

L'ÉVOLUTION DES STRUCTURES PORTANTES ET DES PAROIS DANS L'ARCHITECTURE INDUSTRIELLE EN HONGRIE

Par

B. RUZICKA

Chaire de l'Architecture Industrielle et Agricole, Université Technique de Budapest

(Reçu le 29 mai 1969)

Présenté par le Prof. Dr. K. RADOS

Le choix judicieux du système portant et des éléments délimitant l'espace, l'organisation de la production et du montage, ainsi que la mise en place de ces opérations dans l'ensemble de l'investissement économique industriel, constituent un des problèmes essentiels de la construction industrielle.

La construction traditionnelle en béton armé monolithe a cédé sa place à la *préfabrication sur chantier* des éléments en béton armé, à partir des années 1959—60 cette méthode était généralisée dans la routine de la construction en Hongrie pendant plusieurs années. Le choix de la structure, la décomposition des éléments, la préfabrication sur chantier, la mécanisation du montage et les modalités théoriques et pratiques de la solution des noeuds se profilaient simultanément.

Cette transformation significative de notre industrie était motivée par trois facteurs, provenant de la politique du bâtiment:

a) Tout en gardant le caractère monolithe, la réduction de la durée de la construction venait d'atteindre les limites de la possibilité. La construction industrielle avec l'utilisation massive des structures en acier ne pouvait être abordée à l'époque, étant donné la manque de la base d'industrie lourde, donc, l'utilisation du béton armé pour les structures portantes ne pouvait être mise à l'écart.

b) Surtout pour satisfaire aux exigences du raccourcissement de la durée des opérations, la *suppression du caractère saisonnier de l'industrie du bâtiment* était un des facteurs susceptibles d'intensifier la capacité de celle-ci.

c) Au delà des conceptions politiques et économiques, *l'industrialisation du bâtiment* est arrivée à représenter la mise en relief des idées perspectives.

Toutes les méthodes techniques (économie des matériaux de coffrage, amélioration de l'organisation du travail, amélioration de la qualité des matériaux, etc . . .), — susceptibles d'assurer la satisfaction optimale et systématique aux exigences de l'évolution sociale, — sont classées nécessairement dans le champ notionnel de l'industrialisation.

La préfabrication sur chantier des éléments en béton armé a répondu aux prétentions mentionnées ci-dessus dans la phase donnée du développement

économique, même dans les phases ultérieures; elle se révélait efficace pour satisfaire aux exigences primordiales de l'évolution, surtout en ce qui concerne celles de l'industrialisation.

Les méthodes de la préfabrication sur chantier, quant à la conception des projets et des structures, doivent leur évolution à la pratique de la construction en béton armé. Les tendances initiales représentent les traits caractéristiques conceptionnels et modificatifs de la construction traditionnelle en béton armé tant en leur fond qu'en leurs formes.

Au cours de l'analyse des tendances basées sur l'analogie des structures monolithes on peut retenir les critères suivants:

— à côté de la recherche de la technique et des formes de la préfabrication c'est surtout la structure portante monolithe qui se fait valoir. La conception concernant la création de la structure ne refuse pas entièrement l'idée traditionnelle de «l'avantage statique», par conséquent elle lui subordonne l'ensemble des opérations au cours de la mise au point d'une structure; à savoir: le choix des matériaux, la fabrication, la décomposition des éléments, la formation des noeuds, le groupement des phases du transport et du montage;

— au cours de la période initiale de la préfabrication sur chantier, les structures préfabriquées sont caractérisées par une certaine individualité et par une variété multiple, tant sur le plan de l'étude du projet que sur celui de la réalisation.

— les solutions techniques étaient fortement influencées par la manque de certains matériaux de construction;

— au début la base des possibilités de l'organisation de la préfabrication était la routine des maîtres d'oeuvre, — le caractère industriel ne se développant qu'en fonction des problèmes à surmonter;

— l'utilisation des appareils de levage n'allait pas de pair avec l'organisme complexe de la construction, la production se poursuit à partir des montes-charges fixes en bois et des machines à peine amovibles, mais possédant une forte capacité de levage, — vers la création des ensembles plus mobiles et plus efficaces;

— dans l'intérêt de la réduction du nombre des noeuds, la tendance de la construction visait la préfabrication des éléments d'une grandeur hors de proportion.

Pour présenter les tendances de la conception des structures de notre pays, nous mentionnons:

— les structures composées d'éléments de poutres et de montants,

— les structures composées d'éléments d'encadrement d'une seule pièce.

Ces solutions se sont développées simultanément dans la construction à un et à plusieurs niveaux, cependant il est à constater que ce furent les expériences de la routine des systèmes à un seul niveau qui servirent comme point de départ pour la conception des ossatures à plusieurs niveaux.

Les structures en montants et poutres seront traitées en deux groupes selon les noeuds respectivement articulés et d'assemblage dont le choix détermine leur caractère, notamment:

- les noeuds dans les angles de l'encadrement,
- les noeuds au voisinage du point zéro du moment de la charge constante.

Le système aux angles d'encadrements dissociés est caractérisé par sa décomposition en éléments linéaires. Du point de vue du montage la préfabrication représente des avantages qui ont rendu possible le développement inces-



Fig. 1. Préfabrication sur chantier des éléments linéaires

sant de ce système d'une part et ont amorcé les débuts de la préfabrication en usine d'autre part. *Les avantages du système* sont les suivants:

- l'élément linéaire en béton armé est par excellence conforme à la préfabrication, — phase initiale de la production. Il s'adapte bien à la bonne organisation du chantier, au stockage économique et au transport relativement sans difficulté (Fig. 1);

- l'élément linéaire en béton armé est susceptible d'inciter le développement de la coupe transversale rectangulaire classique du béton armé. La fabrication des éléments en béton armé de notre pays — tant en usine que sur chantier — a rendu possible la production des profils en I et T, ainsi que celle des montants et des poutres en treillis (même arqués), tout en déterminant sans équivoque les tendances du développement concernant la forme des éléments (Fig. 2);

- l'élément linéaire en béton armé s'adapte bien à la précontrainte et à la post-contrainte simples (Fig. 3);

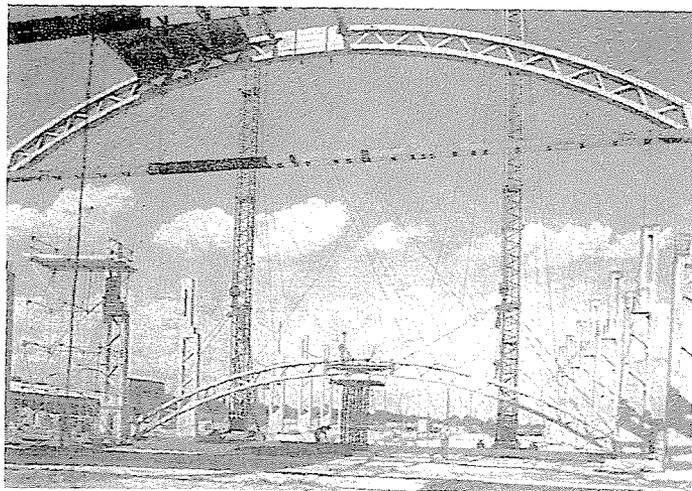


Fig. 2. Halle de montage de la Fabrique des coussinets à bille à Debrecen
(Projet: Institut des Projets pour Bâtiments Industriels, 1953)

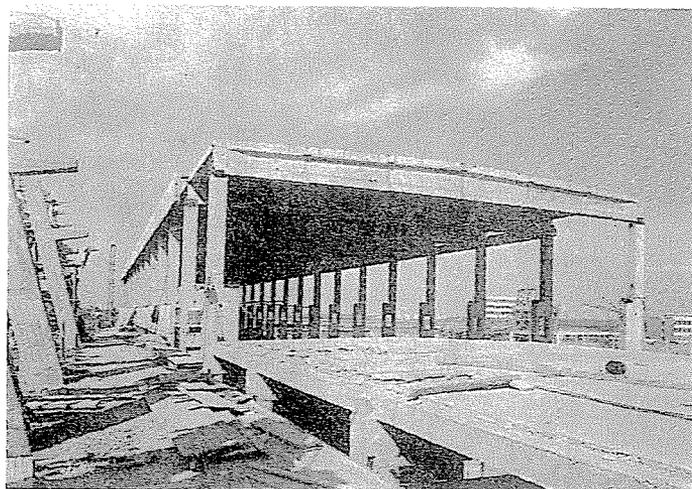


Fig. 3. Combinat chimique de la Région de la Tisza, halle de neutralisation et de distillation
(Projet: I. P. B. I. 1960)

— la mise en place et le montage de l'élément linéaire de poutre se fait sans échafaudage complémentaire (Fig. 4);

— en cas de plusieurs niveaux, l'élément linéaire de poutre traversant un grand nombre de niveaux rend possible la réduction raisonnable des noeuds et la simplification technique de l'assemblage des éléments (Fig. 5).

La mise en relief des avantages mentionnés était suivie des *données de l'expérience sensiblement contradictoires* que voici:

— en cas de la décomposition linéaire l'élément de poutre se comporte

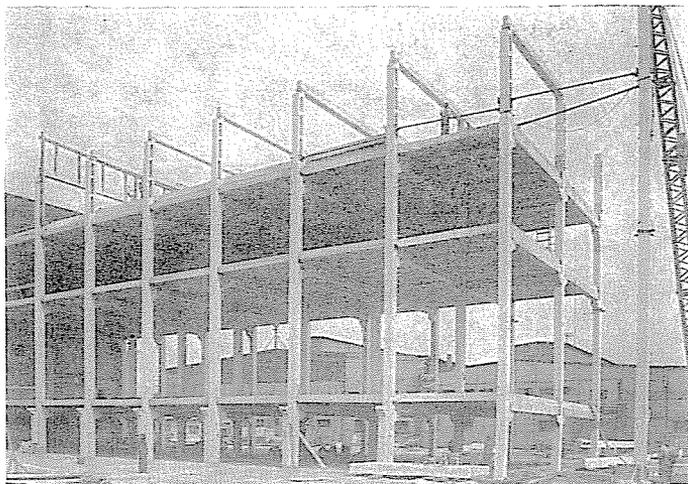


Fig. 4. Usines de Wagons à Győr — atelier de menuiserie
(Projet: I. P. B. I. 1959)

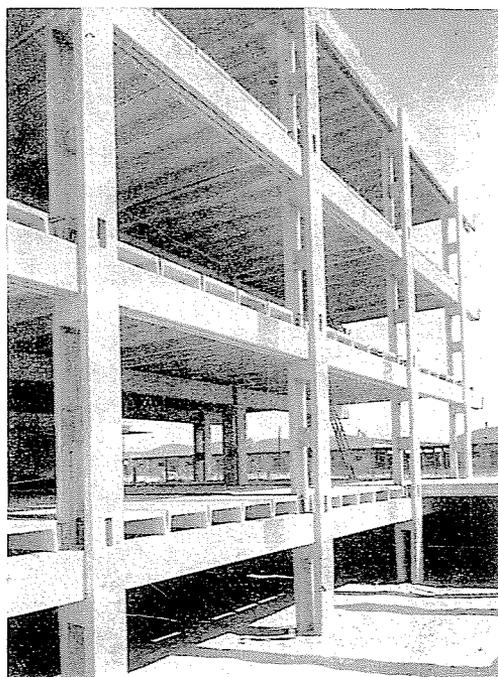


Fig. 5. Dépôt d'habillements (Projet: I. P. B. I. 1964)

en structure à deux supports, ainsi les avantages statiques d'une poutre continue sont perdus, — ou tout au moins restent inexploités;

— le noeud d'assemblage des éléments linéaires se situe en général à l'emplacement de la valeur extrême du moment; la conséquence en est dans la plupart des cas une jonction compliquée des noeuds, ou bien l'impossibilité totale ou partielle de la part de l'élément de résister au moment en cause.

Les tendances du développement ont justifié cette dernière conception. L'abandon de la jonction renforcée aux angles et la décomposition linéaire représentent une idée progressive dans l'ensemble des opérations de la construction et une tendance favorable de la préfabrication sur chantier, cependant il est recommandé de choisir la méthode susceptible d'industrialiser les jointures des noeuds au cours de la pratique.

Le caractère des structures dissociées au voisinage des moments zéro est déterminé par certaines considérations de nature statique; dans le domaine de la préfabrication c'était surtout la répartition des forces favorable de la structure monolithe classique qui fut mis en relief tant dans le cas des rez-de-chaussées simples que dans celui des ossatures à plusieurs niveaux.

Pendant le Plan Triennal et au cours de la première moitié du premier Plan Quinquennal c'étaient les leçons tirées du système français «Lambda» qui incitaient les spécialistes hongrois de l'étude des projets et de la construction à emprunter ces idées et de les faire prévaloir à l'échelon le plus élevé.

La décomposition des éléments au voisinage du moment zéro est motivée par la même difficulté technique, — constatée au cours de la réalisation, — qui se présentait au raccord des éléments linéaires aux angles à l'emplacement des valeurs maxima des moments. La décomposition des éléments au voisinage du moment zéro a posé le problème de la forme de l'élément. En généralisant il est à retenir que la mise en relief du côté «avantage statique» et les conditions relativement simples de l'assemblage des éléments aura comme résultat un certain nombre d'éléments à ligne brisée dans les encadrements d'un système de structure donné (Fig. 6).

L'appréciation finale de l'analyse au voisinage du moment zéro sera déterminée par la routine de l'assemblage. Une partie des éléments est non-linéaire, en général en L; leur levage et leur protection au cours du montage est compliquée et pose des difficultés.

Les structures composées d'éléments d'encadrement toute d'une pièce représentent une branche spéciale de la préfabrication. Au cours de la période initiale de la préfabrication des grands éléments, ces structures étaient préférées sur le plan de la construction des halles industrielles à un seul niveau. Les premières solutions plutôt massives étaient suivies des encadrements aux profils I, puis allégées, pour arriver aux encadrements à treillis d'une seule pièce, ajourés, aux contours légers et flous (Fig. 7).

La construction utilisant les encadrements d'une seule pièce était favo-

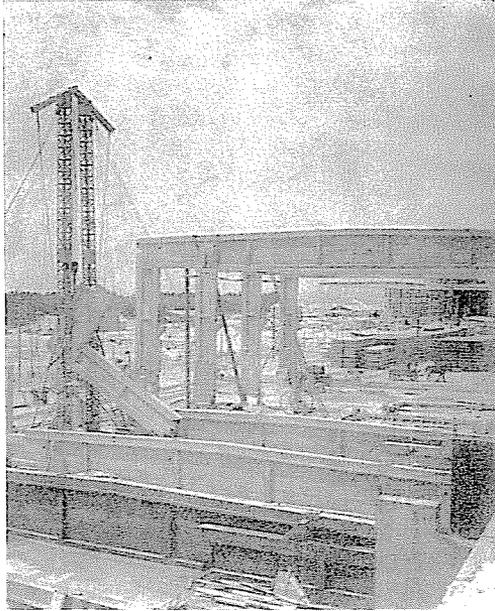


Fig. 6. Fournerie d'aluminium à Inota (Projet: I. P. B. I. 1950)

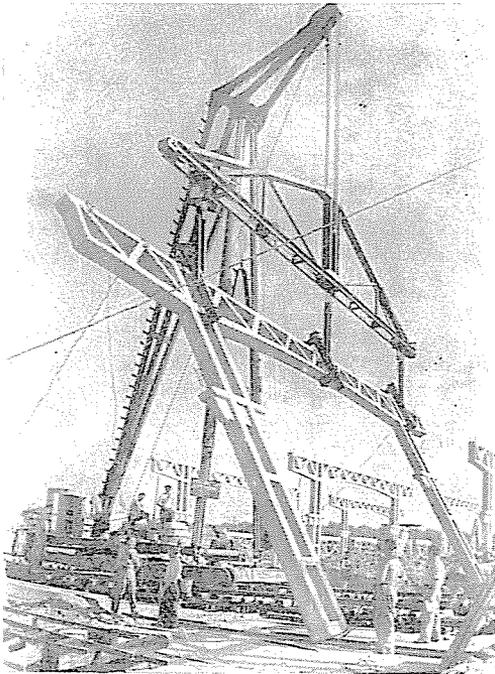


Fig. 7. Fabrique des coussinets à bille à Debrecen (Projet: I. P. B. I. 1953)

risée surtout dans les systèmes de préfabrication des établissements industriels à plusieurs niveaux. La possibilité de minimiser les noeuds d'assemblage rend la comparaison favorable, malgré les frais du levage des éléments relativement plus lourds. C'est ainsi que la construction avec l'utilisation des encadrements préfabriqués d'une seule pièce est devenue une des méthodes importantes de la réalisation des structures industrielles à plusieurs niveaux.

La période écoulée entre la construction des ossatures monolithes et la préfabrication en béton armé sur chantier est marquée par les modifications suivantes:

- le bien fondé de la structure portante en béton armé monolithe fut progressivement détrôné;
- l'essence de la technique — et de la routine — de la préfabrication prenait des contours fermes;
- le caractère du béton armé préfabriqué a connu un progrès aboutissant à la conception *complexe*;
- la conception des *éléments structuraux types* a engendré la recherche intentionnelle des dimensions et de la coordination modulaire. Ce fut la base et le point de départ de la préfabrication lourde et de la typification des éléments structuraux à grande échelle.

La préfabrication sur chantier comprend deux catégories principales des opérations de la construction:

- elle se base sur *la technologie de la production industrielle* en fabriquant des éléments et en composant des structures, tout en satisfaisant aux exigences de la coordination modulaire;
- elle organise les opérations *en contemplant la technologie sur chantier dans son ensemble*, en rejoignant une forme primitive de la production en usine établie avec celle sur chantier.

La préfabrication sur chantier doit être considérée comme un changement qualitatif dans le développement des systèmes portants en béton armé, — provoqué nécessairement par l'accroissement des *exigences quantitatives* au cours du progrès de la technique.

Au début des années 1960, par suite de l'accroissement des prétentions concernant la qualité, les tendances du développement se modifiaient en fonction des changements des exigences sociales de l'industrie, de l'usine à établir. La préfabrication sur chantier a dû abandonner son exclusivité sur le plan de la construction des structures, étant donné que la construction industrielle a connu d'autres possibilités. Pour la solution de nouveaux problèmes qui se posaient à propos d'un grand nombre de nouvelles tâches à accomplir, la préfabrication sur chantier se révélait désuète. Dans le cas de certains investissements industriels elle paraissait trop lente; la durée des opérations préparatives a augmenté celle de la construction proprement dite d'une façon inadmissible. Le nombre des constructions où cette méthode pouvait garder son utilité se

réduisit progressivement et les nouvelles tendances exigeaient d'autres technologies (p. ex. l'aménagement semi-plein-air des centrales électriques). Dans certains cas la préfabrication sur chantier a empêché l'amélioration de la qualité et la propagation à grande échelle des structures en béton armé précontraint ou celle des structures composites.

La préfabrication en usine basée sur la typification doit son développement aux prétentions accrues et à la multiplication sensible des investissements industriels. Ce procédé est devenu le moyen primordial de la satisfaction aux exigences massives en structures de l'architecture industrielle.

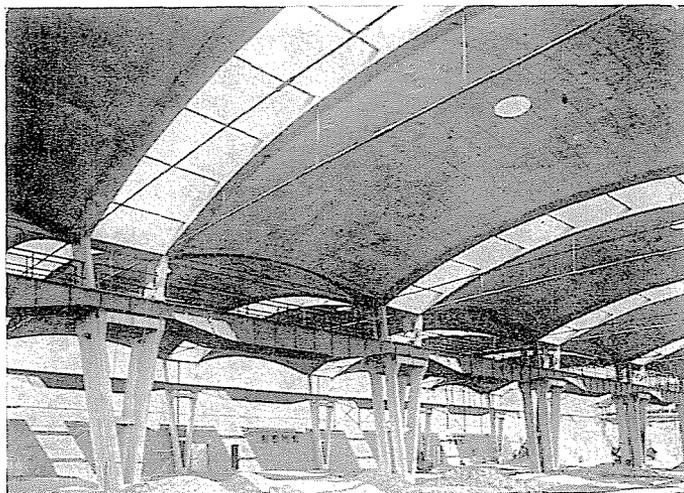


Fig. 8. Fabrique de tuyaux à Csepel (Projet: I. P. B. I. 1961)

En même temps l'objectif de la politique du bâtiment de notre pays est de réaliser les différentes tâches de la construction à l'aide des méthodes les plus avantageuses du point de vue de l'économie nationale, avec l'utilisation des matériaux et des systèmes de structures les plus modernes. Correspondant à ces tendances, voici les systèmes structuraux entrant en jeu dans le choix de nos structures:

- voiles minces en béton armé modernes: structures à ossature rigide d'acier à bétonnage monolithe;
- structures en béton armé monolithe à coffrage glissant (Figs. 8 et 9);
- préfabrication sur chantier, rationalisée par l'intermédiaire de la typification domestique (Fig. 10);
- production commercable des éléments structuraux en béton armé et en béton précontraint, typifiés, préfabriqués en usine. *Cette méthode connaît actuellement une expansion bien étendue dans le domaine de la construction massive* (Fig. 11);

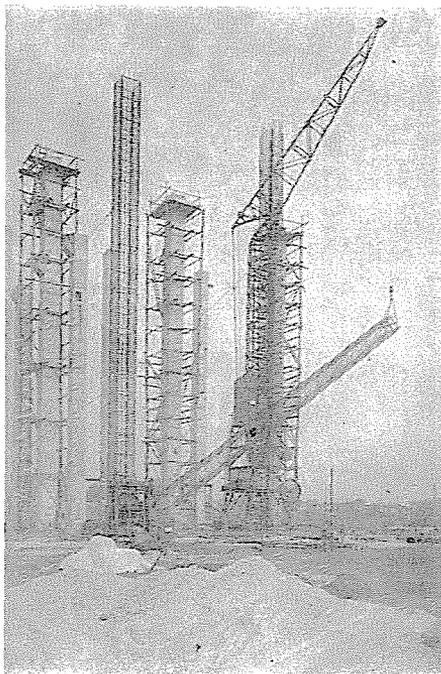


Fig. 9. Thermocentrale à Kispest
(Projet: I. P. B. I. 1960)

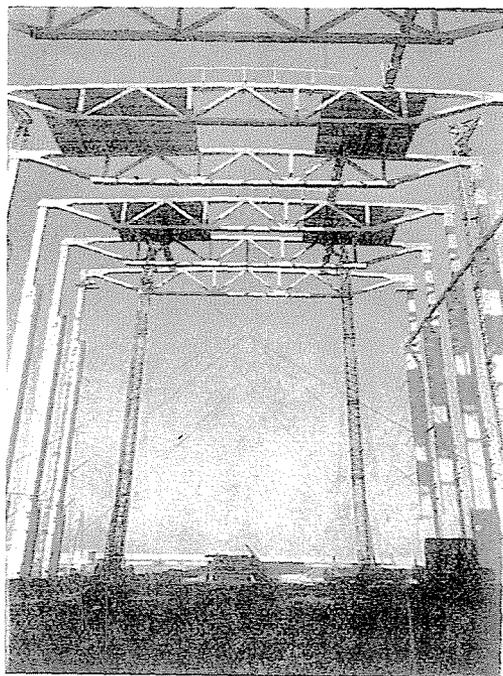


Fig. 10. Combinat Chimique de la Région
de la Tisza (Projet: I. P. B. I. 1968)

— composition des éléments en acier et en béton armé, préfabriqués en usine, dans les cas où les indices économico-techniques du montage le justifient (Fig. 12);

— structure en acier ou en acier léger dans les cas où les paramètres économico-techniques de l'investissement le justifient (Fig. 13).

La conception des projets techniques a subi un changement significatif par suite de la modification des exigences de la construction des établissements industriels. La détermination des paramètres du bâtiment, à titre de facteur partiellement limitatif d'une part, l'enrichissement des méthodes et des matériaux de construction d'autre part, assuraient des conditions favorables pour le choix du système optimum de structure. A côté de l'utilisation très répandue des structures en béton armé, celle de la structure moderne en *acier léger* passe au premier plan, tout en posant le problème de la mise au point des structures portantes composites en béton armé et en acier. La systématisation des préentions technologiques a amorcé la typification organisée des sections et des structures. Les points de vue de la conception étaient aiguillés vers la polyvalence des éléments, la possibilité de leur fabrication en série, de leur transport et de leur stockage.

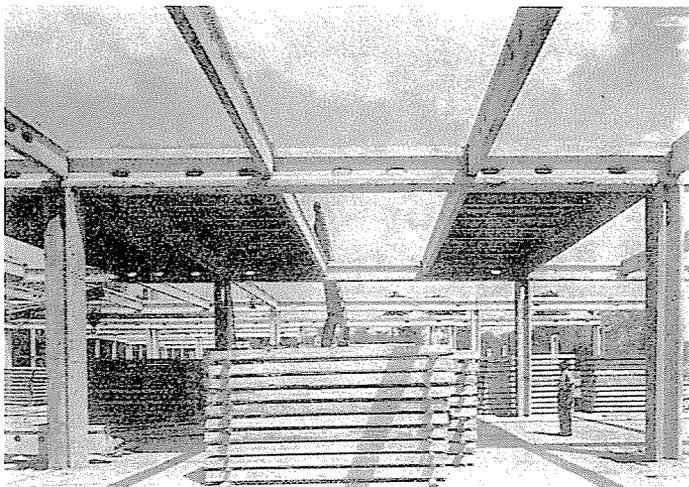


Fig. 11. Ossature universelle 9×9 m pour bâtiments industriels, 1960

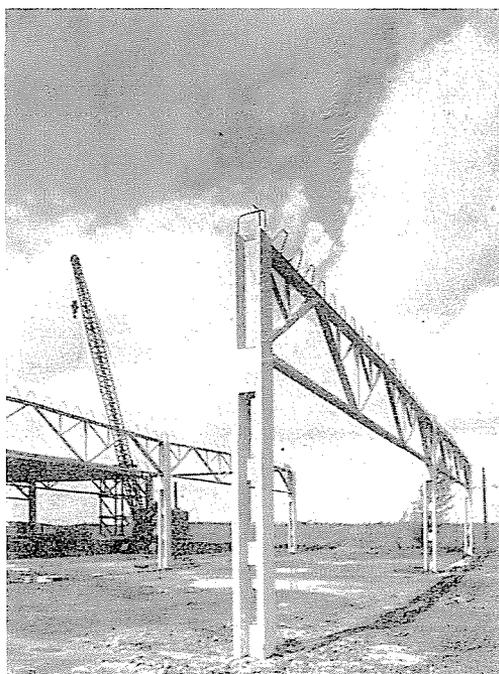


Fig. 12. Structure d'une halle industrielle 12×18 m, 1964

La modification des prétentions de la technologie était influencée par l'analyse des conditions de l'importance grandissante de la préfabrication en usine; il en ressortissait que vis-à-vis du système à plusieurs niveaux celui d'un seul niveau s'est avéré plus avantageux dans le cas des bâtiments industriels tant du point de vue de la politique du bâtiment que de celui du fonctionnement.

En résumant l'évolution de la structure en béton armé dans l'architecture industrielle des années passées, il est à constater que l'ensemble des investigations de cette période était composé de *la création de la préfabrication en usine*

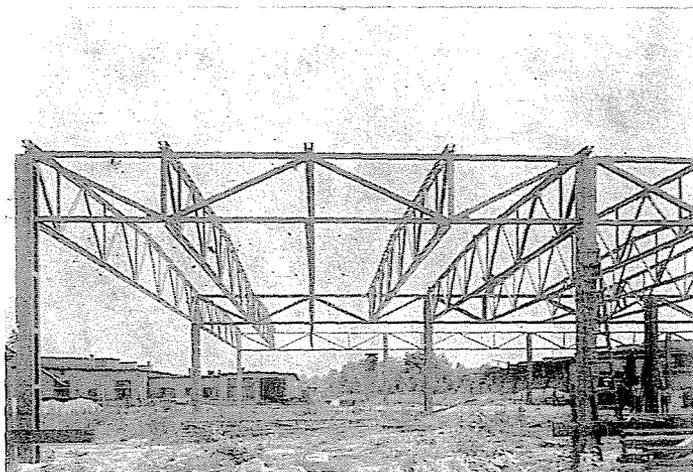


Fig. 13. Structure d'une halle industrielle 12 × 18 m

des éléments de structure en béton armé, de la recherche des méthodes différentes de la typification et de l'effort de formuler et de réaliser les lois, engendrées nécessairement par le progrès de la technique moderne. Dans cette conception le développement technique est une catégorie sociale, donnant naissance aux modifications favorables des facteurs matériels-techniques de la production et finalement du produit proprement dit, — dans notre cas du bâtiment d'usine réalisé.

Prenant comme point de départ la base matérielle-morale actuelle, nous esquissons la tendance du progrès technique en ce qui suit:

Au cours du développement de la préfabrication sur chantier, puis de celui des systèmes structuraux typifiés, produits en usine, un principe s'était généralisé, notamment que les portées des éléments de structure moins importants devaient être moins grandes que celles des éléments plus importants. Ainsi, l'élément de couverture correspond à la portée moindre, la poutre maîtresse à la portée plus grande. La hauteur des poutres maîtresses dans la structure donne en général une proportion hauteur-portée plus grande que 1/10. En

y ajoutant la hauteur inexploitée de l'élément de toit de 50 cm, les exigences d'espace des solutions structurales se révèlent exagérées (Fig. 14).

Ce sont les éléments de couverture qui représentent la majeure partie des structures de halles industrielles, cependant la forme et les nervures de ces éléments typifiés d'une longueur de 12 m, ayant conservé les traditions de la préfabrication sur chantier, ne se prêtent plus à la précontrainte en usine. La partie de la structure nécessitant la plus grande quantité d'acier se fait dans les cas des halles avec l'utilisation d'une armature simple, par conséquent les avantages économiques de la précontrainte n'entrent pas en jeu.

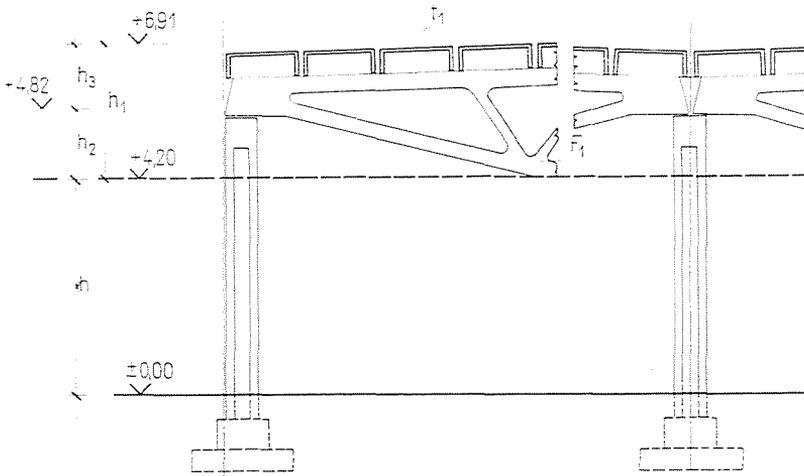


Fig. 14. Comparaison des structures des halles industrielles 12 x 18 m, système traditionnel: F = poutre maîtresse en béton armé d'une portée de 18 m; t = panneau de couverture en béton armé d'une largeur de 1,5 m et d'une portée de 12 m; H = hauteur intérieure utile; h_2 = hauteur structurelle du système à poutre maîtresse courte; h_1 = hauteur structurelle du système traditionnel; h_3 = épargne en hauteur structurelle

Cette évidence a incité nos spécialistes à la solution des structures portantes dans lesquelles l'élément de couverture correspond à la portée plus importante et la poutre maîtresse se trouve dans la direction de la portée mineure. L'économie de cette solution structurale est due à la précontrainte. Par suite de la précontrainte une partie importante du poids mort agit sur la structure et le moment qui se produit est pris simplement par l'accroissement de l'excentricité de la tension. Cette solution rend possible l'utilisation des éléments de couverture minces aux profils en T ou TT. Étant donné la portée moindre de la poutre maîtresse, la hauteur de la couverture de la structure complète d'une halle trouve également une solution plus favorable (Fig. 15).

La structure aux panneaux précontraints en TT, dite: à poutre maîtresse courte, promet la satisfaction optimale aux paramètres de la demande des

investissements industriels, compte tenu au développement actuel de la préfabrication dans notre pays.

Les leçons tirées des expériences à l'étranger démontrent qu'un panneau en T précontraint peut servir comme point de départ pour la production des éléments en série des bâtiments industriels à plusieurs niveaux. Le système structural répond aux exigences de la précontrainte, de la préfabrication en usine, du transport relativement sans difficulté et du montage rapide, tout en harmonisant avec les objectifs de l'industrialisation basée sur le béton armé qui caractérise l'industrie du bâtiment de notre pays.

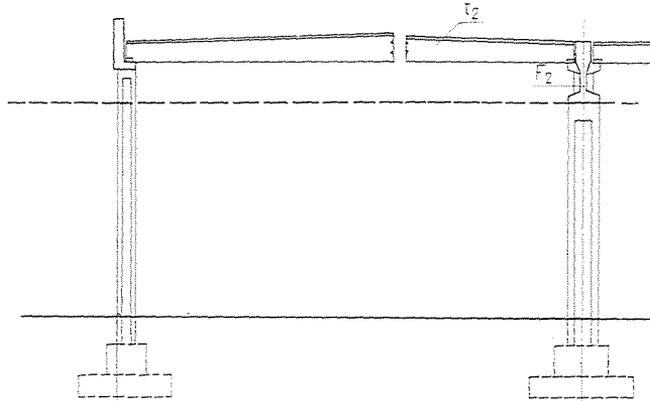


Fig. 15. Comparaison des structures des halles industrielles, système à poutre maîtresse courte: F_2 = poutre maîtresse en béton armé précontraint d'une portée de 12 m; t_2 = panneau TT en béton armé précontraint d'une largeur de 2,5 m et d'une portée de 18 m

Dans le domaine des matériaux de construction les recherches en cours concernant les structures en béton léger représentent la possibilité du développement technique sur le plan des structures portantes et des parois utilisées dans l'architecture industrielle. L'objectif de ces recherches est la production d'un béton léger à grande résistance, susceptible d'être armé (précontraint), répondant aux exigences fondamentales vis-à-vis d'une structure fléchie (retrait, fluage, endurance, etc . . .). Quant aux recherches dans le domaine des agrégats en argile expansé, les résultats sont encourageants du point de vue de l'avenir de la production industrielle.

A côté des avantages techniques des structures en béton léger il faut souligner leurs paramètres économiques très satisfaisants, contrairement aux structures traditionnelles en béton de gravier. Le poids volumétrique est réduit de 30—50%; le même matériau répond à plusieurs exigences comme: capacité portante, isolation thermique et phonique, résistance à la chaleur et au feu, etc . . . Ces qualités contribueront sans doute à la réduction des frais de production des structures.

A côté de l'utilisation poussée des structures en béton armé bien développées et des structures en béton léger dont l'expansion est à prévoir dans l'industrie du bâtiment de notre pays (surtout en ce qui concerne les investissements d'une nature productive), il est temps d'aborder une nouvelle tendance très efficace du développement technique, de l'industrialisation. Cette nouvelle tendance est l'introduction progressive des *structures légères* en métaux et en matières plastiques. La mise en vedette de ces structures légères est motivée par certaines considérations dans la politique du bâtiment, comme:

— il y a une réduction des réserves de main-d'oeuvre; la méthode de construction utilisant des structures légères, — étant donné la possibilité de l'industrialisation d'un plus haut degré, — exige un potentiel de travail réduit, tout en assurant une capacité de construction analogue, ou même plus élevée;

— dans notre pays l'accroissement de la production des profils en acier écrouis aux parois minces, ainsi que celle de l'aluminium et des matières plastiques, — suivie de la réduction des frais de la production — est également à prévoir. En même temps, sur le marché mondial les prix des matériaux de construction traditionnels marquent une hausse sensible. A en juger sur les indices, on a certaines notions concernant l'aspect économique de ce développement;

— quoique l'utilisation des structures légères soit actuellement un facteur augmentant les frais d'investissement, la réduction de la durée des opérations et le bénéfice direct qui s'en suit, la nécessité amoindrie des transports, ainsi que l'accroissement de la valeur d'usage (entretien, etc . . .), ne font qu'encourager l'introduction systématique de cette méthode de construction.

Les structures portantes en acier et en acier léger produites par l'industrie de notre pays au cours des années récentes ont visé surtout la modernisation de la capacité portante; le problème de la délimitation d'espace, — vu l'importance des exigences de la physique du bâtiment, — continue à être étudié. Les expériences de notre pays confirment l'évaluation économique-technique de la littérature spéciale, selon laquelle l'utilisation des structures portantes en acier à parois minces donne une économie de matériaux se chiffrant à 20—40% par rapport aux structures en acier normal. Cependant le montant total des frais des structures comprend aussi les frais de la production, plus élevés que ceux des structures en acier normal. Calculé pour l'unité de poids, le prix de la structure finie (Ft/tonne) dépasse celui des structures composées en profils laminés à chaud. La répartition des coûts des matériaux et de la production est reportée vers ces premiers. Ce fait est très important dans notre pays, étant donné que la Hongrie doit avoir recours à l'importation en minerai de fer.

Les frais de la production sont susceptibles d'être sensiblement réduits en cas de la production en grandes séries de types peu nombreux de structures et de profils. Les avantages à exploiter d'un point de vue économique des structures en acier à parois minces se traduisent par leur transport simple, leur montage rapide, nécessitant peu d'ouvriers qualifiés, par les possibilités d'exten-

sion et de modification au besoin. Ces qualités rendent possible — et en même temps nécessaire — que les structures portantes d'acier à parois mince soient en majeure partie typifiées. Une autre condition importante de l'efficacité de leur utilisation est la protection contre la corrosion. Une corrosion à relativement petite étendue peut cependant affecter un grand pourcentage de la coupe transversale utile et peut risquer l'ensemble du bâtiment. Un moyen économique et efficace de la protection est l'utilisation d'une couche anticorrosive appliquée au cours de la fabrication. Les procédés anticorrosifs actuels sont loin d'être économiques: les structures traitées — prenant en considération une endurance de 20 années — sont plus onéreuses que les structures en aluminium! Donc, trouver un traitement anticorrosif applicable en usine est une condition indispensable de l'introduction des structures en acier aux parois minces.

Résumé

Entre 1948 et 1958 les spécialistes hongrois ont progressivement abandonné la routine traditionnelle de la construction industrielle en béton armé monolithe et ont introduit la préfabrication sur chantier des éléments de structure en béton armé. Le motif primaire de ce changement était la politique du bâtiment, dont l'objectif, notamment l'industrialisation systématique a exigé une telle production en acier, dont celle du pays était inférieur à mesure que même dans les cas techniquement motivés il était impossible de construire avec l'utilisation des éléments de structure en acier.

Parallèlement à l'évolution de la technique nouvelle de la construction se développe le système des structures portantes et des parois industrielles. La préfabrication pose la problématique de la décomposition et de l'assemblage des éléments, ainsi que celle de l'action composite de la structure.

Au début des années 1960 la tendance vise la satisfaction aux exigences surgies par suite de la préfabrication en usine et de la construction industrielle massive. Ce fait a comme résultat la définition obligatoire des paramètres des dimensions du bâtiment d'une part et l'enrichissement sensible des méthodes et des matériaux de construction d'autre part. La voie était ouverte pour la construction en béton précontraint, pour la combinaison de l'acier et du béton armé, pour les structures de voile mince et des structures monolithes au coffrage glissant.

Cette période est caractérisée par la systématisation de la technologie usinière, la typification des éléments structuraux, la recherche des possibilités de la polyvalence et la fabrication en grandes séries des éléments de construction.

Un objectif important du programme actuel est le développement de la famille de structures, dites à poutres maîtresses courtes, composées des panneaux en T et TT précontraints, préfabriqués en usine. — et par là, l'organisation de la construction des halles industrielles modernes.

Quant au programme de l'avenir proche, mentionnons la multiplication à prévoir des structures légères. L'accroissement de la production des profils en acier à parois minces formés à froid, celle de l'aluminium et des matières plastiques assure l'expansion dans notre pays des structures légères, modernes, conformes à l'esprit du temps.

Bibliographie

- BREUER, GY.: Bâtiments industriels à plusieurs niveaux.* — Dissertation, manuscrit, 1964.
 MAJOR, S.: Structures des halles industrielles.* Építőipari K., Budapest, 1950.
 MOKK, L.: Préfabrication sur chantier.* Műszaki K., Budapest, 1961.
 RADOS, K.: Études des projets des bâtiments industriels.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.
 RADOS, K.: L'architecture des établissements industriels.* Tomes I. et II. Akadémiai K., Budapest, 1950—1964.

- RUZICKA, B.: Structures industrielles en béton armé.* Dissertation, manuscrit, 1966.
SZENDRŐI, J.: L'architecture industrielle de notre pays.* Műszaki K., Budapest, 1965.
WEISZ, Gy.: Principes de la conception des structures préfabriquées,* — I.P.B.I. — manuscrit, 1953.*

Premier Assistant Dr. Béla RUZICKA, Budapest XI., Műegyetem rkp. 3.
Hongrie

* En langue hongroise.