

Tartószerkezet tervezés tegnap, ma, holnap

„Tartók 2000 – VI. magyar tartószerkezeti konferencia” Budapest

Polgár László

ÖSSZEFOGLALÁS

A számítógépek fejlődése az ezredfordulón olymértékben megváltoztatta életünket, hogy alig tudjuk követni az eseményeket. A szerző 34 év tervezésben, kivitelezésben, mindig egy látszólag szűk területen, az előregyártott vasbeton tartószerkezetek megvalósítása területén végzett tevékenysége érdekes összehasonlításokra ad lehetőséget.

1. Tartószerkezet tervezés „tegnap”

Az 50-es, hatvanas években a szerkezettervezésnek jól kialakult gyakorlata volt. A nagy tervező szervezetek fegyvertára – logarléc, tekerős számológép, rajzasztal, damilon vezetett párhuzam vonalzó, tervező vállalati tervezési segédletek – elegendő volt a tartószerkezet tervezéséhez. A kivitelezési technológia ismert volt minden tervező előtt, az olyan extrém szerkezetek esetében, mint Mátrai Gyula erőmű szerkezeti, Gnädig Miklós sótárolója, a tervező irodában tervezték meg a segédszerkezeteket is. A kivitelező vállalat feladata a végrehajtás volt. A nagy szerkezetek esetében az olyan kiváló egyéniségek, mint Mók László főtechnológus segítették a tervező munkáját a kivitelezői oldalról.

A 70-es években a jelszó a tipizálás. A szocialista társadalom többek között azzal szeretné legyőzni a „kapitalizmust”, hogy nem engedi az individualista kilengéseket, helyette a termelékenység fokozódna típusszerkezetek alkalmazásával.

Az építőipari kapacitáshiány térdre kényszeríti a tervezőket. Úgynevezett szerkezetegyeztetés során kell a tervezőknek garanciát kapni a kivitelezőktől, amit terveznek, azt nem fogják a gyártók elutasítani. A 10 házgyár, BVM és 31 ÁÉV típus szerkezetei, könnyűszerkezetes kormányprogram meghatározzák a magasépítés tartószerkezeteit. Alig marad kezdeményezési lehetőség a tartószerkezet tervezőjének.

A 70-es évek közepétől az új jelszó a könnyűszerkezetes építés, rendszerszemlélet. Fővállalkozás, rendszergazda – elég a szavakat tekinteni, hogy elborzadjunk. A tartószerkezet tervezésben megjelennek az első elektronikus eszközök: zsebszámoló gépek, mini komputerek (HP 41), később a Commodore, legvégül a PC.

Minden mennyiségben előregyártás: a rögzített árak mellett az üzemben előregyártott szerkezetek egyedi kalkulációja a tényköltségek alapján. Ez az az idő, amikor elvileg a monolitikus vasbeton szerkezet jóval olcsóbb volna, mint az előregyártott, viszont az építőipar csak előregyártott szerkezetet vállal (vagy pl. alagútszalus monolitot).

A tervezés még követni tudja a kiviteli technológiát, főképpen azért, mert nagyon szerény a fejlődés, változás. A felelősség is az állami tulajdonú vállalatok között oszlik meg, nincs túl nagy tétje, ha valaki hibázik. Ebben az időben „gyártjuk” szériaszerűen a feszített TT fődémelemek terveit. Jellemző épület ebből az időből például a SUGÁR üzletközpont.

A 80-as években a VGMK-k jelentik az átmenetet a következő korszakhoz.

2. Tartószerkezet tervezés ma

A mai tartószerkezet tervezésen az 1990-2000 közötti időszakot értjük. Ez a 10 év az átmenet a szocialista termelési viszonyokból a piacgazdaságba.

- Több száz tervezőt foglalkoztató tervező vállalatok helyett néhány fős tervező részlegek
- Komplex tervező irodák helyett szaktervező vállalatok
- Építési technológiák
Az előregyártás mélyponton a 90-es évek elején, fokozatos fellendülés után az évezred végére az előregyártás teljes konjunktúrája

- Korszerű zsaluzatok (Doka, Hünnebeck, Peva)
- Acélszerkezetek import (Astron, Zeman)

Magyarországon a tartószerkezet tervezés hasonlóan a többi volt szoc. országhoz sajátságos helyzetbe került. A rendszerváltás nehézségei mellett –új vállalatok, egzisztenciák megteremtése – még a viharos heveséssel betörő globalizációval is szembe kell nézni.

Eddig a tervezést mint döntően szellemi tevékenységet tekintettük, újabban a tervezés egyre inkább közelít az ipari termeléshez. Egyre nagyobb eszközigény –számítógépek, szoftverek, másoló gépek, szakirodalom – szükségeltetik a hatékony, piaci versenyképes termeléshez. A tervezés maga is egy termelési ágazat. A szoftver cégeknél máris megindult a nagyfokú tőkekoncentráció, globális tevékenység (pl. Nemetschek: Európára és USA-ra kiterjedő hálózat, forgalma meghaladja a legnagyobb magyar építőipari cég forgalmát).

A globalizációval együtt jön a határok nélküli szabályozási rendszer, az összes magyar tankönyv, segédlet, szakkönyv hirtelen válik elavulttá. A globalizációra való felkészülést nehezítik az EU-n belüli viták. Némely ország, mint Németország nem várt, kihozta új DIN 1045 szabványát alapvetően EC2 bázison, hogy segítse és gyorsítsa az átállást. Ma Magyarországon még teljes a bizonytalanság, melyik utat kövessük.

Részletesebben néhány, a termelési folyamatban bekövetkezett változásról.

2.1 Tartószerkezet tervezésének helye a tartószerkezet megvalósulásában

Egy tartószerkezet megvalósulásának ráfordításai

2.1.1. Szellemi ráfordítás

A tervezés helyett jellemzőbbnek tartom a szellemi ráfordítás fogalmát. A szellemi ráfordítások:

- építető részéről a követelmények megfogalmazása, ajánlatok értékelése, tervezési vállalkozói anyagok kezelése, bírálása,
- statikus tervező elvégez előszámításokat, esetleg részt vesz az ajánlatok elbírálásában, elkészít adott esetben kiviteli tervrészleteket
- vállalkozói ajánlatok: az éles verseny szereplői igyekeznek optimumot találni a követelmények teljesítése melletti minimális ráfordítást
- kiviteli tervdokumentáció, gyártmányterv vállalkozó saját szervezetével vagy külső bevonásával
- vállalkozó (kivitelező) szellemi ráfordítása

Technológia, tervezés, szervezés. Ezek együtt egy csarnokváznál ca. 20%-ot tesznek ki.

2.1.2. Fizikai munkaerő ráfordítás

Ugyan ma már a fizikai munkaerő ráfordítás korántsem jelent nehéz fizikai munkát, hanem sokkal inkább gépkezeléseket, szakmunkát, jobb híján így nevezzük.

Egy előregyártott vasbeton szerkezet esetében a fizikai munkaerő ráfordítások:

- sablonkészítés, zsaluzás
- vasszerelés
- betonozás
- manipuláció, rakodás

- fuvar (gépkocsi vezetés)
- darukezelés, szerelők

Ma az ilyen értelemben vett fizikai munkaerő ráfordítás egy csarnokváz esetében az összes ráfordításoknak cca. 32%-át teszik ki (ráfordítás alatt az úgynevezett rezszi óradíjakat véve alapul).

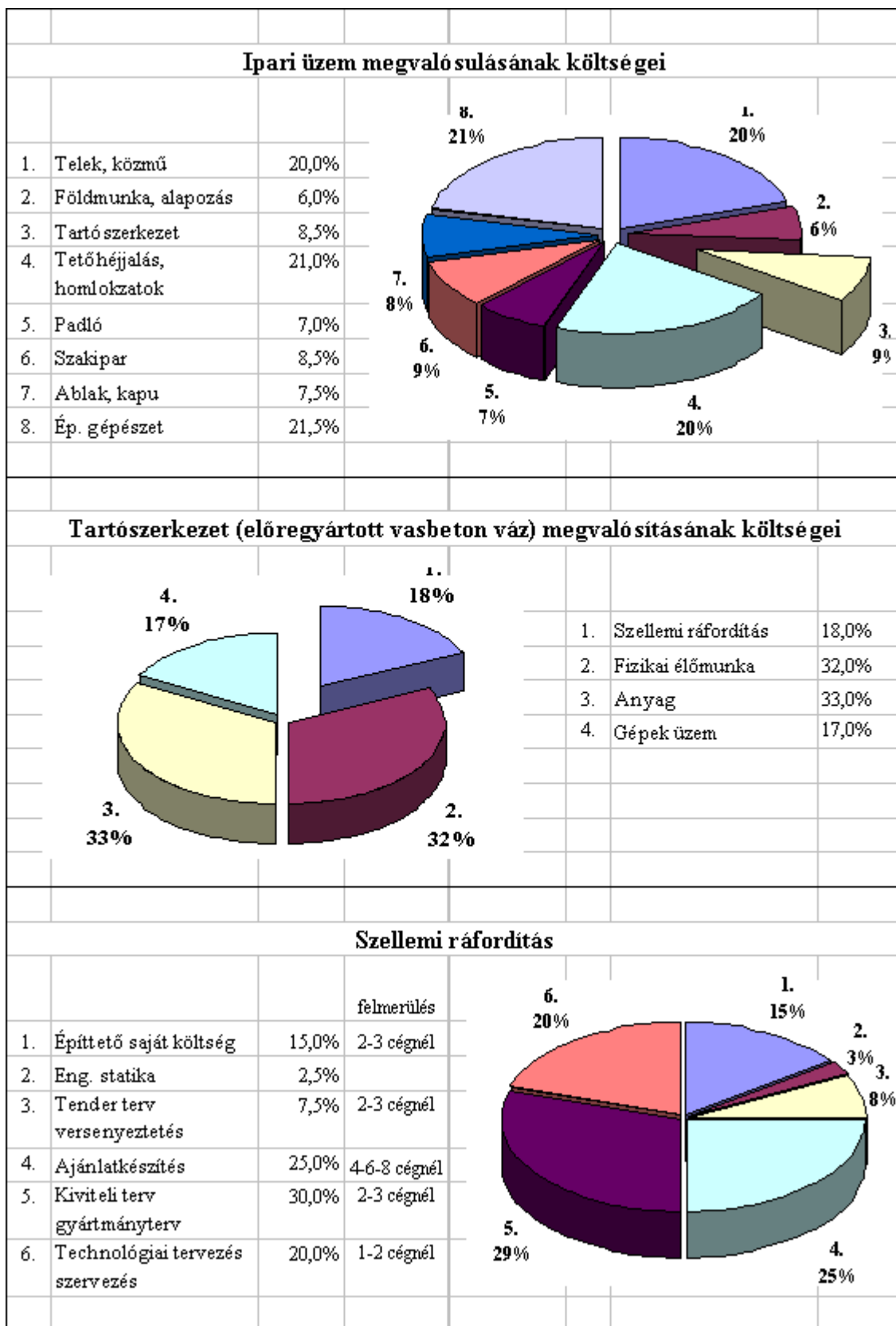
2.1.3. Anyagráfordítások

Részben a ténylegesen beépített anyagokból, másrészt a segédanyagokból tevődik össze. Itt is vannak nehézségek az elhatárolásoknál, sablonok, feszítő bakok, stb. hova kerüljenek. Az anyagráfordítások cca. 33%-ot tesznek ki.

2.1.4. Gépek, üzemek költsége

A gyártó üzemek, azok gépi felszereltsége, szállító járművek, daruk kerülnek ebbe a csoportba, üzemanyaggal együtt, cca. 17%-ra becsülhető.

A ráfordítások ábrázolása az 1. ábrán.



1. ábra

2.2. Mit jelent a tervezés ma?

Valamikor, talán a múlt század végéig aligha lehetett külön tartószerkezet tervezésről és kivitelezésről beszélni. A huszadik században különvált a tartószerkezet tervezés és a gyártás- kivitelezés. Mintegy 30 évvel ezelőtt még egy híddarut vagy toronydarut is önálló tervező szervezet tervezett majd egy termelő üzem gyártott.

Az iparosodás előrehaladtával egyre nehezebb különálló tartószerkezet tervezésről beszélni. Különösen igaz ez azon tartószerkezetekre, melyeket üzemben gyártanak, így az acélszerkezetekre vagy az előregyártott vasbeton szerkezetekre. Ezen szerkezetek tervezése már ma is elválaszthatatlan a technológiai, szervezési tervezéstől. A számítástechnika fejlődése azt eredményezte a tartószerkezetek tervezésében, hogy a 30-40 évvel korábbi legnagyobb tudást igénylő, a tervezés legértékesebb részét jelentő statikai számítás vált a tervezés legegyszerűbb részévé. Éppen a számítási rész volt a legteljesebb mértékben gépesíthető. Amit viszont a számítógép egyszerűen elvégez, az előbb-utóbb „értéktelenné” válik abban az értelemben, hogy annak piaci értéke lecsökken. A számítás ára 90-95%-ban a számítógép és szoftver ára, és csak 5-10% az emberi munka (sokszor még ez az emberi munka sem kell, hogy magasan kvalifikált legyen).

A fejlődést egy példán jól lehet követni. Egy 30 m fesztávolságú feszített vasbeton tartó statikai számítása 1960-ban mintegy 50 mérnökórát vett igénybe. Ma ugyanez 10 perc adatbevitel, 1-2 másodperc (gyakorlatilag mérhetetlen) számolása a számítógépnek, néhány másodperc 6-8 oldal eredmény kinyomtatása. Több variáció végigszámolása sem tart sokáig. A tervezés igazi nehézsége a piaci versenyben eladható termék megtalálása, a teljesítmény ár, használati érték összevetése.

A tartószerkezet legfontosabb elemeit a gyártók fejlesztik ki, hogy aztán az így kifejlesztett tartószerkezeti elem minél több épületben felhasználható legyen.

2.2.1. Példa

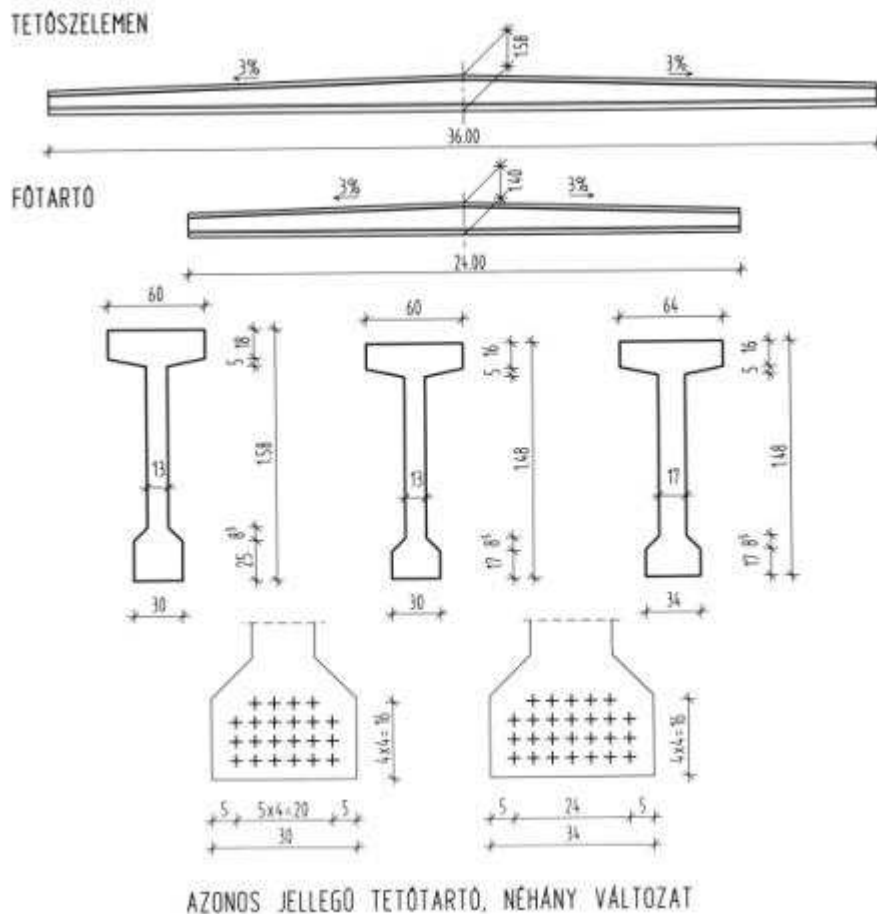
Az utóbbi években egyre nagyobb az igény 25-35 m fesztávolságú tetőgerendákra. Konkrét épülettől függetlenül ki kellett fejleszteni erre a piaci igényre terméket. (2. ábra)

A fejlesztés szempontjai:

- a termék kívánatos forgalmazási ideje legalább 10 év (sablonok élettartama, fejlesztési költség, tapasztalatok más hasonló termékekkel)
- EU konformitás
- egy épületnél aránylag kis darabszám, emiatt nagy távolságokra is gazdaságosan szállítható legyen (lehetőleg kis tömeg)
- alkalmazás tetőszelemenenként 5-7,5 m távolságokban helyezve vagy tetőfőtartóként, 9-12 m távolságokban helyezve

Kiindulási döntések

- betonminőség C40/50 (EN 206)
Eléggé ismert, hogy különösen nagy fesztávolságú tartók esetében gazdaságos a nagyobb betonszilárdság. A kérdés csupán az, meddig érdemes elmenni a betonszilárdsággal. A C50/60 betonok EC2 szerint még „normál szilárdságú” betonok, ez hamarosan szóba jöhet rendszeresen is, ennél még magasabb szilárdsági osztályok alkalmazását csak a későbbi években lehet előírányozni.



2. ábra. A fejlesztés eredménye

- Fp100-1570/1770 feszítő pászma, 4x4 cm elrendezésben
Miótán sok más feszített tartót is gyárt az üzem, nincs lehetőség sokféle váltásra
- B 60.50 betonacél hosszvasalásnak
- BHB 55.50 kengyelezéshez
Az 500 N/mm² folyású betonacélok kiszorították a piacról az összes más betonacélt az EU-ban, másfajta betonacél alkalmazására semmiféle indok nincs
- EC2 szerinti méretezés, hiszen a termékfejlesztés eredménye hasznosítható legyen Hamburgtól Szófiáig, „csak” Magyarországon alkalmazható termék fejlesztése gyakorlatilag nem lehet piacképes
- tetőlejtés 3%
A nagy fesztávolságú tetők esetében az acél trapézlemezéből készülő tetőtárcsa, ásványgyapot hőszigetelés, mechanikusan rögzített szigetelő fólia uralja a piacot egész Európában. Elvileg 2% vagy kevesebb tetőlejtés is megengedett, de a 3% névleges tetőlejtés mellett még némi lehajlás is megengedhető, így a 3% látszik leginkább eladhatónak.

Példa: 30m feszítőségi töltszalag, 7,5m-ként
Kézi előmérés:

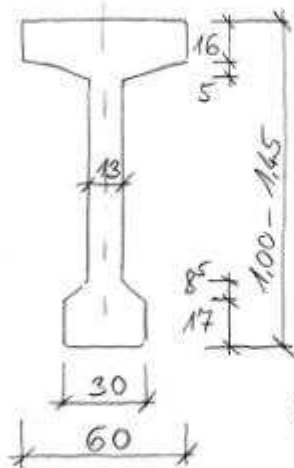
Változó teher $h_v = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Állandó teher $= 1,0 \text{ kN/m}^2$

(trapéz lemez + rögzítés + épületgépés)

$Q = 7,5 \cdot 0,8 = 6,0 \text{ kN/m}$ $f_a = 1,5$ $Q_{sd} = 9,0 \text{ kN/m}$

$G = 7,5 \cdot 1,0 = 7,5 \text{ kN/m}$ $f_a = 1,35$ $G_{sd} = 10,125 \text{ kN/m}$



Beton C40/50

Bet. acél B60.50; BHB 55.50

Feszítő párosma Fp 100-1570/1770

$G_{csiszol} \approx 7,0 \text{ kN/m}$ $f_{a0} = 1,35$

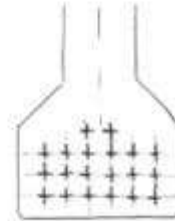
$G_{sd0} = 9,45 \text{ kN/m}$

$Q_{sd} + G_{sd} + G_{sd0} = 9,0 + 10,13 + 9,45 = 28,58 \text{ kN/m}$

$M_{sd} = \frac{28,6 \cdot 30^2}{8} = 3217,5 \text{ kNm}$

$V_{sd} = 30,2 \cdot 15 = 453,0 \text{ kN}$

$\mu = \frac{3217,5 \cdot 10^6}{600 \cdot 1250^2 \cdot 26,7} = 0,1285 \rightarrow \omega = 0,1404$

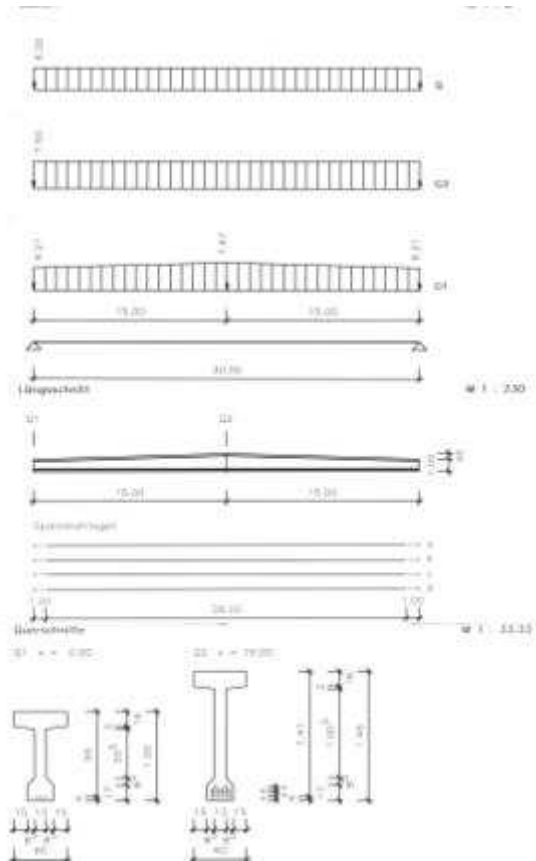


$A_{páros} = 0,1404 \cdot 600 \cdot 1250 \cdot \frac{26,7}{1385} = 2030 \text{ mm}^2$

azaz 20 db Fp 100 (ill. párosma helyett $\phi 20$ B60.50)

3. ábra. Közelítő számítás

Geometria, terhelések (Q és G), anyagminőségek, feszítő feszültség, előzetesen számolt vasalás (felső övbe előzetes számítás nélkül 4 f 20; alsó övbe 4 f 20 + 18 Fp 100.)



MATERIALEKESZÉRTÉK: Rajzgebelde Norm: EC2

Beton Fertigtétel: C40/50

$f_{td}(N/mm^2): 26.7$ $\gamma_{ms}(c): 1.50$

$f_{ctm}(N/mm^2): 3.5$

$f_{ctk}(N/mm^2): 35000.0$

Spannstáhl: S11570/1770

$f_{yk}(N/mm^2): 1795.2$ $\gamma_{ms}(s): 1.15$

$E_s(N/mm^2): 190000.0$

$\sigma_{sp}(N/mm^2): 0.0$

$\sigma_{sp,0.9}(N/mm^2): 1330.0$

$ip_{eff}(mm): 1.00$

Betonstáhl: B500

$f_{yk}(N/mm^2): 434.8$ $\gamma_{ms}(b): 1.15$

$E_s(N/mm^2): 200000.0$

Vörösváré für Kriechen und Schrwinden:

Zeitpunkt Temperatur (°C) Feuchte (%)

bis $T_0 = 3$ Tage: 25 70

TU bis $T_1 = 30$ Tage: 15 70

T1 bis TOC: 30

Beton Fertigtétel: Konsistenz S2 Zement N,R 1.00q(%)

Beton Fertigtétel: Konsistenz S2 Zement N,R 1.30q(%)

Relaxationsbeiwert Beton: 0.00 (k)

Relaxationsverluste Spannstáhl: im Spannbett: 0.00 (k)

TU-T1: 1 0.00 (k)

T1-TOC: 2 0.00 (k)

SYSTEMWERTE: Kragarm Feld Kragarm

Stützweiten $L(m): 0.00$ 30.00 0.00

Auflagerbreiten $B(m):$ 0.24 0.24

SPANNSTÄHLLAGEM: (ineq. 3: ab OK Fertigtétel)

| Lage | Arzähl | $A_p(cm^2)$ | $A_{pl}(cm^2)$ | $E(cm)$ | $I(cm)$ | $S_x(cm)$ | Neutr |
|-----------|--------|-------------|----------------|---------|---------|-----------|--------|
| unten a z | 1.00 | 1.00 | 20.0 | 4.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |
| unten b c | 1.00 | 6.00 | 4.0 | 4.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |
| unten c e | 1.00 | 6.00 | 4.0 | 4.0 | 12.0 | 0.000 | 30.000 |
| unten d z | 1.00 | 2.00 | 12.0 | 16.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |

Teilsicherheitsbeiwerte für Überlagerungen: Nutzlast: $\gamma_{ms}(q) = 1.30$

Eigenlast: falls z ungenügend: $\gamma_{ms}(g) = 1.25$ sonst: $\gamma_{ms}(g) = 1.00$

Vorpannung: $\gamma_{ms}(p) = 1.00$ $\sigma_{exp} = 1.10$ $\sigma_{inf} = 0.90$

Kombinationsbeiwerte:

Grundkombination: $\psi_{10} = 1.50$

Häufige Kombination: $\psi_{11} = 1.00$

quasi-ständige Kombination: $\psi_{12} = 0.50$

Begrenzung der Ribbreite nach Umweltklasse II

Grenzdickebetondecke: Betonstáhl unten: 0.0 mm, oben: 0.0 mm

Spannstáhl unten: 0.0 mm, oben: 0.0 mm

Spannstáhlort: Profilierter, Verbundbeiwert $\chi_1 = 2.7$

Schubdeckung nach dem Standardverfahren

AUFLAGERKAPAZITÄT: A, B (kN) | A, B (kN) | inc: $\gamma_{ms}(a)$

| A | B | 01 | 02 | 03 | MAX.0 | MIN.0 | MAX.0+Q | MIN.0+Q |
|---------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 304.109 | 0.000 | 112.000 | 30.000 | 0.000 | 427.424 | 194.949 | | |
| 304.109 | 0.000 | 112.000 | 30.000 | 0.000 | 427.424 | 194.949 | | |

Nachweise für Schnitt: 17 $x(m): 29.000$

ERFORDERLICHE LÄNGSBEWEHRUNG (Spannstáhl A_p + Betonstáhl A_{st} , A_{sm}):

Schnitt $K(m)$ $M(kNm)$ $M_{Ed}(kNm)$ $s_{ps,c}$ $s_{ps,s}$ $S(kN)$ $A_p(cm^2)$ $A_{st}(cm^2)$ $A_{sm}(cm^2)$

| | | | | | | | | |
|----|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 1.00 | 413.85 | -1.31 | 10.70 | 455.91 | 3.29 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 1.00 | 445.35 | -1.43 | 10.70 | 490.14 | 3.29 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 2.00 | 1157.00 | -1.01 | 10.71 | 1229.94 | 0.97 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 3.00 | 2004.60 | -3.50 | 10.29 | 2054.68 | 24.87 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 4.00 | 2716.75 | -3.50 | 10.72 | 2501.90 | 16.00 | 6.81 | 0.00 |
| 7 | 12.00 | 3110.61 | -3.50 | 9.10 | 2467.47 | 16.00 | 10.49 | 0.00 |
| 8 | 12.10 | 3126.18 | -3.50 | 9.15 | 2469.58 | 16.00 | 10.51 | 0.00 |
| 9 | 15.00 | 3242.49 | -3.50 | 11.74 | 2559.98 | 16.00 | 8.74 | 0.00 |
| 10 | 15.00 | 3242.89 | -3.50 | 11.74 | 2559.98 | 16.00 | 8.28 | 0.00 |
| 11 | 17.02 | 3126.18 | -3.50 | 9.15 | 2469.58 | 16.00 | 10.51 | 0.00 |
| 12 | 18.00 | 3110.61 | -3.50 | 9.10 | 2467.47 | 16.00 | 10.49 | 0.00 |
| 13 | 21.00 | 2716.75 | -3.50 | 10.72 | 2501.90 | 16.00 | 6.81 | 0.00 |
| 14 | 24.00 | 2004.60 | -3.50 | 10.29 | 2059.64 | 14.87 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 27.00 | 1157.00 | -2.81 | 10.71 | 1329.94 | 0.87 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | 28.92 | 445.35 | -1.43 | 10.70 | 490.14 | 3.29 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 28.90 | 413.85 | -1.37 | 10.70 | 455.91 | 3.29 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

MATERIALEKESZÉRTÉK: Rajzgebelde Norm: EC2

Beton Fertigtétel: C40/50

$f_{td}(N/mm^2): 26.7$ $\gamma_{ms}(c): 1.50$

$f_{ctm}(N/mm^2): 3.5$

$f_{ctk}(N/mm^2): 35000.0$

Spannstáhl: S11570/1770

$f_{yk}(N/mm^2): 1795.2$ $\gamma_{ms}(s): 1.15$

$E_s(N/mm^2): 190000.0$

$\sigma_{sp}(N/mm^2): 0.0$

$\sigma_{sp,0.9}(N/mm^2): 1330.0$

$ip_{eff}(mm): 1.00$

Betonstáhl: B500

$f_{yk}(N/mm^2): 434.8$ $\gamma_{ms}(b): 1.15$

$E_s(N/mm^2): 200000.0$

Vörösváré für Kriechen und Schrwinden:

Zeitpunkt Temperatur (°C) Feuchte (%)

bis $T_0 = 3$ Tage: 25 70

TU bis $T_1 = 30$ Tage: 15 70

T1 bis TOC: 30

Beton Fertigtétel: Konsistenz S2 Zement N,R 1.00q(%)

Beton Fertigtétel: Konsistenz S2 Zement N,R 1.30q(%)

Relaxationsbeiwert Beton: 0.00 (k)

Relaxationsverluste Spannstáhl: im Spannbett: 0.00 (k)

TU-T1: 1 0.00 (k)

T1-TOC: 2 0.00 (k)

SYSTEMWERTE: Kragarm Feld Kragarm

Stützweiten $L(m): 0.00$ 30.00 0.00

Auflagerbreiten $B(m):$ 0.24 0.24

SPANNSTÄHLLAGEM: (ineq. 3: ab OK Fertigtétel)

| Lage | Arzähl | $A_p(cm^2)$ | $A_{pl}(cm^2)$ | $E(cm)$ | $I(cm)$ | $S_x(cm)$ | Neutr |
|-----------|--------|-------------|----------------|---------|---------|-----------|--------|
| unten a z | 1.00 | 1.00 | 20.0 | 4.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |
| unten b c | 1.00 | 6.00 | 4.0 | 4.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |
| unten c e | 1.00 | 6.00 | 4.0 | 4.0 | 12.0 | 0.000 | 30.000 |
| unten d z | 1.00 | 2.00 | 12.0 | 16.0 | 0.000 | 30.000 | 30.000 |

Teilsicherheitsbeiwerte für Überlagerungen: Nutzlast: $\gamma_{ms}(q) = 1.30$

Eigenlast: falls z ungenügend: $\gamma_{ms}(g) = 1.25$ sonst: $\gamma_{ms}(g) = 1.00$

Vorpannung: $\gamma_{ms}(p) = 1.00$ $\sigma_{exp} = 1.10$ $\sigma_{inf} = 0.90$

Kombinationsbeiwerte:

Grundkombination: $\psi_{10} = 1.50$

Häufige Kombination: $\psi_{11} = 1.00$

quasi-ständige Kombination: $\psi_{12} = 0.50$

Begrenzung der Ribbreite nach Umweltklasse II

Grenzdickebetondecke: Betonstáhl unten: 0.0 mm, oben: 0.0 mm

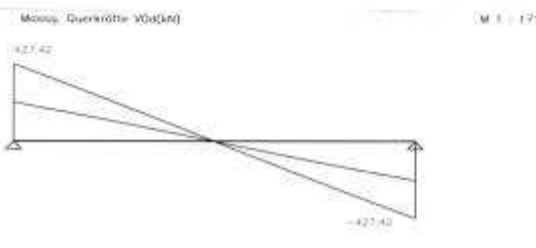
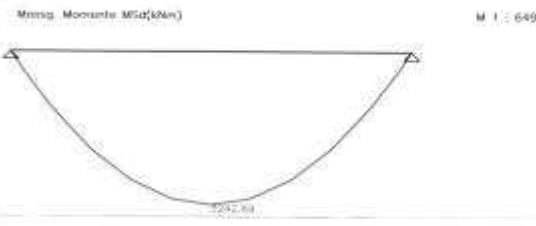
Spannstáhl unten: 0.0 mm, oben: 0.0 mm

Spannstáhlort: Profilierter, Verbundbeiwert $\chi_1 = 2.7$

Schubdeckung nach dem Standardverfahren

AUFLAGERKAPAZITÄT: A, B (kN) | A, B (kN) | inc: $\gamma_{ms}(a)$

| A | B | 01 | 02 | 03 | MAX.0 | MIN.0 | MAX.0+Q | MIN.0+Q |
|---------|-------|---------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 304.109 | 0.000 | 112.000 | 30.000 | 0.000 | 427.424 | 194.949 | | |
| 304.109 | 0.000 | 112.000 | 30.000 | 0.000 | 427.424 | 194.949 | | |

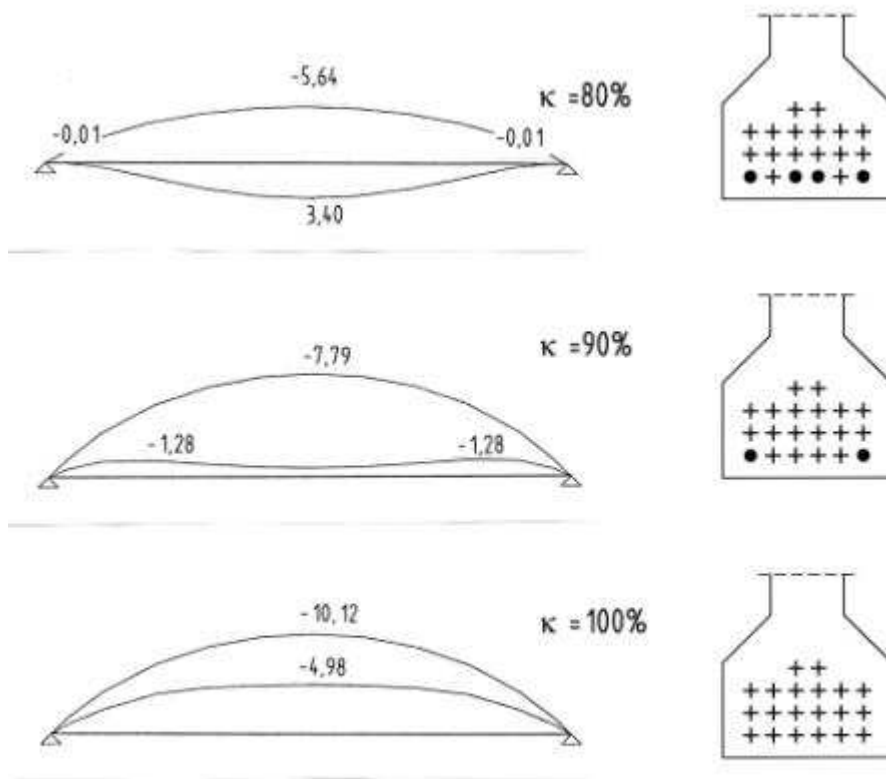


4. ábra. Gépi számításba bevitt adatok

Eredmények különféle

feszítési fokoknál (5. ábra)

$$\kappa = \frac{A_p f_{yp}}{A_p f_{yp} + A_s f_y}$$



Feszítési fok hatása a tartó felhajlására,lehajlására

5. ábra.

Megjegyzés a „példa” számításhoz

A mai tervezés egyik legnagyobb dilemmája, milyen szoftvert vásároljon a tervező? Egy-egy magasabb színvonalú szoftver használata nagyon megkönnyítheti a munkát, viszont jelentős beruházást jelent. A példához felhasznált abacus Fett (és a tartók stabilitási viszonyát vizsgált Fett Kin) program kiválasztásánál speciális szempontok

- EC2 szerinti számolás
- német szöveg (magyar változat még készülóban) a nemzetközi használathoz
- jellemzően előregyártott feszített beton számításához (természetesen egyben „normál” vasalású gerendákhoz)
- tetszőleges változó keresztmetszetek, konzollehetőség
- „öszvér” szerkezet kezelése: monolitikus felbetonnal együttdolgozó szerkezetek, mint földémnél, kapcsolati vasalás számítása
- könnyen áttekinthető eredményközlés, grafikusán is

Egy ilyen szoftver előnyös lehet olyan tervező irodának, mely rendszeresen előregyártott vasbeton

gerendákat tervez, ugyanakkor felesleges luxus lenne sok tervezőnél. A példa nem az abacus programot kívánja reklámozni, hanem be kívánja mutatni a mai tervezés dilemmáját. Egyre komfortosabb szoftverek kerülnek a piacra, melyekkel nagy termelékenységgel lehetne „termelni”, ha az árúnak, adott esetben egy-egy speciális területre terjedő tervezésnek megfelelő piaca lenne. A polihisztor tervező nem tudja tartani a versenyt a specialistákkal. A komplex terv specialisták beállításával jön létre.

A példában bemutatott program egyaránt „dolgozik” a magyar, német, román, bolgár piacra. Érdekes összehasonlításokra is lehetőség nyílik. Német piacon a megszokott régi DIN-re épülő programokkal kell mérkőzni, amikor is a régi DIN rendre több betonkövetelményekkel kell az EC2 számítás összevetni, ezerszer, tízezerszer leírni, amit mindenki tud, az EC2 szerint számított tartó kielégíti az MSZ követelményeket. Hiába, minden országban komoly érdekek próbálják akadályozni az egységes EC2 térhódítását, sokan féltik sok éves munkával kiharcolt egzisztenciájukat.

A több variációban végigszámolt tartó számítási eredményeinek kiértékelése gyakorlatilag a lehajlás-felhajlás viszonyok és bekerülési összeg mérlegelése: azonos teherbírás mellett (ez mint minimális követelmény: „egyáltalán forgalomképes legyen az autó”) hogyan viszonyul az ár és a használati állapot. tetőgerendák esetében előnyös a nagy felhajlás, de túlfeszítés esetén nagyobb felhajlás különbségek adódhatnak, közbenső födémeknél a felhajlást is korlátozni kell. Döntő lehet még a gyártás-technológiai mérlegelés, szállítási, szerelési állapot, csupa olyan kérdés, melyet az átlag statikus tervező szinte egyáltalán nem mérlegel. Segéd szoftver nélkül túlságosan munkaigényes lenne a mérlegelés és a fogyasztó (építtető) nem fizetné meg ezt a többletráfordítást.

A gyártóknál más a helyzet, a gyártó minél piacképesebb terméket szeretne, ily módon teljes értékelemzést kénytelen végezni, ha a versenyben akar maradni.

Eredmény értékelése

- feszítési fok beállítása
- tartóvégen gégecső alkalmazás (ha szükséges)

2.3. A tervezés egyéb feladatai

Miután a teherbírási követelmény kielégítése, mint statikai számítási feladat egyre inkább gépesített és mint ilyen, egyre „értéktelenebb” tevékenység (ha a ráfordítást tekintjük az elvégzett munka értékének), a figyelem a használati érték felé fordul:

- tartósság
- üzemelési ráfordítások (fenntartás, karbantartás)
- esztétika
- újra feldolgozhatóság (a tartószerkezet bontása, újra hasznosítása).

Ma még nem alakultak ki Magyarországon az értékelés szempontjai. Gondoljunk a személygépkocsikra. A teherbírási követelmény teljesítése az autónál kis közelítéssel azt jelenti, átmenjen a műszaki vizsgán. Ezt teljesítheti a 20 éves Trabant éppúgy, mint a 20 millió Ft-ért vásárolt új Mercedes.

A teherbírási követelményt teljesítik az MSZ követelmények szerint tervezett szerkezetek, mert a minimális követelmény törvényben szabályozott. Eszerint pl. a 30 m fesztávolságú tartónk lehajlása $l/200=15$ cm lehet, elegendő 1,5 cm betontakarás mely minimum 1,0 cm legyen és így tovább. Tűzállóság sajátos értelmezésben olykor csak 0,5 óra (ha a gerenda fióktartó, ha ugyanez főtartó, akkor 1,0 óra, tűz esetén a tűzoltó gondolkodik rajta, vajon fióktartó vagy főtartó alá kell bemennie?), tűzállóság az elavult és hamis MSZ követelmény szerint, és így tovább.

A tervezés egyik legfőbb feladata, különféle változatok komplex értékelése. Sajnos ilyennel még nem találkoztunk (lásd. pl. 17x20 pillérállású csarnok, acél rácsos tartókkal vagy feszített vasbeton tartókkal).

Sajátos tervezési feladat a betontechnológia tervezése. A szakmát váratlanul érte az elmúlt tíz év fejlődése, amikor is 10 év alatt szinte megduplázódott a számításba vehető betonszilárdság. A beton egyéb tulajdonságainak tervezhetősége azt eredményezte, hogy ma már sok esetben a beton, betontechnológia

tervezése nagyobb gondot jelent, mint a statikai számítás, tervezés. Jellemző, hogy miközben ma már a C100 (hengersizlárdtság) is nagyobb gond nélkül előállítható, az ENV 1992-1-1 eredetileg C 50/60 betonig ment el, mint „normálbeton”, jelenleg az ENV 1992-1-3 már kiterjeszti ezt a C 60/75 betonig, a DIN 1045-1 (új DIN EC2 alapon) kiterjesztette az előírást C 115-ig.

A korrózióvédelemre a műanyag bevonatokat környezetvédelmi megfontolásokból egyre inkább a nagyobb korrózióállóságú betonkeverékekkel, betonokkal kívánják kiváltani. Ily módon előfordulhat, hogy akkor kerül alkalmazásra Magyarországon valamely bevonat, amikor az az EU-ból már kiüldözött.

Az új betontechnológiai ismeretek a mai lassú kutatási, szakirodalom fordítási menetben lassabban terjednek, mint maga a fejlődés üteme, különösen ami a kis tervező, kivitelező cégeket illeti.

Ma még különleges tervezési feladatnak számít (illetőleg sokan nem is tekintik tervezési feladatnak) a termelésirányítást. A helytelen tendenciákat jól mutatja a manager szakok terjedése –teljesen rossz irányzat, mesterségesen szét próbálja tagolni a műszaki és manager tevékenységet.

A mai szoftverek jól mutatják, mennyire szétválaszthatatlan a műszaki tervezés és szervezés. Statikai számítás-műszaki terv – kalkuláció - termelési irányítás (olykor közvetlenül a termelő robotok vezérlése), - szállítás – szerelés – utókalkuláció – számlázás - könyvelés egy integrált szoftverben jelenik meg, pl. a zsalupaneles födémeknél (Elementdecke, precast floor).

2.4 Az EU hatása

Sokat és egyre többet hallunk az EU-ról. Itt elég csak A. von Acker úr egyik cikkére hivatkozni az egységes termékszabványok kidolgozásának nehézségeiről (CEN/TC 229 bizottság). „A munka 1990-ben kezdődött. A műszakiak 2 év alatt megfogalmazták elképzelésüket. Később az általánosítási törekvések miatt: harmonizált és szabadon megfogalmazott részletek, Eurocode kiegészítés vagy önálló szabályozás, az európai tagállamok sokféle előírásainak különbözőségei miatti nehézségek.

Most, 9 év intenzív munkája után sincs még egyetlen termékre sem kész anyag, de „a szituáció” remélhetőleg gyorsan megváltozik, a következő évekre várhatjuk a különböző gyártmányszabványok elkészülését. Végülis figyelembe kell venni, hogy ami a szabványok megfogalmazását illeti, mi amatőrök vagyunk miközben professzionizmust várnak tőlünk, különösen ami a munka nehézségét és a rövid időket illeti. Nem ismerjük a CPD terminológiákat, nincs elég ismeretünk a PNE előírásokról, nincs időnk ezeket tanulmányozni. Ehhez még hozzájön, hogy nem mindegyik munkacsoport „oxford-angol” nyelvtudású.”

Egy új európai közös műszaki nyelvet, gondolkodást kell rövid idő alatt megteremteni!

3. Tervezés holnap

Ilyen gyors változások korában nehéz előre látni a jövőt, de néhány mai történés már a jövőt mutatja.

3.1 Sokat hallani az amerikai sztár építész Frank O. Gehry munkáiról, többek között a düsseldorfi új „Zollhof” (vámudvar, igazából 3 irodaház tömb)-ről.

A homlokzati falak megvalósulása jól mutatja a tervezés jövőjét.

Gehry az épülete geometriáját többnyire modellen adta meg. A „Catia” konstrukció-szoftver segítségével a kézi alkotású modell beszkennelhető, hogy azután számítógéppel tovább feldolgozható legyen. A catia szoftver a repülőgép és autóiparból származik (Boeing, Volkswagen, Daimler-Chrysler). Az autóipar szakemberei segítségével lehetett a falpanelek geometriáját digitalizálni. Ezen digitalizált geometria alapján - melyet térbeli „karoszéria elemek”-ről lévén szó hagyományos értelemben nem is lehetett ábrázolni – működtek a robotok, melyek a polisztírol tömbből kimarták a gyártó formát. Meddig tart a tartószerkezet tervezés, hol kezdődik a termelés szervezés, irányítás?

3.2 A 36 m fesztávolságú feszített gerenda EC2 szerinti méretezése érvényes volt egyrészt Aachenben (D) és Szófiában (BG), miközben a statikai számítás Budapesten készült. Ki tervezi ezek után az ilyen gerendákat? Már nem lehet meghatározni, nemzetközi csapatmunka a jövő tervezése.

3.3 A nemzetközi együttműködés előtérbe helyezi az információcserék magasabb színvonalát. Az elektronikus dokument management rendszerek megvalósítása a továbblépés egyik kulcsa. Az egyik ilyen rendszer az Allaska (Nemetschek) lehetővé teszi, hogy meghatározott rend szerint készülhessen a tervdokumentáció (előtanulmányok, szerződések, statikai számítások, műszaki leírások, tervdokumentációk, termelésirányítási dokumentációk, elő- és utókalkulációk) földrajzi helytől függetlenül, a földgolyó akár legtávolabbi helyeiről végzett munkával, nemzetközi csapatmunkával. A résztvevőknek

már nem kell találkozni, nem kell fárasztó tárgyalásokon részt venni. ami működött a 36 m-es gerendánál (egyik részt vevővel sem volt közvetlen kapcsolat, „csupán” interneten keresztül), működnie kell egész objektumoknál.

4. Megállapítások

A globalizáció, informatikai, számítástechnikai fejlődés forradalmi változásokat hoz a tartószerkezetek tervezése terén is. A változásoknak ma még csak a kezdetén vagyunk. A magyar statikus társadalom alapvető érdeke, hogy a jelenségeket idejében felismerje és azokra idejében reagáljon. Jelen tanulmány ennek érdekében kívánt gondolatokat ébreszteni.