

SEBESTYÉN GYULA, a műszaki tudományok kandidátusa

LAKÓÉPÜLETEK ÉPÍTÉSE NAGYMÉRETŰ ELŐREGYÁRTOTT ELEMEKKEL

1. Bevezetés

A lakáskérdés megoldásának elősegítése érdekében világszerte újabb meg újabb műszaki megoldások vetődtek fel. A sokirányú új kezdeményezés egyik legjelentősebb eredménye: az előregyártott elemekkel való építési mód bevezetése és kifejlesztése.

Az előregyártás, mint építő eljárás, az építőipar terén forradalmi jellegű változásokat hozott létre. A régi, hagyományos kézműipar jellegű építési mód helyébe a nagyüzemi jellegű építő eljárások léptek. Ez a változás — természetesen — az építőipar egész gyakorlatát, a tervezést és kivitelezést egyaránt — gyökeresen megváltoztatta.

Az előregyártás fogalma és módszerei ezen anket hallgató közönsége előtt nagy általánosságban ismertek. Ez a körülmény felment az alól, hogy az előregyártott elemekből épített lakóépületek különböző fajtáit és megoldási módjait itt részletesen, rendszeresen ismertessem. E helyett a következőkben az előregyártott elemekkel való lakóházépítés hazai és külföldi lehetőségeit kívánom szembeállítani s a jövő fejlődés iparpolitikai irányvonalát szempontjából értékelni.

2. Előregyártott elemekkel falazott váznélküli falak

A váznélküli előregyártott teherhordó falak építőkövekből (kőből, téglából stb.) építő tömbökből vagy táblaszerű elemekből épülnek. Ezek közül itt csak az építő-tömbökkel és építő-táblákkal kívánok foglalkozni.

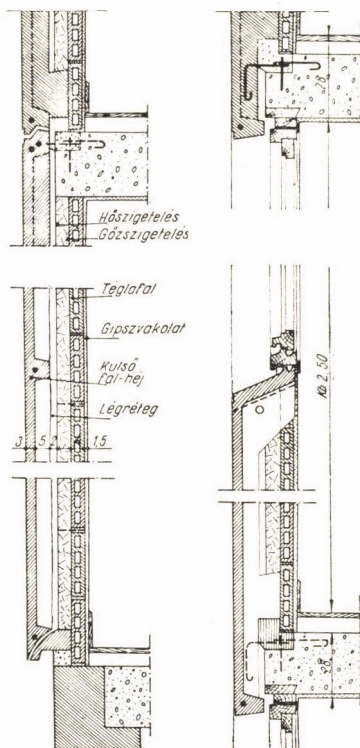
a) *Az építő-tömbök.* Ezek emeletmagasságnál alacsonyabb, előregyártott falelemek. Magasságuk rendszerint 0,50—1,80 m. Súlyuk általában 750 kg-nál kisebb. Jellemzőségük, hogy elhelyezésük után külön ideiglenes gyámolító szerkezet nélkül is állékonyak.

A *beton építő-tömbök* közönséges betonból, rendszerint üreges kivitelben, könnyű betonból pedig általában tömör kivitelben készülnek. Sem a tömör, sem az üreges építő-tömböket nem szokták vasalni.

A *tégla építő-tömböket* a téglagyárban, vagy az építési munkahelyen közönséges téglából falazzák, s megszilárdulás után emelik be végleges helyükre. Ez az építési mód főleg Csehszlovákiában fejlődött ki, de sikeresen alkalmazták

nálunk is a Gubacsi-úti V/3 épületen. A fejlesztésnek ez a módja a téglapítés korszerűsítését jelenti ugyan, gazdaságosságának fokszáma azonban vitatható.

b) *Építő-táblák.* Ezek emeletmagasságú, rendszerint szobaméretű fal-elemek. Aránylag kis vastagsági mérettel készülnek, s mint ilyenek, felállításuk után legalább is ideiglenes jellegű alátámasztást igényelnek. Szobaméretben való gyártás esetében az utólagos belső vakolás mellőzésének lehetősége nagy előnyt jelent. Néha az előregyártott külső héj mögé a helyszínen még egy egy belső réteget falaznak. Ezt a módszert Franciaországban, Vincennes-ben alkalmazták (1. ábra).

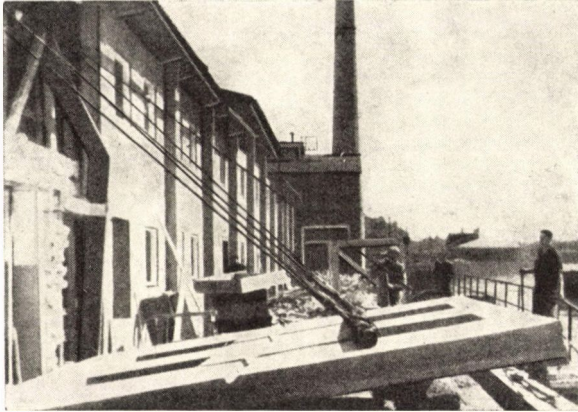


1. ábra. Külső falhéj betonból (Vincennes)

Az építő-táblákat elemgyárakban, vagy helyszíni előregyártó telepeken fekvő, vagy álló helyzetben készítik. Egyes esetekben az építő-táblákat az egyes földémszinteken fekvő állítják elő még pedig úgy, hogy felállítás után mindjárt a végleges helyükre kerüljenek. Ezt az USA-ban billentő (tilt-up)-eljárásnak nevezik. Használatos Svédországban (2. ábra), valamint Franciaországban is (3. ábra). Az elemgyárakban készülő építő-táblák ismert példái a Siporex és az Ytong pallók (4. ábra).

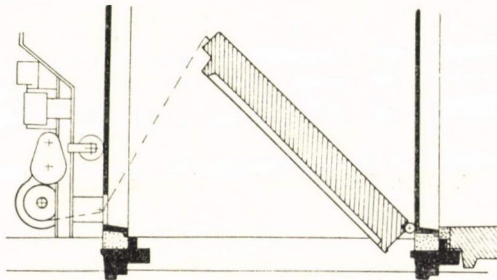
Sokszor a csupán térhatároló és hőszigetelő szereppel bíró könnyű, külső falakat is elemgyárban készült táblákkal építik. Az ilyen falakat függönyfalaknak (curtain-walls) nevezik (5. ábra).

A célszerű tömb-, illetve táblaméreték. Az alkalmazandó építőelemek méreteit a rendelkezésre álló emelőberendezés teherképessége szerint úgy kell megállapítani, hogy a gép emelőképessége lehetőleg teljesen ki legyen használva. Kisebb elemek használata esetében ugyanis nagyszámú emelési és



2. ábra. Faltábla-elhelyezés billentő eljárással

elhelyezési műveletet kell végezni, ami jelentős munkaidőt igényel. Ezzel szemben nagy elemek használata esetében a beemelési és elhelyezési műveletek száma kisebb, igaz ugyan, hogy egy-egy elem elhelyezési időszükséglete több, mint kis elemek esetében.

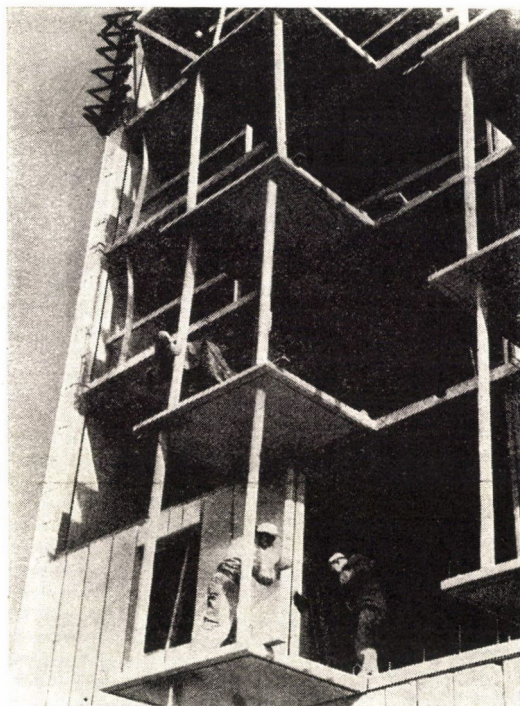


3. ábra. Faltábla-beemelés többszintes lakóházban (Franciaország)

Az elemméret növelésére irányuló törekvéseknek a gépesítési és behelyezési lehetőségek szabnak határt. A célszerű elemméretek szoros összefüggésben állanak az illető elemből gyártandó példányok darabszámával is. Nagy elemek gyártása csak nagy sorozatok esetében gazdaságos, viszont nagy sorozatok csak megfelelő előkísérletek után indíthatók meg. Érdekes számításokat végzett erre nézve LEDDERBOGE, O. H. az NDK.-ban. Kutatásai szerint (6. ábra) kis emeletszám és kis lakásszám esetében a közepes nagyságú elemek a gazdaságosabbak, viszont nagyobb emelet- és lakásszám esetében a

nagyobb elemek. Megállapításaival — legalább is a hazai viszonyokat illetően — nem lehet mindenben egyetérteni már csak azért sem, mert vizsgálatai nem terjedtek ki a 3—5 tonnás elemekre. Ennek ellenére az általa alkalmazott vizsgálati módszer hasonló további vizsgálatokhoz jó mintául szolgálhat.

Általában a középmeretű elemek gyártása könnyebben valósítható meg, mint az egészen nagy elemek előállítására. Ez a megállapítás Magyarországra is vonatkozik, s ennek megfelelőleg nálunk is az 500—2000 kg-os elemek gyártását



4. ábra. Lakóházépítés Siporex-pallókból
(Svédország)

kellene szorgalmazni. E gyártás bevezetésével párhuzamosan az egészen nagyelemű előregyártás előkészítéséhez is nagyvonalú kísérleteket kellene végezni, ehhez tehát a szükséges anyagi és műszaki feltételeket eleve meg kellene teremteni.

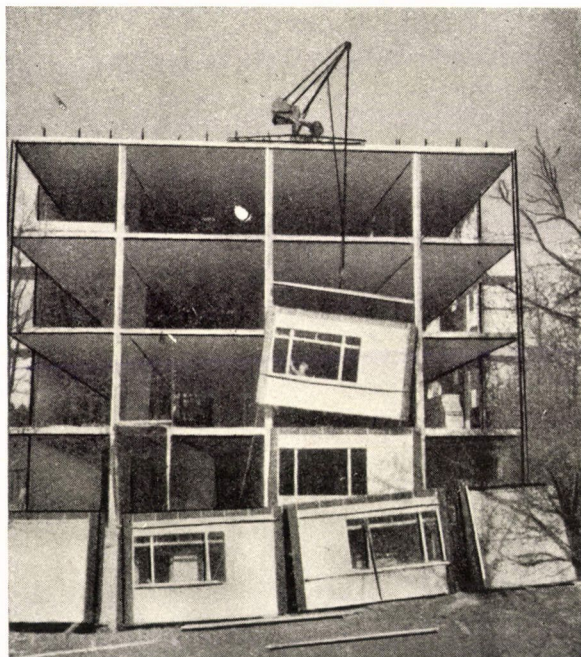
3. Előregyártott elemekből készített épületvázak

Az előregyártott elemek felhasználásával épülő épületvázak készülhetnek a) csupán előregyártott elemekből és b) előregyártott és monolitós szerkezetrészek kombinációjaként.

a) A csupán előregyártott elemekből épített vázszerkezetek előregyártott elemei vagy rúd alakúak, vagy nyílt-, illetve zárt-keret alakúak.

Rúdszerű vázelemek alkalmazása esetén nagyszámú kapcsolatról kell gondoskodni. Ezért az oszlopokat sokszor két emelet magasságúakra készítik. A kapcsolati nehézségek csökkentésére az oszlopokat gyakran nem a födémelek magasságában, hanem két födémszint közt pl. középen toldják. Ez utóbbi megoldás egyszerűbb, de még sem nyújt számottevő előnyöket. Kifejlesztésében főként a Szovjetunióban történtek komoly próbálkozások.

Nyílt-keret alakú vázelemek alkalmazása esetében a kapcsolatok száma lényegesen kisebb. Főként ez az ok, amely a rúdszerű vázelemek helyett keret alakú vázelemek alkalmazását helyezi előtérbe. L- és H-alakú vázelemek



5. ábra. Fügönyfal (Svédország)

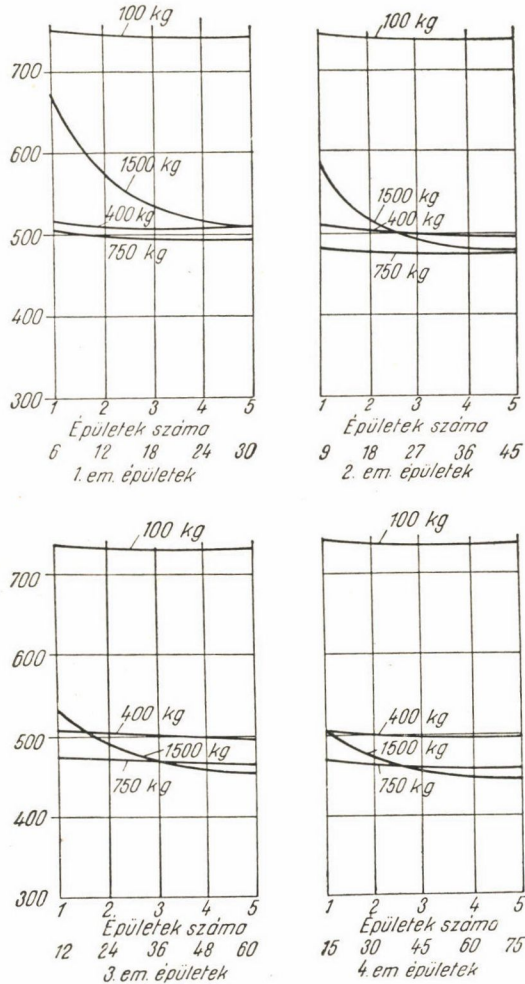
esetében a kapcsolati helyek rendszerint a vázgerendák nyomatéki nullpontjának közelébe, illetve az oszlopok félmagasságába kerülnek. Az U-alakú elemeket rendszerint lefelé álló szárral építik be. Ez esetben a kapcsolatok általában a födém magasságában vannak.

Zárt-keret alakú vázelemeket ritkábban alkalmaznak. Ily megoldások példái a szovjet Mihajlov-rendszer szerint épült épületek és a bratislavai „BA” épület.

b) *Vázelemek és monolitós szerkezetrészek kombinációja* esetében rendszerint az oszlopok készülnek monolitosan, a kiváltók és födémelek pedig előre-gyártva. Ez az építésmód sok esetben — így hazai viszonyaink közepette is — gazdaságos lehet, indokolt tehát, hogy e módszer alkalmazását már 1958-ban kipróbáljuk.

4. Előregyártott födémek

Az előregyártott födémek igen változatosak lehetnek szerkezeti megoldás, támasztás és kapcsolatok szempontjából.



6. ábra. A falelem súlyának és a gyártási sorozat darabszámának kihatása az építési költségekre (Ledderboge, O. H.)

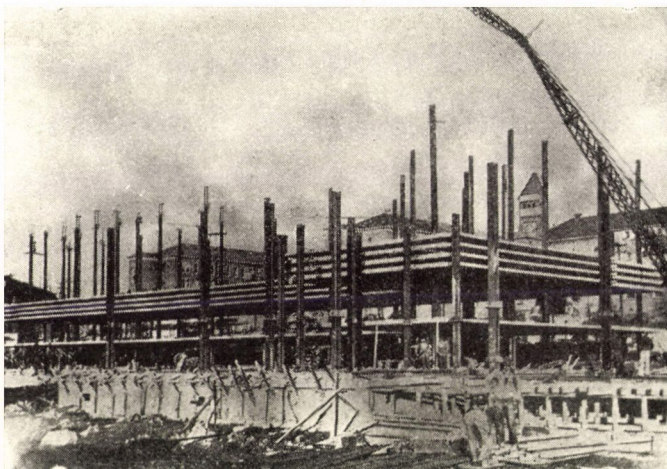
A sokféle lehetséges megoldás közül e helyen csak a réteges födémek emelési eljárását (az ún. lift-slab-rendszert) említem. Ez a módszer SÁMSONDI-KISS B. kezdeményezésén alapszik. Lényege, hogy a különböző emelet sorok födémjeit a földszinti padló magasságában egymás feletti rétegekben betonozzák és innét emelik fel végleges helyükre (7. ábra).

5. Könnyű betonok alkalmazása

A lakóépületek előregyártott fal- és födémelemeit világszerte különféle könnyű betonokból készítik.

Svédországban főleg a Siporex és Ytong nevű gázbeton, illetve gázszilikát elemeket használnak. Itt a gázbeton-termelés évente 700 000 m³-re rúg, ami azt jelenti, hogy minden 10 lakosra évi 1 m³ gázbeton termelés jut.

Az *Egyesült Államokban* is nagymennyiségű könnyű betonadalékokat gyártanak. Így például 1950-ben 190 000 tonna duzzasztott vermikulitot, 80 000 tonna duzzasztott perlitet és 2,5 millió tonna kohóhabsalakot termeltek. A nagyobb keramzitgyárak napi 500 m³ könnyű adalékanyagot állítanak elő.



7. ábra. Réteges födémelési eljárás

Angliában az egyik London melletti kis erőmű (a Battersea-mű) 1956-ban kezdte meg porszénhamu-szemcsék előállítását. A porszénhamut ferdesíkú forgó tányérban szemesézik (granulálják), majd aknakemencében testekké formálják (agglomerálják).

Magyarországon még nem alakult ki a könnyű adalékanyagú beton-termelés, bár Sátoraljaújhely közelében nagymennyiségű perlit található. A gázszilikátgyártás a Parafakőgyárban szerény keretek közt 1955-ben megindult ugyan, de 1957-ben a gyár átalakítása miatt az üzem szünetelt. A gyártott mennyiség 1955-ben 660 m³, 1956-ban pedig 720 m³ volt. Pernyebeton az 1. sz. Épütelelemgyárban, illetve a Csepeli Erőmű közelében készült. A gyártott mennyiség 2710 m³, 1956-ban 4300 m³ volt. Habosított mészpernyelemet a budapesti Fogarasi úti üzemben állítottak elő. A gyártott mennyiség 1955-ben 750 m³, 1956-ban pedig 450 m³ volt. Végeredményben ilyen formán az egy lakosra jutó könnyű beton-termelés 1956-ban kétszázszor volt kisebb nálunk, mint Svédországban.

5. A nagyelemű lakóházépítés külföldön

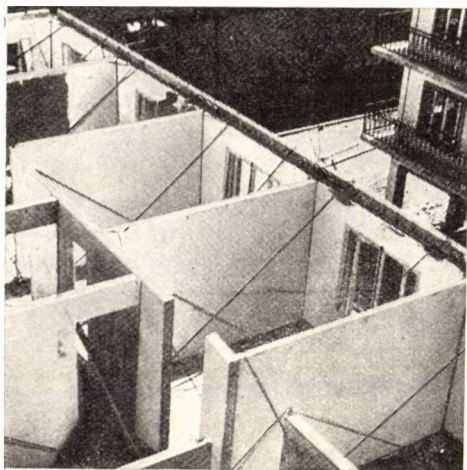
A nagyelemű építésmód bevezetése komoly beruházásokat igényel (elemgyár, szállítógépek, nagy emelőgépek) s így alkalmazása csak nagyobb lakótelepek esetében gazdaságos. A nagy beruházási költségekre való tekin-



8. ábra. Nagyelemű lakóház (Szovjetunió)

tettel kifejlődésére bővebb lehetőség kínálkozik a szocialista államokban, mint a tőkés országokban. E tekintetben csak Franciaország kivétel, mert itt az államnak befolyásoló szerepe van a lakásépítésben, ami a tőkés gazdálkodás ellenére némi lehetőséget nyújt a nagyelemű építésmód kifejlődésére.

A Szovjetunióban nagyméretű, teljesen önműködő üzemre beállított fal- és födémelemgyárak épültek. A két első nagyüzem Moszkva közelében létesült. Ezek egyenként évi 10 000 lakás építőelem-szükségletét fedezik. Gyártás-módjuk az úgynevezett szállítóműves (conveyor-os) eljárás. Szobaméretű, feszített vasalású oly építőelemeket gyártanak, melyek súlya legfeljebb 5 tonna. Egy-egy ilyen gyárban 4—4 szállítómű van felszerelve. Újabban a Szovjetunió több városában építenek a moszkvai gyárakhoz hasonló üzemű építőelemgyárakat. Mindezek a gyárak nagyméretű, vasbetonbordás fal- és födémelemeket állítanak elő. Az Uralban, Bereznyikiben viszont a falelemeket



9. ábra. Lakóház szerelése
(Camus-rendszer)



10. ábra. Lakóház szerelése
(Coignet-rendszer)

egyetlen anyagból: vasalt habbetonból gyártják, vasbeton bordák nélkül. A salakbetonanyagú nagy faltömbökkel való építésmód Leningrádban fejlődött ki. Itt egy-egy emelet falait két egymás feletti rétegből építik össze. A nagyelemű építésmód további fejlesztését legújabbban kormány- és párthatározat írja elő (8. ábra).

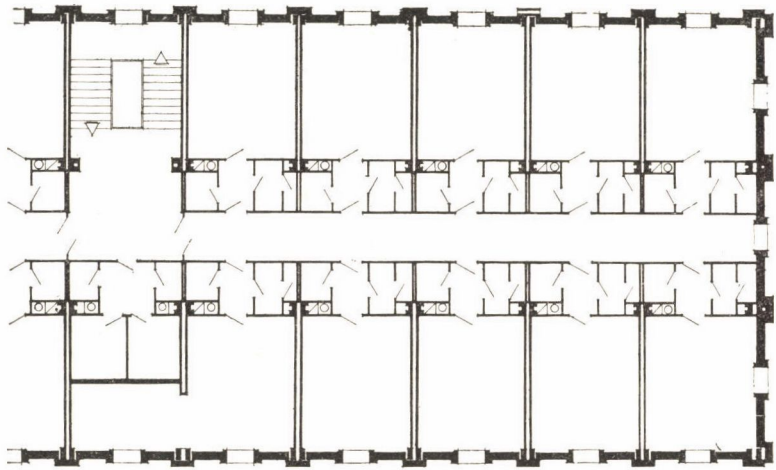
Csehszlovákiában két nagy falelemeket gyártó körzet alakult ki: a gottwaldowói és bratislavai. Az előbbi lágyvasbetétes falelemeket gyárt, az utóbbi a Mihajlov-féle szovjet forgóasztalos eljárással feszített acélhúrtétes elemeket.

A Német Demokratikus Köztársaságban Hoyerswerdában szállítóműves nagyelemgyár épült. Ez évente 700 lakás építőelem-szükségletét állítja elő. Az NDK-ban egyébként főként a közepes nagyságú, legfeljebb 750 kg-os faltömbökkel való lakásépítés terjedt el. Az ilyen elemek közönséges gépkocsiban szállíthatók, beemelésük könnyű, összeszerelésük 12 tonnáméteres Rapid-toronydarukkal történik. Ez a daru hasonló a nálunk tervezett 20 tonnás daruhoz, melynek mintapéldánya most készül.

Franciaországban a Szajna-partján, Montessonban létesült a legnagyobb elemgyár, mégpedig CAMUS építész és vállalkozó tervei szerint. Ez a gyár évente 4000 lakás elem-szükségletét tudja fedezni. A gyártás helyben maradó

formákkal (stand-módszerrel) történik, ami a szállítószalagos eljárásnál egyszerűbb. Maga a gyár is olcsóbban létesíthető, mint a szállítószalagos elemgyárak. A gyárban összesen 50-féle szobaméretű elem készül. Ezekből kétféle házfajta készíthető: ötemeletsoros, felvonónélküli, és kilencemeletsoros, felvonóval ellátott épület (9. ábra).

A homlokzati falak hőszigetelését 2,5 cm vastag salakgyapot lemez képezi, egyébként a falelemek kavicsbetonból készülnek. A burkolt elemeket fekvő, a többieket állva készítik. Az összes elemeket, így a burkolt elemeket is, állva emelik le az öntő mintáról. A szállítás is álló helyzetben történik. A villanyvezetékeket falon kívül, a padló közelében PVC-ből készítik és székélcecel fedik le. A mennyezetvilágításról lemondanak, helyette csak falikarokat és dugaszolókat készítenek.



11. ábra. A Gubacsi úti K₁ lakóház alaprajzi részlete

A födémek 13 cm vastag síma vasbetonlemezek. Ezekre linoleum burkolat kerül.

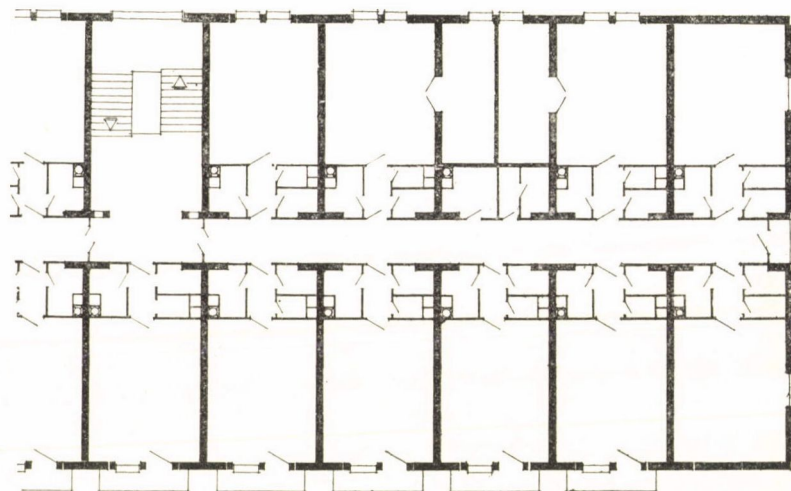
Valamivel kevésbé terjedt el Franciaországban a *Coignet-féle* építési mód (10. ábra). A Coignet-féle elemek gyártása is aránylag egyszerű, mindössze a faltáblákat gyártó gépek bonyolultabbak. Ezek végzik a fekvő helyzetben gyártott elemek felállítását és a zsalufenékről való felszakítását is.

Angliában a legnagyobb falelemgyár a Reema Ltd. Ez évente 2000 lakás elemeit állítja elő. Az általa gyártott elemekkel 1956-ig mintegy 7000, szinte kizárólag egyemeletes ház épült.

6. A nagyelemű lakóházépítés Magyarországon

Magyarországon a nagyméretű falelemeket a már előzőleg említett könnyűbetonokból állították elő. Az eddigi ilyen építkezéseken legfeljebb 2 tonna súlyú elemeket alkalmaztak, jelenleg azonban tervezés alatt állnak épületek szobaméretű falelemekkel.

A *Gubacsi-úti K₁ épület* egyszobás, konyhafülkés lakásokkal épült (11. ábra). Tervezése még 1953-ban kezdődött meg. A vasbeton vázszerkezet egymáshoz csavarozott ikerpillérekkel készült. Ezek két emelet magasak, a toldások eltolt helyzetűek. A kiváltók az ikerpillérek közt foglalnak helyet, a födémek az épület hosszirányával párhuzamosan fekszenek. A falelemeket a Parafakőgyárban gyártott $100 \times 140 \times 25$ cm-es gázszilikát tömbökből készítették oly módon, hogy három-három ilyen tömb alkot egy faltáblát. A faltáblák ezen gyártásmódja kezdetleges és nem gazdaságos. Az épülethez viszonylag kevés — lakásonként 6 m^3 — könnyűbeton volt szükséges, miután csak a külső falak épültek táblákkal.



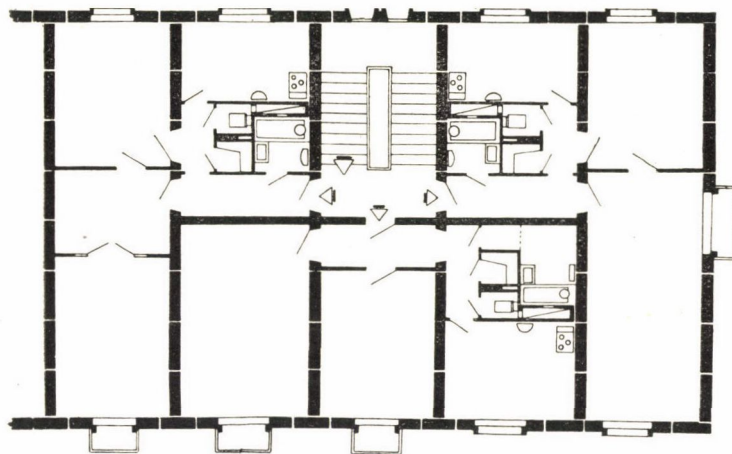
12. ábra. A Gubacsi úti K₂ lakóház alaprajzi részlete

A *Gubacsi út K₂ épület* szintén kétemeletes. Ez is egyszobás, konyhafülkés lakásokkal épült (12. ábra). A teherhordó szerkezetet harántirányú falak alkotják. A fal- és födémek gázszilikát tömbök. Az egy-egy lakásra jutó könnyűbeton mennyisége $35\text{--}40 \text{ m}^3$. A tervek szerint az elemeket csupán egyszerű, bütykös kapcsolatok fűzték volna egymáshoz. Ez a megoldás többemeletes épületekben nem volt kielégítő kapcsolatnak tekinthető, és ezért utólag vasbeton koszorúk alkalmazását kellett elrendelni.

A *Fogarasi úti LA épület* háromemeletes, kétszobás lakásokkal (13—14. ábra). A falak, a födémek, a lépcsőkarok és pihenők elemei a helyszínen gyártott sejtbeton tömbbetétekkel készültek. A tömbök anyaga mésszel kötött, habosított porszénhamú-szilikát. A pernye-habszilikát elemeket gőzzel, túlnyomás alkalmazása nélkül szilárdították. A külső falelemek műkövelatréteggel együtt készültek.

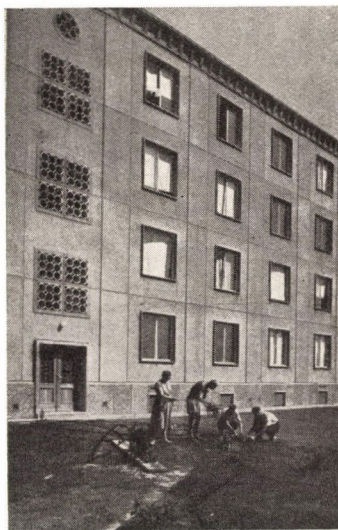
A *Nagy Lajos király úton* az előző épület másodpéldánya épült, csekély termódosítás után.

A *Gubacsi úti* lakótelepen az V/3 jelű lakóház előrefalazott téglatömbökből épült. A külső falakra és a belső falakra harántirányú kiváltótartókat helyeztek, és ezekre kerültek a födémek (15. ábra).



13. ábra. A Fogarasi úti LA lakóház alaprajzi részlete

A Lágymányosi és Fiastyúk utcai lakótelepeken egy emelet magasságú előregyártott vasbeton pilléreket alkalmaztak. Ez a szerkezet az oszlopkapcsolások nehézkes volta miatt nem bizonyult gazdaságosnak. Újabb



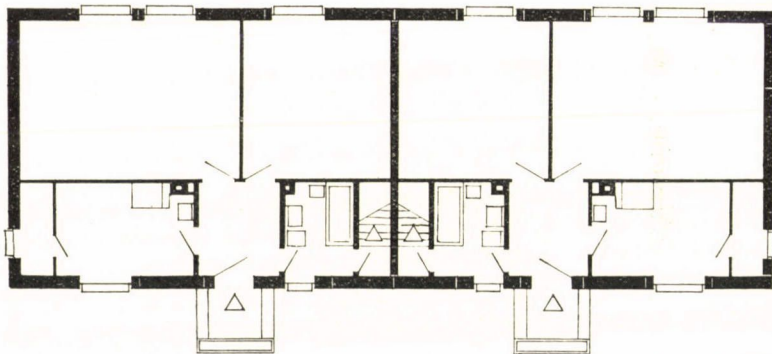
14. ábra. A Fogarasi úti LA lakóház homlokzata

tervek szerint a többszintes épületek tervei korszerű zsaluzatban építendő monolit vasbeton oszlopokkal és előregyártott egyéb szerkezetekkel készülnek.

A csepeli lakótelepen pernyebeton faltáblákból készült, földszintes ikerlakóházak épültek (16. és 17. ábra). Az elmúlt 3 év alatt többszáz ilyen ház készült. Ezek alapjait betoncölöpök alkotják. A cölöp-lyukakat teherautóra szerelt fűrberendezéssel fűrták ki. A betoncölöpökre vasbeton lábazati gerendák kerülnek és ezekre helyezik el az 1,60 m (újabbban : 1,80 m) széles faltáblákat. Utóbbiakat a csepeli erőműből származó porszénhamuból, szemcsézett kohósalakból mész, gipsz és víz hozzáadásával készítik. A gyártás



15. ábra. A Gubaesi úti V/3 lakóház alaprajzi részlete



16. ábra. A csepeli „A” ikerház alaprajza

kezdetben az 1. sz. Épületelemgyárban folyt, ez azonban sem műszaki, sem gazdasági szempontból nem bizonyult megfelelőnek. Ezt követően a gyártás a csepeli erőmű közelében folyt, még pedig helyben maradó formákkal. A faltáblák vastagsága 28 cm, amelyben benne van az együttgyártott homlokzati műkőréteg vastagsága is. A faltáblák súlya legfeljebb 2 tonna. Szállításuk közönséges tehergépkocsikon fekvő helyzetben történik. A szerelés egyszerű portáldaruval végezhető. Az építés jelentős munkaerőmegtakarítással jár. Ennek köszönhető, hogy az épületek a közönséges tégláépületeknél olcsóbbak, a pernyebeton időállóságára azonban ez ideig még nincsenek végleges, megnyugtató adatok.

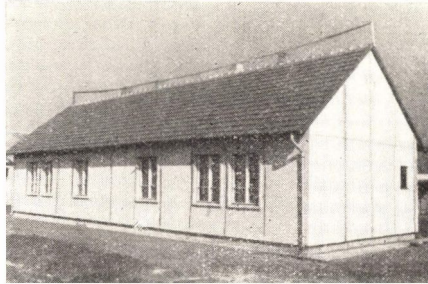
Táton és Kazincbarcikán a csepeli tapasztalatok felhasználásával a csepeli lakótelep épületeihez hasonló bányászlakások épültek.

8. További célkitűzések

A lakóépületek előregyártása terén szerzett hazai és külföldi tapasztalatok alapján a továbbfejlesztés érdekében további sokoldalú kutató és kísérletező munkára van szükség. Ennek főbb területei a következőkben jelölhetők ki:

a) a nagyelemekkel való építés erőtani, hő- és hangtani kérdéseinek kutatása;

b) a könnyű szerkezeti anyagokkal, valamint a hő- és hangszigetelő anyagok gyártásával kapcsolatos kutatások továbbfejlesztése és az azokhoz szükséges beruházások létesítése;



17. ábra. A csepeli „A” ikerház homlokzata

c) az előregyártás követelményeinek megfelelő, jó alaprajzi beosztású épületfajták kialakítása;

d) az eddig kevésbé kifejlesztett középtömbös szerkezeti rendszer meghonosítása;

e) kísérleti épületek építése szobaméretű elemekkel, a későbbi építkezéseken értékesítendő tapasztalatok gyűjtése érdekében;

f) falelemek gyártásának elkezdése, az álló helyzetű készítmények alapulvételével is;

g) az elhanyagolt öntött és monolitós építésmód sürgős korszerűsítése;

h) az előregyártott elemekkel való építés gépesítési kérdéseinek tanulmányozása és a gépesítés megoldása külföldi gépek behozatala, illetve hazai gyártás megszervezése útján;

i) a szerelő- és befejező munkák korszerűsítése;

j) a lakóépületek előregyártásának rendszeres tudományos vizsgálata, a műszaki-gazdasági kérdések rendszeres vizsgálata a gyártási és építési munkaigényességre, a fajlagos épületsúlyra, valamint az építési költségekre kiterjedően.

Prof. GÁBOR LÁSZLÓ, a műszaki tudományok kandidátusa:

Az előregyártást nem szabad egyoldalúan fejleszteni. Jelenleg a hazai gyakorlat e téren túlságosan megkötöti a tervező kezét, a funkcionális és egyéb követelmények rovására. E módszer éppen olyan helytelen, mint a szerkezet utólagos belekényszerítése a funkcióba. A hazai építőanyagkultúra és a gyártott szerkezetek választéka elmarad a tervezési és szerkesztési feladatok mögött. Ezáltal a tervezés nemcsak túl kötötté,