

SBRA Z HLEDISKA PROJEKČNÍ PRAXE

Pavel Háša

ABSTRACT

This paper discusses the reliability assessment in recent design practice. Practical approach in load combination is shown on two examples of the existing structures. Main advantage of SBRA method is seen in loading combination or in the evaluation of the existing structures

KLÍČOVÁ SLOVA

Stávající konstrukce, kombinace zatížení, pravděpodobnost

1 Úvod

Povinností projektanta podle zákona je navrhnout konstrukci splňující požadavek „na mechanickou odolnost a stabilitu“ (kromě jiných, dalších požadavků) [9]. Má se zato, že tato povinnost je splněna, pokud je postupováno podle platných, i když nezávazných norem. Projektant tedy bude vždy potřebovat nějakou normu, podle které může postupovat.

Projektová praxe zatím metody pravděpodobnostního navrhování SBRA využívá velmi málo a to zejména z následujících důvodů:

-Současná projektová praxe je charakteristická zejména enormním zkrácením času věnovaného technické přípravě staveb. V důsledku této skutečnosti se jednotlivé fáze projektové přípravy často časově překrývají. Projektová příprava se časově překrývá s poptávkami na technologická zařízení. Projektant tak nemá ve správný čas správné informace, což vede k častým změnám zatížení a dispozičního či konstrukčního řešení.

- Časté a často podstatné změny ve vstupních předpokladech vedou projektanty k přesvědčení, že je vlastně jedno podle jaké normy se postupuje (hlavně když se postupuje podle nějaké, pokud možno platné). Úspory dosažené zpřesněním výpočtů jsou menší než je vstupní nejistota. To je možná i důvod toho že jsme se de facto vrátili k navrhování podle dovolených namáhání (od té doby kdy je u ocelových konstrukcí součinitel spolehlivosti na straně materiálu většinou rovný jedné a kdy jsou součinitele zatížení jednotné).

- Publikované příklady řeší dílčí problémy, často s využitím vlastních analytických modelů.

2 Pravděpodobnostní výpočty a platné normy

Současné platné normy umožňují pravděpodobnostní návrh konstrukcí. V normě [1] je uvedeno, že „alternativně lze použít návrh založený přímo na pravděpodobnostních metodách“. Kriteria pro tento návrh (index spolehlivosti) jsou uvedena v příloze C této normy. Norma [1] však současně požaduje, aby takto navržená konstrukce neměla nižší spolehlivost než konstrukce navržená

¹ Pavel Háša, Ing., Excon a.s., Sokolovská 187/203, tel.: 244015540, e-mail: hasa@excon.cz

metodou dílčích součinitelů a doporučuje srovnání výsledků obou postupů. Takový postup je reálný pouze ve zvláštních případech, při běžném projektování projektant zvolí klasické osvědčené postupy.

Přímý pravděpodobnostní výpočet je umožněn i ve stále platné normě [2], kde v příloze A je uvedeno kritérium spolehlivosti a návrhové pravděpodobnosti poruchy.

3 Praktické použití SBRA v projekční praxi

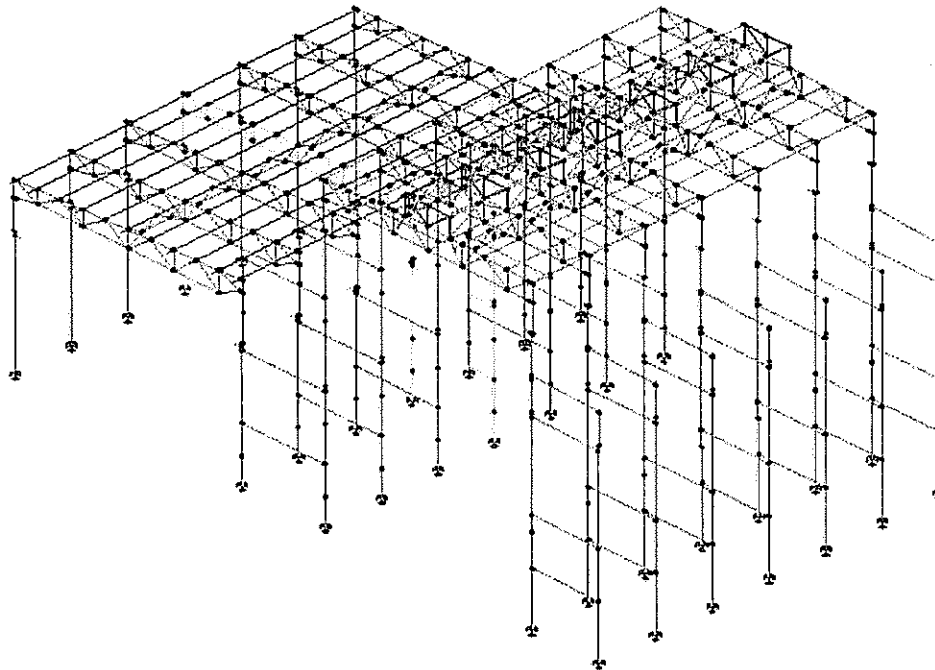
V současné době se jeví reálné praktické využití metod SBRA zejména v možnosti zpřesnění výpočtu kombinací zatížení.

Kombinace zatížení stálých, proměnných či mimořádných zatížení se počítají podle Eurokódu [1] s využitím součinitelů kombinací pro různé návrhové situace. V konstrukci (zejména v konstrukci technologické) lze definovat řadu nezávislých proměnných zatížení. Není vždy jasno, které proměnné zatížení je hlavním zatížením pro ten který konkrétní konstrukční prvek, často je pro různé konstrukční prvky rozhodující rozdílné zatížení.

To vede k velkému množství zatěžovacích kombinací, u kterých často máme pocit, že jsou sice správně podle [1] vypočteny, ve skutečnosti jsou však zřejmě nereálné (zejména pokud je konstrukce zatížena větším počtem mostových jeřábů [3]).

Při aplikaci pravděpodobnostní metody SBRA mohou být jednotlivá zatížení charakterizována křivkami trvání zatížení [5], [6]. Kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů může být vypočtena programem ResCom či M-Star [5], vždy pro určité pravděpodobnosti.

V naší projekční praxi jsme obdobného postupu použili při posuzování stávající nosné konstrukce výrobního bloku elektrárny Opatovice nad Labem [7].

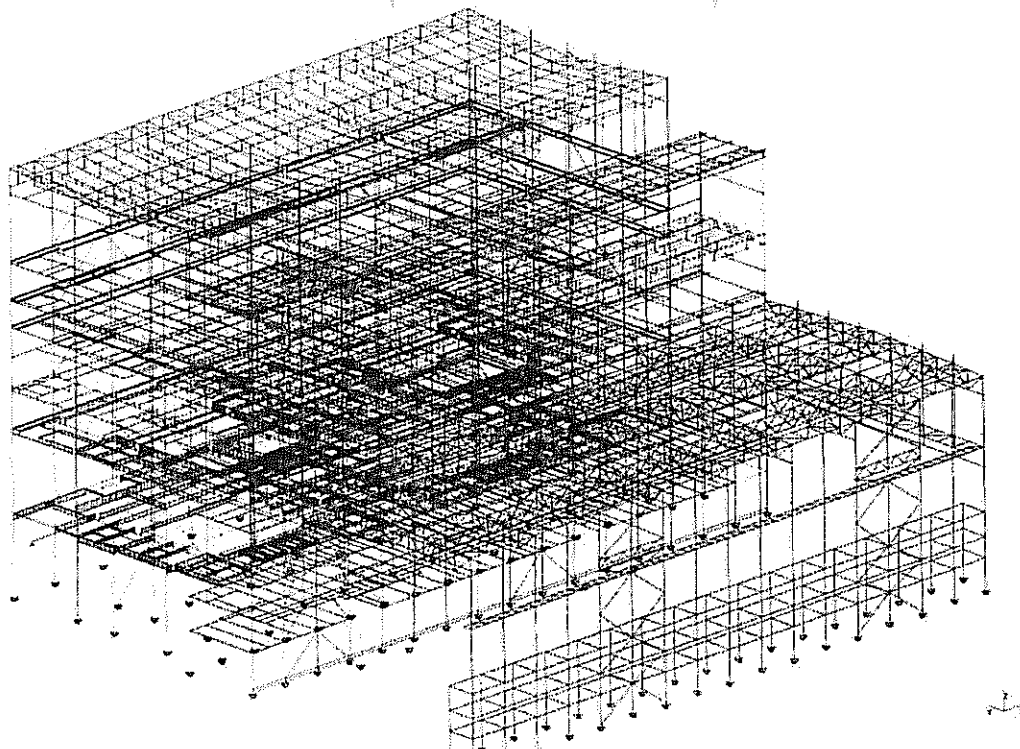


Obr. 1. Prostorový výpočetní model výrobního bloku EOP

Dva sloupy hlavní vazby nevyhověly (využití průřezu 1,315, resp. 1,441) při jedné kombinaci zatížení, stanovené dle [1]. Situace konstrukce (potrubí, kabely apod.) neumožňovala případné zesílení, nehledě na skutečnost že konstrukce stála již 40 let.

Při kombinaci přírůstků odezvy pro jednotlivé zatěžovací stavy metodou SBRA při pravděpodobnosti 0,999 jsme dosáhli stupně využití 0,831, resp. 0,845.

Podobných výsledků jsme dosáhli při posuzování stávající nosné konstrukce výrobního bloku elektrárny Tušimice II na zatížení novou technologií [8].



Obr. 2. Prostorový výpočetní model výrobního bloku elektrárny Tušimice

Pro podobné praktické aplikace je nutno získat důvěru uživatelů ve věrohodnost vstupních hodnot. Křivky trvání zatížení, odvozené na základě časového průběhu zatížení, by měly reálný podklad. Jistě bude jiná křivka pro užité zatížení v kanceláři, jiná pro užité zatížení v nákupním středisku. Jiná bude křivka pro zatížení sněhem v nížinách, jiná pro zatížení sněhem na horách. Jiná bude křivka pro zatížení jeřábem v strojně elektrárny, jiná pro jeřáb pracující v trvalém provozu. Není též úplně jasné, jaká pravděpodobnost výskytu kombinace zatížení by měla být aplikována

Velký prostor pro aplikaci metody SBRA vidíme při posuzování stávajících konstrukcí. Norma pro posuzování existujících konstrukcí [4] zatížení stanovuje podle norem platných v době hodnocení konstrukce. V souvislosti se zaváděním nové řady norem EN došlo k výraznému vzrůstu zatížení, zejména pak zatížení klimatických. Výsledkem je, že velká část posuzovaných stávajících konstrukcí léta sloužících svému účelu nevyhoví.

Metoda SBRA může pomoci při zpřesňování kombinací zatížení či aplikaci skutečně naměřených materiálových charakteristik.

Další možnost praktické aplikace SBRA metod vidíme při navrhování ocelových konstrukcí pracujících za vyšších teplot (skříně elektrostatických filtrů, odprašovací potrubí, absorbéry apod.). Tyto konstrukce jsou zatíženy různými proměnnými zatíženími (podtlak, přetlak, zatížení prachem, zatížení klimatická) za různých provozních teplot, ovlivňujících mechanické vlastnosti oceli. Změny zatížení a změny teplot bývají nezávislé, resp. většinou nikdo není schopen nějakou závislost zadat. Většinou se pak kombinují nejnepříznivější účinky zatížení s nejnepříznivějšími vlivy teploty, což vede k nevhodným výsledkům.

Nutnou podmínkou pro širší uplatnění pravděpodobnostních přístupů je jejich navázání na komerčně používaný software a soulad metod posouzení s platnými normami (vzpěr, klopení, imperfekce, vliv druhého řádu při posuzování kombinace M-N). Jen tak získá projekční praxe větší důvěru v pravděpodobnostní metody.

LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990, *Eurokód: Zásady navrhování*, ČNI, 2004
- [2] ČSN 73 1401, *Navrhování ocelových konstrukcí*, ČNI, 1998
- [3] ČSN EN 1991-3, *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí- Část 3: Zatížení od jeřábů a strojního zařízení*, ČNI, 2008
- [4] ČSN ISO 13822, *Zásady navrhování konstrukcí- Hodnocení existujících konstrukcí*, ČNI, 2005
- [5] Marek P., Brozzetti J., Guštar M., Tikalski P., *Probabilistic Assessment of Structures, 2nd edition*, ÚTAM AV ČR Praha 2003
- [6] Konečný P., Marek P., *Zatížení*, Sborník „Spolehlivost konstrukcí 2005“
- [7] Háša P., „*Polopravděpodobnostní posudek hlavních sloupů výrobního bloku elektrárny Opatovice nad Labem*“, Sborník „Spolehlivost konstrukcí 2005“
- [8] Háša P., Richtř L., *Použití pravděpodobnostních metod při posuzování nosných ocelových konstrukcí v elektrárně Tušimice*, Sborník „Spolehlivost konstrukcí 2008“
- [9] *Vyhláška č. 137/1998 Sb. O obecných technických požadavcích na výstavbu*