



Zpracovali: Prof. Ing. Petr Hájek, CSc., Ing. Ctislav Fiala, České vysoké učení technické v Praze

ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZA KAZETOVÝCH STROPNÍCH KONSTRUKCÍ PRO VELKÉ ROZPONY

Souhrn

Železobetonové kazetové konstrukce se tradičně uplatňují při realizaci velkorozponových zastropení. Kazetové konstrukce spotřebovávají méně konstrukčního materiálu, jsou lehčí a zatěžují tak méně podporující svislé konstrukce i základy. Environmentální optimalizace a analýza těchto konstrukcí ukázala příznivější environmentální parametry a menší spotřebu materiálu oproti jiným srovnatelným typům velkorozponových železobetonových konstrukcí.

Oblast použití

Kazetová železobetonová deska představuje vzhledem ke svému tvaru jeden z velmi efektivních typů stropních konstrukcí z hlediska relace mezi statickými parametry a spotřebou konstrukčních materiálů. Důvodem jsou nesporné statické výhody vyplývající z žebrového charakteru průřezu, obousměrného pnutí konstrukce a menší plošné hmotnosti. V porovnání s plnou železobetonovou deskou lze v případě kazetami odlehčených desek dosáhnout i více než 50% úspory betonu při zachování stejných statických parametrů. Redukce zatížení se odráží i v menší spotřebě výztužné oceli vlastní desky a menším zatížení konstrukcí podporujících. Toto se právě výrazněji projevuje při použití kazetových desek na větší rozpory.



Kazetová železobetonová stropní konstrukce obchodního centra v Athénách

Celá řada realizací budov ukazuje, že se kazetový podhled může uplatnit i vhodně architektonicky, především u větších halových prostor.

Metodický a koncepční přístup

Cestou ke zefektivnění technologie výstavby kazetových železobetonových stropů je používání různých typů bednicích dílců vyráběných v různých rozměrových řadách a umožňující tak optimální volbu dimenzí stropní konstrukce s ohledem na konkrétní dispoziční a zatěžovací podmínky. Optimalizace spotřeby konstrukčních materiálů zaměřená na redukci čerpání primárních neobnovitelných surovin je jedním ze základních požadavků při vývoji nových stavebních konstrukcí respektujících požadavky udržitelné výstavby, tj. environmentální, ekonomické a sociální požadavky a kritéria.

Kazetová železobetonová stropní deska představuje již svojí tvarovou podstatou alternativu stropní konstrukce respektující tyto základní principy. Environmentální i ekonomické výhody souvisí především se snížením spotřeby primárních neobnovitelných surovin, se snížením nároků na dopravu a manipulaci materiálů, s úsporami v konstrukcích podporujících a s menším množstvím odpadu a materiálů k recyklaci po dožití konstrukce.

Výsledky řešení

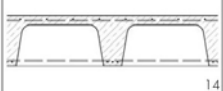
Cílem provedených analýz bylo prověřit efektivnost kazetových stropních konstrukcí využívajících plastové bednicí dílce z hlediska statických, environmentálních a ekonomických parametrů. Analyzované stropní konstrukce byly navrženy na velké rozpory v rozmezí 8,0 až 12,0 m a byly vylehčeny bedněním z plastových dílců Uninox. Pro možnost srovnání jednotlivých parametrů byly do analýzy zahrnuty další dvě alternativy stropních konstrukcí v praxi běžně používaných na velké rozpory – předpjaté stropní dutinové panely Spiroll – Partek a předpjaté stropní TT dílce. Stropní konstrukce byly analyzovány ve čtyřech hlavních skupinách dle rozponů: 8x8 m, 10x10 m, 12x12 m,

8x16 m. A dále v podskupinách o dvou užitných zatíženích 5 a 10 kN/m², stálé zatížení bylo 2,5 kN/m². Celkem bylo analyzováno a porovnáváno 48 variant stropních konstrukcí.

Při environmentální analýze stropních konstrukcí byly u jednotlivých variant sledovány hodnoty svázaných energií, svázaných emisí CO_{2,ekviv.} a SO_{x,ekviv.}, plošné hmotnosti a ceny stropu vztahované na metr čtvereční stropní konstrukce.

Pro každou stropní konstrukci byl zpracován environmentální profil, který společně s obrázkem a stručným popisem obsahuje tři skupiny dat:

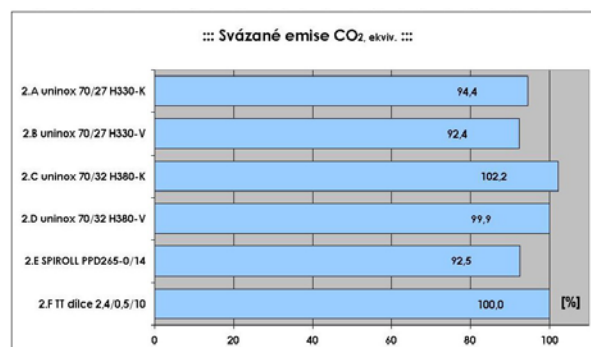
- environmentální parametry – svázaná spotřeba energie, svázané emise CO_{2,ekviv.}, svázané emise SO_{x,ekviv.}, vlastní hmotnost materiálů, ceny zabudovaných materiálů
- materiály na vstupu (fáze výstavby – využívané zdroje pro výrobu materiálů a konstrukcí) – obnovitelné, recyklované, přírodní zdroje
- materiály na výstupu (fáze demolice po dožití stavby – možnost dalšího využití materiálů) – plnohodnotně recyklovatelné, částečně recyklovatelné, nerecyklovatelné (odpad).

	svázaná spotřeba energie	748,6 MJ/m ²
	svázané emise CO _{2,ekviv.}	81,3 kg/m ²
	svázané emise SO _{x,ekviv.}	333,5 g/m ²
	plošná hmotnost materiálů	421,6 kg/m ²
	cena stropu	819,3 Kč/m ²
<p>2.B</p> <p>monolitická kazetová deska, uninox 70/27, H330, vnitřní pole 10,0x10,0 m, g_k = 2,5 kN/m² a q_k = 5,0 kN/m²</p>		
	obnovitelné materiály	0 kg/m ²
	recyklované materiály	0 kg/m ²
	přírodní zdroje	421,6 kg/m ²
	plnohodnotně recyklovatelné	11,7 kg/m ²
	částečně recyklovatelné	409,9 kg/m ²
	nerecyklovatelné (odpad)	0 kg/m ²

Environmentální profil kazetové stropní desky Uninox 70/27 H330

Železobetonové monolitické křížem vyztužené kazetové desky jsou realizovány pomocí plastového bednění typu Uninox. V analyzovaných konstrukcích byly použity dva nejběžněji používané dílce – 70/27 (osová vzdálenost žeber 700x700 mm, výška dílce 270 mm) a 70/32, tloušťka horní železobetonové desky byla ve všech případech 60 mm a celkové tloušťky tak byly 330 a 380 mm. Pro srovnání byly použity předpjaté stropní dutinové panely Spiroll tl. 250 mm, Partek tl. 265 a 400 mm a předpjaté stropní TT dílce skladebné šířky 2,4 m a výšek 400 až 650 mm.

Výsledky v absolutních hodnotách pro jednotlivé alternativy stropních konstrukcí jsou uvedeny v profilech. Procentuální srovnání hodnot jednotlivých alternativ stropů je uvedeno v sadách grafů pro každou podskupinu rozpětí pole a velikosti zatížení.



Svázané emise CO_{2,ekviv.} stropních konstrukcí, pole 10x10 m

Environmentální analýza prokázala, že kazetové železobetonové monolitické stropní konstrukce jsou efektivní alternativou ke dvěma srovnatelným prefabrikovaným konstrukcím z předpjatých panelů Spiroll a TT dílců, a to i v případě neuvažování dalších vlivů, např. vlivu podporujících stropních průvlaků aj. Dramatický vliv průvlaků na stropní konstrukci jako celek však nelze očekávat v žádné z hodnocených variant, neboť průvlaků jsou nedílnou součástí jak prefabrikovaných, tak monolitických konstrukcí.

Environmentální výhodnost té či oné varianty je u kazetové železobetonové monolitické stropní konstrukce závislá na optimální volbě především bednicích plastových forem, tedy zvolené účinné výšce průřezu pro daný typ rozpětí a zatížení.

Z optimalizované účinné výšky průřezu vyplývá následně minimální potřebné množství betonářské výztuže a betonu pro daný výšek stropu.

Významným faktorem jsou vedle menšího zatížení životního prostředí emisemi CO₂, SO_x, svázanou spotřebou energie i přímé úspory primárních zdrojů surovin (výhledově i menší množství materiálu při demolici konstrukce).

Analýza ukázala, že při dobrém optimalizovaném návrhu mohou být environmentální výhody železobetonových kazetových desek ekonomicky zhodnoceny. V případě konkrétní navrhované konstrukce by skutečná efektivita použití kazetové konstrukce měla být prověřena podrobným výpočtem, včetně vyhodnocení environmentálních parametrů a cenového porovnání.

Literatura

- Fiala, C., Hájek, P. (2005): Environmentální optimalizace komůrkové železobetonové desky, 12. Betonářské dny 2005, ČBS ČSSI. ISBN 80-903502-2-4, Hradec Králové, 2005
- Hájek, P., Fiala, C. (2007): Kazetové stropy pro velké rozpory - Environmentální analýza, 14. Betonářské dny 2007, ČBS ČSSI. ISBN 978-80-87158-04-3, Hradec Králové, 2007