

PREFABRIKOVANÉ NOSNÍKY ULOŽENÉ OZUBEM, ČÁST 1: DIMENZOVÁNÍ METODOU PŘÍHRADOVÉ ANALOGIE ■ PRECAST DAPPED-END BEAMS, PART 1: DESIGN WITH STRUT-AND-TIE MODELS

Michal Hasa, Miloš Zich

Článek se zabývá problematikou navrhování detailu uložení prvku ozubem, pro jehož dimenzování se v praxi zpravidla používá výpočetních postupů založených na metodě příhradové analogie. Je stručně shrnut současný stav problematiky a popsán nejčastější způsob vyztužování detailu včetně vybraných doporučení uváděných v odborné literatuře. Jsou diskutovány vybrané „praktické“ problémy plynoucí ze známého řešení podle německého přístupu a je prezentována jeho modifikace, která tyto nedostatky odstraňuje a zohledňuje také praktický způsob vyztužování. ■ This article focuses on the design of dapped-end beam, the design of which in practice usually employs the calculation procedures based on the strut-and-tie method. A summary of the current state-of-the-art is presented. The most usual models of reinforcing of the detail is described herein, including the selected suggestions that are mentioned in the literature. Selected “practical” issues are discussed, specifically those resulting from the known design based on the German approach, modification of which is presented while eliminating the mentioned weak points and taking into account the practical layout of reinforcement.

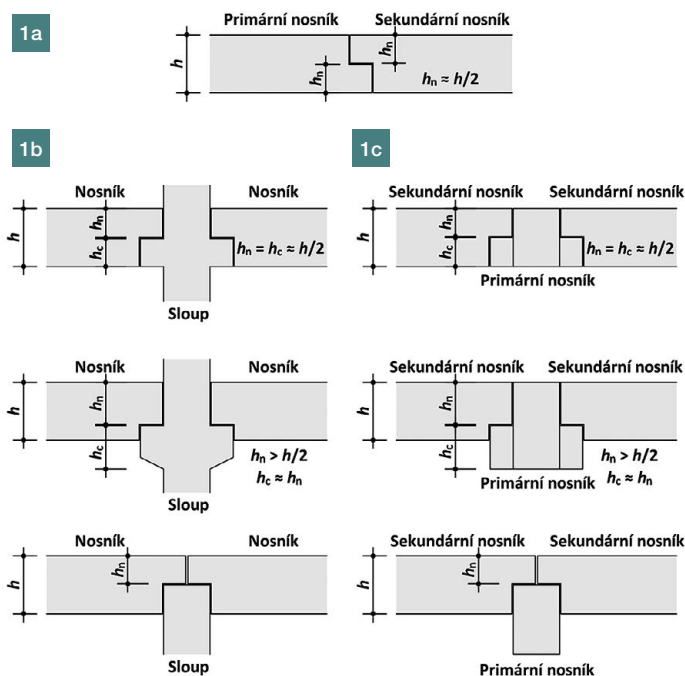
Metoda příhradové analogie je metoda obecná, která umožňuje konzistentní řešení detailu, prvku nebo celé konstrukce. Tato metoda je založena na teorii plasticity, což ve své podstatě znamená, že výpočtový model splňuje pouze podmínky rovnováhy a podmínky plasticity (únosnosti), avšak nesplňuje podmínky kompatibility přetvoření. Ačkoli k výraznému rozvoji této metody došlo již koncem minulého století a v zahraničí byla a je tato metoda poměrně hojně publikována, lze konstatovat, že do povědomí naší široké odborné veřejnosti se dostala právě až s nástupem současně platné normy ČSN EN 1992-1-1 [1].

Za největší nevýhodu této metody je však nutné označit její nejednoznačnost (nejedinečnost příhradového modelu). Pro jednu modelovou situaci lze totiž teoreticky nalézt nekonečně mnoho řešení, což ovšem může mít pro mnoho praktických statiků naprosto zásadní význam. Tento hendikep bohužel nelze odstranit, avšak je možné jej částečně zmírnit zpřístupněním metody „koncovému uživateli“ v přijatelné formě.

Tuto ambici si jako jeden z cílů vytyčila také práce [2], ve které je podstata metody příhradové analogie popsána. Uvedena je zde také obecná metodika navrhování a posuzování včetně popisu jednotlivých komponent příhradového modelu. Práce obsahuje také velké množství odkazů na odbornou literaturu zabývající se tímto tématem.

ULOŽENÍ PRVKU OZUBEM

Jedním z nejrozšířenějších detailů užívaných v prefabrikovaných konstrukcích pozemních staveb je detail uložení prvku ozubem (obr. 1 a 2). Tento detail lze nalézt v anglicky psané literatuře pod ustálenými termíny dapped end (zejména v zámořské literatuře a ve většině do angličtiny překládaných textů), např. [3] až [10], nebo half joint (termín používaný ve směs pouze ve Spojeném království), např. [11] a [12], výjimečně také recessed beam end [12] anebo notched beam



end [13]. V německy publikované literatuře lze hledat termíny abgesetzte Auflager (Trägerende), např. [14], [15] a [16], nebo ausgeklinkte Auflager (Trägerende), např. [17], [18] a [19]. Terminologie pro pojmenování tohoto detailu není v České republice doposud ustálená, proto hovoříme někdy také o tzv. nepřímém uložení prvku – z titulu nepřímého uložení hlavní výztuže do vyvěšovacíh třmínků (obr. 3). Poznamenejme, že v případě, kdy nosník není opatřen ozubem, mluvíme o tzv. přímém uložení prvku – hlavní nosná výztuž nosníku je ukončena až za lícem podpory (také obr. 3).

Ačkoli se v rámci betonového stavitelství obecně předpokládá „standardní řešení“, tj. armování detailu pomocí měkké betonářské výztuže, existuje však také řešení, jehož použitím lze dosáhnout stejného efektu. Toto řešení využívá částečně nebo plně zabudovaných ocelových prvků a lze ho nalézt pod anglickým termínem shear box (smykový box) v publikaci [12] a také v příručkách [3] a [4] pod anglickým termínem hanger connection (doslova připojení zavěšením).

STATICKE ŘEŠENÍ A ZPŮSOB VYZTUŽOVÁNÍ

Přestože je detail uložení prvku ozubem používán v prefabrikovaných konstrukcích již celá desetiletí, podrobnější způsob jeho konstrukčního a statického řešení je stále ještě částečně závislý na zvyklostech projektanta, příp. výrobce a dodavatele prefabrikované konstrukce, a není dosud striktně upraven žádnou ze současně platných norem, např. ČSN EN 1992-1-1 [1], DIN EN 1992-1-1 [20], ACI 318 [21] a CSA A23.3 [22]. Tyto normy se totiž odvolávají zpravidla pouze na aplikaci metody příhradové analogie (v normě [1] je tato metoda uvedena jako navrhování s pomocí modelů náhradní příhradoviny), příp. na s ní spojené základní výpočtové modely, nicméně bližší praktická doporučení, příp. konstrukční zásady, v nich chybí.