

KOMPLEXNÍ NÁVRH ZÁKLADOVÝCH DESEK ■

COMPREHENSIVE DESIGN OF FOUNDATIONS SLABS

Miloslav Smutek

Betonové základové desky se navrhují podle ČSN EN 1992-1-1 z hlediska mezních stavů únosnosti zejména na ohybové momenty a na protlačení vertikálními konstrukcemi nejnižšího suterénu a z hlediska mezních stavů použitelnosti hlavně na šířku trhlin z pohledu ochrany výztuže, ale v řadě případů i z hlediska vodonepropustnosti (které se řídí i jinými předpisy). Obojí vede k poměrně složitým a časově náročným statickým výpočtům. Cílem článku je tyto procesy inventarizovat, zkompletovat zejména požadavky na návrh protlačení a stanovit výpočetní postupy použité při vytváření nového výpočtového softwaru. Primárně je postupováno podle ČSN EN 1992-1-1, ale pro komplexní pohled na problematiku jsou uvedeny i jiné zdroje. Korekce podle jiných předpisů jsou do softwaru zavedeny z toho důvodu, že řada zakázek směřuje do SRN a/nebo Rakouska. ■ Concrete foundation slabs are designed in accordance with ČSN EN 1992-1-1. Designs are made according to ultimate limit states based on bending moments and on punching of vertical structures of the lowest basement and according to serviceability limit states to meet the requirements of limit crack width due to protection of reinforcement and in many cases also to secure watertightness of the slab. For that, you have to follow different standards than ČSN. But either design result in relatively complicated and time consuming static analysis. The purpose of the issue is to make an inventory of these processes, complete all demands for design of punching of slabs and set proper calculation procedures. The approach is primarily based on ČSN EN 1992-1-1, but for complex overview of the problem, there are mentioned also other sources. In the software, there is also possible to switch on restrictions, which are required in other codes, because many contracts are realized in Germany and Austria.

NÁVRH ZÁKLADOVÝCH DESEK

Bezpečný a ekonomický návrh základové desky je důležitý. Jedná se většinou o první krok při zahájení projekčních prací na stavebně konstrukční části projektové dokumentace. Bývá na ni převážně málo času, protože investor se zadáním prací často čeká na poslední chvíli, stavaři a zpracovatelé jednotlivých profesí začínají zvolna, vždyť stavba potřebuje přece „jen“ základovou desku. Pro dostatečně přesný výpočet je potřeba mít kompletní výpočtový model nosné konstrukce celé

budovy, znát veškerá zatížení a v neposlední řadě odpovědně zpracovaný podrobný inženýrskogeologický průzkum provedený do dostatečné hloubky, protože nedílnou součástí návrhu je i interakce budovy s podzákladím, zprostředkovaná právě základovou deskou. Úskalí interakce je ve vhodném modelu podloží a tuhosti pilot nebo jiných prvků speciálního zakládání.

Vlastní návrh desky spočívá ve stanovení bezpečné a ekonomické tloušťky, příp. s lokálním zesílením, precizování geometrie a v případě pilot vyladění pérových konstant. V dalším kroku je potřeba navrhnout a posoudit výztuž desky. Návrh nutných ploch ohybové výztuže z hlediska mezního stavu únosnosti obsahují prakticky všechny výpočetní programy ve standardní konfiguraci a tento návrh většinou zabere nejméně času. Náročnější problém je návrh výztuže proti protlačení základové desky sloupy, rohy a/nebo konci stěn. Postupy tohoto výpočtu se neustále krok po kroku zpřísňují, důvody se mi nepodařilo zjistit ani na akademické půdě. Návrh výztuže proti protlačení nespočívá jen v návrhu třmínek nebo ohybů, ale je úzce provázán i s návrhem průřezové plochy ohybové výztuže u spodního líce desky v oblasti pod sloupy. Tato ohybová výztuž vstupuje do hry i při posuzování desek na mezní stavy použitelnosti, zejména pokud je deska součástí tzv. bílé vany, ale i pokud řešíme např. smršťování betonu. Zajímají nás šířky trhlin, a to ve dvou rovinách. Šířky průběžných trhlin kvůli pronikání spodní vody a šířky neprůběžných trhlin z hlediska tříd prostředí a ochrany výztuže před korozí. Jak je vidět, návrh výztuže základových desek je poměrně komplexní a vzájemně provázaný soubor jednotlivých na sebe navazujících výpočetních postupů.

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ DESKY NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Po primárním návrhu pomocí dimenzovacích modulů je potřeba dát výsledky do souladu s konstrukčními ustanoveními platných norem. Výztuž navrženou na MSÚ je poté nutné zadat do dalších výpočtů, kombinace zatěžovacích stavů podle [9] většinou zajistí moduly implementované do výpočetního softwaru.

PROTLAČENÍ SLOUPU ZÁKLADOVOU DESKOU

Nejprve rekapitulace toho, co říká norma [1] k protlačení základových desek:

- protlačení v líci sloupu:
 - v tomto případě se návrh prakticky neliší od běžného stropu,
- návrh základových konstrukcí:
 - odstavec 6.4.4 (2), rovnice 6.48. Postup vede k iteracím pro desky, protože se zohledňuje rozložení napětí v základové spáře. Komentář k DIN EN [3] Bild NA. 6.21.1 dovoluje pro štíhlé patky a základové desky umístit kritický průřez do vzdálenost 1,0d od líce sloupu jako přibližné řešení,
 - 6.4.4.2 (2) „Kontrolované obvody ve vzdálenosti menší než 2d je třeba uvažovat, pokud soustředěné síle odporuje vysoký tlak (např. tlak zeminy na základ)...“,
 - 6.4.4.2 (9) „Pro desky s rozšířenými hlavicemi sloupů, pokud $l_H > 2h_H$... je potřeba posoudit kontrolované průřezy jak uvnitř hlavice, tak i v desce za hlavici.“,
 - 6.4.3 (8) „V základové desce lze redukovat smykovou sílu při protlačení V_{Ed} v důsledku příznivého zatížení tlakem zeminy.“,
 - 6.4.4 (2) „Únosnost ve smyku základů sloupů při protlačení se má ověřit na kontrolovaných obvodech ve vzdálenostech do 2d od obvodu sloupu.“,

kde d je účinná výška desky stanovená z účinných výšek výztuže ve dvou na sebe kolmých směrech, l_H vzdálenost okraje sloupové hlavice od líce sloupu, h_H rozdíl tloušťky desky a hlavice a ΔV_{Ed} síla působící vzhůru uvnitř uvažovaného kontrolovaného obvodu, tj. reakce zemního tlaku zmenšená o vlastní tíhu základu.

Za zmínku ještě stojí příznivý vliv příčných sil vyvozených předpínací výztuží, jejichž výslednice V_{pd} působí proti svislé síle ve sloupu. Podle [3] 6.4.3 Zu(9) lze však uvažovat pouze vliv kabelů umístěných do vzdálenosti $0,5d$ od líce sloupu a jen z úseku, který je uvnitř prvního kritického obvodu.

PROČ IMPLEMENTACE DO FEM VÝPOČTU

Průběh kontaktního napětí σ_z pod základovými deskami má obecný průběh specifický pro každý jednotlivý případ. Toto platí i v těch nejjednodušších