

POUŽITÍ PRAVDĚPODOBNOSTNÍCH METOD PŘI POSUZOVÁNÍ NOSNÝCH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ V ELEKTRÁRNĚ TUŠIMICE

Pavel Háša¹, Lukáš Richtř

ABSTRACT

The paper discusses the reliability assessment of the existing structure. The structure is assessed according to current codes with the evaluation of the load effect combination by the probabilistic SBRA method.

KLÍČOVÁ SLOVA

Posudek spolehlivosti, pravděpodobnost, dílčí součinitele, stávající konstrukce.

1 Popis stávající konstrukce

Hlavní výrobní blok elektrárny Tušimice II se skládá ze tří sekcí – kotelna, bunkrovna (mezistrojovna) a strojovna. Výrobní blok byl postaven na začátku 70. let minulého století.

Stávající nosná konstrukce kotelny je ocelová. Jejím hlavním nosným prvkem je čtveřice prostorových rámu (pro každý z kotlů jeden rám) o rozměrech (9+9m)x(10,2 + 7+12m) a výšce 59 m. Tyto prostorové rámy jsou zčásti zavětrovány příhradovými ztužidly a tvoří prostorový výztužený systém spolu s konstrukcí bunkrové stavby a strojovny.

Rámy mají truhlíkové sloupy o rozměrech cca 1x1 m, příčle ze svařenců tvaru I a diagonály ze svařenců tvaru I. Na úrovni 57,5 m je rošt, na který je zavěšena konstrukce kotle. Rámy a ostatní kloubové sloupy podporují systém plošin na úrovni +10, 800 (plošina se železobetonovou deskou), +23,000 (plošina ze železobetonovou deskou), +29,00; +33,500; + 38,00; + 42,00 a +47,5 m. Tyto další plošiny jsou pokryty rošty a slzičkovým plechem. Nosná konstrukce těchto plošin je ocelová, spoje prvků jsou vesměs kloubové. Rošt v prostoru hlavních rámu na úrovni 57,5 slouží k zavěšení hlavního technologického zařízení – kotle, rošt mimo rámy slouží k zavěšení ostatní technologie.

Nad plošinou 57,5 se nachází střešní konstrukce, podporovaná trapézovým plechem. Trapézový plech je uložen na spojitých střešních krokvicích ve spádu, uložených na systému plošiny +57,5.

Mezi každou dvojicí kotlů, resp hlavních prostorových rámu je umístěna výtahová šachta se schodištěm (celkem tři schodišťové a výtahové šachty). Šachta má ocelovou nosnou konstrukci se svislým příhradovým ztužidlem a vykonzolovanými podestovými nosníky.

Na nosnou konstrukci kotelny navazuje rámová konstrukce bunkrovny (mezistrojovny). Tvoří ji rovinné rámy o jenom modulu s rozpětím 9m ve vzájemné vzdálenosti 6 m. Konstrukce nese uheľné bunkry, pasovou dopravu uhlí do bunkrů a různé technologické vybavení.

Na konstrukci bunkrovny pak navazuje konstrukce haly strojovny s rozpětím 42 m. Hlavním nosným prvkem zastřešení jsou příhradové vazníky, uložené na jedné straně na vetknuté sloupy řady A a na druhé straně, v řadě B, na rámy bunkrové stavby. Vzájemná vzdálenost příhradových vazníků je 12 m, Vazníky podporují příhradové vaznice, nesoucí krytinu podporovanou trapézovým plechem

¹ Pavel Háša, Lukáš Richtř, Excon, a.s.

Nosná konstrukce výrobního bloku spolu tvoří jeden nerozdílný celek. Konstrukce kotelny je spojena s konstrukcí uhelny (mezistrojovny), na kterou pak navazuje nosná konstrukce strojovny. Všechny části hlavního bloku jsou k sobě neposuvně připojeny. Konstrukce je jednou dilatována pouze v podélném směru.

V konstrukci jsou navzájem propojeny konstrukční prvky o různé tuhosti, konkrétně:

- Hlavní prostorové rámy kotle. Tyto rámy jsou v podélném směru doplněny příhradovými ztužidly (v řadě G a F). Jsou nejdůležitější částí nosné konstrukce, neboť na nich je na úrovni +57,5 m zavěšena konstrukce kotle.
- Příčné rámy bunkrové stavby (mezistrojovny). Tyto rámy podporují uhelné bunkry a technologické zařízení, ve vodorovném příčném směru napomáhají stabilizaci celé nosné konstrukce. V podélném směru je konstrukce stabilizována podélnými příhradovými ztužidly v řadách B a C.
- Příčné vazby strojovny. Tyto vazby jsou připojeny k ráům uhelny. Vazby strojovny (vetknutý sloup v řadě A a kloubově připojený vazník) jsou v řadě A v podélném směru stabilizovány podélným příhradovým ztužidlem.

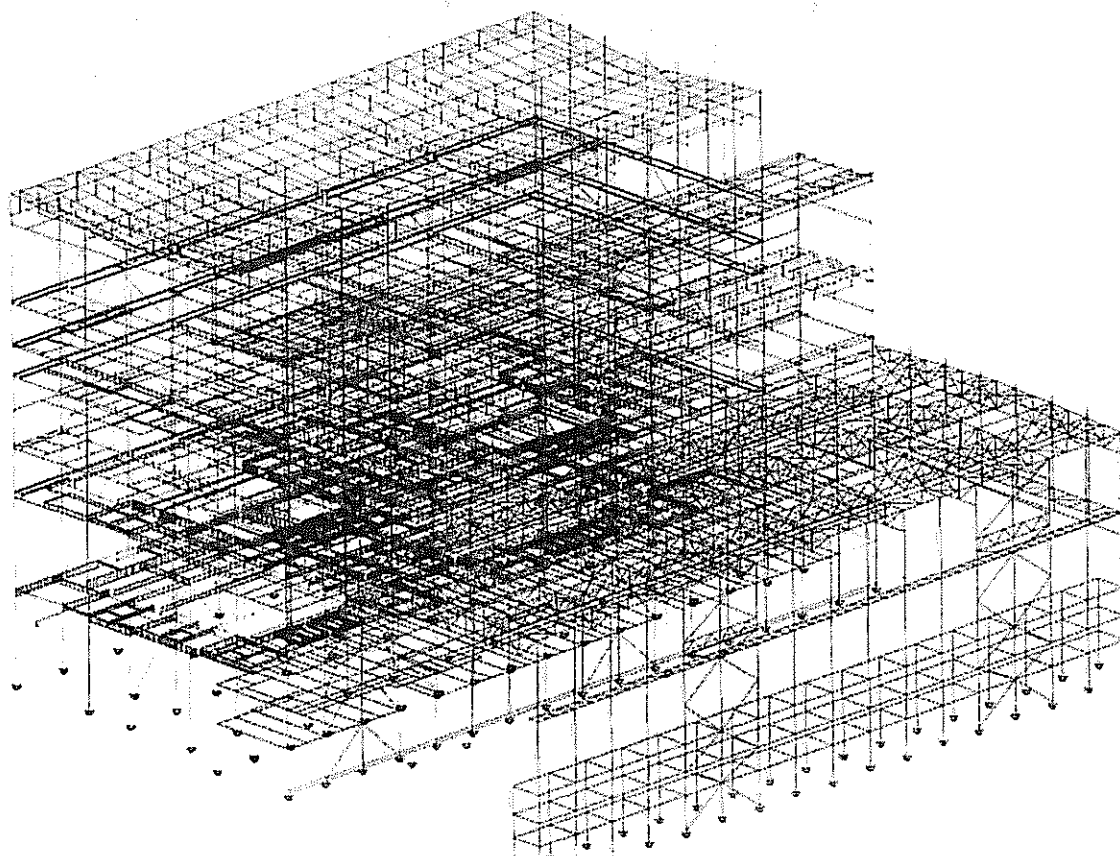
2 Použitý výpočetní model

Hlavním důvodem přepočtu stávající konstrukce bylo umístění nového kotle do stávající nosné ocelové konstrukce.

Vzhledem k propojení nosné konstrukce byl její přepočet proveden na komplexním prostorovém modelu, který respektoval různé tuhosti jednotlivých částí. Výpočetní model zahrnoval jednu polovinu konstrukce od dilatace.

Výpočetní model byl použit pro výpočet konstrukce metodou konečných prvků podle teorie I. řádu (program FEAT). Model zahrnuje prutové prvky dvou hlavních prostorových rámu kotelny, prutové prvky kloubově připojených hlavních nosníků a sloupů v prostorech kolem hlavních rámu kotelny a prutové prvky hlavních konstrukcí uhelny a strojovny.

Vzájemné spolupůsobení jednotlivých konstrukčních částí bylo zajištěno pomocí deskostěnových prvků v místech tuhých plošin.



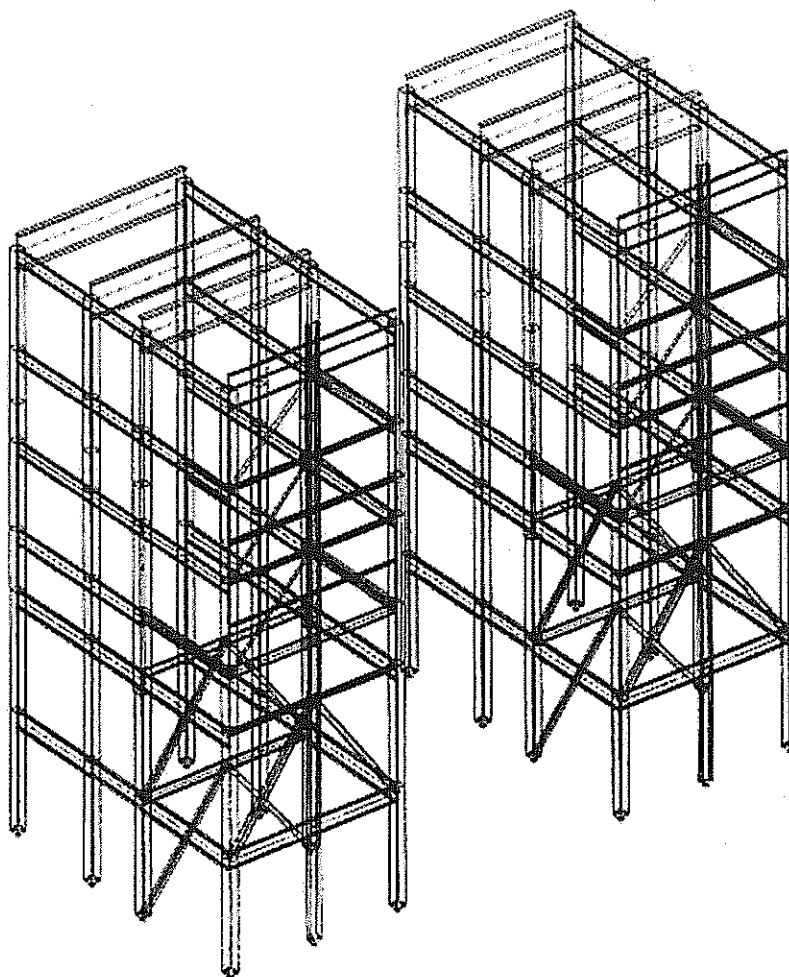
Obr. 1. Výpočetní model výrobního bloku Elektrárny Tušimice

Modelem byly zkoumány jednotlivé zatěžovací stavy (stálé zatížení, zatížení užité, zatížení technologií, zatížení komponenty nového kotle, zatížení uhlím v bunkrech, zatížení větrem v obou hlavních směrech, svislé a vodorovná zatížení od jeřábu ve strojovně apod.). Jednotlivé zatěžovací stavy byly zkombinovány podle zásad v Eurokódu [1]. Vliv imperfekcí konstrukce byl respektován zavedením normativních náhradných vodorovných sil podle ČSN P-ENV-1993-1-1 [2], předpokládalo se však následné zjištění skutečných imperfekcí zaměřením na stavbě.

Vlastní posouzení stávající konstrukce bylo provedeno pro hlavní nosné rámy kotlů (sloupy, vodorovné příčle), u kterých se nejmarkantněji projeví změna zatížení novým kotlem. Posouzení bylo provedeno podle ČSN P-ENV-1993-1-1 [2].

3 „Hybridní“ posouzení nejzatíženějších prvků

Nejvíce využitými prvky celé konstrukce byly sloupy hlavního rámu v řadách F a D ve výšce 47, 5-57,5 m. Stupeň využití sloupu (interakční rovnice 5.56 z ČSN P-ENV-1993-1-1 [2]) ř. D pro zatěžovací kombinaci 13, stanovenou podle zásad Eurokódu byl 0,965. Obdobný stupeň využití pro sloup ř. F pro zatěžovací kombinaci 14 byl 0,924.



Obr. 2. Výsek modelu – podpůrný rám kotle

Pro zjištění potenciální možné rezervy nejvíce využitých prvků (výpočet byl prováděn na předběžná zatížení kotlem) jsme použili částečně metodu SBRA [3]

Jednotlivé výpočtové hodnoty příčinků stupně využití pro jednotlivé dílčí zatěžovací stavy jsme kombinovali s pomocí programu ResCom [3] s využitím křivek trvání DEAD1, LONG1, SHORT1, WIND1, SNOW1 a CRANE-H.

U prvního sloupu ř. D jsme pak získali po 60 000 simulací pro pravděpodobnost 99,99% hodnotu stupně využití 0,896, pro pravděpodobnost 99,9% hodnotu 0,863. U druhého sloupu ř. F pak obdobné hodnoty 0,848 resp. 0,822.

Popsaný způsob posouzení konstrukce je jakýmsi prakticky použitelným hybridem mezi pravděpodobnostními metodami SBRA a mezi běžně používanou metodou parciálních součinitelů. Problémem při praktické aplikaci je věrohodnost křivek trvání. Pravděpodobnostní přístup se uplatňuje pouze na jedné straně základní nerovnosti metody parciálních součinitelů, na straně zatížení, Druhá strana - únosnost prvku je stanovena tradičně, s použitím parciálního součinitele materiálu.

LITERATURA:

- [1] ČSN P ENV 1991-1, Zásady navrhování a zatížení konstrukcí
- [2] ČSN P ENV 1993-1-1, Navrhování ocelových konstrukcí
- [3] Marek P., Guštar M., Anagnos T. (1995): *Simulation-Based Reliability Assessment for Structural Engineers*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1995, ISBN 0-8493-8286-6