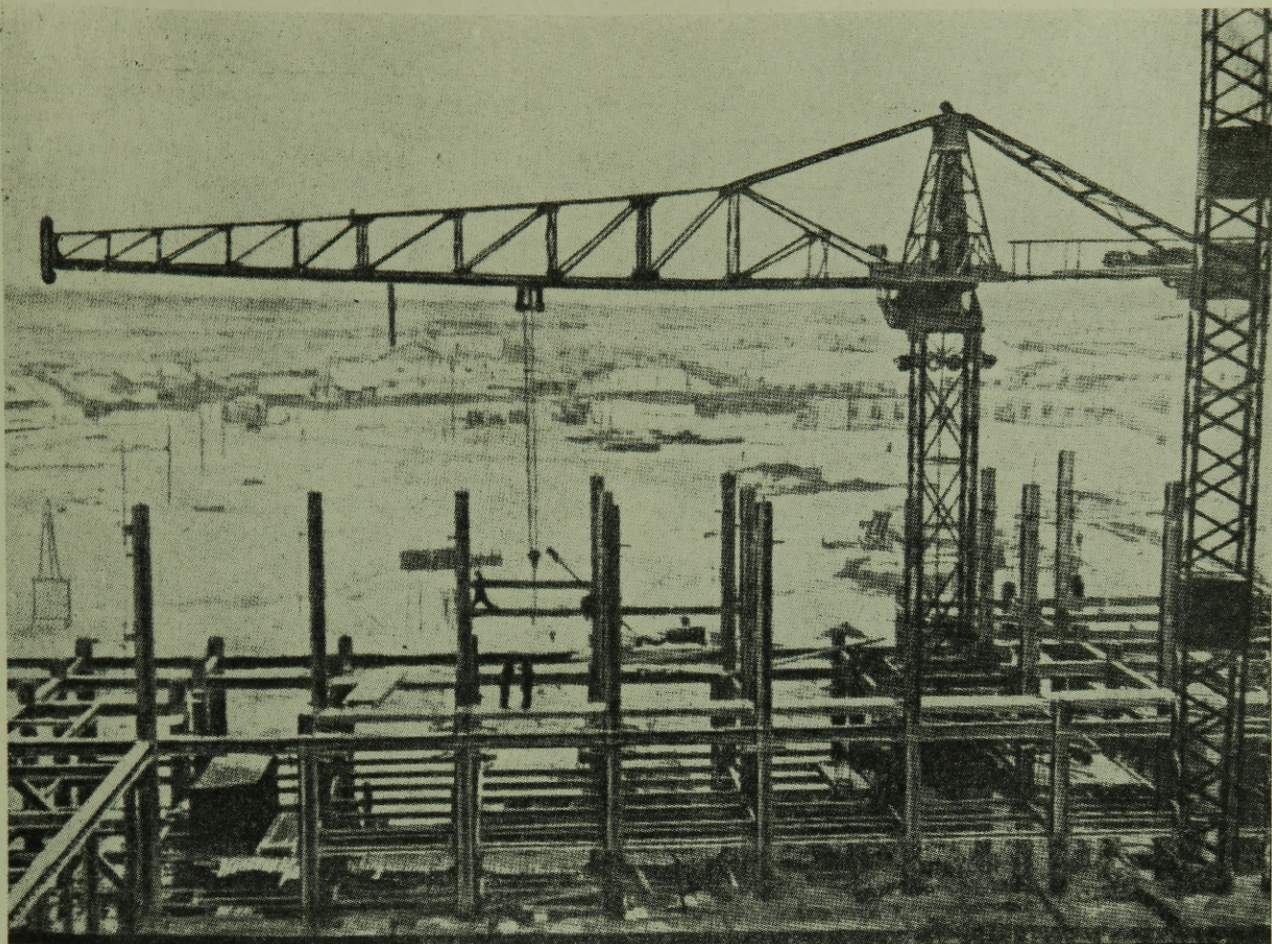




A Moszkvai Állami Egyetem építése a Lenin-hegyen.

Строительство МГУ на Ленинских горах. Монтаж каркаса.

La construction de l'Université d'État à Moscou sur la montagne Lénin. Montage de l'ossature.

A Moszkvai Állami Egyetem építésénél alkalmazott épületszerkezeti megoldások

DR. GYENGŐ TIBOR*

A Moszkvai Állami Egyetem hatalmas épület-tömbjének és felhőkarcolójának építése a mérnököket komoly feladatok elé állította. Magas épületek fokozott statikus és dinamikus igénybevételeknek vannak kitéve. Ezek közül különös gondot kell fordítani a szélterhelésre és az épületnek e hatás következtében beálló kilengéseire. A tartószerkezet rendszerét úgy kell megválasztani, hogy az lehetőleg könnyű legyen, kevés anyagfelhasználással járjon és szerelése egyszerű legyen.

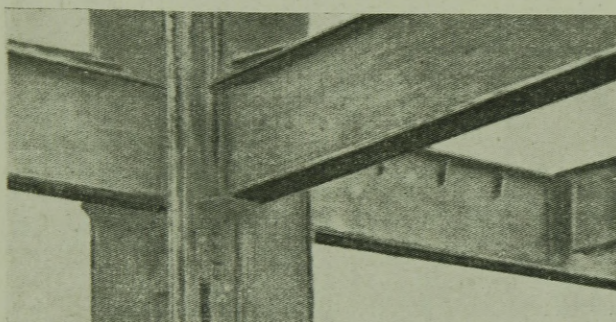
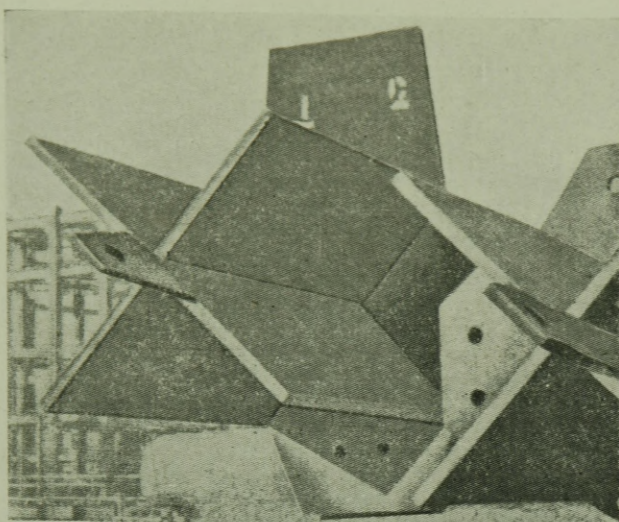
Az egyetem épület-tömbjének 18 emeletes központi része acélvázaz szerkezet; a 6, 9 és 12 emeletes épületrészek vegyes szerkezetűek. Ez utóbbi azt jelenti, hogy vázasan csak a közbenső alátámasz-

tások vannak kiképezve, míg a szélső falak tömör, teherhordó falak.

Az épület-tömb agyag- és homokosagyag-talajra épült, melynél egyenlőtlen süllyedés veszélye foroghat fenn. Ezért az alapokat olyan mélyre vitték, hogy annak terhelése a talajban az eredeti, saját feszültségi állapothoz képest számottevő többletfeszültséget ne okozzon.

Az egyes épülettöbbségeket vasbetonlemezalapra helyezték, melynek nagyobb merevségét felfelé álló bordázattal fokozták. E homogén, nagymerevségű, térbeli alapozási mód biztosította a talajra adódó igénybevétel egyenletesebb megoszlását és az egyenletes talajsüllyedést. Az acélváz szerelését végző darukat is ezekre az alaplemezekre állították.

*) V. Naszonov és Kocsunov mérnökök, továbbá Sz. Balasov és J. Lapitckij mérnökök cikkei nyomán



1—2. ábra. Hegesztett kötési csomópontok
Монтажные соединения — сваркой.
Soudage au cours du montage

Az alaptestet képező bordás vasbetonlemez vasalását előregyártva készítették és az egyes nagyobb alaprészek összeszerelt vasvázát egy darabban helyezték el daruk segítségével.

A beton keverése központi telepen történt, ahonnan azt csöveken keresztül gravitációs úton juttatták el a betonozás helyére. A bordák zsaluzata előregyártott és szintén daruval elhelyezett táblás zsaluzattal készült.

Az acélváz oszlopai keresztalakú keresztmetszetűek. A kereszt szárai 50 mm vastag acéllemezekből vannak kiképezve és azok összeszerelése automata hegesztéssel történt. Nagyobb igénybevételek helyén a pillér keresztmetszetet a szárakra mindkét oldalán rászegesztett lemezekkel erősítik. A legnagyobb pillérteher 3500 tonna.

A keresztalakú keresztmetszet erőtanilag nem mondható a legkedvezőbbnek, annak alkalmazását azonban indokolja az, hogy sorozatgyártása sokkal egyszerűbb és gyorsabb, mint más szelvényé és a keresztalakú pillérek a tartók csatlakoztatásának egyszerű és egyenlő kiképzését teszik lehetővé.

Az acélszerkezetet gyártó cseljabinszki gyár szerint a keresztalakú pillérek előállításának munkaerő-szükséglete 30%-kal kisebb megfelelő I-szelvényű pillérek gyártásához szükséges munkaerőnél.

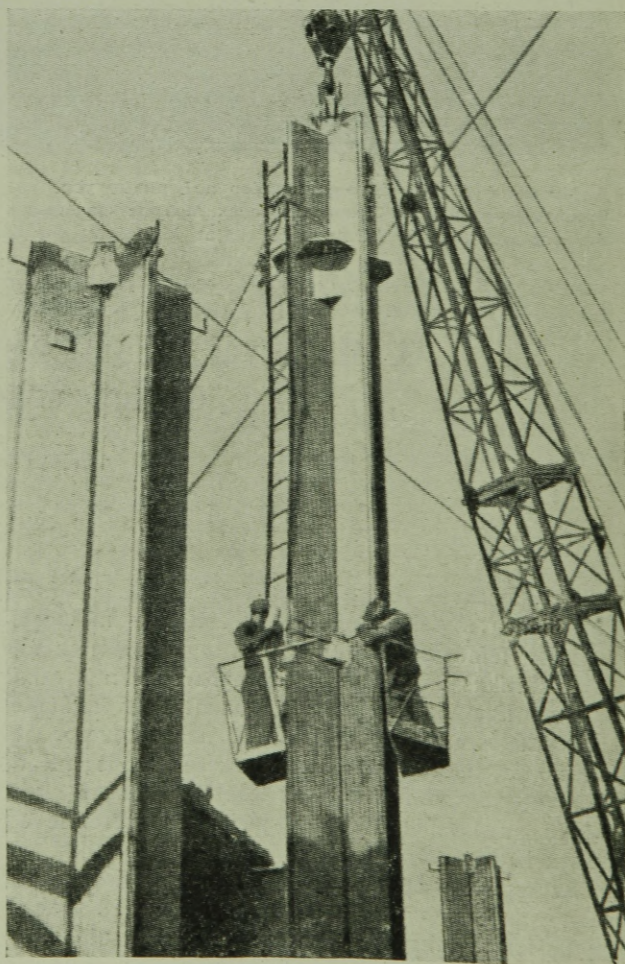
A vázoszlopok távolsága hosszanti irányban 8,4 m, keresztirányban 10,8 m. A födémgerendák kiosztását

a pillértávolságok szabták meg. A födém tartók illesztése a pillérekhez elektromos ívhegesztéssel történt.

A födém szerkezetek az egyes épületeken különböznek, azok igénybevételétől függően. Ahol a statikai követelmények megengedték, előregyártott födémeket használtak. Az előregyártás fokozott mérvű alkalmazását indokolta, sőt szükségessé tette az építés idejének szűkreszabott volta és az, hogy a munka termelékenységét a beépítés helyétől és idejétől független előregyártás fokozta. Ennek megfelelően előregyártott födémeket alkalmaztak az összes kisebb (meletrészes) épületnél, sőt a 9 és 18 emeletes lakóépületek esetében is. Ez utóbbiaknál az egyenlő födémek tömeges ismétlődése a gazdaságos előregyártás számára különösen előnyösnek bizonyult.

Az épülettömb központi sokemeletes részében acéltartók közötti monolit vasbetonfödémeket építettek. Ezek az emelet soronként ismétlődő nagymerevségű födémek a szélhatásnak fokozott mértékben kitett felhőkarcoló merevségének biztosítására szükségesek és elősegítik az egyes keretállások együtdolgozását a szélterhelésre.

E helyszíni födémek gazdaságosságának fokozása céljából a zsaluzatot előregyártott táblás zsaluzatként állították elő, melyet sokszor, ismételten használtak fel. A beton helyszínre szállítása gépesítve történt.

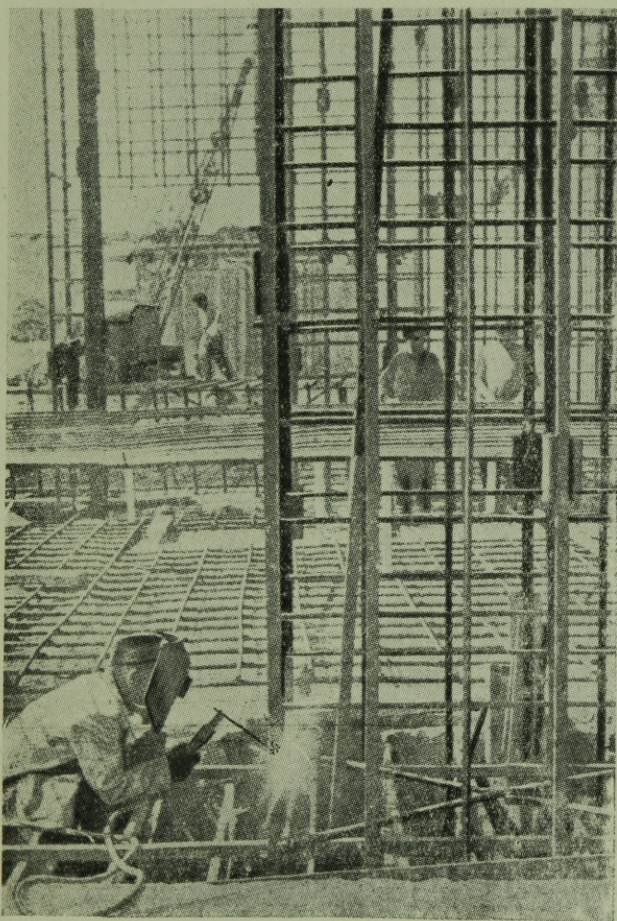


3. ábra. A pillérek összeillesztése
Стыкование колонн.
Aboutement des piliers

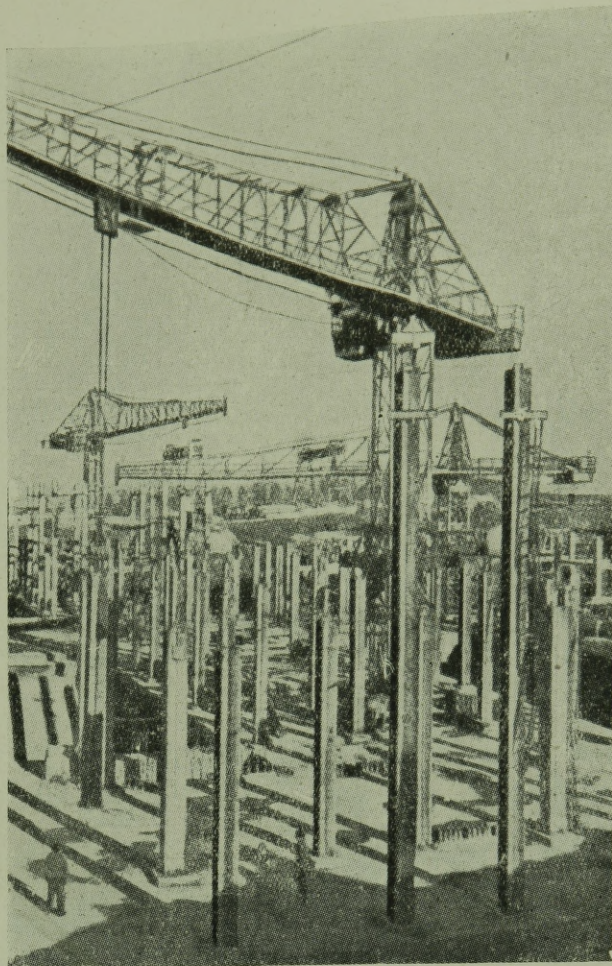
Súlycsökkentés érdekében csak az alsó 8 emelet földeme készült a szokványos nehézbetonból, homokavics és zúzottkő adalékanyag felhasználásával. A felsőbb emeletek földemeinek betonjához egy $1,6 \text{ t/m}^3$ térfogatsúlyú „B 170” jelű könnyűbetont alkalmaztak, melynek adalékanyaga a Szovjetunióban már a második világháború előtt meghonosított és most újból előszeretettel alkalmazott égetett agyag volt. Ezt az adalékanyagot a tucskovi téglagyár állítja elő.

E helyszínen betonozott födémlemezok vasvázát a lemez alján és felső részében elhelyezett két vasháló képezte. E vashálók a nálunk a második világháború előtt és alatt Baustahlgeewebe néven ismert, gyárüzemben ponthegesztéssel előregyártott szőnyegek, melyeket göngyölegben lehet a helyszínre kiszállítani. Ezek az előregyártott vashálók csökkentik az acélfelhasználást, megkönnyítik a szállítást és a vasváz szerelését.

Beható kutatómunka eredményeképpen az építkezésnél több újszerű előregyártott födémot vezettek be. A tanulószállások épületeiben nagy lemezekből előregyártott födémeket alkalmaztak. A födémlemezok területe egyezett a lakószobák alapterületével. Ennek megfelelően a lemezek csatlakozási hézagai a válaszfalak fölé estek; a mennyezeten hézagok nem mutat-



4. ábra. Részlet az alap vasalásából.
Деталь армирования фундамента.
Une partie d'armature de la fondation



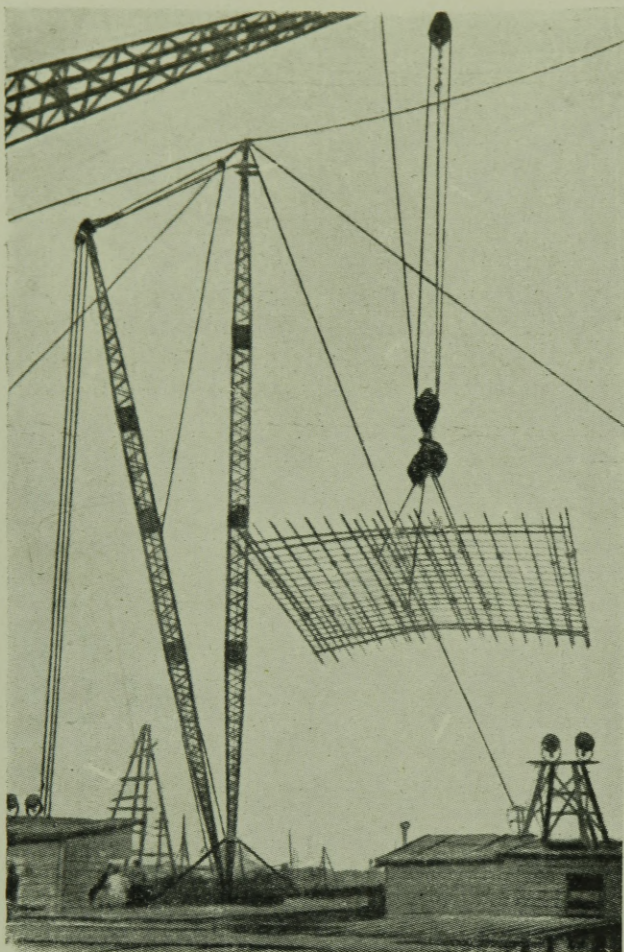
5. ábra. Az acélváz földszinti oszlopaínak szerelése
Монтаж колонн металло-каркаса 1-го этажа.
Montage des colonnes de l'ossature en acier au rez-de-chaussée

koznak. Egy-egy födémlemez súlya a szobák nagysága szerint $1,5\text{--}3,0$ tonna között változott.

Más épületekben az acélgerendák közé elhelyezett előregyártott vasbetonlemezoket építettek be, melyeket a födém merevségének fokozása céljából a gerendákkal mereven összekötöttek oly módon, hogy a felíekvésnél kialakuló hézagokat kibetonozták, az acélgerendák egyidejű körülbetonozása mellett.

Az előregyártott födémlemezoket nem kellett külön vakolni, miután azok alsó síkjának sima felületképzésére az előregyártás kapcsán különös gondot fordítottak. A terveket sikerült úgy kialakítani, hogy az egész épületkomplexum építésénél mindössze 24-féle lemezt kellett előregyártani és egyfajta lemezből szükséges legkisebb mennyiség 72 db volt; a legnagyobb szám 1368 db. Az utóbbi esetben a betonozó formának egy testre eső költsége elenyészően kicsinyre csökkent.

Az előregyártott födémlemezoket ugyanazokkal a darukkal emelték be helyükre, amelyekkel az acélváz szerelését is végezték. Az egyetem építkezésénél az előregyártott vasbetonfödémlemezokkel szerzett jó tapasztalatok azok széleskörű elterjedésével kecsgetetnek nemcsak vázas, hanem tömör, teherhordó falakkal épült épületeknél is. Ilyen födémek előnyö-



6. ábra. A nagypáncél vasalásának továbbítása daruval
Подача краном крупнопанельной арматуры.
Transport de l'armature des éléments à grandes dimensions par la grue

sen alkalmazhatók szállodaépítkezéseknél, ahol sok egyenlő alapterületű szoba épül.

A professzorok lakásait magában foglaló lakóépületnél nem volt lehetséges az előregyártott vasbetonfödémlemezeket az előbb leírt módon alkalmazni, mert itt a szobák mérete $4,5 \times 5,0$ m volt, ami túlnagy födémlemez előregyártását tette volna szükségessé. Az előregyártott lemezfödémeket azonban — előnyeire tekintettel — itt is alkalmazták, de eltekintettek attól az elvtől, hogy a mennyezetén hézagok ne látszódnak. Esztétikai okokból ezért a lemezeket oly szélesre választották, hogy minden szoba mennyezetén szimmetrikus elrendezésben két hézag haladjon a főfalakra merőlegesen. A lemezek alján esztétikai okokból e hézagokra merőlegesen álhézagokat is képeztek és ezáltal a mennyezetek kazetás megjelenést kaptak.

A tantermeket és laboratóriumokat magában foglaló épületek födémeit nagyobb teher viselésére kell méretezni, mint a lakóépületek födémeit. Ezeknél eltértek a lemezfödém rendszerétől és e födémeiket két üreges csőgerendából képezték ki (9. ábra).

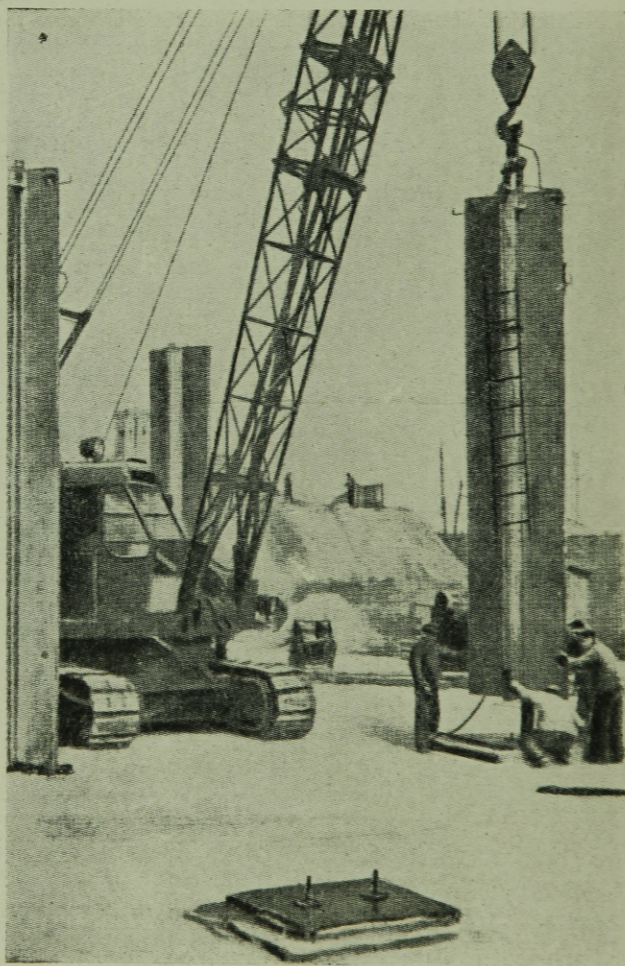
A vázas épületek külső kitöltő falainak megválasztásánál elsősorban a kellő hőszigetelésre és az építészeti kiképzés követelményeire ügyeltek. A fal anyagának megválasztásánál tekintettel voltak még annak

kis súlyára is. Az összes szempontok szem előtt tartásával legkedvezőbbnek az üreges agyagblokkokat tartották. Ilyeneket azonban az építkezés megindulásakor tömegesen még nem gyártottak. Ezért azok előállítására a kucsinszki és kudinovszki gyárakat rendezték be. Az építkezés ütemterve azonban sürgetett és nem volt lehetséges addig az időpontig várni, míg a gyárak a blokkokat folyamatosan szállítani tudják, ezért az alsó 10 emelet sor kitöltőfalait soklyukú téglából építették meg.

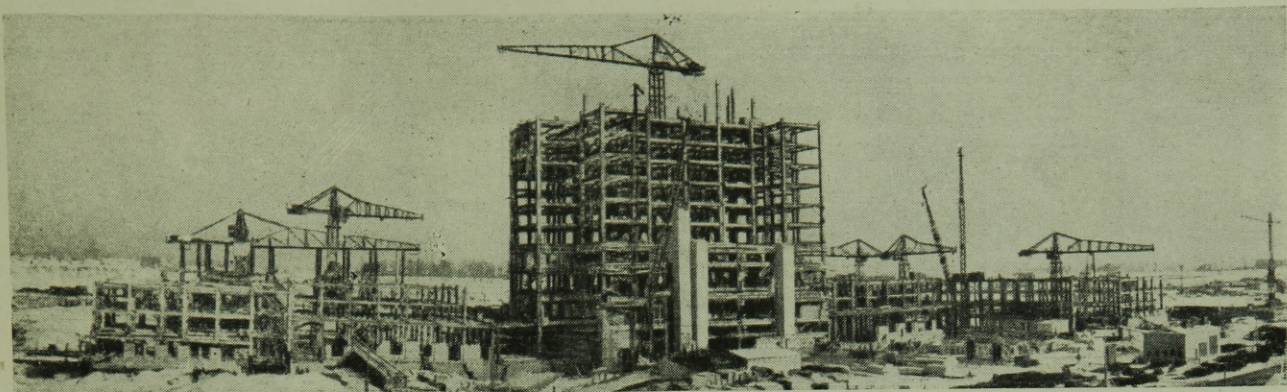
Fontos része a külső falnak annak homlokzati burkolata. E külső burkolatnak két szerepe van. Elsősorban hivatott a falat megvédeni az időjárás viszonyosságaitól, másodsorban, de nem második helyen feladata az épület építészeti megjelenését meghatározni.

Reprezentatív épületek falburkoló anyaga a természetes kő. A Szovjetunióban erre a célra előszeretettel alkalmazzák a gránitot és mészkövet. A gránit fejtése és megmunkálása nagyon költséges és munkáigényes; azonkívül csak sötét színárnyalatai vannak, ami korlátozza alkalmazási területét.

Moszkvában már hosszú idő óta széleskörben alkalmazzák a helyi fehér mészköveket. Ennek következtében több Moszkva környéki bánya ki is merül. Az egyetem építkezéséhez egyrészt ukrán gránitot,



Az oszlop ráállítására támaszára
Установка колоны на опоры.
Mise en place des colonnes sur leur appui



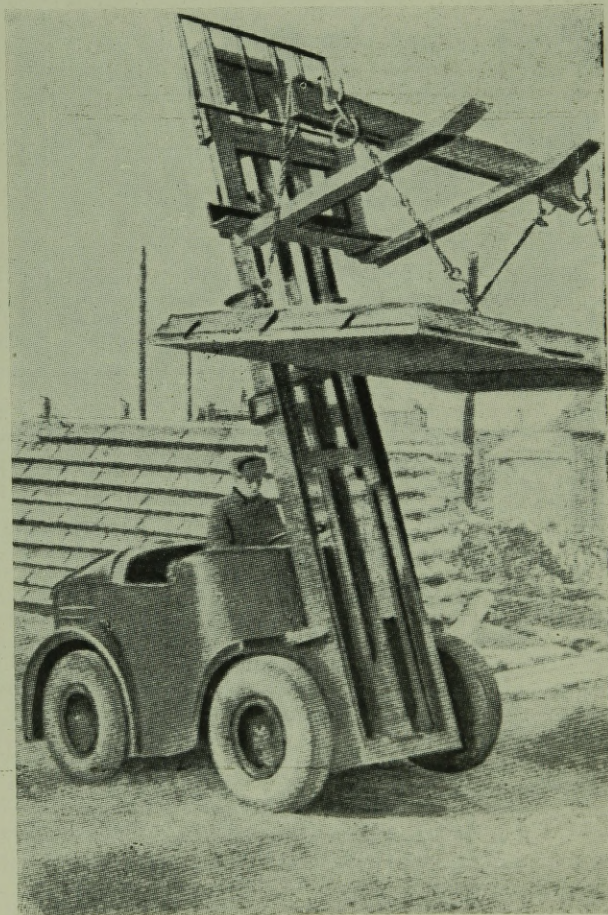
A Moszkvai Állami Egyetem acél épületvázának szerelése. (A fénykép 1949. december havában készült)

Общий вид монтажа металлических конструкций здания МГУ. (Фото декабрь 1949 г.)

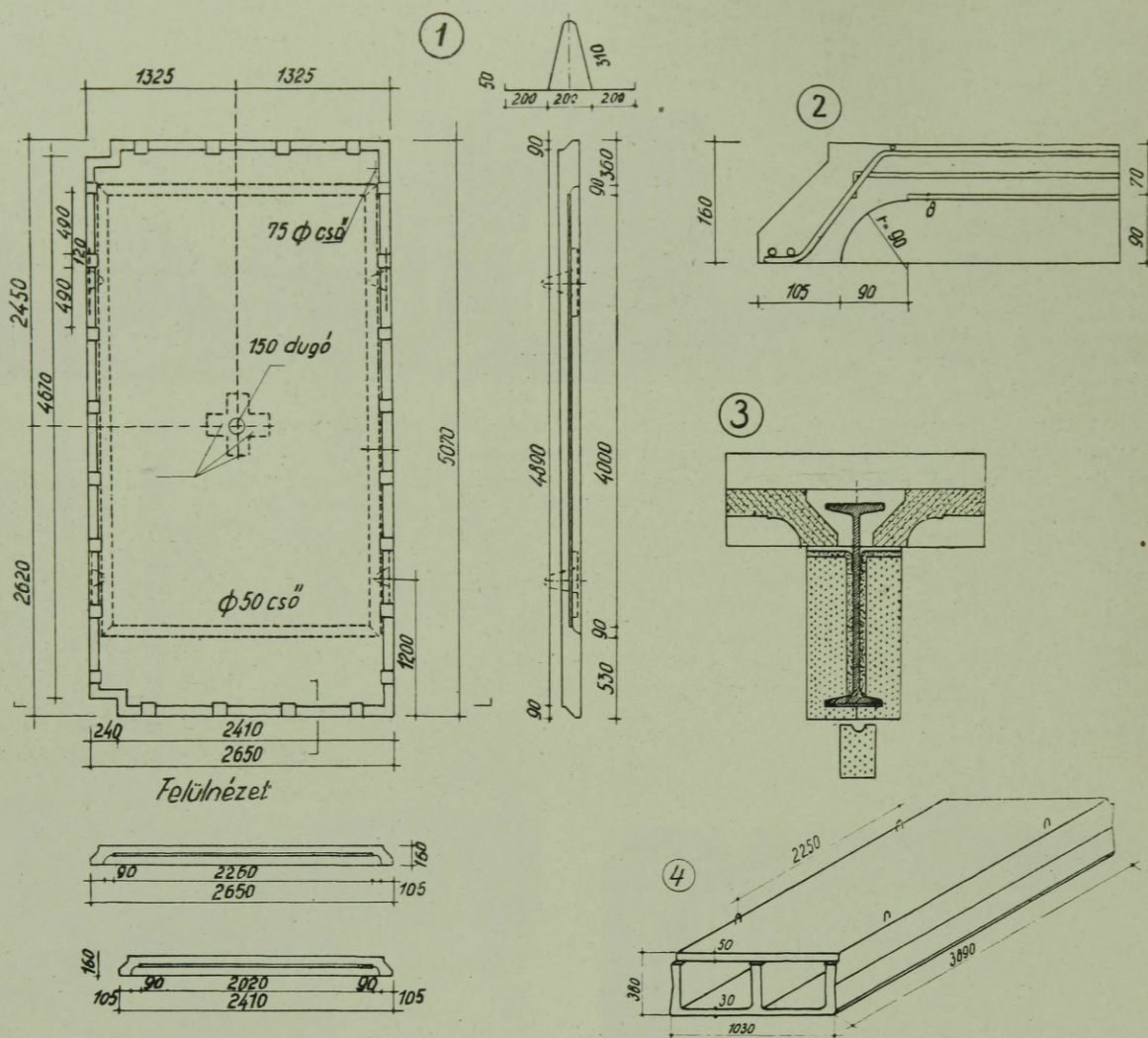
Montage de l'ossature en acier lors de construction de l'Université d'État à Moscou (Photo prise au mois de décembre 1949)



A váz oszlopainak szerelése
Монтаж колонн каркаса.
Montage des colonnes de l'ossature



Nagyméretű födémlemezek továbbítása
Транспортирование крупных плит для перекрытия
Transport des panneaux de grandes dimensions



1. Előregyártott födém nagypáneles lemeze. Alaprajz és metszetek

2. A lemez keresztmetszete a haránt borda mentén

3. A nagypáneles lemez alátámasztásának részletrajza

4. Vasbeton kétüreges tömb az egyetemi fakultások épületeinek előregyártott födéméhez

1. Крупнопанельная плита сборного перекрытия. План и разрезы.

2. Разрез плиты по поперечному ребру.

3. Деталь опирания крупнопанельной плиты.

4. Железобетонный двухпустотный блок сборных перекрытий факультетских корпусов.

1. Panneaux de la toiture préfabriquée. Plan et coupe

2. Coupe des panneaux à la longueur des nervures horizontales

3. Partie support des panneaux

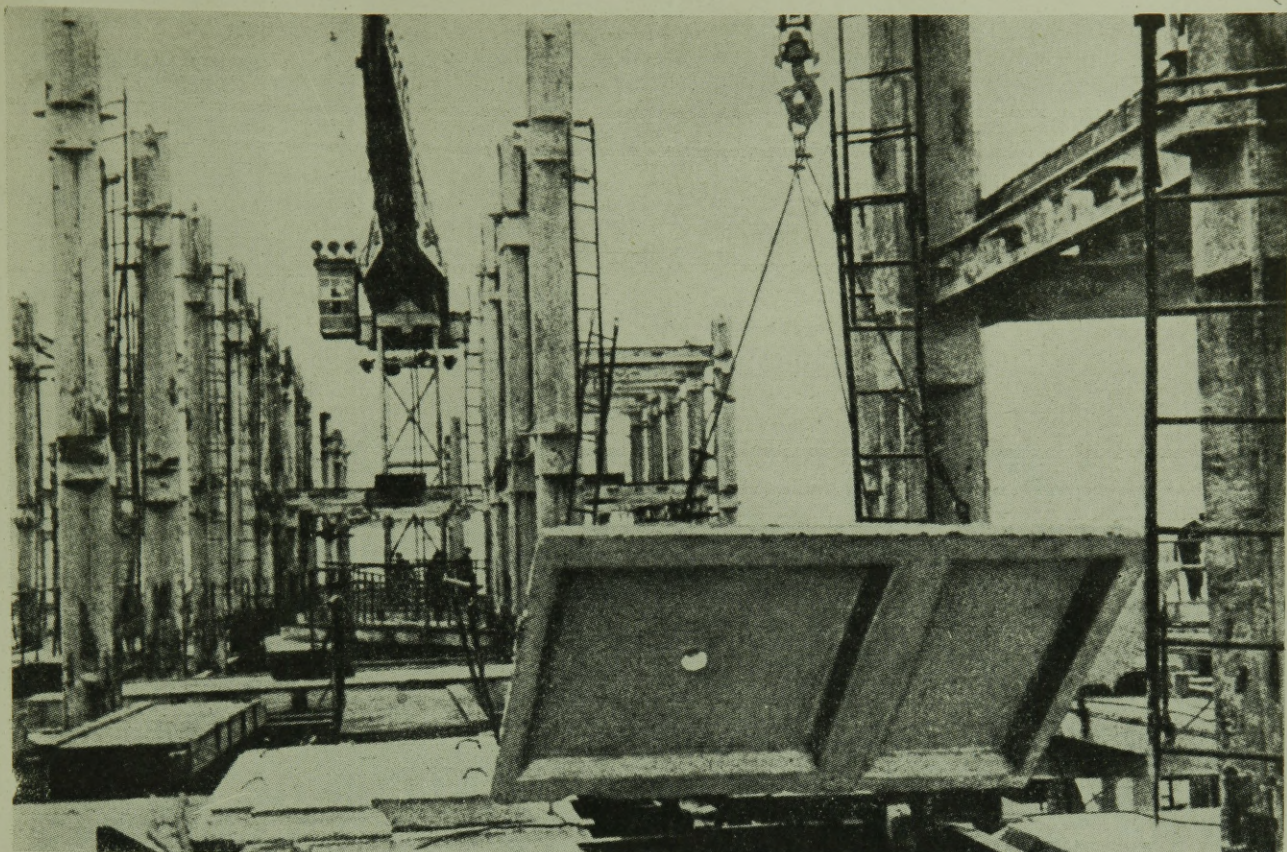
4. Bloc creux en béton armé pour les toitures préfabriquées employé pour les plafonds dans les édifices de l'Université

másrészt vazalemszki mészkövet használtak. A köburkolatot 6 cm vastag kőlapokból állították elő. A természetes kövek mellett az egyetem építkezésénél égetett agyag- és műkőlapokat is használnak homlokzatburkolat céljára.

A kőhomlokzat felerősítése általában körülményes munka különösen akkor, ha a homlokzat nem a fal építésével együtt készül. Ezért az egyetem építkezéséhez nagyméretű homlokzati fallemezeket is használtak, melyeket egyrészt mészkőből hasítottak, másrészt égetett agyagból állítottak elő.

A kőhomlokzatban minden emelet magasságában dilatációs hézagot hagytak, nehogy az acélváz hőmérsékletváltozás okozta térfogatváltozásai abban feszültségeket és káros elváltozásokat okozzanak.

Az Állami Egyetem építkezése nagy feladat elé állította úgy a tervező, mint a kivitelező mérnököket már az építkezés hatalmas kiterjedésénél fogva is. Hogy az olvasó fogalmat alkothasson magának az építkezés méreteiről, néhány számot kell csak megemlíteni. A teljes épületkomplexum térfogata 2 000 000 m³, ebből 1 250 000 m³ esik a központi épületre. Az



Vasbeton födempánelek lerakása UBK—2-daruval

Укладка железобетонной панели перекрытия краном УБК — 2.

Placement des panneaux en béton armé par la grue

építkezésnél 900 000 m³ földmunkát, 150 000 m³ beton és vasbeton alapozási munkát, 100 000 m² ragasztott szigetelést, 50 000 t. acélszerkezetet, 325 000 m³ téglafalazatot, 90 000 m² vasbetonfödémét kell készíteni. Az épületen belüli csővezetékek hossza 700 km.

Ezt a nagy munkát aránylag rövid idő alatt csak a legnagyobbíókú gépesítéssel és az előregyártás leg-szélesebbkörű alkalmazásával lehet teljesíteni. A Moszkvai Állami Egyetem építkezésénél ennek tényleg a legszebb példáját meg is találjuk.