás

A palló EC2 4.1 táblázata alapján, száraz környezetben, belső térben helyezkedik el. Ez alapján a minimális betontakarás:

$$\min c = 15 \text{ mm}$$

Ezt az értéket a méreteltérések miatt növelni kell. Előregyártott szerkezetnél ez a növekmény: 5 mm.

$$\text{nom } c = 15 + 5 = 20 \text{ mm}$$

1.1.4 Anyagok

Beton:

- előregyártott palló és felbeton: C30/37
- előregyártott födémgerendák: C45/55

Betonacél:

BSt 500 S és a hegesztett háló BSt 500M (B60.50 ill. BHB 55.50 MSZ szerint)

1.2 Zsalupalló

1.2.1 Pallóvastagság, önsúly

Kiindulásként a födémvastagságot $h = 17$ cm-ben állapítjuk meg. (6 cm előregyártott palló + 11 cm felbeton)

Födémönsúly G_k :

$$G_k = 0,17 \cdot 1,45 = 5,7 \text{ kN/m}$$

ahol $G_{k,2} = 1,45 \text{ kN/m}$ a burkolat, vakolat, szigetelés súlya

1.2.2 Igénybevételek meghatározása

A keresztmetszetek méretezését használati és teherbírásai határállapotokra végezzük. 3 terhelési esetet különböztettünk meg:

1. Terhelési eset: Állandó terhelés az összes mezőben
2. Terhelési eset: $Q_{k,1}$ elrendezése maximális támaszponti nyomaték elérésére
3. Terhelési eset: $Q_{k,1}$ elrendezése maximális mezőnyomaték elérésére

1.1 Táblázat

T.E.	Határállapot					
	Használati			Teherbírás		
	M_B [kNm]	V_A [kN]	$V_{B,bal}$ [kN]	$M_{Sd,B}$ [kNm]	$V_{Sd,A}$ [kN]	$V_{Sd,Bbal}$ [kN]
1	-15,73	11,52	-17,66	-21,24	15,55	-23,85
2	-8,65	5,35	-8,73	-12,98	8,03	-13,09
3	-3,79	6,30	-7,78	-5,69	9,45	-11,67
Σ				-34,22	25,00	-36,94

A B támaszpont húzott vasainak számításakor a teherbírás határállapotból adódó nyomatékot $M_{Sd,B}$ 15%-kal csökkenthetjük: / EC2 – 2.5.3.5.4 P(1) /

$$M'_{Sd,B} = -0,85 \cdot 34,22 = -29,09 \text{ kNm}$$

Hozzá tartozó reakcióerők:

$$G_d + Q_d = 1,35 \cdot 5,7 + 1,5 \cdot 2,75 = 11,82 \text{ kN/m}$$

$$V_{Sd,A} = 0,5 \cdot 5,12 \cdot 11,82 - 29,09 / 5,12 = 24,58 \text{ kN}$$

$$V_{Sd,B,bal} = -0,5 \cdot 5,12 \cdot 11,82 - 29,09 / 5,12 = 35,94 \text{ kN}$$

1.2.3 Teherbírás határállapot szerinti méretezés nyírásra

a) B támaszpont feletti méretezés

A támaszhoz közeli erők közvetlen átadódása miatt megnő a nyírás teherbírás. Ezért megoszló terhelés esetén a V_{Sd} támasztól d távolságra fellépő nyíróerővel számolhatunk.

$$V'_{Sd,B,bal} = 35,94 - 11,82 \cdot (0,15 + 0,145) = 32,45 \text{ kN}$$

$$\tau_{Rd} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_l = 4,43 / (100 \cdot 14,5) = 0,003$$

A Beton teherbírása:

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot \kappa \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_l) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot 0,15 \cdot b_w \cdot d$$

$$= 0,28 \cdot (1,6 - 0,145) \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,003) \cdot 1,0 \cdot 0,145 \cdot 10^3 =$$

$$= 78 \text{ kN} > V'_{Sd,B,bal}$$

b) A kapcsolati hézag nyírási teherbírásának igazolása
A legnagyobb nyomotéknál a nyomott beton magassága
 $x = 14,5 \cdot 0,107 = 1,6 \text{ cm}$
azaz az F_c nyomóerő a monolit betonban működik, ezáltal

$$\tau_{Sdj} = 1,0 \cdot 32,45 \cdot 10^{-3} / (1,0 \cdot 0,96 \cdot 0,145) = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

Mivel $t_{Rd} = 0,28 \text{ N/mm}^2$, így még sima felső azaz pl. extruder eljárással készített lemez esetén is megfelelő a t_{Sdj} felvételére az összekötés tapadás révén összekötő vasalás nélkül. Mégis ajánlatos az összekötő felületet legalább érdesre készíteni.

2. Teherbírasi határállapot szerinti méretezés nyírásra

a) hajlításból adódó nyíróerő

A támasztól d távolságra fellépő nyíróerő:

$$V_{Sd} = 277 - (1,35 \cdot 38,0 + 1,5 \cdot 17) \cdot (0,503 + 0,1) = 231 \text{ kN}$$

A nyomott betonrudak dőlésszöge $\Theta = 39^\circ$, ($\cot\Theta = 1,25$)

$$V_{Rd2} = \frac{b_w \cdot z \cdot v \cdot f_{cd}}{\cot\Theta + \tan\Phi}$$

ahol v hatékonysági tényező:

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 - \frac{30}{200} = 0,55 > 0,5$$

$$V_{Rd2} = \frac{0,22 \cdot 0,96 \cdot 0,503 \cdot 0,55 \cdot 20}{2,05} = 570 \text{ kN}$$

$\phi 12/20$ függőleges kengyelekre:

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\Theta =$$

$$= \frac{2 \cdot 1,13 \cdot 10^{-3}}{0,2} \cdot 0,96 \cdot 0,503 \cdot 435 \cdot 1,25 = 297 \text{ kN}$$

b) gerinc és öv közötti nyírás

Az öv keresztmetszetében működő hosszirányú erő maximális értéke:

$$F_{d,max} \leq 0,5 \frac{498}{0,96 \cdot 0,503} = 516 \text{ kN}$$

Az egységnyi hosszra jutó mértékadó csúsztatóerő:

$$V_{Sd} = \frac{F_{d,max}}{a_v} = \frac{516}{0,5 \cdot 7,2} = 144 \text{ kN/m} \quad \text{EC2 (4,33)}$$

$$V_{Rd2} = 0,2 \cdot f_{cd} \cdot h_f = 0,2 \cdot 20 \cdot 0,17 \cdot 10^3 = 680 \text{ kN/m} > V_{Sd}$$

$$V_{Rd3} = 2,5 \cdot \tau_{Rd} + \frac{A_{sf}}{s_f} \cdot f_{yd} =$$

$$= 2,5 \cdot 0,28 \cdot 0,17 \cdot 10^3 + 4,43 \cdot 10^{-4} \cdot 435 \cdot 10^3 = 311 \text{ kN/m}$$

$$k_T = 1,8$$

$\mu = 0,7$ – durván megmunkált felület

$$\tau_{Sdj} = \frac{v_{Sd}}{h_f} = \frac{0,144}{0,17} = 0,85 \text{ N/mm}^2 \quad (b_j = h_j = 17 \text{ cm})$$

$$\tau_{Rdj} = 1,8 \cdot 0,28 + \frac{4,43 \cdot 10^{-4} \cdot 0,7 \cdot 435}{0,17} =$$

c) együttdolgozás vizsgálata

Az F_c nyomóerőt a felbeton veszi fel ($x=5,2 \text{ cm} < 11 \text{ cm}$)

$$\tau_{Sdj} = \frac{0,231 \cdot 1,0}{0,21 \cdot 0,96 \cdot 0,503} = 2,28 \text{ N/mm}^2 \quad (b_j = 21 \text{ cm})$$

$$\rho_j = \frac{2,26}{20 \cdot 21} = 0,0053 \quad (\phi 12/20)$$

$$-\sigma_N = 0$$

$$\tau_{Rdj} = 1,8 \cdot 0,28 + 0,0053 \cdot 0,7 \cdot 435 =$$

$$= 2,12 \text{ N/mm}^2 < 2,28 \text{ N/mm}^2$$

Támaszközelben a kengyelsűrűséget 18 cm-re csökkentjük

$$\rho_j = \frac{2,26}{18 \cdot 21} = 0,0059 \quad (\phi 12/18)$$

$$\tau_{Rdj} = 1,8 \cdot 0,28 + 0,0059 \cdot 0,7 \cdot 435 = 2,31 \text{ N/mm}^2$$

9. ábra [2]: Mintapélda (fő számítási részletek). A teljes példa megtalálható: www.plan31.hu honlapon

hirdetett versenyt az UNGER Stahlbau GmbH valamint a HÍRŐS-ÉP nyerte el. A tényleges építési munkálatok 2000 decemberében kezdődtek, a gépek szerelése 2001. április 9-én, majd a próbaüzem 2001 májusában kezdődött meg.

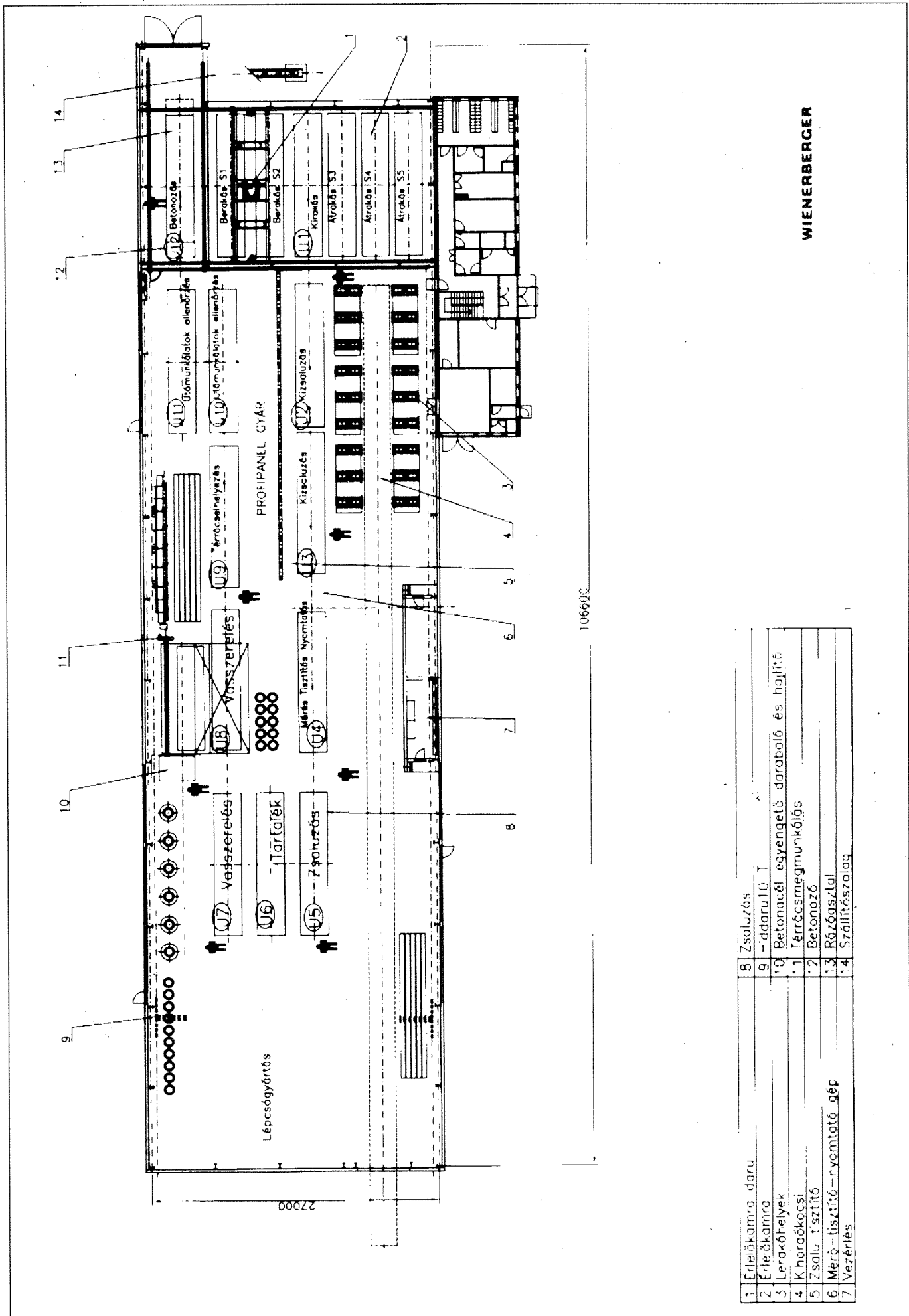
Mi a Profipanel? Egy beton kéregelem, ami maximum 2,4 m széles 10 m hosszú és 5 vagy 6 cm vastag. Egy $13,5 \times 2,4$ m-es acél sablonban készül, ezáltal az alsó felülete vakolatmentes, sima. Alaki megkötés gyakorlatilag nincs, előre beépíthetők a villamos dobozok, kihagyhatók a gépészeti áttörések.

Hogyan történik a profipanel gyártása? A Nemetschek All Ready elnevezésű programjával - amit speciálisan a panelfödém tervezésére fejlesztettek ki - készítik el statikusaink a födém terveit, a panelkiosztást és a rakattervet. A megrendelő-

vel történt egyeztetés, és annak jóváhagyása után az adatok átkerülnek egy belső hálózaton keresztül a vezérlő számítógépbe.

A gyári termelésirányító, az erre a célra kifejlesztett programmal elvégzi a palettakiosztást, ami azt jelenti, hogy a gyártópalettára ráhelyezi a panelelemeket, a legjobb helykihasználást figyelembe véve. Egy gyártópalettára több megrendelésből is helyezhet elemet. A kiosztott palettákat ezután áthelyezi gyártósorba.

A gyártási folyamat a mérő-, tisztító-, nyomtatógépnél kezdődik (10. ábra U4). A leürített paletta pozicionálása, majd a keresztirányú zsaluelemek összegyűjtése után automatikusan a palettatisztítás következik. A vezérlő számítógépbe bevitt adatok alapján a gép elhelyezi a keresztirányú zsaluelemeket,



10. ábra: Wienerberger Profipanelgyár, Ócsa, alaprajz

1	Érlelőkamra daru	8	Zsoluzás
2	Érlelőkamra	9	—ddaru10 T
3	Lerakóhelyek	10	Betonozó(1) egyengető daraboló és hajlító
4	K. haróköcs	11	Térfélmegmunkáló
5	Zsolu tisztító	12	Betonozó
6	Mérő-tisztító-nyomtató gép	13	Rázósztal
7	Vezérlés	14	Szállítószalag

ezeket leválasztó olajjal kezeli, valamint kinyomtatja a hosszirányú zsaluelemek, kirekesztések és a beépítésre kerülő elemek helyét.

A palettát, egy állomással tovább, a zsaluzóhelyre továbbítják. (10. ábra U5) Itt a gép által kinyomtatott helyre manuálisan elhelyezésre kerülnek a fémzsalut rögzítő mágnesek és zsaluk, valamint a kirekesztések, a hiányzó fémzsaluk helyére Austrotherm profil kerül.

Két darab, ún. keresztmozgató-emelő kocsi juttatja a palettát a betonacél elhelyezési pozícióra (10. ábra U7). A betonacél egyengető-, daraboló- és hajlítógép vezérlése szintén megkapja a szükséges adatokat a vezérlőszámítógéptől és, ezek alapján, egy rekeszes-láncos továbbítóba ejti a palettához szükséges, darabolt, hajlított acélokat. Jelen állapotban manuálisan történik a távtartóval ellátott keresztvasak és a gép által elkészített hosszvasak elhelyezése a palettára helyezett gyártási rajz alapján.

Az egyengető-, daraboló-, hajlítógép vezérli a mellette elhelyezett hegesztett betonacél térrács daraboló gépet, ami a függőlegesen mozgatható polcból kiválasztott térrácsot a megfelelő méretre darabolja és egy láncos pályán tárolja. A térrács elhelyezése (10. ábra U8) szintén manuálisan történik. Az elkészült palettát az utómunkálatokat biztosító állomásra továbbítják (10. ábra U8, U9, U10, U11). Ezen az állomáson történik a szerelvénydobozok elhelyezése és a betonozás előtti minőségellenőrzés.

A betonozó helyen (10. ábra U12) elhelyezett rázóasztalra kerül a betonozásra elkészített paletta. A betont mixerautóval szállítják a szomszédos Semmelrock cégtől és egy szállítószalagon keresztül kerül a betonozógépbe. A betonozó gép egy darupályán mozog a paletta fölött. A kiadagolás mennyiségét az adagoló henger fordulataival, a gép haladási sebességével és a kiömlőnyílás szélességével lehet szabályozni. A kirekesztések helyének kihagyását a szélességben elhelyezett 8 db, egyenként is működtethető tolózár biztosítja. A bebetonozott elem felületét felérdesítik, jelölik, majd az automatikusan működő érlelőkamra-daru áttemeli az érlelőkamrába, ott az S1 vagy az S2 lerakási helyen (lásd. 10. ábra) egymásra rakja a palettákat. Ha pl. az S1 lerakási hely megtelt, akkor folytatódik a berakás az S2-re és párhuzamosan elkezdődik az S1 átrakása az S3, S4, S5 átrakóhelyek egyikére. Az átrakás befejeztével, valamint a beállított kötési idő elteltével megkezdődik a paletta kirakása (10. ábra U1).

Az érlelőkamra után 2 állomást (10. ábra U2, U3) alakítottak ki a palettákról a panel leemelésére. A leemelést egy speciális, horgokkal ellátott daruval végzik. A kész elemeket a rakattervnek megfelelően rakatokba rakják, a 6 db rakatképzésre kialakított hely egyikén. A palettán lévő hosszvasu-ele-

meket és a mágneseket átrakják a tisztítóval ellátott görgős szállítópályára, ami a zsaluzási helyre juttatja azokat.

A leürített paletta tovább halad a tisztító-, mérő- és nyomtatóhelyre. A rakatképző helyen lévő kész rakatokat a kihordókocsival a csarnokon kívül lévő lerakóhelyre viszik, onnan egy villás targonca a tárolóterre rakja.

A vezérlő számítógép segítségével termelési statisztikák, anyag-felhasználási és a munkaidő felhasználási elemzések is könnyedén elkészíthetők.

A 11. ábra az elkészült elem kiemelését mutatja.

7. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A nyugati fejlett építési technológiák, ha kis késéssel is, de megjelennek Magyarországon is. A fejlődés motorja a piaci verseny. Az oktatás, szabályozás, tervezés lassan követi a technológia fejlődését. Remélhetően hamarosan jelentős változás lesz ezen a területen is.

8. HIVATKOZÁSOK

MSZ ENV 1992-1-1
MSZ ENV 1992-1-3
MSZ ENV 1992-1-1 NAD
MSZ ENV 1992-1-3 NAD
prEN 13747-1:1999
Beton Évkönyv 2000
www.plan31.hu

Polgár László (1943) okleveles mérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Kar; 1966-tól építésvezető Hódmezővásárhelyen 31. sz. ÁÉV; 1970-71 statikus tervező IPARTERV, 71-től gyártmányfejlesztő, főtechnológus, műszaki főosztályvezető 31. sz. ÁÉV; 1992-től ügyvezető igazgató PLAN 31. Mérnök Kft, műszaki ügyvezető ASA Építőipari Kft. Tevékenység: előregyártott vasbeton szerkezetek, ipari betonpadlók tervezése, kivitelezése. A Magyar Építőanyag Szövetség Beton Tagozatának elnöke. A fib magyar tagozat tagja.

Stairits Ferenc (1956) általános gépész üzemmérnök, Bánki Donát Gépipari Főiskola Általános gépész Szak (1980), 1990-1996 Wienerberger Téglaipari Rt. Kőszegi Gerendagyárának vezetője, 1997-től Projekt vezetőként gerendagyár, panel fődémgyár telepítését, beüzemelését vezeti.

PROFIPANEL

László Polgár-Ferenc Stairits

The unit slabs (Profipanel) represent a notable range in the field of reinforced concrete flat slabs. Application in Hungary is much below the level of that in Western European countries. Open up the factory of Wienerberger in Ócsa will be hopefully a significant move to a larger share of market.

11. ábra: Az elkészült elem kiemelése

