

## Případová studie: Nákupní centrum CACTUS, Esch/Alzette, Luxembourg

*Oblouková ocelová konstrukce této prodejny byla navržena pomocí konceptu požární bezpečnosti při reálném požáru a je příkladem konstrukce bez dodatečné požární ochrany. Rámová konstrukce s originálním řešením se skládá z prolamovaných nosníků.*



Hlavní nosná konstrukce nákupního centra

### Obsah

1.	Provedení	2
2.	Úvod	2
3.	Konstrukce	3
4.	Koncept požární bezpečnosti	4
5.	Obecné informace	5
6.	Literatura	5

## 1. Provedení

- Obloukové prolamované nosníky v rámové konstrukci vystavené nechráněné expozici.
- Žádná pasivní požární ochrana dle konceptu požární bezpečnosti při reálném požáru.
- Konstruktivní systém umožňující rychlou výstavbu vedoucí k rychlému zprovoznění prodejny.
- Velkoplošné prosklené fasády podporované ocelovou konstrukcí.

## 2. Úvod

Tato středně velká prodejna se nachází v centru města Esch/Alzette v Luxembursku. Investor chtěl vytvořit netypický a pozoruhodný prostor a zvolil si otevřený prostor se dvěma velkoplošnými bočními fasádami. Ocelová konstrukce se skládá z velkorozponových prolamovaných obloukových nosníků, které jsou součástí portálových ráků. Architektonickým záměrem je ponechat nosnou rámovou konstrukci pohledovou.



*Obr. 2.1 Pohled na budovu během výstavby*

### 3. Konstrukce

Konstrukce je prostorná halová stavba provedená z portálových rámu skládajících se z ocelových sloupů a zakřivených prolamovaných nosníků. Jednotlivé rámy jsou vzájemně spojeny pomocí vaznic a ztužujícího systému. Rám tvoří klenuté příčle o rozpětí 20m jež se opakují v podélném směru haly. Horní část sloupu se nachází ve výšce 7,55m a nejvyšší bod zakřivené příčle rámu se nachází ve výšce 9,13m.

Vzdálenost mezi sousedními příčnými rámy je 7,5m. Rámy jsou spojeny spojitými vaznicemi (použitý profil IPE200). Střešní plášť je proveden z ocelových plechů (HOESCH TR44A), izolace a hydroizolační vrstvy.

Na nosníky jsou použity profily Arcelor Cellular Beams<sup>®</sup> vyrobené z profilů HEB450 v kvalitě oceli S235. Výška nosníků je 590 mm, otvory mají průměr 400 mm a vzdálenost mezi středy otvorů je 600 mm.

Sloupy jsou provedeny z oceli průřezu HEB500 v kvalitě oceli S235. Spojení mezi sloupem a nosníkem je provedeno pomocí 10 šroubů v čelní desce je považován za tuhý. Sloupy jsou připojeny k patce kloubově. Horizontální stabilita je zajištěna v jednom směru portálovým rámem a výztužným systémem ve směru podélném (na každé straně budovy). Detail spojení mezi nosníkem a sloupem je zobrazen na Obr. 3.1.

Vnější sloupy jsou namáhány malými osovými silami (pouze od vlastní tíhy obvodového a střešního pláště a zatížení sněhem).



**Obr. 3.1** *Detail přípoje portálového rámu s použitím nosníku s kruhovými otvory pro příčel*

## 4. Koncept požární bezpečnosti

Podle Lucemburských norem je pro takovouto konstrukci u které ocelová konstrukce podporuje střešní konstrukci je požadována odolnost 90 minut.

PROFILARBED-Výzkum byl požádán o provedení požárního návrhu konstrukce a odpovědné úřady akceptovaly použití konceptu požární bezpečnosti při reálném požáru<sup>[2,3,4]</sup>. Požární návrh byl založen na předpisech daných v EN1991-1-2 (s charakteristickým požárním zatížením 730 MJ/m<sup>2</sup>)<sup>[1]</sup> se započtením vlivu aktivních protipožárních prostředků. (Automatické bezpečnostní zařízení, upozornění na požární pult požární ochrany, kouřové detektory atd.) Sprinklery nebyly požadovány díky malým rozměrům budovy.

Teplota plynů byla vypočtena použitím 2. zóny software *Ozone*<sup>[2,3]</sup> a lokalizovaná teplota byla vypočtena za použití metodiky *Hasemi*<sup>[1]</sup>. Soustava simulací byla provedena při uvažování rozbití skel (přední a zadní fasáda je kompletně prosklená). Byla provedena 3D analýza pomocí konečných prvků celé nosné konstrukce budovy na výslednou maximální teplotu ve sloupech 880°C. Vybraný komplexní třidimenzionální model byl analyzován. Některé charakteristické aspekty chování (jako např. Vierendeelův mechanismus a následné boulení stěn) nebyly u nosníků Arcelor Cellular Beams<sup>®</sup> v tomto modelu uvažovány. Byl vytvořen sofistikovaný model pomocí elementů typu “shell” v programu na výpočet pomocí metody konečných prvků, pomocí kterého byly tyto vlivy vyšetřeny.

Veškeré simulace byly provedeny s použitím FE software *SAFIR*<sup>[4]</sup>. Statická zatížení v případě požáru byly uvažovány podle prEN 1990<sup>[5]</sup>.

Betonový nosník vynášející konstrukci střechy dvou podélných přístavků je podporován ocelovými sloupy byl původně navrhován jako prostě podepřený (vždy pnutý z jednoho sloupu na druhý) ale po doporučení z oddělení PROFILARBED-Research byl nakonec proveden jako spojitý po celé délce budovy.

Ocelové průřezy byly shledány vyhovující pro odolávání definovaných požárních scénářů. U svarů profilů Arcelor Cellular Beams<sup>®</sup> b byl požadavek na výšku oboustranných svarů při návrhu za běžné teploty 3mm ale pro splnění požárních požadavků byla provedena výška svarů 5mm.

Výsledek tohoto inženýrského přístupu byl, že veškeré ocelové nosníky nevyžadují pasivní požární ochranu.

## 5. Obecné informace

- Klient: firma Cactus S. A.
- Architekt: Paczowski Fritsch Associés
- Návrh nosné konstrukce: Schroeder & Associés S.A.
- Prováděcí firma: MABILUX S.A.
- Posouzení požární ochrany: PROFILARBED-Research
- Rok výstavby: 2003
- Celková výška: 9,13 m
- Půdorysné rozměry: 28,51 x 48,16 m

## 6. Literatura

- [1] EN1991-1-2, Eurocode 1 - Actions on structures, Part 1.2-Actions on structures exposed to fire. CEN Central Secretariat, Brussels, November 2002.
- [2] Competitive steel buildings through natural fire safety concept. ECSC Research 7210-SA/125.
- [3] Natural fire safety concept – Full scale tests, implementation in the Eurocodes and development of a user-friendly design tool. ECSC Research 7210-060.
- [4] SAFIR, A Computer Program for Analysis of Structures Submitted to the Fire, University of Liège, Department Structures du génie Civil, Service Ponts et Charpentes (2000).
- [5] CEN; prEN1990, Eurocode – Basis of structural design, 2001.

## Záznam o jakosti

<b>RESOURCE TITLE</b>	Case Study: Shopping Centre CACTUS, Esch/Alzette, Luxembourg		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Vassart Olivier	PARE	2003
<b>Technical content checked by</b>	Haller Mike	PARE	08/11/05
<b>Editorial content checked by</b>	Brasseur M	PARE	08/11/05
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G W Owens	SCI	20/1/06
<b>2. France</b>	A Bureau	CTICM	20/1/06
<b>3. Sweden</b>	A Olsson	SBI	20/1/06
<b>4. Germany</b>	C Müller	RWTH	20/1/06
<b>5. Spain</b>	J Chica	Labein	20/1/06
<b>6. Luxembourg</b>	M Haller	PARE	20/1/06
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G W Owens	SCI	09/05/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b> K. Mikeš		ČVUT in Prague	30/9/07
<b>Translated resource approved by:</b>	T Vraný	ČVUT in Prague	3/10/07
	F Wald	ČVUT in Prague	4/10/07