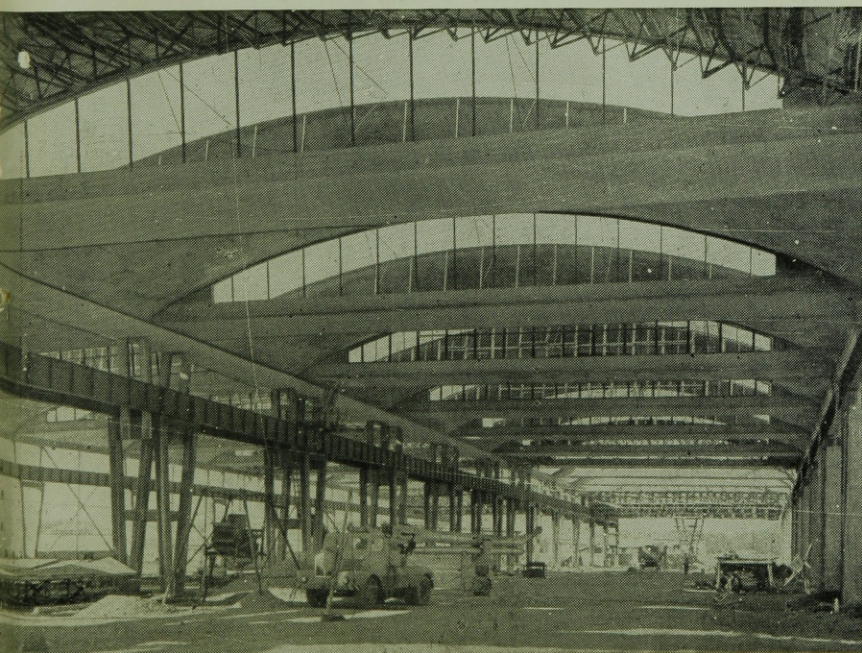


AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA * 1960. 2.



MAGYAR ÉPÍTŐ- IPAR

Főszerkesztő : LUX LÁSZLÓ

A szerkesztőbizottság tagjai : Bonta József, Gádoros Lajos, Gnädig Béla, Gyengő Tibor, Hergár Viktor, Katona József, Lévai Andor, Román Andor, Rudnai József

Szerkesztő : Rojkó Ervin

Szerkesztőség : Budapest, V., Deák Ferenc utca 10. Telefon : 181-041

Felelős kiadó : Solt Sándor

Kiadja : Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22

Megjelenik havonként

Előfizetés egy évre : 72.— Ft

TARTALOMJEGYZÉK

Csics Miklós : Műanyagok építőipari felhasználásának külföldi gyakorlatából	49
Илья Доганов—Claus Hoffmann—Hermann Rühle : Héj- és hullámszerű héjtetők előregyártott és feszített vasbetonelemekből	57
Kelen Tibor—Sebestyén Gyula : Beton-kongresszus Bécsben 1959. április 9—11.	68
Dr. Menyhárd István : Túlhaladott-e a monolitikus építési mód? ...	73
Rudnai József Kossuth-díjas : Új szerelőcsarnok a Ganz-MÁVAG-ban	77
Telekes György—Schumicky Jenő : Doboz alakú műtárgyak méretezése a nyomatékosztás módszerével	79
Dr. Csonka Pál : Egyszerűen számítható különleges alakú süveghejak	89
Sebestyén Gyula : Adatok a világ építőiparáról	95

СОДЕРЖАНИЕ

Миклош Чич : Из заграничной практики по применению искусственных материалов в строительной промышленности	49
Илья Доганов—Клаус Гофман—Герман Рюле : Крыши оболочки и волнистые оболочкообразные крыши из сборных и напряженных железобетонных элементов	57
Тибор Келен—Дьюла Шебештен : Конгресс по вопросу бетона в Вене	68
Д-р Иштван Менхард : Считать ли отживающим свой век монолитный метод строительства?	73
Йозеф Руднай лауреат Премии Кошшута : Новый монтажный корпус на заводе ГАНЗ-МАВАГ	77
Дьердь Телекеш—Ене Шумицки : Расчет коробкообразных сооружений методом распределения моментов	79
Д-р Пал Чонка : Просторасчитываемые сферические оболочки специальной формы	89
Дьюла Шебештен : Данные о строительной промышленности мира	95

Műanyagok építőipari felhasználásának külföldi gyakorlatából

CSICS MIKLÓS

A második ötéves terv egyik célja, hogy világszínvonalra fejlessze a magyar műanyag ipart. Ez a fejlődés egyidejűleg fogja megteremteni az építőipar új anyagbázisát: a műanyagok építőipari felhasználását. Hazai közvéleményünk nap mint nap értesül tervbevett vagy máris üzembehelyezett műanyagipari létesítményekről. Köztudomású, hogy Berentén épül fel az első nagyteljesítményű PVC üzem. Polyethylen gyártással a Tiszavidéki Vegyikombinát, polyészter előállításával és feldolgozásával a veszprémmegyei Papkesziben lévő Kolorkémia Festékipari Vállalat fog foglalkozni. Ragasztóanyagot a Kőbányai Műanyaggyár fog szolgáltatni. Ugyancsak a Tiszavidéki Vegyikombinát rendezkedik be műgyantalakkok előállítására.

Előzőek alapján nem érdektelen megvizsgálni — még szemelvényyszerűen is — egyes műanyagoknak építőipar területén történő felhasználásának külföldi gyakorlatát.

Jelen cikk keretén belül csupán az erősítő betétekkel készült építőlemezekkel a *habosított műanyagokkal* és a kettő kombinációjával előállított *sandwich szerkezetekkel* kívánunk röviden foglalkozni.

Az erősítő betétekkel készült építőlemezek szintetikus műgyantából és erősítő betétekből tevődnek össze. A felhasznált műgyanta általában polyester, epoxy, szilikon, phenol és melamin alapanyagú. Erősítő betétként papír, gyapot, azbeszt, farostszál, faforgács, üvegrostszál jön számításba. Kevésbé szilárdak mint a fémek, ezért inkább dekoratív szerepet töltenek be a külső és belső építészetben. Tartószerkezet céljaira nem alkalmasak.

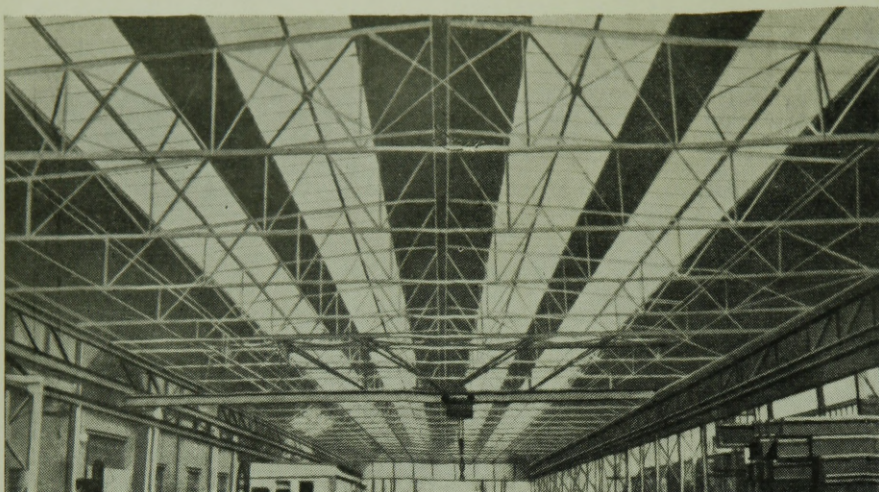
Az erősítő betétekkel készült építőlemezek közül kiemeljük a Nyugatnémetországban „Scobalit” néven forgalomba hozott üvegrostszálakkal megerősített polyestergyantás műanyag építőlemezt.

Térfogatsúlya: 1,5 kg/dm³. A lemezekben gyártott hullámossított scobalit tiszta súlya m²-ként vastagsági mérete szerint változó.

A 150. számú 1,0 mm vastag hullámlemez 1,5 kg/m² súlyú. A 200. számú 1,5 mm vastag h. lemez súlya 2,2 kg/m². Az előzőekben jelölt súlyok nem foglalják magukba a leerősítést szolgáló szerkezeti elemek súlyát, ami m²-ként 0,5—1,0 kg között változik és így az együttes súly középértéke 3,0 kg/m². A 150. szá-

mú scobalitot az alkalmazott profiloktól függően (hullámmagasság és szélesség) 75—150 kg/m², a 200. számú scobalitot 250 kg/m² terhelésre lehet igénybevenni.

A scobalit lemezek terhelését az előző értékek 30—50%-ával lehetne még fokozni, hogy a lemezek törése bekövetkezzen. (Ugyanazon szelementávolság mellett). Hajlítószilárdsága az üvegrostszáltartalomtól függően 1200—2500 kg/cm². Húzószilárdsága: 700—1500 kg/cm². Nyomószilárdsága: 1200—1800 kg/cm². Rugalmassági modulusa: 90 000 kg/cm². Fényáteresztőképessége a természetes színű lapoknál, a vastagságtól függően 85—92%. Ez az érték az időjárás hatásai következtében 5 évente 3—6%-kal csökken. Nagy fényáteresztőképessége ellenére nem átlátszó. Kedvezően szórt fényt eredményez színezett állapotban is. Az ibolyántúli sugarakat jórészt elnyeli. Infravörös sugárzás ellen védelmet nyújt. Hővezetőképessége: $\lambda = 0,16$ kcal/mh°C. A scobalitot kis vastagsága miatt ennek ellenére hőszigetelési igény esetében többrétegűen kell alkalmazni. Hőtágulási együtthatója 2×10^{-5} cm/°C, tehát hozzávetőlegesen az alumíniuméval egyező értéket mutat. Tíz m hosszú scobalit



1. ábra. Üzemi csarnok felülvilágítója

tábla $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet emelkedés hatására 1 cm -t nyúlik. A hőtágulás okozta feszültségeket szerkezetileg slice-szerű átlukasztásokkal — a leerősítés helyén — ki lehet küszöbölni. A kisebb méretű tábláknál az átfedési távolságok elegendők a hőokozta mozgások semlegesítésére.

Nedvességvédelem, vízfelvevő képesség: 24 óra alatt $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet mellett $0,1\text{ súly}\%$ tehát gyakorlatilag elhanyagolható. Emiatt vízpára ellen záróréteggént alkalmazható. A felületén lecsapódó páravizet nem szívja magába, így annak elvezetéséről gondoskodni kell. Tűz és hő ellenállóság: $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ hatására lángra lobban. Felületére hulló szikráknak ellenáll. Napsugárzásnál $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletet kibír. A scobalit fagyálló. Kémiai behatásoknak (pl. benzin, olaj, füst, híg savak és lúgok) jól ellenáll.

Megmunkálása szokásos szerzőszámokkal történik. Vágható, fűrészelhető, fűrható, szegezhető, csavarozható.

Lemeznagyságok: A lemezek kereskedelmi méretei igazodnak a hullámeternit és fémhullámeternit méreteihez. A lemez hossz $10\,000\text{ mm}$ is lehet 920 mm szélesség mellett. 1000 mm lemez hossz esetében a legnagyobb szélesség 5060 mm . Gyakori kereskedelmi méret a hullámeternithez igazodva: $920/2500$, 1600 , 1400 és $1020/2500$, 1600 , 1400 . Fémhullámeternit igazodva $860/2500$ és $890/2500$. Speciális hullámeternit hosszak és szélességek kívánás szerint készíthetők. A leme-

zek csak kétféle vastagságban készülnek: $1,0$ és $1,5\text{ mm}$.

Áttetsző színezésük lehet sárga, kék, zöld és piros. Át nem tetsző lemez esetén fekete és fehér színezés is lehetséges.

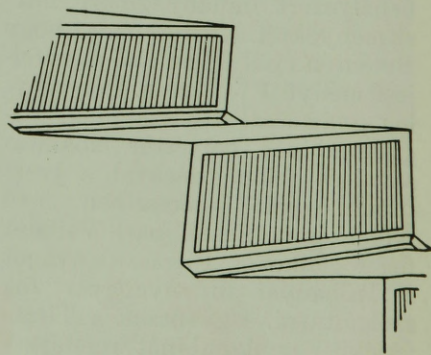
Hullámeterniteken kívül a nyugatnémet andernachi scobalit művek gyárt még *sima scobalit* lemezeket is. Ezeknek maximális mérete $1000/400\text{ mm}$. $1,5\text{ mm}$ vastag. Merevségük oly csekély, hogy csak olyan területeken lehet alkalmazásukra gondolni ahol terhelést egyáltalán nem kapnak. Pl. nyílászáró szerkezeteknél üvegezés helyett. Ebben az esetben mérete egyik irányban nem haladhatja meg a 350 mm -t. Kivételt képeznek ez alól a $0,25\text{ m}^2$ -nél kisebb lemez nagyságok.

A szerkezeti tartozék elemek taglalását jelen cikk tematikája és korlátozott terjedelme miatt mellőzzük.

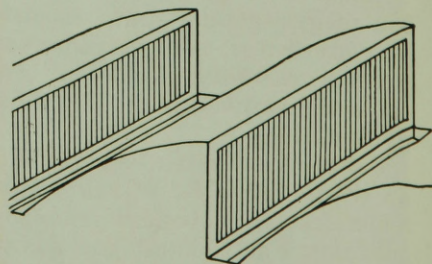
A scobalit alkalmazási területei a külföldi építési gyakorlatban a következők:

Az ipari építészetben üzemi csarnokoknál a tetőhéjzat síkjába fektetett scobalit betétek, betétcsíkok igen gazdaságosan helyettesítik a szerkezetileg költséges felülvilágítókat (1. ábra). A scobalitnak a tető síkjában való elhelyezése nemcsak hullámeternit és fémhullámeternit fedések esetében alkalmazható világító felület betétként, hanem bitumenes papírlemez és cserépfedés esetén is.

Shed rendszerű csarnoképületeknél a függőleges vagy dőlt síkú bevilágító felületeket a költ-



2. ábra. Shed-tetős épületek bevilágító felületei



3. ábra. Shed-tetős épületek bevilágító felületei



séges acélszerkezetű vagy elogyártott vb. szerkezetű nyílászáró szerkezetek helyett scobalittal gazdaságos megoldani (2. és 3. ábra). A scobalit alkalmas különböző méretű és rendeltetésű előtetők lefedésére. Különösképpen nagy kiülésű előtetőknél jön számításba, ahol világítástechnikailag is megmutatkozik szükségessége a könnyű súlya mellett (4. ábra).

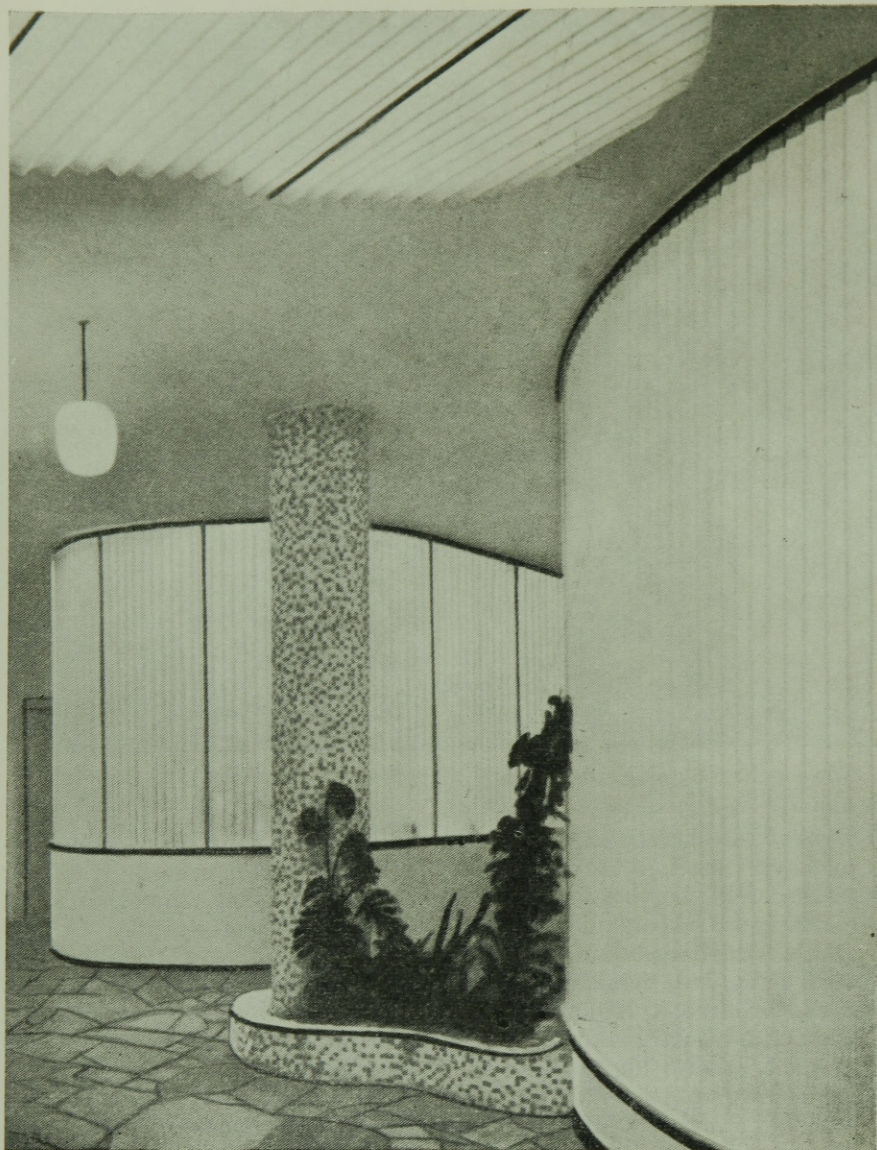
Scobalitból készült az andernachi scobalit művek hannoveri kiállítási épülete (5. ábra). Építészeti belsők kiképzésénél is igen tág tere mutatkozik a scobalit hullámlemezek felhasználásának.

Mozgatható vagy rögzített válaszfalak, álmennyezetek, radiátor fülke takarások képezhetők ki segítségével esztétikusan és gazdaságosan (6. ábra). Szabadban szélvédő üvegfalak, lakóházakon erkély és mellvédfalak alakíthatók ki fémkeretben, scobalitból (7., 7a és 8. ábra).

Az erősítő betéttel készült műanyag építőlemezek közül megemlítjük még az Angliában „Holoplast”-lap néven forgalomba hozott építőlemezt. Ez tulajdonképpen derékszögű hullámlemezt foglal magába, két oldalán 3 mm vastag fedlaplemezzel. A hullám- és fedlaplemez anyaga phenol-



5. ábra. A Scobalit-gyár kiállítási épülete



gyantával impregnált papírlemez. A Holoplast lapok vastagsága 2,5—5 cm. A táblák nagysága 2,44×1,22 m. Súlyuk (2,5 cm vastagság esetén) 29 kg, ami 10 kg/m² súlynak felel meg. A naturbarna táblákat színezzik. Hőszigetelőkéességük nagy mértékben növekszik, ha az üregeket üvegrostszálakkal kitöltik. Homokkal való kitöltés esetén, vagy ha a lapok egyik oldala perforálást kap, úgy absorbáló hatású akusztikus anyagot ad. A Holoplast az ún. „száraz” építési módoknál — acél vagy könnyűfém tartóvázrendszer — használatos, ahol a lapoknak kitöltő szerepük van.

Műgyanta alapanyagú habanyagok

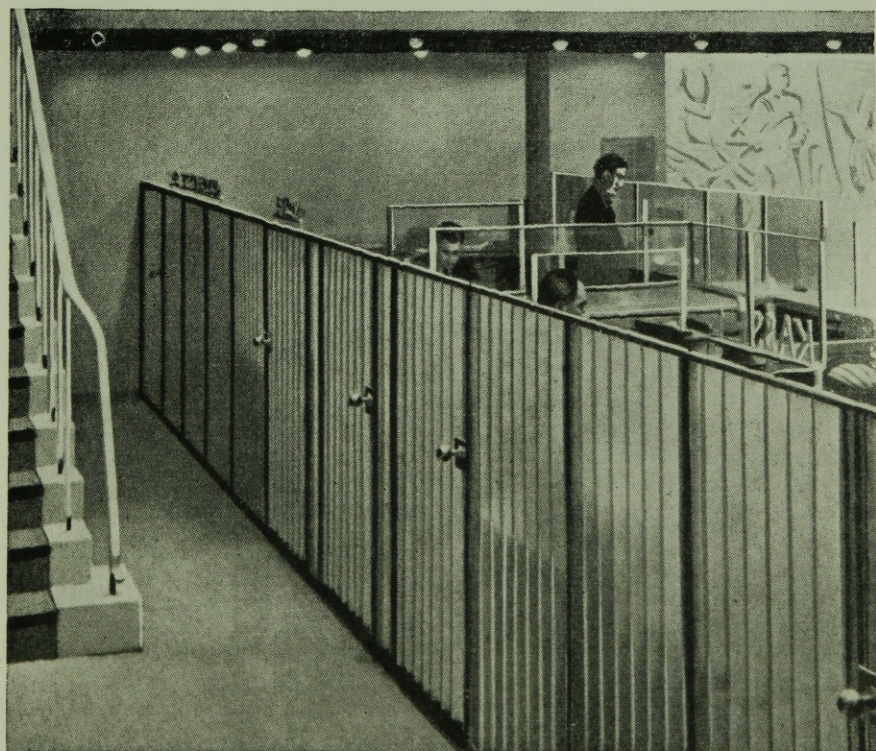
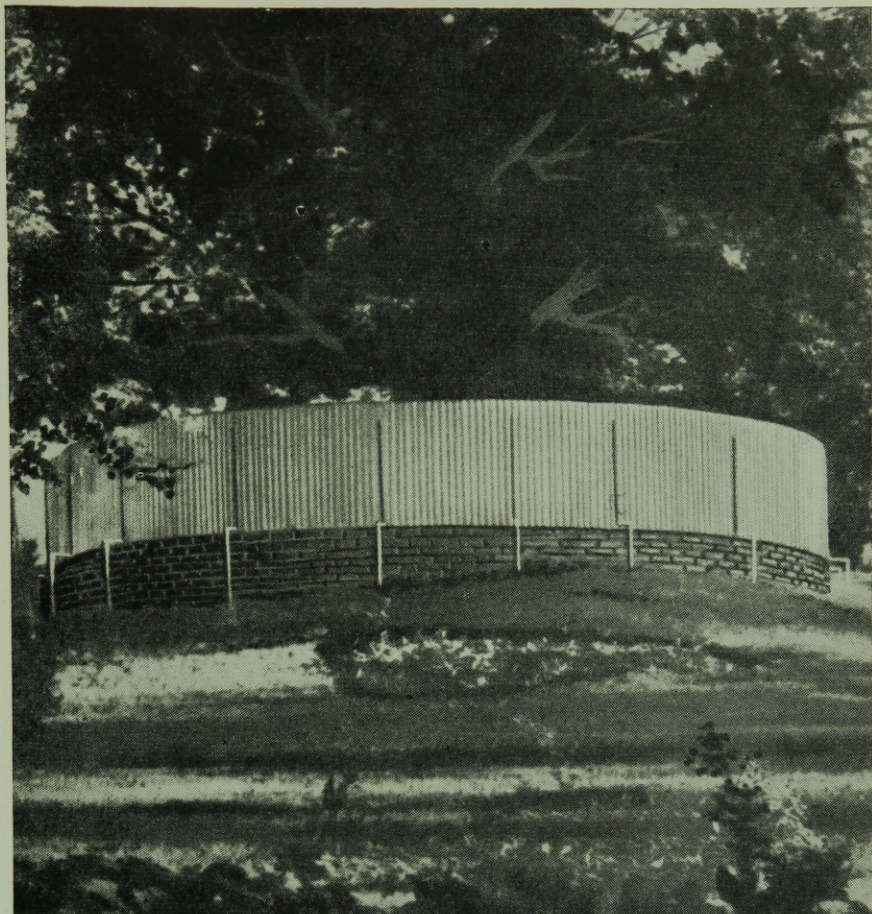
A műgyanta alapanyagú habanyagok egyre nagyobb teret

hódítanak 1946 óta az építőiparban. A habosító eljárásnál a habképző anyagot tartalmazó alapanyagot (pl. polystyrol vagy poliurethan) 95 C°—110 C° hőfokú víz segítségével habosítják. A habosítás 60-szoros térfogatnövekedéssel jár.

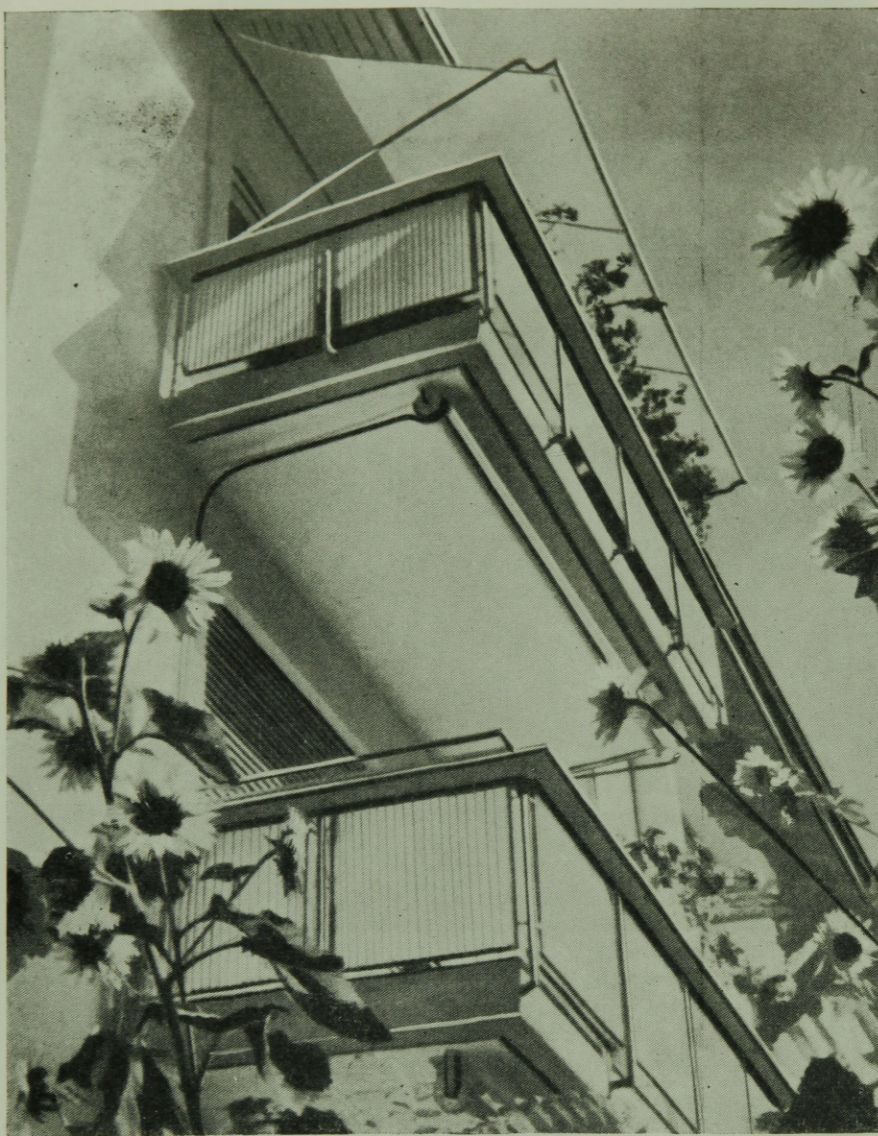
Polystyrol műgyantahab: habliterenként 3—6 millió levegőt magába záró cellatestet tartalmaz. Emiatt kitűnő hőszigetelő tulajdonsága van. Hangszigetelőkéessége már kevésbé megfelelő a sima felületű zárt cellatestek következtében. Hangszigetelési igény esetén a zárt pórusokat perforálással nyitottá teszik.

A habanyag ellenáll lúgoknak, savaknak, alkoholnak. Ezzel szemben benzintől, benzoltól, ásványolajoktól, éthertől óvni kell.

7. ábra. Szélvédő fal



7/a. ábra. Belső térelhatároló
falak



Fizikai adatok :

Térfogatsúlya	14—25 kg/m ³
Hajlítószilárdsága	3—10 kg/cm ²
Nyomószilárdsága	0,7—1,5 kg/cm ²
Hővezetőképessége	0,027 kcal/mh C°
Táblamérete	500 × 500 és 500 × 1000 mm
Táblavastagsága	5—200 mm

A habanyag felülete hófehér. A nem gyúlékony habanyagé sárgás-barna.

Thermoplasztikus anyag lévén hőellenállóképessége 65 C°. A 70—80 C° hőmérsékletet csak átmeneti ideig bírja ki. 5 cm vastagságig a habanyaglapok impregnálhatók, azáltal tűzbiztosakká válnak.

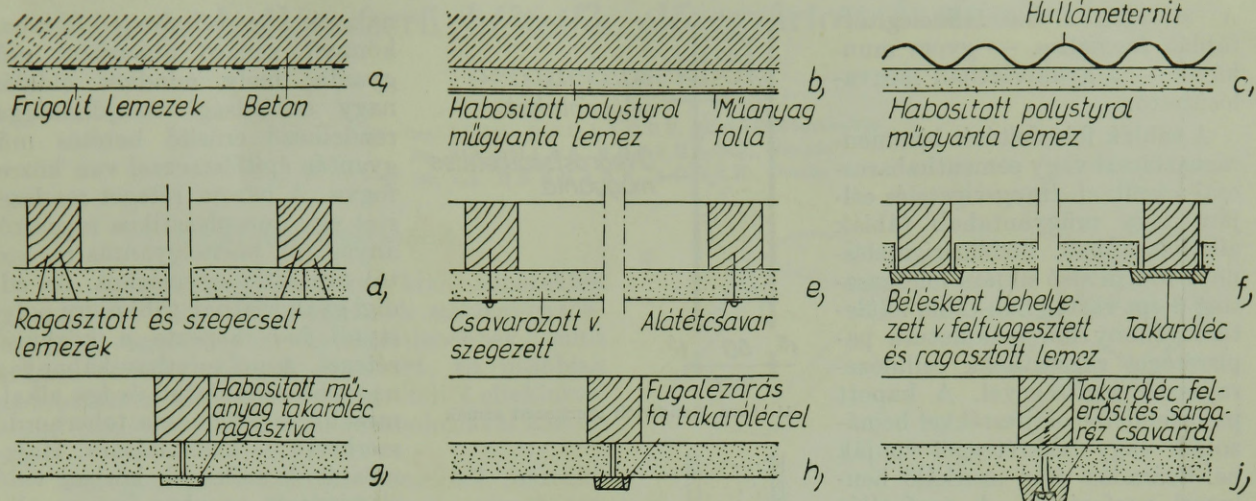
A műgyantahabok két fő alkalmazási területét

1. sandwich konstrukcióknál
2. szigeteléstechikában jelöljük meg.

Mint szigetelőanyag, konkurrens anyaga a parafának, azbesztnek, habüvegnek, üvegrostnak, ásványgyapotnak.

A sandwich konstrukciók esetében a méhsejtpapírral, habüveggel és a műgyantaragasztós fa-termékekkel hasonlítható össze.

A habanyagtablák a fizikai adatoknál megjelölt méreteken kerülnek forgalomba. Építészeti belsőknél a felerősítésük ragasztással, szegezéssel, csavarozással történik a felerősítésül szolgáló



9. ábra. Polystyrol műgyantahab-táblák felerősítési sémái

felület anyagától és szerkezetétől függően (9. ábra). A ragasztóanyag 50 °C lágyulási ponttal rendelkező forró bitumen vagy műgyantaragasztó anyag lehet többek között. A ragasztó anyagot 1,5–2,0 mm vastagságban felhordják, majd a habanyagtáblát hozzányomják.

A táblák felületét vagy nyersen hagyják, vagy bevonattal látják el. A bevonat rendszerint műgyantával kötött festékanyag ta-

péta, műanyagfólia vagy vakolat. Vakolt felületképzés esetén homokhintésű habanyagtáblát kell alkalmazni.

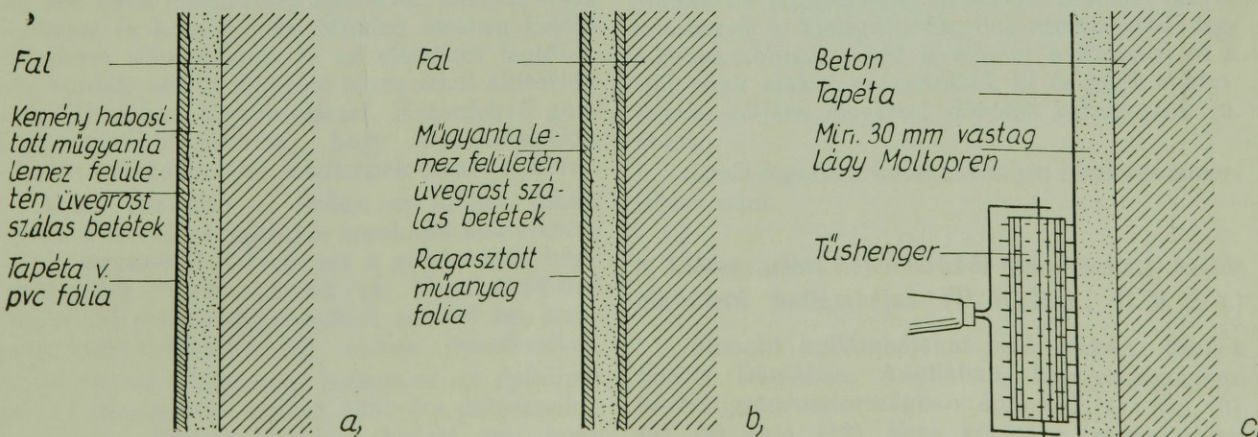
Polyurethan műgyantahab: Amíg a polystyrolból készített műgyantahab hőfehérfelületet mutat, addig a polyurethanból előállított hab kissé sárgás, elefántesontszínű. Fizikai adatainak vizsgálatánál még szembeszökőbb különbség mutatkozik a két habanyag között.

Térfogatsúlya	30–50 kg/m ³
Hajlítószilárdsága	4–50 kg/m ²
Nyomószilárdsága	2,5–70 kg/cm ²
Húzószilárdsága	1,4–14 kg/cm ²
Hővezetőképessége	0,030 kcal/mh C°
Táblamérete	500 × 1000 mm
Táblavastagsága	10–200 mm

Ott ahol 90 °C hőmérsékletnél nagyobb hő hatásának van kitéve, alkalmazása nem tanácsos. Gyártanak nehezen gyúlékony minőségű polyurethan műgyantahabot

A „kemény”-nek nevezett műgyantahab nagyobb részben zárt

síma felületű cellák sokaságát tartalmazza. Ezzel szemben a „lágy” műgyantahab mindenek előtt nyílt cellákból áll. Amíg tehát a polystyrol műgyantahab elsődlegesen hőszigetelési igényt képes kielégíteni, addig a polyurethan-hab akusztikai célokra is kitűnően beválik. Testhangok szigetelésére és hangnyelésre egyaránt használható. Szilárdsági értékei miatt a sandwich szerkezeteknél teherhordó építőelemként jön számításba. A műgyantahab táblák csupán fűrészelhetők és marathatók, csavarozásuk és szegezésük nem lehetséges (10. ábra). A táblák felületét üvegrostszálas réteggel szokták abban az esetben megerősíteni, ha nagyobb fizikai igénybevételnek van kitéve a burkolt felület. A polystyrol műgyantahab felületét rendszerint nyersen hagyják, vagy színezik, a polyurethan-hab táblákat legtöbbször tapétával vagy műanyagfóliával vonják be (PVC).



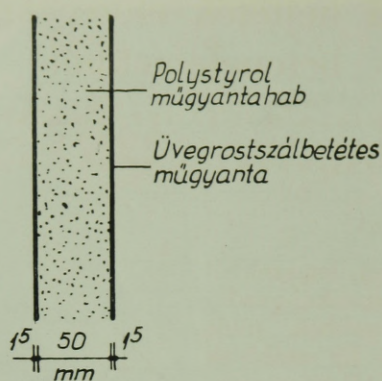
10. ábra. Polyurethan műgyantahab falburkolatok

A 80—140 C°-ra felmelegített táblák formálása — gyors munkával — a gyakorlatban megvalósítható.

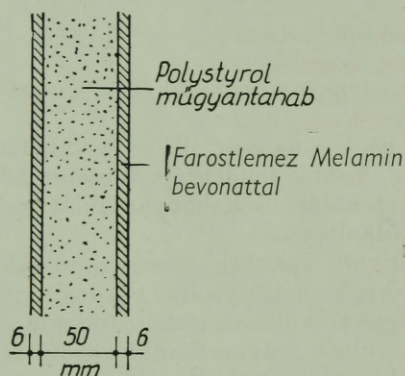
A táblák felerősítését bitumen-ragasztással vagy cementhabarccsal végzik el. Hangszigetelés céljára lágy műgyantahab táblák alkalmasabbak. Födémszigetelésnél a födém alsó síkjára felragasztott 3 cm vastag hab-tábla felületére vékony ún. makulatura papírréteget ragasztanak cellulóze-ragasztó segítségével. A kapott papírfelületet olajfestékekkel bemázolják vagy lakkréteggel vonják be. Száradás után szurkáló hengerrel perforálják. A perforálás mértékét akusztikai igények szabályozzák. (A perforálatlan szigetelőréteg csupán a mély hangok elnyelését szolgálja. A magas hangok elnyelésénél mutatkozik meg a perforálás szerepe). Végül megjegyezzük, hogy a polyurethan műgyantahab alkalmazását jelenleg még nagy mértékben gátolja az előállításával járó magas költség. Előnyei a polystyrol műgyantahab táblákkal szemben viszont nem elhanyagolhatók.

Sandwich szerkezetek.

A nagyszilárdságú, könnyű építőelemek vonatkozásában óriási fejlődést okoztak az erősítő betéttel készült műgyantás építőlemez, valamint a műgyantahabok. E két utóbbinak a hagyományos építőanyagokkal (pl. eternit, fémlemez) való kombinálásából jól variálható és az igényeket messze-mennyire kielégítő sandwich szerkezetek konstruálhatók. A téma sokrétűségénél fogva külön ismer-



11. ábra. Sandwich szerkezeti sémák



12. ábra. Sandwich szerkezeti sémák

tetésre szorul, ezért jelenleg csak érintőlegesen szólunk róla.

A sandwich szerkezeteknek három fő követelményt kell kielégíteniük:

1. Szilárdság.
2. Hőszigetelés.
3. Könnyű súly.

Ezeket túlmenően természetesen igények sorozatát jelölhetjük még meg (tartósság, tűzbiztosság, esztétikai igény stb.).

A jelenleg alkalmazott sandwich szerkezetek 3 rétegből áll-

nak. A középső réteg általában könnyű, szilárd habosított műgyanta, mely mindkét oldalán nagy szilárdsági tulajdonsággal rendelkező erősítő betétes műgyantás építőlemezrel van közrefogva. A három réteget rendszerint egy duroplasztikus ragasztóanyag (pl. phenolgyantás ragasztó) tapasztja egymáshoz. Az eddigi gyakorlatban többnyire polystyrol hab képezte a közbülső réteget. A polyurethan-habanyag nagyobb szilárdságú és így alkalmasabb — különösen teherhordó szerkezet — kialakítására. Használatának szélesebb körben való elterjedését azonban magas előállítási költsége akadályozza. A 11. ábrán közölt sandwich szerkezet (teherhordásra nem alkalmas) 5 cm közbülső réteggként használt polystyrol műgyantahabból és két 1,5 mm vastag üvegrostszálbetétes polyestergyantás lemezből áll.

A 12. ábrán az 5 cm vastag polystyrolhabot kétoldalt 0,6 cm vastag melamin bevonattal ellátott farostlemez zárja le. Ez a szerkezet egyszintes épület födémterhének hordására alkalmas.

A két ismertetett sandwich szerkezetet szándékosan úgy választottuk ki, hogy azoknál a már korábban tárgyalt műanyagfelvételek forduljanak elő. Ezeket kívül fémlemezrel, eternitlemezrel kombinált szerkezetek variációs lehetőségeit is kiaknázták már a külföldi építőiparban. Amennyiben alkalom adódik, szeretnénk még e lap hasábjain a későbbiek folyamán erre visszatérni.

Héj- és hullámszerű héjtetők előregyártott és feszített vasbetonelemekből

Dipl. Ing. I L J A D O G A N O F F, jelenleg Münchenben
Dr. Ing. C L A U S H O F F M A N N, Drezda
Dr. Ing. H E R M A N N R Ü H L E, Drezda

1. Kiindulási szempontok

Az egyes előregyártott rudakból, lemezekből összeállított vasbeton szerkezetek statikai-gazdaságossági szempontból kedvezőtlenebbek, mint számos térbeli vasbeton szerkezet. Ez utóbbiak azonban nem túl nagyszámú kivételtől eltekintve, eddig általában monolitikus technológiával készültek.

Előregyártott vasbeton elemekből összeállított különleges egyedi térbeli ipari csarnok tervedésekkel a cikkben nem kívánunk foglalkozni. Figyelmünket elsősorban az építkezés nagyüzem-szerűsítésére kívánjuk fordítani. Ez azt jelenti, hogy keresnünk kell és keresztül kell vígyünk sokoldalúan felhasználható megoldásokat, hogy a jól szállítható elemeket nagy darabszámban, nagyüzemi módon lehessen előállítani. Vákuumkezeléssel gyors kiszaluzás lehetőségét biztosíthatjuk, ami a héjszerkezetek költséges és bonyolult zsámozását olcsóbbá teszi.

Ezzel előtérbe kerül az a feladat, hogy az előregyártott elemekből összeállított héjszerkezetekkel való építésmódot az ipari építkezés területére is kiterjesszük.

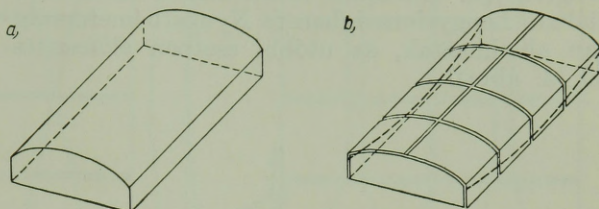
Fontos kérdés az előregyártott héjelemek megfelelő súlymegállapítása. Az általunk végzett számítások alapján az 1, 2, 3 tonnás elemek látشانak ipari létesítmények számára a legmegfelelőbbeknek. Az ebbe a súlycsoportba tartozó elemek beemelésére a ma már kellő mennyiségben rendelkezésre álló autó-daruk és a 40 tonnaméteres toronydaruk alkalmasak.

2. Előregyártott elemes térbeli tartószerkezet-formák fejlődése

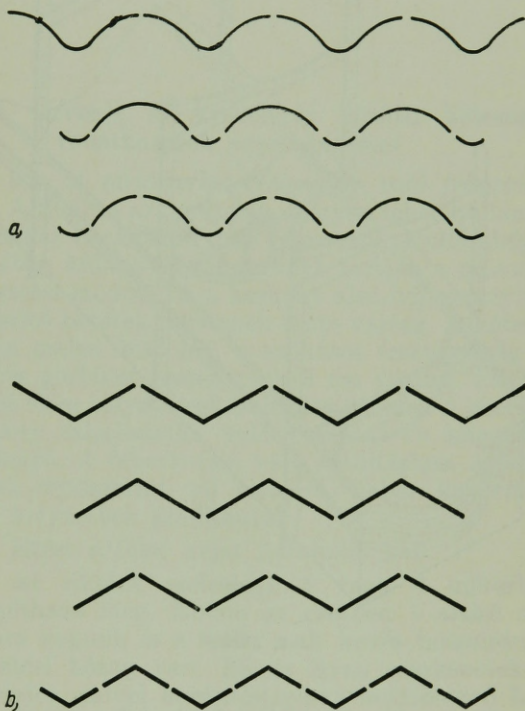
Az elsők között, akik előregyártott elemekből összeállított, nagy térbeli tetőhéjakról beszámolnak, áll Doganoff (2), (8), (10), (14) stb. Bulgáriában sok ilyen szerkezetet építettek, alakjuk főleg gömbrész és konoid volt. Minden esetben kettős görbületet alkalmaztak és az elemeket legtöbbször bordák nélkül kiöntött hézagokkal állították össze, általában lágyvasalással. Kézenfekvő gondolat továbbfejlesztése, hogy felületelemeket térbeli tartószerkezetté feszítsenek össze (1. ábra).

Haas 1957-ben — abban az időben tehát, amikor a szerzők a fejlesztés munkáját már elkezdték — ugyancsak felveti azt a gondolatot, hogy héjelemeket összefeszítsenek (13). Végül 1958-ban Bühner (15) pályaudvartetőkről számol be, amelyek hengerhéj-elemekből voltak összefeszítve.

A szerzők a Tipizálási Intézet és az építőipar komoly támogatása mellett 1956 óta dolgoznak e problémán. Először tisztázni kellett azt, hogy milyen térbeli tartószerkezetek alkalmasak vékony



1. ábra.



2. ábra.

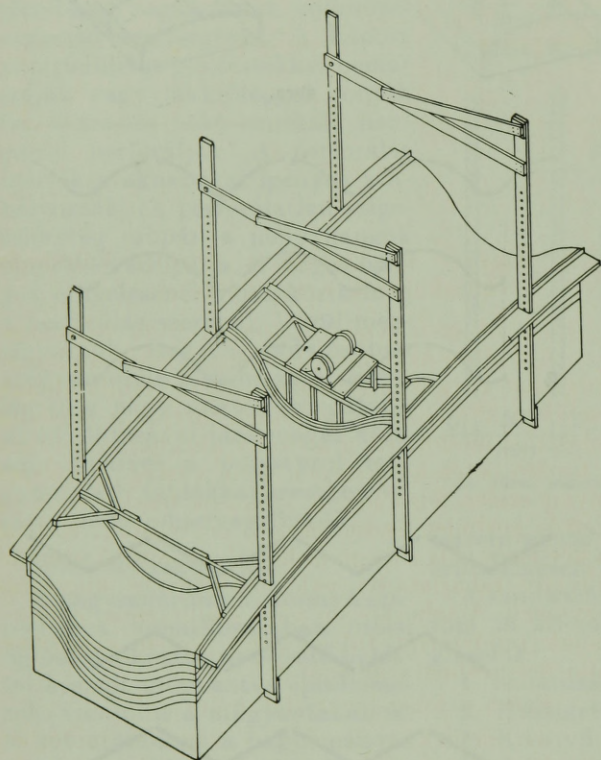
bordanélküli elemek összefeszítésére, ahol optimális gazdaságossági eredmény várható és a munkaerő szükséglettel szemben fennálló követelmények is kielégíthetők. Sok szempontból legalkalmasabbnak végül is először a hullám- és a cikk-cakk alakot választották ki és mint a kivitelezés céljára megérett döntést kidolgozták (2. ábra).

Erről fogunk a következőkben részletes ismertetést adni.

3. Előregyártott héjelemekből összefeszített, kettős görbületű hullámhéjak (D. W. P. a., D. B. P. a.)

Monolit hullámhéjakat csak ritkán, többek között Dániában, Angliában, Lengyelországban és Nyugatnémetországban építettek. (4), (5), (6), (8), (9), (11), (12). Ezek között a lengyel előregyártási mód, ahol az előregyártott elemeket

egymás felett elhelyezett matricákon készítik a legérdekesebb (3. ábra). Ez a gyártási mód látszik az üzemi előregyártás szempontjából a legalkalmasabbnak. Ezekből az elemekből azonban Lengyelországban és Bulgáriában is, túlnyomóan hullámalakú keresztmetszettel bíró íves szerkezeteket építettek, amelyek önmagukban véve nem hengerhéjak. Hullámos tetőelemeket Csehszlovákiában, Lengyelországban és Nyugatnémetországban alkalmaztak, az utóbbi esetben előfeszítéssel (3. ábra).



3. ábra

Doganoff a Tipizálási Intézet keretében végzett alapos vizsgálatai alatt úgy találta, hogy a hullámhéjak statikai szempontból vett viselkedés szempontjából peremtartó nélküli körszelet hengerkeresztmetszetű héjakkal egyenértékűek. A hullámhénál nagyobb az anyagmegtakarítás mint a peremtartókkal ellátott dongahénál. A hullámhénál nem igényel nagyobb anyagráfördítést, mint a neki megfelelő peremtartó nélküli dongahénál. A hullámhénál kötőgerendáit azonban általában nem lehet olyan anyagtakarékosan kivitelezni, mint a dongahénál kötőgerendáit. A beépített tér hullámhénál kisebb mint azonos szerkezeti magasságú peremtartós dongahénálnál. Előregyártás és előfeszítés tekintetében a hullámhéjak számos előnyt biztosítanak.

A statikai vizsgálatok szerint célszerű az alsó konkáv héjrészt vékonyra méretezni, mivel ez a negatív Gauss-féle görbület következtében „lágú” és csak csekély peremtartó hatása van. A felső konvex héjrész már szélesebbre (vastagabbra) vehető, mivel ez a pozitív Gauss-féle görbület

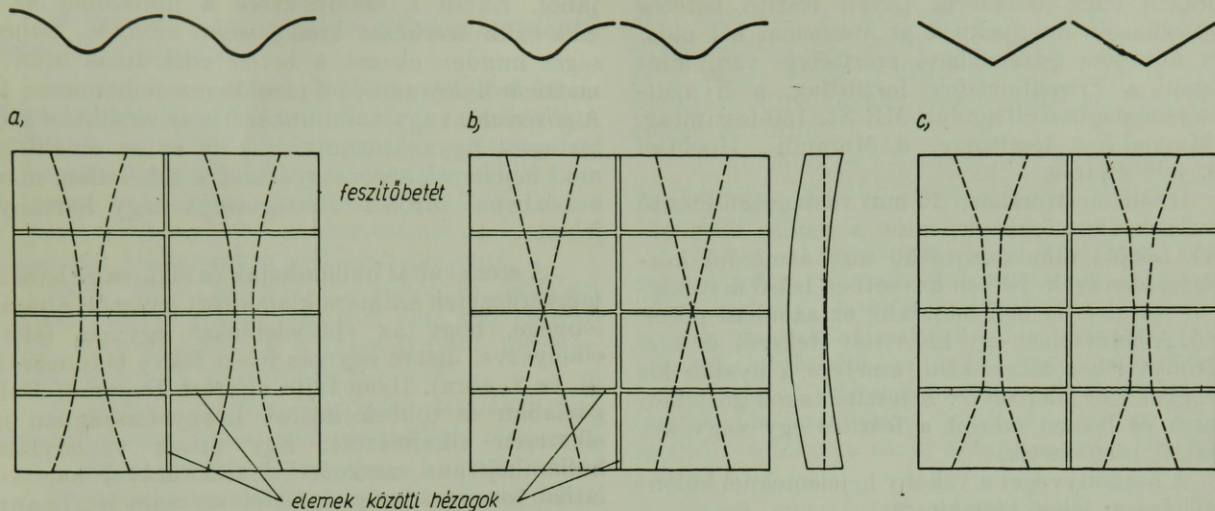
folytán „merev” és jó peremtartó hatása van. A felső hullámív célszerű keresztmetszeti alakjának a gyűrűnyomatékok miatt harmadrendű parabola tekinthető, jóllehet körszegmens is megfelel a célnak.

Ez a hullámhénál 4–6 m hosszú és 2,2–2,5 m széles héjelemekből áll, az elemek nagysága a szállítóeszközöktől függ. Általában tehát a héjakat nemcsak hosszirányban hanem keresztirányban is többszörösen fel kell osztani. Nem előfeszített héjaknál illesztési hézagokat csak olyan helyeken irányozunk elő, ahol lényegtelen vagy egyáltalán semmi húzófeszültség nem lép fel. Előfeszített hullámhénálnál ebben a tekintetben nagyobb szabadság van. A feszítő elem vastagságára való tekintettel a hénál vastagságot 5,5–6 cm-ben lehet megválasztani. Ez a vastagság csak ott szükséges, ahol a feszítő betétek vannak. Ez a tárgyalt esetben a hénál, keskeny konkáv részére vonatkozik. A héjakat matricákon készítik, amelyek a tapasztalat szerint pontos gyártást és folyamatos ellenőrzést lehetővé tesznek. Ezzel a módszerrel 3 cm vastag hénál lehet készíteni, ahol a vasalást csak 1 cm vastag betonréteg fedi. A hénál konvex, feszítő betéteket nem tartalmazó felső része következésképpen 3 cm vastag. A hullámhénál hosszirányában megemelés útján kettős görbületet kap, ami előnyös a feszültségi állapot szempontjából a használati és törés állapotban, a kihajlási biztonság szempontjából és a vízvezetést felbeton nélkül megoldhatóvá teszi.

A feszítő betéteket a hullám alsó felében helyezik el. Míg a tartószerkezet közepén ezeknek lehetőleg mélyen kell a hullámvölgybe feküdniök, a kötőgerendáknál körülbelül a hullám fordulópontjának magasságáig vezetik fel, hogy a főhúzófeszültségek kicsik maradjanak. Itt megmutatkozik a hullámhénál előnyösebb volta a peremtartós dongahénállal szemben, mert így az úgynevezett trajektória — vasalás — illetve feszített vasalás fedve van. A feszítő betéteket a folyamatosan haladó hullámvonalak esetében a kötőgerendalapon meg lehet támasztani és a mezőközépen szorosan egymás mellett fehetnek (4. ábra).

Amennyiben a hosszirányú ívmagasságot éppen olyan nagyra választjuk meg, mint a félhullám ívmagassága, teljesen egyenes feszítőbetéteket alkalmazhatnánk, amelyek az alsó hullámhénál átlójának irányában fekszenek. Ezáltal a feszítő betétek surlódását elkerülhetjük. A feszítő betétek kereszteződési helyének kialakítása azonban kivitelezéstechnikai nehézségekbe ütközik, mert a hénálnak ezen a helyen 3 cm-el vastagabbnak kellene lennie, miáltal a feszítő betétek környékén a hénálnál hajlítónyomatékok keletkeznek.

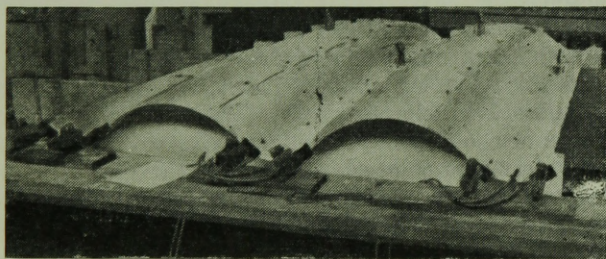
Abból a célból, hogy a használati állapot és a törési állapot statikai problémáit valamint az előfeszítés befolyását lehetőleg a tényleges helyzetnek megfelelően lehessen tanulmányozni, Rühle és Hoffmann professzorok DAMW-ben Drezda, két gipszmodellen végeztek kísérleteket (5. ábra). A terheléseket szűk raszteren pontszerűen lehetett alkalmazni és törésig folyamatosan növelni. Az elő-



4. ábra

feszítést kis hüvelyekben vezetett 2,5 mm vastag drótokkal végezték, a feszítőerőt szorítódugattyúval vezették be. Ennek az erőnek nagyságát egyszerűen 250 kg Wazan húzókengyelen határozták meg.

Az alakváltozást nyúlásmérővel mérték. Ezek a kísérletek, megmutatták ennek a héjalaknak rendkívül nagy tartóképeségét (5. ábra).



5. ábra

4. Előregyártott elemekből összefeszített cikk-cakk alak keresztmetszetű szerkezet (német szabadalom)

Ha kisebb a darabszám és ha az előregyártás az építőhelyen történik, egyszerűbb formákat kell előnybe helyezni. Az építőhelyen szívesebben veszik a síkfelületű héjformákat, mert előállításuk egyszerűbb.

A hullámalakú héj rokonságban áll a cikk-cakk alakú szerkezettel (2. ábra). Ez utóbbi sajátossága, hogy kötő tárcsa helyett vonóvasat kell alkalmazni, ezáltal az épület hossz-falai a tetőháromszög területén teljesen üvegezhetők és nagy szellőzőnyílásokat lehet nyerni. Az ilyen típusú lemezmű számítási módja viszonylag egyszerű.

Az építőanyag szükséglet nagyobb mint a héjnál, mivel a harántnyomatékok nagyobbak. Az előállítás bonyolultabbá tétele nélkül ezen haránt-bordák alkalmazásával lehet segíteni, amelyeket az illesztési hézagoknál a helyszínen lehet betonozni.

5. A tervezés és kivitelezés közötti kölcsönös vonatkozások egyes kérdései

5.1. A tartószerkezet elemekre való felosztása.

A 2. ábra azt mutatja, hogyan lehet hullámos formákat harántirányban felosztani. Hullámhéjak esetében különösen célszerűnek tartják a második felosztási módot. Itt a keskeny alsó héj, amelyben a feszítő betétek fekszenek 6 cm vastag. A kétszer olyan széles felső héj, a szokásos feszítávolság és kettős görbület esetén csak 3 cm vastag. Ezáltal a két elem súlya megközelítőleg azonos. A szerelő-állvány fahajlataiba való beállítás és kiigazítás egyszerű. A teherkocsin való szállításhoz, a felső-héjak rendszerint túl szélesek, habár kimerítve, álló helyzetben szállíthatók.

Ezért a felső héjat darabolni kell.

Az elemek szélessége 5 vagy 6 méterben állapítható meg. Ebben az esetben V-alakú elemeket kapunk és a tetőn csak kevés hosszirányú illesztési hézag van. Ez az ilyen szerkezeteknél ajánlatos, mivel harántirányban számottevő hajlítónyomatékokat kell átadni. Az, hogy a V-alak felfelé vagy lefelé nyitott, attól függ, hogy a sort az oromnál hogyan fejezzük be.

A tárcsát a felső és az alsó kihajlási pontokon is felbonthatják, ezáltal az elemgyártás számára az elképzelhető legegyszerűbb téglalap alakú, sík tömör lemezt kapjuk mint héjformát. Ügyelni kell arra, hogy bár a kihajlási pontokban harántnyomatékok lépnek fel, amennyiben az illesztést hajlításra mereven alakítják ki, de a peremnyíróerők a tartószerkezet és terhelés szimmetriája esetén nullával egyenlők.

5.2. Az előfeszítés részletei.

Mivel a feszítő betéteket az elemek behelyezése után nagy magasságban kell befűzni, megfelelő rugalmasságú feszítő betétek volnának kívánatosak. Erősebb görbületű feszítő betét esetén a rúd-feszítő betét előnyösebbnek mutatkoznék a nyalábos feszítő betéttel szemben. Nagyobb hosszúságú héj esetén a nyalábos feszítő betétet könnyebb befűzni, mivel ezt a tetőre felállított

csörlőről lehet letekerni. Olyan feszítő betétek javasolhatók, amelyeknek az építőelem két oldalára könnyen felszerelhető szorítófeje van, mint például a Freysinnet-féle feszítőtag, a Nyugat-Németországban elfogadott MR St. 150-feszítőtag, a Magnel-féle feszítőtag, a Morandi-, Hochtief stb. féle eljárás.

Ovális maximálisan 20 mm vastagságú feszítő hüvelyek előnyösebbek, mint a rendes körülmények között alkalmazott 30 mm átmérőjű körgyűrűs hüvelyek. Ebben az esetben belső távolságtartó spirálról le kell mondani, ez azonban pótolható. A befűzéshez egy kis vitlát (tekerő) és acél sodronyt lehet alkalmazni, amelyre a nyaláb kis horoggal van felerősítve. A feszítő tagok görbületi sugara és hossza szerint a feszítés egy vagy két oldalról történhetik.

A horgonyvéget a vékony héjelemeknél különbözőképpen lehet kialakítani.

Abból a célból, hogy itt is a betont a lehető legvékonyabban tarthassuk, a feszítőfejen a spirált lapos kosárvasalással lehet helyettesíteni. Ebben az esetben a beton párnatag hengeres tagozat 12 cm vastag kell legyen. Ezt a párnatagot lefelé a tárcsából ki lehet húzni. Ezáltal néha kívánatos ablakütközöt nyerünk. A matricát magát azonban ezen a helyen mélyebbre kell készíteni. Ha a párnatagot felfelé húzzák ki, vagy ha a feszítő tagot az ereszvonaltól külső szegélyéig vezetik, akkor előnyösen a matricának sík alsó felülete van, de a felületet nem lehet síkban lehúzni. Ha egymásra halmozott gyártást akarunk alkalmazni, a lehorgonyzófej területét ki kell hornyolni és csak később az illesztési hézagokkal együtt kibetonozni.

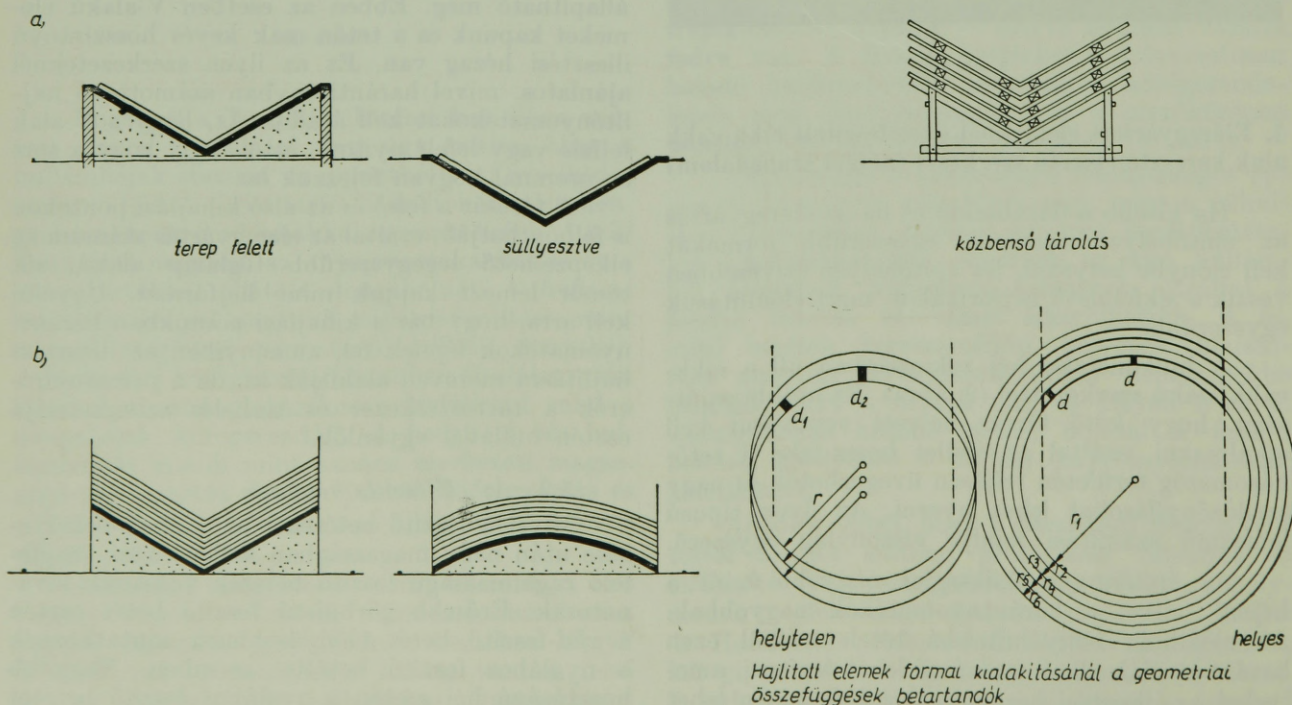
5.3. Héjelemek előállítása.

A héjfelületből kiálló bordák vagy kidomborodások nem előnyösek az előregyártás, illetve az egymásra rakás, szállítás és átrakódás szempont-

jából. Ebből a szempontból a hullámháj és a cikk-cakk szerkezet kimagaslóan előnyös. Lehetőséges minden elemet a beton szilárdulás után a matricáról levenni és a tárolótéren felhalmozni is. A gőzérlelés vagy vakuumkezelés az előállítási időtartamot ugyan megrövidíti, de ez az előállítási mód héjelemek sorozatgyártására tökéletlen, mert a közbelső tárolás szükségessége nagy hátrányt jelent.

A szerző által hullámhájak és cikk-cakk lemez-műszerkezetek számára kialakított gyártási eljárás lényege, hogy az építőelemeket egymás felett elhelyezve, illetve egymás felett fekvő betonozzák (6. és 3. ábra). Ilyen fajta eljárást Doganoff Bulgáriában és többek között Lengyelországban is sikeresen alkalmazott. Egy másik vékonyfalú hullámhajtípus szerkezeti kialakításával kapcsolatban mezőgazdasági épületek számára Hoffmann és Rühle mérnökök a G. Schöning, Karl—Marx-Stadt cég megbízásából, széleskörű kutatást végeztek, hogy az optimális előállítási eljárást megtalálják. Egy matricán több lemez készítése esetén az egyes elemek közötti választóréteg legalkalmasabb anyagai az enyvek, nagyüzemi előregyártás esetén gumilapok. A Plauenben lévő kísérleti héjszerkezet esetén kettős, vékony PVC-foliákat alkalmaztak, amelyek azonban hólyagképződésre való hajlamosságuknál fogva egyenetlen és tisztátalan betonfelületet adtak. Vékony acéllemez formák előnyösek, azonban könnyen elhasználnak.

Az elem geometriai alakját úgy kell kialakítani, hogy azonos vastagság mellett tetszés szerinti számú, egymásfelett fekvő részek azonos alakúak és méretűek lehessenek (6. ábra). Hogy a friss beton ne csússzon le, és ne legyen kettős zsaluzatra szükség, a vízszinteshez vonatkoztatott szög ne legyen 30° -nál nagyobb.



6. ábra

5.4. Illesztési hézag kialakítása.

Az elemek összeillesztésére nézve a következő alapelvek irányadók:

Az illesztési hézagok habarcsanyaga a készítéskor annál kevésbé szilárd lehet, minél vékonyabb a habarcsréteg vastagsága szélességéhez viszonyítva, mert ez ebben az esetben oldalirányban nem tud kitérni. Mivel az építési idő fontos tényező, az ilyen fajta szerkezeteknél az illesztési hézagokat keskenyekre kell kialakítanunk.

Ilyen vagy hasonló építésmódnál azonban nagyon vékony épületelemeknél meg kell vizsgálnunk, hogy az illesztési hézagra fentebb megállapított alapelvet betarthatjuk-e? (18)

A száraz fugától eltekintve általában két illesztési hézag típust különböztetünk meg:

1. Keskeny habarcs hézagot (1—3 cm széles)
2. Széles helyszíni betonozással készült hézagot (5—10 cm széles) az utóbbi lehet
 - a) vasalás nélküli,
 - b) vasalt.

A lényeges különbség a két típus között a kezdeti hordképességnél van, azaz a hézaghabarcs belső surlódásának együtműködésében.

Arra nézve, hogy vasalást kell-e alkalmazni, a méretek és a tartószerkezet szerkezeti tulajdonságai a mérvadók. A szokásos gerendák esetén ahol (többé-kevésbé) a hézaghomloklap nyomott formájú, a vasalás nélküli keskeny hézagot általában megbízhatónak tartják, annyira, hogy az a nehézség, amit a vasalás alkalmazása jelent, teljesen indokolatlan. Ez az illesztés olcsó és rövid építési időt tesz lehetővé. Másként áll a helyzet nagyfelületű, vékony elemek összefeszítésekor. Arra a veszélyre nézve, hogy a friss hézaghabarcs kinyomódik az előfeszítés időpontjában a hézagszélesség és az építőelem vastagsága közötti arány rendkívül fontos. Ha például néhány négyzetméter területű, széles homloklapról van szó, akkor a

friss beton még 20 cm-es hézag esetén sem tér ki. Ha azonban a homloklapok hosszúkásak és olyan keskenyek, mint egy palló vagy deszka (7/a ábra), akkor a friss habarcs már 2 cm-es héagnál kinyomódik, amennyiben ez még nem eléggé szilárdult.

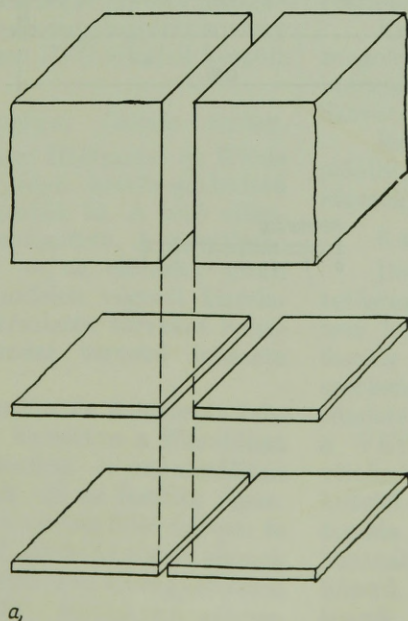
A szóbanforgó héjelemeknél elkerülhetetlen a hézagoknak legalább néhány centiméter szélesre való készítése.

Annak a kritériuma, hogy egy ilyen fugát vasalni kell-e, véleményünk szerint az, hogy egy ilyen keskeny, hosszú homloklapfelület hosszában hogyan vannak a feszítő betétek elosztva. Ha a hézagot megközelítően egyenletesen sok feszítő betét járja át, akkor a vasalás nélküli kialakítás inkább jön számításba, mint amikor az egyes feszítő betétek egy rövid hézag szakaszra korlátozódnak.

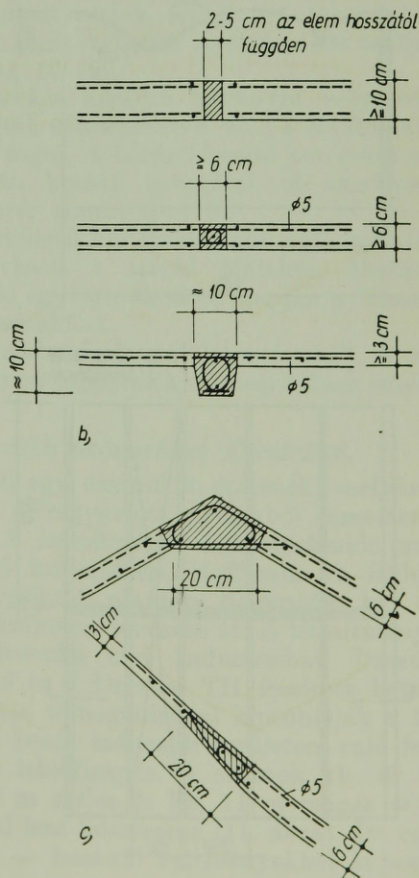
Ipari építmények esetén, ahol vezetékek, futómacskák, vagy járdahidak felfüggesztése következtében mindig előadódnak, helyi terhelések biztonsági okokból nagyon vékony elemeknél a hézagok vasalása szükséges. Egyébként ez a vasalás hőmérséklet-különbségek esetén repedések elkerülése céljából is szükséges.

A rajzok (7/b ábra) megmutatják, hogy az előfeszített hézagokat hogyan kell kialakítani. A 10 cm vastag lemezek, amelyekben a feszítő betétek egyenletesen oszlanak meg, vasalatlan hézagokkal ütköztethetők.

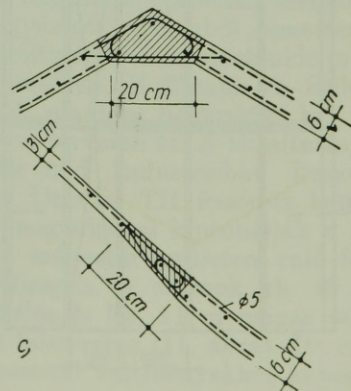
A lemezvastagság csökkentésével mind indokoltabbá válik az elemek közötti hézagok vasalása.



a,



b,



c,

7. ábra

A rajzok (7/c ábra) azt mutatják, hogyan kell a hézagokat hosszirányban kiképezni.

Az építkezések ütemezése szempontjából fontos az a kérdés, hogy mikor szabad a hézagkitöltő habarcsot nyomás alatt előfeszíteni. Egy építés alatt álló létesítményen a drezdai ipari építővállalat néhány nyomópróbát hajtott végre. Ennek folyamán a következő habarcskeverék adta a legkedvezőbb eredményt:

1 súlyrész 325-ös p. c.

2 súlyrész betonhomok 0—7 mm, amely 50% 0—3 mm szemnagyságú finomhomokból és 50% 3—7 mm szemnagyságú durvahomokból áll.

Vízhozzáadás 8,8%, a száraz mennyiségre vonatkoztatva.

A habarcs próbakockák átlagos nyomószilárdsága az alábbi volt:

Egy nap után	144 kg/cm ²
Két nap után	329 kg/cm ²
Három nap után	396 kg/cm ²

Ezzel egyidejűleg néhány lemezt B 300 betonból 90×30 cm méretben és 5 cm vastagságban úgy betonoztak össze, hogy közöttük horgos vasbetétet (átmérő 6 mm, $t = 30$ cm, hosszrúd átmérő 6 mm) ellátott 6 cm széles öntött betonhézag keletkezett, a természetes léptékű szerkezet met-szetének megfelelően (10. ábra). Ezek átlagos nyomószilárdsága:

Egy nap után	119 kg/cm ²
Két nap után	190 kg/cm ²
Három nap után	220 kg/cm ²

volt.

Abból a célból, hogy a hullámalakú tetőszerkezet önsúlyát felvegye, általában elegendő, ha a végső előfeszítésnek körülbelül $\frac{3}{4}$ részét alkalmazzzák. A kiszámított esetekben legfeljebb 40 kg/cm² beton-nyomófeszültség volt várható, úgy hogy az előfeszített beton-hullámtartószerkezeteket egy nappal a hézag kiöntése után lehetett háromszoros biztonsággal előfeszíteni és betéttel felszerelni.

Ezzel a gyors építkezés üteme biztosítva van.

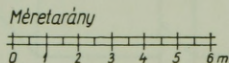
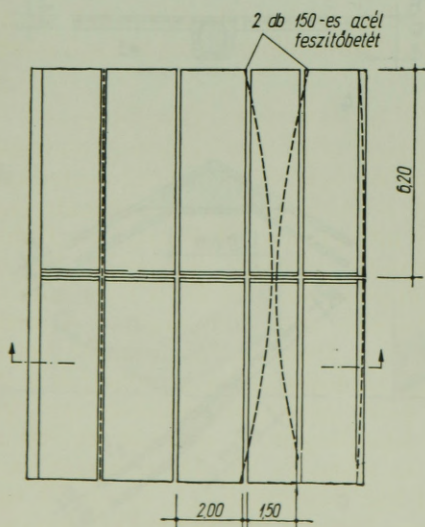
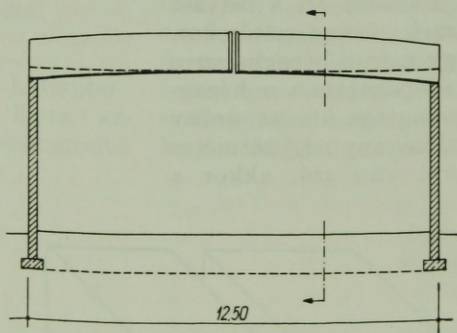
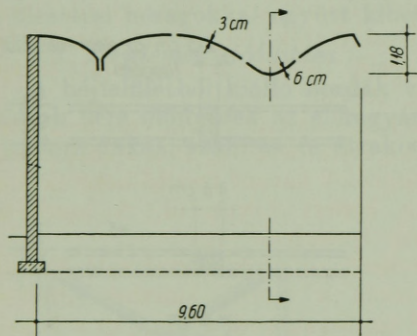
5.5 A szerelés és segédeszközei.

A bordanélküli hullámalakú elemek kimerevítésre szorulnak. E célra egy az elemmel egyező alakú segédeszköz szolgál, amelyhez ezt a széleken hozzáerősítik. Doganoff az ilyen fajta elemek szerelési problémáival részletesen foglalkozott (2), (3), (10), (14).

Mivel a hullámháj esetében több elemet betonoznak egymás felett és hogy a felület felett kiálló horgok vagy fülek például elkerülhetők legyenek, amelyek az előállítást akadályozzák, elforgatható menetes perselyeket avagy ehhez hasonló felerősítő eszközöket alkalmaznak. A cikk-cakk elemeknél ilyenfajta kimerevítés nem szükséges, mert a lemeztartóhatást a méretezésnél figyelembe veszik. Arról kell gondoskodni, hogy a füleket a támasztó peremek közelébe helyezzék el.

Ideiglenes kötővasakkal gondoskodnak arról, hogy a szabad lemezek ne fordulhassanak le addig, míg a velük határos szakaszok hiányoznak.

A szereléshez a helyi viszonyoknak megfelelően toronydarút vagy autódarut lehet használni.



8. ábra

Az elemeket segéd-állványzatra kell helyezni. Kisebb lapostetős építményeknél a legolcsóbb, ha néhány járomsort fából vagy fémcsőből állítanak fel, amelyeken egyes a hullámalakot követő faívek ékeken fekszenek. Magas csarnokoknál javasolható a csarnok egy szegmensével egyenlő nagyságú mozgó acélső-zsalúállvány alkalmazása. Különösen kedvező a helyzet akkor, ha a csarnokban daruhíd van, mert a mozgó állvány ebben az esetben a darupályán mozoghat. Az állványt alul a toronydaru sínjén lehet megerősíteni.

A szerelési ütemeket a 6.4 pont alatt ismertetett példán szemléltetjük.

5.6. Tetőhéjalás.

Ez lehet lemezfedés (kátrányos vagy bitumenes) továbbá polivinilacetát bázisú festékek bevonat. Ez utóbbi előtt a héj-felület fluatózása (fluorszilícium bevonás) szükséges, mivel a PVA festékek kis mennyiségű nedvességet átengednek. Éppen ezért ez utóbbi esetben nedvességre érzékeny hőszigetelő anyagok nem alkalmazhatók.

6. Egyes megépült létesítmények

6.1. Kísérleti tetők és kísérleti elemek.

Abból a célból, hogy világosan lássuk az előállítás, a szerelés és összefeszítés kérdéseit, az Fa. Dressel, Plauen, utóbbi időben pedig a Fa. Schöning, Karl-Marx-Stadt kísérleteket végeztek. A Plauen-i kísérleti héjtető esetében (8. ábra) a peremtartó donga, a hullám és a konzolos hullámelemeket alkalmazták azért, hogy ezeket a formákat az előállítás szempontjából tanulmányozzák.

A Schöning cég széleskörű kutatást végzett hullámhéjtartókkal, amelyeket Hoffmann és Rühle tervei alapján a mezőgazdaság területén nagy számban kívánnak alkalmazni. A kísérletek során sikerült az 5. pontban tárgyalt több problémát tisztázni és a nagyüzemi előregyártás technológiai előfeltételeit tökéletesíteni. A 9. ábra 3 cm vastag hullámhéj-elemek matricán történő előállítását szemlélteti. A matrica homokkal töltött faszekrényből áll. A homokon síma, elegyengetett sovány betonréteg van. Az elemeket PVC fóliából készült szalagokkal takarják le.

6.2. Hullámhéj Coswigban, Drezda mellett.

A ZPB Leder keretében Hoffmann és Rühle egy körülbelül 800 m² nagyságú, kettős görbületű hullámhéjtető terveit dolgozták ki. A tető előregyártott elemekből van összefeszítve. A vonatkozó statikai vizsgálatokat két — az előbbiek során már ismertetett — gipszmodellen végzett kísérletekkel egészítették ki. A részletes terveket Schaarschmidt professzor drezdai tervező intézete adta ki.

A csarnok 19 méter széles és 5 méteres tengely-kiosztású. A tetőt — beleértve a főtartókat (kötőgerendákat) és támaszokat — maximálisan 2 tonnás elemekből állítják elő és feszítik össze. A tető két alapelemét a 3 cm vastag felső héj-pár és a 6 cm vastag alsóhéj képezi. Mivel az összes elemek egymás felett, egymásra halmozott előregyártással készülnek, a feszítőfej-bordát, utólagosan a hézagok kiöntésekor ezzel együtt betonozzák. Minden



9. ábra

egy csarnokban 4 darab 20 tonnás feszítő betét fekszik MR St. 150 (acélminőség) 12 Ø 5. Ezt a héjtetőt a cikk megírásakor építették. Az elemeket Schöning cég, Karl-Marx-Stadt téli munkaként előregyártó telepen végzi, a szerelési munkát a VEB Montagebau, Berlin végzi el (10. ábra).

6.3. Vasúti perrontetők.

A Német Szövetségi Vasút részére épített perontető azt mutatja, hogy más helyeken is foglalkoznak héjtetők kialakításával. A szemléltetett kísérleti építkezésnél 2 kötőgerenda van 10 m távolságra elhelyezve, úgy hogy a héj mindkét oldalon 5 m távolságra konzolosan túlnyúlik. Ez az elrendezés módot adott arra, hogy a hosszirányú feszítő betéteket egyenes alakban építsék be. A héj boltozatirányában az erőket szintén feszítőtagok nyomással vették fel. A két feszítő betét csoport a tetőt teljesen nyomás alatt tartja. A héjvastagság 10 cm.

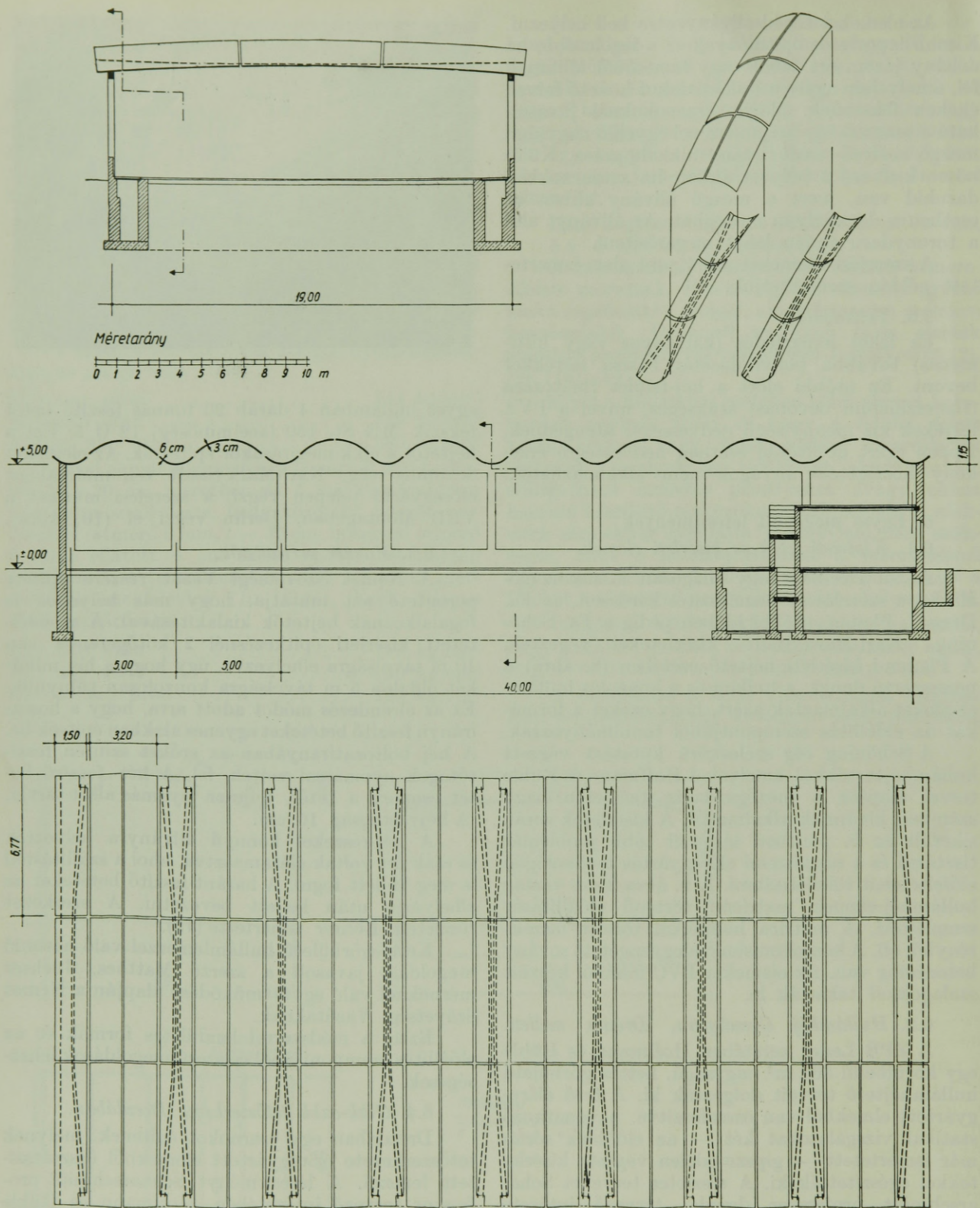
A héj-részeket könnyű állványra helyezték és csak ott voltak alátámasztva, ahol a szállításnál is meg kellett fogni. A haránt-feszítő betéteket az elhelyezés után kellett bevezetni. A szerkezet részleteit Bührer ismertette (15).

Kettősgörbületű hullámlemezzel való hasonló megoldást javasolt a szerző Matthes, Jüchser mérnökkel való együttműködése alapján a Német Szövetségi Vasútnak.

Ezzel a módszerrel lendületes formák és az előállítás szempontjából célszerű megoldások lehetségesek.

6.4. Cikk-cakk tetőszerkezet Drezdában.

Drezdában egy csarnokot építenek, melynek tetőszerkezete előregyártott elemekből összefeszített lemezű. A létesítményt Schaarschmidt professzor tervező intézetében, Hoffmann és Rühle szerkezeti javaslatai alapján dolgozták ki, és részleteiben Hoffmann tervezte át. A létesítményt a VEB Kraftwerks und Industriebau Drezda vitelezi ki, ahol is a Drezdai TH feszített beton kutató csoportja támogatásával kipróbálják a 20 tonnás feszítő betét szélesebb területen való felhasználásának lehetőségeit. A csarnok kb. 40 m hosszú, kb. 25 m széles és kb. 11 m magas és 8 tonnás daruval lesz felszerelve (11. ábra). Itt egy magában álló — hasonló építményekkel kapcsolo-



10. ábra.

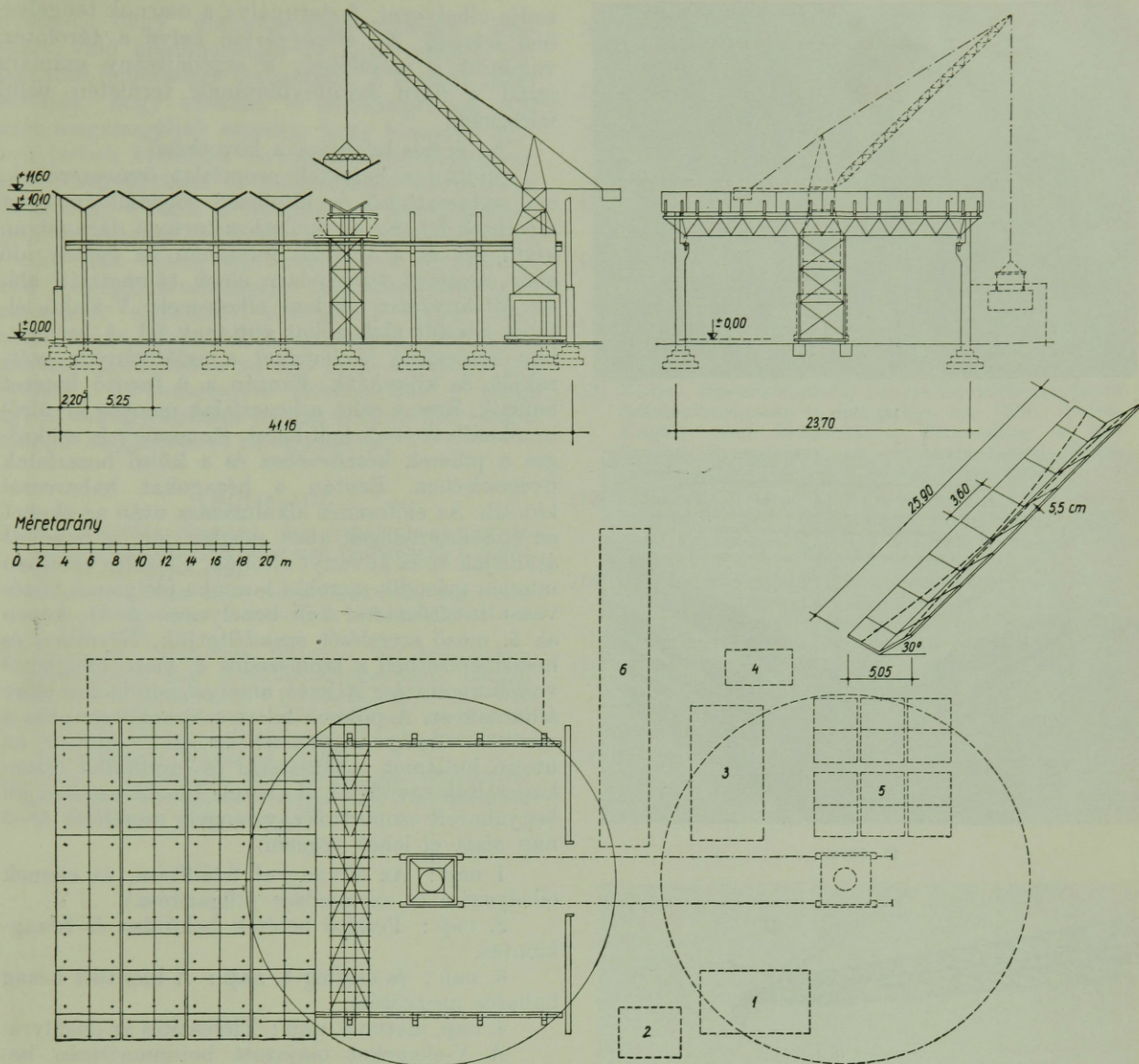
latban nem álló — csarnokról van szó, amelyet a Műszaki Főiskola számára építenek.

Az adott fesztávolság mellett a tetőszerkezet megoldásakor hasonló alakú acél szerkezethez is folyamodhattak volna, egyszerű szerelési módja és csekély kockázata miatt.

A választás azonban mégis a kialakítás szempontjából kielégítőbb és szerkezetileg sikert ígérő

vasbeton szerkezetre esett, azt kellett csupán tisztázni, hogy helyszíni betonozást vagy előre-gyártott elemeket alkalmazzanak-e.

Néhány évvel ezelőtt Bienert professzor vezetésével kidolgozott kutatási feladat eredményeiből ismert volt, hogy nagyalakú héj- és cikk-cakk-szerkezetek legalább 2000 m² alapterületű tetőfelületek esetében gazdaságosak. Jelen esetben



11. ábra.

azonban egy kereken 1100 m² felületű tetőről volt szó. Különböző szereléses építésmód lehetőségét mérlegelték, többek között nagyalakú elemek beszerelését derrick daruval. Ennek előnye az lett volna, hogy a 20 tonnás tetőelemeken és a többi épületelemen kívül még a 7 tonna súlyú pilléreket is helyszínen lehetett volna szerelni. Az építőhelyen szükséges nagy terület miatt, a talaj és vidék adottságai következtében azonban ilyen nagyméretű elemek előállítása és szerelése nehézkes lett volna. Hátrányt jelentett az is, hogy a derrick-darut nem sikerült volna időben biztosítani. A cikk-cakk szerkezetet ezért sok kis részre osztották fel, amelyek egy 40 tonnás forgó toronydarut hordképességének megfeleltek. Erre a súlycsoportra állították be az összes többi elemeket is, csak a tartók képeztek kivételt. Mivel a toronydarut alkalmazása előnyösnek látszott, a pilléreket az alapozással együtt a helyszínen betonozták. A forgó toronydarut végzi el az építőhelyen az összes emelő-, rakodó és szállítómunkát. A darut

az építkezés kezdetén hozzák az építőhelyre és az építkezés befejezéséig ott marad. Ez szállítja a földkitermelésnél a földet, az alapozáshoz a betont, az előregyártott elemeket, a segédfelszereléseket és minden építőanyagot.

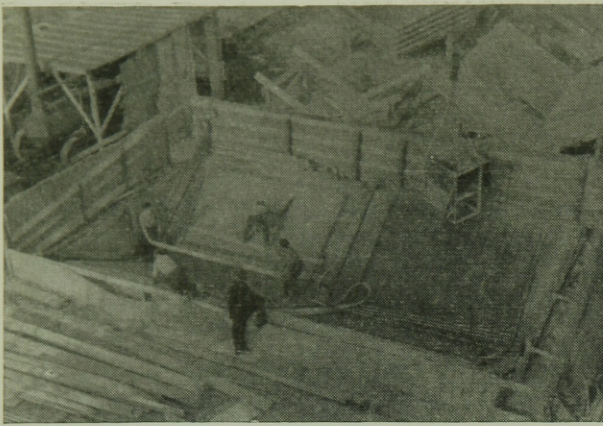
A szerkezet műszaki jellemzői:

támaszköz 23,25 m,
tartók távolsága 5,25 m,
a lemezek építési magassága 1,58 m,
a rendszer magassága 1,52 m,
a lemezek hajlásszöge a vízszinteshez 30°,
a lemezek vastagsága 5,5 cm, a feszítőbetétek lehorgonyzása átlagosan 14 cm,
6 feszítőtag minden egyes tartó-tengelyre 12 Ø 5 mm MR acél, 150 összesen körülbelül 120 tonna feszítőerővel,

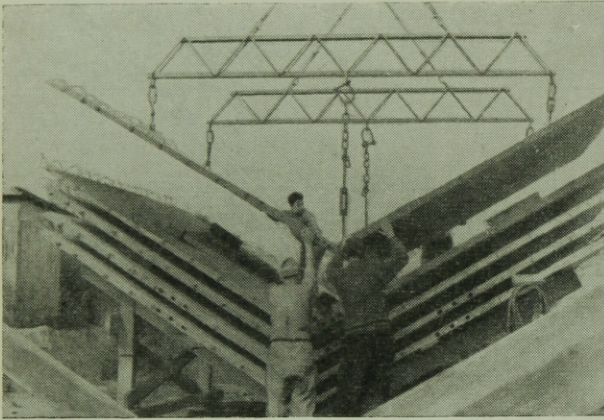
betonminőség B 300, lágy vasalás I. minőségű acél,

egy elem maximális súlya kb. 3 tonna.

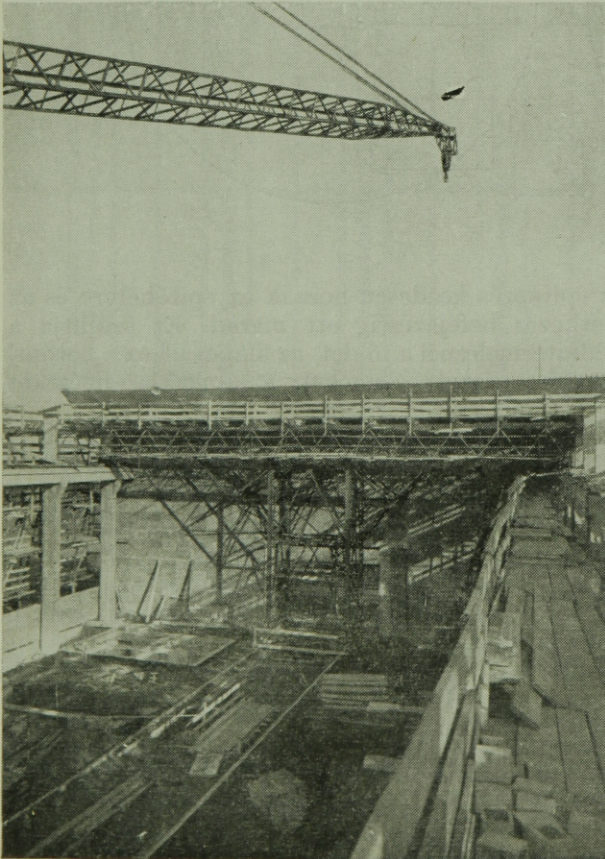
Az elemek V-alakúak. A toronydarut az elemeket maximálisan 15 méter karkinyúlással



12. ábra.



13. ábra.



14. ábra.

tudja elhelyezni. A darupálya a csarnok tengelyében fekszik. Az előregyártás helye a tárolótér, valamint a szerelőhely a segédállvány számára mind a daru karkinyúlásának területén belül fekszenek.

Az építés lefolyása a következő:

Miután a baloldali oromfalat összeszerelték, egy süllyeszthető és eltolható segédállványzatot szerelnek fel. Ez az épülethez tartozó darupályán kívül fut és a szerelés folyamán az építési idő alatt meglevő toronydaru sinek támasztják alá. Az állványzatra ékeken elhelyezett V-alakú élfából készült alakozókat állítanak fel. A halmokban készenálló V-elemeket a csőállványon szétarakják és kijavítják. Ezután a 6 feszítő betétet befűzik. Erre a célra a hosszfalak mentén kívülről munkaállványnak kell lenni. Ez amúgy is szükséges a pillérek készítéséhez és a külső hosszfalak üvegezéséhez. Ezután a hézagokat habarccsal kiöntik. Az előfeszítés alkalmazása után az ékeket az élfaháromszögek alatt meglazítják, a bakokat átállítják és az állványt eltolják. Előzőleg azonban minden második szerelési horogba ideiglenes húzóvasat feszítőszárral kell behelyezni. A 11. képen az 5. mező szerelését szemléltetjük. Nézetben és hosszmetsetben a szomszédos 3. mező ideiglenes vonóhorgonyzása látható, amelyet mindenkor előre állítanak át. A pillérek felett a vonóhorgonyzás a szerelés végéig megmarad és csak miután az utolsó hullámot a támasszal és oromfallal összekapcsolták távolítják el ezeket. Ideális esetben jól begyakorolt csoporttal egy tengely szerelését 4—5 nap alatt el lehet végezni.

1. nap: Az állványzat felállítása, az elemek elhelyezése és szétszedése (kiigazítása).

2. nap: Feszítő betétek behúzása és hézagkiöntés.

3. nap: és esetleg 4. nap: A kiöntött hézag habarcs megkötése.

4. nap, illetve 5. nap: Előfeszítés az önsúlyra.

A V-elemeket olajozott betonmatricán betonozták (12. ábra). A behelyezés és tömörítés után a betont deszkával lehúzták, lesimították és egy éjszakán át gőzölték. A kép jobb oldalán a vasalás és a sablon szerint behelyezett feszítő betétek láthatók.

A toronydaru felemeli az elemeket és a közbeni időre a tárolóhelyen felhalmozza. (13. ábra.)

A kísérleti építkezésnél a helyszíni előregyártást átmenetként lehet tekinteni a későbbi ipari előregyártás felé. Annak megállapítására, hogy gondos üzemszerű előregyártás esetén az építőhelyen milyen mértékű méretpontosság érhető el, az elemeket a KdT FA. „Építési tűrések” irányelvei szerint méretellenőrzésnek vetették alá. A 14. ábra a tető összeszerelését szemlélteti.

7. Összefoglalás

Az építőipar nagyüzemszerűsítése és iparosítása olyan megoldásokat kíván, amelyek a tartórendszer megválasztása tekintetében a vasbeton anyagtulajdonságainak törvényszerűségét kihasználva, ennek kiszámítását, jól kivitelez-

hetőségét, nagy munkatermelékenységét, tipizálásra való alkalmasságot és ezzel sokféle felhasználási lehetőségét biztosítják. A szerzők megkísérelték, hogy ezeknek a lehetőségeknek egy részét megvizsgálják és pedig, hogy bizonyos egyszerű térbeli vasbeton tartószerkezeteket hogyan lehet előregyártással és előfeszítéssel kombinálni ahhoz, hogy a fenti követelmények kielégítéséhez közelebb jussanak. 1956 óta folyik a hullámalakú és cikk-cakk alakú tartószerkezetek kialakítása terén a szerzők munkássága, akik előregyártott és összeszerelt elemekből alakították ki a tetőszerkezeteket csarnokok és lapostetejű építmények számára. Szerkezeteik az első megvalósítások óta beváltak. A bemutatott előrehaladás e téren nagyon sok igyekezetes munka eredménye — ami azonban még távolról sincs lezárva.

IRODALOM

- (1) *Henn/Rühle*: Typung der Schalenbauweise im Industriebau Bauplanung und Bautechnik 7. (1953. H. 10. S. 442—445.
- (2) *Doganoff*: Eine neue Schalenbauweise aus Stahlbetonfertigteilen. Bautechnik 32 (1955) H. 5, S. 173—175.
- (3) *Doganoff*: Neuartige Matrizen für Schalenkonstruktionen aus Stahlbetonfertigteilen. Bauplanung und Bautechnik 9 (1955) H. 12, S. 536—539.
- (4) *Klimek, Meus, Holcman*: Tonnen aus vorgefertigten wellenförmigen Stahlbetonschalen. Inżynieria i Budownictwo Warschau (1955).
- (5) *Löser*: Tonnendach aus vorfertigen wellenförmigen Stahlbetonschalen. Beton und Stahlbetonbau 51 (1956) H. 8 S. 188—191.
- (6) *Rühle*: Die Rationalisierung des Entwurfs und der Ausführung von Schalenbauten Bauplanung und Bautechnik 10 (1956) H. 3 S. 111—119.
- (7) *Misch*: Neuartiges vorgesfertigtes Hallendach Beton und Stahlbetonbau 51 (1956) H. 10 S. 238.
- (8) *Kirschner*: Messungen an einer Versuchsschale Beton und Stahlbetonbau 51 (1956) H. 11 S. 244—246.
- (9) *Mehmel und Wittneben*: Die Schalenkonstruktion der „Wasserbauhalle“ der T. H. Darmstadt, Der Bauingenieur 1957. H. 2 S. 47.
- (10) *Doganoff*: The application of precast reinforced concrete in the construction of singlestorey industrial buildings in Bulgaria. Prefabrication (1957).
- (11) — Proceedings of the Second Symposium on Concrete Shell Roof Construction Teknisk Ukeblad, Oslo, 1958.
- (12) *Rühle*: Bemerkenswerte neuere Entwicklung neuer Schalenbauweisen in Bulgarien, der CSR, Polen, Ungarn und Deutschland Proceeding of the Second Symposium on Concrete Schell Roof. Construction Teknisk Ukeblad, Osló 1958.
- (13) *Haas*: Prestressed and precast shells in: Proceeding of the Second Symposium on Concrete Shell Roof Construction S. 343 Teknisk Ukeblad, Osló 1958.
- (14) *Doganoff*: Vorgefertigte doppelt gekrümmte Schalenkonstruktionen in: Proceedings of the Second Symposium on Concrete Schell Roof Construction Teknisk Ukeblad, Osló 1958.
- (15) *Bührer*: Herstellung und Zusammenbau von spannbetonschalendächern aus Fertigteilen III. Kongress der Internationalen Vereinigung für Spannbeton, Berlin, (1958) Vorbericht, III/18.
- (16) *Hoffmann*: Zum Problem der Fugenbewehrung III. Kongress der Internationalen Vereinigung für Spannbeton, Berlin, (1958) Schlussbericht III/2.

NEMCSAK

új magyar- és idegennyelvű

HANEM

antikvár szakkönyveket

IS

vásárolhat és eladhat a

**MŰSZAKI
KÖNYVESBOLT
ANTIKVÁRIUM-ban**

**BUDAPEST,
VII., Lenin körút 7. sz.
Telefon: 221-082.**

Beton-kongresszus Bécsben

KELEN TIBOR és SEBESTYÉN GYULA

Az Osztrák Betonegyesület meghívására, az Építőipari Tudományos Egyesület kiküldöttként részt vettünk az Osztrák Betonegyesület 1959. április hó 9—11. között Bécsben megtartott tanácskozásán. A tanácskozás első előadásai az Európai Beton-Bizottság munkájával foglalkoztak (Comité Européen du Béton, rövidítve : CEB.). A CEB eddigi munkásságáról *J. Saillard* a CEB főtitkára adott tájékoztatást, a CEB legutóbbi bécsi ülészakáról pedig *dr. Soretz* számolt be.

A CEB munkájában jelenleg 17 ország vesz részt, köztük Lengyelország és Csehszlovákia. A CEB képviselői résztvettek a múlt év végén Moszkvában tartott tudományos tanácskozáson, amelyen a Szovjetunióval is felvették a kapcsolatot. A CEB munkája egységes, korszerű méretezési elvek és minőségi előírások kidolgozására irányul, amely célra egyes munkabizottságokat alakítottak. A tudományos kutatási munkabizottságot *Rüsch* müncheni professzor, a betonacél munkabizottságot *Soretz* bécsi kutatómérnök vezeti, a nyíró feszültségekkel foglalkozó munkabizottság által szükségesnek tartott kísérleteket amerikai kutató intézet, a kihajlási munkabizottságot a norvég *Jakobsen*, a lemezek együttdolgozási szélességével foglalkozó munkabizottságot *Brendel* drezdai professzor vezeti. A bizottság kérdésének vizsgálatát a CEB a CIB-el (Nemzetközi Építésügyi Bizottság) közösen vizsgálja. Foglalkoznak az alakváltozások, a karcsúság, a valószínűség-számítási módszerek alkalmazása kérdéseivel. A nemzetközi szabványosítás tekintetében az ISO-val (Nemzetközi Szabványosítási Szervezet) működnek együtt, egyes kérdésekben a Nemzetközi Hid- és Magasépítési Egyesülettel, továbbá az Anyagvizsgáló Laboratóriumok Nemzetközi Szövetségével (RILEM) tartják a kapcsolatot. Az American Concrete Institute képviselői is résztvettek a CEB legutóbbi bécsi ülészakán.

A tanácskozás egyik legérdekesebb előadását *M. N. Esquillan* tartotta, aki látványosan elkészített színes film kíséretében számolt be a párizsi ipari és technikai kiállítási palota építéséről. Az épületet néhány külföldi lap már ismertette. Hatszög alakúra lesarkított szabályos háromszög alaprajzú csarnok ez, melynek három homlokfali íve mintegy 200 m fesztávolságú. A hatalmas épület építéséhez munkaközösség alakult többek között a Boussiron és a Coignet cégek részvételével. A nagy, előregyártott háromszög-alakú elemek a Coignet cég által lakóházépítkezésekhez már alkalmazott hidraulikus működtetésű, gőzölhető, billenő sablonokban készültek. Az építkezést magasfokú gépesítéssel műszerezettséggel végezték, a feszítés széleskörű alkalmazásával.

Az ezután következő előadások az alábbi kérdésekkel foglalkoztak :

Dr. A. A. Jakobsen (Oslo) : Kihajlási problémák.

Dr. A. M. Haas (Haga) : Héjak.

H. Granholm (Göteborg) : Tartók és oszlopok méretezése excentrikus terhelésekre.

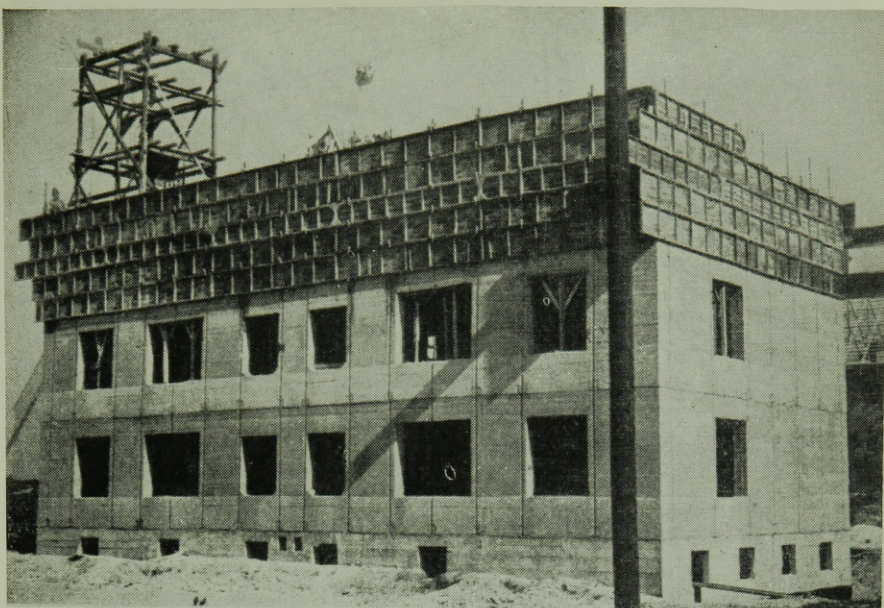
H. Berschinger (Zürich) : Vízérőmű betonozási tapasztalatai.

W. Czernin (Bécs) : A megszilárdult cement fizikai tulajdonságai.

A fentiekén kívül még néhány előadás és egyes nagy betonozási munkákról filmvetítés volt a programba iktatva. A tanácskozás résztvevőinek bemutatták a Korneuburg-i hőerőművet, amely monolit oszlopokkal és feszített főtartókkal épült, továbbá a bécsi Dél-Tiroli-tér mélyépítési munkáit. Ez fogja felszín alatt több szintben a keresztezésmentes forgalmat biztosítani.

A tanácskozás túlnyomórészt osztrák hallgatóságán kívül, számos nyugati országból, a baráti országok közül pedig Lengyelországból, Csehszlovákiából, az NDK-ból és Bulgáriából vettek részt a kongresszuson. Az Osztrák Betonegyesület vezetősége, — *Köhler* igazgatóval az élén — messzemenő lehetőségeket nyújtott

1. ábra. Linz-i öntött betonfalú építkezés Bino zsaluzattal



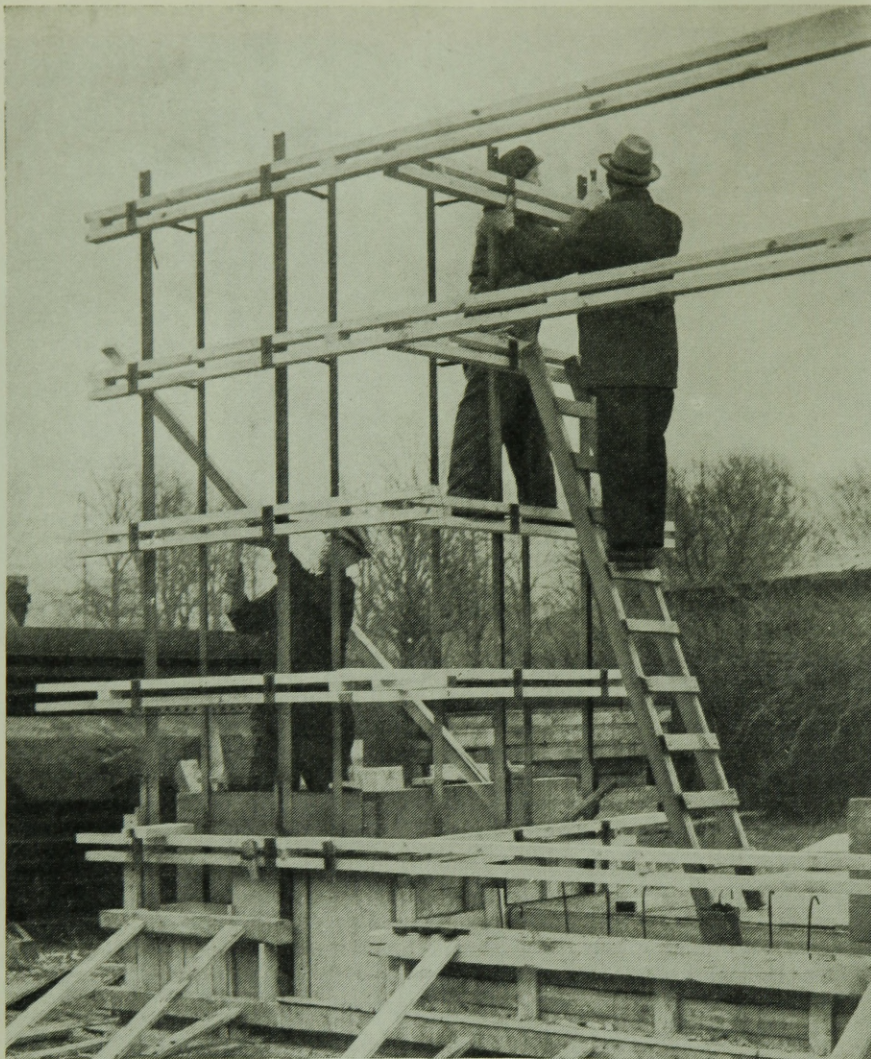
a különböző országokból összegyűlt mérnökök baráti, műszaki tudományos tapasztalatcseréjére. Nagyfokú előzékenységet tanúsítottak az osztrák tervező és kivitelező szakemberek egyes építkezések megtekintésében.

Megtekintettük Bécsben a legújabb öntött-falas építkezéseket. Ezeknél kivétel nélkül csak a falak készülnek kohóhabsalakbetonból, a födémeket vasbetonból készítik. Ezt, a műszaki szempontokon kívül, azzal indokolják, hogy csak ilyen módon lehet a habsalakbetonból minél több lakás építését biztosítani. Ez az állásfoglalás megegyezik hazai építéspolitikánkkal is, mely a habsalakbetont ugyancsak elsősorban falak építésére és pedig a mi viszonyaink mellett előregyártott elemekből készített falak építésére kívánja felhasználni. Az előregyártás nagyfokú alkalmazása az osztrák építési viszonyok mellett alig lehetséges. Miután tipizálás nincs, minden épület egyedi. E mellett a megbízások állandóságának bizonytalansága miatt a vállalkozók előregyártott üzemeket nem mernek létesíteni.

A Duna bal oldalán elterülő lakótelep három új magasházának építtetője Bécs város. Mind a hármat más építő vállalat építi és mind a háromnál más zsaluzási rendszert alkalmaznak. Az elsőnél az általunk már ismert Bino-zsaluzatot, (1. ábra), a másodiknál Bino-táblákat, de Bino-létrák nélkül. E zsaluzati rendszert Durst építőmester, illetőleg Holczer nevű mérnöke „újította”. Kátránypapírból készített csőben méretre vágott műanyag cső helyezkedik el, mely két végén mintegy 10×10 cm felületű kemény rostlemezre támaszkodik. E két lemez tartja megfelelő távolságra a fal két oldalán a zsaluzó táblát. A műanyag csőbe behelyezett vékony betonacél elemet, a zsaluzó táblához ékelik, a táblákat heveder-fák támasztják meg. Az ékelés a táblákat az előbb említett lemezekhez szorítja. A betonozás után a műanyag csöveket és a betonacél betéteket kiveszik, a papírcső bennmarad. Vibrált, öntött beton esetén azonban a műanyag-csővek kivétele nem lehetséges. A harmadik magasépület kúszó zsaluzattal készül.

Egyes építkezéseken láttuk, hogy a nálunk is használt Doka-táblákból Bino-táblákat is készítettek, miután a Doka-tábla önmagában véve öntött falak zsaluzására nem alkalmas.

Két épületen láttunk előregyártott homlokzati lapokkal készített öntött falakat. Az egyiknél a lapok mintegy 50×70 cm felületűek és 4 cm vastagok, 2 rétegből állnak, egy homlokzati habarcsrétegből és egy hátbeton-rétegből. A másik épület homlokzati lapjai mintegy 60×90 cm felületűek, 6 cm vastagok, homlokzati rétegük mintegy 3 mm szemcséjű monokron (egyszemcséjű) beton.

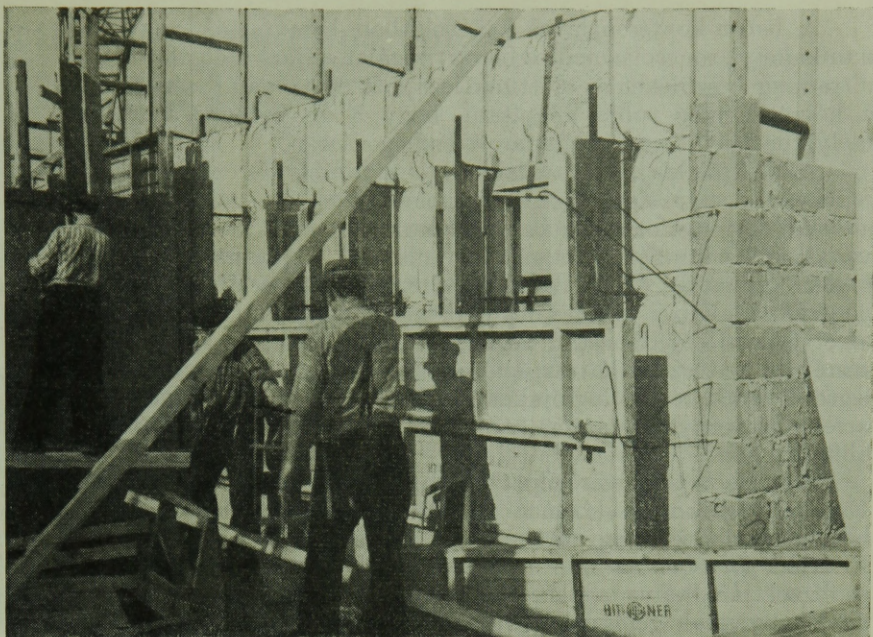


2. ábra. Homlokzati lapokkal készülő öntött beton fal homlokzati zsaluzat-rácsa

A lapokból kiálló nagy betonacél tüskét behajlítják és ezek a fal betonjába kötnek be. Homlokzati lapok esetében csak a belső felületre helyezik a Bino-létrák szögvasait, a külső oldalon a létrák helyett a fal külső felületére kívülről illeszkedő, a lapok hézag rácsozatának megfelelő beosztású rács készül (2—4. ábra). Ennek függőleges osztásai U-acélból, vízszintes osztásai heveder-fákból készülnek. A lapokat a rácsozathoz szorítják, illetőleg húzzák oda. Az ilyen módon kiképzett homlokzat alig költségesebb a nemes vakolatnál, de mindenképpen lényegesen olcsóbb mint például a kőburkolat. Gazdaságos konzolos állványokkal oldják meg egyébként a homlokzat-lapok nélkül készülő öntött falas épületek homlokzatvakolását.

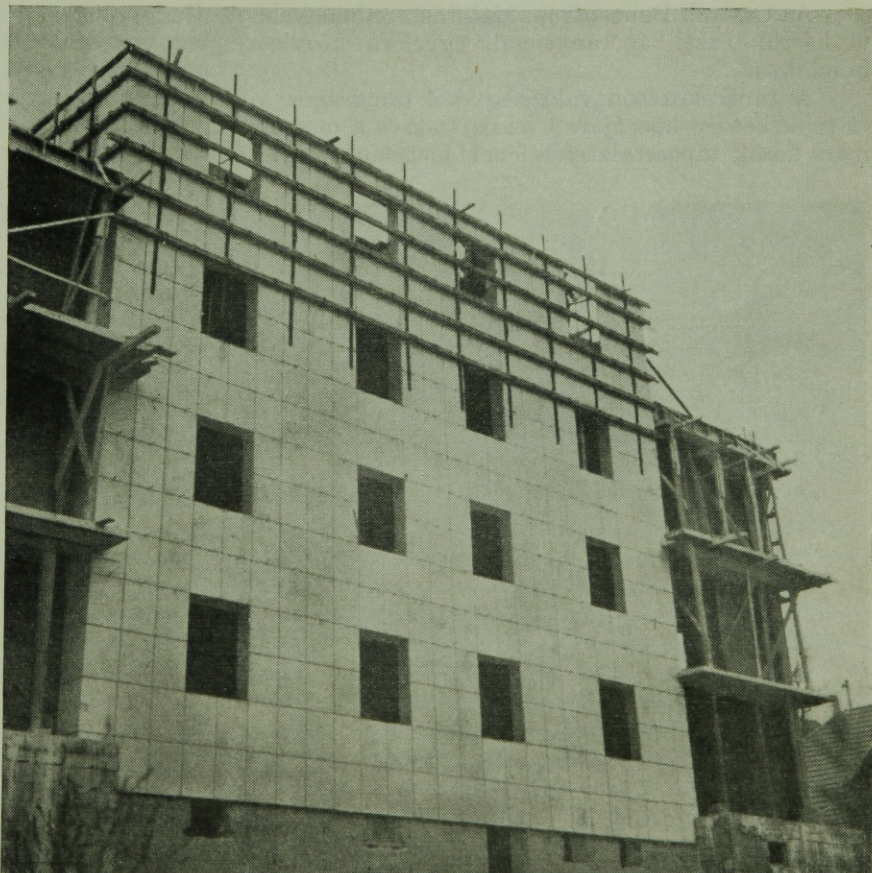
Az osztrák öntött falas építési mód számunkra legérdekesebb fejlődési állomása a *thermocrete* beton bevezetése, vagy ahogy hétköznapien nevezik, a *vibrált öntött beton* (Rüttelschütt-beton). A vibrált, öntött habsalak-beton térfogatsúlya $1,900\text{--}2,000\text{ kg/m}^3$, nyomószilárdsága eléri, sőt túlhaladja a 200 kg/cm^2 -t, ugyanakkor hővezetési tényezője csak $0,5\text{ kcal/m}^2\text{ C}^\circ$, tehát jobb mint a téglafalé. Ez teszi lehetővé, hogy ebből a téglafalnál nehezebb anyagból is csak 30 cm vastag külső falakat építsenek és hogy ilyen vastagságban a falak $15\text{--}20$ emeletig is teherhordók. Az eljárás kidolgozóí, többek között dr. Karl Ott linzi mérnök szerint, ezt egyrészt megfelelően előkészített granulált kohósalak, másrészt pedig légbuborék-képző olaj adagolásával érik el. Linzben már eddig $15\text{--}20$ emelet közötti lakóépületeket építettek ilyen módon és Wiltschnig és Ceska építészek irodájában három Grazban építendő 50 emeletes lakóház előterveit láttuk. Ez utóbbinál természetesen tényleges

3. ábra. Homlokzati lapokkal készülő öntött betonfal homlokzati lapjainak és belső zsalutábláinak elhelyezése



megépítés esetén bizonyos emeletszám vasbetonból fog készülni. A magas térfogatsúlyú és az ezzel párosuló magas szilárdságú és alacsony hővezetési tényezőjű beton előállításának elsajátítása a mi előgyártott, illetőleg esetleg öntött falazatú építkezéseink szempontjából is nagyjelentőségű.

Érdekes volt még az 5. képen látható konzolos homlokzat állvány, amelyet az öntött házaknál a táblák szerelésére, másrészt munkavédelmi okokból használnak. Ausztriában egyébként hatóságilag kötelező az ilyen munkavédelmi állványok alkalmazása, téglá épületeknél, vasbeton vázagnál egyaránt.



4. ábra. Linz-i öntött betonfalú építkezés homlokzati lapokkal

A beton-konferenciával kapcsolatban bemutatták nekünk a munkahelyi, roncsolásmentes betonvizsgálat céljára szolgáló osztrák ultrahang készüléket és előttünk lezajlott egy olyan kísérlet, ahol a készülék meg tudja állapítani, hogy 3 db betonhasáb közül, melyikbe került egy rongydarab bedolgozásra.

Az osztrák kivitelező vállalatok munkáiról is szereztünk néhány érdekes tapasztalatot. A gépesítést elősegíti, hogy ezáltal bizonyos adókedvezményekhez jutnak. A földmunkát még a kisebb fővárosi, vagy vidéki munkáknál is géppel végeztetik. Ilyen munkára szakcégek kaphatók és általánosan elterjedt Ausztriában, hogy a generál vállalkozó számára nemcsak a szakipari munkákhoz, hanem az elvégzendő építőmesteri munkáknál is sok szakcég áll rendelkezésre. Ez kedvezően hat az építkezések átfutási idejére. Bécsben a legtöbb építkezésen (foghíjaknál is), láttunk reklámtáblákat, ahol a felvonó tornyot, a létraállványt is más-más különböző szakcég állította fel.

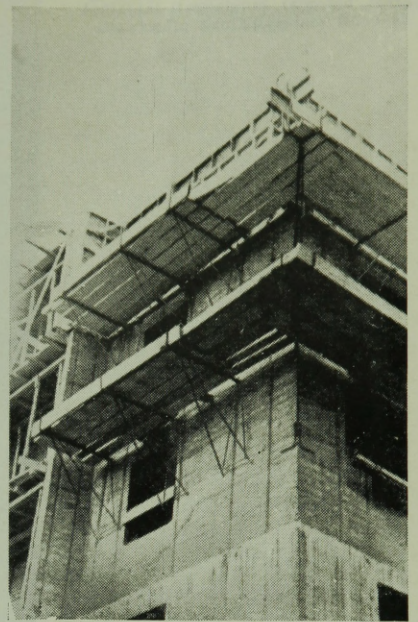
Sok kis betonkeverőgépet használnak. (100 liter és az alatt.) Ezekkel végzik a kisebb mennyiségű betonmunkákat és ha a vasbetonváz elkészül, úgy a nagy betonkeverőgépet tovább viszik. Elterjedt Bécsben az ömlesztett cement szállítás (lásd 6. kép), az ezzel járó súlyadagolás külön mérleggel és a keveréshez az adalékanyagoknak géplapáttal való mozgatása.

A rendelkezésre álló építőanyagok jó minőségűek. Ép élő és mérethelyes téglaféleségek, kitűnő minőségű béléstestek segítik elő az építőmesteri munka jó minőségét. Különösen tetszett az elkészült lakóépületek szép homlokzat vakolása. Bécsben számos épület készült az utóbbi időben ún. diszperziós homlokzat festéssel. Ezt a viharálló, sőt mosható felületet általában sima alapvakolatra, kétszeri festéssel készítik. Szép színek láthatók, amelyeknek hazai építőművészeink is örülnének.

A Tempdurin, Caparol, vagy hasonló anyagokkal m^2 -ként kb. 60 dg festéket adagolnak, amennyiben az alapvakolat sima. A festés itt is száraz alapfelületet igényel. Az osztrák kalkuláció szerint valamivel olcsóbb, mint a nemes vakolat.

Az Osztrák Bauzentrum kiállítás eredményeként, Budapesten is készül ezzel az anyaggal, egyelőre kísérletképpen egy-két homlokzat.

A tanácskozáson való részvétel tanulságos volt számunkra, és remélhetően hozzájárult az osztrák és a magyar szakmai építőipari körök tapasztalatcserejének megélénkítéséhez.



5. ábra. Bécsi öntött betonfalú építkezés konzolos állványzata



6. ábra. Bécsi építkezés cementsilója

Túlhaladott-e a monolitikus építési mód?

Dr. MENYHÁRD ISTVÁN

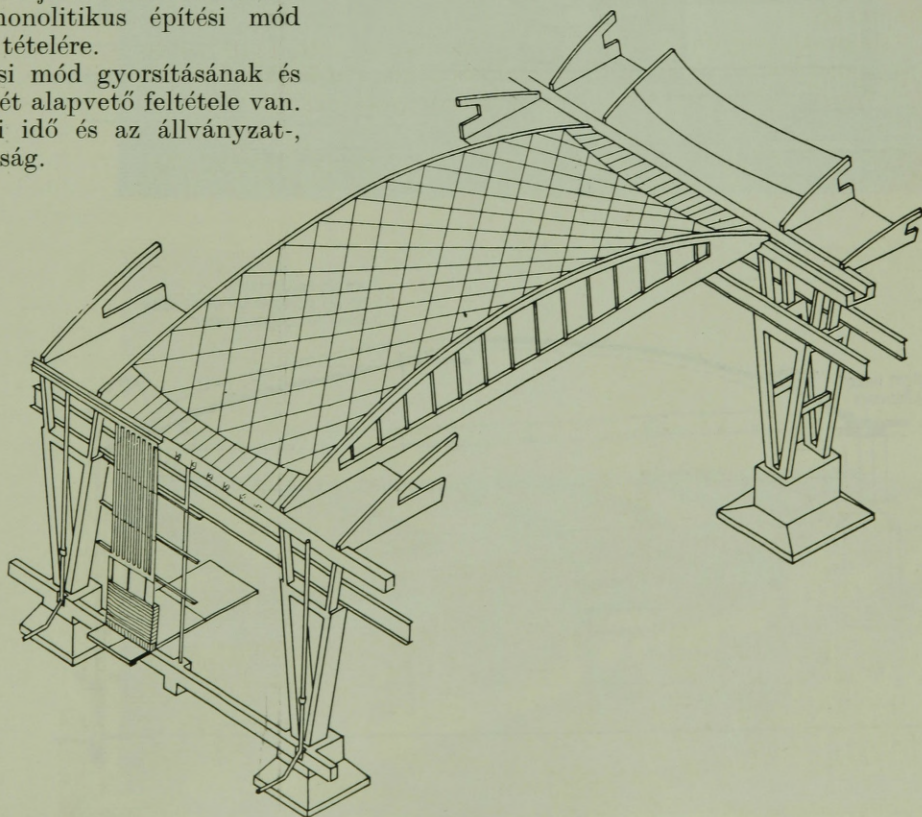
Magyarországon ma általánosan elterjedt nézet, hogy a vasbeton szerkezetek monolitikus építési módja a magasépítés területén többé-kevésbé túlhaladott és csak ott használják, ahol az előregyártás hátránya nyilvánvaló. Ilyen terület pl. a foghíjak beépítése, ahol az alaprajzi adottságok rendszerint nem nyújtanak lehetőséget sokszor ismétlődő elemek alkalmazására, hűtőtornyok, ahol a csúszó zsaluzat alkalmazása nyilvánvaló, gombafödémek, ahol még nem sikerült az előregyártási formát megtalálni stb.

Vizsgáljuk meg kissé közelebbről ezt a kérdést.

A háború után világszerte jelentkező fahiány következtében fejlődött ki a vasbeton szerkezetek ún. előgyártási technológiája. E fogalmat nálunk igen tágan értelmezik, egybefoglalva alatta a telepített gyári üzemben többé-kevésbé modern technológiával folytatott vasbeton építőelem gyártást (vasúti keresztalj, födémgerendák, távvezetési és postaüzem oszlopok stb.) és a helyszíni előregyártást is, mely sajnos legtöbbször nem más, mint a szokásos vasbeton szerkezeteknek feldarabolása a terepszinten való elkészítése, mozgatása, felemelése és összeépítése. A gyártás nevet alig érdemli meg, külföldön nem is így hívják. Így pl. német elnevezése a cikk gyártással szemben Montagebau, vagyis szerelt építési mód, és jelentősége főleg fatakarakósság, nem több. Más országokban a helyszíni előregyártásnak nem tulajdonítottak olyan úgyszólván kizárólagos jelentőséget mint nálunk és vele szemben egyrészt a gyári előregyártási mód fejlesztésére fordítottak több figyelmet és a monolitikus építési mód gyorsá és fatakarakóssá tételére.

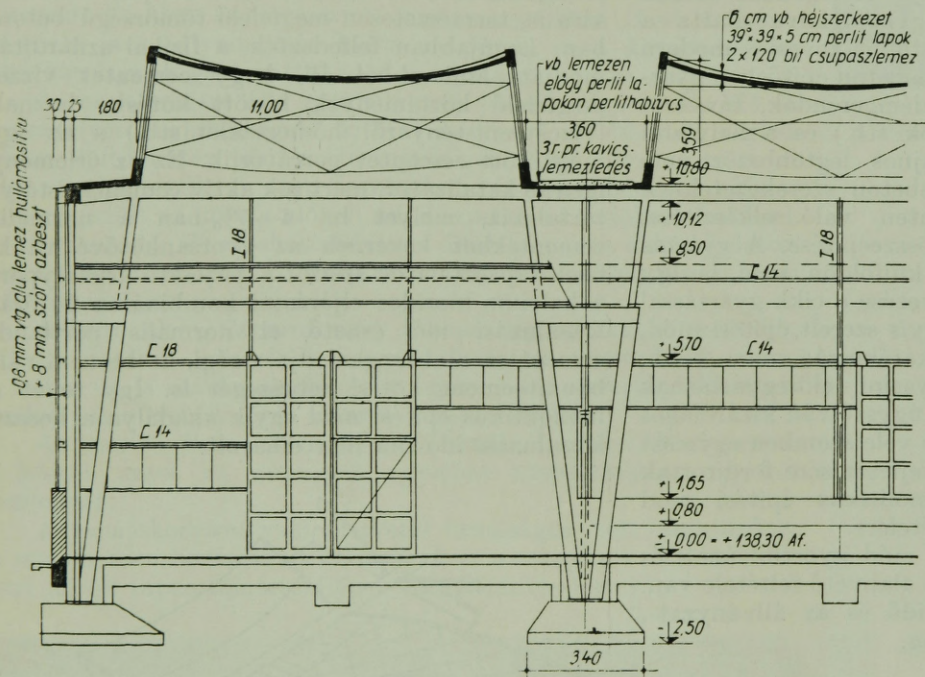
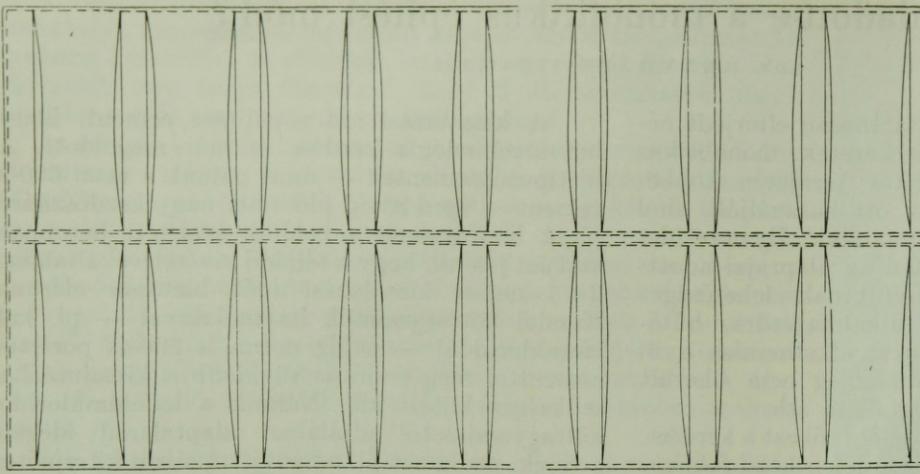
A monolitikus építési mód gyorsításának és fatakarakóssá tételének két alapvető feltétele van. Ezek a rövid kizsaluzási idő és az állványzat, illetve zsaluzat-takarékosság.

A kizsaluzási idő rövidítése cement, illetve betontechnológia kérdése és már megoldott. Az új típusú cementek — mint nálunk a tatabányai 600-as cement — igen rövid idő alatt nagy kezdőszilárdságot biztosítanak a belőlük készített betonnak, ami azt jelenti, hogy a téli idő kivételével általában 3—5 napos kizsaluzási időt biztosan elérünk. Kémiai kötőgyorsítók használatával — pl. kalciumkloriddal — pedig normális 500-as portland cementtel még ennél is rövidebb a kizsaluzáshoz szükséges kötési idő. Nálunk a kalciumkloridos kötőgyorsítástól általában alaptalanul idegenkednek, pedig azt pl. a Szovjetunióban kiterjedten használják, ott ahol a beton száraz helyen kerül felhasználásra, sőt vasúti keresztaljak előállítására is, természetesen megfelelő tömörségű betonban. Legújabban felfedezték a fizikai szilárdítás módját, ami abból áll, hogy cementet vízzel megfelelő körülmények között kötésbe hoznak (vízcement-tényező, hőmérséklet stb.) s az így megkötött cementet porrá őrlik. Ez az őrlemény igen jó katalizátor, mert sok aktív cementkristályt tartalmaz, melyet ha 4—5%-ban a normális cementekhez kevernek az gyorsankötővé válik. Cseh tapasztalatok szerint a gerjesztő kristályport a kalcium-kloridos eljárással kombinálva 24 órás kizsaluzási idő érhető el normális portland-cementtel, ami meghaladja a régi, de be nem vált bauxitcement kötési sebességét is. Így tehát a monolitikus építési mód egyik akadálya a hosszú kizsaluzási idő ma már elhárult.

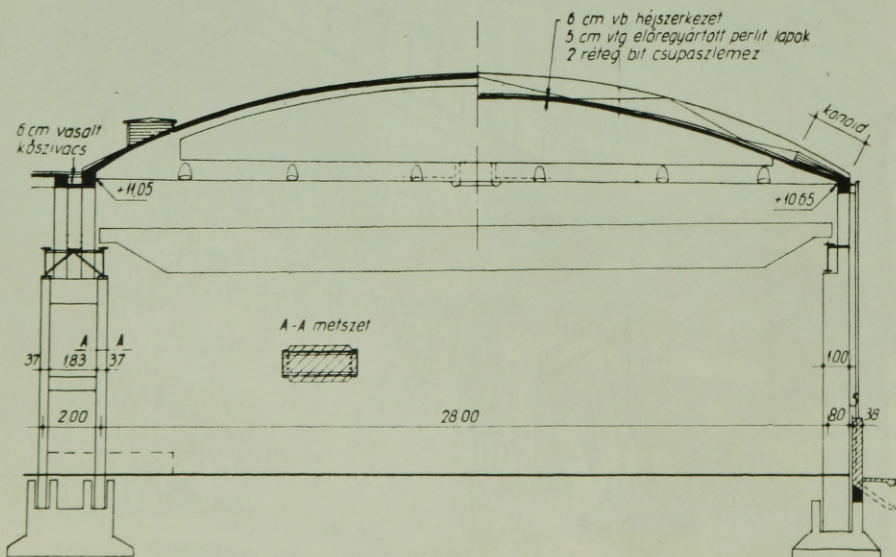


1. ábra. A csarnok egy elemének axonometrikus képe

2. ábra. A csarnok alaprajza

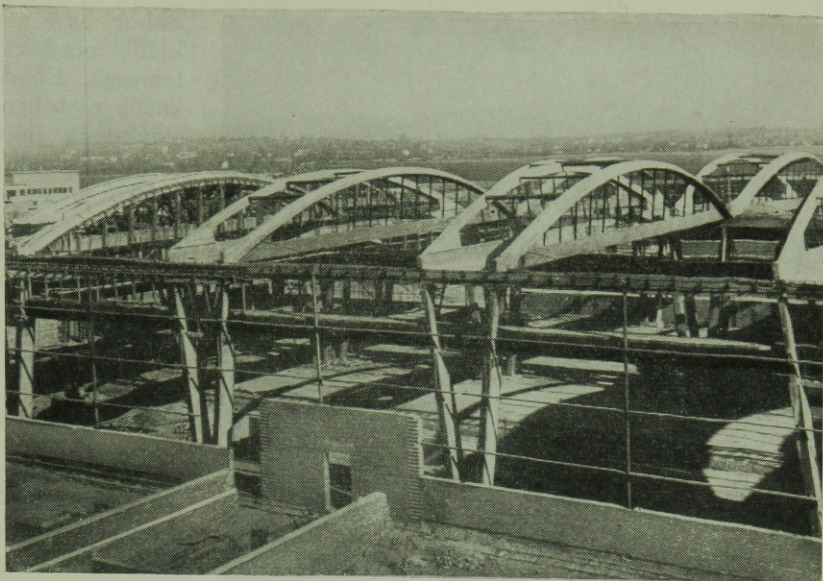


3. ábra. A csarnok hossz-metszete

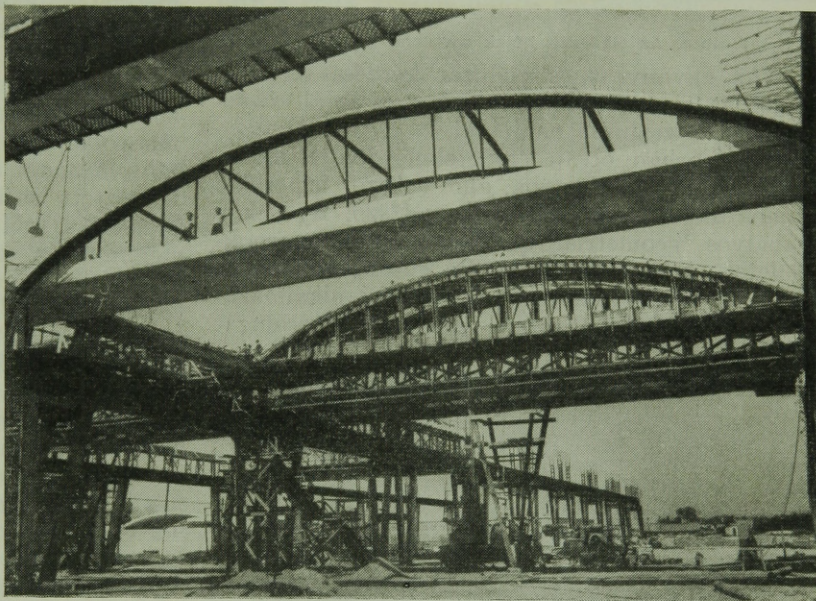


4. ábra. A csarnok kereszt-metszete

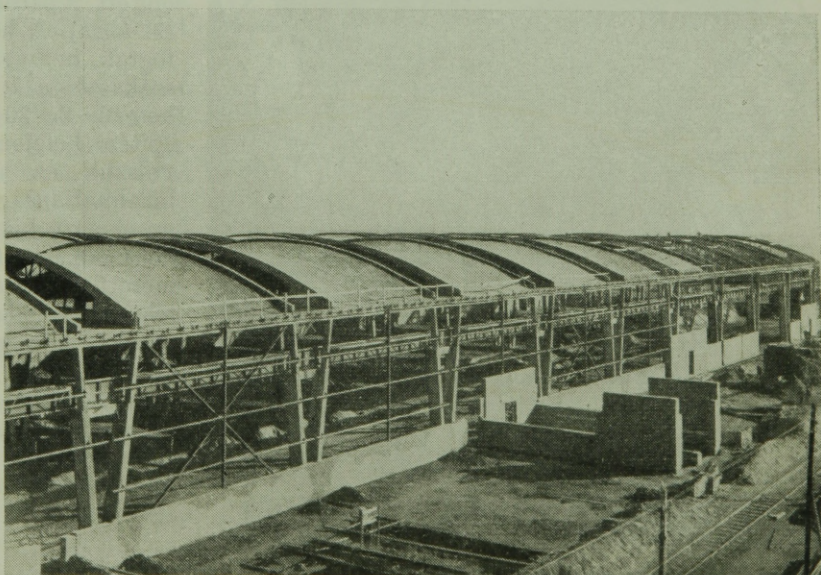
5. ábra. A szegélytartók építése

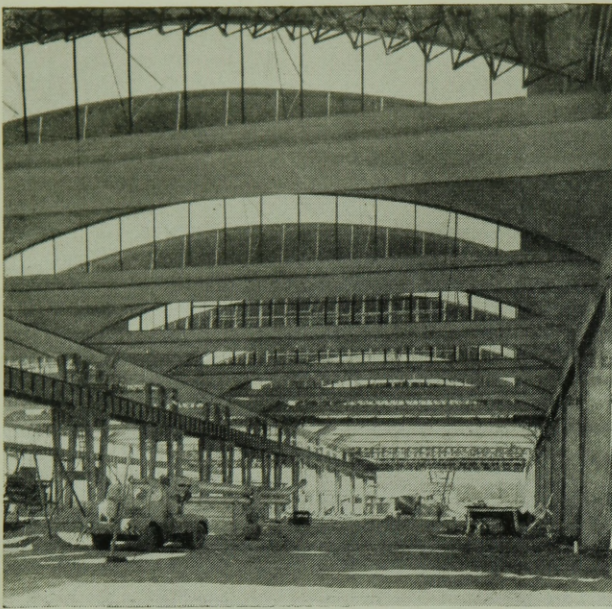


6. ábra. A szegélytartók és a
lemezek építése



7. ábra. Az elkészült héjak
sorozata, külső kép

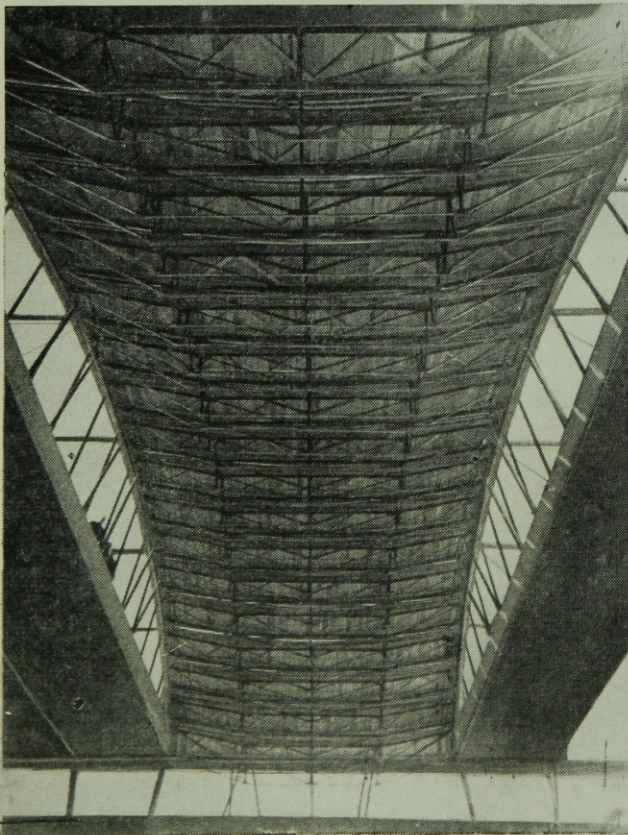




8. ábra. Az elkészült héjak sorozata, belső kép

Az állványzat és zsaluzat kérdése szorosan összefügg az épület elrendezésével és az állványozás, illetve zsaluzás módjával.

Elsősorban olyan épületeknél jön a monolitikus építési mód szóba, ahol sokszor ismétlődő azonos méretű szerkezetekről van szó. Ilyenek a szabályos geometriai rendbe szedett csarnok-épületek. Ezeknél mód nyílik gördülőállványok, illetve a táblás zsaluzás nagyszabású alkalmazására. Különösen egyszerű és olcsó a zsaluzat



9. ábra. A héjszerkezetek zsaluzata

akkor, ha a zsaluzott felületek nem tartalmaznak kiálló bordákat, hanem alulról sík vagy görbe lemezek. Ebből a szempontból nagyobb támaszközők esetében különösen fontosak a sorozatosan előállított héjak, amelyek tudvalevően anyag szempontjából igen takarékos lefedő szerkezetek, mert a héjalás a befedő szerkezeten kívül a fő-tartó szerepét is betölti. Ha ezen kívül a vasbeton oszlopokat önhordó vasvázzal látjuk el, ami annak állványozását feleslegessé teszi és a daruzott csarnoknál a daruhidakat gördülő állványként is használjuk, akkor előttünk áll egy modern monolitikus építési eljárás, amely a ma alkalmazott előregyártási technológiánál jóval olcsóbb, kevesebb gépesítést kíván, időben pedig gyorsabb.

Mindezek igazolásaként mint példát, alant ismertetem egy nemrég befejezett csarnok terveit és építését, ahol a fenti elvek megvalósításra kerültek. A szóbanforgó csarnok a Székesfehérvári Könnyűfémmű présműcsarnoka.

A csarnok alaprajzát, hossz- és keresztmetszetét, valamint a szerkezet axonometrikus rajzát az 1-4. ábrák mutatják, ahonnan a méretek is kivehetők. A szokásos kelyhes alaptestek az 1958 év szeptember közepétől december közepéig készültek el. A csarnok V-lábú oszlopai önhordó, merevvasvázás szerkezetűek, *tipikus keresztmetszetük a 4. ábrán látható*. Ezek vasvázat, valamint a hegesztett acélszerkezetű darupályákat és daruhidakat a múlt télen és tavasszal gyártotta le a Fémmunkás, illetve MÁVAG, felállításuk, illetve szerelésük április közepén kezdődött meg. Az oszlopok rövid oldalán alkalmazott külső U-profilok 4–5 mm vastag lemezből hajtogatással készültek és kívül szabadok. Ebből folyólag a betonozás igen egyszerű kétoldali táblás zsaluzattal készült, olyan időben, amikor a betonozóknak egyéb munkájuk nem volt.

A héjszerkezet előállítása két lépcsőben történt. A héj szegélytartóit a köztük levő lemezzel ideiglenesen vízszintes irányban kimerévítve a daruhidakról mint gördülőállványról építettük meg önálló egységként. (5. és 6. ábrák.) Ez a munka június végén kezdődött. A héj a már megépített ívpárok között táblás zsaluzattal készült (9. ábra). A héjak készítéséhez szeptember 10-én fogtak hozzá. A kész szerkezet egy összefüggő szakaszát a 7. és 8. ábrákon láthatjuk. A 270 m hosszú, 2×30 m széles csarnok szerkezeteinek építése befejeződött az év végén. Ha még hozzá vesszük az újjal szemben mutatkozó kezdeti bizalmatlanságot, majd az állandó anyag és munkaerő hiányt, valamint azt a körülményt, hogy az Iparterv által eddig tervezett hasonló méretű csarnokok között ez a legolcsóbb, azt hiszem igazoltnak tekinthető, hogy a monolitikus építési mód még korántsem haldoklik, hanem nagyon is él, csak jól átgondolt tervezéssel és szervezéssel kell megvalósításához hozzáfogni.

Elgondolkoztató az is, hogy e csarnok méretei és elrendezése olyanok, amiről eddig az volt az általános hiedelem, hogy az tipikusan helyszíni előregyártásra alkalmas és éppen ezért véleményem szerint felül kellene vizsgálni az előregyártás sok más területét is, melyről hasonló nézet uralkodik.

Új szerelőcsarnok a Ganz-MÁVAG-ban

RUDNAI JÓZSEF

Kossuth-díjas

A gőzüzemű vontatás elavulása, illetve a Diesel-rendszerű mozdonygyártás felfejlődése következtében fellépett munkatéri igények oly mértékben jelentkeztek a Ganz Vagonygyárban, hogy azt csak egyrészt régi épületek átalakításával, másrészt új szerelő csarnokok felépítésével lehet kielégíteni. Az ezen célból megindított rekonstrukciós építkezés legjelentősebb építménye a B. 2. jelű — kis részben alapincézett — három szintes teljes egészében előregyártott üzemi épület, amely a gyár legszűkebb területén helyezkedik el a MÁVAG-gyárral való egyesítés előtti határvonal mentén, merőlegesen a Kőbányai útra (1. ábra).

Az épület nem új, önálló üzemszár, hanem folytatása, helyesebben befejezése a Kőbányai úton 1952—1953-ban felépült ugyancsak három szintes B. 1. megmunkáló műhelynek, minek következtében az új épület magassági és terhelési adatai a tervezésnél adva voltak. A tervezést az Iparterv 2-es műterme végezte, az anyagtakarékossági szempontoknak a betonra, a vasra és a fára vonatkozó legmesszebbmenő szem előtti tartásával. A kivitelezést az É. M. 21. sz. Építőipari Vállalat végzi.

Az 1958 nyarán jóváhagyott tervek szerint a kéthajós 86,50 m hosszú épület vázát 21 egyenként három oszlopból és hat főtartóból álló előregyártott keret alkotja; a födémszerkezetet a 4,50 m-es keretállásoknak megfelelő hosszú, a földszint felett 2000 kg/m², az I. emelet felett 1500 kg/m² és a II. emelet felett tető terhelésre méretezett 1,37 m széles panelek képezik. A lépcsőház és a mosdóhelyiségek a pincézett szakasz melletti toldalékban kaptak helyet. Az alapincézettlen részen álló 42 oszlop kehelyben áll; a pincézett rész oszlopai a pincében monolitok a pince felett hegesztett rögzítésűek. A főtartók mind hegesztéssel és a csomópontoknak utólagos kibetonozásával csatlakoznak az oszlopokhoz. A hosszirányú merevítést a födémpanelekön és azok vasalt felbetonján kívül a szintén előregyártott ablakparapetek és főpárkány biztosítja.

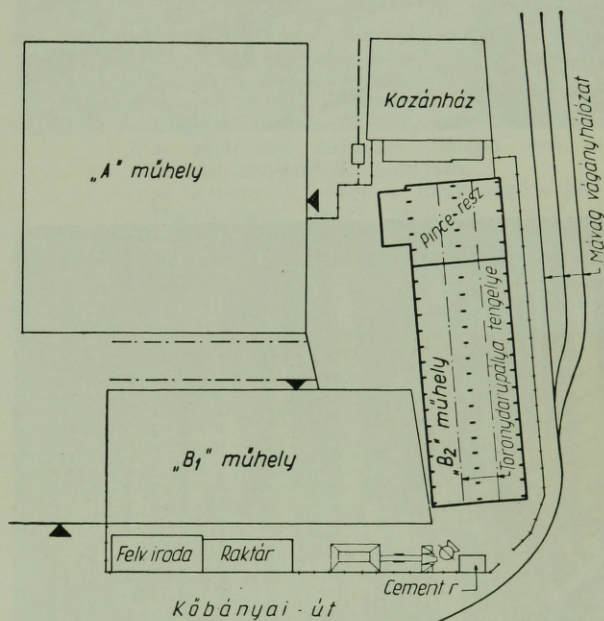
A kivitelezési munkák 1958 szeptemberében indultak a pincénél és a kelyheknél avval a célkitűzéssel, hogy a fagy beállta előtt a pincefödémnek, a kelyheknek, a teljes munkabetonnak és az oszlopok harmadrésznének készen kell lenni.

A kedvezőtlen — szűk — helyi viszonyok következtében ugyanis a főtartók gyártása csak a halszállakoszerű elhelyezésben legyártott (2. ábra) oszlopok felemelése után indulhatott meg: tehát az oszlopok emelését a lehető leghamarabb indítani kellett, hogy helyet adjanak a főtartóknak. Ez az elképzelés nem vált valóra, mivel egyrészt nem sikerült sem a MÁVAG vágányokon a forgalmat csökkenteni, sem pedig a vágányok és a készítenő pince között emelet magasságban tároló többszáz vagon szemet elrakni, minek következtében olyan nagymérvű ducolást kellett a pincénél készíteni, hogy a pince csak december

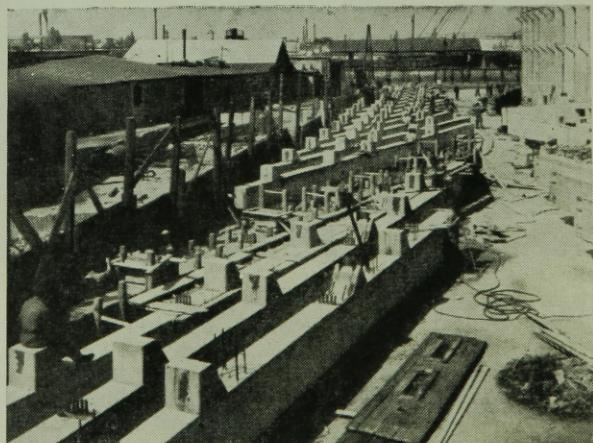
végére lett kész. A hegeszthető B. M. K. 50/35 minőségű gömbvas sem állt időben kellő mennyiségben rendelkezésre. Az ily módon beállt késés behozását részben az enyhe tél — gőzőléssel egész télen át folyt az oszlopok gyártása — másrészt a egyépesítés fokozása tette lehetővé, azáltal, hogy egyidőben mindkét csarnokban folyt az emelés.

A födémpanelek helyszíni előregyártása a helyszűke miatt szóba sem jöhetett. Ezek a 21. sz. Vállalat Kerepesi úti — a Ganz gyártól 5 km-re fekvő — előregyártó üzemében készültek, ahonnan teherautón jutottak a beépítés helyére.

A 26 m hosszú, 34 tonnás, a középső sorban 36 tonnás oszlopok beemelése (3. ábra) a pincétől a Kőbányai út felé kezdődött meg a baloldali hajónál két egyenként 20 tonnás bikával, külön erre a célra készült himba segítségével.



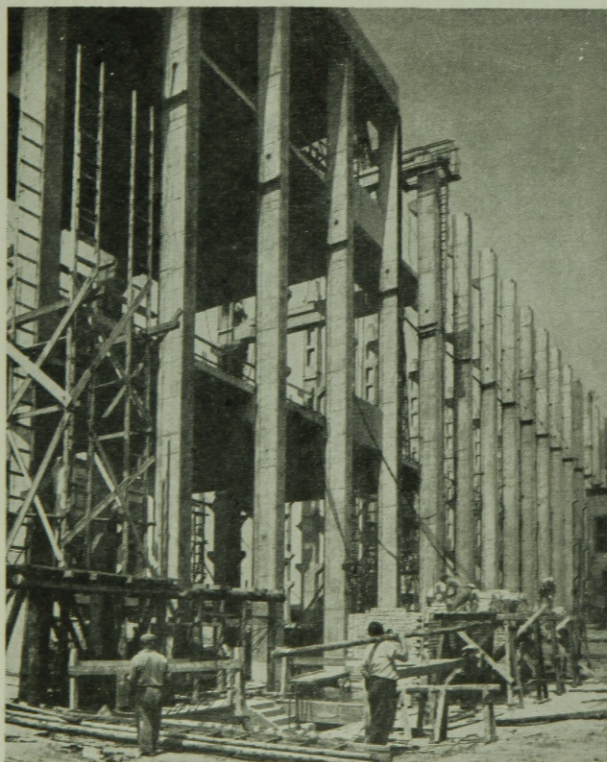
1. ábra.



2. ábra.



3. ábra



4. ábra

Időközben az építési idő lerövidítése céljából a baloldali hajó főtartói a B. 1. vonaláig elkészültek az új épület és az „A” épület közötti udvarban, ahonnan a keret baloldali és középső oszlopainak felemelése után csörlővel a felemelés helyére lettek behúzva és az oszlopsor felállítása majd az egyik bikának a második hajóba való áthelyezése után egy bikával beemelve. Az így elkészült baloldali félkeretekre az ugyanebben a hajóban felállított toronydaru azonnal berakta az állandóan érkező födémpaneleket (4. ábra).

A baloldali hajó szerkezetének összerakása közben, miután az első keretközökben a panelek is helyükre kerültek, ebben a hajóban megindult a jobboldali hajó főtartóinak gyártása végig követve a Kőbányai út felé haladó bikát és toronydarut, olyan ütemezéssel, hogy a bal oldali első keretek paneleinek helyrerakása után három héttel a jobboldali hajóban is megindult az összerakás, az első hajóéval azonos gépesítéssel és technológiával.

A munka eme fázisainál a legnagyobb körültekintéssel kellett az elektromos szerelőknek dolgozni, hisz a két hajóban egyszerre dolgozott egy-egy bika, egy-egy toronydaru, a főtartókat behúzó két-két csörlő és állandóan nyolc hegesztő gép.

Az épület összerakása 1959. szeptember hó 25-én fejeződött be, tehát az előregyártás és összerakás egy háromnegyedét vett igénybe.

Az épület alapterülete 2400 m², köbtartalma pincével és lépcsőház toldalékkal együtt 60 000 m³. Mindhárom szint mindkét hajója és a pince is daruzott. A monolit módon készült pincét nem számítva elkészült és beemelésre került 4450 t vasbeton szerkezet, 1080 db födém és tetőpanel, 1620 tonna súlyban. Beépítésre került 400 tonna gömbvas.

A legérdekesebb szám, amit közölni és külön ki kell hangsúlyozni, a faanyaggal kapcsolatos. Ismét nem számítva a pince ducolásainál és zsaluzásainál elhasznált famennyiséget, a 63 oszlop és 126 db főtartó mintadeszkázatához összesen 7 m³ 6/4”-os gyalult faanyag fogyott el.

Az épület szakipari munkáinak megindítása ily módon október elején lehetővé vált.

A technológiai szerelés három hónapja után a termelés az új épületben a tavasszal megindul.

Dobozalakú műtárgyak méretezése a nyomatékostás módszerével

TELEKES GYÖRGY—SCHUMICKY JENŐ

Négyszög alaprajzú gúla- vagy sík fenékkal lezárt műtárgyak a mérnöki gyakorlatban sűrűn előfordulnak. E szerkezetek leginkább silóknál vagy vízepítési építményeknél (mint pl. aknák, medencék) fordulnak elő, de megtalálhatók a gyakorlat legkülönbözőbb ágaiban is.

E szerkezeteknek a gyakorlatban kialakult méretszámításai csak durva közelítésnek tekinthetők. E szokásos számításoknak három módszere ismeretes. Az egyik módszer a fenéklemezt két irányban teherviselő lemeznek tekinti, tehát belső erőit ilymódon határozza meg, a felmenő hasábot pedig zárt keretként számítja. E módszer teljesen figyelmen kívül hagyja a függőleges irányú nyomatékot.

A másik módszer lényege, hogy az összes határoló lemezt kétirányban teherviselő lemeznek tekinti és ilymódon számítja a belső erőket.

Esetekben viszont a lemez peremén számított nyomatékok nem egyeznek. Az élnyatékok közötti, esetleg számottevő eltérést a módszer úgy veszi figyelembe, hogy a nyomaték különbséget fele-fele arányban a csatlakozó élek között megosztja.

A harmadik módszer szerint mindkét, tehát függőleges és vízszintes irányban is keretként számítja a szerkezetet. E számításnál viszont igen nagy bizonytalanság mutatkozik, ott, hogy a vízszintes és függőleges irányú keret milyen teherre számítjuk.

Végeredményben mindhárom módszer igen sok bizonytalanságot tartalmaz, tehát csak durva közelítéseknek tekinthetők.

E dolgozatban a szerkezetek méretszámításának egy oly módját dolgoztuk ki, mely az előbbi számítási eljárások hibáit, pontatlanságait, illetve fogyatékoságait nagymértékben kiküszöböli.

E dobozszerű szerkezetek belső erőinek meghatározását a gyakorlatban igen elterjedt „nyomaték osztás módszerre” vezetjük vissza, tehát, mivel térbeli szerkezetről van szó, a nyomaték osztást is tulajdonképpen térben végezzük el.

A sík fenékkal lezárt hasábot derékszögű négyszög alakú törzstartókra, a gúla fenékkal lezárt hasábot pedig derékszögű négyszög és háromszög alakú törzstartókra bontjuk. Az elméletet a továbbiakban gúla fenékkal lezárt hasábon ismertetjük, de a számpéldák között sík fenékű hasábot is kidolgoztunk.

A törzstartókra bontás után kiszámítjuk a törzstartók perem, illetve mező nyomatékait a megadott táblázatok segítségével. E perem és mező nyomatékokat a továbbiakban kezdeti befogási, illetve kezdeti mező nyomatékoknak nevezzük. A törzstartók mereven befogott peremén a számított nyomatékok általában eltérnek egymástól. Ha az éleket felszabadítjuk a merev befogás alól, azok a nagyobb nyomaték irányában el fognak fordulni, míaltal az élek nyomaték egyensúlya helyre áll. Ez azt jelenti, hogy az éleken számított kezdeti befogási nyomatékok egy ΔM nyomatékkal megváltoznak. E nyomaték változások a lemez törzstartók peremeinek befogási merevségeivel továbbiakban merevségi tényezőivel arányosak. Természetesen a peremek nyomatékváltozása a többi perem, illetve mező nyomatékokat is megváltoztatja, mely nyomaték változások számítására is mód nyílik.

Alkalmazott jelölések, valamint az előjelek értelmezése

G a műtárgy, illetve műtárgy + a víz súlya.

h a hasáb magassága.

h_1 a hasáb térszín alatti magassága.

h_2 a fenék gúla magassága.

h_3 a fenék háromszög elemének magassága.

s a hasáb alap élének hossza.

p_1 a földnyomás fajlagos értéke a hasáb és a fenék találkozásánál.

g a háromszögletű fenéklemez terhének fajlagos értéke.

$$z = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

σ_1 a talaj igénybevétel legnagyobb értéke.

$M_{A1} \dots M_{B2}$ stb. az 1 ill. 2 jelű törzstartó a , ill. b jelű élének közepén a kezdeti befogási nyomaték.

$M_{a1} \dots M_{b2}$ stb. az 1, ill. 2 jelű törzstartó a , ill. b jelű élének közepén a végleges nyomatékok.

$M_{x1} \dots M_{y2}$ stb. az 1, ill. 2 jelű törzstartón az x , ill. y irányú kezdeti mezőnyomaték.

$M_{x1} \dots M_{y2}$ az 1, ill. 2 jelű törzstartón az x , ill. y irányú végleges mezőnyomatékok.

$s_{a1} \dots s_{b2}$ stb. az a , ill. b élek merevségi tényezője az 1, ill. 2 jelű törzstartón.

$m_{ab} \dots m_{ik}$ átviteli tényezők az a , ill. i élközépről a b , ill. k élközépre.

$m_{ax1} \dots m_{cy3}$ átviteli tényezők az a , ill. c élről az 1 jelű törzstartó x , ill. a 3 jelű törzstartó y irányú mező nyomatékához.

β négyszögalakú lemeznél l_y/l_x háromszögalakú lemeznél l_x/l_y .

Q a tartórács hatásból fellépő erő a tartók keresztezési pontjain.

c a lemezszél befogási merevségére jellemző szám, mely mutatja, hogy a lemez merevségi tényezője hányszorosa az azonos nyílású és azonos megtámasztású gerenda merevségi tényezőjének.

$J_1 \dots J_6$ stb. az 1, ill. 6 jelű lemez törzstartó 1 m széles sávjának tehetetlenségi nyomatéka.

n_{a1} nyomaték osztó az 1 jelű törzstartó a élénél.

k a kezdeti befogási, ill. mezőnyomatékkal arányos mennyiség.

$\alpha_a \dots \alpha_k$ az a , ill. k él elfordulása.

Előjelek

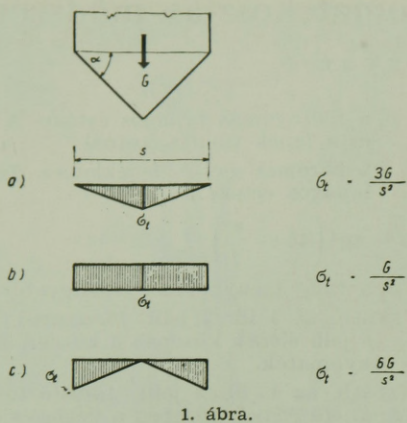
- + M mely a belső oldalon okoz húzást.
- M mely a külső oldalon okoz húzást.
- + T húzó erő.
- T nyomó erő.

Terhelések, kezdeti befogási nyomatékok

A műtárgyat vízszintes és függőleges erők támadják. A külső oldal felől a vízszintes földnyomás, magas talajvízszint esetén a külső víznyomás, valamint a talajreakció, belülről pedig a műtárgyban tárolt anyag oldal és fenék nyomása terhel. Gúlával lezárt fenék esetén a földnyomás csak a h_1 mélységig hat, az alatt már általában nem fejlődhet ki, mert a gúla hajlásszöge a gyakorlat legtöbb esetében nagyobb, mint az altalaj belső súrlódási szöge.

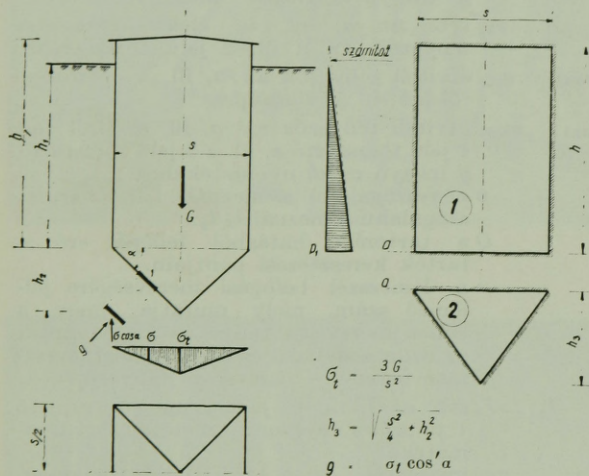
Ami a talaj feszültség ábrájának fölvételét illeti, négyzetes alaprajz esetén az 1 ábrán feltüntetett eseteket javasoljuk.

Gúla fenék lezárásánál, ha a fenék igen merev, az a eset felvétele indokolt. Ha a fenéklemez vékony, tehát rugalmas a c ábra szerint talajfeszültség felvétele lehetséges. Síklemezű fenék lezárásánál, bár a c szerinti talajfeszültségek is kialakulhatnak, kénytelenek vagyunk a b esettel számítani, mivel a rendelkezésre álló táblázatainkból a c esetet nem tudjuk szuperpozícióval előállítani.



1. ábra.

A továbbiakban az elméletet gúla fenék lezárás esetére mutatjuk be, az 1/a ábra szerinti talajfeszültség megoszlás feltételezésével.



2. ábra.

Előljáróban kiszámítjuk a földnyomás terhének fajlagos értékét a h_1 mélységben. Ha a földnyomás tényező

$$z = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

akkor

$$p_1 = \gamma \cdot z \cdot h_1$$

A talajigénybevételt — melynek megoszlását a 1/a ábra szerint tételezzük fel — abból a megfontolásból számítjuk, hogy a lefelé ható erők egyenlők a fölfelé ható talajfeszültségek eredőjével, vagyis a feszültség ábra köbtartalmával. Eszerint

$$G = 4 \cdot \sigma_t \frac{s^2}{12} = \sigma_t \frac{s^2}{3}$$

melyből

$$\sigma_t = \frac{3G}{s^2}$$

A σ_t valamint a p_1 ismeretében a törzstartókra jutó terhek számíthatók.

Az 1 jelű törzstartót jelen esetben egy felül csúcsos háromszög szerint megoszló vízszintes erő terheli, melynek alsó ordinátája azonos p_1 -el (lásd 2. ábra).

A 2 jelű törzstartót függőleges talaj igénybevétel támadja. A talajigénybevétel okozta teher, mely a törzstartót igénybe veszi, háromszög szerint megoszló. E teher legnagyobb ordinátája

$$g = \sigma_t \cdot \cos^2 \alpha$$

A törzstartók kezdeti befogási nyomatókai, valamint kezdeti mezőnyomatókai a különböző megtámasztási viszonyok esetén az 1—4 táblázatokból egyszerűen számíthatók, a törzstartók geometriai adatainak függvényében.

A táblázatokból a megfelelő β viszonzyszámhoz tartozó k értékeket kivéve, mind a támasz, mind pedig a mező nyomatók

$$M = k \cdot p \cdot l^2$$

képletből számíthatók, ahol l a táblázatok ábráin feltüntetett méretet jelenti.

A táblázatokban egyenletesen, valamint háromszög szerint megoszló terhek esetére összeállítottuk a k tényezők értékeit. E három terhelési esetből a gyakorlatban előforduló egyéb terhek okozta nyomatók szuperpozíció révén számíthatók.

Megjegyezzük, hogy az 1 jelű törzstartó kezdeti befogási valamint mezőnyomatókai kis hibával rendelkeznek. Ugyanis a földnyomás a lemezt h_1 hosszra támadja, a számításban viszont feltételezzük, hogy a h szakaszon hat. E hiba véleményünk szerint jelentéktelen, mivel egyrészt a h_1 és h_2 hosszak közötti különbség általában kicsi, másrészt pedig a földnyomás p_1 értékét a valóságnak megfelelően a h_1 hosszal számítjuk.

Merevségi és átviteli tényezők

A következőkben egyszerű alap gondolatra épülő elméletet vezetünk le, mely véleményünk szerint jó közelítést nyújt különböző megtámasztású lemezek befogási merevségének, illetve merevségi tényezőinek megállapítására.

Az alap gondolat Marcus ismert számító eljárásához hasonló. Ő a nyomatók meghatározásához a lemezközepek mentén egymást keresztező tartókat hasít ki a lemezből és a nyomatókat az egyenlő lehajlások alapján felírt egyenletek segítségével határozza meg. Mi a merevségi tényezők közelítő számítására hasonló utat követünk. Mi is kihasítva képzelünk a lemezből, tengelyvonalai mentén két egymást keresztező, egységnyi széles tartó elemet, melyet egységnyi nyomatók támad. E külső nyomatók okozta igénybevételeket azonban tartórácsként számítjuk, figyelembe véve a kiragadott tartók keresztezési pontjain az $M = 1$ tm hatására fellépő erő is, melyet a továbbiakban Q -val jelölünk. Az $M = 1$ tm okozta igénybevételek tulajdonképpen átviteli tényező jellegű mennyiségek, mert azt mutatják, hogy a peremen támadó egységnyi nyomatók hatására mekkora nyomatók keletkeznek a lemez mezőkben, illetve a többi perem mentén. Ha meghatározzuk az $M = 1$ tm nyomatók okozta képzelte elfordulást, akkor ezen elfordulás reciprok értéke a merevségi tényező, ugyanis ez a reciprok érték egységnyi forgás által kiváltott nyomatókat jelent. A tartórács számítás során a csavaró nyomatók hatását figyelmen kívül hagyunk két okból. Egyrészt a csavaró nyomatók hatása tartórácsoknál mintegy 5—6%-kal csökkenti az igénybevételeket, tehát elhanyagolása a biztonság javára történik. Másrészt pedig, mivel egy ℓ mentén csatlakozó törzstartók merevségi tényezőjének mindegyikéből hiányzik a csavarás hatása, ez annyit jelent, hogy a nyomatók szétválasztásakor a hiba nagyrészt kiesik a számításokból. A merevségi tényezők képleteit mindenütt olyan alakra hoztuk, hogy értékük összehasonlítható a hasonló nyílású, kéttámaszú tartó merevségi tényezőjével, mert a kétféle hányadosa egy c tényező. A c tényezőket az 1—4 táblázatok fejrovataiban tüntettük fel. A következőkben bemutatjuk a merevségi és átviteli tényezők számítás módját, különböző megtámasztású lemezek esetén.

Háromszögletű, kerülete mentén befogott lemez esete

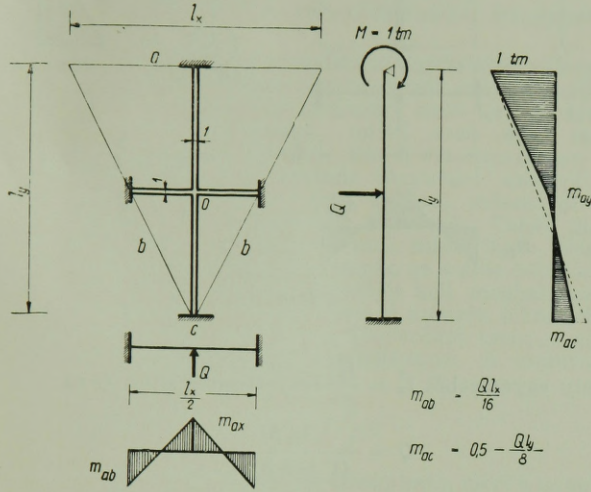
Az 0 pont lehajlása az l_x , illetve l_y irányú tartónál azonos az az

$$\frac{0,375 l_y^2}{6 EJ} - \frac{0,375 l_y^2}{6 EJ} m_{ac} - \frac{Q \cdot l_y^3}{48 EJ} = \frac{Q \cdot l_x^3}{1536 EJ}$$

ahol

$$m_{ac} = 0,5 - \frac{Q \cdot l_y}{8}$$

m_{ac} értékét behelyettesítjük, majd az egyenletet Q -ra megoldjuk és bevezetjük a $\beta = \frac{l_x}{l_y}$ jelölést, Q egyenletére.



3. ábra

$$Q = \frac{48 \beta}{(\beta^3 + 20) l_x}$$

alakot nyerjük.

Az a élben levő véglap elfordulása

$$\alpha_a = \frac{l_y}{4 EJ} - \frac{Q \cdot l_y^2}{16 EJ}$$

Q értékének behelyettesítése és a $\beta = \frac{l_x}{l_y}$ helyettesítés után:

$$\alpha_a = \frac{(\beta^3 + 8) l_x}{4 EJ (\beta^3 + 20) \beta}$$

tehát az a élhez tartozó merevségi tényező

$$s_a = \frac{1}{\alpha_a} = 4 E \frac{J}{l_x} \cdot \frac{(\beta^3 + 20) \beta}{\beta^3 + 8} = 4 E \frac{J}{l_x} \cdot C'$$

illetve l_y -al kifejezve:

$$s_a = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot c$$

ahol

$$c = \frac{\beta^3 + 20}{\beta^3 + 8}$$

Átviteli tényezők:

a élről b élre:

$$m_{ab} = \frac{Q \cdot l_x}{16} = \frac{3 \beta}{\beta^3 + 20}$$

a élről c pontba:

$$m_{ac} = 0,5 - \frac{Q \cdot l_y^2}{8} = 0,5 - \frac{6 l_x}{\beta (\beta^3 + 20)}$$

a élről x irányú mezőnyomatékhoz:

$$m_{ax} = \frac{Q \cdot l_x}{16} = \frac{3 \beta}{\beta^3 + 20}$$

a élről y irányú mezőnyomatékhoz:

$$m_{ay} = 0,25 - \frac{9}{\beta^3 + 20}$$

Négyszögalakú kerülete mentén befogott lemez esete

Az 0 pont lehajlása az l_x , illetve l_y irányú tartónál azonos, azaz

$$\frac{0,375 l_y^2}{6 EJ} - \frac{0,375 l_y^2}{6 EJ} m_{ac} - \frac{Q \cdot l_y^3}{48 EJ} = \frac{Q \cdot l_x^3}{192 EJ}$$

ahol

$$m_{ac} = 0,5 - \frac{Q \cdot l_y}{8}$$

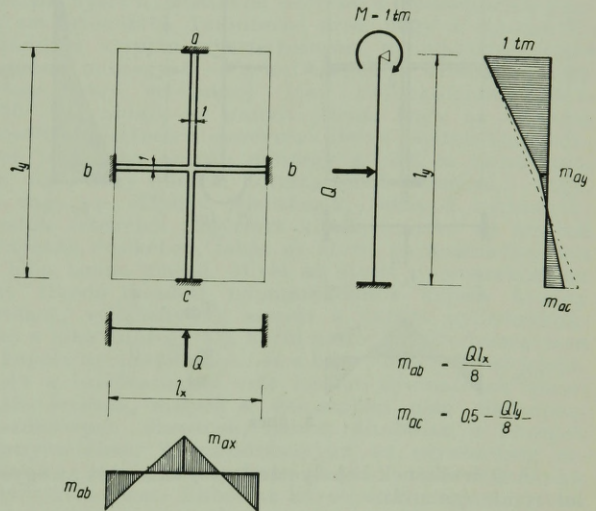
m_{ac} és $l_x = \frac{l_y}{\beta}$ helyettesítés után az egyenletet Q -ra megoldva

$$Q = \frac{6 \beta^3}{(1 + 2,5 \beta^3) l_y}$$

az a véglap elfordulása:

$$\alpha_a = \frac{l_y}{4 EJ} - \frac{Q \cdot l_x^2}{16 EJ}$$

Q értékének behelyettesítése után:



4. ábra

$$\alpha_a = \frac{(\beta^3 + 1) l_y}{4 EJ (2,5 \beta^3 + 1)}$$

Tehát az a élhez tartozó merevségi tényező:

$$s_a = \frac{1}{\alpha_a} = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot \frac{2,5 \beta^3 + 1}{\beta^3 + 1} = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot c$$

ahol

$$c = \frac{2,5 \beta^3 + 1}{\beta^3 + 1}$$

Átviteli tényezők:

a élről b élre:

$$m_{ab} = \frac{Q \cdot l_x}{8} = \frac{3 \beta^2}{4 (2,5 \beta^3 + 1)}$$

a élről c élre:

$$m_{ac} = 0,5 - \frac{Q \cdot l_y}{8} = 0,5 - \frac{3 \beta^3}{4 (2,5 \beta^3 + 1)}$$

a élről x irányú mezőnyomatékhoz:

$$m_{ax} = \frac{Q \cdot l_x}{8} = m_{ab}$$

a élről y irányú mezőnyomatékokhoz:

$$m_{ay} = 0,5 - 0,5 m_{ac} - \frac{Q \cdot l_y}{4} = 0,25 - \frac{1,125 \beta^3}{2,5 \beta^3 + 1}$$

Négyszögalakú, 3 oldalt befogott, negyedik oldalán szabadon felfekvő lemez

Az 0 pont lehajlása az l_x , illetve l_y irányú tartónál azonos, tehát

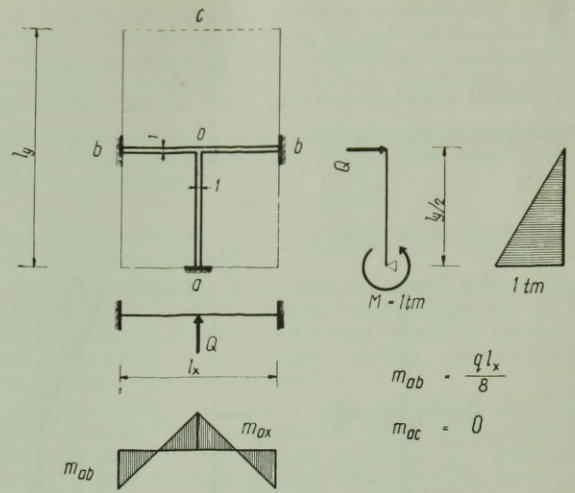
$$\frac{0,375 l_y^2}{6 EJ} - \frac{Q \cdot l_y^3}{48 EJ} = \frac{Q \cdot l_x^3}{192 EJ}$$

mely egyenletből:

$$Q = \frac{12 \beta^3}{(1 + 4 \beta^3) l_y}$$

Az a véglap elfordulása:

$$\alpha_a = \frac{l_y}{3 EJ} - \frac{Q \cdot l_y^2}{16 EJ}$$



6. ábra

mely egyenletből $l_x^3 = \frac{l_y^3}{\beta^3}$ helyettesítés után Q -ra

$$Q = \frac{16 \beta^3}{(1 + 8 \beta^3) l_y}$$

kifejezés adódik.

Az a jelű élnél levő véglap elfordulása

$$\alpha_a = \frac{l_y}{6 EJ} + \frac{Q \cdot l_x^3}{192 EJ} \cdot \frac{2}{l_y}$$

A Q értékének, valamint $l_x^3 = \frac{l_y^3}{\beta^3}$ kifejezés behelyettesítése és az egyenlet rendezése után

$$\alpha_a = \frac{(1 + 4 \beta^3) l_y}{3 EJ (1 + 8 \beta^3)}$$

Az a jelű élhez tartozó merevségi tényező

$$s_a = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot \frac{1 + 8 \beta^3}{1 + 4 \beta^3} \cdot 0,75 = 4 E \frac{J}{l_y} c$$

ahol

$$c = 0,75 \frac{1 + 8 \beta^3}{1 + 4 \beta^3}$$

Átviteli tényezők

$$m_{ab} = \frac{Q \cdot l_x}{8} = \frac{2 \beta^2}{1 + 8 \beta^3} = m_{ax}$$

$$m_{ac} = 0$$

$$m_{ay} = 0$$

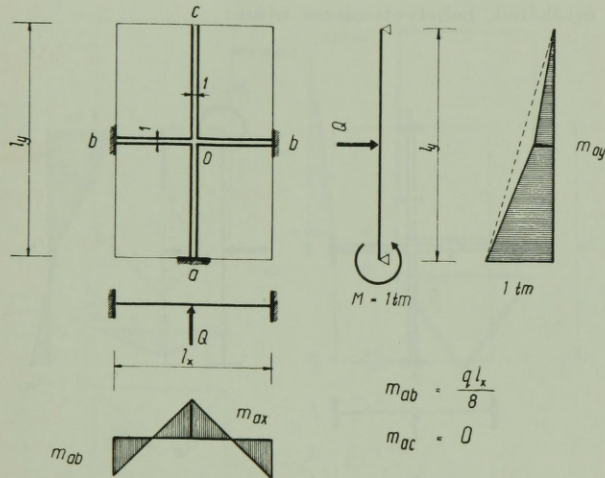
Az átviteli tényezők előjelére nézve meg kell jegyeznünk, hogy mezőnyomatékoknál a szabad nyomatékkal azonos oldalon, támasz nyomatékoknál pedig a szabad nyomatékkal ellentétes oldalon ébrednek húzások. Ily módon tehát minden előjel szabály nélkül egyszerű szemlélettel eldönthetők az átvitt nyomatékok előjelei.

Ha a sík fenékkal lezárt hasáb négyzet alaprajzú, a számítás a centrálszimetria miatt leegyszerűsödik. Ez esetben előre látható, hogy mind a négy peremet azonos nyomaték támadja. Mivel

$$l_x = l_y = l$$

bármely él merevségi tényezője

$$s = 4 E \frac{J}{l} 0,5$$



5. ábra

A Q értékének behelyettesítése, valamint az egyenlet rendezése után

$$\alpha_a = \frac{(1 + 1,75 \beta^3) l_y}{3 EJ (1 + 4 \beta^3)}$$

az a élhez tartozó merevségi tényező:

$$s_a = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot \frac{1 + 4 \beta^3}{1 + 1,75 \beta^3} \cdot 0,75 = 4 E \frac{J}{l_y} \cdot c$$

ahol

$$c = 0,75 \frac{1 + 4 \beta^3}{1 + 1,75 \beta^3}$$

Átviteli tényezők:

$$m_{ab} = \frac{Q \cdot l_x}{8} = \frac{1,5 \beta^2}{1 + 4 \beta^3} = m_{ax}$$

$$m_{ac} = 0$$

$$m_{ay} = 0,5 - \frac{3 \beta^3}{1 + 4 \beta^3}$$

Négyszögalakú, három oldalt befogott, negyedik oldalán teljesen szabad lemez

Az 0 pont lehajlása az l_x illetve l_y irányú tartónál azonos, tehát

$$\frac{l_y^2}{12 EJ} - \frac{Q \cdot l_y^3}{24 EJ} = \frac{Q \cdot l_x^3}{192 EJ}$$

A számítás menete:

1. Kiszámítjuk a szerkezet G súlyát, majd meghatározzuk σ_p , p valamint g értékét.

2. Kiszámítjuk a β értékeit, ügyelve arra, hogy négyszögalakú lemeznél $\beta = \frac{l_y}{l_x}$, háromszög alakú le-

meznél pedig $\beta = \frac{l_x}{l_y}$, Ezután meghatározzuk a törzstartók kezdeti befogási, valamint kezdeti mezőnyomatékait.

3. Kiszámítjuk a törzstartók merevségi, valamint átviteli tényezőit. Merevségi tényezőt szimmetria síkba eső élekre soha sem kell számolni, mert az oda átvitt nyomatékok ottmaradnak, mivel ezen élek merv befogásoknak tekinthetők. Ebből értelemszerűen az következik, hogy az átviteli tényezőket azokról az élekről kell számítani, ahol szabad, másszóval kiegyensúlyozatlan nyomatékok ébrednek. Tehát pl. a 2. ábrán feltüntetett szerkezetnél, mivel 2 db. éleken átmenő szimmetria síkja van, csupán az a élbe csatlakozó két törzstartó merevségi tényezőjét kell meghatározni. Itt szabad nyomaték csak ezen él mentén jöhet létre, tehát az a élről való átviteli tényezőket ($m_{a1} \dots m_{ay1}$ illetve $m_{a2} \dots m_{ay2}$) kell meghatározni. A merevségi tényezők minden törzstartónál

$$s = 4 E \frac{J}{l} c$$

alakúak. A $4 E$ egyértelműen elhagyható, mert a nyomaték hányadból egyébként is kiesik. Ha a törzstartó lemezvastagsága azonos, J értékére célszerű egységesen egy szabadon választott kerek számot, pl. 10-et felvenni.

4. s értékek ismeretében kiszámíthatók az élek nyomatékosztói. Pl. az 1. ábra szerkezetének a élénél:

$$n_{a1} = \frac{s_{a1}}{s_{a1} + s_{a2}} \quad n_{a2} = \frac{s_{a2}}{s_{a1} + s_{a2}}$$

5. Ezekután számítjuk a végleges nyomatékokat. Négyzet alaprajzú szerkezetnél a végleges nyomatékok igen egyszerűen számíthatók. Ha pl. az 1. ábra szerkezeténél

$$M_{A1} - M_{A2} = \Delta M_a$$

a végleges nyomatékok az a élénél

$$M_{a1} = M_{A1} + n_{a1} \cdot \Delta M_a$$

$$M_{a2} = M_{A2} + n_{a2} \cdot \Delta M_a$$

Pl. az 1. jelű törzstartón c élénél

$$M_{c1} = M_{C1} + 2 m_{ac1} \cdot \Delta M_a$$

Végleges mezőnyomatékok az 1. jelű törzstartón

$$M_{x1} = M_{X1} + m_{ax1} \cdot \Delta M_a$$

$$M_{y1} = M_{Y1} + m_{ay1} \cdot \Delta M_a$$

A 2. jelű törzstartó végleges nyomatékait a fentiekhez hasonlóan számítjuk.

Megjegyzések a közölt számító eljáráshoz

A számított eredmények megbízhatóságai

Az előbbieken ismeretett számító eljárás elvileg alkalmas bármilyen lemezekből összeállított szerkezet belső erőinek a meghatározására. Az elmélet ismeretése során egyszerű esetet tételeztünk fel, és pedig egyetlen négyzetalaprajzú hasábot, arra gondolva, hogy az elmélet ismertetése ezen követhető a legjobban. Többcellás, vagy szabálytalan alaprajzú hasábo-
k is jól számíthatók, de akkor a számításokat már célszerű a Cross módszerhez hasonlóan — a jobb áttekinthetőség végett — táblázatosan elvégezni. Ézesetben a számítás menete teljesen azonos az elmondottakkal. Tehát elől-
járóban kiszámítjuk az összes befogott törzstartó él merevségi tényezőit, valamint az összes átviteli tényezőt. A kezdeti befogási és kezdeti mezőnyomatékok

kiszámítása után egy táblázatot készítünk, annyi osz-
loppal, ahány kezdeti nyomaték hely van. A táblázat fejro-
vatába beírjuk az átviteli tényezőket, gondosan ügyelve arra, hogy onnan mely helyekre viszünk át nyomatékokot. Természetesen a kiszámított nyomaték-
osztókat is beírjuk a fejrovatba. A kezdeti befogási nyomatékok beírása után a számítás további menete teljesen azonos Cross módszerével, azzal a különbséggel, hogy a táblázat egy oszlopából több helyre viszünk át nyomatékokat. A kapott résznyomatékok összege azonos a vegnyomatékokkal.

A számított nyomatékok, valamint az ismert külső terhek ismeretében kiszámíthatjuk, az egyes keresztmetszetekben a kapott nyomatékokkal egyidejű huzo vagy nyomó erőket, tehát a vasmennységek meghatározhatók.

Ami a számított eredmények megbízhatóságát illeti, azok véleményünk szerint jól megközelítik a valóságos helyzetet. Ugyanis a törzstartók kezdeti befogási, illetve kezdeti mezőnyomatékai, megbízható értékeknek tekinthetők. Hiba egyrészt a ΔM kiegyensúlyozatlan nyomatékok szétosztásakor keletkező egyensúlyozó nyomatékokból, másrészt pedig az átvitt nyomatékokból ered, ugyanis mind a nyomaték-
osztók, mind pedig az átviteli tényezők közelítő számítás eredményei. E tényezők eltérése a pontos értéktől akkorára becsülhető, mint Marcus lemez számítása szerint nyert nyomatékok eltérése, a lemezelméleti úton nyert értékektől. Tekintettel arra, hogy a Marcus-féle számítás alapján nyert befogási nyomatékok szélső esetben mintegy 6—8%-kal térnek el a lemezelméleti úton nyert értékektől (lásd Betonkalender 1958, 230—240 oldal), ez annyit jelent, hogy az általunk közölt elméletben a merevségi illetve átviteli tényezőkben levő hiba csupán mintegy 4—6%-ra becsülhető, de úgy, hogy minden törzstartónál azonosan, vagy, + vagy — előjellel jelentkezik, tehát a nyomaték-
osztók értékeiből nagyrészt kiesik, viszont az átviteli tényezők értékeiben, tehát az átvitt nyomatékokban a hiba benne marad. Mivel az átvitt nyomatékok, az ott ébredő kezdeti nyomatékokhoz képest kicsiny értékek, véleményünk szerint a kapott nyomatékokban a hiba mintegy 6% körül mozoghat. Természetesen a kapott nyomatékokban ez a hiba túlméretezést jelent, mert a táblázatokból vett kezdeti nyomatékok maximális értékek, melyek a valóságban nem élközépen, mezőközépen ébrednek, hanem általában a közepek környezetében. A számításokban az egyszerűség érdekében mégis közepeken támadó nyomatékoknak tekintjük azokat. Ebből az következik, hogy az átvitt nyomatékok a közepeken egy nagyobb nyomatékhoz szuperponálódnak, mint ami a valóságban ott támad, tehát a fentebb említett túlméretezést bizonyítottan látjuk. A támasz és mezőnyomatékok a sarkok, illetve élek felé a valóságban csökkennek. Ezt a nyomaték-
változást oly módon vesszük figyelembe, hogy a számítások végeredményeként kapott nyomatékokból nyert vasmennységet mind a háromszög, mind pedig a derékszögű négyszögalakú lemezek középső $\frac{l_x}{2} \dots \frac{l_y}{2}$ sávjában helyezzük el és e helyektől a szélek felé csak a számított vasmennységek felét tesszük.

7. ábra

Táblázatok

A gyakorlati számítások egyszerűbbé tételére az 1—4. táblázatokba foglaltuk a kezdeti befogási és mezőnyomatékok számításánál szereplő állandókat az előforduló főbb megtámasztási viszonyok figyelembe vételével. A táblázatokban feltüntetettük a c értékeket, melyek a merevségi tényezők számítását megkönnyítik. Az 1. jelű táblázat k értékei mellé írt keretben levő számok mutatják, hogy a szöbanforgó maximális nyomaték a 7. ábra szerint mely helyen keletkezik. Megjegyezzük, hogy a táblázatok k tényezőjével számított nyomatékok maximális nyomatékok. Az 5. jelű táblázatban az átviteli tényezők értékeit állítottuk össze.

1. táblázat

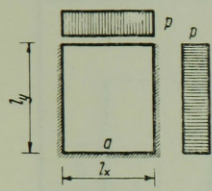
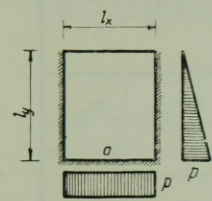
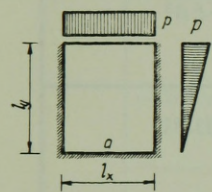
Terhelés	$\beta = \frac{l_x}{l_y}$	k					
		C	2,47	2,43	2,33	2,05	1,75
			0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
	M_x max	17	0,019664	0,012944	0,009722	0,005991	0,003500
		7	0,035828	0,025100	0,017216	0,008481	0,004506
	M_y max	14	0,010725	0,010475	0,009164	0,006302	0,004841
		1	0,020966	0,021832	0,019605	0,014398	0,010334
	M_x max	17	0,014825	0,009338	0,006059	0,003053	0,001919
		7	0,027689	0,017339	0,011317	0,004809	0,002619
	M_y max	14	0,009697	0,008030	0,007002	0,004405	0,002980
		1	0,017416	0,017339	0,014955	0,010352	0,007167
	M_x max	20	0,005292	0,005189	0,004223	0,002653	0,001581
		8	0,010294	0,008420	0,006523	0,003653	0,001895
	M_y max	20	0,005870	0,002448	0,002494	0,002280	0,001958
		1	0,003550	0,004500	0,004650	0,004047	0,003167

2. táblázat

Terhelés	$\beta = \frac{l_y}{l_x}$	k									
		C	1,39	1,51	1,64	1,75	1,86	1,95	2,03	2,10	2,16
			0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	M_x max	+	0,00592	0,01000	0,01428	0,01950	0,02254	0,02664	0,02988	0,03296	0,03580
		-	0,02064	0,02840	0,03676	0,04480	0,05236	0,05978	0,06566	0,07178	0,07660
	M_y max	+	0,03332	0,02860	0,02432	0,01950	0,01736	0,01444	0,01200	0,00980	0,00800
		-	0,06757	0,05935	0,05167	0,04480	0,03831	0,03214	0,02731	0,02264	0,01850
	M_x max	+	0,00296	0,00500	0,00714	0,00920	0,01127	0,01332	0,01494	0,01648	0,01790
		-	0,01032	0,01420	0,01838	0,02240	0,02618	0,02989	0,03283	0,03589	0,03830
	M_y max	+	0,01666	0,01430	0,01216	0,01030	0,00868	0,00722	0,00600	0,00490	0,00400
		-	0,02720	0,02320	0,01966	0,01660	0,01381	0,01119	0,00918	0,00731	0,00560
	M_x max	0	0,04037	0,03615	0,03201	0,02810	0,02450	0,02095	0,01813	0,01533	0,01290
	M_x max	+	0,00296	0,00500	0,00714	0,00920	0,01127	0,01332	0,01494	0,01648	0,01790
		-	0,01032	0,01420	0,01838	0,02240	0,02618	0,02989	0,03283	0,03589	0,03830
	M_y max	+	0,01666	0,01430	0,01216	0,01030	0,00868	0,00722	0,00600	0,00490	0,00400
		-	0,04037	0,03615	0,03201	0,02810	0,02450	0,02095	0,01813	0,01533	0,01290
	M_x max	0	0,02720	0,02320	0,01966	0,01660	0,01381	0,01119	0,00918	0,00731	0,00560

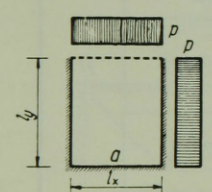
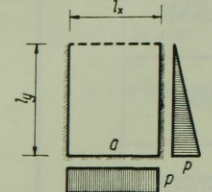
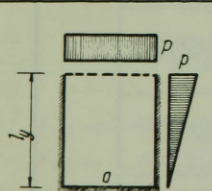
3. táblázat

$$M_x = k \cdot p \cdot l_x^2 \quad M_y = k \cdot p \cdot l_y^2 \quad s_a = 4E \frac{J}{l_y} c$$

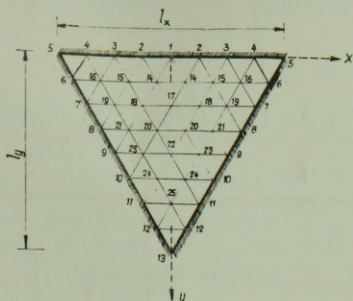
Terhelés	k									
	C	1,11	1,21	1,30	1,37	1,43	1,48	1,52	1,55	1,58
	$\beta = \frac{l_y}{l_x}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	$M_x \max$	+	0,01103	0,01509	0,01905	0,02263	0,02574	0,02835	0,03050	0,03224
		-	0,02703	0,03752	0,04729	0,05556	0,06212	0,06714	0,07092	0,07373
	$M_y \max$	+	0,04013	0,03228	0,02541	0,01977	0,01532	0,01187	0,00924	0,00724
		-	0,08445	0,06871	0,05406	0,04166	0,03182	0,02429	0,01862	0,01440
	$M_x \max$	+	0,00437	0,00665	0,00884	0,01080	0,01260	0,01427	0,01562	0,01706
		-	0,01323	0,01710	0,02089	0,02510	0,02834	0,03150	0,03399	0,03657
	$M_y \max$	+	0,01869	0,01475	0,00989	0,00970	0,00808	0,00664	0,00559	0,00457
		-	0,04652	0,03995	0,03422	0,02940	0,02526	0,02137	0,01834	0,01522
	$M_x \max$	+	0,00666	0,00844	0,01021	0,01183	0,01314	0,01408	0,01488	0,01518
		-	0,01380	0,02042	0,02640	0,03046	0,03378	0,03564	0,03693	0,03716
	$M_y \max$	+	0,02144	0,01753	0,01552	0,01007	0,00724	0,00523	0,00365	0,00267
		-	0,03793	0,02876	0,01984	0,01226	0,00656	0,00292	0,00028	-0,00082

4. táblázat

$$M_x = k \cdot p \cdot l_x^2 \quad M_y = k \cdot p \cdot l_y^2 \quad s_a = 4E \frac{J}{l_y} c$$

Terhelés	k									
	C	1,185	1,255	1,31	1,355	1,385	1,405	1,421	1,435	1,45
	$\beta = \frac{l_y}{l_x}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	$M_x \max$	+	0,03777	0,04180	0,04534	0,04820	0,05072	0,05317	0,05503	0,05674
		-	0,08041	0,08690	0,09249	0,09750	0,10164	0,10613	0,10850	0,11144
	$M_y \max$	+	0,01727	0,01475	0,01256	0,01070	0,00908	0,00757	0,00643	0,00532
		-	0,11165	0,08365	0,06454	0,05100	0,04119	0,03303	0,02736	0,02252
	$M_x \max$	+	0,00884	0,00975	0,01100	0,01230	0,01365	0,01506	0,01620	0,01730
		-	0,01906	0,02135	0,02409	0,02690	0,02960	0,03288	0,03444	0,03672
	$M_y \max$	+	0,01292	0,01130	0,00990	0,00860	0,00743	0,00632	0,00548	0,00464
		-	0,05348	0,04315	0,03574	0,02990	0,02522	0,02113	0,01810	0,01535
	$M_x \max$	+	0,02893	0,03205	0,03434	0,03590	0,03707	0,03811	0,03883	0,03944
		-	0,06135	0,06555	0,06840	0,07060	0,07204	0,07325	0,07406	0,07472
	$M_y \max$	+	0,00435	0,00345	0,00266	0,00210	0,00165	0,00125	0,00095	0,00068
		-	0,05817	0,04050	0,02880	0,02110	0,01597	0,01190	0,00926	0,00717

Átviteli tényezők.														
$\beta = \begin{cases} \Delta \text{ alakú lemezről: } l_x/l_y \\ \square \text{ alakú lemezről: } l_x/l_y \end{cases}$	1			2				3				4		
	m_{ab}	m_{ax}	m_{ay}	m_{ab}	m_{ax}	m_{ac}	m_{ay}	m_{ab}	m_{ax}	m_{ac}	m_{ay}	m_{ab}	m_{ax}	m_{ay}
	$\frac{3 \beta}{\beta^3 + 20}$			$\frac{3 \beta^2}{4(1+2,5\beta^3)}$				$\frac{1,5 \beta^2}{1+4 \beta^3}$				$\frac{2 \beta^2}{1+8 \beta^3}$		
	$0,25 - \frac{9}{\beta^3 + 20}$			$0,5 - \frac{3 \beta^3}{4(1+2,5\beta^3)}$				$0,25 - \frac{1,125 \beta^3}{1+2,5\beta^3}$				$0,5 - \frac{3\beta^3}{1+4\beta^3}$		
0,5	0,07453		0,19720	0,14286		0,42857	0,14286	0,25000			0,25000	0,33333		
0,6	0,08904		0,19519	0,17532		0,39481	0,07327	0,28970			0,15236	0,26393		
0,7	0,10323		0,19241	0,19785		0,36150	0,04226	0,35473			0,06619	0,26175		
0,8	0,11702		0,18881	0,21099		0,33121	0,00220	0,31579			0,00329	0,25197		
0,9	0,13025		0,18415	0,21504		0,30646	0,04071	0,30995			0,05867	0,23684		
1,0	0,14286		0,17857	0,21429		0,28571	0,07143	0,30000	0		0,10000	0,22222	0	
1,1	0,15471		0,17194	0,20983		0,26919	0,09595	0,28718			0,13133	0,20790		
1,2	0,16559		0,16398	0,20187		0,25776	0,12144	0,27136			0,15578	0,19303		
1,3	0,17568		0,15540	0,19500		0,24650	0,13077	0,25867			0,17347	0,18172		
1,4	0,18462		0,14560	0,18667		0,23862	0,14286	0,24500			0,18750	0,17043		
1,5	0,19247		0,13494	0,17857		0,23214	0,15238	0,23244			0,19835	0,16048		
2,0	0,21429		0,07143	0,14286		0,21428	0,17857	0,18182			0,22723	0,12308		
3,0	0,19149		0,05851	0,09854		0,20438	0,19343	0,12385			0,24312	0,08295		



7. ábra

a) Terhek

$$G = 54\,000 \text{ kg}$$

$$\sigma_t = \frac{3G}{s^2} = 8,4 \text{ t/m}^2$$

$$p_1 = \gamma \cdot z \cdot h_1 = 2,23 \text{ t/m}^2$$

$$g_1 = 0$$

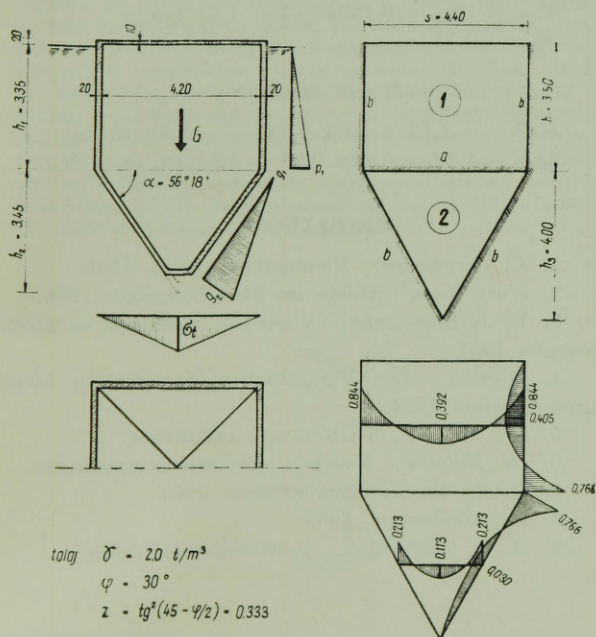
$$g_2 = \sigma_t \cdot \cos^2 \alpha = 2,58 \text{ t/m}^2$$

b) Kezdeti befogási nyomatékok.

1. sz. példa

Gúla fenekű hasáb számítása

8. ábra



8. ábra

1. jelű törzstartón

$$\beta_1 = \frac{l_y}{l_x} = \frac{3,50}{4,40} = 0,8$$

$$M_{A1} = -0,03995 \cdot 2,23 \cdot 3,5^2 = -1,095 \text{ tm/m}$$

$$M_{B1} = -0,01710 \cdot 2,23 \cdot 4,4^2 = -0,74 \text{ tm/m}$$

$$M_{X1} = 0,00665 \cdot 2,23 \cdot 4,4^2 = 0,288 \text{ tm/m}$$

$$M_{Y1} = 0,01475 \cdot 2,23 \cdot 3,5^2 = 0,404 \text{ tm/m}$$

2. jelű törzstartón

$$\beta_2 = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4,40}{4,00} = 1,1$$

$$M_{A2} = -0,00453 \cdot 2,58 \cdot 4,4^2 = -0,227 \text{ tm/m}$$

$$M_{B2} = -0,00594 \cdot 2,58 \cdot 4,4^2 = -0,296 \text{ tm/m}$$

$$M_{X2} = 0,00391 \cdot 2,58 \cdot 4,4^2 = 0,196 \text{ tm/m}$$

$$M_{Y2} = 0,00245 \cdot 2,58 \cdot 4,4^2 = 0,123 \text{ tm/m}$$

c) Merevségi és átviteli tényezők, nyomatékosztók

1. jelű törzstartón

$$J_1 = 10 \text{ dm}^4$$

$$s_{a1} = 1,21 \frac{10}{3,5} = 1,46 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$m_{ab1} = 0,3158$$

$$m_{ax1} = 0,3158$$

$$m_{ay1} = 0,0033$$

2. jelű törzstartón

$$J_2 = 10 \text{ dm}^4$$

$$s_{a2} = 2,27 \frac{10}{4,0} = 5,68 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$m_{ab2} = 0,1547$$

$$m_{ax2} = 0,1547$$

$$m_{ay2} = 0,1719$$

$$n_{a1} = \frac{3,46}{5,68} = 0,379$$

$$n_{a2} = \frac{5,68}{3,46 + 5,68} = 0,621$$

d) Végleges nyomatékok

1. jelű törzstartón

$$\Delta M_a = -1,05 + 0,227 = -0,868 \text{ tm/m}$$

$$M_{a1} = M_{A1} + n_{a1} \cdot \Delta M_a = -1,095 + 0,379 \cdot 0,868 = -0,766 \text{ tm/m}$$

$$\Delta M_{a1} = 0,379 \cdot 0,868 = 0,329 \text{ tm/m}$$

$$M_{b1} = M_{B1} + m_{ba1} \cdot \Delta M_{a1} = -0,74 - 0,316 \cdot 0,329 = -0,844 \text{ tm/m}$$

$$M_{x1} = M_{X1} + m_{ax1} \cdot \Delta M_{a1} = 0,288 + 0,316 \cdot 0,329 = 0,392 \text{ tm/m}$$

$$M_{y1} = M_{Y1} + m_{ay1} \cdot \Delta M_{a1} = 0,404 + 0,003 \cdot 0,329 = 0,405 \text{ tm/m}$$

2. jelű törzstartón

$$M_{a2} = M_{A2} + n_{a2} \cdot \Delta M_a = -0,227 - 0,621 \cdot 0,868 = -0,766 \text{ tm/m}$$

$$\Delta M_{a2} = 0,621 \cdot 0,868 = 0,539 \text{ tm/m}$$

$$M_{b2} = M_{B2} + m_{ab2} \cdot \Delta M_{a2} = -0,296 + 0,155 \cdot 0,539 = -0,213 \text{ tm/m}$$

$$M_{x2} = M_{X2} + M_{ax2} \cdot \Delta M_{a2} = 0,196 - 0,155 \cdot 0,539 = 0,113 \text{ tm/m}$$

$$M_{y2} = M_{Y2} + m_{ay2} \cdot \Delta M_{a2} = 0,123 - 0,172 \cdot 0,539 = 0,030 \text{ tm/m}$$

a) Terhek.

$$G = 69,000 \text{ kg}$$

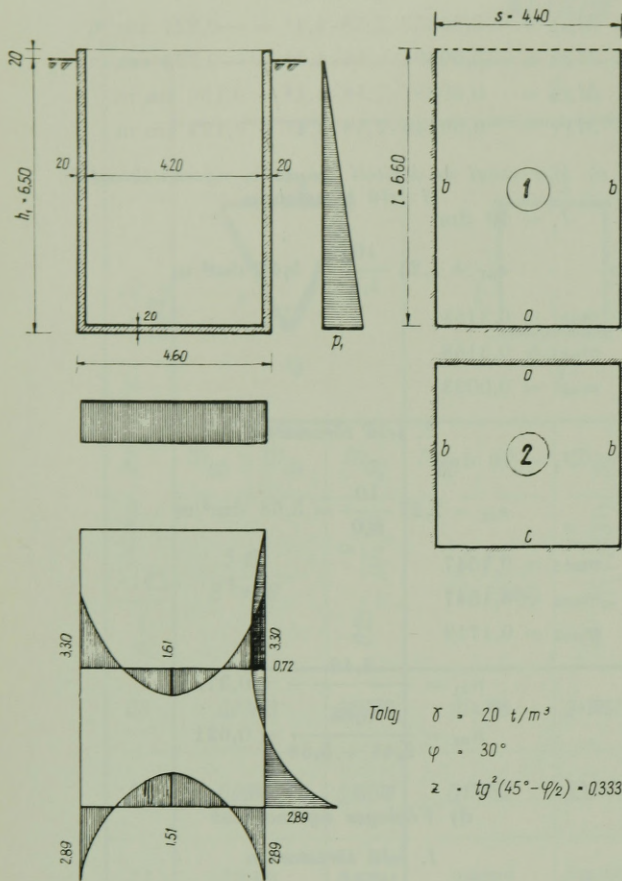
$$3,46 + 5,68$$

$$\sigma_t = \frac{G}{s^2} = 3,6 \text{ t/m}^2$$

$$p_1 = \gamma \cdot z \cdot h_1 = 4,32 \text{ t/m}^2$$

b) Kezdeti befogási nyomatékok.

2. sz. példa
Sík fenekű hasáb számítása
9. ábra



9. ábra

1. jelű törzstartón

$$\beta_1 = \frac{l_y}{l_x} = \frac{6,60}{4,40} = 1,5$$

$$\begin{aligned} M_{A1} &= 0,01300 \cdot 4,32 \cdot 6,60^2 = -2,44 \text{ tm/m} \\ M_{B1} &= -0,03860 \cdot 4,32 \cdot 4,40^2 = -3,23 \text{ tm/m} \\ M_{X1} &= 0,01840 \cdot 4,32 \cdot 4,40^2 = 1,54 \text{ tm/m} \\ M_{Y1} &= 0,00380 \cdot 4,32 \cdot 6,60^2 = 0,72 \text{ tm/m} \end{aligned}$$

2. jelű törzstartón

$$\beta_2 = \frac{l_b}{l_c} = \frac{4,40}{4,40} = 1$$

$$\begin{aligned} M_{A2} &= 0,04480 \cdot 3,6 \cdot 4,40^2 = -3,12 \text{ tm/m} \\ M_{X2} &= 0,01950 \cdot 3,6 \cdot 4,40^2 = 1,36 \text{ tm/m} \\ M_{Y2} &= 1,36 \text{ tm/m} \end{aligned}$$

c) Merevségi és átviteli tényezők, nyomatékosztók

1. jelű törzstartón

$$J_1 = 10 \text{ dm}^4$$

$$s_{a1} = 1,45 \cdot \frac{10}{6,60} = 2,20 \text{ dm}^4/\text{m}$$

$$m_{ab1} = 0,160$$

$$m_{ax1} = 0,160$$

$$m_{ay1} = 0$$

2. jelű törzstartón

$$J_2 = 10 \text{ dm}^4$$

$$s_{a2} = 0,5 \cdot \frac{10}{4,40} = 1,14$$

$$m_{ab2} = 0,214$$

$$m_{ax2} = 0,214$$

$$m_{ay2} = 0,071$$

$$n_{a1} = \frac{2,20}{2,20 + 1,14} = 0,658$$

$$n_{a2} = \frac{1,14}{2,20 + 1,14} = 0,342$$

d) Végleges nyomatékok.

1. jelű törzstartón

$$\Delta M_a = -2,44 + 3,12 = 0,68 \text{ tm/m}$$

$$M_{a1} = -2,44 - 0,658 \cdot 0,68 = -2,89 \text{ tm/m}$$

$$\Delta M_{a1} = 0,658 \cdot 0,68 = 0,45$$

$$M_{b1} = -3,23 + 0,160 \cdot 0,45 = -3,30 \text{ tm/m}$$

$$M_{x1} = 1,54 + 0,160 \cdot 0,45 = 1,61 \text{ tm/m}$$

$$M_{y1} = 0,72$$

2. jelű törzstartón

$$M_{a2} = -3,12 + 0,68 \cdot 0,342 = -2,89 \text{ tm/m}$$

$$M_{x2} = 1,36 + 0,214 \cdot 0,68 = 1,51 \text{ tm/m} = M_{y2}$$

IRODALOM

1. K. Girkmann : Flächentragwerke. 1956.
2. Kurt Beyer : Statik im Stahlbetonbau 1956.
3. V. J. Litvinenko : Vasbeton bunkerek és silók. Moszkva 1953.
4. Marcus : Die Vereinfachte Berechnung biegsamer Platten. 1924.
5. Dr. Palotás : Tartórácsok számítása.
6. Dr. Palotás : Keretek elmélete és számítása.
7. Löser : Bemessungsverfahren. 1953.
8. Betonkalender. 1958.
9. A. C. Kalmanok : Lemezek mechanikája.

Egyszerűen számítható különleges alakú sűveghéjak

Dr. techn. CSÖNKÁ PÁL

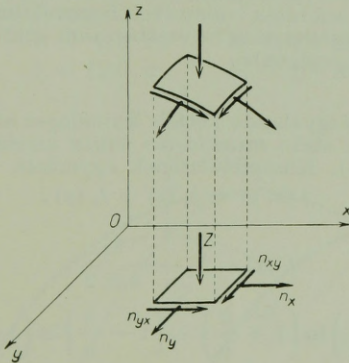
A modern vasbetonépítészet jellegzetes térföldő szerkezete a kiterjedéséhez képest aránylag kis falvastagságú görbe vasbetonlemez, az ún. *vasbetonhéj*. E térföldő, s egyben térhatároló elem szerkezeti előnyeinek felismerése a vasbeton-csarnoképítészet terén igen jelentős, szinte korszakalkotó fejlődést váltott ki. Ez a fejlődési folyamat szükségessé tette a héjak erőjátékának tisztázását és e szerkezetek szilárdságtanának rendszeres kiépítését.

Ámbár a héjak erőjátékával foglalkozó irodalom a héjak erőtani problémáit számos vonatkozásban kellőképp tisztázta, az elméleti kutatások eredményeinek gyakorlati értékesítését a probléma matematikai nehézségei felette gátolják. Ezért érdeklődésre tarthat számot minden olyan eljárás, mely az ily fajta nehézségek kiküszöbölését teszi lehetővé. Ezt célozza az alábbi dolgozat is.

* * *

Mint ismeretes, a vékony rugalmas *héjak* erőjátéka sok esetben igen hasonló a rugalmas *hártyák* (membránok) erőjátékához. Az ilyen héjakról azt mondjuk, hogy *hártyaszerű* (membránszerű) feszültségi állapotban vannak. Az efféle héjak belsőerői a héjfal egész vastagságában nagyjából egyenletesen megoszló húzó-, nyomó-, illetve nyíróerők. Az általános esetben, — olyankor ti. amidőn a hártyaszerű feszültségi állapot létrejöttének feltételei nincsenek teljesítve, a héjfalban hajlító és csavaró hatások is fellépnek, s ezek a héjfal vastagsági irányában változó feszültségeket keltenek.

Ahhoz, hogy a héj lényegében véve hártyaszerű feszültségi állapotban legyen, elsősorban az szükséges, hogy a héj alakja és terhelése olyan legyen, hogy a héjnak és részeinek egyensúlya pusztán hártyaerőkkel is már biztosítható legyen. További feltétele a hártyaszerű feszültségi állapot kialakulásának az, hogy a héj szabadon végezhesse el azt az alakváltozást, amelyet az egyensúlyi feltételeknek megfelelő hártyaerők előírnak. Sok esetben azonban az említett feltételek a héjak peremei mentén nem teljesíthetők. Ilyenkor a héjperemek közelében a hártyaerőkhöz hajlító és csavaróhatások társulnak, ezek azonban — főleg kétirányban görbe héjak esetében — a héjperemektől távolodva rohamosan csökkennek.



1. ábra. A belsőerők jellemzői

A hártyaszerű feszültségi állapotban levő héjak belsőerőit általában ezen erőknek az alaprajzi területre vonatkoztatott fajlagos értékével célszerű jellemezni. Ez esetben a héj középfelületéből az 1. ábra szerint kijelölt héjelem belsőerőit az

$$n_x, n_{xy}, n_{yx}, n_y$$

vetületi erőalkotókkal jellemezhetjük. Közülük egyensúlyi okokból

$$n_{xy} = n_{yx},$$

úgyhogy a héj feszültségi állapotát végeredményben az

$$n_x, n_{xy}, n_y$$

függvényekkel jellemezhetjük. Természetesen, az említett függvények nem vehetők fel tetszőlegesen, köztük a három egyensúlyi feltétel három parciális differenciálegyenlettel kifejezhető kapcsolatot állapít meg.

A hártyaszerű feszültségi állapotban levő héjak erőtani vizsgálatát jelentősen egyszerűsíthatjuk, ha az n_x, n_{xy}, n_y függvények helyett olyan $F(x, y)$ függvényt, ún. *feszültségfüggvényt* vezetünk be, mely a szóbanforgó három függvénnyel a következő kapcsolatban áll:

$$n_x = F_{yy}, \quad n_{xy} = -F_{xy}, \quad n_y = F_{xx}.$$

Itt a kettős indexszel ellátott F értékek az F függvény második parciális deriváltjait jelentik. A $F(x, y)$ függvény bevezetésével a csupán függőleges megoszló erőkkel terhelt héjon a külső és belső erők egyensúlyát egyetlen egy parciális differenciálegyenlettel fejezhetjük ki:

$$f_{xx} F_{yy} - 2 f_{xy} F_{xy} + f_{yy} F_{xx} = Z.$$

E képletben

$$z = f(x, y)$$

a héj középfelületének ordinátáit, f_{xx}, f_{xy} és f_{yy} pedig az $f(x, y)$ függvény második parciális deriváltjait jelenti.

Adott esetben a hártyaerők meghatározása oly $F(x, y)$ függvény kereséséből áll, mely a héjprobléma differenciálegyenletét a tartomány minden pontjában, a kerületi feltételeket pedig a tartomány kerületén kielégíti.

Ha a héj peremívei csak saját síkjukba eső erőhatásokkal szemben ellenállók, — a peremíveket ilyeneknek tételezzük fel, — akkor a feladat kerületi feltételei a következőképp fogalmazhatók (2. ábra):

a) az $x = \pm a$ peremvonalak mentén

$$n_x = 0,$$

vagyis

$$F_{yy} = 0$$

legyen;

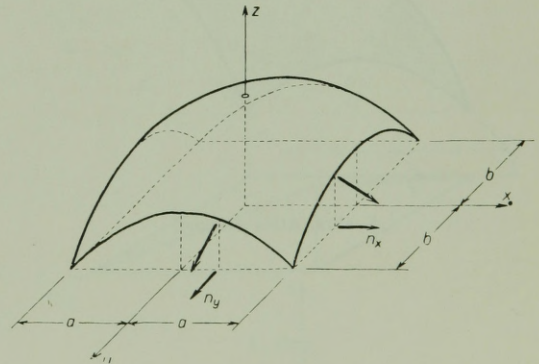
b) az $y = \pm b$ peremvonalak mentén

$$n_y = 0,$$

vagyis

$$F_{xx} = 0$$

legyen.

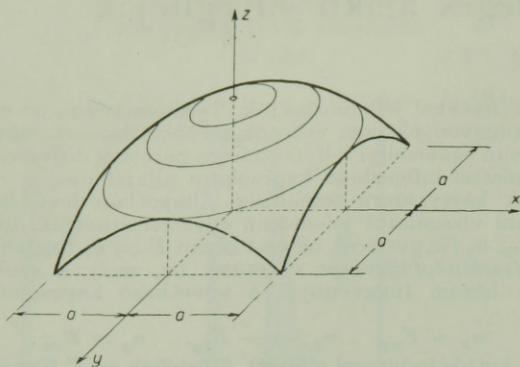


2. ábra. A peremeken eltűnő erőalkotók

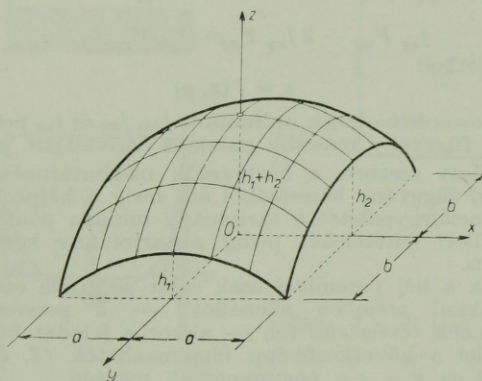
Ezek a követelmények azt jelentik, hogy az F függvény értéke a peremvonalak mentén legfeljebb lineárisan változhatik, ha pedig a héj és terhelése az alaprajzi négyszög oldalainak felezősíkjaira nézve szimmetrikus, akkor az F függvénynek a peremvonalak mentén állandó értékűnek kell lennie.

* * *

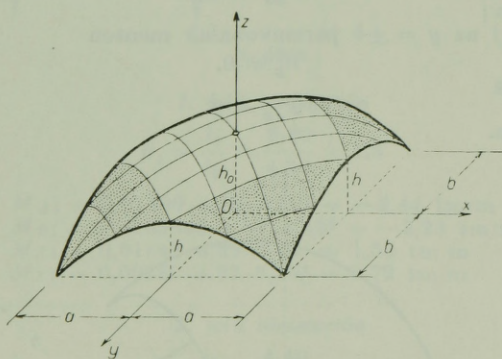
Ezek előrebocsajtása után térjünk most rá a négyszögalaprajz fölé szerkesztett kupolaszerű héjak tárgyalására, de tárgyalásainkban szorítkozunk csak a kétszeresen szimmetrikus héjakra. Ez esetben a héj egy mással szembenfekvő peremívei azonos alakúak. Az



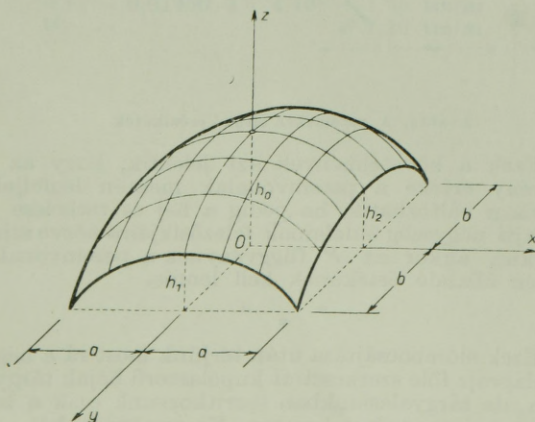
3. ábra. Csehsüveghej



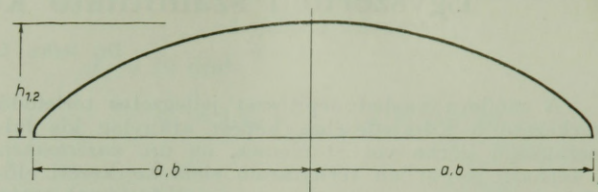
4. ábra. Transzlációs felület szerint alakított hej



5. ábra. Átlós süveghej



6. ábra. Az itt tárgyalt különleges alakú süveghejak első fajtája



7. ábra. Karéjgörbe

ilyen héjakat röviden *süveghejaknak* fogjuk nevezni. Ezek igen változatos alakban készülhetnek.

A szóbanforgó héjak egyik nevezetes fajtája a forgásfelület szerint alakított, vagy abból affin transzformációval lezármaztatható ún. *csehsüveghej* (3. ábra). Középfelületének alakja szerint beszélhetünk gömb, ellipszoid, forgásparaboloid stb. alakú csehsüveghejről.

A süveghejak másik nevezetes fajtája a *transzlációs felület* szerint alakított hej (4. ábra). Záradékmagassága az egymásra merőleges peremívek ívmagasságának az összegével egyenlő. Alakja, főleg négyzethez közelálló alaprajz esetében, a csehsüveghejénél kevésbé tetszetős.

További ismert süveghejfajta a Szmodits K. által javasolt *átlós süveghej* (5. ábra). Ez egymáshoz érintőlegesen illeszkedő elliptikus paraboloid-alakú részekből áll. A négyszög oldalakkal párhuzamos függőleges metszetei egymáshoz érintőlegesen illeszkedő parabolaívekből tevődnek össze. Peremívei azonos magasságúak, záradékmagassága a peremívek ívmagasságának másfélszerese. Középső része a szélekhez viszonyítva aránylag lapos.

A fenti héjfajtákkal szemben az alábbiakban két különleges alakú olyan süveghejat ismertetünk, melyek számítása a hej alakjának különleges felvétele folytán aránylag egyszerű.

Mindkét héjon — az egyszerűség kedvéért — csak függőleges oly terhelést veszünk számításba, melynek a hej alaprajzi területére vonatkoztatott fajlagos értéke

$$Z = \text{konst.}$$

A süveghejak terhelése sok esetben ilyennek tekinthető. Ott ui. ahol a hej meredekebb, tehát azokon a helyeken, melyeken az önsúlyból származó teherkomponens nagyobb, a hó a héjról legalább részben lecsúszik, tehát a hóból származó terhelésrészt kisebb lesz. Így a kétféle terhelésrész együttes értéke a hej egész terjedelmében nagyjából állandónak tekinthető. Ha, kivételesen, a terhelés pontosabb figyelembevétele indokolt, a számítás valamivel hosszadalmasabb lesz ugyan, de végrehajtása ez esetben sem ütközik elháríthatatlan nehézségekbe.

I.

Az itt tárgyalandó kétféle különleges alakú süveghej közül az első: *transzlációs felület* szerint alakított hej (6. ábra). Középfelületének egyenlete

$$f(x, y) = f_1(x) + f_2(y),$$

ahol

$$f_1(x) = h_1 - \frac{h_1}{4 \ln 2} \cdot \left[\left(1 + \frac{x}{a}\right) \ln \left(1 + \frac{x}{a}\right) + \left(1 - \frac{x}{a}\right) \ln \left(1 - \frac{x}{a}\right) \right],$$

$$f_2(y) = h_2 - \frac{h_2}{4 \ln 2} \cdot \left[\left(1 + \frac{y}{b}\right) \ln \left(1 + \frac{y}{b}\right) + \left(1 - \frac{y}{b}\right) \ln \left(1 - \frac{y}{b}\right) \right].$$

Ez esetben a középfelület vezérgörbéi a cikloishoz hasonló alakú karéjgörbék (7. ábra). Egyes pontjaiknak koordinátái a jelen tanulmány végén található 1. táblázatból vehetők ki.

A transzlációs felület vezérgörbéjéül javasolt karéjgörbe a gyakorlat szempontjából kedvezőnek minősíthető annak ellenére, hogy végérintői függvények. Az említett görbe ui. a szokásos pl. 1 : 7 arányú ívelés esetében csak a vállak közvetlen közelében, a

nyílásnak 1—1%-nyi részén meredekebb 45°-osnál. Így a héjalak szigetelés-technikai szempontból nem kifogásolható, mert a meredekebb peremrészek csekély rábetonozással kellő laposságúra tehetőek.

Transzlációs felületről lévén szó,

$$f_{xy} = 0,$$

f_{xx} , illetve f_{yy} pedig a vezérgörbe különleges alakja folytán

$$f_{xx} = -\frac{h_1}{2 \ln 2} \cdot \frac{1}{a^2 - x^2},$$

$$f_{yy} = -\frac{h_2}{2 \ln 2} \cdot \frac{1}{b^2 - y^2}$$

értékű. Fenti értékek figyelembevételével a feladat differenciálegyenlete ez esetben így alakul:

$$-\frac{h_1}{2 \ln 2} \cdot \frac{F_{yy}}{a^2 - x^2} - \frac{h_2}{2 \ln 2} \cdot \frac{F_{xx}}{b^2 - y^2} = Z,$$

E differenciálegyenletnek, s ezenfelül a feladat kerületi feltételeinek is megfelelő F függvény azonnal megadható:

$$F = \frac{K}{2} (a^2 - x^2) (b^2 - y^2),$$

Behelyettesítés útján azonnal meghatározhatjuk ezen egyenletben szereplő K konstans értékét is:

$$K = \frac{\ln 2}{h_1 + h_2} Z.$$

Ezzel feladatunkat már lényegében meg is oldottuk, hiszen, ismervén az $F(x, y)$ feszültségfüggvényt, a belsőerők jellemzőit már számíthatjuk:

$$n_x = F_{yy} = -\frac{\ln 2}{h_1 + h_2} Z (a^2 - x^2),$$

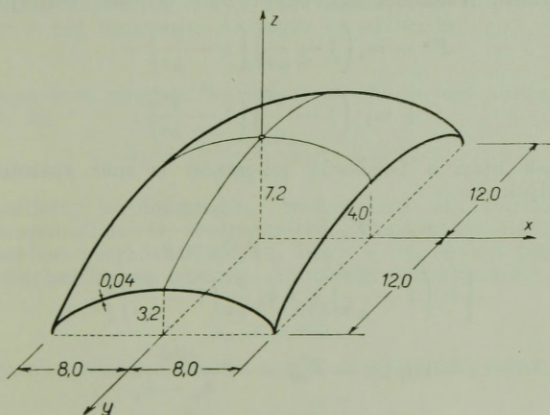
$$n_{xy} = -F_{xy} = -\frac{2 \ln 2}{h_1 + h_2} Z xy,$$

$$n_y = F_{xx} = -\frac{\ln 2}{h_1 + h_2} Z (b^2 - y^2).$$

Mint látható, n_x és n_y parabola szerint, n_{xy} pedig egyenes szerint változik.

1. Számpélda. Annak igazolására, hogy az imént tárgyalt héjfajta számítása milyen egyszerű, bemutatjuk a 8. ábrán feltüntetett héj részletes számítását. Ez esetben

$$\begin{aligned} a &= 8,0 \text{ m}, & h_1 &= 3,2 \text{ m}, \\ b &= 12,0 \text{ m}, & h_2 &= 4,8 \text{ m}. \end{aligned}$$



8. ábra. 1. Számpélda

Ha a héj saját súlya és terhe együttesen $Z = 200$ kg/m², akkor a belsőerők képleteiben szereplő

$$K = \frac{\ln 2}{h_1 + h_2} Z$$

együttható értéke

$$K = \frac{0,6931}{3,2 + 4,8} 200 \text{ €} = 17,33 \text{ kg/cm}^3,$$

úgyhogy a belsőerők képletei ekként alakulnak:

$$n_x = -17,33 (8,0^2 - x^2),$$

$$n_{xy} = -17,33 \cdot 2 xy,$$

$$n_y = -17,33 (12,0^2 - y^2).$$

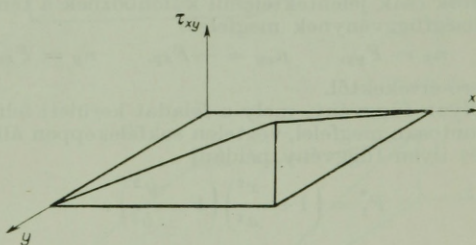
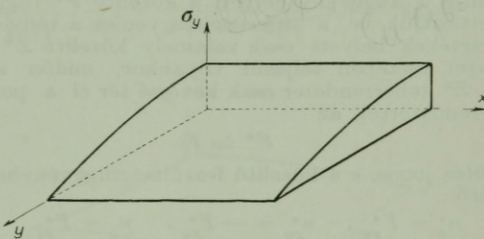
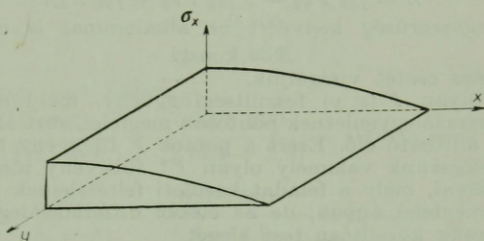
Így, $d = 0,04$ m lemezvastagságot feltételezve, a feszültségi jellemzők (vetületi feszültségek):

$$\sigma_x = \frac{n_x}{0,04} = 433 (8,0^2 - x^2),$$

$$\tau_{xy} = \frac{n_{xy}}{0,04} = 866 xy,$$

$$\sigma_y = \frac{n_y}{0,04} = 433 (12,0^2 - y^2).$$

Mint érdekesség, megfigyelhető, hogy a héjban nem a kisebb, hanem a nagyobb feszítáv irányában keletkeznek nagyobb nyomófeszültségek.



9. ábra.

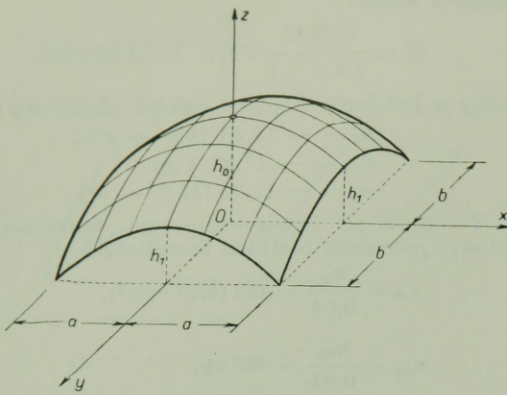
II.

Most áttérünk a második különleges alakú héjfajta tárgyalására. Ennek peremívei azonos magasságúak, a koordinátasíkokkal párhuzamos függélyes metszetei pedig függélyes tengelyű *másodfokú parabolák* (10. ábra). A héj középfelületeinek egyenlete:

$$z = h_0 - (h_0 - h_1) \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + c \frac{x^2}{a^2} \cdot \frac{y^2}{b^2} \right).$$

E képletben h_0 és h_1 a 10. ábrán feltüntetett jelentéssel bírnak, a c tényező jelentése pedig

$$c \equiv \frac{2 h_1 - h_0}{h_0 - h_1}.$$



10. ábra. Az itt tárgyalt különleges alakú süveghéjak második fajtája

Megjegyzendő, hogy abban az esetben, ha $c = 0$,

a héj translációs felület alakú.

Feladatunk megoldása végett a membránhéjak ismert differenciálegyenletéből indulunk ki:

$$Z = f_{xx} F_{yy} - 2 f_{xy} F_{xy} + f_{yy} F_{xx}.$$

Az egyszerűség kedvéért ez alkalommal is csak a $Z = \text{konst.}$

terhelés esetét vizsgáljuk.

Olyan $F(x, y)$ feszültségfüggvény, mely a fenti differenciálegyenletnek pontosan megfelel, zárt alakban nem állítható elő. Ezért a pontos F függvény helyett megelégszünk valamely olyan F^* függvény meghatározásával, mely a feladat kerületi feltételeinek pontosan megfelel ugyan, de az előbbi differenciálegyenletnek csak közelítően tesz eleget.

Ha a szóbanforgó differenciálegyenlet jobboldalán a pontos F függvény helyett a közelítő F^* függvényt helyettesítjük be, a differenciálegyenlet a tényleges Z teherértékek helyett csak valamely közelítő Z^* teherrendszer esetében teljesül. Olyankor, midőn az így nyert Z^* teherrendszer csak kevésbé tér el a pontos Z teherrendszertől, az

$$F^* \cong F$$

közelítés jogos, s a közelítő feszültségfüggvényhez rendelhető

$$n_x^* = F_{yy}^*, \quad n_{xy}^* = -F_{xy}^*, \quad n_y = F_{xx}^*$$

belsőerők csak jelentéktelenül különböznek a tényleges feszültségfüggvénynek megfelelő

$$n_x = F_{yy}, \quad n_{xy} = -F_{xy}, \quad n_y = F_{xx}$$

belsőerő-értékektől.

Olyan függvény, mely a feladat kerületi feltételeinek pontosan megfelel, végtelen sokféleképpen állítható el. Két ilyen függvény például

$$F_1^* = \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right),$$

$$F_2^* = \left(1 - \frac{x^4}{a^4}\right) \left(1 - \frac{y^4}{b^4}\right).$$

A feladat differenciálegyenlete szerint e függvényekhez valamely Z_1^* illetve Z_2^* teherrendszer tartozik.

Mint hogy F_1^* és F_2^* pontosan megfelelnek a feladat kerületi feltételeinek, a lineáris kombináció révén belőlük előállítható

$$F^* = m_1 F_1^* + m_2 F_2^*$$

feszültségfüggvény is elegendő tesz a kerületi feltételeknek, de attól függően, hogy az m_1 és m_2 paramétereknek minő értékeket tulajdonítunk, a

$$Z^* = m_1 Z_1^* + m_2 Z_2^*$$

teherrendszer többé-kevésbé el fog térni a tényleges Z

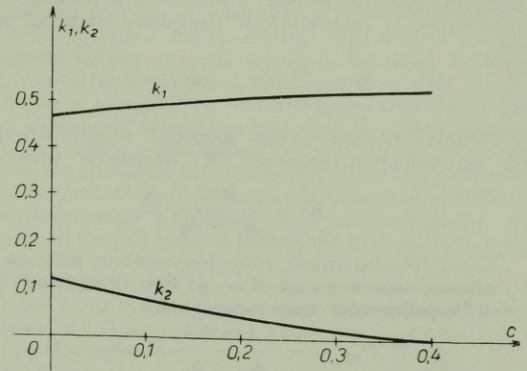
teherrendszertől. Ezért — az ismert Ritz-féle eljáráshoz hasonlóan — az m_1 és m_2 paramétereknek oly értékeket kell tulajdonítanunk, hogy az eltérés minél kisebb mértékű legyen. Ez az eset akkor következik be, ha a két érték különbségének abszolút értéke a héj egész terjedelmében a lehető legkisebb, vagyis olyankor, midőn a

$$H = \int_0^a \int_0^b (Z^* - Z)^2 dy dx$$

hibanégyszet minimális értékű. A fenti követelmény teljesedésének előfeltétele, hogy

$$\frac{\partial H}{\partial m_1} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial m_2} = 0$$

legyen. Ily módon két lineáris egyenletet kapunk, s ezekből a legkisebb eltérést eredményező m_1 és m_2 paramétereket könnyűszerrel kiszámíthatjuk.



11. ábra. Diagram az m_1 és m_2 tényezők meghatározásához

A legcélszerűbb m_1 és m_2 tényezők értékét a 11. ábrán feltüntetett grafikon segítségével is meghatározhatjuk. E grafikonból az adott c tényezőnek megfelelő k_1 és k_2 értékeket leolvassván, a keresett m_1 és m_2 értékek:

$$m_1 = k_1 \frac{a^2 b^2}{4 (h_0 - h_1)} Z,$$

$$m_2 = k_2 \frac{a^2 b^2}{4 (h_0 - h_1)} Z.$$

Az m_1 és m_2 tényezőket meghatározván, a feladat közelítő feszültségfüggvényét már teljesen ismerjük:

$$F^* = m_1 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right) + m_2 \left(1 - \frac{x^4}{a^4}\right) \left(1 - \frac{y^4}{b^4}\right).$$

Ezek után a belsőerők jellemzőit is már számítani tudjuk:

$$n_x \cong F_{yy}^* = - \frac{a^2 Z}{2 (h_0 - h_1)}.$$

$$\cdot \left[k_1 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) + 6 k_2 \frac{y^2}{b^2} \left(1 - \frac{x^4}{a^4}\right) \right],$$

$$n_{xy} \cong -F_{xy}^* = - \frac{abZ}{h_0 - h_1}.$$

$$\cdot \left[k_1 \frac{x}{a} \cdot \frac{y}{b} + 4 k_2 \frac{x^3}{a^3} \cdot \frac{y^3}{b^3} \right],$$

$$n_y \cong F_{xx}^* = - \frac{b^2 Z}{2 (h_0 - h_1)}.$$

$$\cdot \left[k_1 \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right) + 6 k_2 \frac{x^2}{a^2} \left(1 - \frac{y^4}{b^4}\right) \right].$$

Ezzel feladatunkat meg is oldottuk. Mindössze arról kell még meggyőződnünk, hogy eljárásunk elég-
séges pontosságú-e. Ennek megállapítása végett ki kell
számítanunk a viszonylagos hibaértéket, vagyis a

$$H_r = \frac{|H|}{abZ}$$

hibahányadost. A szóbanforgó érték részletesebben ki-
fejezve :

$$H_r = \frac{1}{abZ} \left[\int_0^a \int_0^b (k_1 Z_1^* + k_2 Z_2^* - Z)^2 dy dx \right]^{\frac{1}{2}}$$

A számítást különböző c tényezők esetében elvégezve,
a viszonylagos hibaértékre a 12. ábrán feltüntetett
összefüggést kapjuk :

Mint az ábrából látható, a viszonylagos hiba a
 $c = 0,08 \div 0,25$

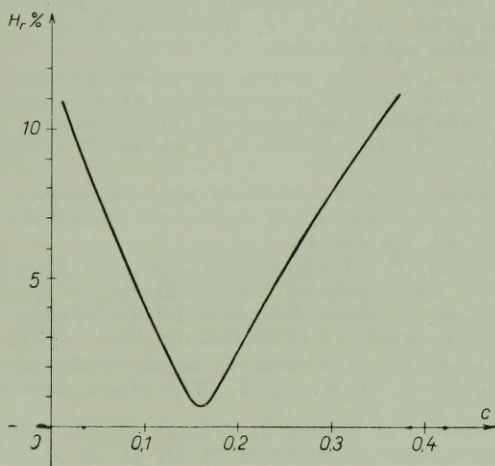
határok közt 5% alatt marad. A minimum akkor
következik be, ha

$$c \cong 0,16.$$

Ebben az esetben a viszonylagos hiba mindössze

$$H_r \text{ min} = 0,7\%,$$

tehát rendkívül csekély.



12. ábra. A viszonylagos hiba mint a c tényező függvénye

Mint hogy a c együtthatóval szabadon rendelkez-
hetünk, semmi akadályja sincs annak, hogy adott eset-
ben a héj magassági arányait az optimális

$$c_{\text{opt}} \cong 0,16$$

tényezőnek megfelelően válasszuk. Ez az eset akkor áll
elő, ha

$$h_0 = \frac{2 + c_{\text{opt}}}{1 + c_{\text{opt}}} h_1 = 1,86 h_1.$$

Emellett, természetesen, módunkban áll szépsészeti
szempontokat is érvényesíteni. Pl. négyzet-alaprajz
esetében megkövetelhetjük, hogy a héj alakja gömb-
felülethez legyen hasonló. Az utóbbi eset akkor áll elő,
ha

$$h_0 = 0,545 a,$$

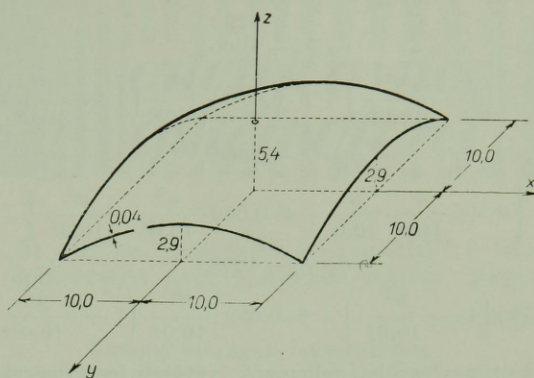
$$h_1 = 0,292 a.$$

Olyankor viszont, midőn $a \neq b$, az ajánlható méretek :

$$h_0 = 0,545 \sqrt{ab},$$

$$h_1 = 0,292 \sqrt{ab}.$$

2. Számpélda. Végezetül mutassuk meg, hogy
adott esetben miként végezhető el az imént tárgyalt
különleges héjfajta jellegzetes feszültségi értékeinek a
meghatározása. Válasszuk a vizsgálandó héj méreteit a
13. ábra szerint. Ez a héjalak az optimális esetnek



13. ábra. 2. számpélda esetében

felel meg, lévén

$$c = \frac{2 h_1 - h_0}{h_0 - h_1} = \frac{2 \cdot 2,9 - 5,4}{5,4 - 2,9} = 0,16.$$

A c tényezőhöz tartozó k_1 és k_2 paramétereket a
11. ábrán feltüntetett diagramból olvashatjuk le :

$$k_1 = 0,505,$$

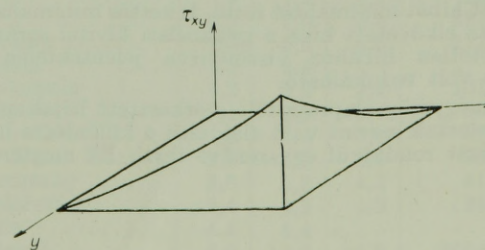
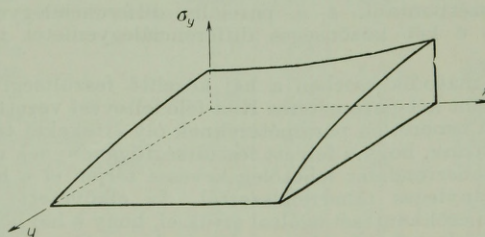
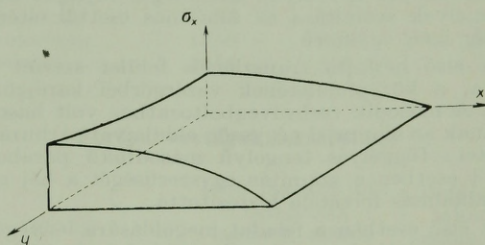
$$k_2 = 0,059.$$

Mint hogy esetünkben

$$\frac{a^2 Z}{2 (h_0 - h_1)} = \frac{10,0^2 \cdot 200}{2 (5,4 - 2,9)} = 4000 \text{ kg/m},$$

$$\frac{abZ}{h_0 - h_1} = \frac{10,0^2 \cdot 200}{5,4 - 2,9} = 8000 \text{ kg/m},$$

$$\frac{b^2 Z}{2 (h_0 - h_1)} = \frac{10,0^2 \cdot 200}{2 (5,4 - 2,9)} = 4000 \text{ kg/m}.$$



14. ábra.

a belsőerők képletei így írhatók:

$$n_x = -4000.$$

$$\left[0,505 \left(1 - \frac{x^2}{10,0^2} \right) + 6 \cdot 0,059 \frac{y^2}{10,0^2} \left(1 - \frac{x^4}{10,0^4} \right) \right],$$

$$n_{xy} = -8000,$$

$$\left[0,505 \frac{x}{10,0} \cdot \frac{y}{10,0} + 4 \cdot 0,059 \frac{x^3}{10,0^3} \cdot \frac{y^3}{10,0^3} \right],$$

$$n_y = -4000.$$

$$\left[0,505 \left(1 - \frac{y^2}{10,0^2} \right) + 6 \cdot 0,059 \frac{x^2}{10,0^2} \left(1 - \frac{y^4}{10,0^4} \right) \right].$$

Ezek után a feszületi jellemzők (vetületi feszültségek) a

$$\sigma_x = \frac{n_x}{d}, \quad \tau_{xy} = \frac{n_{xy}}{d}, \quad \sigma_y = \frac{n_y}{d}$$

képletekkel már közvetlenül számíthatók.

Adatok a karéjgörbék megrajzolásához 1. táblázat

$\frac{ x }{a}$, ill. $\frac{ y }{b}$	$\frac{f_1}{h_1}$, ill. $\frac{f_2}{h_2}$	$\frac{ x }{a}$, ill. $\frac{ y }{b}$	$\frac{f_1}{h_1}$, ill. $\frac{f_2}{h_2}$
0,00	1,0000	0,50	0,8113
0,05	0,9982	0,55	0,7692
0,10	0,9928	0,60	0,7219
0,15	0,9837	0,65	0,6690
0,20	0,9710	0,70	0,6098
0,25	0,9544	0,75	0,5436
0,30	0,9341	0,80	0,4690
0,35	0,9097	0,85	0,3843
0,40	0,8780	0,90	0,2864
0,45	0,8485	0,95	0,1687
0,50	0,8113	1,00	0,0000

Összefoglalás

Jelen tanulmány a négyszögalaprajz fölé szerkesztendő süveghéjak két olyan különleges fajtáját ismertette, melyek számítása az általános esettől eltérőleg aránylag igen egyszerű.

Az első héjfajta translációs felület szerint volt alakítva, a középfelületének vezérgörbéi karéjgörbék voltak. A második csehsüvegboltozathoz volt hasonló. Utóbbinak az alaprajzi négyszög oldalaival párhuzamos metszetei: függélyes tengelyű másodfokú parabolák. Mindkét esetben a számítás egyszerűségét a héj alakjának alkalmas felvétele biztosította.

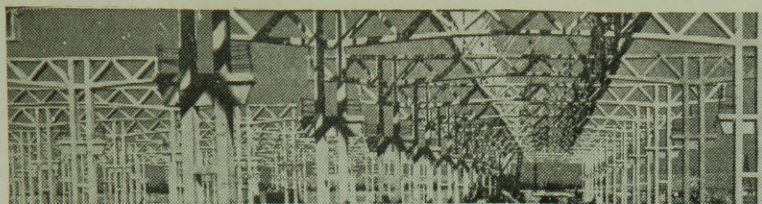
Az első esetben a feladat megoldására lényegében az adott módot, hogy sikerült a feladat parciális differenciálegyenletét két közönséges differenciálegyenletre szétbontani, s a parciális differenciálegyenlet helyett e két közönséges differenciálegyenletet megoldani.

A második esetben a héj közelítő feszültségfüggvényeként két-paraméteres Ritz-féle feltevést vezettünk be, s az ismeretlen paramétereknek oly értékeket tulajdonítottunk, hogy a felvett feszültségfüggvénynek megfelelő teherrendszer lehetőleg kevésbé térjen el a héjra ható tényleges teherrendszertől. Az elkövetett hiba további csökkentését azáltal értük el, hogy a héj középfelületének egyenletében a szabadon választható c tényezőnek oly értéket tulajdonítottunk, ami az elkövetett hibát minimálisra tette. E kettős minimalizálás révén az elkövetett hiba a gyakorlati kivitel során elkerülhetetlen hibához viszonyítva jelentéktelen kicsinyre volt redukálható.

A négyszög alaprajz fölé szerkesztett héjaknak az itt előadottak szerint való alakítása e különleges héjak számítását rendkívül egyszerűvé teszi. Ez megteremt

a lehetőségét annak, hogy a gyakorlat derékszögű négyszögalaprajzú terek lefedésére a héjakat ezentúl az eddiginél kiterjedtebb mértékben alkalmazza.

1. Flügge, W.: Statik u. Dynamik der Schalen. Springer Verlag, Berlin (Göttingen) Heidelberg 1. kiadás (1934); pp. 91—100. 2. kiadás: (1957): pp. 111—139.
2. Pucher, A.: Über den Spannungszustand in doppelt gekrümmten Flächen. *Beton u. Eisen* 33 (1934), pp. 298—304.
3. Pucher, A.: Über die Spannungsfunktion beliebig gekrümmter dünner Schalen. *Proceedings of the V. International Congress for Applied Mechanics*, 1938. pp. 134.
4. Szmodits K.: Héjszerkezetek statikája. Akadémiai Kiadó, Budapest (1953), pp. 133—143.
5. Csonka, P.: Results on Shells of Translation. *Acta Technica* 10 (1955), pp. 59—71.
6. Csonka, P.: Special Kind of Shells of Translation with Two Vertical Planes of Symmetry. *Acta Technica* 11 (1955), pp. 231—240.
7. Csonka, P.: Calotte Shell over Rectangular Base. *Acta Technica* 13 (1955), pp. 149—164.
8. Csonka, P.: Calculation of Calotte Shells over Rectangular Bases. *Acta Technica* 11 (1955), pp. 427—440.
9. Csonka P.: A translációs felület szerint alakított héjakról. *A M. T. A. Műsz. Oszt. Közleményei* 15 (1955), pp. 333—345.
10. Csonka, P.: Ein Beitrag zur zweckmäßigen Formgebung der Kappenschalen über rechteckigem Grundriss. *Abhandlungen der Internationalen Vereinigung für Brückenbau u. Hochbau* 16 (1957), pp. 71—84.
11. Drahoňovský, Z.: Statické řeševí Csonkovy bání. *Sborník Visoké Školy Stavitelství BRNĚ* 4 (1955), No 32, pp. 19—32.
12. Csonka, P.: Einfache Methoden zur Berechnung von Kappenschalen über rechteckigem Grundriss. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Dresden* 5 (1955/56), pp. 1031—1037.
13. Csonka P.: A kétmetű héjak egyik különleges fajtájáról. *A M. T. A. Műsz. Oszt. Közleményei* 18 (1956), pp. 9—16.
14. Csonka P.: Eljárás derékszögű négyszögalaprajzú süveghéjak számítására. *A M. T. A. Műsz. Oszt. Közleményei* 18 (1956), pp. 31—43.
15. Csonka, P.: K výpočtu kupolových škrupín nad pravouholníkovým pôdorysom. *Problémy Teórie a Oceli Zvezobatoňu. Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied v Bratislave*, 1956, pp. 128—148.
16. Csonka, P.: Considerații asupra învelitorilor subțiri de translație. *Industria Construcțiilor și a Materialelor de Construcții*. 1 (1957), pp. 3—7.
17. Csonka, P.: Un tip special de învelitoare subțire translație cu două plane verticale de simetrie. *Industria Construcțiilor și a Materialelor de Construcții* 1 (1957) pp. 7—11.
18. Csonka, P.: Beitrag zur Gestaltung u. Berechnung kuppelartiger Rechteckschalen. *Bauplanung-Bau-technik* 11 (1957), pp. 149—154.
19. Csonka, P.: Calcul des calottes minces reposant sur une base rectangulaire. *Béton Armé* 1 (1957), pp. 1—7.
20. Csonka, P.: Süveghéj derékszögű négyszögalaprajz felett. *A M. T. A. Műsz. Oszt. Közleményei* 22 (1958), pp. 17—23.
21. Csonka, P.: On Shells Curved in Two Directions. *Proceedings of the Second Symposium on Concrete Shell Roof Construction, Juli 1—3, 1957*. Teknisk Ukeblad, Oslo, pp. 203—209.



adatok a világ építőiparáról

A lakáshelyzet és lakásépítés Európában

Az Európai Gazdasági Bizottság Lakásügyi Bizottságának legutóbbi jelentése ad tájékoztatást az európai lakásépítési tevékenység legújabb adatairól. A lakásépítési tevékenység megítéléséhez kiindulásként ismerni kell az egyes országok lakáshelyzetét (1. táblázat).

Jellemző még az egyes országok lakáshelyzetére a lakásállomány kor szerinti megoszlása. E tekintetben különösen rossz a helyzet Franciaországban, Spanyolországban, Portugáliában és Ausztriában. Viszonylag jó a lakásállomány kor szerinti összetétele Svédországban, Dániában, Norvégiában, Finnországban, továbbá a Német Szövetségi Köztársaságban. Az átlagnál nem kedvezőtlenebb Magyarország lakásállományának kor szerinti összetétele.

Európának (beleértve az egész Szovjetuniót és Törökországot) lakástermelése az 1950–1958. évek között abszolút számokban állandóan emelkedett, azonban a növekedés üteme csökkent (2. táblázat).

Az európai lakásépítés összvolume 1958-ban nagyobb volt, mint bármelyik korábbi évben. A növekedés üteme azonban lelassult és ez elsősorban a kapitalista országok legtöbbjében bekövetkezett visszaesés következménye. A megépített lakások száma tovább nőtt a Szovjetunióban. A Szovjetunióban építették a teljes európai lakástermelés 56%-át. A szovjet lakásépítés fajlagos értéke (1000 lakosra jutó megépített lakások száma) messze a legnagyobb Európában. A nyugat- és középeurópai kapitalista országok közül egyedül Franciaországban nőtt a lakástermelés. A francia lakáshelyzet mégis súlyos, a városokban, elsősorban Párisban. Az évi 300 000 lakás megépítésére kitűzött francia kormányzati célkitűzést nem sikerült elérni. Csökkent a lakásépítések száma Belgiumban, Dániában, Finnországban, a Német Szövetségi Köztársaságban, Írországban, Svédországban, Svájcban, Angliában, Ausztriában.

A szocialista országokban egyelőre elsősorban a lakásszám emelésére törekсенek. Ezért a lakások átlagos nagysága kisebb, mint a kapitalista országokban.

A dél-európai kapitalista országokban a lakáshelyzet változatlanul rossz. Bár Spanyolországban és Jugoszláviában nőtt a lakástermelés, annak mennyisége még így sem kielégítő. Portugáliában, Törökországban és Jugoszláviában a lakáshelyzet még mindig romlik. Olaszországban valamivel jobb a helyzet, de Dél-Olaszországban még mindig romló irányzatú. A dél-európai országok lakásépítésének jelentős része luxuslakás, ami a dolgozó tömegek lakáshelyzetén mit sem segít.

Az európai szocialista országokban a lakosság építkezéseit nagymértékben segítik. Magyar-

1. táblázat

Európai országok lakáshelyzete

Ország	Időpont	Lakásállomány	
		1000 lakosra jutó lakásszám	Lakó/szoba
Ausztria	1953	320	0,95
Belgium	1953	347	0,76
Dánia	1953	312	0,84
Finnország	1953	260	1,54
Franciaország ...	1954	288	0,95
Német Szöv. Közt.	1953	223	1,11
Írország	1953	238	1,08
Hollandia	1953	230	0,91
Norvégia	1953	279	0,83
Svédország	1953	342	0,94
Svájc	1953	282	0,73
Anglia	1953	282	0,77
Görögország	1953	213	2,3
Olaszország	1954	250	1,3
Portugália	1950	262	.
Spanyolország ...	1950	220	1,1
Törökország	1950	179	.
Jugoszlávia	1953	207	2,4
Bulgária	1954	229	.
Csehszlovákia	1950	293	1,5
Magyarország	1954	262	1,5
Lengyelország ...	1950	235	1,9
Szovjetunió	1954	195	1,7

2. táblázat

Európai országok lakásépítése

Ország	1000 lakosra jutó befejezett lakások száma			Befejezett lakások száma (1000 lakás)
	1956	1957	1958	
Ausztria	6,0	4,9	.	.
Belgium	4,9	5,5	4,8	43,7
Dánia	4,4	5,8	4,6	21,0
Finnország	7,1	7,5	6,9	30,0
Franciaország	5,4	6,2	6,5	290,3
Német Szöv. Közt.	11,2	10,5	9,3	486,0
Írország	4,0	3,1	2,1	6,1
Hollandia	6,4	8,1	8,1	90,0
Norvégia	7,9	7,5	7,5	26,5
Svédország	7,9	8,8	8,4	62,4
Svájc	7,8	7,6	5,1	26,5
Anglia	6,1	6,0	5,5	281,5
Olaszország	4,8	5,6	5,6	272,0
Portugália	3,2	3,4	.	.
Spanyolország	4,2	3,3	3,4	101,5
Jugoszlávia	2,1	2,5	2,7	50,0
Csehszlovákia	4,8	4,8	3,9	52,6
Német Dem. Közt.	2,0	3,5	3,5	60,0
Magyarország	2,6	5,2	4,3	41,9
Lengyelország	3,4	4,3	4,3	124,0
Románia	4,4	4,4	.	.
Szovjetunió	8,0	10,6	12,9	2664,0

országban 1958-ban kevesebb lakás épült, mint 1957-ben, mert az 1957. évben az 1956-ról áthúzódnó nagy mennyiségű lakásépítés emelte az átadási számot. 1958-ban azonban több lakás épült, mint az 1957. évet nem számítva, bármelyik korábbi évben. A legnagyobb növekedést a Szovjetunióban érték el.

Az utóbbi években Európa-szerte megfigyelhető az új építőanyagok termelésének fejlődése és a hagyományos építőanyagok korszerűsítése. Majdnem mindegyik országban, de különösen a nagy-
elemű építést elterjesztő országokban, nő a könnyűbetonok termelése. A kohóhabsalak előállításának fejlődését a Szovjetunió, Csehszlovákia, Belgium és Anglia jelentik. A tömör téglának nagyobb, üreges kerámiai falazó blokkokkal való fokozatos helyettesítése állapítható meg Csehszlovákiában, Olaszországban, Lengyelországban, Spanyolországban. A cementtermelés a szocialista országokban és Franciaországban fokozódott. Növekedik a feszített vasbetonhoz szükséges nagy-
szilárdságú acélszükséglet. Nyugat-Európában nagy mennyiségben használtak alumíniumot tető-

fedésre, függönyfalakhoz, továbbá ablakokhoz. Számos országban terjed a műanyagok építőipari alkalmazása, a könnyű hőszigetelő anyagok termelése.

A legtöbb kapitalista országban így Belgiumban, a Német Szövetségi Köztársaságban, Görögországban, Franciaországban, Olaszországban, Hollandiában, Norvégiában, Portugáliában, Spanyolországban, Svájcban, Törökországban emelkedtek a telekárak. A városi háztelkek ára ezekben az országokban az utóbbi években erősebben nőtt, mint az általános árszínvonal. Ez a lakóházépítés költségeit emelte.

Fokozódott az építőipari munkanélküliség 1958-ban Belgiumban, a Német Szövetségi Köztársaságban, Finnországban, Franciaországban, Hollandiában, Norvégiában, Svédországban, Svájcban, Angliában. Szakmunkáshiány a legtöbb európai országban mutatkozott.

A lakásépítés 1958. évi adatai a kapitalista országokkal szemben a szocialista országok javára megváltozott fejlődési irányzatot mutatnak.

Sebestyén Gyula

PÁLYÁZATI HIRDETMÉNY

az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem hallgatói részére

Hazánk felszabadításának 15. évfordulója tiszteletére az

Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem,
az Építőipari Tudományos Egyesület,
a Közlekedés- és Közlekedésépítési Tudományos
Egyesület,

a Magyar Hidrológiai Társaság.
Egyetemünk hallgatói részére tudományos témákra

p á l y á z a t o t
hirdet az alábbiak szerint:

I. A Mérnöki Kar tanszékei

által megadott pályatételeket a Kar tanszékei már meghirdették. Részletes kiírást és a feltételeket a pályázni kívánók a Mérnöki Kar hirdetőtábláján tanulmányozhatják.

A pályatételekre más karok hallgatói is pályázhatnak.

II. Az Építésmérnöki Kar tanszékei

által megadott pályatételek:

1. Az *Építéstörténet tanszék* kiírásában:

„Népi demokráciánk és a műemlékvédelem”, ill.
„Népi demokráciánk és az építészet” (alternatív).

Megjegyzés: A fenti két téma bármelyike választható. A pályázó foglalkozhat a felszabadulás óta eltelt 15 esztendő nevezetesebb építészeti alkotásaival, illetve az építészet problémáinak alakulásával, vagy a nevezetesebb műemlékhelyreállításokkal és a műemlékvédelem aktuálisabb elvi szempontjaival.

A Bíráló Bizottság *elnöke*: Major Máté egyetemi tanár, tanszékvezető; tagjait az elnök a tanszék oktatói közül jelöli ki.

2. Az *Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési tanszék* kiírásában:

„Termelőszövetkezeti major elrendezési terve.”

Megjegyzés: A pályázni kívánók a helyszínrajzot és a pályázat részletesebb körülírását az Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési tanszéken vehetik át december hó 5-től kezdve minden hétfőn és csütörtökön délelőtt 8—12 óra, illetve kedden és pénteken délután 15—18 óra között.

A Bíráló Bizottság *elnöke*: Rados Kornél egyetemi tanár, tanszékvezető; tagjait az elnök a tanszék oktatói közül jelöli ki.

3. A *Középülettervezési, Lakóépülettervezési és Épületek szerkezetei és tervezése tanszék* kiírásában:

„A Műegyetem kertjében létesítendő emlékkút és környezetének terve.”

Megjegyzés: A pályázni kívánók a helyszínrajzot és a pályázat részletesebb körülírását a Középülettervezési tanszéken vehetik át december hó 5-től kezdve, minden hétfőn és csütörtökön délelőtt 8—12 óra, illetve kedden és pénteken délután 15—18 óra között.

A Bíráló Bizottság:

Elnök: Weichinger Károly egyetemi tanár, tanszékvezető,

Tagok: Gerendás István egyetemi tanár, tanszékvezető, Reischl Antal egyetemi docens, tanszékvezető.

4. A *Szilárdságtan-Tartószerkezetek tanszék* kiírásában:

„A plasztifikálódás folyamatának leírása különböző módon terhelt, homogén, elasztoplastikus anyagú kéttámaszú tartók esetében.”

Megjegyzés: E pályatételre csak III. és IV. éves hallgatók pályázhatnak.

A Bíráló Bizottság *elnöke*: Biacs Nándor egyetemi docens, tanszékvezető; tagjait az elnök a tanszék oktatói közül jelöli ki.

A fenti pályatételekre más karok hallgatói is pályázhatnak.

Pályadíjak: (Mind a négy pályázatra külön-külön.)

1 db I. díj 800,— Ft

1 db II. díj 600,— Ft

2 db III. díj 250,— Ft

A pályázatok benyújtásának *határideje*: 1960. március hó 10. délelőtt 10 óra. Olyan pályázatokat, amelyekben a postabélyegző ennél későbbi keltet mutat, a Bíráló Bizottság nem vesz figyelembe.

Az egyes pályafeltételek Bíráló Bizottságai fenntartják maguknak azt a jogot, hogy egyes pályadíjakat ne adjanak ki, illetve megosztva adjanak ki. A díjazott tanulmányokon felül esetleges további kiemelkedő tanulmányok külön jutalmazásra is javaslatot tehetnek.

A legérdekesebb pályázatok publikálását az Egyetem biztosítani kívánja.

Budapest, 1959. november 30.

Rados Kornél s. k.
egyetemi tanár, rektor.