

A KOMPLEX KÖNNYŰSZERKEZETES ÉPÍTÉSI MÓD KÖZPONTI FEJLESZTÉSI PROGRAMJÁNAK TUDOMÁNYOS FELADATAI

SZABÓ JÁNOS

AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

A könnyűszerkezetes építési mód bevezetésének kutatási célprogramja a kutatást sok tekintetben újszerű — az építőipar magasfokú iparosítását szolgáló — feladatok megoldása elé állítja. A kutatási tevékenység szerves része a könnyűszerkezetes építési mód bevezetését célul kitűző kormány szinten kiemelt központi fejlesztési programnak. A célprogramba felvett kutatások — beleértve az alap és alkalmazott kutatásokat — komplexen kiterjednek az építési mód minden lényeges területére, így tartalmazzák többek között az anyagok és szerkezetek, az építési rendszerek, az iparosított gyártóbázisok és szervezetek, a gazdasági hatékonyság kérdéseinek megoldásával összefüggő kutatási feladatokat. A kutatási program figyelembe veszi az iparilag fejlett országok könnyűszerkezetes építési tapasztalatainak átvételét és kiemelten támaszkodik a KGST tagországok két és sokoldalú együttműködési lehetőségeire.

1. A kutatási és fejlesztési program kapcsolata

A Kormány 1970 decemberében hozott határozatával a komplex könnyűszerkezetes építési mód bevezetését kormány szinten kiemelt központi fejlesztési programmá minősítette. A programhoz kapcsolódó kutatási-fejlesztési feladatokat az Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv 4. sz. célprogramja foglalja magába. A célprogram a fejlesztési program kutatási része, és ez határozza meg a kutatási célprogramban kitűzendő és megoldandó feladatokat.

A könnyűszerkezetes építési mód fejlesztési programja sok tekintetben újszerű problémák elé állítja az építőipart. Ezek egyike, hogy a termelés mennyiségi bővítésének extenzív módszerei az építőiparban is kimerültek, az intenzív fejlesztési módszerekre való áttérés pedig azt a követelményt támasztja, hogy olyan szerkezeti megoldásokra — és ezzel együtt olyan alapanyagokra — kell áttérni, amelyek az eddigieknél lényegesen kisebb társadalmi munkaráfordítással, vagyis magasabb termelékenységi szinten állíthatók elő a korábbi, hasonló célt szolgáló szerkezeteknél. A kifejlesztendő szerkezeti rendszer elemeinek gyártására a nagyüzemi tömegtermelés módszerei és hatékonysága jellemző. Az építés — főleg az építéshelyi tennivalók — más rendszerekhez viszonyítva kevés élőmunka ráfordítást igényel, jellegében szerelési feladattá válik.

A nagyüzemi jellegű tömegtermelés megvalósításának két előfeltétele van: az egyik, hogy maguk a termékek egyáltalán alkalmasak legyenek a sorozatgyártásra, a másik, hogy az egyes termékekből elegendően nagy mennyiségre legyen folyamatosan szükség, tehát hogy gazdaságilag is indokolt legyen a megfelelő gyártósorok, célgépek munkába állítása.

Ez a két követelmény -- a nemzetközi tapasztalatok és a hazai műszaki-gazdasági elemzések szerint -- akkor elégíthető ki, ha egyrészt a készítendő szerkezeteket a szilikátbázisú építőanyagok ésszerű alkalmazása mellett döntően fémekből (acélból vagy alumíniumból), különböző műanyagokból (lemezekből, profilokból vagy habokból) és néhány más alapanyagból (azbesztcementből, fából vagy faalapú anyagokból, gipszből, üvegből stb.) állítják elő, másrészt, ha az ezekkel készülő épületeket nem esetenként és egyedileg tervezik meg, hanem „építési rendszereket” alakítanak ki, és egyidejűleg létrehozzák azokat a szerkezeti kereteket, amelyek az építési rendszerek alapján történő építést lehetségessé és hatékonyá teszik.

Ennek megfelelően a fejlesztési program céljai az alábbiakban foglathatók össze:

- az építési rendszerek kidolgozása;
- gyártókapacitások kialakítása a rendszerkomponensek előállítására; kivitelezői és vállalkozói szervezetek létrehozása az egyes építési rendszerek szerinti épületek megvalósítására.

A kutatási célprogramnak hozzá kell járulnia a fejlesztési program mindhárom fő céljának megvalósításához.

Az építési rendszerek kidolgozása elsősorban műszaki-tervezési feladat. Nem választható azonban külön a rendszerekben alkalmazott szerkezetek kialakításának kérdéseitől, amelyeknél szükségképpen a gyártás szempontjai is érvényre kell hogy jussanak. A kormányhatározat előírja, hogy a komplex könnyűszerkezetes építési mód bevezetésében nagy mértékben fel kell használni az iparilag fejlett országok tapasztalatait licencek és know-how-k vétele formájában. A kutatás-fejlesztés feladata ezért ezzel a célkitűzéssel kapcsolatban úgy jelentkezik, hogy meg kell határozni a licencvásárlás útján megoldható kérdések körét, a hazai kutatásokat pedig az ezek után még nyitva maradó kérdésekre kell koncentrálni.

A gyártókapacitások kialakítása elsősorban beruházási-iparfejlesztési feladat. E célkitűzés megvalósításában is támaszkodni kell a know-how-k vagy licencek útján megszerzhető ismeretekre; a hazai kutatás-fejlesztés célja az előbbi ismeretek megszerzése mellett főleg a gyártástechnológiák honosítása.

A kivitelezői és vállalkozói szervezetek létrehozása főleg szervezési feladat. A hazai kutatás-fejlesztés feladata ezzel a célkitűzéssel kapcsolatban főleg a megfelelő szerkezeti formák és gazdasági feltételrendszerek kimunkálása, kiegészítve a kivitelező szervezetek szereléstéchnológiai felkészítésével összefüggő kutatásokkal.

Jelentkeznek ezeken kívül egyes, a program egészét érintő problémák, elsősorban az iparpolitikai döntéseket megelőző vizsgálatok, amelyek szintén a kutatási-fejlesztési program részét képezik.

A továbbiakban részletesen foglalkozunk az egyes célkitűzésekkel, illetve a program egészét szolgáló kutatási-fejlesztési munkákkal.

2. Az építési rendszerek kidolgozását szolgáló kutatások

Az építési rendszerek keretében történő tervezés, gyártás és kivitelezés szükségszerűségének elismeréséhez egyfelől a megfelelő gyártási sorozatnagyságok követelménye vezetett el, másfelől pedig az az igény, hogy az adott szerkezeti elemekből viszonylag nagy számú, különböző épület legyen összeállítható, tehát az, hogy a tömeggyártás termelési feltételeinek kielégítése ne vezessen kényszerűen néhány típusépület tömeges alkalmazásához. Ennek az igénynek a kielégítése tette szükségessé azokat a rendszertervezés módszertanára vonatkozó kutatásokat, amelyek eredményeként alakult ki jelenlegi felfogásunk az építési rendszerekről.

E felfogás alaptézise, hogy egy rendszer akkor tekinthető valóban építési rendszernek, ha az valamilyen forgalmazó szervezethez kötött, és célja a számos konkrét esetben (tervben) való hasznosítás. A rendszer emellett definíciószerűen a részrendszerek koordinált együttese. Építési részrendszeren az épület elemeinek azokat a jellegzetes csoportjait értjük, amelyek az épület együttesében meghatározott részfunkciót töltenek be, így beszélhetünk

- a vázszerkezet,
- a külső falak,
- a külső nyílászárók és árnyékolók,
- a belső válaszfalak és belső nyílászárók,
- az álmennyezetek,
- a felső födém,
- a közbülső födémelek,
- a lépcsők,
- a fűtés,
- a szellőzés vagy klimatizálás,
- a világítás és energiaátvitel, hírközlés,
- a víz-, gáz-, csatornaellátás

részrendszeréről.

Egy adott rendszer valamely részrendszerében természetesen szerepelhetnek különböző, egymást helyettesítő variánsok — éppen ezek adnak lehetőséget a különböző igényszintek kielégítésére a rendszeren belül — azt azonban nem kívánjuk meg, hogy különböző variánsokhoz tartozó elemek egymással

kombinálhatók legyenek. Feltételünk csupán annyi, hogy a részrendszerben szereplő bármelyik variáns — a saját elemeivel — illeszthető legyen a rendszer más részrendszereihez.

Voltaképpen az építési rendszer léte éppen abban jut kifejezésre, hogy a nagyszámú variációs lehetőség közül, amelyekkel az egyes részrendszerekben található variánsok egymással kombinálhatók, kiválasztásra kerültek a ténylegesen alkalmazandó változatok és kidolgozták e változatok konkrét műszaki megoldásait.

A rendszertervezési módszertani kutatások kiterjedtek a „nyílt” vagy „zárt” rendszerek alkalmazásának kérdéseire is. E tekintetben fontos elvi eredmény, hogy a nyílt vagy zárt megjelölés alkalmazása különböző kritériumokra vonatkozhatik. Szerkezeti kritérium szempontjából például *zárt* az a rendszer, ahol az elemek mérete és alakja meghatározza azok helyét az épületben, így csak kevés számú változat építhető; *nyílt* rendszer viszont az, amelynek elemei, részrendszerei a modulkoordináció útján egymással kombinálhatók és az elemek önmagukban nem határozzák meg sem az épület rendeltetését, sem alaprajzát, sem méretét. A nyíltság vagy zártság más kritériuma a minőség változtathatósága. Ez lényegében a részrendszerekben szereplő, egymást helyettesítő variánsok kisebb vagy nagyobb számától függ. A nyíltság vagy zártság harmadik kritériuma a szervezeti szempontból való kötöttség mértéke (a kombinátban való gyártás például szervezeti szempontból zárt rendszert jelent).

A fenti megfontolások alapján beszélhetünk például szerkezeti és minőségi szempontból nyílt, szervezeti szempontból viszont zárt rendszerről. Ez az elemzés azt a konklúziót is magával hozta, hogy egy rendszer valamely kritérium szerinti nyíltsága nem feltétlenül előny és a zártság nem feltétlenül hátrány, az adott építési feladat megoldása szempontjából lehet keresni és találni optimális variánst a rendszernek a különböző kritériumok szerinti nyitottságára vagy zártságára.

Az építési rendszerek egyik döntő kérdése a méretkoordináció. Ez teszi lehetővé, hogy a különböző részrendszerek önmagukon belül, valamint a részrendszerek a rendszeren belül egymással koordinált egységgé állhassanak össze. A tervezés-módszertani kutatások kiterjedtek a méretkoordináció egyes elvi kérdéseire is. A 10 cm-es alapmodulus elfogadása mellett a kezdő multimodulusok képzésére az ISO és KGST szabványok felhasználásával az 1, 3, 2, 5 sort fogadták el ($1 \times 10 = 10$, $3 \times 10 = 30$, $2 \times 30 = 60$, $5 \times 60 = 300$ cm-es multimodulusok). A moduláris elemek méreteinek meghatározására a — méretsor („szőnyegelv”) szerinti, illetve a — méretkombináció elve szerinti meghatározást dolgozták ki.

A méretsor elve szerinti meghatározás a lineáris elemeknél kerül alkalmazásra, lényege, hogy az egyes méretlépcsők (például a gerenda lehetséges

hosszméretei) valamelyik multimodulussal, mint közös osztóval rendelkező számsorra illeszkednek.

A méretkombináció elve viszont a kvadratikus elemek méretlépcsőinek meghatározásánál kerül alkalmazásra olyan módon, hogy az elemek az egyik irányban a méretsor elve szerinti lépcsőkkel rendelkeznek, a másik (az előbbire merőleges) irányban viszont 2—3—4 olyan méret határozandó meg, amelyek kombinálásával — a kritikus méret felett — minden moduláris távolság kirakható.

A rendszertervezés elvi kérdéseinek tisztázása mellett meghatározták az egyes részrendszerek kidolgozásának kritériumait, különös tekintettel a rendszerdokumentációk egyik fő alkotó részére, a katalógusra. Ennek rajzi anyagát tekintve az „összerakó rajzoló rendszer” elvét fogadták el. Ez az elv a gyakorlatban azt jelenti, hogy az alkatrészek tervei alapján gyártmánytervek, ezekből félkésztermék-tervek, majd a szerelési egységek terve, végül a szerelési egységek összeállítási terve készül el. A tervek felépítése tehát az elemtől az összetett egység felé halad, ugyanakkor a tervek utasításokat mindig csak fordított irányban tartalmazhatnak, tehát az alsóbb szintű terveken nem lehet utasítás a magasabb szintű tervek felé.

A katalógus másik fontos részét képező, az elemeket meghatározó és a számítógépi feldolgozás számára alkalmassá tevő kódszámokat, illetve azok rendszerét, a kódrendszert illetően vizsgálták a „beszélő” és az „azonosító” kódrendszerek felhasználásának lehetőségét. A „beszélő” kódok — ahol tehát a kódszám minden jegyének meghatározott értelme van, — elvileg igen alkalmasak lennének arra, hogy a gyártás programozása is ezekre épüljön, de gyakorlatilag alkalmazhatatlanok a szükségessé váló számjegyek nagy száma miatt. Az „azonosító” kódok — amelyek gyakorlatilag csak egyszerű sorszámot jelentenek, — egyrészt kevesebb számjegyet tesznek szükségessé a kódban, másrészt a gépi memóriában kevesebb helyet foglalnak el (nincsenek „üres” kódszámok), viszont semmiféle rendszerezési lehetőséget nem nyújtanak. Ezért a kialakult álláspont szerint vegyes kódrendszert célszerű alkalmazni, amelyben a kódszám 1÷2 helyértéke értelmezett (beszélő), a többi helyérték viszont már azonosító sorszám jellegű.

A kódrendszer kérdése már közvetlenül átvezet a rendszertervezés egy másik alapvető kérdéséhez, a tervezés számítógéppel történő elvégzéséhez. Ebben a tekintetben kialakultnak mondható, hogy a számítógép segítségével végezhetőek el a különböző (statikai, épületfizikai) számítások „méretező programok” révén, az épülethez szükséges elemek összeválogatása a katalógusból a „konszignáló program” révén, majd a szerelési ütemterv, illetve a költségvetés elkészítése az e célokat szolgáló programok révén. Elkészíthetők továbbá a különböző konkrét alaprajzok, metszetek stb. a rajzó programok alapján. Vizsgálni kellett viszont a fenti feladatok megoldására alkalmas számítógépi rendszer kialakítását. A vizsgálat eredménye szerint a „nem kizárólag központi

számítógépre orientált” rendszer létrehozása célszerű, amelyben az adatbank és a fő program a központi számítógéphez tartoznak, a terminálok közötti kapcsolat off-line jellegű, az adatátvitelt pedig egy külön vezérgép biztosítja, amely kisebb műveletek elvégzésére is programozható. Ebben a rendszerben az adatátvitel nem a központi egység gépidejét terheli, így a viszonylag lassú adatátvitel nem befolyásolja a számítás sebességét, a még lassúbb kirajzolási műveletek pedig a végrehajtás szempontjából teljesen függetlenül vannak a központi géptől.

Az építési rendszerek kialakításával szorosan összefügg, és annak mintegy előfeltételét képezi azoknak az előírásoknak a kidolgozása, amelyek az egyes gyártott építőelemekkel szemben támasztott követelményeket rögzítik. Egy adott terméknek az említett előírásokban lefektetett követelményekkel való összevetése dönti ugyanis el, hogy az adott termék valamely építési rendszer rendszerkomponensként felhasználható-e vagy sem. Ez a körülmény tette indokoltá azokat az eléggé széleskörű és kiterjedt kutatásokat, amelyek egyelőre legalábbis a legfontosabb — részrendszerek követelményrendszerének kidolgozására irányultak.

A követelmények megfogalmazásában a teljesítményelv (performance analysis) érvényesül. Nemzetközi síkon az ISO is ennek az elvnek az érvényesítését szorgalmazza. Ennek az elvnek az alkalmazása a gyakorlatban azt jelenti, hogy valamely követelmény tekintetében lehetőség szerint több követelményszintet határozunk meg. A termékek minőségellenőrző vizsgálata során az kerül megállapításra, hogy a szóbanforgó termék az adott követelmény vonatkozásában melyik követelményszintet elégti ki. Annak eldöntése viszont, hogy a valamely követelményszintet elérő termék alkalmas-e egy konkrét épületben egy meghatározott helyen történő felhasználásra, az épület tervezése során az épület rendeltetésének, valamint az összes helyi körülmények mérlegelése útján történik. Ez az eljárás biztosítja a gyártmányfejlesztés kellő szabadságát a termékek mindenkor megfelelő minőségi színvonalának biztosítása mellett.

E célból megkezdődött hat különböző szerkezettypus:

- a külső térelválasztó falak,
- a belső térelválasztó falak,
- az álmennyezetek,
- a könnyű tető és födém szerkezetek,
az árnyékolók és
- a nagyelemes homlokzatburkolatok

követelményrendszerének kidolgozása. A követelményrendszerek kidolgozása lényegében kétirányú kutatási tevékenységet tesz szükségessé. A kutatás egyik irányához tartozik annak vizsgálata, hogy egy adott építőelem kifogástalan felhasználhatósági feltételeiként egyáltalán milyen követelményeket kell támasztani. Ha az elemre vonatkozó követelmények már kialakultak, a következő lépésben meg kell határozni az ún. „szignifikáns tulajdonságokat,” tehát

azokat a mérőszámmal és dimenzióval jellemezhető mutatókat, amelyek bizonyos meghatározott értékének elérése esetében a követelményt kielégítettnek ismerjük el, végül a harmadik lépésben az igények és az anyagok nyújtotta tényleges lehetőségek reális egybevetésével meghatározzuk a követelményszinteket a szignifikáns jellemző különböző számértékeinek rögzítésével.

A kutatások másik, de az előbbihez szorosan kapcsolódó iránya azoknak a vizsgálati módszereknek a kidolgozása, amelyekkel objektíve és reprodukálható módon meg lehet állapítani, hogy egy adott termék a rá vonatkozó különböző követelmények mely követelményszintjeit képes kielégíteni.

A fenti célok érdekében folytatott kutatások során három fontos vizsgálati berendezés kifejlesztése történt meg. Így elsőként elkészült egy hő- és páratехnikai vizsgálatok végzésére alkalmas vizsgálati kamra. A kamrában — bizonyos ésszerű határok között — gyakorlatilag tetszőleges légállapotokat lehet létrehozni a vizsgálat céljából beépített és a kamrát ilyen módon két térféltre osztó határolószerkezet két oldalán. Ilyen módon a két oldalon beállított különböző légállapotok mellett lehetővé válik a vizsgált szerkezet felületén, illetve belsejében kialakuló hőmérséklet, páratartalom stb. vizsgálata, a hőhidak kialakulása, illetve hatása, a hézagokon áthatoló levegő mennyiségének mérése.

A külső térelhatároló szerkezetek akusztikai tulajdonságainak megállapítása céljából egy nagyteljesítményű, közelítőleg síkhullámot kisugárzó mobilhangforrást állítottak össze. Ezzel a könnyen mozgatható berendezéssel tényleges beépítési állapotban végezhetőek el a homlokzati elemek helyszíni akusztikai vizsgálatai. E vizsgálatok szolgáltatják az alapadatokat a zajhatásokkal kapcsolatban a telepítés és a beépítési mód függvényében kialakítandó követelményszintek megállapításához.

A harmadik fontos vizsgálati berendezés a homlokzati falak tűzterjedésének vizsgálatára szolgál. A tűzvédelmi kutatásokban élen járó nyugati országokban már több mint egy évtizede megkezdtek a homlokzati falak tűzállósági vizsgálatát célzó új módszerek kifejlesztését.

1973-ban a KGST tagországok is elfogadták a homlokzati tűzterjedés vizsgálatára szolgáló berendezés tárgyában kidolgozott javaslatot. E javaslat szerint a vizsgálati berendezésnek lehetővé kell tennie, hogy a homlokzati falelemeket legalább 2 szintben, a tényleges felhasználási feltételeknek megfelelően lehessen beépíteni a berendezésbe. A szentendrei kísérleti telepen megvalósulás alatt álló hazai berendezés kielégíti a KGST ajánlás előírásait.

Az eddigiektől lényegesen eltérő jellegűek, de ugyancsak az építési rendszerek kialakítását szolgálják az elvégzett, részben még folyamatban levő épületfunkcionális kutatások. Annak a kérdésnek az eldöntéséhez ugyanis, hogy egy adott épületben a megkívánt klímaviszonyok eléréséhez szükségesek-e épületgépészeti berendezések, és ha igen, milyenek, a következő tényezőket kell együttesen figyelembe vennünk:

- az épület mikroklímájára vonatkozó követelményeket;
- az épület meteorológiai környezetét;
- az épület építészeti és szerkezeti kialakítását;
- az épületben folytatott *használati* technológia milyenségét.

Nyilvánvaló, hogy amennyiben eldöntésre kerül a létesítendő épület rendeltetése és telepítésének helye, akkor ez a döntés meghatározza az épület számításbaveendő meteorológiai környezetét, továbbá az épületben folytatandó használati technológia — ipari, mezőgazdasági, társadalmi — jellegét, ezeket tehát a továbbiak szempontjából fix adottságnak kell tekinteni. A megoldás tehát lényegében egyfelől a mikroklímára vonatkozó követelményeknek, másfelől az épületszerkezeti megoldásnak és az épületgépészeti berendezésnek összehangolásában jelentkezik.

Az ezen a területen végzett kutatómunkák egyik csoportja a „társadalmi” jellegű használati technológiájú épületek, így iskolák, óvodák, bölcsődék klímaviszonyaival foglalkozott. Az ipari és mezőgazdasági használati technológiájú épületek e vizsgálatokban nem szerepeltek, mivel ezekben az épületekben — a szociális szempontok figyelembevételével mellett is — az üzemi technológiával összefüggő klimatikus követelmények a mértékadóak. A felsorolt építménycsoportokban végzett vizsgálatok viszont, amelyek kiterjedtek mind az épület hőtechnikai és akusztikai vizsgálataira, mind pedig a bennük foglalkoztatott személyek vizsgálatára, arra az eredményre vezettek, hogy — figyelembe véve a használati célból folyó működési feltételeket, mint például a nyári szünet létét az iskolákban — megfelelő szellőztetés és árnyékolás mellett könnyűszerkezetes épületekben is megfelelő klimatikus viszonyok érhetők el aktív klímaberendezések használata nélkül is.

Míg az épületfunkcionális kutatások a ténylegesen kialakuló mikroklímával kapcsolatos egyes kérdéseket igyekeztek tisztázni, addig a fizikai kutatások az épületek hőtechnikai méretezése terén világítottak rá új lehetőségekre. E kutatások kezdetben annak a fizikai ismeretnek a hasznosítására irányultak, amely szerint bizonyos anyagösszetételű és szemcsestruktúrájú festékanyagok, mint bevonatok alkalmazásával egészen más felületi hőmérsékletek alakulnak ki egyes anyagokon (főleg fémeken), mint a bevonat nélkül, de egyébként azonos körülmények között. Megállapítást nyert, hogy a bevonatok hatása a bevonati anyag magas hőmérsékleti, illetve alacsony hőmérsékleti elnyelési, illetve kisugárzási tényezőjének számértékétől függ. Az ismereteknek már ez a szintje is lehetővé tette például a korábbiaknál lényegesen jobb hatásfokú árnyékoló szerkezetek kialakítását. A kérdés mélyebb elemzése viszont arra mutatott rá — és ez a vizsgálat jelenleg is folyik — hogy a könnyűszerkezetes épületek hőtechnikai méretezése során a valóságos helyzetet jobban megközelítő eredményeket kapunk akkor, ha nemcsak a határolófelületeken vezetés útján átáramló hőmennyiségeket, hanem a sugárzás útján felvett és leadott energiamennyiségeket is számításba vesszük.

3. Gyártókapacitások kialakítását szolgáló kutatások

A program megvalósítását szolgáló gyártókapacitások létrehozásánál jelentős mértékben érvényesült a kormányhatározatnak az a szempontja, hogy a kapacitásokat lehetőség szerint külföldön már kifejlesztett és bevált megoldások know-how-jainak, illetve licenccinek megvételével kell előkészíteni. Külföldi eljárások átvételére került sor a vázszerkezetgyártásban éppúgy, mint a határoló-, vagy nyílászáró szerkezet gyártásban. A hazai kutatások ennek megfelelően inkább kiegészítő jellegűek voltak és egy-egy részletkérdés megoldására irányultak.

A szilárdságtani kutatások területén a legjelentősebb tevékenység a magasított I-tartók rugalmas és képlékeny viselkedésének vizsgálata volt. E vizsgálatok a tartók rugalmas tartományban való viselkedése mellett kiterjedtek a képlékeny állapotra történő méretezésnél feltétlenül figyelembe veendő kapcsolt hatásokra, így a nyomaték és a nyíróerő, a nyomaték és a normálerő együttes hatására, a statikailag határozatlan magasított I-tartók viselkedésére, valamint e tartók stabilitási problémáira: a gerendák rugalmas kifordulására, képlékeny kifordulására és a gerincelemz horpadására.

A kutatások eredményeként tervezési irányelvet dolgoztak ki a magasított I-tartók rugalmas és képlékeny méretezéséhez.

Ugyancsak tervezési irányelvek kidolgozásában jutott kifejezésre annak a munkának az eredménye, amelyet a szendvics-szerkezetű falelemek teherbíró-képességének megállapításával kapcsolatban végeztek. Az irányelvek útmutatást adnak a kéreglemezek közötti teret kitöltő habanyagok számításvételére a teherbírás számítása során.

Az a körülmény, hogy a könnyűszerkezetes épületek önsúlya csak töredéke a hagyományos épületekének, újszerű helyzetet teremt az alapozásokra ható terhek arányaiban, nevezetesen abban, hogy a vízszintes terhek a függőleges terhekhez viszonyítva lényegesen nagyobbak lehetnek, illetve egyes esetekben a függőleges erő felfelé mutató lehet, tehát az alapozás szempontjából húzóerőként jelentkezhetnek. Ez indokolta a könnyűszerkezetes épületek alapozásának méretezésével kapcsolatos elvi jellegű vizsgálatokat, amelyek során a valószínű épületméretekből és terhelésekből kiindulva meghatározták az előfordulható alapozási teherváltozatokat, ezzel kiinduló adatokat szolgáltatottak az alapozások konkrét szerkezeti kialakításához.

Egyes kutatások a fém-, illetve faanyagú szerkezetek tűzállóságának növelésére irányultak. Az acélszerkezetek tűzállóságának növelésére hő hatására felhabosodó és a habosodás révén a fémanyag felmelegedését késleltető bevonatokat dolgoztak ki. A munka eredményeképpen műszaki irányelv készült a fémszerkezetek festékekkel történő tűzvédelmi megoldására, a hazai vegyipar pedig felkészült a szükséges anyagok gyártására.

A fának, mint építőanyagnak újbóli térhódítása nyomatékosan vetette fel a faanyagú szerkezetek tűz elleni védelmével kapcsolatos korszerű megoldá-

sok problémáját. Ebben a tekintetben azok a védőanyagok bizonyulnak a legalkalmasabbnak, amelyek telítésre és felületi kezelésre egyaránt alkalmasak, ugyanakkor biztosítják a faanyag gomba- és rovarkár elleni védelmét, de ugyanakkor nem csökkentik az alapanyag szilárdsági tulajdonságait, ragaszt-hatóságát, festhetőségét.

Ugyanakkor az az ellentmondás, amely a fa számos előnyös tulajdonsága és tűzveszélyessége között áll fenn, előtérbe állítja az előbbi módszerekkel szemben az úgynevezett aktív tűzvédelem jelentőségét. Az aktív tűzvédelemmel szemben támasztandó igények pontosabb meghatározását célozza a tűzvédelmi kutatásoknak az a nem rég megindult iránya, amely valós méretű tűzkísérletek révén igyekszik tisztázni a faanyagú épületek telepítésével és építésével kapcsolatos feltételeket.

A gyártandó könnyűszerkezeti elemek jelentős hányada műanyagokból készül. A különböző műanyag féleségek egyrészéről egy-két évtizedes tapasztalattal rendelkezünk, néhány műanyagot azonban csak néhány éve ismerünk. Ez teszi fontossá a szerkezetek várható élettartamának megállapításával kapcsolatban a bennük felhasznált műanyagok öregedésének, tehát az anyag tulajdonságok időbeli változásának vizsgálatát. Különösen jelentősek azok a vizsgálatok, amelyek a folytatásukra tervbe vett öt éves időtartamon belül a természetes körülmények között öregített, illetve a laboratóriumban mesterséges úton öregített anyagok tulajdonságváltozásai közötti összefüggést derítik fel, lényegében tehát az erre az esetre vonatkozó hasonlóság törvényét kutatják.

A műanyagok öregedési vizsgálataihoz részben hasonló jelleggel és céllal folytak egyes vizsgálatok a fémszerkezetek korróziója terén is. A korróziós vizsgálatok másik része viszont az acél- és alumíniumszerkezeteknek a könnyűszerkezetes építésben gyakran előforduló érintkezési pontjain felléphető kontaktkorrózió mértékének és megelőzése módjainak tisztázására irányultak. E kutatások egy harmadik csoportja a feszített csavarkötések szilárdsági vizsgálataival összekapcsolva a korrózióvédelem céljából felhordott bevonatnak a kapcsolat teherbírására és a kapcsolat mozgásainak a védőbevonat épségére gyakorolt hatását kívánja tisztázni.

Az eddigiekben ismertetett kutatások lényegében olyan kérdések tisztázására irányultak, amelyek mintegy előfeltételeit képezik a gyártandó szerkezetek kialakításának. Annak ellenére, hogy a könnyűszerkezetes programban alkalmazásra kerülő szerkezetek jelentős része a külföldi licenck alapján került kialakításra, mégis — részben a külföldi megoldások honosításának előkészítése céljából, részben az idő sürgetése miatt — eléggé jelentős számban folytak hazai szerkezetfejlesztési kutatások is.

A külső térelhatároló szerkezetek tekintetében a szerkezetfejlesztési munkák előtérben a poliuretánhab maggal és különböző kéreglemezekkel kialakított szendvicspanelek álltak. A szerkezetkialakítás itt igen szoros

kapcsolatban állt az alkalmazandó gyártástechnológiával, amennyiben ki kellett és lehetett használni azt a körülményt, hogy a gyártási folyamat közben habosodó műanyag hozzátapad a kéreglemezhez, tehát külön ragasztási fázisra nincs szükség. Ezen az alapon kerültek kifejlesztésre a hűtőházaknál már nagymértékben, de egyéb épületeken is alkalmazott, alumínium trapézlemez kérgű szendvicspanelek.

Az eddig alkalmazott technológiákban a kéreglemek vízszintesen helyezkednek el, a műanyag habosodásának iránya így az egyik kéreglemezről a másik felé irányul. Ez magában rejtette annak veszélyét, hogy a hab minősége az elem keresztmetszetében nem állandó. Ezért van különös jelentősége az angol ICI céggel kooperációban hazánkban végzett kísérleteknek, amelyeknél a kéreglemek gyártás közben függőlegesen helyezkednek el, a habosodás iránya tehát a kéreglekkel párhuzamos, és a keresztmetszetben gyakorlatilag azonosnak mérhető. E kísérletek értékelése még a jövő feladata.

A különböző vállalatoknál kifejlesztett, egymástól csak kisebb részletekben eltérő alapváltozatok mellett tervszinten a poliuretánhab maggal készült panelek különböző változatait dolgozták ki, így az egyik oldalán alumínium trapézlemez, másik oldalán gipszkarton vagy azbesztcementlemez, illetve alufólia kéreggel ellátott változatot, a mindkét oldalán azbesztcement vagy gipszkartonlemez kéreggel ellátott változatot, valamint a tetőelem céljára szolgáló, egyik oldalán acéltrapézlemez, másik oldalán bitumenes lemez kéreggel ellátott változatot.

Válaszfalak tekintetében a szerkezetfejlesztési és gyártástechnológiai kutatások főleg a gipsz illetve gipszkarton alkalmazásával létrehozható megoldásokat szorgalmazták. A kialakított megoldások részben a megvásárolt licenc és a beszerzett gyártósor folytán már ismert Möller-technológia változataiként értékelhetők, ahol az eltérések a vázkeret kialakításában jelentkeznek. Újszerű kezdeményezésnek tekinthető viszont a profilüveg analógiájára kifejlesztett GGP válaszfal rendszer, amely 30, illetve 45 cm széles U-profilú gipszanyagú elemeket alkalmaz, 3,6 m hosszúságig. Az ezeknek az elemeknek az előállítására szolgáló kísérleti gyártósor előállítása jelenleg van folyamatban.

Az épületgépészeti szerkezetek terén kialakították az UNI-PA épületgépészeti paneleket. Ezek a panelek tartalmazzák a víz-, csatorna-, szellőzővezetéseket, a berendezési tárgyak és szerelvények pedig a panelvázához, illetve a csővezetékekhez csatlakoznak. A burkolólemezek anyaga általában acél, megfelelő felületkezeléssel, esetleg műanyag bevonattal ellátva, így az elem a maga helyén a térelhatárolás funkcióját is betölti. Kedvező az iker elrendezésű panelek alkalmazása, amikor a panelek mindkét oldalán vannak berendezési tárgyak felszerelve. Az UNI-PA elemeknek mind méreteiben, mind tervezési kódrendszerében figyelembe vették a kialakítandó építési rendszerekhez való csatlakozás igényét, ennek megfelelően a méretek a hazai modulus rendszerbe illeszkednek. Az elemek a könnyűszerkezetes építésmódon

kívül gyakorlatilag bármely más korszerű építési mód keretei között is felhasználhatóak.

A légtechnikai berendezések fejlesztése területén a kutatások még nem jutottak el az új szerkezetek kialakításának a stádiumába, az eddigi kutatások a kis hőtehetetlenségi épületekben kialakuló légállapotváltozások modellezésére irányultak. A meglévő és gyártott légtechnikai berendezések azonban alkalmasak a könnyűszerkezetes épületekben fellépő igények kielégítésére is, gondolva itt a klímakonvektorokra, zajmentes szellőzőberendezésekre és természetesen a kialakított építőelemes klímaberendezésekre.

A gyártó kapacitások kialakításával, illetve ezzel összefüggésben a szerkezetfejlesztési munkákkal kapcsolatban jelentkeznek elsősorban a könnyűszerkezetes program igényei a más ágazatokban (kutatási célprogramokban, kutatási területeken) végzendő kutatások iránt.

A vaskohászat feladata az építési célú, a magasabb szilárdságú szerkezeti acélok gyártástechnológiájának kidolgozása, amely maga után vonja a teherhordó vázszerkezetek továbbfejlesztési munkáinak beindulását. A korrózióknak ellenálló („korell”) acélok standard minőségének biztosítása, valamint az ilyen anyagú lemezek gyártási technológiájának kidolgozása ugyancsak fontos kohászati feladat.

A műanyagipar felé fogalmazott kutatási feladatok között fontos szerepet játszik az eddiginél jobb tűzállósági és időállósági jellemzőkkel rendelkező műanyagok, az egyre jobb műszaki tulajdonságokkal bíró festékek, tömítőanyagok kidolgozása. A műanyagok feldolgozási technológiájában feltehetően jelentkező újabb eljárásokat pedig vizsgálni kell majd abból a szempontból, hogy azok alkalmazhatóak-e előnyösen valamilyen építőipari szerkezet gyártástechnológiájában.

4. Kivitelezői és vállalkozói szervezetek létrehozása érdekében végzett kutatások

A kivitelezői és vállalkozói szervezetek létrehozása érdekében végzett kutatások legjelentősebb részét a szervezéselméleti téren folytatott kutatások képezik. E kutatómunkák abból indulnak ki hogy az építési rendszer fogalma egyfelől műszaki szempontból értelmezett rendszert jelent, amely részrendszereinek koordinált együttese, másfelől viszont szervezési szempontból értelmezett rendszert is jelent, amely alrendszerének koordinált együttese. A szervezéselméleti kutatások első eredményei alapján az építési rendszert hat alrendszerre célszerű bontani:

- a rendszertervezés és karbantartás,
- a vállalkozás,
- az épülettervezés és adaptálótervezés,

- a gyártás,
- a kapacitás és készletgazdálkodás,
- a kivitelezés

alrendszerére. Ez a hat alrendszer képezi a számítógépes információk rendszerének alapját is.

A rendszertervezés és karbantartás alrendszerében történik a műszaki értelemben vett építési rendszernek a kidolgozása (és később folyamatos továbbfejlesztése), beleértve a rendszer teljes műszaki dokumentációjának összeállítását. Ez utóbbinak tartalmaznia kell a rendszerben alkalmazott összes komponensek katalógus lapjait, illetve az azokat összefoglaló rendszerkatalógust, a különböző (méretező, konszignáló, költségvetéskészítő és szerelési ütemterv készítő) számítógépi programokat, a csomóponti és szeletterveket, a rendszerben építhető épületek irányterveit, valamint a programok használatához szükséges adatbankot. A rendszertervezés és karbantartás alrendszerének kimunkálása az erre a feladatra kijelölt, kisszámú tervező szerv feladatát kell képeznie.

A vállalkozási alrendszer keretében — amely alrendszer címének megfelelően a könnyűszerkezetes épületekkel kapcsolatos vállalkozási tevékenység szervezési feladatait foglalja magában, — még jelentős megoldandó feladatok vannak. Ezek a feladatok abban jelentkeznek, hogy meg kell határozni a vállalkozás feladatkörét és szervezési beilleszkedését az egész beruházási folyamatba attól függően, hogy a vállalkozás az épület generálkivitelezését is magában foglalja-e, vagy csak a könnyűszerkezetes rész szerelését, vagy csak a könnyűszerkezetes elemek komplex szállítását tartalmazza.

Az épülettervezési és adaptálótervezési alrendszerben még további vizsgálatok szükségesek annak eldöntésére, milyen szervezeti feltételeket célszerű kialakítani a rendszertervezés, mint a tervezés első fázisát követően a tervezés második fázisa, az épülettervezés és a tervezés harmadik fázisa, az adaptáló tervezés számára. Itt még az is kérdéses, hogy az épülettervezés, tehát a rendszer katalógusa és csomóponti tervei alapján a konkrét épület összeállítása (a könnyűszerkezetes „doboz” megtervezése), majd ennek a helyszínen történő adaptálása (alapozás, közműbekötés stb.) két külön tervezési fázisnak tekintendő-e vagy sem. Az mindenesetre világos, hogy az épülettervezés a programok és az adatbank birtokában levő rendszertervezővel együttműködve, míg az adaptáló tervezés már bármely tervező szerv által önállóan végezhető. A több fázisú tervezés szükségessége mindenképpen további elemzéseket tesz szükségessé még a tervezői felelősség kérdésében is.

A gyártás, kapacitás- és készletgazdálkodási, valamint a kivitelezési alrendszer szervezéseméleti kérdéseket kevésbé, inkább gyakorlati szervezési problémákat vet fel.

A kivitelezői szervezetek létrehozását segítő kutatási tevékenységnek kell minősíteni azt a felmérést, amely a különböző könnyűszerkezetes építési

rendszerekben alkalmazható emelőgépek, kiségek és speciális szerszámok összegyűjtését és ismertetését célozta. Ugyanide sorolhatóak azok a kutatási munkák is, amelyek eredményeként kialakultak a könnyűszerkezetes épületekben a gépészeti szerelés, de elsősorban a villanszerelés rögzítési módszerei, továbbá az állattartási épületekben alkalmazható komplett villanszerelési technológiák. Kialakították továbbá a torna- és egyéb csarnokok villanszerelési technológiáját is.

Bár nem tekinthető közvetlenül kutatási tevékenységnek, de a kutatómunkákkal szoros együttműködésbe kerültek, illetve kerülnek kidolgozásra azok a tananyagok, amelyek a könnyűszerkezetes építésben résztvevők szakmai kiképzésének vagy továbbképzésének céljából készülnek. Ezen belül is kiemelkedik a könnyűszerkezetes szakmunkások, tehát a szerelők, illetve a közvetlen műszaki irányítók, a művezetők szakoktatási anyaga, mivel ezek képzését részben a viszonylag nagy létszám, részben a megfelelő iskolatípus hiánya miatt feltétlenül külön tanfolyamok keretében kell megoldani, míg a mérnökök továbbképzésére megfelelő szervezeti keret nyújtanak egyfelől a Mérnöki Továbbképző Intézet, másfelől a szakmérnöki tanfolyamok.

5. A program egészét érintő kutatások

A KGST tagországokban — bár kétségtelenül némileg eltérő fejlődési szinten, — a könnyűszerkezetes építési mód mindenütt a bevezetés stádiumában van. Ezért a célprogramban végzett kutatások számos ponton érintkeznek a többi országban folytatott kutatásokkal.

Legjelentősebb ezek közül az az együttműködés, amely a KGST Építési Állandó Bizottság 1.3 számú témájában jut kifejezésre, és amely témának vezetője éppen az MNK. A közeljövőben befejeződő nemzetközi munka célkitűzése a könnyűszerkezetes térelhatároló és térelválasztó szerkezetek nemzetközileg egységesített követelményrendszerének és az ezekhez kapcsolódó vizsgálati módszereknek, valamint az ezekre a szerkezetekre vonatkozó tervezési irányelveknek a kidolgozása. Nem lehet azt állítani, hogy az 1971 óta folyó téma keretében a kitűzött célt maradéktalanul el lehetett volna érni, mivel az egyes országokban az egyes szervezetekkel szemben támasztandó követelmények tekintetében gyakran lényeges elvi felfogásbeli különbség áll fenn. Ismerve azt a helyzetet, hogy egyetlen kérdésre irányuló nemzetközi szabvány megszerkesztése általában 4–5 évet igényel, szinte elképzelhetetlen, hogy ugyanennyi idő alatt 70 ÷ 80 kérdésben lehetett volna teljesen egyező álláspontot kialakítani. Az eddigi munka során mindenesetre tisztázódott, hogy mely kérdésekben áll eléggé közel az egyes országok álláspontja ahhoz, hogy viszonylag rövid idő alatt közös előírást lehessen kidolgozni, és mely kérdésekben kell még hosszabb egyeztetésekre felkészülni.

Az előbbi tevékenységgel sok tekintetben rokon vonásokat mutat a KGST Építésiparosítási Állandó Munkacsoportja által irányított 3.03 számú téma, a könnyűszerkezetes építési mód nemzetközi fejlesztésének hosszú távú programja. Ennek — az egyébként főleg a termelés szakosításával és koordinációjával foglalkozó — témának a keretében a kutatás feladata a meglévő, a könnyűszerkezetes építés témakörébe vágó szabványok felülvizsgálata és összehasonlítása volt, amely munka a jövő év első felében fejeződik be.

Lényeges szerepe van a kutatási-fejlesztési munkában az országok közötti kétoldalú műszaki-tudományos együttműködési megállapodásoknak is.

Így a Szovjetunió kutató szerveivel közös munka folyik a könnyűszerkezetekből készülő ipari csarnok szerkezetek kialakítása terén. E munka során mind szovjet, mind magyar részről összeállították azoknak a vázszerkezeteknek, külső térelhatároló (fal és tető) szerkezeteknek, belső térelválasztó (válaszfal és álmennyezet) szerkezeteknek a jegyzékét, valamint a jegyzékben szereplő megoldások részletes műszaki ismertetését, amelyeknek ipari csarnokoknál történő alkalmazását megfelelőnek tartanák. A munka befejező fázisában megtörténik a megoldások kölcsönös műszaki-gazdasági értékelése, és ennek alapján a mindkét országban előnyösnek mutatkozó variánsok kiválasztása.

A CSSZSZK kutató szerveivel folyó együttműködés célja egyfelől a két ország között várhatóan kölcsönösen szállításra kerülő könnyűszerkezetes termékek szállítási feltételeinek kidolgozása, másfelől egy igen jellegzetes gazdasági összehasonlítás.

Ez utóbbi munka keretében egy-egy műszakilag azonosnak tekinthető csehszlovák, illetve magyar épületepár (hagyományos, illetve könnyűszerkezetes sertéshízaló épület, valamint ugyancsak hagyományos, illetve könnyűszerkezetes kisáruház) összehasonlító gazdasági elemzése történik meg.

Az LNK kutató szerveivel aláírt megállapodások alapján a lengyel—magyar kutatási együttműködés fő célkitűzése olyan szerkezeti megoldások kidolgozása az ipari, illetve a közösségi épületek terén, amelyek mindkét országban felhasználhatók.

Az NDK és az MNK kutatószervei között hasznos együttműködés folyt részben az úgynevezett műszaki-gazdasági világszínvonal értékelés módszertanának, részben a prognosztizációs módszerek kidolgozása terén.

A nemzetközi vonatkozású kutatások mellett a program egészét érintő kutatások másik nagy csoportját a gazdasági jellegű vizsgálatok képezik.

A gazdasági vizsgálatok egyik része piackutatás jellegű volt. E vizsgálatok keretében felméréseket végeztek egyfelől a hazai piac várható felvevő képességére, másfelől egyes kiválasztott tőkés, illetve fejlődő országok piacán való elhelyezési lehetőségekre.

A gazdasági vizsgálatok másik része a könnyűszerkezetes épületek költségeinek elemzésére irányult, e munkák keretében elemezték egyes könnyű-

szerkezetes épületek költségstruktúráját, valamint a könnyűszerkezetes építés szempontjából lényeges anyagok hazai és világpiaci árának időbeni alakulását. Egy angol intézmény bevonásával igen figyelemreméltó kutatási munka kezdődött annak tisztázására, hogy az ipari háttér fejlettségi színvonala hogyan befolyásolja a könnyűszerkezetes épületek árszínvonalát. A munka eredményeként igen lényeges és jellemző adatok várhatók arra nézve, hogy Angliában, Franciaországban és az NSZK-ban az elmúlt tíz év során hogyan alakult a könnyűszerkezetek árszínvonala és ugyanakkor a könnyűszerkezetek fő alapanyagainak, valamint a hagyományos építőanyagoknak az árszínvonala.

6. További feladatok

A célprogram meghosszabbított programja az 1990. évig elkészült. A fejlesztési program előreláthatólag legkésőbb 1980-ig befejeződik, ezért a kutatási célprogram 1980 után már nem mint a fejlesztési program kutatási része, hanem mind az addigra már bevezetett könnyűszerkezetes építési mód továbbfejlesztését szolgáló program fog működni.

Scientific Problems in the Central Development Probleme of the complex Lightweighth-Structure Building Methods. The research program for the introduction of the light-weight structure building method puts problems, in many aspects of a new nature, serving the high-level mechanization of the building industry, for research investigations. The research investigation activity is an organic part of the central development program highlighted by the government, intending to introduce the light-weight structure building method into practice. The research items of the program — including the basic and applied research investigations — are extended in a complex way to all of the significant fields of the building construction methods and thus contain, among others, all the research problems concerning materials, constructions, systems of construction, industrialized production bases and organizations and economic efficiency. In the research program borrowing from the experiences in the field of light-weight structure building methods has been taken into consideration from developing countries and the program is mainly based on the possibilities of mutual collaboration with the member countries of the Council for Mutual Economical Assistance.

Wissenschaftliche Aufgaben in Zusammenhang mit dem zentralen Entwicklungsprogramm der komplexen Leichtbauweise. Das Zielprogramm der Forschung über die Einführung der Leichtbauweise stellt die Forscher vor die Lösung einer Anzahl von in vieler Hinsicht neuartigen und der hochgradigen Industrialisierung dienenden Aufgaben. Die Forschungsarbeit ist ein wesentlicher Teil des von den Regierungsbehörden herausgegebenen zentralen Entwicklungsprogramms. Die im Zielprogramm zum Ziel gesetzten Forschungsaufgaben erstrecken sich — die Grund- und angewandten Forschungen mitinbegriffen — in komplexer Weise auf alle wichtigen Gebiete der Leichtbauweise und enthalten infolgedessen u. a. die mit den Problemen der Baustoffe und -konstruktionen, Baumethoden, industrialisierten Produktionsbasen und Organisationen, wie auch mit der wirtschaftlichen Wirksamkeit zusammenhängenden Forschungsaufgaben. Das Forschungsprogramm berücksichtigt auch die Erfahrungsübernahme in Bereich der Leichtbauweise von industriell entwickelten Ländern und stützt sich in erster Linie auf die vielseitige Zusammenarbeit der Mitgliedländer des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe.