

Administrativní budova VNO/NCW „MALIETOREN“, Haag, Nizozemí

VNO/NCW Office Building, "MALIETOREN", The Hague, Netherlands

J. N. J. A. Vambersky

Administrativní budova "MALIETOREN" dokončená v roce 1996 představuje vynikající příklad účelné kombinace různých technologií a různých konstrukčních materiálů. Kombinace nebyla volena samoučelně pouze z architektonických důvodů, ale vyjadřuje snahu o nalezení optimálního konstrukčního řešení stavby realizované ve velice složitých podmínkách. Stavba byla oceněna v soutěži BETONPRIJS 1997 pořádané Nizozemskou betonářskou společností Betonvereniging.

Office Building "MALIETOREN" (finished 1996) represents an excellent example of efficient combination of different technologies and different structural materials. The combination has not been chosen only for architectural reasons, but it expresses the effort to find an optimum structural solution of a building erected in complicated conditions. The design of this building was awarded in the BETONPRIJS 1997 Competition organised by the Netherlands' Concrete Society - Betonvereibing.

Stavebnictví je považováno za velmi konzervativní odvětví průmyslu. Pokládání kamenů na sebe, tak jak to dělali Egypťané při výstavbě pyramid, Řekové při stavbě chrámů a Římané při budování akvaduktů se vlastně příliš neliší od způsobu, jak se i v současnosti realizují zděné konstrukce. Stavebnictví má však také i svoje zásluhy při rozvoji techniky.



Obr. 1 – Celkový pohled na dokončenou administrativní budovu "MALIETOREN" | General view of the office building "MALIETOREN"

Nové stavební materiály a jim odpovídající technologie výstavby způsobily, že současné stavebnictví vypadá zcela odlišně než v antickém Římě, či starověkém Egyptě. Konstrukční ocel, železobeton v monolitické i prefabrikované podobě jsou nyní běžně dostupné a soupeří spolu na trhu stavební výroby. Konkurenční prostředí navíc vytváří v dnešním stavebnictví nové podmínky pro kombinování různých technologií a zdá se, že novým trendem je spíše úsilí o spojování sil a hledání synergie než antagonistický boj.

Vynikajícím příkladem je konstrukce administrativní výškové budovy VNO/NCW postavená nad dálnicí u příjezdu do Haagu v Nizozemí (obr. 1). První alternativy předběžného návrhu – buď celá konstrukce z oceli nebo monolitická železobetonová konstrukce – nakonec ustoupily variantě spojující specifické výhody obou předchozích variant s prefabrikovanou betonovou konstrukcí. Příslušné materiály a technologie se přitom používají tam, kde jsou nejefektivnější. Kombinace těchto tří technologií zaručuje lepší výsledky v porovnání s jejich samostatným použitím.

Návrh konstrukce

Budova má téměř čtvercový půdorys. Ve směru souběžně s dálnicí, nad kterou je postavena, má délku 40 m a je 32,2 m široká (obr. 2). V přízemí je vstupní prostor, v prvním nadzemním podlaží jsou prostory garáží. Do parkovacích ploch se lze dostat při severním průčelí budovy spirálovou rampou, která je z poloviny vykonzolovaná nad dálnicí.

V šestém a sedmém podlaží jsou prostory a vybavení pro pořádání kongresů, ve zbývajících 13 patrech jsou kanceláře. Technické zázemí je soustředěno v nejhorořejší části budovy, která dosahuje celkovou výšku 74 m.

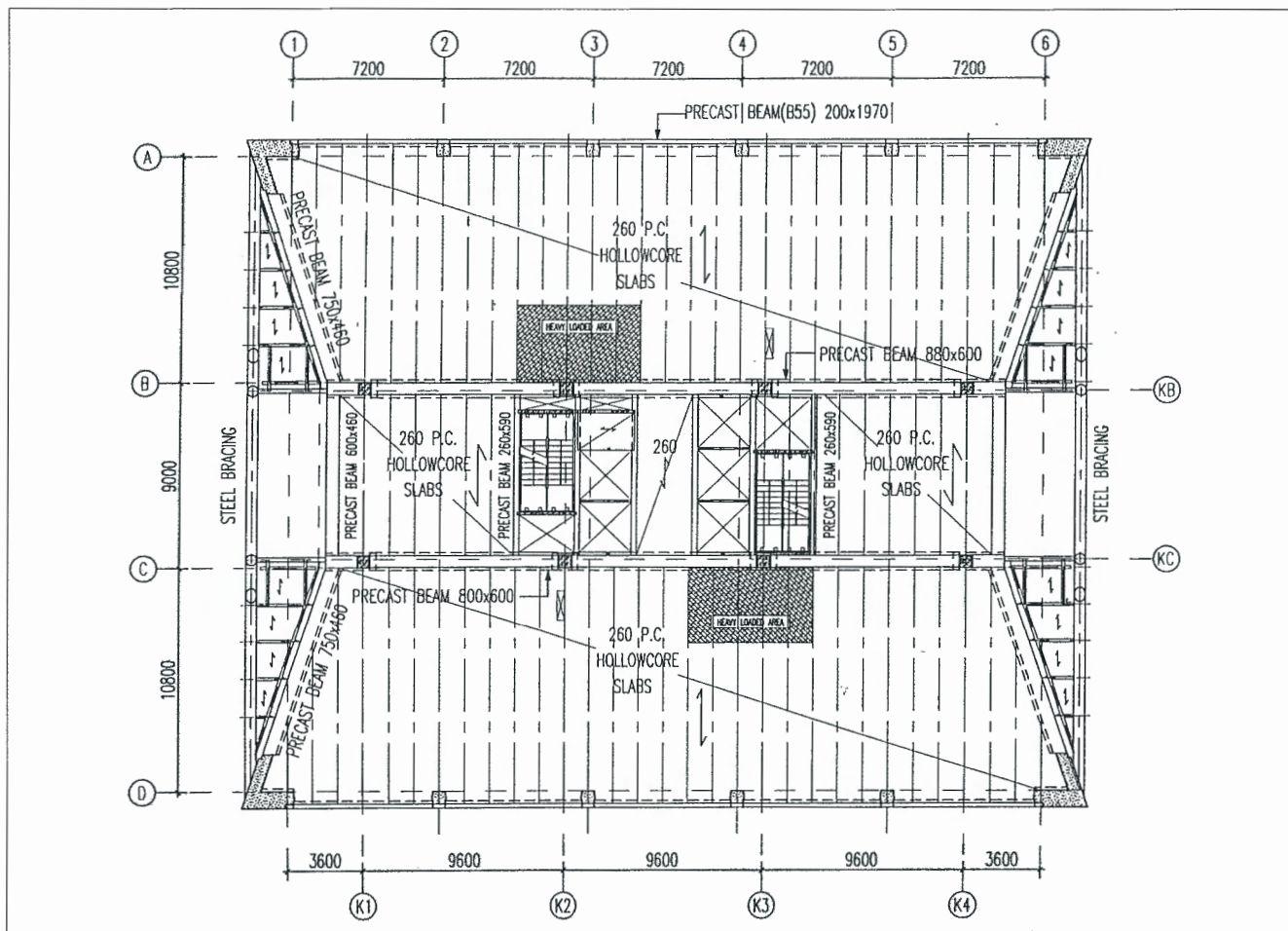
Investor stejně jako architekt by preferovali návrh ještě vyšší budovy, ale úřady v té době s vyšší variantou nesouhlasily.

Postavit budovu uvedených rozměrů nad stávající dálnicí není jednoduchá úloha a může ji odůvodnit pouze rostoucí nedostatek stavebních pozemků v Nizozemí. Provoz dálnice vyžaduje, aby relativně dlouhé úseky byly volné a proto musí být přemostěny – přístup k tak důležitému městu, jako je Haag, nemůže být uzavřen bez vážných dopadů na jeho provoz. Na druhé straně, velké rozpory volají po redukci svislých zatížení a celkové hmotnosti podepřené budovy.

Cena konstrukce musela být s ohledem na tradičně nízké náklady kancelářských ploch v Nizozemí snižována, a to i navzdory složitým místním podmínkám.

Základy

Dálnice, nad kterou je budova situována, je plně zapuštěná do terénu tak, že křižující ulice, ji mohou překlenout beze změny výškové úrovně. Vzhledem k tomu, že hladina spodní vody je v Nizozemí ve většině případů pouze 0,5 m pod úrovní terénu, byla tato zapuštěná dálnice realizována jako vodotěsný železobetonový žlab, zakotvený tahovými pilotami proti nadzvednutí od vodního vzlaku (obr. 3).



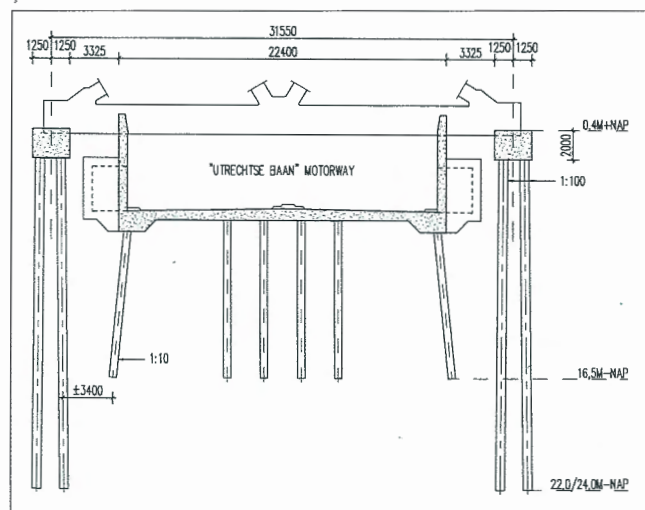
Obr. 2 – Půdorys konstrukce typického podlaží / Standard floor-plan

Aby se neporušila vodotěsnost žlabu a jeho správná funkce, zodpovědné silniční a dopravní instituce zakázaly jakékoliv zásahy, které by mohly změnit stávající zatěžovací podmínky na žlab, včetně prostupů. Další požadavek byl, že vnějšek žlabu musí zůstat stále přístupný. To znamenalo, že všechny čtyři pruhy dálnice i konstrukce žlabu a další prostor pro přístup musely být přemostěny. Celkem bylo třeba dodržet volnou šířku 29,2 m bez jakýchkoliv nových konstrukcí.

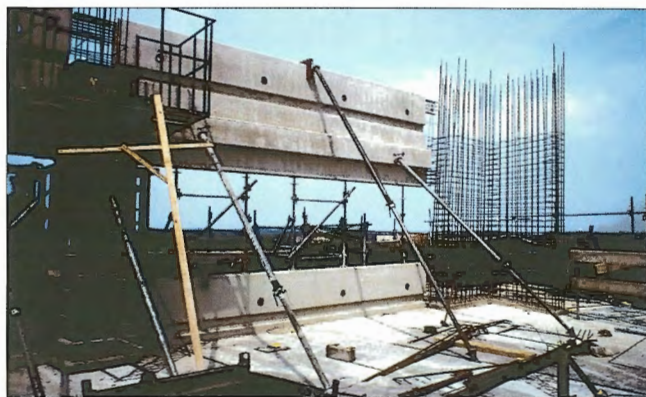
Také situace nad zemí vyžadovala pro poliční provoz určitý minimální volný prostor mezi stávajícími budovami a novou konstrukcí. V důsledku tohoto omezení nemohla být budova včetně základů širší než 34 m. Po obou stranách dálnice zbyl pruh 2,5 m široký a 40 m dlouhý, ve kterém musely být realizovány základy celé budovy. Tento pruh byl poté využit pro železobetonový základový nosník 2,5 m široký a 2 m vysoký, s průměrným zatížením 4000 kN/m, dosahujícím v některých místech maximálních hodnot až 8000 kN/m. Tento nosník je podepřen prefabrikovanými pilotami s výjimečně vysokým zatížením. Srovnání alternativních variant pilotových systémů ukázalo, že ačkoliv bylo zatížení na piloty výjimečně vysoké, byly prefabrikované piloty s průřezem 500 × 600 mm a předpokládaným obtížným zarážením nejlevnější v konkurenci s ostatními systémy. Piloty byly nakonec zaraženy do hloubky kolem 24 metrů pod úroveň terénu. Procházejí různými vysoce konsolidovanými pískovými vrstvami typickými pro místní geologické podmínky v Haagu a zasahují patou 10 m do pískové vrstvy s hodnotou únosnosti 30 N/mm². Šlo o velmi náročnou pilotovací operaci, a to i přesto, že přibližně polovina délky piloty byla předvrtána.

Do podlaží bylo třeba přenést nejenom vertikální síly, ale i síly horizontální. Protože nebylo povoleno přenášení jakéhokoliv zatížení do stěn žlabu, bylo třeba posoudit a zkontrolovat

především zatížení větrem působící přes dálnici. Z posouzení vyplynulo, že pro přenos zatížení od větru do podlaží mohla být využita pouze jedna strana základového nosníku podepřeného ohybově namáhanými pilotami. Aby se rozložilo vodorovné zatížení přenášené ze svislých stabilizačních prvků do přízemí a prostřednictvím tohoto podlaží do základového nosníku co nejrovnoměrněji, byla stropní deska v přízemí navržena jako kompozitní diafragma z prefabrikovaných betonových desek se spráženými monolitickými nadbetonávkami.



Obr. 3 – Příčný řez konstrukcí dálnice a základy budovy / Section through motorway and foundations of building



Obr. 4 – Spojení prefabrikovaných parapetních nosníků s monolitickými sloupy vytváří ohybově tuhý rám (průčelí rovnoběžné s dálnicí) / Precast concrete parapet beams integrated by cast in situ concrete columns into moment-resisting stability frame (facades parallel to the motorway)



Obr. 5 – Detail styku ocelového ztužidla s monolitickým rohovým sloupem / Detail of connection steel bracing to the cast in situ corner column



Obr. 6 – Styk ocelového ztužidla s rohovým sloupem / Connection of steel bracing with corner column

Koncepce výškové konstrukce

S ohledem na osovou vzdálenost mezi základovými nosíky kolem 31 m se pro budovu uvažovaly různé koncepce návrhů. Varianty, které počítaly s konstrukční ocelí, byly lehčí, ale ukázaly se dražší než alternativy nakonec zvolené, využívající kombinované konstrukce z konstrukční oceli, monolitického a prefabrikovaného betonu. V konkurenci neuspěly ani čistě betonové alternativy.

Postupně byly porovnány návrhy s různými alternativami roznášecích patrových nosníků v různých úrovních. Nakonec se z architektonického pohledu a z hlediska dosažení konstrukčních požadavků ukázalo jako nejvýhodnější roznesení na úrovni vstupního podlaží.

Prefabrikovaný beton

Stropní konstrukce běžných nadzemních podlaží jsou z dutinových panelů podepřených prefabrikovanými předepjatými betonovými nosíky v podélném směru. Tyto nosíky jsou podepřeny sloupy z vysokopevnostního betonu vyrobenými vcelku na výšku dvou podlaží. Vysokopevnostní beton byl zvolen z důvodů lepšího využití podlahové plochy a celkové ekonomie stavby. Prefabrikovaný beton byl zvolen také z důvodu rychlosti výstavby a s tím spojené ekonomické výhodnosti.

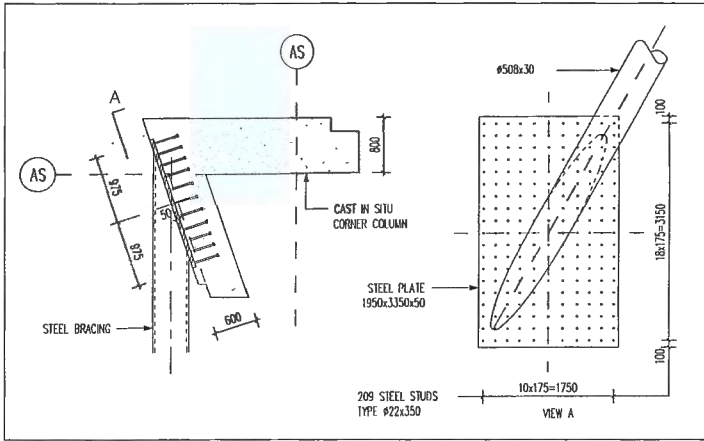
Konstrukce prefabrikovaných betonových sloupů z vysokopevnostního betonu není sice složitá, ale rozhodující konečná dimenze průřezu je dána styky sloupu a počtem výztužných prutů procházejících stykem. Aby bylo možné plně využít vlastností vysokopevnostního betonu, byl pro tento projekt z důvodů vyřešení problému překrývajících se prutů vyvinut nový typ styku. Prefabrikované sloupy z betonu třídy B85 jsou opatřeny na koncích ocelovými deskami, ke kterým je výztuž plně přivařena. Proto zde nedochází k překrývání a může se využít celé procento vyztužení až do 8 %. Na stavbě jsou sloupy ukládány bezprostředně přímo na sebe a protože stykové desky nebyly speciálně upraveny, vždy mezi nimi vycházely malé mezery v šířce do 3 mm, které se vyplnily epoxidovým lepidlem s pevností 200 N/mm².

Prostorová tuhost a stabilita

Nosná konstrukce průčelí rovnoběžných s dálnicí se skládá z prefabrikovaných parapetních nosníků a monolitických sloupů (obr. 4). Tyto monolitické sloupy vytvářejí společně s parapetními prefabrikovanými nosíky tuhý rám, který zajišťuje prostorovou tuhost a stabilitu budovy v podélném směru. Monolitické rohové sloupy spojují tyto rámy s ocelovými ztužidly na vnější straně průčelí kolmých k dálnici (obr. 5 až 8) a vytvářejí tak tuhý obvodový systém (partial facade tube), který zajišťuje prostorovou tuhost celé konstrukce. Tímto způsobem jsou výztužné prvky umístěny kolem obvodu budovy, kde jsou nejúčinnější a ponechávají tak uvnitř volný prostor pro požadované funkční využití budovy. Jádru nemá statickou funkci a využívá se pouze pro vertikální komunikace, jako jsou výtahy, schodiště a instalační šachty (obr. 11). Stěny jsou lehké konstrukce z kovových sloupků opláštěných sádkkartonovými deskami.

Roznášecí patrový nosník

Osm sloupů ve středu půdorysu je umístěno přímo nad dálnicí. Zatížení, která sloupy přenášejí, bylo třeba převést do základových nosníků v prostoru vedle dálnice. Na základě prověření různých možností bylo rozhodnuto použít spřažené betonové konstrukce. Spřažená příhradová roznášecí konstrukce z monolitického a prefabrikovaného betonu má výšku 8,2 m a rozpon 32,2 m (obr. 9 a 10). Dva metry vysoký prefabrikova-



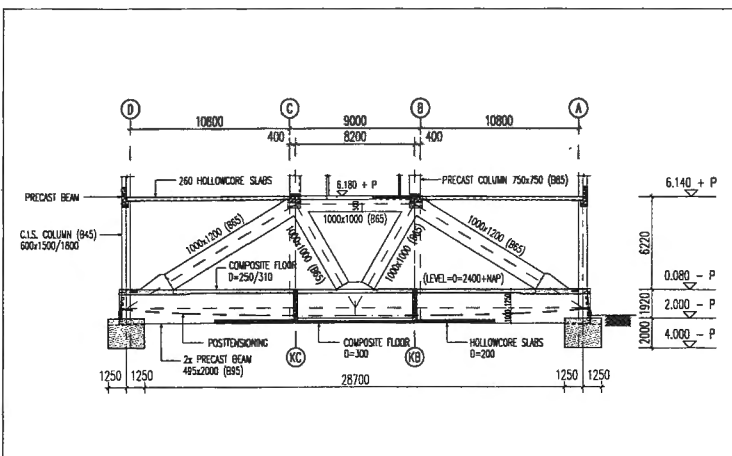
Obr. 7 – Detail styku ocelového tzužidla s monolitickým rohovým sloupem / Detail of connection steel bracing to the cast in situ corner column

ný, předepjatý a dopínaný spodní pás byl navržen tak, aby během výstavby fungoval jako nosník přenášející zatížení podlaží působícího jako pracovní plošina v době betonáže monolitických diagonál a horního pásu příhradového nosníku.

Důležité kritérium pro návrh této roznášecí konstrukce byla její tuhost. Aby byla zajištěna správná funkce celé budovy, musela být tuhost v porovnání s požadavky běžně předepsanými v normách větší. Ale současně nemohly být rozměry průřezů příliš velké. Proto bylo nutné použít vysoce kvalitní materiály. V první fázi návrhu se pro spodní pás uvažoval beton B65, přičemž pro dosažení požadované tuhosti bylo třeba mimo předpínací výtuzň použít 4% konvenčního vyztužení. Po posouzení možností bylo vybráno řešení se spodním pásem 1 m × 2 m z prefabrikovaného betonu. Zbývající části příhradového nosníku byly navrženy z monolitického betonu.

Prefabrikovaný spodní pás byl z důvodu tíhy a podmínek dopravy podélně rozdělen na dva nosníky 0,5 m široké × 2 m vysoké. Třída betonu byla změněna z B65 na B95. Toto umožnilo redukci konvenčního vyztužení ze 4% na 2,5%, přičemž tuhost zůstala beze změny. Snížení spotřeby vyztuže a použití betonu vyšší třídy bylo hospodárnější. Další výhody použití vyšší třídy betonu byly:

- zvýšení tahové pevnosti betonu a následné zvýšení tuhosti celé roznášecí konstrukce,
- dodatečné předpínání konstrukce se mohlo provést v menším počtu kroků,
- tlaková namáhání v ložiscích pro transport se mohla zvýšit, což vedlo ke zmenšení plochy ložisek.



Obr. 9 – Roznášecí kompozitní patrový nosník / Composite transfer truss girder

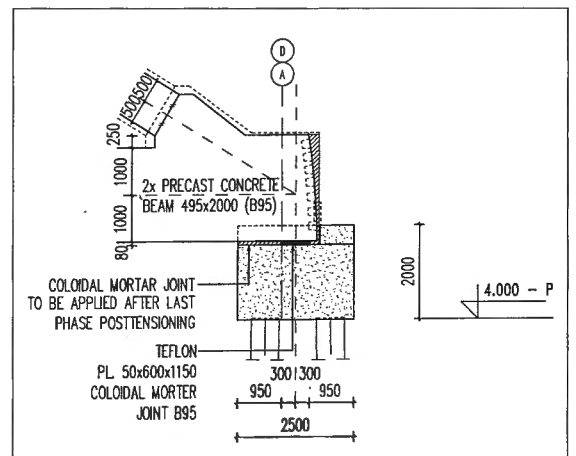


Obr. 8 – Prefabrikované betonové stropy, ocelová tzužidla a monolitické sloupy spojené v prostorovou konstrukci / Precast concrete floors, structural steel bracing and cast in situ columns integrating 2-dimensional elements into 3-dimensional structure

Prvky spodního pásu byly vyrobeny na předpínací dráze pro mostní nosníky a dále byly dodatečně předepnuty až na mezní hodnoty, které zařízení dovolovalo (obr. 12). Po přepravě na místo stavby byly nosníky během jedné noci uloženy na místo společně s pracovním stropem (obr. 13). Diagonály a horní pás byly potom přibetonovány z betonu B65.

Prvních sedm podlaží bylo přidáno za současného dodatečného předepínání tak, aby se vyrovnávala napětí.

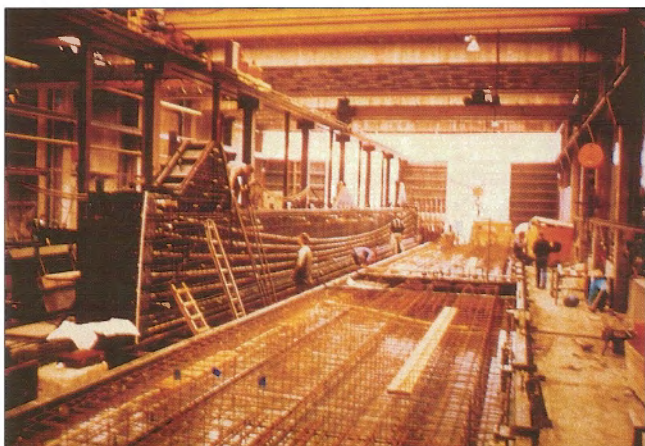
Aby se předešlo ztrátám předpětí v okolních konstrukcích, musel být roznášecí patrový nosník až do provedení posledního dopnutí konstrukce nezávislý na konstrukci přízemí. Proto byla kontaktní plocha roznášecího patrového nosníku na základových nosnících navržena a vyrobena tak, aby po toto období působila jako kluzná ložiska.



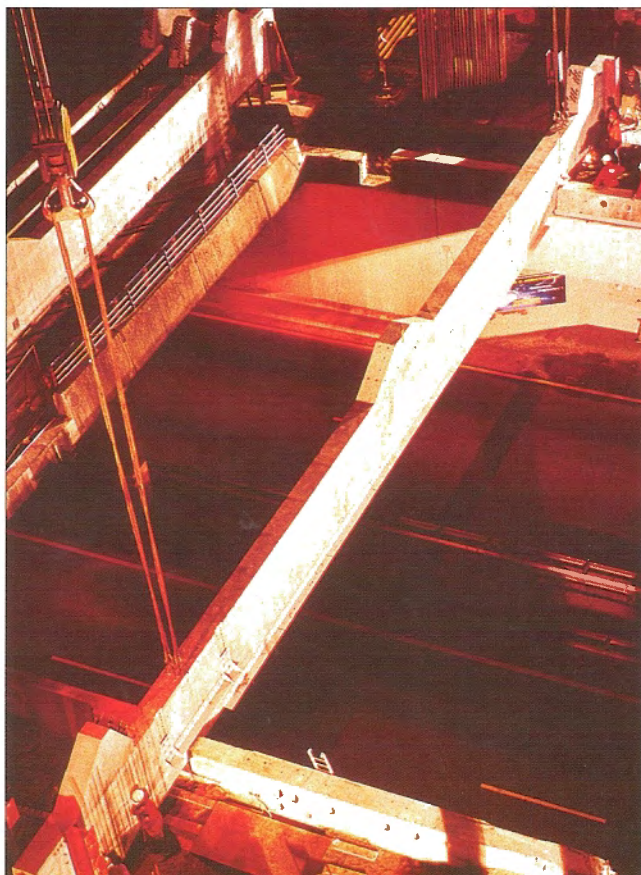
Obr. 10 – Detail ložiska roznášecího nosníku na základovém nosníku / Detail of bearing of the transfer truss on the foundations beams



Obr. 11 – Vnitřní volný prostor podlaží - jádro využito pouze pro vertikální komunikace / Free inside space of floor - The core is used for vertical transport only



Obr. 12 – Výroba prvků spodního pásu roznášecího nosníku na předpínací dráze / Precasting of lower chord elements of the truss girder on a prestressing bed



Obr. 13 – Ukládání prefabrikovaných spodních pásů roznášecích nosníků / Placing of the precast concrete lower chord of the transfer truss

Summary

Vambersky: VNO/NCW Office Building, "MALIETOREN", The Hague, Netherlands

New building materials and new related construction technologies have made the building industry of today look quite different from the Roman or the ancient Egyptian one. Structural steel, reinforced and precast concrete are now more than common and compete with each other on the construction market. This competition is, moreover, being given a new dimension. Joining forces, seeking synergy, rather than fighting, seems to be the emergent trend when it comes to different technologies in the industry today.

An excellent example is the structure of the VNO/NCW office tower, under construction over the motorway entering the city of The Hague in The Netherlands. The first alternatives put forward in the preliminary design stage, either entirely in structural steel or in cast *in situ* concrete, finally gave to an alternative in which the specific advantages of both are combined, with precast concrete, and these materials and technologies are used where they are each most effective. The combination of the three gives better results than if they had been used separately.

The building is almost square in plan, 40 m long a direction parallel to the motorway over which it is built and 32,2 m wide. On the ground floor there is a reception area and the first floors above are designed as a carpark. The parking areas are reached by a spiral ramp on the north face of the building, cantilevering half way over the motorway.

The sixth and seventh floors have space and facilities for congresses whilst the remaining 13 floors are designed as offices.

The building services are concentrated at the top of the building, bringing the total height to 74 m.

Bearing in mind the centre-to-centre distance between the foundation beams of about 31 m, different overall designs for the building were considered. Alternatives in structural steel were lightest in weight, but appeared more expensive than the alternative finally chosen, using a composite structure of structural steel, cast *in situ* and precast concrete. Alternatives in concrete only also failed to compete.

Schemes involving different numbers of transfer structures at various levels were compared, and eventually a solution adopting a transfer structure at the entrance level proved to be the most satisfactory, both from the point of view of the architectural perception and as meeting the structural demands.

The eight columns situated in the middle of the plan are located directly above the motorway. The loads they carry have to be transferred over the sides of the motorway on to the foundation beams. Examination of different possibilities resulted in the adoption of a composite concrete structure, the composite truss transfer structure has a height of 8,2 m and a span of 32,2 m, in cast *in situ* and precast concrete. The 2m-deep precast, prestressed and post-tensioned lower chord was designed to function in the erection stage as a truss to carry the weight of the ground floor acting as a working area during construction and the cast *in situ* diagonals and upper chord of the truss during casting.

Údaje o stavbě

Investor: Multivastgoed (Real Estate Development),
Gouda, Nizozemí
Dodavatel: Wilma Bouw, Haag, Nizozemí
Architekt: Benthem Crouwel Architecten, Amsterdam, Ni-
zozemí
Statický návrh: Corsmit Consulting Engineers, Rijswijk, Nizo-
zemí ve spolupráci s Ove Arup & Partners, Lon-
dýn
Celkové náklady: 70 mil NLG
Začátek výstavby: červen 1994
Kolaudace: červenec 1996

Literatura:

[1] **Gordijn W. M.:** Grenzen in Bouwtechniek verlegd - Hoog-
bouw of overlevering. *De Bouwadviseur*, 12/1995
[2] **Font Freide J. J. M., Peters P.:** Een hoogwaardige constructie
et VNO-kantoor boven de Utrechtsebaan in Den Haag, *Cement*, 12/
1995

*Prof. J. N. J. A. Vambersky, Rosa Spierstraat 8,
2642 BZ Pijnacker, The Netherlands*



**Stavební fakulta ČVUT Praha,
katedra betonových konstrukcí a mostů**

pořádá jednodenní seminář

Navrhování zděných konstrukcí podle ENV 1996-1-1

Přednášející: Ing. Dimitrij Pume, DrSc., Ing. Pavel Košatka, CSc.
Čas a místo konání: čtvrtek 24. září 1998, 9.00 až 16.30 (prezentace od 8.30)
Stavební fakulta ČVUT, Thákurova 7, Praha 6, posluchárna C215

Program:

Zásady navrhování zděných konstrukcí podle EC6, zatížení podle EC1

Materiály pro zděné konstrukce (prezentace firem)

Navrhování stěn a pilířů na účinky svislého zatížení – výpočtové modely, příklady

Navrhování stěn na účinky zatížení zemním tlakem – příklady výpočtů suterénních stěn

Navrhování stěn na účinky zatížení větrem ve směru kolmém k rovině stěny

Diskuse

Cena a úhrada: 880,- Kč (vložené + sborník) DPH 0 %

účet č.: 19-5504610227/0100, variabilní symbol 171298 – Komerční banka Praha 6

Stavební fakulta ČVUT – DIČ: 006-61384046, IČO: 61384046

Uvedená cena platí při úhradě bankovním převodem do 10. 9. 1998, při platbě v hotovosti na místě cena 950,- Kč.

Přihlášky zasílejte

do **5. 9. 1998** na adresu:

Ing. Jitka Filipová, CSc. – katedra betonových konstrukcí

Stavební fakulta ČVUT, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

tel.: 02/2435 4636, sekr.: 02/2435 4637,

fax: 02/311 7362

Vzor závazné přihlášky:

Na seminář: Navrhování zděných konstrukcí podle ENV 1996-1-1 dne 24. 9. 1998

přihlašujeme:

Počet osob: Jména:

Organizace:

Uhrazeno dne: 880,- Kč ×